SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO6

No. 15-038264- -00000-0000

Fecha: 2015-02-20 16:49:05 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 8 0

Industria y Comercio
SUPERINTE

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 11-177198- -00014-0000

Fecha: 2015-02-20 16:49:05 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 851 DIVISIONAL Folios: 8 9

DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
INVENTARIO

SOLICITUD DIVISIONAL

DE PATENTE DE

INVENCIÓN

TITULO: CELULOSA MODIFICADA A PARTIR DE FIBRA QUÍMICA KRAFT Y MÉTODOS PARA FABRICAR Y UTILIZAR LA MISMA.

SOLICITANTE: GP CELLULOSE GMBH

EXPEDIENTE No. 11-177.198

DIRECCIÓN: Metallstrase 9b, CH-6300 Zug, Suiza

APODERADO: CARLOS R. OLARTE

BOGOTÁ: 20 de febrero de 2015

P2011/000213A

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO6

No. 15-038264- -00000-0000

Fecha: 2015-02-20 16:49:05 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: ~~8~~ 9

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
CONVERSIÓN, DIVISIO

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 11-177198- -00014-0000

Fecha: 2015-02-20 16:49:05 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 851 DIVISIONAL Folios: ~~8~~ 9

1. Identificación del Tramite

[ ] Conversión [X]

[X] Patente de Invención

[ ] Patente de Modelo de Utilidad

2. Datos del solicitante

[ ] Persona Natural [X] Persona Juridica

GP CELLULOSE GMBH

Nombre o denominación / Nombre o razón social

Nombre del representante legal

Tipo de empresa [ ] Micro [ ] Pequeña [ ] Mediana [ ] Otra

Documento de Identificación [ ] C.C. [ ] C.E. [ ] NIT [ ] Otro Número

Nacionalidad/País de constitución	Dirección del titular	Ciudad
SUIZA	Metallstrasse 9b, CH-6300	Zug
Dirección electrónica	**No. Fax**	**Número telefónico**
office@olartemoure.com	6017799	6017700

[ ] **Autorizo expresamente a la Superintendencia de Industria y Comercio para que todas las comunicaciones sean enviadas a través de la dirección de correo electrónico**

3. Datos del apoderado:

CARLOS R. OLARTE	79.782.747 Bta	74.295
Apellidos y Nombre	Documento de identificación	Tarjeta profesional

Dirección y domicilio	Dirección del titular	Ciudad
Carrera 5 No 34-03 Bogotá D.C.	Cra 5 No. 34-03	Bogotá
Dirección electrónica	**No. Fax**	**Número telefónico**
office@olartemoure.com	601-7799	601-7700

En caso de haber presentado poder general para asuntos que se adelanten ante la Delegatura de Propiedad Industrial, sírvase indicar el número de su radicación o protocolo de poder general

4. Datos del trámite:

CONVERSION	DIVISION	FUSION
Expediente No.	Expediente No. 11-177.198	Expediente No.
De:	No. de divisionales 1	Expediente No.
A:		

5. **Comprobante de Pago No**	_____	**Fecha**	D	M	A

6. Anexos

X	Comprobante de pago de la tasa para la presentación de la corrección y/o modificación
X	Poder, si fuere el caso con el que se acredita la representación
	Número de documento que ordena la comisión o fusión o división
X	Documento que contiene la conversión, división o fusión de la solicitud
X	Copia de la solicitud y sus anexos en formato magnético

7. Firma

CARLOS R. OLARTE
Nombre y apellidos

Firma

79.782.747
C.C.

74.295
Tarjeta Profesional

3

OLARTEMOURE

OLARTE MOURE & ASOCIADOS LTDA.

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

Espacio reservado para el adhesivo de radicación.

PETITORIO - FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DIVISIONAL DE PATENTE PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL **P2011/000213A**

SOLICITUD DE:

(1)

[X] Patente de Invención. [ ] Patente de Modelo de Utilidad.

[X] Capítulo I. [ ] Capítulo II.

(2) **SOLICITANTE (71)**

Nombre: GP CELLULOSE GMBH
Dirección: Metallstrasse 9b, CH-6300 Zug
Nacionalidad o Domicilio: Suiza
Lugar de Constitución: Suiza
Teléfono: **Fax:**
E-mail:

IDENTIFICACIÓN
C.C. [ ] **NIT** [ ]
C.E. [ ] **Otro** [ ]
Cual
Número

REPRESENTANTE O APODERADO

Nombre: CARLOS R. OLARTE
Dirección: Carrera 5 No. 34-03 Bogotá
Teléfono: 601-7700 **Fax:** 601-7799
E-mail: office@olartemoure.com

IDENTIFICACIÓN
C.C. [X] **NIT** [ ]
C.E. [ ] **Otro** [ ]
Cual
Número 79.782.747Bta
TP 74.295

INVENTOR (ES) (72)

Nombre: VER PAGINA ADJUNTA.
Dirección: VER PAGINA ADJUNTA.
Nacionalidad o Domicilio: VER PAGINA ADJUNTA.

(5) **PCT (86)**

Solicitud Internacional No. PCT/US2010/036763 Fecha Mayo 28, 2010

Publicación Internacional No. WO 2010/138941 Fecha Diciembre 02, 2010

(6) **Título (54)** **CELULOSA MODIFICADA A PARTIR DE FIBRA QUÍMICA KRAFT Y MÉTODOS PARA FABRICAR Y UTILIZAR LA MISMA**

Clasificación Internacional (51) D21C 9/10, D21C 9/16.

Prioridad

SI [X] **NO** [ ]

(33) País de Origen	(32) Fecha	(31) Número de Solicitud
US	Mayo 28, 2009	61/182,000

(9) **Comprobante de pago No.** 15- **Fecha**

ANEXOS

- [x] Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
- [ ] Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- [x] Poderes, si fuere el caso.
- [ ] Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- [ ] Declaraciones.
- [x] Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).
- [x] Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).
- [x] Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA).
- [ ] Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA.
- [ ] De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- [ ] De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- [ ] De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- [ ] Arte final 12 x 12.
- [ ] De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- [ ] De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional.
- [x] Otros. Búsqueda Internacional

(11) FIGURA CARACTERÍSTICA:

(12) Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: CARLOS R. OLARTE

FIRMA:

C.C. 79.782.747 Btá T.P. 74.295

LISTA DE INVENTORES

PCT/US2010/036763

Arthur, J.NONNI
108 Hidden Springs Lane,
Peachtree City, GA 30269
Estados Unidos de América
Nacionalidad: Estadounidense

Charles, E. COURCHENE
3279 Woodrock Lane,
Snellville, GA 30078
Estados Unidos de América
Nacionalidad: Estadounidense

Christopher, Michael SLONE
1253 Breuer Mews Nw,
Atlanta, GA 30318
Estados Unidos de América
Nacionalidad: Estadounidense

Peter, R. ABITZ
1088 Ashbury Drive,
Decatur, GA 30030
Estados Unidos de América
Nacionalidad: Estadounidense

Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	TESTIGO DOCUMENTAL	Folio: 6

Dependencia Jerárquica: DELEGATURA PPROPIEDAD INDUSTRIAL	**Código** 2000
Dependencia Productora: Gr.BANCO DE PATENTES	**Código** 2020
Tipo de Radicación: Entrada: **X** Salida: □ Traslado: □ Convenio: □	
Radicador:	

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

Nombre de la Serie / Subserie:	Código:
Expediente: 11-177198-14 15-38264-0	Solicitante / ***Quejoso / Demandante / otros.***
Prueba excluida: cd	
N°. de Pruebas excluidas: 1	
Fecha de emisión de la Prueba:	

UBICACIÓN DE LA PRUEBA EN LA SECCIÓN DE MATERIAL GRÁFICO

N°. de bloque:		Otras especificaciones:
Nº. de rodante:		
Nº. de estante:		
N°. de archivador:		
Nº. de entrepaño:		
Nº. de gaveta:		
N°. de caja:		

IMPORTANTE:

- El material gráfico ***o especial*** que se encuentra ***dentro o anexo a*** las unidades documentales o expedientes, debe extraerse y llevarse a aquella sección del archivo que se haya dispuesto para conservar documentos en distintos formatos.
- Entiéndase por material gráfico todos aquellos dibujos, croquis, mapas, planos, fotografías, ilustraciones, pictografías, códices, prensa, objetos tridimensionales, entre otros.

Observaciones:

El CD Contiene:

8 Archivos en formato Pdf los Cuales Son Procesados y Cargados al Sistema

Unidad de Conservación

- o Bolsa
- o Caja
- o Libro
- o Sobre
- o Tomo
- o Otro

Soporte Documental

- ~~o CD~~
- o Disquete
- o DVD
- o Folleto
- o Periódico
- o Plano
- o Publicación Periódica
- o USB
- o Otro

7

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 15 - 0020695

Bogotá D.C., Febrero 20 de 2015 - 16:34:10

RECIBIDO DE : OLARTE MOURE & ASOCIADOS NI 830.122.870 RE

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR.PAGO
RECIBO DE CA	999999999	20427	20/02/2015		530.000.00
RECIBO DE CA	999999999	20428	20/02/2015		530.000.00
RECIBO DE CA	999999999	20429	20/02/2015		530.000.00
RECIBO DE CA	999999999	20430	20/02/2015		530.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
13	50005-01-01 SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION PATENTE UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INIC	32.000.00	416.000.00
				$416.000.00

SON: **CUATROCIENTOS DIECISEIS MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____
-**-
Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO6
No. 15-038264- -00000-0000
Fecha: 2015-02-20 16:49:05 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 9

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
No. 11-177198- -00014-0000
Fecha: 2015-02-20 16:49:05 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 851 DIVISIONAL Folios: 9

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 15 - 0020693

Bogotá D.C., Febrero 20 de 2015 - 16:34:10

RECIBIDO DE : OLARTE MOURE & ASOCIADOS NI 830.122.870 RE

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR.PAGO
RECIBO DE CA	999999999	20427	20/02/2015		530.000.00
RECIBO DE CA	999999999	20428	20/02/2015		530.000.00
RECIBO DE CA	999999999	20429	20/02/2015		530.000.00
RECIBO DE CA	999999999	20430	20/02/2015		530.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	2205 DIVISIONAL SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION CONT. DERE	478.000.00	478.000.00
				$478.000.00

SON: **CUATROCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO6
No. 15-038264- -00000-0000
Fecha: 2015-02-20 16:49:05 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: ~~8~~ 9

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
No. 11-177198- -00014-0000
Fecha: 2015-02-20 16:49:05 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 851 DIVISIONAL Folios: ~~8~~ 9

9

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

LISTA DE CHEQUEO
ADMISIÓN A TRÁMITE – NUEVAS CREACIONES

PATENTE DE INVENCIÓN ☐ **MODELO DE UTILIDAD** ☐ **Art 33 Decisión 486/00**

- ☐ Indicación que se solicita una patente.
- ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
- ☐ Descripción de la invención
- ☐ Dibujos de ser estos pertinentes
- ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)

Completa ☐ Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCIÓN PCT ☐ **MODELO DE UTILIDAD PCT** ☐ **Art.33 Decisión 486/00, Circular Única**

- ☐ Indicación que se solicita una PCT
- ☐ Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
- ☐ Dibujos de ser estos pertinentes
- ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)

Completa ☐ Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐ **(Art. 119 Decisión 486/00)**

- ☐ Indicación que se solicita Diseño industrial
- ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
- ☐ Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
- ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas

Completa ☐ Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐ **(Art. 92 Decisión 486/00)**

- ☐ Indicación que se solicita un esquema de trazado
- ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
- ☐ Representación gráfica de un esquema de trazado
- ☐ Comprobante de pago de las tasas establecida

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
No. 15-038264- -00000-0000
Fecha: 2015-02-20 16:49:05 Dep. 2020 DIR.NUEVASCF
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: ~~8~~ 9

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
No. 11-177198- -00014-0000
Fecha: 2015-02-20 16:49:05 Dep. 2020 DIR.NUEVASCF
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 851 DIVISIONAL Folios: ~~8~~ 9

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

Espacio reservado para el adhesivo de radicación

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
CONVERSIÓN, DIVISIÓN Y FUSIÓN DE SOLICITUDES **P2013/00020131A**

1. Identificación del Tramite

[ ] Conversión [X] División [ ] Fusión

[X] Patente de Invención
[ ] Patente de Modelo de Utilidad

2. Datos del solicitante

[ ] Persona Natural [X] Persona Juridica

GP CELLULOSE GMBH
Nombre o denominación / Nombre o razón social

Nombre del representante legal

Tipo de empresa [ ] Micro [ ] Pequeña [ ] Mediana [ ] Otra

Documento de Identificación [ ] C.C. [ ] C.E. [ ] NIT [ ] Otro Número

Nacionalidad/País de constitución	Dirección del titular	Ciudad
SUIZA	Metallstrasse 9b, CH-6300	Zug
Dirección electrónica	**No. Fax**	**Número telefónico**
office@olartemoure.com	6017799	6017700

[ ] **Autorizo expresamente a la Superintendencia de Industria y Comercio para que todas las comunicaciones sean enviadas a través de la dirección de correo electrónico**

3. Datos del apoderado:

CARLOS R. OLARTE	79.782.747 Bta	74.295
Apellidos y Nombre	Documento de identificación	Tarjeta profesional

Dirección y domicilio	Dirección del titular	Ciudad
Carrera 5 No 34-03 Bogotá D.C.	Cra 5 No. 34-03	Bogotá
Dirección electrónica	**No. Fax**	**Número telefónico**
office@olartemoure.com	601-7799	601-7700

En caso de haber presentado poder general para asuntos que se adelanten ante la Delegatura de Propiedad Industrial, sírvase indicar el número de su radicación o protocolo de poder general

4. Datos del trámite:

CONVERSION	DIVISION	FUSION
Expediente No.	Expediente No. 11-177.198	Expediente No.
De:	No. de divisionales 1	Expediente No.
A:		

5. Comprobante de Pago No		**Fecha**	D	M	A

6. Anexos

X	Comprobante de pago de la tasa para la presentación de la corrección y/o modificación
X	Poder, si fuere el caso con el que se acredita la representación
	Número de documento que ordena la comisión o fusión o división
X	Documento que contiene la conversión, división o fusión de la solicitud
X	Copia de la solicitud y sus anexos en formato magnético

7. Firma

CARLOS R. OLARTE	
Nombre y apellidos	Firma
79.782.747	74.295
C.C.	Tarjeta Profesional

OLARTEMOURE

OLARTE MOURE & ASOCIADOS LTDA.

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

Espacio reservado para el adhesivo de radicación.

PETITORIO - FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DIVISIONAL DE PATENTE PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL **P2011/000213A**

SOLICITUD DE:

1

[X] Patente de Invención. [ ] Patente de Modelo de Utilidad.

[X] Capítulo I. [ ] Capítulo II.

2

SOLICITANTE (71)

Nombre: GP CELLULOSE GMBH
Dirección: Metallstrasse 9b, CH-6300 Zug
Nacionalidad o Domicilio: Suiza
Lugar de Constitución: Suiza
Teléfono: **Fax:**
E-mail:

IDENTIFICACIÓN
C.C. [ ] **NIT** [ ]
C.E. [ ] **Otro** [ ]
Cual
Número

REPRESENTANTE O APODERADO

Nombre: CARLOS R. OLARTE
Dirección: Carrera 5 No. 34-03 Bogotá
Teléfono: 601-7700 **Fax:** 601-7799
E-mail: office@olartemoure.com

IDENTIFICACIÓN
C.C. [X] **NIT** [ ]
C.E. [ ] **Otro** [ ]
Cual
Número 79.782.747Bta
TP 74.295

INVENTOR (ES) (72)

Nombre: VER PAGINA ADJUNTA.
Dirección: VER PAGINA ADJUNTA.
Nacionalidad o Domicilio: VER PAGINA ADJUNTA.

5

PCT (86)

Solicitud Internacional No. PCT/US2010/036763 Fecha Mayo 28, 2010

Publicación Internacional No. WO 2010/138941 Fecha Diciembre 02, 2010

6

Título (54) **CELULOSA MODIFICADA A PARTIR DE FIBRA QUÍMICA KRAFT Y MÉTODOS PARA FABRICAR Y UTILIZAR LA MISMA**

Clasificación Internacional (51) D21C 9/10, D21C 9/16.

Prioridad

SI [X] **NO** [ ]

(33) País de Origen	(32) Fecha	(31) Número de Solicitud
US	Mayo 28, 2009	61/182,000

9

Comprobante de pago No. 15- **Fecha**

ANEXOS

- [x] Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
- [ ] Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- [ ] Poderes, si fuere el caso.
- [ ] Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- [ ] Declaraciones.
- [x] Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).
- [x] Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).
- [x] Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA).
- [ ] Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA.
- [ ] De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- [ ] De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- [ ] De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- [ ] Arte final 12 x 12.
- [ ] De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- [ ] De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional.
- [x] Otros. Búsqueda Internacional

11 **FIGURA CARACTERÍSTICA:**

12 Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: CARLOS R. OLARTE FIRMA: _____

C.C. 79.782.747 Btá T.P. 74.295

LISTA DE INVENTORES

PCT/US2010/036763

Arthur, J.NONNI
108 Hidden Springs Lane,
Peachtree City, GA 30269
Estados Unidos de América
Nacionalidad: Estadounidense

Charles, E. COURCHENE
3279 Woodrock Lane,
Snellville, GA 30078
Estados Unidos de América
Nacionalidad: Estadounidense

Christopher, Michael SLONE
1253 Breuer Mews Nw,
Atlanta, GA 30318
Estados Unidos de América
Nacionalidad: Estadounidense

Peter, R. ABITZ
1088 Ashbury Drive,
Decatur, GA 30030
Estados Unidos de América
Nacionalidad: Estadounidense

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES
LEGALIZACION

País: ***REPUBLICA DE COLOMBIA***
(Country: - Pays:)

El presente documento público
(This public document - Le présent acte public)

Ha sido firmado por: ***OLARTE GARCIA ROBERTO MARIO***
(Has been signed by: - A été signé par:)

Actuando en calidad de: ***TRADUCTOR OFICIAL***
(Acting in the capacity of: - Agissant en qualité de:)

Lleva el sello/estampilla de: ***TRADUCTOR E INTERPRETE OFICIAL***
(Bears the seal/stamp of: - Est revêtu du sceau de / timbre de:)

Certificado
(Certified - Attesté)

En: ***BOGOTA D.C***
(At: - A:)

El: ***3/27/2012 9:19:13 AM***
(On: - Le:)

Por: ***APOSTILLA Y LEGALIZACIÓN***
(By: The Ministry of Foreign Affairs of Colombia - Par: Ministère des Affaires Étrangères de la Colombie)

No: ***LMDZB91914363***
(Under Number: - Sous le numéro:)

Nombre del Titular: ***I-334037***
(Name of the holder of document: - Nom du titulaire:)

Tipo de documento: ***TRADUCCION APOSTILLA***
(Type of document: - Type du document:)

Número de hojas: ***3***
(Number of pages: - Nombre de pages:)

01304100126123600494

Firmado Digitalmente por: (Digitally Signed by:)
Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia
AMPARO DE LA CRUZ TAMAYO RODRIGUEZ
Reason: DOCUMENT AUTHENTICITY
BOGOTA - COLOMBIA

La autenticidad de este documento puede ser verificada en el Registro Electrónico que se encuentra en la siguiente página
The authenticity of this document may be verified by accessing the e-Register on the following web site:
L'authenticité de cette document peut être vérifiée en accédant l'e-Registre sur le site web suivant:

www.cancilleria.gov.co/legalizaciones

Este documento público es una traducción al español de un documento en idioma inglés presentado ante mí.
ROBERTO M. OLARTE GARCÍA
Traductor e Intérprete Oficial
Ministerio de Justicia
Licencia 0041/1996

ROBERTO M. OLARTE GARCÍA
Traductor e Intérprete Oficial
Resolución No. 0041
Minjusticia 1996

PODER

El suscrito,

GP CELLULOSE GMBH

(resto del texto en español)

Firma: (ilegible)
Patrick J. Boushka, Gerente

Fecha: 4 de enero de 2012

Ciudad, País: Atlanta, Georgia, Estados Unidos de América

CORTE SUPERIOR DE GEORGIA
AUTORIDAD COOPERATIVA DE SECRETARIOS DE LA CORTE
División Notarial
1875 Century Boulevard, Suite 100
Atlanta, Georgia 30345
Teléfono (404) 327-6023

APOSTILLA
(Convención de la Haya, del 5 de octubre de 1961)

1. País: **ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA**

Este documento público

2. está firmado por **JUDY MOORE**
3. en su calidad de **NOTARIO PÚBLICO, ESTADO DE GEORGIA**
4. está provisto con el timbre/sello de **JUDY MOORE**
   NOTARIO PÚBLICO
   CONDADO DE COBB, ESTADO DE GEORGIA

CERTIFICA

5. en **ATLANTA, GEORGIA** 6. el **10 DE ENERO DE 2012**
7. por la **AUTORIDAD COOPERATIVA DE SECRETARIOS DE LA CORTE SUPERIOR DE GEORGIA**
8. bajo el número **I-334037**
9. sello: ESTADO DE GEORGIA - 1776
10. Firma
    (ilegible)
    DAVID R. WILLIAMS
    DIRECTOR EJECUTIVO

Esta Apostilla solamente certifica la autenticidad de la firma y el cargo de la persona quien firmó el documento público, y donde fuese necesario, la identidad del sello que lleve el documento público.
Esta Apostilla no certifica el contenido del documento para la cual fue otorgada.
Esta Apostilla no tiene validez dentro de los Estados Unidos de América, sus territorios o posesiones.

ROBERTO M. OLARTE GARCÍA
Traductor e Intérprete Oficial
Resolución No. 0041
Minjusticia 1996

CERTIFICADO NOTARIAL

El 4 de enero de 2012 compareció de manera personal ante mí Patrick J. Boushka, quien estando debidamente juramentado, declaró que él es el Presidente de la sociedad descrita en la presente y quien suscribió el anterior documento.

(Sello notarial)

(firma ilegible)
Mi comisión vence el 26 de septiembre de 2014

ROBERTO M. OLARTE GARCÍA
Traductor e Intérprete Oficial
Resolución No. 0041
Minjusticia 1996

OLARTEMOURE
OLARTE MOURE & ASOCIADOS LTDA.

Carlos R. Olarte
Juan G. Moure

Alexander Agudelo
Carlos A. Parra
Gina Arias
Juan Felipe Acosta
Andres Rincon
Monica Guevara
Andres Alvarado
Margarita Solorza
Ricardo Velasco

Power of Attorney

The undersigned,

GP CELLULOSE GMBH

domiciled in

Metallstrasse 9b, CH-6300 Zug, Switzerland

by means of these presents hereby grants to **Carlos R. Olarte and/or Juan Guillermo Moure** full and sufficient Power of Attorney to file, prosecute, obtain, defend and enforce the company's right to **PCT/US2010/036763, entitled "MODIFIED CELLULOSE FROM CHEMICAL KRAFT FIBER AND METHODS OF MAKING AND USING THE SAME"** in the Republic of Colombia, to which end it empowers them to take all steps necessary before any administrative or judicial authority of any class for the objects stated, to file petitions, recourses, replies and oppositions, pay taxes and annuities, request testimonies, receive documents and securities, abandon applications, collect refunds, desist, settle, conciliate or negotiate. Sufficient power is hereby granted to receive notifications on behalf of the Company, to confer powers on those who are to represent the company judicially and extrajudicially, to answer in court in the matter of all claims and demands that may be presented in connection with the objects stated, giving them likewise power to substitute these presents and revoke such substitutions.

Poder

El suscrito,

domiciliado en

por medio del presente otorga a **Carlos R. Olarte y/o Juan Guillermo Moure** poder amplio y suficiente para presentar, tramitar, obtener, defender y hacer respetar todos los derechos de la compañía sobre la patente **PCT/US2010/036763,** titulada **CELULOSA MODIFICADA A PARTIR DE FIBRA QUÍMICA KRAFT Y MÉTODOS PAA FABRICAR Y UTILIZAR LA MISMA** en la República de Colombia, a cuyo efecto los faculta para dar todos los pasos necesarios ante cualquier autoridad administrativa o judicial de cualquier jerarquía para cumplir con lo encomendado, elevar solicitudes, recursos, respuestas y oposiciones, pagar impuestos y anualidades, solicitar testimonios, recibir documentos y valores, desistir, transigir, y percibir. Se concede poder bastante para recibir notificaciones a nombre de la compañía, otorgar poderes a quienes vayan a representar a la compañia judicial y extrajudicialmente, responder en juicio a todas las reclamaciones o demandas que por motivo de lo encomendado se presentaren, dándoles asimismo facultad para sustituir el presente y revocar dichas sustituciones.

Signature/Firma: Patrick J. Boushka
Patrick J. Boushka, Manager

Date/Fecha: Dated this 4th day of January, 2012

City,Country/Ciudad,País: Atlanta, Georgia, USA

Carrera 5 No. 34 - 03 Bogotá D.C., Colombia.
Tel: + 57 (1) 601-7700 Fax: + 57 (1) 601-7799 e-mail: office@olartemoure.com
www.olartemoure.com

GEORGIA SUPERIOR COURT
CLERKS' COOPERATIVE AUTHORITY
Notary Division
1875 Century Boulevard, Suite 100
Atlanta, Georgia 30345
(404) 327-6023

APOSTILLE
(Convention de La Haye du 5 Octobre 1961)

1. Country: **UNITED STATES OF AMERICA**
2. This public document has been signed by **JUDY MOORE**
3. acting in the capacity of **NOTARY PUBLIC, STATE OF GEORGIA**
4. bears the seal/stamp of **JUDY MOORE**
   NOTARY PUBLIC
   COBB COUNTY, GEORGIA

CERTIFIED

5. at **ATLANTA, GEORGIA**
6. the **10TH DAY OF JANUARY, 2012**
7. by **GEORGIA SUPERIOR COURT CLERKS' COOPERATIVE AUTHORITY**
8. No. **I-334037**
9. Seal/Stamp
10. Signature:

DAVID R. WILLIAMS
EXECUTIVE DIRECTOR

This Apostille only certifies the authenticity of the signature and the capacity of the person who has signed the public document, and, where appropriate, the identity of the seal or stamp which the public document bears. This Apostille does not certify the content of the document for which it was issued.
This Apostille is not valid for use anywhere within the United States of America, its territories or possessions.

STATE OF GEORGIA
TT CLERKS' CO

NOTARIAL CERTIFICATE

On this 4 day of January 2012, before me personally appeared Patrick J. Boushka, to me known, who, being by me duly sworn, did depose and say that he/she is the President of the company described in and which executed the foregoing document and that she signed her name thereto.

(Notarial Seal)

Judy Moore

My Commission Expires September 26, 2014

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
2 December 2010 (02.12.2010)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2010/138941 A2

(51) International Patent Classification:
D21C 9/00 (2006.01)

(21) International Application Number:
PCT/US2010/036763

(22) International Filing Date:
28 May 2010 (28.05.2010)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
61/182,000 28 May 2009 (28.05.2009) US

(71) Applicant *(for all designated States except US)*: **GP CELLULOSE GMBH**; Metallstrasse 9b, CH-6300 Zug (CH).

(72) Inventors; and
(75) Inventors/Applicants *(for US only)*: **SLONE, Christopher, Michael** [US/US]; 1253 Breuer Mews Nw, Atlanta, GA 30318 (US). **NONNI, Arthur, J.** [US/US]; 108 Hidden Springs Lane, Peachtree City, GA 30269 (US). **COURCHENE, Charles, E.** [US/US]; 3279 Woodrock Lane, Snellville, GA 30078 (US). **ABITZ, Peter, R.** [US/US]; 1088 Ashbury Drive, Decatur, GA 30030 (US).

(74) Agent: **STANLEY, Robert C.**; Georgia-Pacific LLC, Mail Code GA030-41, 133 Peachtree Street N. E., Atlanta, Georgia 30303 USA, 404-652-5854 (US).

(81) Designated States *(unless otherwise indicated, for every kind of national protection available)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States *(unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: MODIFIED CELLULOSE FROM CHEMICAL KRAFT FIBER AND METHODS OF MAKING AND USING THE SAME

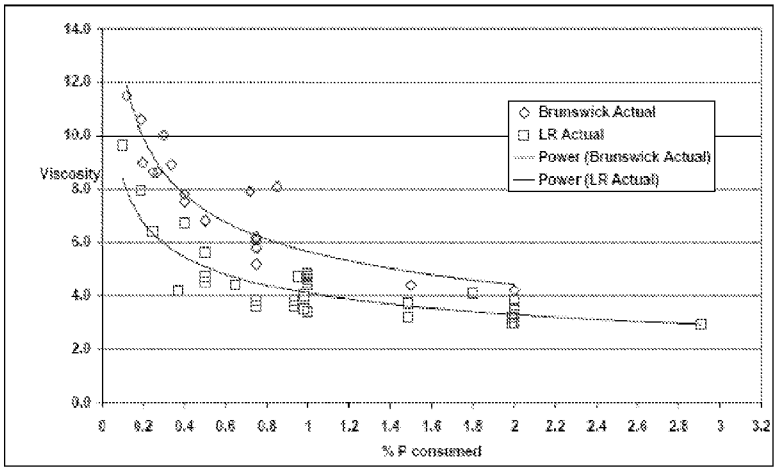

Figure 1

Final 0.5% Capillary CED viscosity as a function of % peroxide (based on pulp) consumed.

(57) Abstract: A modified kraft pulp fiber with unique properties is provided. The modified fiber can be a modified bleached kraft fiber that is almost indistinguishable from its conventional counterpart, except that it has a low degree of polymerization (DP). Methods for making the modified fiber and products made from it are also provided. The method can be a one step acidic, iron catalyzed peroxide treatment process that can be incorporated into a single stage of a multi-stage bleaching process. The products can be chemical cellulose feedstocks, microcrystalline cellulose feedstocks, fluff pulps and products made from them.

WO 2010/138941 A2

Published:

— *without international search report and to be republished upon receipt of that report (Rule 48.2(g))*

MODIFIED CELLULOSE FROM CHEMICAL KRAFT FIBER AND METHODS OF MAKING AND USING THE SAME

TECHNICAL FIELD

[001] This disclosure relates to the chemical modification of cellulose fiber. More particularly, this disclosure relates to chemically modified cellulose fiber derived from bleached kraft pulp that exhibits a unique set of characteristics, improving its performance over standard cellulose fiber derived from kraft pulp and making it useful in applications that have heretofore been limited to expensive fibers (e.g., cotton or high alpha content sulfite pulp). Specifically, the chemically modified bleached kraft fiber may exhibit one or more of the following beneficial characteristics, including but not limited to, improved odor control, improved compressibility, and/or improved brightness. The chemically modified bleached kraft fiber may exhibit one or more of these beneficial characteristics while also maintaining one or more other characteristics of the non-chemically modified bleached kraft fiber, for example, maintaining fiber length and/or freeness.

[002] This disclosure further relates to chemically modified cellulose fiber derived from bleached softwood and/or hardwood kraft pulp that exhibits a low or ultra low degree of polymerization, making it suitable for use as fluff pulp in absorbent products, as a chemical cellulose feedstock in the production of cellulose derivatives including cellulose ethers and esters, and in consumer products. As used herein “degree of polymerization” may be abbreviated “DP.” This disclosure still further relates to cellulose derived from a chemically modified kraft fiber having a level-off degree of polymerization of less than about 80. More specifically, the chemically modified kraft fiber described herein, exhibiting a low or ultra low degree of polymerization (herein referred to as “LDP” or “ULDP”), can be treated by acid or alkaline hydrolysis to further reduce the degree of polymerization to less than about 80, for instance to less than about 50, to make it suitable for a variety of downstream applications.

[003] This disclosure also relates to methods for producing the

improved fiber described. This disclosure provides, in part, a method for simultaneously increasing the carboxylic and aldehydic functionality of kraft fibers. The fiber, described, is subjected to a catalytic oxidation treatment. In some embodiments, the fiber is oxidized with iron or copper and then further bleached to provide a fiber with beneficial brightness characteristics, for example brightness comparable to standard bleached fiber. Further, at least one process is disclosed that can provide the improved beneficial characteristics mentioned above, without the introduction of costly added steps for post-treatment of the bleached fiber. In this less costly embodiment, the fiber can be treated in a single stage of a kraft process, such as a kraft bleaching process. Still a further embodiment relates to a five-stage bleaching process comprising a sequence of D_0E1D1E2D2, where stage four (E2) comprises the catalytic oxidation treatment.

[004] Finally, this disclosure relates to consumer products, cellulose derivatives (including cellulose ethers and esters), and microcrystalline cellulose all produced using the chemically modified cellulose fiber as described.

BACKGROUND

[005] Cellulose fiber and derivatives are widely used in paper, absorbent products, food or food-related applications, pharmaceuticals, and in industrial applications. The main sources of cellulose fiber are wood pulp and cotton. The cellulose source and the cellulose processing conditions generally dictate the cellulose fiber characteristics, and therefore, the fiber's applicability for certain end uses. A need exists for cellulose fiber that is relatively inexpensive to process, yet is highly versatile, enabling its use in a variety of applications.

[006] Cellulose exists generally as a polymer chain comprising hundreds to tens of thousands of glucose units. Various methods of oxidizing cellulose are known. In cellulose oxidation, hydroxyl groups of the glycosides of the cellulose chains can be converted, for example, to carbonyl groups such as aldehyde groups or carboxylic acid groups. Depending on the

oxidation method and conditions used, the type, degree, and location of the carbonyl modifications may vary. It is known that, certain oxidation conditions may degrade the cellulose chains themselves, for example by cleaving the glycosidic rings in the cellulose chain, resulting in depolymerization. In most instances, depolymerized cellulose not only has a reduced viscosity, but also has a shorter fiber length than the starting cellulosic material. When cellulose is degraded, such as by depolymerizing and/or significantly reducing the fiber length and/or the fiber strength, it may be difficult to process and/or may be unsuitable for many downstream applications. A need remains for methods of modifying cellulose fiber that may improve both carboxylic acid and aldehyde functionalities, which methods do not extensively degrade the cellulose fiber. This disclosure provides unique methods that resolve one or more of these deficiencies.

[007] Various attempts have been made to oxidize cellulose to provide both carboxylic and aldehydic functionality to the cellulose chain without degrading the cellulose fiber. In traditional cellulose oxidation methods, it may be difficult to control or limit the degradation of the cellulose when aldehyde groups are present on the cellulose. Previous attempts at resolving these issues have included the use of multi-step oxidation processes, for instance site-specifically modifying certain carbonyl groups in one step and oxidizing other hydroxyl groups in another step, and/or providing mediating agents and/or protecting agents, all of which may impart extra cost and by-products to a cellulose oxidation process. Thus, there exists a need for methods of modifying cellulose that are cost effective and/or can be performed in a single step of a process, such as a kraft process.

[008] This disclosure provides novel methods that offer vast improvements over methods attempted in the prior art. Generally, oxidization of cellulose kraft fibers, in the prior art, is conducted after the bleaching process. Surprisingly, the inventors have discovered that it is possible to use the existing stages of a bleaching sequence, particularly the fourth stage of a five stage bleaching sequence, for oxidation of cellulose fibers. Furthermore,

surprisingly, the inventors have discovered that a metal catalyst, particularly an iron catalyst, could be used in the bleaching sequence to accomplish this oxidation without interfering with the final product, for example, because the catalyst did not remain bound in the cellulose resulting in easier removal of at least some of the residual iron prior to the end of the bleaching sequence than would have been expected based upon the knowledge in the art. Moreover, unexpectedly, the inventors have discovered that such methods could be conducted without substantially degrading the fibers.

[009] It is known in the art that cellulose fiber, including kraft pulp, may be oxidized with metals and peroxides and/or peracids. For instance, cellulose may be oxidized with iron and peroxide ("Fenton's reagent"). *See* Kishimoto et al., Holzforschung, vol. 52, no. 2 (1998), pp. 180-184. Metals and peroxides, such as Fenton's reagent, are relatively inexpensive oxidizing agents, making them somewhat desirable for large scale applications, such as kraft processes. In the case of Fenton's reagent, it is known that this oxidation method can degrade cellulose under acidic conditions. Thus, it would not have been expected that Fenton's reagent could be used in a kraft process without extensive degradation of the fibers, for example with an accompanying loss in fiber length, at acidic conditions. To prevent degradation of cellulose, Fenton's reagent is often used under alkaline conditions, where the Fenton reaction is drastically inhibited. However, additional drawbacks may exist to using Fenton's reagent under alkaline conditions. For example, the cellulose may nonetheless be degraded or discolored. In kraft pulp processing, the cellulose fiber is often bleached in multi-stage sequences, which traditionally comprise strongly acidic and strongly alkaline bleaching steps, including at least one alkaline step at or near the end of the bleaching sequence. Therefore, contrary to what was known in the art, it was quite surprising that fiber oxidized with iron in an acidic stage of a kraft bleaching process could result in fiber with enhanced chemical properties, but without physical degradation or discoloration.

[010] Thus there is a need for a low cost and/or single step oxidation

that could impart both aldehyde and carboxylic functionalities to a cellulose fiber, such as a fiber derived from kraft pulp, without extensively degrading the cellulose and/or rendering the cellulose unsuitable for many downstream applications. Moreover, there remains a need for imparting high levels of carbonyl groups, such as carboxylic acid, ketone, and aldehyde groups, to cellulose fiber. For example, it would be desirable to use an oxidant under conditions that do not inhibit the oxidation reaction, unlike the use of Fenton's reagent at alkaline pH for instance, to impart high levels of carbonyl groups. The present inventors have overcome many difficulties of the prior art, providing methods that meet these needs.

[011] In addition to the difficulties in controlling the chemical structure of cellulose oxidation products, and the degradation of those products, it is known that the method of oxidation may affect other properties, including chemical and physical properties and/or impurities in the final products. For instance, the method of oxidation may affect the degree of crystallinity, the hemi-cellulose content, the color, and/or the levels of impurities in the final product. Ultimately, the method of oxidation may impact the ability to process the cellulose product for industrial or other applications.

[012] Bleaching of wood pulp is generally conducted with the aim of selectively increasing the whiteness or brightness of the pulp, typically by removing lignin and other impurities, without negatively affecting physical properties. Bleaching of chemical pulps, such as kraft pulps, generally requires several different bleaching stages to achieve a desired brightness with good selectivity. Typically, a bleaching sequence employs stages conducted at alternating pH ranges. This alternation aids in the removal of impurities generated in the bleaching sequence, for example, by solubilizing the products of lignin breakdown. Thus, in general, it is expected that using a series of acidic stages in a bleaching sequence, such as three acidic stages in sequence, would not provide the same brightness as alternating acidic/alkaline stages, such as acidic-alkaline-acidic. For instance, a typical DEDED sequence produces a brighter product than a DEDAD sequence

(where A refers to an acid treatment). Accordingly, a sequence that does not have an intervening alkaline stage, yet produces a product with comparable brightness, would not be expected by a person of skill in the art.

[013] Generally, while it is known that certain bleaching sequences may have advantages over others in a kraft process, the reasons behind any advantages are less well understood. With respect to oxidation, no studies have shown any preference for oxidation in a particular stage of a multi-stage sequence or any recognition that fiber properties can be affected by post oxidation stages/treatments. For instance, the prior art does not disclose any preference for a later stage oxidation over an earlier stage oxidation. In some embodiments, the disclosure provides methods uniquely performed in particular stages (e.g., later stages of a bleaching process) that have benefits in the kraft process and that result in fibers having a unique set of physical and chemical characteristics.

[014] In addition, with respect to brightness in a kraft bleaching process, it is known that metals, in particular transition metals naturally present in the pulp starting material, are detrimental to the brightness of the product. Thus, bleaching sequences frequently aim to remove certain transition metals from a final product to achieve a target brightness. For example, chelants may be employed to remove naturally occurring metal from a pulp. Thus, because there is emphasis on removing the metals naturally present in the pulp, a person of skill in the art would generally not add any metals to a bleaching sequence as that would compound the difficulties in achieving a brighter product.

[015] With respect to iron, moreover, addition of this material to a pulp leads to significant discoloration, akin to the discoloration present when, for example, burning paper. This discoloration, like the discoloration of burnt paper, has heretofore been believed to be non-reversible. Thus, it has been expected that upon discoloring a wood pulp with added iron, the pulp would suffer a permanent loss in brightness that could not be recovered with additional bleaching.

[016] Thus, while is known that iron or copper and peroxide can inexpensively oxidize cellulose, heretofore they have not been employed in pulp bleaching processes in a manner that achieves a comparable brightness to a standard sequence not employing an iron or copper oxidation step. Generally, their use in pulp bleaching processes has been avoided. Surprisingly, the inventors have overcome these difficulties, and in some embodiments, provide a novel method of inexpensively oxidizing cellulose with iron or copper in a pulp bleaching processes. In some embodiments, the methods disclosed herein result in products that have characteristics that are very surprising and contrary to those predicted based on the teachings of the prior art. Thus, the methods of the disclosure may provide products that are superior to the products of the prior art and can be more cost-effectively produced.

[017] For instance, it is generally understood in the art that metals, such as iron, bind well to cellulose and cannot be removed by normal washing. Typically, removing iron from cellulose is difficult and costly, and requires additional processing steps. The presence of high levels of residual iron in a cellulose product is known to have several drawbacks, particularly in pulp and papermaking applications. For instance, iron may lead to discoloration of the final product and/or may be unsuitable for applications in which the final product is in contact with the skin, such as in diapers and wound dressings. Thus, the use of iron in a kraft bleaching process would be expected to suffer from a number of drawbacks.

[018] Heretofore, oxidation treatment of kraft fiber to improve functionality has often been limited to oxidation treatment after the fiber was bleached. Moreover, known processes for rendering a fiber more aldehydic also cause a concomitant loss in fiber brightness or quality. Furthermore, known processes that result in enhanced aldehydic functionality of the fiber also result in a loss of carboxylic functionality. The methods of this disclosure do not suffer from one or more of those drawbacks.

[019] Kraft fiber, produced by a chemical kraft pulping method,

provides an inexpensive source of cellulose fiber that generally maintains its fiber length through pulping, and generally provides final products with good brightness and strength characteristics. As such, it is widely used in paper applications. However, standard kraft fiber has limited applicability in downstream applications, such as cellulose derivative production, due to the chemical structure of the cellulose resulting from standard kraft pulping and bleaching. In general, standard kraft fiber contains too much residual hemi-cellulose and other naturally occurring materials that may interfere with the subsequent physical and/or chemical modification of the fiber. Moreover, standard kraft fiber has limited chemical functionality, and is generally rigid and not highly compressible.

[020] The rigid and coarse nature of kraft fiber can require the layering or addition of different types of materials, such as cotton, in applications that require contact with human skin, for example, diapers, hygiene products, and tissue products. Accordingly, it may be desirable to provide a cellulose fiber with better flexibility and/or softness to reduce the requirement of using other materials, for example, in a multi-layered product.

[021] Cellulose fiber in applications that involve absorption of bodily waste and/or fluids, for example, diapers, adult incontinence products, wound dressings, sanitary napkins, and/or tampons, is often exposed to ammonia present in bodily waste and/or ammonia generated by bacteria associated with bodily waste and/or fluids. It may be desirable in such applications to use a cellulose fiber which not only provides bulk and absorbency, but which also has odor reducing and/or antibacterial properties, e.g., can reduce odor from nitrogenous compounds, such as ammonia (NH_3). Heretofore, modification of kraft fiber by oxidation to improve its odor control capability invariably came with an undesirable decrease in brightness. A need exists for an inexpensive modified kraft fiber that exhibits good absorbency characteristics and/or odor control capabilities while maintaining good brightness characteristics.

[022] In today's market, consumers desire absorbent products, for

example, diapers, adult incontinence products, and sanitary napkins, that are thinner. Ultra-thin product designs require lower fiber weight and can suffer from a loss of product integrity if the fiber used is too short. Chemical modification of kraft fiber can result in loss of fiber length making it unacceptable for use in certain types of products, e.g., ultra-thin products. More specifically, kraft fiber treated to improve aldehyde functionality, which is associated with improved odor control, may suffer from a loss of fiber length during chemical modification making it unsuitable for use in ultra-thin product designs. A need exists for an inexpensive fiber that exhibits compressibility without a loss in fiber length which makes it uniquely suited to ultra-thin designs (i.e., the product maintains good absorbency based upon the amount of fiber that can be compressed into a smaller space while maintaining product integrity at lower fiber weights).

[023] Traditionally, cellulose sources that were useful in the production of absorbent products or tissue were not also useful in the production of downstream cellulose derivatives, such as cellulose ethers and cellulose esters. The production of low viscosity cellulose derivatives from high viscosity cellulose raw materials, such as standard kraft fiber, required additional manufacturing steps that would add significant cost while imparting unwanted by-products and reducing the overall quality of the cellulose derivative. Cotton linter and high alpha cellulose content sulfite pulps, which generally have a high degree of polymerization, are generally used in the manufacture of cellulose derivatives such as cellulose ethers and esters. However, production of cotton linters and sulfite fiber with a high degree of polymerization and/or viscosity is expensive due to the cost of the starting material, in the case of cotton; the high energy, chemical, and environmental costs of pulping and bleaching, in the case of sulfite pulps; and the extensive purifying processes required, which applies in both cases. In addition to the high cost, there is a dwindling supply of sulfite pulps available to the market. Therefore, these fibers are very expensive, and have limited applicability in pulp and paper applications, for example, where higher DP or higher viscosity

pulps may be required. For cellulose derivative manufacturers these pulps constitute a significant portion of their overall manufacturing cost. Thus, there exists a need for low cost fibers, such as a modified kraft fiber, that may be used in the production of cellulose derivatives.

[024] There is also a need for inexpensive cellulose materials that can be used in the manufacture of microcrystalline cellulose. Microcrystalline cellulose is widely used in food, pharmaceutical, cosmetic, and industrial applications, and is a purified crystalline form of partially depolymerized cellulose. The use of kraft fiber in microcrystalline cellulose production, without the addition of extensive post-bleaching processing steps, has heretofore been limited. Microcrystalline cellulose production generally requires a highly purified cellulosic starting material, which is acid hydrolyzed to remove amorphous segments of the cellulose chain. *See* U.S. Patent No. 2,978,446 to Battista et al. and U.S. Patent No. 5,346,589 to Braunstein et al. A low degree of polymerization of the chains upon removal of the amorphous segments of cellulose, termed the “level-off DP,” is frequently a starting point for microcrystalline cellulose production and its numerical value depends primarily on the source and the processing of the cellulose fibers. The dissolution of the non-crystalline segments from standard kraft fiber generally degrades the fiber to an extent that renders it unsuitable for most applications because of at least one of 1) remaining impurities; 2) a lack of sufficiently long crystalline segments; or 3) it results in a cellulose fiber having too high a degree of polymerization, typically in the range of 200 to 400, to make it useful in the production of microcrystalline cellulose. Kraft fiber having good purity and/or a lower level-off DP value, for example, would be desirable, as the draft fiber may provide greater versatility in microcrystalline cellulose production and applications.

[025] In the present disclosure, fiber having one or more of the described properties can be produced simply through modification of a typical kraft pulping plus bleaching process. Fiber of the present disclosure overcomes many of the limitations associated with known modified kraft fiber

discussed above.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[026] **FIGURE 1** shows a chart of final 0.5% capillary CED viscosity as a function of percent peroxide consumed.

[027] **FIGURE 2** shows a chart of wet strength to dry strength ratio given as a function of wet strength resin level.

DESCRIPTION

I. Methods

[028] The present disclosure provides novel methods for treating cellulose fiber. In some embodiments, the disclosure provides a method of modifying cellulose fiber, comprising providing cellulose fiber, and oxidizing the cellulose fiber. As used herein, “oxidized,” “catalytically oxidized,” “catalytic oxidation” and “oxidation” are all understood to be interchangeable and refer to treatment of cellulose fiber with at least a catalytic amount of at least one of iron or copper and at least one peroxide, such as hydrogen peroxide, such that at least some of the hydroxyl groups of the cellulose fibers are oxidized. The phrase “iron or copper” and similarly “iron (or copper)” mean “iron or copper or a combination thereof.” In some embodiments, the oxidation comprises simultaneously increasing carboxylic acid and aldehyde content of the cellulose fiber.

[029] The cellulose fiber used in the methods described herein may be derived from softwood fiber, hardwood fiber, and mixtures thereof. In some embodiments, the modified cellulose fiber is derived from softwood, such as southern pine. In some embodiments, the modified cellulose fiber is derived from hardwood, such as eucalyptus. In some embodiments, the modified cellulose fiber is derived from a mixture of softwood and hardwood. In yet another embodiment, the modified cellulose fiber is derived from cellulose fiber that has previously been subjected to all or part of a kraft process, i.e., kraft fiber.

[030] References in this disclosure to “cellulose fiber” or “kraft fiber” are interchangeable except where specifically indicated as different or as one

of ordinary skill in the art would understand them to be different.

[031] In at least one embodiment, the method comprises providing cellulose fiber, and oxidizing the cellulose fiber while generally maintaining the fiber length of the cellulose fibers

[032] “Fiber length” and “average fiber length” are used interchangeably when used to describe the property of a fiber and mean the length-weighted average fiber length. Therefore, for example, a fiber having an average fiber length of 2 mm should be understood to mean a fiber having a length-weighted average fiber length of 2 mm.

[033] In at least one embodiment, the method comprises providing cellulose fiber, partially bleaching the cellulose fiber, and oxidizing the cellulose fiber. In some embodiments, the oxidation is conducted in the bleaching process. In some embodiments, the oxidation is conducted after the bleaching process.

[034] In at least one embodiment, the method comprises providing the cellulose fiber, and oxidizing cellulose fiber thereby reducing the degree of polymerization of the cellulose fiber.

[035] In at least one embodiment, the method comprises providing cellulose fiber, and oxidizing the cellulose fiber while maintaining the Canadian Standard Freeness (“freeness”) of that cellulose fiber.

[036] In at least one embodiment, the method comprises providing cellulose fiber, oxidizing the cellulose fiber, and increasing the brightness of that oxidized cellulose fiber over standard cellulose fiber.

[037] As discussed above, in accordance with the disclosure, oxidation of cellulose fiber involves treating the cellulose fiber with at least a catalytic amount of iron or copper and hydrogen peroxide. In at least one embodiment, the method comprises oxidizing cellulose fiber with iron and hydrogen peroxide. The source of iron can be any suitable source, as a person of skill would recognize, such as for example ferrous sulfate (for example ferrous sulfate heptahydrate), ferrous chloride, ferrous ammonium sulfate, ferric chloride, ferric ammonium sulfate, or ferric ammonium citrate.

[038] In some embodiments, the method comprises oxidizing the cellulose fiber with copper and hydrogen peroxide. Similarly, the source of copper can be any suitable source as a person of skill would recognize. Finally, in some embodiments, the method comprises oxidizing the cellulose fiber with a combination of copper and iron and hydrogen peroxide.

[039] In some embodiments, the disclosure provides a method for treating cellulose fiber, comprising, providing cellulose fiber, pulping the cellulose fiber, bleaching the cellulose fiber, and oxidizing the cellulose fiber.

[040] In some embodiments, the method further comprises oxygen delignifying the cellulose fiber. Oxygen delignification can be performed by any method known to those of ordinary skill in the art. For instance, oxygen delignification may be a conventional two-stage oxygen delignification. It is known, for example, that oxygen delignifying cellulose fiber, such as kraft fiber, may alter the carboxylic acid and/or aldehyde content of the cellulose fiber during processing. In some embodiments, the method comprises oxygen delignifying the cellulose fiber before bleaching the cellulose fiber.

[041] In at least one embodiment, the method comprises oxidizing cellulose fiber in at least one of a kraft pulping step, an oxygen delignification step, and a kraft bleaching step. In a preferred embodiment, the method comprises oxidizing the cellulose fiber in at least one kraft bleaching step. In at least one embodiment, the method comprises oxidizing the cellulose fiber in two or more than one kraft bleaching steps.

[042] When cellulose fiber is oxidized in a bleaching step, cellulose fiber should not be subjected to substantially alkaline conditions in the bleaching process during or after the oxidation. In some embodiments, the method comprises oxidizing cellulose fiber at an acidic pH. In some embodiments, the method comprises providing cellulose fiber, acidifying the cellulose fiber, and then oxidizing the cellulose fiber at acidic pH. In some embodiments, the pH ranges from about 2 to about 6, for example from about 2 to about 5 or from about 2 to about 4.

[043] The pH can be adjusted using any suitable acid, as a person of

skill would recognize, for example, sulfuric acid or hydrochloric acid or filtrate from an acidic bleach stage of a bleaching process, such as a chlorine dioxide (D) stage of a multi-stage bleaching process. For example, the cellulose fiber may be acidified by adding an extraneous acid. Examples of extraneous acids are known in the art and include, but are not limited to, sulfuric acid, hydrochloric acid, and carbonic acid. In some embodiments, the cellulose fiber is acidified with acidic filtrate, such as waste filtrate, from a bleaching step. In some embodiments, the acidic filtrate from a bleaching step does not have a high iron content. In at least one embodiment, the cellulose fiber is acidified with acidic filtrate from a D stage of a multi-stage bleaching process.

[044] In some embodiments, the method comprises oxidizing the cellulose fiber in one or more stages of a multi-stage bleaching sequence. In some embodiments, the method comprises oxidizing the cellulose fiber in a single stage of a multi-stage bleaching sequence. In some embodiments, the method comprises oxidizing the cellulose fiber at or near the end of a multi-stage bleaching sequence. In some embodiments, the method comprises oxidizing cellulose fiber in at least the fourth stage of a five-stage bleaching sequence.

[045] In accordance with the disclosure, the multi-stage bleaching sequence can be any bleaching sequence that does not comprise an alkaline bleaching step following the oxidation step. In at least one embodiment, the multi-stage bleaching sequence is a five-stage bleaching sequence. In some embodiments, the bleaching sequence is a DEDED sequence. In some embodiments, the bleaching sequence is a D_0E1D1E2D2 sequence. In some embodiments, the bleaching sequence is a D_0(EoP)D1E2D2 sequence. In some embodiments the bleaching sequence is a D_0(EO)D1E2D2.

[046] The non-oxidation stages of a multi-stage bleaching sequence may include any convention or after discovered series of stages, be conducted under conventional conditions, with the proviso that to be useful in producing the modified fiber described in the present disclosure, no alkaline bleaching step may follow the oxidation step.

[047] In some embodiments, the oxidation is incorporated into the fourth stage of a multi-stage bleaching process. In some embodiments, the method is implemented in a five-stage bleaching process having a sequence of D_0E1D1E2D2, and the fourth stage (E2) is used for oxidizing kraft fiber.

[048] In some embodiments, the kappa number increases after oxidation of the cellulose fiber. More specifically, one would typically expect a decrease in kappa number across this bleaching stage based upon the anticipated decrease in material, such as lignin, which reacts with the permanganate reagent. However, in the method as described herein, the kappa number of cellulose fiber may decrease because of the loss of impurities, e.g., lignin; however, the kappa number may increase because of the chemical modification of the fiber. Not wishing to be bound by theory, it is believed that the increased functionality of the modified cellulose provides additional sites that can react with the permanganate reagent. Accordingly, the kappa number of modified kraft fiber is elevated relative to the kappa number of standard kraft fiber.

[049] In at least one embodiment, the oxidation occurs in a single stage of a bleaching sequence after both the iron or copper and peroxide have been added and some retention time provided. An appropriate retention is an amount of time that is sufficient to catalyze the hydrogen peroxide with the iron or copper. Such time will be easily ascertainable by a person of ordinary skill in the art.

[050] In accordance with the disclosure, the oxidation is carried out for a time and at a temperature that is sufficient to produce the desired completion of the reaction. For example, the oxidation may be carried out at a temperature ranging from about 60 to about 80 degrees C, and for a time ranging from about 40 to about 80 minutes. The desired time and temperature of the oxidation reaction will be readily ascertainable by a person of skill in the art.

[051] Advantageously, the cellulose fiber is digested to a target kappa number before bleaching. For example, when the oxidized cellulose is

desired for paper grade or fluff pulp cellulose, the cellulose fiber may be digested in a two-vessel hydraulic digester with Lo-Solids™ cooking to a kappa number ranging from about 30 to about 32 before bleaching and oxidizing the cellulose. Alternatively, if oxidized cellulose is desired for cellulose derivative applications, for instance in the manufacture of cellulose ethers, cellulose fiber may be digested to a kappa number ranging from about 20 to about 24 before bleaching and oxidizing the cellulose according to the methods of this disclosure. In some embodiments, the cellulose fiber is digested and delignified in a conventional two-stage oxygen delignification step before bleaching and oxidizing the cellulose fiber. Advantageously, the delignification is carried out to a target kappa number ranging from about 6 to about 8 when the oxidized cellulose is intended for cellulose derivative applications, and a target kappa number ranging from about 12 to about 14 when the oxidized cellulose is intended for paper and/or fluff applications.

[052] In some embodiments, the bleaching process is conducted under conditions to target about 88-90% final ISO brightness, such as ranging from about 85 to about 95%, or from about 88% to about 90%.

[053] The disclosure also provides a method of treating cellulose fiber, comprising providing cellulose fiber, reducing the DP of the cellulose fiber, and maintaining the fiber length of the cellulose fiber. In some embodiments, the cellulose fiber is kraft fiber. In some embodiments, the DP of the cellulose fiber is reduced in a bleaching process. In some embodiments, the DP of the cellulose fiber is reduced at or near the end of a multi-stage bleaching sequence. In some embodiments, the DP is reduced in at least the fourth stage of a multi-stage bleaching sequence. In some embodiments, the DP is reduced in or after the fourth stage of a multi-stage bleaching sequence.

[054] Alternatively, the multi-stage bleaching sequence may be altered to provide more robust bleaching conditions prior to oxidizing the cellulose fiber. In some embodiments, the method comprises providing more robust bleaching conditions prior to the oxidation step. More robust bleaching conditions may allow the degree of polymerization and/or viscosity of the

cellulose fiber to be reduced in the oxidation step with lesser amounts of iron or copper and/or hydrogen peroxide. Thus, it may be possible to modify the bleaching sequence conditions so that the brightness and/or viscosity of the final cellulose product can be further controlled. For instance, reducing the amounts of peroxide and metal, while providing more robust bleaching conditions before oxidation, may provide a product with lower viscosity and higher brightness than an oxidized product produced with identical oxidation conditions but with less robust bleaching. Such conditions may be advantageous in some embodiments, particularly in cellulose ether applications.

[055] In some embodiments, the methods of the disclosure further comprise reducing the crystallinity of cellulose fiber so that it is lower than the crystallinity of that celluolose fiber as measured before the oxidation stage. For example, in accordance with the methods of the disclosure, the crystallinity index of the cellulose fiber may be reduced up to 20% relative to the starting crystallinity index as measured before the oxidation stage.

[056] In some embodiments, the methods of the disclosure further comprise treating the modified cellulose fiber with at least one caustic or alkaline substance. For example, in at least one embodiment, a method of treating cellulose fiber comprises providing an oxidized cellulose fiber of the disclosure, exposing the oxidized cellulose fiber to an alkaline or caustic substance, and then dry laying the cellulose product. Without being bound by theory, it is believed that the addition of at least one caustic substance to the modified cellulose may result in a cellulose fiber having very high functionality and very low fiber length.

[057] It is known that cellulose comprising increased aldehyde groups may have advantageous properties in improving the wet strength of cellulose fibers. *See*, For Example, U.S. Patent Nos. 6,319,361 to Smith et al., and 6,582,559 to Thornton et al. Such properties may be beneficial, for example, in absorbent material applications. In some embodiments, the disclosure provides a method for improving the wet strength of a product, comprising

providing modified cellulose fiber of the disclosure and adding the modified cellulose fiber of the disclosure to a product, such as a paper product. For example, the method may comprise oxidizing cellulose fiber in a bleaching process, further treating the oxidized cellulose fiber with an acidic or caustic substance, and adding the treated fiber to a cellulose product.

[058] In accordance with the disclosure, hydrogen peroxide is added to the cellulose fiber in acidic media in an amount sufficient to achieve the desired oxidation and/or degree of polymerization and/or viscosity of the final cellulose product. For example, peroxide can be added in an amount of from about 0.1 to about 4%, or from about 1% to about 3%, or from about 1% to about 2%, or from about 2% to about 3%, based on the dry weight of the pulp.

[059] Iron or copper are added at least in an amount sufficient to catalyze the oxidation of the cellulose with peroxide. For example, iron can be added in an amount ranging from about 25 to about 200 ppm based on the dry weight of the kraft pulp. A person of skill in the art will be able to readily optimize the amount of iron or copper to achieve the desired level or amount of oxidation and/or degree of polymerization and/or viscosity of the final cellulose product.

[060] In some embodiments, the method further involves adding steam either before or after the addition of hydrogen peroxide.

[061] In some embodiments, the final DP and/or viscosity of the pulp can be controlled by the amount of iron or copper and hydrogen peroxide and the robustness of the bleaching conditions prior to the oxidation step. A person of skill in the art will recognize that other properties of the modified kraft fiber of the disclosure may be affected by the amounts of iron or copper and hydrogen peroxide and the robustness of the bleaching conditions prior to the oxidation step. For example, a person of skill in the art may adjust the amounts of iron or copper and hydrogen peroxide and the robustness of the bleaching conditions prior to the oxidation step to target or achieve a desired brightness in the final product and/or a desired degree of polymerization or viscosity.

[062] In some embodiments, the disclosure provides a method of modifying cellulose fiber, comprising providing cellulose fiber, reducing the degree of polymerization of the cellulose fiber, and maintaining the fiber length of the cellulose fiber.

[063] In some embodiments, the oxidized kraft fiber of the disclosure is not refined. Refining of the oxidized kraft fiber may have a negative impact on its fiber length and integrity, for instance refining the fiber may cause the fiber to fall apart.

[064] In some embodiments, each stage of the five-stage bleaching process includes at least a mixer, a reactor, and a washer (as is known to those of skill in the art).

[065] In some embodiments, a kraft pulp is acidified on a D1 stage washer, the iron source is also added to the kraft pulp on the D1 stage washer, the peroxide is added following the iron source (or copper source) at an addition point in the mixer or pump before the E2 stage tower, the kraft pulp is reacted in the E2 tower and washed on the E2 washer, and steam may optionally be added before the E2 tower in a steam mixer.

[066] In some embodiments, iron (or copper) can be added up until the end of the D1 stage, or the iron (or copper) can also be added at the beginning of the E2 stage, provided that the pulp is acidified first (i.e.,prior to addition of the iron) at the D1 stage. Steam may be optionally added either before or after the addition of the peroxide.

[067] In an exemplary embodiment, the method for preparing a low viscosity modified cellulose fiber may involve bleaching kraft pulp in a multi-stage bleaching process and reducing the DP of the pulp at or near a final stage of the multi-stage bleaching process (for example in the 4th stage of a multi-stage bleaching process, for example in the 4th stage of a 5 stage bleaching process) using a treatment with hydrogen peroxide in an acidic media and in the presence of iron. For instance, the final DP of the pulp may be controlled by the appropriate application of the iron or copper and hydrogen peroxide, as further described in the Examples section. In some

embodiments, the iron or copper and hydrogen peroxide is provided in amounts and under conditions appropriate for producing a low DP fiber (i.e.,a fiber having a DPw ranging from about 1180 to about 1830, or a 0.5% Capillary CED viscosity ranging from about 7 to about 13 mPa•s). In some exemplary embodiments, the iron or copper and hydrogen peroxide may be provided in amounts and under conditions appropriate for producing an ultra low DP fiber (i.e.,a fiber having a DPw ranging from about 700 to about 1180, or a 0.5% 0.5% Capillary CED viscosity ranging from about 3.0 to about 7 mPa•s).

[068] For example, in some embodiments, the treatment with hydrogen peroxide in an acidic media with iron or copper may involve adjusting the pH of the kraft pulp to a pH ranging from about 2 to about 5, adding a source of iron to the acidified pulp, and adding hydrogen peroxide to the kraft pulp.

[069] In some embodiments, for example, the method of preparing a modified cellulose fiber within the scope of the disclosure may involve acidifying the kraft pulp to a pH ranging from about 2 to about 5 (using for example sulfuric acid), mixing a source of iron (for example ferrous sulfate, for example ferrous sulfate heptahydrate) with the acidified kraft pulp at an application of from about 25 to about 250 ppm Fe^{+2} based on the dry weight of the kraft pulp at a consistency ranging from about 1% to about 15% and also hydrogen peroxide, which can be added as a solution at a concentration of from about 1% to about 50% by weight and in an amount ranging from about 0.1% to about 1.5% based on the dry weight of the kraft pulp. In some embodiments, the ferrous sulfate solution is mixed with the kraft pulp at a consistency ranging from about 7% to about 15%. In some embodiments the acidic kraft pulp is mixed with the iron source and reacted with the hydrogen peroxide for a time period ranging from about 40 to about 80 minutes at a temperature ranging from about 60 to about 80 degrees C.

[070] In some embodiments, the method of preparing a modified cellulose fiber within the scope of this disclosure involves reducing DP by

treating a kraft pulp with hydrogen peroxide in an acidic media in the presence of iron (or copper), wherein the acidic, hydrogen peroxide and iron (or copper) treatment is incorporated into a multi-stage bleaching process. In some embodiments, the treatment with iron, acid and hydrogen peroxide is incorporated into a single stage of the multi-stage bleaching process. In some embodiments, the treatment with iron (or copper), acid and hydrogen peroxide is incorporated into a single stage that is at or near the end of the multi-stage bleaching process. In some embodiments, the treatment with iron (or copper), acid and hydrogen peroxide is incorporated into the fourth stage of a multi-stage bleaching process. For example, the pulp treatment may occur in a single stage, such as the E2 stage, after both the iron (or copper) and peroxide have been added and some retention time provided. In some embodiments, each stage of a five stage bleaching process includes at least a mixer, a reactor, and a washer (as is known to those of skill in the art), and the kraft pulp may be acidified on the D1 stage washer, the iron source may also be added to the kraft pulp on the D1 stage washer, the peroxide may be added following the iron source (or copper source) at an addition point in the mixer or pump before the E2 stage tower, the kraft pulp may be reacted in the E2 tower and washed on the E2 washer, and steam may optionally be added before the E2 tower in a steam mixer. In some embodiments, for example, iron (or copper) can be added up until the end of the D1 stage, or the iron (or copper) could also be added at the beginning of the E2 stage, provided that the pulp is acidified first (i.e., prior to addition of the iron) at the D1 stage, extra acid may be added if needed to bring the pH into the range of from about 3 to about 5, and peroxide may be added after the iron (or copper). Steam may be added either before or after the addition of the peroxide

[071] For example, in one embodiment, the above-described five stage bleaching processes conducted with a softwood cellulose starting material may produce modified cellulose fiber having one or more of the following properties: an average fiber length of at least 2.2 mm, a viscosity ranging from about 3.0 mPa•s to less than 13 mPa•s, an S10 caustic solubility

ranging from about 16% to about 20%, an S18 caustic solubility ranging from about 14% to about 18%, a carboxyl content ranging from about 2 meq/100 g to about 6 meq/100 g, an aldehyde content ranging from about 1 meq/100 g to about 3 meq/100 g, a carbonyl content of from about 1 to 4, a freeness ranging from about 700 mls to about 760 mls, a fiber strength ranging from about 5 km to about 8 km, and a brightness ranging from about 85 to about 95 ISO. For example, in some embodiments, the above-described exemplary five stage bleaching processes may produce modified cellulose softwood fibers having each of the afore-mentioned properties.

[072] According to another example, wherein the cellulose fiber is a softwood fiber, the above-described exemplary five stage bleaching processes may produce a modified cellulose softwood fiber having an average fiber length that is at least 2.0 mm (for example ranging from about 2.0 mm to about 3.7 mm, or from about 2.2 mm to about 3.7 mm), a viscosity that is less than 13 mPa•s (for example a viscosity ranging from about 3.0 mPa•s to less than 13 mPa•s, or from about 3.0 mPa•s to about 5.5 mPa•s, or from about 3.0 mPa•s to about 7 mPa•s, or from about 7 mPa•s to less than 13 mPa•s), and a brightness of at least 85 (for example ranging from about 85 to about 95).

[073] In some embodiments, the disclosure provides a method for producing fluff pulp, comprising providing modified kraft fiber of the disclosure and then producing a fluff pulp. For example, the method comprises bleaching kraft fiber in a multi-stage bleaching process, oxidizing the fiber in at least the fourth or fifth stage of the multi-stage bleaching process with hydrogen peroxide under acidic conditions and a catalytic amount of iron or copper, and then forming a fluff pulp. In at least one embodiment, the fiber is not refined after the multi-stage bleaching process.

[074] The disclosure also provides a method for reducing odor, such as odor from bodily waste, for example odor from urine or blood. In some embodiments, the disclosure provides a method for controlling odor, comprising providing a modified bleached kraft fiber according to the

disclosure, and applying an odorant to the bleached kraft fiber such that the atmospheric amount of odorant is reduced in comparison with the atmospheric amount of odorant upon application of an equivalent amount of odorant to an equivalent weight of standard kraft fiber. In some embodiments the disclosure provides a method for controlling odor comprising inhibiting bacterial odor generation. In some embodiments, the disclosure provides a method for controlling odor comprising absorbing odorants, such as nitrogenous odorants, onto a modified kraft fiber. As used herein, “nitrogenous odorants” is understood to mean odorants comprising at least one nitrogen.

[075] In at least one embodiment, a method of reducing odor comprises providing modified cellulose fiber according to the disclosure, and applying an odorant, such as a nitrogenous compound, for instance ammonia, or an organism that is capable of generating a nitrogenous compound to the modified kraft fiber. In some embodiments, the method further comprises forming a fluff pulp from modified cellulose fiber before adding an odorant to the modified kraft fiber. In some embodiments, the odorant comprises at least one bacteria capable of producing nitrogenous compounds. In some embodiments, the odorant comprises nitrogenous compounds, such as ammonia.

[076] In some embodiments, the method of reducing odor further comprises absorbing ammonia onto modified cellulose fiber. In some embodiments, the method of reducing odor further comprises inhibiting bacterial ammonia production. In some embodiments, the method of inhibiting bacterial ammonia production comprises inhibiting bacterial growth. In some embodiments, the method of inhibiting bacterial ammonia production comprises inhibiting bacterial urea synthesis.

[077] In some embodiments, a method of reducing odor comprises combining modified cellulose fiber with at least one other odor reductant, and then applying an odorant to the modified cellulose fiber combined with odor reductant.

[078] Exemplary odor reductants are known in the art, and include, for example, odor reducing agents, odor masking agents, biocides, enzymes, and urease inhibitors. For instance, modified cellulose fiber may be combined with at least one odor reductant chosen from zeolites, activated carbons, diatomaceous earth, cyclodextrins, clay, chelating agents, such as those containing metal ions, such as copper, silver or zinc ions, ion exchange resins, antibacterial or antimicrobial polymers, and/or aromatizers.

[079] In some embodiments, the modified cellulose fiber is combined with at least one super absorbent polymer (SAP). In some embodiments, the SAP may by an odor reductant. Examples of SAP that can be used in accordance with the disclosure include, but are not limited to, Hysorb™ sold by the company BASF, Aqua Keep® sold by the company Sumitomo, and FAVOR®, sold by the company Evonik.

II. Kraft Fibers

[080] Reference is made herein to “standard,” “conventional,” or “traditional,” kraft fiber, kraft bleached fiber, kraft pulp or kraft bleached pulp. Such fiber or pulp is often described as a reference point for defining the improved properties of the present invention. As used herein, these terms are interchangeable and refer to the fiber or pulp which is identical in composition to and processed in a like manner to the target fiber or pulp without having been subject to any oxidation, either alone or followed by one or more of alkaline or acid treatments (i.e., processed in the standard or conventional manner). As used herein, the term “modified” refers to fiber that has been subject to an oxidation treatment, either alone or followed by one or more of alkaline or acid treatments.

[081] Physical characteristics (for example, fiber length and viscosity) of the modified cellulose fiber mentioned in the specification are measured in accordance with protocols provided in the Examples section.

[082] The present disclosure provides kraft fiber with low and ultra-low viscosity. Unless otherwise specified, “viscosity” as used herein refers to 0.5% Capillary CED viscosity measured according to TAPPI T230-om99 as

referenced in the protocols. Modified kraft fiber of the present invention exhibits unique characteristics which are indicative of the chemical modifications that have been made to it. More specifically, fiber of the present invention exhibits characteristics similar to those of standard kraft fiber, i.e., length and freeness, but also exhibits some very different characteristics which are a function of the increased number of functional groups that are included in the modified fiber. This modified fiber exhibits unique characteristics when subjected to the cited TAPPI test for measuring viscosity. Specifically, the cited TAPPI test treats fiber with a caustic agent as part of the test method. The application of caustic to the modified fiber, as described, causes the modified fiber to hydrolyze differently than standard kraft fiber thus reporting a viscosity which is generally lower than the viscosity of standard kraft fiber. Accordingly, a person of skill in the art will understand that the reported viscosities may be affected by the viscosity measurement method. For purposes of the present invention, the viscosities reported herein as measured by the cited TAPPI method represent the viscosity of the kraft fiber used to calculate the degree of polymerization of the fiber.

[083] Unless otherwise specified, “DP” as used herein refers to average degree of polymerization by weight (DPw) calculated from 0.5% Capillary CED viscosity measured according to TAPPI T230-om99. *See, e.g.*, J.F. Cellucon Conference in *The Chemistry and Processing of Wood and Plant Fibrous Materials*, p. 155, test protocol 8, 1994 (Woodhead Publishing Ltd., Abington Hall, Abinton Cambridge CBI 6AH England, J.F. Kennedy et al. eds.) “Low DP” means a DP ranging from about 1160 to about 1860 or a viscosity ranging from about 7 to about 13 mPa•s. “Ultra low DP” fibers means a DP ranging from about 350 to about 1160 or a viscosity ranging from about 3 to about 7 mPa•s.

[084] In some embodiments, modified cellulose fiber has a DP ranging from about 350 to about 1860. In some embodiments, the DP ranges from about 710 to about 1860. In some embodiments, the DP ranges from about 350 to about 910. In some embodiments, the DP ranges from about 350 to

about 1160. In some embodiments, the DP ranges from about 1160 to about 1860. In some embodiments, the DP is less than 1860, less than 1550, less than 1300, less than 820, or less than 600.

[085] In some embodiments, modified cellulose fiber has a viscosity ranging from about 3.0 mPa•s to about 13 mPa•s. In some embodiments, the viscosity ranges from about 4.5 mPa·s to about 13 mPa•s. In some embodiments, the viscosity ranges from about 3.0 mPa•s to about 5.5 mPa•s. In some embodiments, the viscosity ranges from about 3.0 mPa•s to about 7 mPa•s. In some embodiments, the viscosity ranges from about 7 mPa•s to about 13 mPa•s. In some embodiments, the viscosity is less than 13 mPa•s, less than 10 mPa•s, less than 8 mPa•s, less than 5 mPa•s, or less than 4 mPa•s.

[086] In some embodiments, the modified kraft fiber of the disclosure maintains its freeness during the bleaching process. In some embodiments, the modified cellulose fiber has a “freeness” of at least about 690 mls, such as at least about 700 mls, or about 710 mls, or about 720 mls, or about 730 mls.

[087] In some embodiments, modified kraft fiber of the disclosure maintains its fiber length during the bleaching process.

[088] In some embodiments, when the modified cellulose fiber is a softwood fiber, the modified cellulose fiber has an average fiber length, as measured in accordance with Test Protocol 12, described in the Example section below, that is about 2 mm or greater. In some embodiments, the average fiber length is no more than about 3.7 mm. In some embodiments, the average fiber length is at least about 2.2 mm, about 2.3 mm, about 2.4 mm, about 2.5 mm, about 2.6 mm, about 2.7 mm, about 2.8 mm, about 2.9 mm, about 3.0 mm, about 3.1 mm, about 3.2 mm, about 3.3 mm, about 3.4 mm, about 3.5 mm, about 3.6 mm, or about 3.7 mm. In some embodiments, the average fiber length ranges from about 2 mm to about 3.7 mm, or from about 2.2 mm to about 3.7 mm.

[089] In some embodiments, when the modified cellulose fiber is a hardwood fiber, the modified cellulose fiber has an average fiber length from

about 0.75 to about 1.25 mm. For example, the average fiber length may be at least about 0.85 mm, such as about 0.95 mm, or about 1.05 mm, or about 1.15 mm.

[090] In some embodiments, modified kraft fiber of the disclosure has a brightness equivalent to kraft fiber standard kraft fiber. In some embodiments, the modified cellulose fiber has a brightness of at least 85, 86, 87, 88, 89, or 90 ISO. In some embodiments, the brightness is no more than about 92. In some embodiments, the brightness ranges from about 85 to about 92, or from about 86 to about 90, or from about 87 to about 90, or from about 88 to about 90.

[091] In some embodiments, modified cellulose fiber of the disclosure is more compressible and/or embossable than standard kraft fiber. In some embodiments, modified cellulose fiber may be used to produce structures that are thinner and/or have higher density than structures produced with equivalent amounts of standard kraft fiber.

[092] In some embodiments, modified cellulose fiber of the disclosure may be compressed to a density of at least about 0.21 g/cc, for example about 0.22 g/cc, or about 0.23 g/cc, or about 0.24 g/cc. In some embodiments, modified cellulose fiber of the disclosure may be compressed to a density ranging from about 0.21 to about 0.24 g/cc. In at least one embodiment, modified cellulose fiber of the disclosure, upon compression at 20 psi gauge pressure, has a density ranging from about 0.21 to about 0.24 g/cc.

[093] In some embodiments, modified cellulose fiber of the disclosure, upon compression under a gauge pressure of about 5 psi, has a density ranging from about 0.110 to about 0.114 g/cc. For example, modified cellulose fiber of the disclosure, upon compression under a gauge pressure of about 5 psi, may have a density of at least about 0.110 g/cc, for example at least about 0.112 g/cc, or about 0.113 g/cc, or about 0.114 g/cc.

[094] In some embodiments, modified cellulose fiber of the disclosure, upon compression under a gauge pressure of about 10 psi, has a density

ranging from about 0.130 to about 0.155 g/cc. For example, the modified cellulose fiber of the disclosure, upon compression under a gauge pressure of about 10 psi, may have a density of at least about 0.130 g/cc, for example at least about 0.135 g/cc, or about 0.140 g/cc, or about 0.145 g/cc, or about 0.150 g/cc.

[095] In some embodiments, modified cellulose fiber of the disclosure can be compressed to a density of at least about 8% higher than the density of standard kraft fiber. In some embodiments, the modified cellulose fiber of the disclosure have a density of about 8% to about 16% higher than the density of standard kraft fiber, for example from about 10% to about 16% higher, or from about 12% to about 16% higher, or from about 13% to about 16% higher, or from about 14% to about 16% higher, or from about 15% to about 16% higher.

[096] In some embodiments, modified kraft fiber of the disclosure has increased carboxyl content relative to standard kraft fiber.

[097] In some embodiments, modified cellulose fiber has a carboxyl content ranging from about 2 meq/100 g to about 9 meq/100 g. In some embodiments, the carboxyl content ranges from about 3 meq/100 g to about 8 meq/100 g. In some embodiments, the carboxyl content is about 4 meq/100 g. In some embodiments, the carboxyl content is at least about 2 meq/100 g, for example, at least about 2.5 meq/100 g, for example, at least about 3.0 meq/100 g, for example, at least about 3.5 meq/100 g, for example, at least about 4.0 meq/100 g, for example, at least about 4.5 meq/100 g, or for example, at least about 5.0 meq/100 g.

[098] Modified kraft fiber of the disclosure has increased aldehyde content relative to standard bleached kraft fiber. In some embodiments, the modified kraft fiber has an aldehyde content ranging from about 1 meq/100 g to about 9 meq/100 g. In some embodiments, the aldehyde content is at least about 1.5 meq/100 g, about 2 meq/100 g, about 2.5 meq/100 g, about 3.0 meq/100 g, about 3.5 meq/100 g, about 4.0 meq/100 g, about 4.5 meq/100 g, or about 5.0 meq/100 g, or at least about 6.5 meq, or at least about 7.0 meq.

[099] In some embodiments, the modified cellulose fiber has a ratio of total aldehyde to carboxyl content of greater than about 0.3, such as greater than about 0.5, such as greater than about 1, such as greater than about 1.4. In some embodiments, the aldehyde to carboxyl ratio ranges from about 0.3 to about 1.5. In some embodiments, the ratio ranges from about 0.3 to about 0.5. In some embodiments, the ratio ranges from about 0.5 to about 1. In some embodiments, the ratio ranges from about 1 to about 1.5.

[0100] In some embodiments, modified kraft fiber has higher kink and curl than standard kraft fiber. Modified kraft fiber according to the present invention has a kink index in the range of about 1.3 to about 2.3. For instance, the kink index may range from about 1.5 to about 2.3, or from about 1.7 to about 2.3 or from about 1.8 to about 2.3, or from about 2.0 to about 2.3. Modified kraft fiber according to the present disclosure may have a length weighted curl index in the range of about 0.11 to about 0.23, such as from about 0.15 to about 0.2.

[0101] In some embodiments, the crystallinity index of modified kraft fiber is reduced from about 5% to about 20% relative to the crystallinity index of standard kraft fiber, for instance from about 10% to about 20%, or from about 15% to about 20%.

[0102] In some embodiments, modified cellulose according to the present disclosure has an R10 value ranging from about 65% to about 85%, for instance from about 70% to about 85%, or from about 75% to about 85%. In some embodiments, modified fiber according to the disclosure has an R18 value ranging from about 75% to about 90%, for instance from about 80% to about 90%, for example from about 80% to about 87%. The R18 and R10 content is described in TAPPI 235. R10 represents the residual undissolved material that is left extraction of the pulp with 10 percent by weight caustic and R18 represents the residual amount of undissolved material left after extraction of the pulp with an 18% caustic solution. Generally, in a 10% caustic solution, hemicellulose and chemically degraded short chain cellulose are dissolved and removed in solution. In contrast, generally only

hemicellulose is dissolved and removed in an 18% caustic solution. Thus, the difference between the R10 value and the R18 value, (R = R18 - R10), represents the amount of chemically degraded short chained cellulose that is present in the pulp sample.

[0103] Based on one or more of the above-cited properties, such as the kink and curl of the fiber, the increased functionality, and the crystallinity of the modified kraft fiber, a person of skill in the art would expect the modified kraft fiber of the disclosure to have certain characteristics that standard kraft fiber does not possess. For instance, it is believed that kraft fiber of the disclosure may be more flexible than standard kraft fiber, and may elongate and/or bend and/or exhibit elasticity and/or increase wicking. Moreover, without being bound by theory, it is expected that modified kraft fiber may provide a physical structure, for example in a fluff pulp, that would either cause fiber entanglement and fiber/fiber bonding or would entangle materials applied to the pulp, such that they these materials remain in a relatively fixed spatial position within the pulp, retarding their dispersion. Additionally, it is expected, at least because of the reduced crystallinity relative to standard kraft fiber, that modified kraft fiber of the disclosure would be softer than standard kraft fiber, enhancing their applicability in absorbent product applications, for example, such as diaper and bandage applications.

[0104] In some embodiments, modified cellulose fiber has an S10 caustic solubility ranging from about 16% to about 30%, or from about 14% to about 16%. In some embodiments, modified cellulose fiber has an S18 caustic solubility ranging from about 14% to about 22%, or from about 14% to about 16%. In some embodiments, modified cellulose fiber has a ΔR (difference between S10 and S18) of about 2.9 or greater. In some embodiments the ΔR is about 6.0 or greater.

[0105] In some embodiments, modified cellulose fiber strength, as measured by wet zero span breaking length, ranges from about 4 km to about 10 km, for instance, fromabout 5 km to about 8 km. In some embodiments, the fiber strength is at least about 4 km, about 5 km, about 6 km, about 7 km,

or about 8 km. In some embodiments, the fiber strength ranges from about 5 km to about 7 km, or from about 6 km to about 7 km.

[0106] In some embodiments, modified kraft fiber has odor control properties. In some embodiments, modified kraft fiber is capable of reducing the odor of bodily waste, such as urine or menses. In some embodiments modified kraft fiber absorbs ammonia. In some embodiments, modified kraft fiber inhibits bacterial odor production, for example, in some embodiments, modified kraft fiber inhibits bacterial ammonia production.

[0107] In at least one embodiment, modified kraft fiber is capable of absorbing odorants, such as nitrogen containing odorants, for example ammonia.

[0108] As used herein, the term “odorant” is understood to mean a chemical material that has a smell or odor, or that is capable of interacting with olfactory receptors, or to mean an organism, such as a bacteria, that is capable of generating compounds that generate a smell or odor, for example a bacteria that produces urea.

[0109] In some embodiments, modified kraft fiber reduces atmospheric ammonia concentration more than a standard bleached kraft fiber reduces atmospheric ammonia. For example, modified kraft fiber may reduce atmospheric ammonia by absorbing at least part of an ammonia sample applied to modified kraft fiber, or by inhibiting bacterial ammonia production. In at least one embodiment, modified kraft fiber absorbs ammonia and inhibits bacterial ammonia production.

[0110] In some embodiments, modified kraft fiber reduces at least about 40% more atmospheric ammonia than standard kraft fibers, for example at least about 50% more, or about 60% more, or about 70% more, or about 75% more, or about 80% more, or about 90% more ammonia than standard kraft fiber.

[0111] In some embodiments, modified kraft fiber of the disclosure, after application of 0.12 g of a 50% solution of ammonium hydroxide to about nine grams of modified cellulose and a 45 minute incubation time, reduces

atmospheric ammonia concentration in a volume of 1.6 L to less than 150 ppm, for example, less than about 125 ppm, for example less than bout 100 ppm, for example, less than aobut 75 ppm, for example, less than about 50 ppm.

[0112] In some embodiments, modified kraft fiber absorbs from about 5 to about 10 ppm ammonia per gram of fiber. For instance, the modified cellulose may absorb from about 6 to about 10 ppm, or from about 7 to about 10 ppm, or from about 8 to about 10 ppm ammonia per gram of fibers.

[0113] In some embodiments, modified kraft fiber has both improved odor control properties and improved brightness compared to standard kraft fiber. In at least one embodiment, modified cellulose fiber has a brightness ranging from about 85 to about 92 and is capable of reducing odor. For example, the modified cellulose may have a brightness ranging from about 85 to about 92, and absorbs from about 5 to about 10 ppm ammonia for every gram of fiber.

[0114] In some embodiments, modified cellulose fiber has an MEM Elution Cytotoxicity Test, ISO 10993-5, of less than 2 on a zero to four scale. For example the cytotoxicity may be less than about 1.5 or less than about 1.

[0115] It is known that oxidized cellulose, in particular cellulose comprising aldehyde and/or carboxylic acid groups, exhibits anti-viral and/or antimicrobial activity. *See, e.g.*, Song et al., *Novel antiviral activity of dialdehyde starch*, Electronic J. Biotech., Vol. 12, No. 2, 2009; U.S. Patent No. 7,019,191 to Looney et al. For instance, aldehyde groups in dialdehyde starch are known to provide antiviral activity, and oxidized cellulose and oxidized regenerated cellulose, for instance containing carboxylic acid groups, have frequently been used in wound care applications in part because of their bactericidal and hemostatic properties. Accordingly, in some embodiments, the cellulose fibers of the disclosure may exhibit antiviral and/or antimicrobial activity. In at least one embodiment, modified cellulose fiber exhibits antibacterial activity. In some embodiments, modified cellulose fiber exhibits antiviral activity.

[0116] In some embodiments, modified kraft fiber of the disclosure has a level-off DP of less than 200, such as less than about 100, or less than about 80, or less than about 75, or less than about 50 or less than or equal to about 48. Level-off DP can be measured by methods known in the art, for example by methods disclosed in *Battista, et al.*, Level-Off Degree of Polymerization, Division of Cellulose Chemistry, Symposium on Degradation of Cellulose and Cellulose Derivatives, 127th Meeting, ACS, Cincinnati, Ohio, March-April 1955.

[0117] In some embodiments modified kraft fiber has a kappa number of less than about 2. For example, modified kraft fiber may have a kappa number less than about 1.9. In some embodiments modified kraft fiber has a kappa number ranging from about 0.1 to about 1, such as from about 0.1 to about 0.9, such as from about 0.1 to about 0.8, for example from about 0.1 to about 0.7, for instance from about 0.1 to about 0.6, such as from about 0.1 to about 0.5, or from about 0.2 to about 0.5.

[0118] In some embodiments, modified kraft fiber is kraft fiber bleached in a multi-stage process, wherein an oxidation step is followed by at least one bleaching step. In such embodiments, the modified fiber after the at least one bleaching step has a “k number”, as measured according to TAPPI UM 251, ranging from about 0.2 to about 1.2. For example, the k number may range from about 0.4 to about 1.2, or from about 0.6 to about 1.2, or from about 0.8 to about 1.2, or from about 1.0 to about 1.2.

[0119] In some embodiments, the modified cellulose fiber has a copper number greater than about 2. In some embodiments, the copper number is greater than 2.0. In some embodiments, the copper number is greater than about 2.5. For example, the copper number may be greater than about 3. In some embodiments, the copper number ranges from about 2.5 to about 5.5, such as from about 3 to about 5.5, for instance from about 3 to about 5.2.

[0120] In at least one embodiment, the hemicellulose content of the modified kraft fiber is substantially the same as standard unbleached kraft fiber. For example, the hemicellulose content for a softwood kraft fiber may

range from about 16% to about 18%. For instance, the hemicellulose content of a hardwood kraft fiber may range from about 18% to about 25%.

III. Further Processing - Acid/Alkaline Hydrolysis

[0121] In some embodiments, modified kraft fiber of the disclosure is suitable for production of cellulose derivatives, for example for production of lower viscosity cellulose ethers, cellulose esters, and microcrystalline cellulose. In some embodiments, modified kraft fiber of the disclosure is hydrolyzed modified kraft fiber. As used herein “hydrolyzed modified kraft fiber,” hydrolyzed kraft fiber” and the like are understood to mean fiber that has been hydrolyzed with any acid or alkaline treatment know to depolymerized the cellulose chain. In some embodiments, the kraft fiber according to the disclosure is further treated to reduce its viscosity and/or degree of polymerization. For example, the kraft fiber according to the disclosure may be treated with an acid or a base.

[0122] In some embodiments, the disclosure provides a method of treating kraft fiber, comprising bleaching kraft fiber according to the disclosure, and then hydrolyzing the bleached kraft fiber. Hydrolysis can be by any method known to those of ordinary skill in the art. In some embodiments, the bleached kraft fiber is hydrolyzed with at least one acid. In some embodiments, the bleached kraft fiber is hydrolyzed with an acid chosen from sulfuric acid, mineral acids, and hydrochloric acid

[0123] The disclosure also provides a method for producing cellulose ethers. In some embodiments, the method for producing cellulose ethers comprises bleaching kraft fiber in accordance with the disclosure, treating the bleached kraft fiber with at least one alkali agent, such as sodium hydroxide and reacting the fibers with at least one etherying agent.

[0124] The disclosure also provides methods for producing cellulose esters. In some embodiments, the method for producing cellulose esters comprises bleaching kraft fiber in accordance with the disclosure, treating the bleached kraft fiber with a catalyst, such as sulfuric acid, then treating the fiber with at least one acetic anhydride or acetic acid. In an alternative

embodiment, the method for producing cellulose acetates comprises bleaching kraft fiber in accordance with the disclosure, hydrolyzing the bleached kraft fiber with sulfuric acid, and treating the hydrolyzed kraft fiber with at least one acetic anhydride or acetic acid.

[0125] The disclosure also provides methods for producing microcrystalline cellulose. In some embodiments, the method for producing microcrystalline cellulose comprises providing bleached kraft fiber according to the disclosure, hydrolyzing the bleached kraft fiber with at least one acid until the desired DP is reached or under conditions to arrive at the level-off DP. In a further embodiment, the hydrolyzed bleached kraft fiber is mechanically treated, for example by grinding, milling, or shearing. Methods for mechanically treating hydrolyzed kraft fibers in microcrystalline cellulose production are known to persons of skill in the art, and may provide desired particle sizes. Other parameters and conditions for producing microcrystalline cellulose are known, and are described for example in U.S. Patent Nos. 2,978,446 and 5,346,589.

[0126] In some embodiments, modified kraft fiber according to the disclosure is further treated with an alkaline agent or caustic agent to reduce its viscosity and/or degree of polymerization. Alkaline treatment, a pH above about 9, causes dialdehydes to react and undergo a beta-hydroxy elimination. This further modified fiber that has been treated with an alkaline agent, may also be useful in the production of tissue, towel and also other absorbent products and in cellulose derivative applications. In more conventional papermaking, strength agents are often added to the fiber slurry to modify the physical properties of the end products. This alkaline modified fiber may be used to replace some or all of the strength adjusting agent used in the production of tissue and towel.

[0127] As described above, there are three types of fiber products that can be prepared by the processes described herein. The first type is fiber that has been treated by catalytic oxidation, which fiber is almost indistinguishable from its conventional counterpart (at least as far as physical and papermaking

properties are concerned), yet it has functionality associated with it that gives it one or more of its odor control properties, compressibility, low and ultra low DP, and/ or the ability to convert “in-situ” into a low DP/low viscosity fiber under either alkaline or acid hydrolysis conditions, such as the conditions of cellulose derivative production, e.g., ether or acetate production. The physical characteristics and papermaking properties of this type of fiber make it appropriate for use in typical papermaking and absorbent product applications. The increased functionality, e.g., aldehydic and carboxylic, and the properties associated with that functionality, on the other hand, make this fiber more desirable and more versatile than standard kraft fiber.

[0128] The second type of fiber is fiber that has been subjected to catalytic oxidation and then has been treated with an alkaline or caustic agent. The alkaline agent causes the fiber to break down at the sites of carbonyl functionality that were added through the oxidation process. This fiber has different physical and papermaking properties than the fiber only subjected to oxidation, but may exhibit the same or similar DP levels since the test used to measure viscosity and thereby DP subjects the fiber to a caustic agent. It would be evident to the skilled artisan that different alkaline agents and levels may provide different DP levels.

[0129] The third type of fiber is fiber that has been subjected to catalytic oxidation and then been treated in an acid hydrolysis step. The acid hydrolysis results in a breakdown of the fiber, possibly to levels consistent with its level-off DP.

[0130] IV. Products Made from Kraft Fibers

[0131] The present disclosure provides products made from the modified kraft fiber described herein. In some embodiments, the products are those typically made from standard kraft fiber. In other embodiments, the products are those typically made from cotton linter or sulfite pulp. More specifically, modified fiber of the present invention can be used, without further modification, in the production of absorbent products and as a starting material in the preparation of chemical derivatives, such as ethers and esters.

Heretofore, fiber has not been available which has been useful to replace both high alpha content cellulose, such as cotton and sulfite pulp, as well as traditional kraft fiber.

[0132] Phrases such as “which can be substituted for cotton linter (or sulfite pulp). . .” and “interchangeable with cotton linter (or sulfite pulp). . .” and “which can be used in place of cotton linter (or sulfite pulp). . .” and the like mean only that the fiber has properties suitable for use in the end application normally made using cotton linter (or sulfite pulp). The phrase is not intended to mean that the fiber necessarily has all the same characteristics as cotton linter (or sulfite pulp).

[0133] In some embodiments, the products are absorbent products, including, but not limited to, medical devices, including wound care (e.g. bandage), baby diapers nursing pads, adult incontinence products, feminine hygiene products, including, for example, sanitary napkins and tampons, air-laid non-woven products, air-laid composites, “table-top” wipers, napkin, tissue, towel and the like. Absorbent products according to the present disclosure may be disposable. In those embodiments, modified fiber according to the invention can be used as a whole or partial substitute for the bleached hardwood or softwood fiber that is typically used in the production of these products.

[0134] In some embodiments, modified cellulose fiber is in the form of fluff pulp and has one or more properties that make the modified cellulose fiber more effective than conventional fluff pulps in absorbent products. More specifically, modified fiber of the present invention may have improved compressibility and improved odor control, both of which make it desirable as a substitute for currently available fluff pulp fiber. Because of the improved compressibility of the fiber of the present disclosure, it is useful in embodiments which seek to produce thinner, more compact absorbent structures. One skilled in the art, upon understanding the compressible nature of the fiber of the present disclosure, could readily envision absorbent products in which this fiber could be used. By way of example, in some

embodiments, the disclosure provides an ultrathin hygiene product comprising the modified kraft fibers of the disclosure. Ultra-thin fluff cores are typically used in, for example, feminine hygiene products or baby diapers. Other products which could be produced with the fiber of the present disclosure could be anything requiring an absorbent core or a compressed absorbent layer. When compressed, fiber of the present invention exhibits no or no substantial loss of absorbency, but shows an improvement in flexibility.

[0135] Modified fiber of the present invention may, without further modification, also be used in the production of absorbent products including, but not limited to, tissue, towel, napkin and other paper products which are formed on a traditional papermaking machine. Traditional papermaking processes involve the preparation of an aqueous fiber slurry which is typically deposited on a forming wire where the water is thereafter removed. The increased functionality of the modified cellulose fibers of the present disclosure may provide improved product characteristics in products including these modified fibers. For the reasons discussed above, the modified fiber of the present invention may cause the products made therewith to exhibit improvements in strength, likely associated with the increased functionality of the fibers. The modified fiber of the invention may also result in products having improved softness.

[0136] In some embodiments, the modified fiber of the present disclosure, without further modification, can be used in the manufacture of cellulose ethers (for example carboxymethylcellulose) and esters as a substitute for fiber with very high DP from about 2950 to about 3980 (i.e.,fiber having a viscosity, as measured by 0.5% Capillary CED, ranging from about 30 mPa•s to about 60 mPa•s) and a very high percentage of cellulose (for example 95% or greater) such as those derived from cotton linters and from bleached softwood fibers produced by the acid sulfite pulping process. The modified fiber of the present invention which has not been subjected to acid hydrolysis will generally receive such an acid hydrolysis treatment in the production process for creating cellulose ethers or esters.

[0137] As described, the second and third types of fiber are produced through processes that derivatize or hydrolyze the fiber. These fibers can also be useful in the production of absorbent articles, absorbent paper products and cellulose derivatives including ethers and esters.

V. Acid/Alkaline Hydrolyzed Products

[0138] In some embodiments, this disclosure provides a modified kraft fiber that can be used as a substitute for cotton linter or sulfite pulp. In some embodiments, this disclosure provides a modified kraft fiber that can be used as a substitute for cotton linter or sulfite pulp, for example in the manufacture of cellulose ethers, cellulose acetates and microcrystalline cellulose.

[0139] Without being bound by theory, it is believed that the increase in aldehyde content relative to conventional kraft pulp provides additional active sites for etherification to end-products such as carboxymethylcellulose, methylcellulose, hydroxypropylcellulose, and the like, enabling production of a fiber that can be used for both papermaking and cellulose derivatives.

[0140] In some embodiments, the modified kraft fiber has chemical properties that make it suitable for the manufacture of cellulose ethers. Thus, the disclosure provides a cellulose ether derived from a modified kraft fiber as described. In some embodiments, the cellulose ether is chosen from ethylcellulose, methylcellulose, hydroxypropyl cellulose, carboxymethyl cellulose, hydroxypropyl methylcellulose, and hydroxyethyl methyl cellulose. It is believed that the cellulose ethers of the disclosure may be used in any application where cellulose ethers are traditionally used. For example, and not by way of limitation, the cellulose ethers of the disclosure may be used in coatings, inks, binders, controlled release drug tablets, and films.

[0141] In some embodiments, the modified kraft fiber has chemical properties that make it suitable for the manufacture of cellulose esters. Thus, the disclosure provides a cellulose ester, such as a cellulose acetate, derived from modified kraft fibers of the disclosure. In some embodiments, the disclosure provides a product comprising a cellulose acetate derived from the modified kraft fiber of the disclosure. For example, and not by way of

limitation, the cellulose esters of the disclosure may be used in, home furnishings, cigarettes, inks, absorbent products, medical devices, and plastics including, for example, LCD and plasma screens and windshields.

[0142] In some embodiments, the modified kraft fiber has chemical properties that make it suitable for the manufacture of microcrystalline cellulose. Microcrystalline cellulose production requires relatively clean, highly purified starting cellulosic material. As such, traditionally, expensive sulfite pulps have been predominantly used for its production. The present disclosure provides microcrystalline cellulose derived from modified kraft fiber of the disclosure. Thus, the disclosure provides a cost-effective cellulose source for microcrystalline cellulose production. In some embodiments, the microcrystalline cellulose is derived from modified kraft fiber having a DP which is less than about 100, for example, less than about 75 or less than about 50. In some embodiments, the microcrystalline cellulose is derived from modified kraft fiber having an R10 value ranging from about 65% to about 85%, for instance from about 70% to about 85%, or from about 75% to about 85% and an R18 value ranging from about 75% to about 90%, for instance from about 80% to about 90%, for example from about 80% to about 87%.

[0143] . The modified cellulose of the disclosure may be used in any application that microcrystalline cellulose has traditionally been used. For example, and not by way of limitation, the modified cellulose of the disclosure may be used in pharmaceutical or nutraceutical applications, food applications, cosmetic applications, paper applications, or as a structural composite. For instance, the modified cellulose of the disclosure may be a binder, diluent, disintegrant, lubricant, tabletting aid, stabilizer, texturizing agent, fat replacer, bulking agent, anticaking agent, foaming agent, emulsifier, thickener, separating agent, gelling agent, carrier material, opacifier, or viscosity modifier. In some embodiments, the microcrystalline cellulose is a colloid

[0144]

VI. Products Comprising Acid Hydrolyzed Products

[0145] In some embodiments, the disclosure provides a pharmaceutical product comprising a microcrystalline cellulose that has been produced from a modified kraft fiber of the disclosure that has been hydrolyzed. The pharmaceutical product may be any pharmaceutical product in which microcrystalline cellulose has traditionally been used. For example, and not by way of limitation, the pharmaceutical product may be chosen from tablets and capsules. For instance, the microcrystalline cellulose of the present disclosure may be a diluent, a disintegrant, a binder, a compression aid, coating and/or a lubricant. In other embodiments, the disclosure provides a pharmaceutical product comprising at least one modified derivatized kraft fiber of the disclosure, such as a hydrolyzed modified kraft fiber.

[0146] In some embodiments, the disclosure provides a food product comprising a bleached kraft fiber of the disclosure that has been hydrolyzed. In some embodiments, the disclosure provides a food product comprising at least one product derived from bleached kraft fiber of the disclosure. In further embodiments, the disclosure provides a food product comprising microcrystalline cellulose derived from kraft fibers of the disclosure. In some embodiments, the food product comprises colloidal microcrystalline cellulose derived from kraft fibers of the disclosure. The food product may be any food product in which microcrystalline cellulose has traditionally been used. Exemplary food categories in which microcrystalline cellulose may be used are well known to those of ordinary skill in the art, and can be found, for example, in the Codex Alimentarius, for instance at Table 3. For instance, microcrystalline cellulose derived from chemically modified kraft fibers of the disclosure may be an anticaking agent, bulking agent, emulsifier, foaming agent, stabilizer, thickener, gelling agent, and/or suspension agent.

[0147] Other products comprising cellulose derivatives and microcrystalline cellulose derived from chemically modified kraft fibers according to the disclosure may also be envisaged by persons of ordinary skill in the art. Such products may be found, for example, in cosmetic and

industrial applications.

[0148] As used herein, “about” is meant to account for variations due to experimental error. All measurements are understood to be modified by the word “about”, whether or not “about” is explicitly recited, unless specifically stated otherwise. Thus, for example, the statement “a fiber having a length of 2 mm” is understood to mean “a fiber having a length of about 2 mm.”

[0149] The details of one or more non-limiting embodiments of the invention are set forth in the examples below. Other embodiments of the invention should be apparent to those of ordinary skill in the art after consideration of the present disclosure.

Examples

A. Test Protocols

1. Caustic solubility (R10, S10, R18, S18) is measured according to TAPPI T235-cm00.
2. Carboxyl content is measured according to TAPPI T237-cm98.
3. Aldehyde content is measured according to Econotech Services LTD, proprietary procedure ESM 055B.
4. Copper Number is measured according to TAPPI T430-cm99.
5. Carbonyl content is calculated from Copper Number according to the formula: carbonyl = (Cu. No. – 0.07)/0.6, from *Biomacromolecules* 2002, 3, 969-975.
6. 0.5% Capillary CED Viscosity is measured according to TAPPI T230-om99.
7. Intrinsic Viscosity is measured according to ASTM D1795 (2007).
8. DP is calculated from 0.5% Capillary CED Viscosity according to the formula: DPw = -

449.6 + 598.4ln(0.5% Capillary CED) + 118.02ln^2(0.5% Capillary CED), from the 1994 Cellucon Conference published in The Chemistry and Processing Of Wood And Plant Fibrous Materials, p. 155, woodhead Publishing Ltd, Abington Hall, Abington, Cambridge CBl 6AH, England, J.F. Kennedy, *et al.* editors.

9. Carbohydrates are measured according to TAPPI T249-cm00 with analysis by Dionex ion chromatography.

10. Cellulose content is calculated from carbohydrate composition according to the formula: Cellulose=Glucan-(Mannan/3), from *TAPPI Journal* 65(12):78-80 1982.

11. Hemicellulose content is calculated from the sum of sugars minus the cellulose content.

12. Fiber length and coarseness is determined on a Fiber Quality Analyzer™ from OPTEST, Hawkesbury, Ontario, according to the manufacturer's standard procedures.

13. Wet Zero Span Tensile is determined according to TAPPI T273-pm99.

14. Freeness is determined according to TAPPI T227-om99.

15. Water Retention Value is determined according to TAPPI UM 256.

16. DCM (dichloromethane) extractives are determined according to TAPPI T204-cm97.

17. Iron content is determined by acid digestion and analysis by ICP.

18. Ash content is determined according to TAPPI T211-om02.

19. Peroxide residual is determined according to Interox procedure.

20. Brightness is determined according to TAPPI T525-om02.

21. Porosity is determined according to TAPPI 460-om02.

22. Burst factor is determined according to TAPPI T403-om02.

23. Tear factor is determined according to TAPPI T414-om98.

24. Breaking length and stretch are determined according to TAPPI T494-om01.

25. Opacity is determined according to TAPPI T425-om01.

26. Frazier porosity is determined on a Frazier Low Air Permeability Instrument from Frazier Instruments, Hagerstown, MD, according to the manufacturer's procedures.

27. Fiber Length and shape factor are determined on an L&W Fiber Tester from Lorentzen & Wettre, Kista, Sweden, according to the manufacturer's standard procedures.

28. Dirt and shives are determined according to TAPPI T213-om01

B. Exemplary Method for Making Modified Cellulose Fiber

[0150] A semi-bleached or mostly bleached kraft pulp may be treated

with an acid, iron and hydrogen peroxide for the purposes of reducing the fiber's viscosity or DP. The fiber may be adjusted to a pH of from about 2 to about 5 (if not already in this range) with sulfuric, hydrochloric, acetic acid, or filtrate from the washer of an acidic bleach stage, such as a chlorine dioxide stage. Iron may be added in the form of Fe^{+2}, for example iron may be added as ferrous sulfate heptahydrate ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$). The ferrous sulfate may be dissolved in water at a concentration ranging from about 0.1 to about 48.5 g/L. The ferrous sulfate solution may be added at an application rate ranging from about 25 to about 200 ppm as Fe^{+2} based on the dry weight of pulp. The ferrous sulfate solution may then be mixed thoroughly with the pH-adjusted pulp at a consistency of from about 1% to about 15% measured as dry pulp content of the total wet pulp mass. Hydrogen peroxide (H_2O_2) may then be added as a solution with a concentration of from about 1% to about 50% by weight of H_2O_2 in water, at an amount of from about 0.1% to about 3% based on the dry weight of the pulp. The pulp at a pH of from about 2 to about 5 mixed with the ferrous sulfate and peroxide may be allowed to react for a time ranging from about 40 to about 80 minutes at a temperature of from about 60 to about 80 degrees C. The degree of viscosity (or DP) reduction is dependent on the amount of peroxide consumed in the reaction, which is a function of the concentration and amount of peroxide and iron applied and the retention time and temperature.

[0151] The treatment may be accomplished in a typical five-stage bleach plant with the standard sequence of D_0 E1 D1 E2 D2. With that scheme, no additional tanks, pumps, mixers, towers, or washers are required. The fourth or E2 stage may be preferably used for the treatment. The fiber on the D1 stage washer may be adjusted to a pH of from about 2 to about 5, as needed by addition of acid or of filtrate from the D2 stage. A ferrous sulfate solution may be added to the pulp either (1) by spraying it on the D1 stage washer mat through the existing shower headers or a new header, (2) added through a spray mechanism at the repulper, or (3) added through an addition point before a mixer or pump for the fourth stage. The peroxide as a solution

may be added following the ferrous sulfate at an addition point in a mixer or pump before the fourth stage tower. Steam may also be added as needed before the tower in a steam mixer. The pulp may then be reacted in the tower for an appropriate retention time. The chemically modified pulp may then be washed on the fourth stage washer in a normal fashion. Additional bleaching may be optionally accomplished following the treatment by the fifth or D2 stage operated in a normal fashion.

EXAMPLE 1

Methods of Preparing Fibers of the Disclosure

[0152] A. Mill Method A

[0153] Southern pine cellulose was digested and oxygen delignified in a conventional two-stage oxygen delignification step to a kappa number of from about 9 to about 10. The delignified pulp was bleached in a five-stage bleach plant, with a sequence of D_0(EO)D1E2D2. Before the fourth or E2 stage, the pH of the pulp was adjusted to a range of from about 2 to about 5 with filtrate from a D stage of the sequence. After the pH was adjusted, 0.2% hydrogen peroxide based on the dry weight of the pulp and 25 ppm Fe^{+2} in the form of $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ based on the dry weight of the pulp were added to the kraft fibers in the E2 stage tower and reacted for about 90 minutes at a temperature of from about 78 to about 82 degrees C. The reacted fibers were then washed on the fourth stage washer, and then bleached with chlorine dioxide in the fifth (D2) stage.

[0154] B. Mill Method B

[0155] Fibers were prepared as described in Mill Method A, except that the pulp was treated with 0.6% peroxide and 75 ppm Fe^{+2}.

[0156] C. Mill Method C

[0157] Fibers were prepared as described in Mill Method A, except that the pulp was treated with 1.4% peroxide and 100 ppm Fe^{+2}.

Properties of Exemplary Fibers

[0158] Samples of fibers prepared according to Mill Methods A (sample 2), B (sample 3), and C (sample 4) were collected following the five-stage bleaching sequence described above. Several properties of these samples along with a standard fluff grade fiber (GP Leaf River Cellulose, New Augusta, MS; Sample 1), and a commercially available sample (PEACH™, sold by Weyerhaeuser Co.; Sample 5), were measured according to the protocols described above. The results of these measurements are reported in Table 1 below.

Table 1

		Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5
Fiber Measurement		GP Leaf River Cellulose, fluff grade fiber	Mill Method A	Mill Method B	Mill Method C	Weyerhaeuser Co. PEACH
R10	%	86.8	85.2	82.4	72.5	78.4
S10	%	13.2	14.8	17.6	27.5	21.6
R18	%	87.0	87.2	85.4	78.7	84.4
S18	%	13.0	12.8	14.6	21.3	15.6
ΔR		0.2	2.0	3.0	6.2	6.0
Carboxyl	meq/100 g	3.13	3.53	3.70	3.94	3.74
Aldehydes	meq/100 g	0.97	1.24	2.15	4.21	0.87
Copper No.		0.51	1.2	1.3	4.25	1.9
Calculated Carbonyl	mmole/100 g	0.73	1.88	2.05	6.97	3.05
Calculated carbonyl/Aldehyde ratio		0.75	1.52	0.95	1.66	3.5
0.5% Capillary CED Viscosity	mPa•s	15.0	8.9	6.5	3.50	4.16
Intrinsic Viscosity	[η]□dl/g	7.14	5.44	4.33	2.49	3.00
Calculated DP	DP_w	2036	1423	1084	485	643
Glucan	%	83.0	85.9	84.6	85.4	82
Xylan	%	9.0	8.8	9.4	8.2	8.4
Galactan	%	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Mannan	%	5.9	5.4	5.3	5.5	6.2
Arabinan	%	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3
Calculated Cellulose	%	81.0	84.1	82.8	83.6	79.9
Calculated Hemicelllulose	%	17.5	16.5	17.0	16.1	17.2
Lwl Fiber Length	mm	2.34	2.57	2.53	2.30	2.19
Lww Fiber Length	mm	3.39	3.34	3.34		3.01
Coarseness			0.222	0.234	0.19	0.254
Wet Zero Span Breaking Length	km	9.38		6.83	5.01	2.3
DCM extractives			0.006	0.006		
Iron	ppm		5.5	4.4		
WRV			0.98	0.99		0.85
Brightness	%ISO	89.6	89.0	88.2	88.5	88.5

[0159] As reported in Table 1, iron content of the control fiber, Sample 1, was not measured. However, the iron content of four mill-made pulp samples treated under the same conditions as those reported for Sample 1 were taken. The iron content of those samples averaged 2.6 ppm. Accordingly, for Sample 1, one would expect the iron content to be on the order of about 2.5 ppm.

[0160] As can be seen from Table 1, modified fiber according to the present invention is unexpectedly different from both the control fiber, Sample 1, and an alternative commercially available oxidized fiber, Sample 5, in the total carbonyl content as well as the carboxyl content and aldehyde content. To the extent there is a difference between the total carbonyl groups and aldehyde groups, additional carbonyl functionality may be in the form of other ketones. The data shows that we achieve relatively high levels of aldehydes while retaining carboxylic acid groups and while retaining a near unity ratio of aldehydes to total carbonyl groups (as seen in Table 1, about 1.0 (0.95) to 1.6). This is more surprising in a fiber that exhibits high brightness and that is also relatively strong and absorbent.

[0161] As can be seen in Table 1, the standard fluff grade fiber (Sample 1) had a carboxyl content of 3.13 meq/100 g, and an aldehyde content of 0.97 meq/100 g. After a low-dose treatment with 0.2% H_2O_2 and 25 ppm Fe^{+2} (Sample 2) or a higher-dose treatment with 0.6% H_2O_2 and 75 ppm Fe^{+2} (Sample 3), or a higher-dose treatment with 1.4% H_2O_2 and 100 ppm Fe^{+2} (Sample 4), the fiber length and calculated cellulose content were relatively unchanged, and fiber strength as measured by the wet zero span method was diminished somewhat, yet the carboxyl, carbonyl, and aldehyde contents were all elevated, indicating extensive oxidation of the cellulose.

[0162] In comparison, a commercially available sample of oxidized kraft softwood southern pine fiber manufactured by an alternative method (Sample 5), shows significant reduction in fiber length and about a 70 percent loss in fiber

strength as measured by the wet zero span method as compared to the fluff grade fiber reported as Sample 1. The aldehyde content of Sample 5 was virtually unchanged compared to the standard fluff grade fibers, while the inventive fibers prepared by mill methods A-C (Samples 2-4) had highly elevated aldehyde levels representing from about 70 to about 100 percent of the total calculated carbonyl content of the cellulose. In contrast, the PEACH® aldehyde level was less than 30 percent of the total calculated carbonyl content of the cellulose. The ratio of total carbonyl to aldehyde would appear to be a good indicator of a fiber that has the broad applicability of the modified fibers within the scope of this disclosure, particularly if the ratio is in the range of about 1 to about 2, as are Samples 2-4. Low viscosity fibers, such as Samples 3 and 4, and with carbonyl/aldehyde ratios of about 1.5 to less than 2.0, maintained fiber length, while those of the comparative Sample 5 did not.

[0163] The freeness, density, and strength of the standard fiber described above (Sample 1) were compared with Sample 3 described above. The results of this analysis are depicted in Table 2.

Table 2 Pulp, Paper & Fiber Properties of Standard & Modified Kraft Fiber

	PFI refining revs	Freeness (CSF)	Density g/cm^3	Breaking Length km	Wet Zero Span Breaking Length km
Standard Leaf River Fluff having 0.5% Capillary CED viscosity of about 15 mPa•s (Sample 1)	0	737	0.538	2.16	9.38
	300	721	0.589	3.57	
Modified cellulose fiber as in (ULDP) having 0.5% Capillary CED viscosity 6.5 mPa•s (Sample 3)	0	742	0.544	2.19	6.83
	300	702	0.595	3.75	

[0164] As can be seen in the above Table 2, the modified cellulose fibers according to this disclosure may have a freeness comparable to standard fluff fibers that have not undergone an oxidation treatment in the bleaching sequence.

EXAMPLE 2

[0165] A sample of Southern pine pulp from the D1 stage of a OD(EOP)D(EP)D bleach plant with a 0.5% Capillary CED viscosity of about 14.6 mPa•s was treated at about 10% consistency with hydrogen peroxide applications of from 0.25% to 1.5% and either 50 or 100 ppm of Fe^{+2} added as $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. The Fe^{+2} was added as a solution in water and mixed thoroughly with the pulp. The hydrogen peroxide as a 3% solution in water was then mixed with the pulp. The mixed pulp was held in a water bath for 1 hour at 78º C. After the reaction time, the pulp was filtered and the filtrate measured for pH and residual peroxide. The pulp was washed and the 0.5% Capillary CED viscosity determined according to TAPPI T230. The results are shown in Table 3.

Table 3

H_2O_2 added	H_2O_2 consumed	Fe^{+2}	pH	0.5% Capillary CED Viscosity	ΔViscosity	DPw
% on pulp	% on pulp	ppm on pulp	final	mPa•s		
Control				14.6		2003
0.25	0.25	100	4.8	8.6	6.0	1384
0.50	0.34	50	4.7	8.9	5.7	1423
0.50	0.50	100	4.8	6.8	7.8	1131
0.75	0.19	50	4.6	10.6	4.0	1621
0.75	0.75	100	4.7	5.8	8.8	967
1.0	0.20	50	4.6	9.0	5.6	1435
1.0	0.40	100	4.7	7.8	6.8	1278
1.5	0.30	50	4.6	10.0	4.6	1554
1.5	0.40	100	4.6	7.5	7.1	1235

EXAMPLE 3

[0166] A sample of D1 pulp from the bleach plant described in Example 2, with a 0.5% Capillary CED viscosity of 15.8 mPa•s (DPw 2101) was treated with 0.75% hydrogen peroxide applied and Fe^{+2} was added from 50 to 200 ppm in the same manner as Example 2, except the retention times were also varied from 45 to 80 minutes. The results are shown in Table 4.

Table 4

Treatment time	H_2O_2 added	H_2O_2 consumed	Fe^{+2}	pH	0.5% Capillary CED Viscosity	ΔViscosity	DPw
minutes	% on pulp	% on pulp	ppm on pulp	final	mPa•s		2101
Control					15.8		1291
45	0.75	0.72	100	4.4	7.9	7.9	1035
60	0.75	0.75	200	4.1	6.2	9.6	1384
80	0.75	0.27	50		8.6	7.2	1018
80	0.75	0.75	100	4.6	6.1	9.7	2101

EXAMPLE 4

[0167] A sample of D1 pulp from the bleach plant described in Example 2, with a 0.5% Capillary CED viscosity of 14.8 mPa•s (DPw 2020) was treated with 0.75% hydrogen peroxide and 150 ppm of Fe^{+2} in the same manner as described in Example 2, except that the treatment time was 80 minutes. The results are shown in Table 5.

Table 5

Treatment time	H_2O_2 added	H_2O_2 consumed	Fe^{+2}	pH	0.5% Capillary CED Viscosity	ΔViscosity	DPw
minutes	% on pulp	% on pulp	ppm on pulp	final	mPa•s		
Control					14.8		2020
80	0.75	0.75	150	3.9	5.2	9.6	858

EXAMPLE 5

[0168] A Southern pine pulp from the D1 stage of a OD_0(EO)D1(EP)D2 sequence with a 0.5% Capillary CED viscosity of 15.6 mPa•s (DPw 2085) was treated at 10% consistency with hydrogen peroxide applications of either 0.25% or 0.5% by weight on pulp and 25, 50, or 100 ppm of Fe^{+2} added as $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. The Fe^{+2} was added as a solution in water and mixed thoroughly with the pulp. The hydrogen peroxide was a 3% solution in water that was then mixed with the pulp, and the mixed pulp was held in a water bath for 1 hour at 78ºC. After the reaction time, the pulp was filtered and the filtrate measured for pH and residual peroxide. The pulp was washed and the 0.5% Capillary CED viscosity determined according to TAPPI T230. The results are shown in Table 6.

Table 6

H_2O_2 added	H_2O_2 consumed	Fe^{+2}	pH	0.5% Capillary CED Viscosity	ΔViscosity	DPw
% on pulp	% on pulp	ppm on pulp	final	mPa•s		
Control				15.6		2085
0.25	0.25	25	3.5	6.4	9.2	1068
0.50	0.50	50	2.9	4.5	11.1	717
0.50	0.50	100	2.7	4.5	11.1	717

EXAMPLE 6

[0169] Another sample of D1 pulp, with a 0.5% Capillary CED viscosity of 15.2 mPa•s (DPw 2053) was treated with 0.10, 0.25, 0.50, or 0.65% hydrogen peroxide and 25, 50, or 75 ppm of Fe^{+2} in the same manner as Example 5. The results are shown in Table 7.

Table 7

Treatment time	H_2O_2 added	H_2O_2 consumed	Fe^{+2}	pH	0.5% Capillary CED Viscosity	ΔViscosity	DPw
minutes	% on pulp	% on pulp	ppm on pulp	final	mPa•s		
Control					15.2		2053
60	0.10	0.10	25	4.1	9.6	5.6	1508
60	0.25	0.19	25	4.0	7.9	7.3	1291
60	0.50	0.40	50	3.5	6.7	8.5	1116
80	0.65	0.65	75	3.3	4.4	10.8	696

EXAMPLE 7

[0170] A Southern pine pulp was collected from the D1 stage of a OD(EO)D(EP)D bleaching sequence, after the extent of delignification in the kraft and oxygen stages was increased to produce a pulp with a lower DPw or 0.5% Capillary CED viscosity. The starting 0.5% Capillary CED viscosity was 12.7 mPa•s (DPw 1834). Either 0.50 or 1.0% hydrogen peroxide was added with 100 ppm of Fe^{+2}. Other treatment conditions were 10% consistency, 78º C, and 1 hour treatment time. The results are shown in Table 8.

Table 8

H_2O_2 added	H_2O_2 consumed	Fe^{+2}	pH	0.5% Capillary CED Viscosity	ΔViscosity	DPw
% on pulp	% on pulp	ppm on pulp	final	mPa•s		
Control				12.7		1834
0.50	0.50	100	2.1	5.6	7.1	932
1.0	0.37	100	2.6	4.2	8.5	652

EXAMPLE 8

[0171] A low viscosity sample of D1 pulp from the D1 stage of a OD(EO)D(EP)D sequence, with a 0.5% Capillary CED viscosity of 11.5 mPa•s (DPw 1716), was treated with either 0.75 or 1.0% hydrogen peroxide and 75 or 150 ppm of Fe^{+2} in a manner similar to Example 7, except the treatment time was 80 minutes. The results are shown in Table 9.

Table 9

H_2O_2 added	H_2O_2 consumed	Fe^{+2}	pH	0.5% Capillary CED Viscosity	ΔViscosity	DPw
% on pulp	% on pulp	ppm on pulp	final	mPa•s		
Control				11.5		1716
0.75	0.75	75	3.2	3.6	7.9	511
0.75	0.75	150	3.0	3.8	7.7	560
1	1	75	2.6	3.4	8.1	459
1	1	150	2.6	3.4	8.1	459

EXAMPLE 9

[0172] A Southern pine pulp was collected from the D1 stage of a OD(EO)D(EP)D sequence. The starting 0.5% Capillary CED viscosity was 11.6 mPa•s (DPw 1726). Either 1.0%, 1.5%, or 2% hydrogen peroxide was added

with 75, 150, or 200 ppm of Fe^{+2}. Other treatment conditions were 10% consistency, 78º C, and 1.5 hour treatment time. The results are shown in Table 10.

Table 10

H_2O_2 added	H_2O_2 consumed	Fe^{+2}	pH	0.5% Capillary CED Viscosity	ΔViscosity	DPw	Carboxyl	Aldehyde	Copper no.
% on pulp	% on pulp	ppm on pulp	final	mPa•s			meq/100 g	meq/100 g	
Control				11.6		1726	3.67	0.35	0.52
1.0	0.98	75	3.4	3.5	8.1	485	3.73	4.06	3.05
1.5	1.49	150	2.7	3.2	8.4	406	3.78	5.06	2.57
2.0	2.0	200	2.9	3.0	8.6	350	3.67	5.23	2.06

EXAMPLE 10

[0173] A Southern pine pulp was collected from the D1 stage of a OD(EO)D(EP)D sequence. The starting 0.5% Capillary CED viscosity was 14.4 mPa•s (DPw 1986). Either 1.0%, 1.5%, or 2% hydrogen peroxide was added with 75, 150, or 200 ppm of Fe^{+2}. Other treatment conditions were 10% consistency, 78ºC, and 1.5 hour reaction time. The results are shown in Table 11.

Table 11

H_2O_2 added	H_2O_2 consumed	Fe^{+2}	pH	0.5% Capillary CED Viscosity	ΔViscosity	DPw	Carboxyl	Aldehyde	Copper no.
% on pulp	% on pulp	ppm on pulp	final	mPa•s			meq/100 g	meq/100 g	
Control				14.4		1986	3.52	0.23	0.67
1.0	0.95	75	3.3	3.8	10.6	560	3.65	3.48	2.47
1.5	1.5	150	2.4	3.7	10.7	535	4.13	4.70	2.32
2.0	2.0	200	2.8	3.2	11.2	406	3.93	5.91	1.88

EXAMPLE 11

[0174] A Southern pine pulp was collected from the D1 stage of a OD(EO)D(EP)D sequence. The starting 0.5% Capillary CED viscosity was 15.3 mPa·s (DPw 2061). Hydrogen peroxide was added at 3% on pulp with 200 ppm of Fe^{+2}. Other treatment conditions were 10% consistency, 80º C, and 1.5 hour reaction time. The results are shown in Table 12.

Table 12

H_2O_2 added	H_2O_2 consumed	Fe^{+2}	pH	0.5% Capillary CED Viscosity	ΔViscosity	DPw	Carboxyl	Aldehyde	Copper no.
% on pulp	% on pulp	ppm on pulp	final	mPa·s			meq/100 g	meq/100 g	
Control				15.3		2061			
3.0	2.9	200	2.8	2.94	12.4	333	4.66	6.74	5.14

[0175] The above Examples 2-11 show that a significant decrease in 0.5% Capillary CED viscosity and/or degree of polymerization can be achieved with the acidic, catalyzed, peroxide treatment of the present disclosure. The final viscosity or DPw appears to be dependent on the amount of peroxide that is consumed by the reaction, as shown in Figure 1, which reports the viscosity of pulp from two different mills ("Brunswick" and Leaf River ("LR")) as a function of the percent peroxide consumed. The peroxide consumption is a function of the amounts and concentrations of peroxide and iron applied, the reaction time, and the reaction temperature.

EXAMPLE 12

[0176] A Southern pine pulp was collected from the D1 stage of a OD(EO)D(EP)D sequence. The starting 0.5% Capillary CED viscosity was 14.8 mPa·s (DPw 2020). Hydrogen peroxide was added at 1% on pulp with either 100, 150, or 200 pm of Cu^{+2} added as $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. Other treatment conditions were 10% consistency, 80ºC, and 3.5 hours reaction time. The results are shown

in Table 13.

Table 13

H_2O_2 added	H_2O_2 consumed	Cu^{+2}	pH	0.5% Capillary CED Viscosity	ΔViscosity	Dpw	Carboxyl	Aldehyde	Copper no.
% on pulp	% on pulp	ppm on pulp	final	mPa·s			meq/100 g	meq/100 g	
Control				14.8		2020	3.36	0.37	0.51
1.0	0.82	100	2.4	6.1	8.7	1018			
1.0	0.94	150	2.3	5.9	8.9	984			
1.0	0.94	200	2.4	6.0	8.8	1001	3.37	2.71	1.8

[0177] The use of copper instead of iron resulted in a slower reaction and a lower reduction in viscosity, but still a significant change in viscosity, carboxyl content, and aldehyde content over the control, untreated pulp.

EXAMPLE 13

[0178] The E2 (EP) stage of an OD(EOP)D(EP)D sequence was altered to produce the ultra low degree of polymerization pulp. A solution of $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ was sprayed on the pulp at the washer repulper of the D1 stage at an application rate of 150 ppm as Fe^{+2}. No caustic (NaOH) was added to the E2 stage and the peroxide application was increased to 0.75%. The retention time was approximately 1 hour and the temperature was 79º C. The pH was 2.9. The treated pulp was washed on a vacuum drum washer and subsequently treated in the final D2 stage with 0.7% ClO_2 for approximately 2 hours at 91º C. The 0.5% Capillary CED viscosity of the final bleached pulp was 6.5 mPa•s (DPw 1084) and the ISO brightness was 87.

EXAMPLE 14

[0179] The pulp produced in Example 13 was made into a pulp board on a

Fourdrinier type pulp dryer with standard dryer cans. Samples of a control pulp and the pulp of the present invention (ULDP) were collected and analyzed for chemical composition and fiber properties. The results are shown in Table 14.

Table 14

Property		Standard	ULDP
R10	%	85.2	81.5
S10	%	14.8	18.5
R18	%	86.4	84.4
S18	%	13.6	15.6
ΔR		1.2	2.9
Carboxyl	meq/100 g	4.06	4.27
Aldehydes	meq/100 g	0.43	1.34
Copper No.		0.32	1.57
Calculated Carbonyl	mmole/100 g	0.42	2.50
0.5% Capillary CED Viscosity	mPa•s	14.2	7.3
Intrinsic Viscosity	dl/g	6.76	4.37
Calculated DP	DP_w	1969	1206
Glucan	%	83.6	83.6
Xylan	%	9.2	9.0
Galactan	%	0.2	0.2
Mannan	%	6.3	6.4
Arabinan	%	0.4	0.4
Calculated Cellulose	%	81.5	81.5
Calculated Hemicelllulose	%	18.2	18.1
Lwl Fiber Length	mm	2.51	2.53
Lww Fiber Length	mm	3.28	3.26
Coarseness	mg/m	0.218	0.213
Wet Zero Span Tensile	km	9.86	6.99
Freeness (CSF)	mls	720	742
Water Retention Value	g H_2O/g pulp	0.96	0.84
DCM extractives		0.008	0.007
Iron	ppm	3.5	10.7
Ash	%	0.20	0.22
Brightness	% ISO	90.4	86.5

[0180] The treated pulp (ULDP) had a higher alkali solubility in 10% and 18% NaOH and a higher aldehyde and total carbonyl content. The ULDP was significantly lower in DP as measured by 0.5% Capillary CED viscosity. The decrease in fiber integrity was also determined by a reduction in wet zero span tensile strength. Despite the significant reduction in DPw, the fiber length and freeness were essentially unchanged. There were no deleterious effects on drainage or board making on the machine.

EXAMPLE 15

[0181] The E2 (EP) stage of a OD(EO)D(EP)D sequence was altered to produce the ultra low degree of polymerization pulp in a similar manner as Example 13. In this example, the $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ was added at 75 ppm as Fe^{+2} and the hydrogen peroxide applied in the E2 stage was 0.6%. The pH of the treatment stage was 3.0, the temperature was 82° C, and the retention time was approximately 80 minutes. The pulp was washed and then treated in a D2 stage with 0.2% ClO_2 at 92° C for approximately 150 minutes. The 0.5% Capillary CED viscosity of the fully bleached pulp was 5.5 mPa•s (DPw 914) and the ISO brightness was 88.2.

EXAMPLE 16

[0182] The pulp produced in Example 15 was made into a pulp board on a Fourdrinier type pulp dryer with an airborne Flakt™ dryer section. Samples of a standard pulp and the pulp of the present invention (ULDP) were collected and analyzed for chemical composition and fiber properties. The results are shown in Table 15.

Table 15

Property		Standard	ULDP
R10	%	86.8	82.4
S10	%	13.2	17.6
R18	%	87.0	85.4
S18	%	13.0	14.6
ΔR		0.2	3.0
Carboxyl	meq/100 g	3.13	3.70
Aldehydes	meq/100 g	0.97	2.15
Copper No.		0.51	1.3
Calculated Carbonyl	mmole/100 g	0.73	2.05
0.5% Capillary CED Viscosity	mPa•s	15.0	6.5
Intrinsic Viscosity	dl/g	7.14	4.33
Calculated DP	DP_w	2036	1084
Glucan	%	83.0	84.6
Xylan	%	9.0	9.4
Galactan	%	0.2	0.2
Mannan	%	5.9	5.3
Arabinan	%	0.4	0.3
Calculated Cellulose	%	81.0	82.8
Calculated Hemicelllulose	%	17.5	17.0
Lwl Fiber Length	mm	2.55	2.53
Lww Fiber Length	mm	3.29	3.34
Coarseness	mg/m	0.218	0.234
Wet Zero Span Tensile	km	9.38	6.83
Freeness (CSF)	mls	738	737
Iron	ppm	1.6	4.4
Brightness	% ISO	89.6	88.2

[0183] The treated pulp (ULDP) had a higher alkali solubility in 10% and 18% NaOH and a higher aldehyde and total carbonyl content. The ULDP was

significantly lower in DP as measured by 0.5% Capillary CED viscosity and lower wet zero span breaking length. The brightness was still an acceptable value of 88.2. The treatment preserved the fiber length and freeness and there were no operational issues forming and drying the board.

[0184]

EXAMPLE 17

[0185] The E2 (EP) stage of a OD(EO)D(EP)D sequence was altered to produce a low degree of polymerization pulp in a similar manner as Example 13. In this case the $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ was added at 25 ppm as Fe^{+2} and the hydrogen peroxide applied in the E2 stage was 0.2%. The pH of the treatment stage was 3.0, the temperature was 82º C and the retention time was approximately 80 minutes. The pulp was washed then treated in a D2 stage with 0.2% ClO_2 at 92º C for approximately 150 minutes. The 0.5% Capillary CED viscosity of the fully bleached pulp was 8.9 mPa•s (DPw 1423) and the ISO brightness was 89.

EXAMPLE 18

[0186] The pulp produced in Example 15 was made into a pulp board on a Fourdrinier type pulp dryer with an airborne Flakt™ dryer section. Samples of a standard pulp and the low degree of polymerization pulp of the present invention (LDP) were collected and analyzed for chemical composition and fiber properties. The results are shown in Table 16.

Table 16

Property		Standard	LDP
R10	%	86.8	85.2
S10	%	13.2	14.8
R18	%	87.0	87.2
S18	%	13.0	12.8
ΔR		0.2	2.0
Carboxyl	meq/100 g	3.13	3.53
Aldehydes	meq/100 g	0.97	1.24
Copper No.		0.51	1.2
Calculated Carbonyl	mmole/100 g	0.73	1.88
0.5% Capillary CED Viscosity	mPa•s	15.0	8.9
Intrinsic Viscosity	dl/g	7.14	5.44
Calculated DP	DP_w	2036	1423
Glucan	%	83.0	85.9
Xylan	%	9.0	8.8
Galactan	%	0.2	0.2
Mannan	%	5.9	5.4
Arabinan	%	0.4	0.3
Calculated Cellulose	%	81.0	84.1
Calculated Hemicelllulose	%	17.5	16.5
Lwl Fiber Length	mm	2.55	2.57
Lww Fiber Length	mm	3.29	3.34
Coarseness	mg/m	0.218	0.222
Iron	ppm	1.6	5.5
Brightness	% ISO	89.6	89.0

[0187] The treated pulp (LDP) had a higher alkali solubility in 10% and 18% NaOH and a higher aldehyde and total carbonyl content. The LDP was lower in DP as measured by 0.5% Capillary CED viscosity. There was a minimal

loss in brightness. The treatment preserved the fiber length and there were no operational issues forming and drying the board.

EXAMPLE 19

[0188] The pulp boards described in Example 14 were fiberized and airformed into 4"x7" pads using a Kamas Laboratory Hammermill (Kamas Industries, Sweden). The airformed pads were then compressed at various gauge pressures using a laboratory press. After pressing, the pad caliper was measured using an Emveco microgage caliper gage model 200-A with a foot pressure of 0.089 psi. Pad density was calculated from the pad weight and caliper. The results are depicted in Table 17.

Table 17

Gauge Pressure	5 psi			10 psi			20 psi		
	Caliper mm	**Pad Wt** g	**Density** g/cc	**Caliper** mm	**Pad Wt** g	**Density** g/cc	**Caliper** mm	**Pad Wt** g	**Density** g/cc
Standard Kraft Southern Pine Fiber	2.62	5.14	0.108	2.29	5.27	0.127	1.49	5.29	0.196
	2.81	5.14	0.101	2.26	5.19	0.127	1.42	5.23	0.203
Modified Kraft Southern Pine Fiber	2.51	5.16	0.114	2.13	5.33	0.138	1.23	5.39	0.242
	2.56	5.26	0.114	1.93	5.37	0.154	1.32	5.26	0.220
Percent Increase in Density			8.43			14.94			15.67

[0189] The data in Table 17 show that the modified fibers produced within the scope of this disclosure were more compressible, resulting in thinner and higher density structures more suitable for today's disposable absorbent product designs.

[0190] Without being bound by theory, it is believed that the oxidation of the cellulose disrupts the crystalline structure of the polymer, rendering it less stiff and more conformable. The fibers composed of the modified cellulose structure

then become more compressible, allowing for the production of higher density absorbent structures.

EXAMPLE 20

[0191] A Southern pine pulp was collected from the D1 stage of a OD(EO)D(EP)D sequence. The starting 0.5% Capillary CED viscosity was 14.9 mPa•s (DPw 2028). Either 1.0% or 2% hydrogen peroxide was added with 100 or 200 ppm of Fe^{+2} respectively. Other treatment conditions were 10% consistency, 80° C, and 1 hour retention time. These fluff pulps were then slurried with deionized water, wetlaid on a screen to form a fiber mat, dewatered via roller press, and dried at 250° F. The dry sheets were defibrated and airformed into 4" x 7" airlaid pads weighing 8.5 grams (air dried) using a Kamas Laboratory Hammermill (Kamas Industries, Sweden). A single, complete coverage sheet of nonwoven coverstock was applied to one face of each pad and the samples were densified using a Carver hydraulic platen press applying a load of 145 psig.

[0192] These pads were placed in individual 1.6 L airtight plastic containers having a removable lid fitted with a check valve and sampling port of ¼" ID Tygon® tubing. Before securing the lid of the container, an insult of 60 grams deionized water and 0.12 gram 50% NH_4OH at room temperature was poured into a centered 1" ID vertical tube on a delivery device capable of applying a 0.1 psi load across the entirety of the sample. Upon full absorption of the insult, the delivery device was removed from the sample, the lid, with sealed sampling port, was fitted to the container, and a countdown timer started. At the conclusion of 45 minutes, a headspace sample was taken from the sampling port with an ammonia-selective short-term gas detection tube and ACCURO® bellows pump, both available from Draeger Safety Inc., Pittsburgh, PA. The data in Table 18 show that the modified fibers produced within the scope of this disclosure were able to reduce the amount of ammonia gas in the headspace, resulting in a structure that provides suppression of a volatile malodorous compound often

cited as unpleasant in wetted incontinence products.

Table 18

Insult- 60g H_20 / 0.12g 50% NH_4OH	**0.5% CED Viscosity** (mPa·s)	**Aldehyde Content** meq/100g	**Air Laid Pad Weight** (g)	**Ammonia (ppm) @ 45mins**
Standard Kraft Southern Pine Fiber	14.9	0.23	9.16	210
Modified Kraft Southern Pine Fiber- 1.0% H_2O_2/100ppm Fe	4.7	3.26	9.11	133
Modified Kraft Southern Pine Fiber- 2.0% H_2O_2/200ppm Fe	3.8	4.32	9.23	107

EXAMPLE 21

[0193] The E2 stage of a OD(EO)D(EP)D sequence of a commercial kraft pulping facility was altered to produce the low degree of polymerization pulp in a similar manner as Example 14. In this example, the $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ was added at 100 ppm as Fe^{+2} and the hydrogen peroxide applied in the E2 stage was 1.4%. The pulp properties are shown in Table 19.

Table 19

Property		ULDP
R10	%	72.5
S10	%	27.5
R18	%	78.7
S18	%	21.3
ΔR		6.2
Carboxyl	meq/100 g	3.94
Aldehydes	meq/100 g	4.21
Copper No.		4.25
Calculated Carbonyl	mmole/100 g	6.97
0.5% Capillary CED Viscosity	mPa·s	3.50
Intrinsic Viscosity	dl/g	2.49
Calculated DP	DP_w	485
Lwl Fiber Length	mm	2.31
Coarseness	mg/m	0.19
Brightness	% ISO	88.5

[0194] The modified chemical cellulose produced was made into a pulp board on a Fourdrinier type pulp dryer with an airborne Flakt™ dryer section. Samples of this product and control kraft pulp board were defibrated using the Kamas laboratory hammermill. Optical analysis of fiber properties were performed on both pre and post Kamas mill samples via HiRes Fiber Quality Analyzer available from Optest Equipment, Inc., Hawkesbury, ON, Canada, according to the manufacturer's protocols. The results are depicted in the table below.

Table 20

Property	Control	ULDP	Control post-hammermill	ULDP post-hammermill
Kink index	1.79	2.29	1.51	2.32
Kink angle	59.15	79.56	48.52	80.26
Kinks per mm	0.81	1.07	0.68	1.06
Curl Index (length weighted)	0.171	0.211	0.149	0.225

[0195] As can be seen in Table 20, the ULDP fibers prepared in accordance with the disclosure have higher kink and curl than control fibers not treated with iron and peroxide.

[0196] The defibrated fibers above were airformed into 4” x 7” pads weighing 4.25 grams (air-dried). Sodium polyacrylate superabsorbent (SAP) granules sourced from BASF were applied evenly between two 4.25 gram pads. A full coverage nonwoven coverstock was applied to the top face of the fiber/SAP matrix and the pad was densified by a load of 145 psig applied via Carver platen press.

[0197] Synthetic urine was prepared by dissolving 2% Urea, 0.9% Sodium Chloride, and 0.24% nutrient broth (Criterion™ brand available through Hardy Diagnostics, Santa Maria, CA) in deionized water, and adding an aliquot of *Proteus Vulgaris* resulting in a starting bacterial concentration of 1.4×10^7 CFU/ml. The pad described above was then placed in a headspace chamber as described in Example 20 and insulted with 80 ml of the synthetic urine solution. Immediately after insult, the chamber was sealed and placed in an environment with a temperature of 30° C. Dräger sampling was performed in series at time intervals of four hours and seven hours. The experiment was repeated three times, and the average results are reported in Table 21.

Table 21

	% SAP add on	Ammonia (ppm) @ 4hrs	%reduction over control	Ammonia (ppm) @ 7hrs	%reduction over control
Modified Kraft Southern Pine Fiber	23	2.5		29	
Control Kraft Southern Pine Fiber	23	21.5	88	175	83
Modified Kraft Southern Pine Fiber	16.5	6.5		123	
Control Kraft Southern Pine Fiber	16.5	36.5	82	550	78
Modified Kraft Southern Pine Fiber	0	70		317	
Control Kraft Southern Pine Fiber	0	197.5	65	575	45

[0198] As can be seen from the data, atmospheric ammonia resulting from bacterial hydrolysis of urea is lower in composite structures (similar in construction to retail urinary incontinence products) incorporating modified cellulose fibers produced within the scope of this disclosure versus composite structures produced with standard kraft southern pine fibers. Thus, structures comprising modified cellulose fibers according to the disclosure had better odor control properties than standard kraft southern pine fibers.

EXAMPLE 22 -COMPARISON OF 4TH STAGE TO POST-BLEACH TREATMENT

[0199] A Southern pine pulp was collected from the D1 stage of a OD(EO)D1(EP)D2 sequence. The starting 0.5% Capillary CED viscosity was 14.1 mPa•s. Hydrogen peroxide was added as 1.5% based on the dry weight of the pulp with 150 ppm of Fe^{+2}. As used herein, “P*” is used to indicate an iron and hydrogen peroxide treatment stage The treatment was conducted at 10% consistency at a temperature of 78º C for 1 hour in the fourth stage of the

sequence. This treated pulp was then washed and bleached in D2 stage with 0.25% ClO_2 for 2 hours at 78° C. The results are shown in Table 22.

Table 22

Stage	Chemical added		pH	0.5% Capillary CED Viscosity	ΔViscosity	DPw	Bright-ness	Length weighted Fiber Length
	% on pulp		final	mPa•s			% ISO	mm
D1				14.1		1960	83.5	
P*	1.5% H_2O_2	150 ppm Fe^{+2}	3.1				82.0	
D2	0.25% ClO_2		2.7	3.7	10.4	540	89.5	2.20

[0200] The D2 sample above was also tested for brightness reversion by placing it in an oven at 105° C for 1 hour. The brightness as well as L* (whiteness), a* (red to green), and b* (blue to yellow) values were measured by a Hunterlab MiniScan, according to the manufacturer's protocols, before and after the reversion treatment. The results are shown in Table 23 below. More positive b values indicate a more yellow color. Thus, higher b values are undesirable in most paper and pulp applications. Post color number, reported below, represents the difference in the ratio k/s before and after aging, where k = absorption coefficient and s = scattering coefficient. i.e.,post color no. = 100{ $(k/s)_{\text{after aging}} - (k/s)_{\text{before aging}}$}. *See, e.g.*, H.W. Giertz, *Svensk Papperstid.*, 48(13), 317 (1945).

Table 23 Brightness Reversion

Stage	L*	a*	b*	Brightness	ΔBrightness	Post Color No.
D1	96.89	-0.28	5.13	85.8		
DP*D initial	97.89	-0.47	2.96	90.8		
DP*D reverted	96.08	-0.55	8.01	80.4	10.4	1.92

[0201] A Southern pine pulp was collected from the D2 stage of the same bleach plant as above with the same starting Capillary CED viscosity and was

treated with hydrogen peroxide and Fe^{+2} as described above. Hydrogen peroxide was added as 1.5% based on the dry weight of the pulp with 150 ppm of Fe^{+2}. The properties of this treated pulp are depicted in Table 24.

Table 24

Stage	Chemical added		pH	0.5% Capillary CED Viscosity	ΔViscosity	DPw	Brightness	Length weighted Fiber Length
	% on pulp		final	mPa•s			% ISO	mm
D2				14.1		1960	90.2	
P*	1.5% H_2O_2	150 ppm Fe^{+2}	2.8	3.5	10.6	485	86.8	2.17

[0202] The P* pulp was tested for brightness reversion as described above. The results are depicted in Table 25 below.

Table 25 Brightness Reversion

Stage	L*	a*	b*	Brightness	ΔBrightness	Post Color No.
D2 Initial	98.34	-0.61	2.54	92.54		
D2 Reverted	97.87	-0.57	3.67	89.92	2.62	0.26
D(EP)DP* initial	97.39	-0.47	4.49	87.68		
D(EP)DP* reverted	95.25	-0.34	9.78	76.45	11.2	2.76

[0203] As can be seen from the above data, acidic catalyzed peroxide treatment in the fourth stage of a five-stage bleach plant compared to treatment following the final stage of a five-stage bleach plant results in beneficial brightness properties. In the fourth stage treatment, any brightness loss from the treatment stage can be compensated for with the final D2 bleaching stage so that a high brightness pulp is still obtained. In the case of post-bleach treatment, there is a significant brightness loss of 3.4 points that cannot be compensated for. After an accelerated brightness reversion treatment, the latter case still has a

significantly lower brightness.

EXAMPLE 23 STRENGTH DATA

[0204] The strength of fluff pulp produced from modified cellulose with a viscosity of 5.1 mPa·s according to the disclosure was compared with conventional fluff pulp having a viscosity of 15.4 mPa·s. The results are depicted in Table 26 below.

Table 26

	Control Fluff	Modified Cellulose
Basis Wt., gm/m^2 AD	65.12	68.15
Basis Wt., gm/m^2 OD	60.56	63.38
Freeness CSF, mls	732	717
Caliper, in/1000	4.88	5.09
Bulk, cm^3/gm	1.90	1.90
Apparent Density, gm/cm^3	0.53	0.53
Porosity, sec/100 mls air	0.59	0.67
Burst Factor, (gm/cm^2)/(gm/m^2)	16.6	14.0
Tear Factor, gf*m^2/gm	242	198
Breaking Length, km	2.52	2.49
Stretch, %	2.76	2.48
Opacity, %	72.1	73.5
Dirt and Shives, mm^2/m^2	0.3	1.5
Viscosity, cP	15.4	5.1
ISO Brightness	88.9	88.9
Frazier Porosity, cfm	45.4	55.1
Fiber Length, mm	2.636	2.661
Shape Factor, %	85.8	85.8

EXAMPLE 24 DERIVATIZATION OF MODIFIED CELLULOSE

[0205] A sample of ULDP from Example 21 was acid hydrolyzed with 0.05 M HCl at 5% consistency for 3 hours at 122° C. The initial pulp from the D1 stage, the ULDP, and the acid hydrolyzed ULDP were tested for average molecular weight or degree of polymerization by the method below.

[0206] Three pulp samples were grounded to pass a 20 mesh screen. Cellulose samples (15 mg) were placed in separate test tubes equipped with micro stir bars and dried overnight under vacuum at 40 ºC. The test tubes were then capped with rubber septa. Anhydrous pyridine (4.00 mL) and phenyl isocyanate (0.50 mL) were added sequentially via syringe. The test tubes were placed in an oil bath at 70 ºC and allowed to stir for 48 h. Methanol (1.00 mL) was added to quench any remaining phenyl isocyanate. The contents of each test tube were then added dropwise to a 7:3 methanol/water mixture (100 mL) to promote precipitation of the derivatized cellulose. The solids were collected by filtration and then washed with methanol/water (1 x 50 mL) followed by water (2 x 50 mL). The derivatized cellulose was then dried overnight under vacuum at 40 ºC. Prior to GPC analysis the derivatized cellulose was dissolved in THF (1 mg/mL), filtered through a 0.45 μm filter, and placed in a 2 mL auto-sampler vial. The resulting DPw and DPn (number average degree of polymerization) are reported in Table 27 below.

Table 27 DPn and DPw test results

Sample	Mn (g/mol)	Mw (g/mol)	DPn	DPw
D1	1.4601e5	2.2702e6	281	4374
ULDP	4.0775e4	7.4566e5	78	1436
Acid Hydrolyzed ULDP	2.52.5e4	1.8966e5	48	365

[0207] As can be seen in the above table, modified cellulose after acid hydrolysis according to the disclosure can have a DPn of 48.

EXAMPLE 25

[0208] Leaf River ULDP fibers and standard softwood fibers were made into handsheets by slurrying the fiber, adjusting the pH to about 5.5, and then adding, as a temporary wet strength agent, a glyoxylated polyacrylamide from Kemira Chemicals. The fibers were then formed, pressed into sheets and dried. The characteristics of the sheets were measured by known methods. The results are reported in Table 28 below.

Table 28 Handsheet properties

		LR SW (Control)				ULDP			
TWS	**#T**	0	10	20	40	0	10	20	40
Titratable Charge	mL/10 mL 10-3N	-0.166	+0.204	+0.389	+2.899	-0.143	-0.134	+0.474	+1.919
Basis Weight	#/R	15.11	16.19	15.59	14.64	15.75	14.83	13.08	15.3
	g/m2	24.59	26.35	25.37	23.83	25.63	24.14	21.29	24.9
Bulk	1-ply Caliper, mils	3.68	3.78	3.80	4.04	3.80	3.72	4.12	4.08
	Bulk, cm3/g	3.80	3.64	3.80	4.31	3.77	3.91	4.92	4.16
Dry Tensile	**Tensile, g/1"**	747	1335	1187	1118	716	825	866	864
	Breaking Length, km	1.196	1.995	1.842	1.847	1.100	1.346	1.602	1.366
	Stretch, %	2.6	3.2	2.9	3.0	2.2	2.7	3.3	2.9
	T.E.A., mm-gm/mm^2	0.10	0.28	0.21	0.21	0.06	0.11	0.17	0.12
Wet Tensile	**Tensile, g/1"**	4	209	218	256	23	148	200	168
	Breaking Length, km	0.0064	0.3123	0.3383	0.423	0.0353	0.2414	0.3699	0.2656
SAT	**Capacity, g/m^2**	205.9	194.7	187.0	190.9	185.0	173.0	182.0	202.0
	Rate, g/s$^{0.5}$	0.06	0.08	0.07	0.05	0.08	0.07	0.07	0.10
	Time, s	89.6	59.1	59.2	83.8	55.5	50.0	57.7	49.9
Wet/Dry ratio		1%	16%	18%	23%	3%	18%	23%	19%

[0209] As can be seen in the above Table 28, ULDP according to the

disclosure may be used in production of wet pressed paper. As is shown in Figure 2, the wet/dry ratio of the handsheets formed from ULDP is higher than the wet/dry ratio of comparative sheets made from only standard southern softwood.

OTHER INVENTIVE EMBODIMENTS

[0210] Although the Applicants' presently desired inventions are defined in the attached claims, it is to be understood that the invention may also be defined in accordance with the following embodiments, which are not necessarily exclusive or limiting of those claimed:

A. A fiber derived from a bleached softwood or hardwood kraft pulp, in which the fiber has a 0.5% capillary CED viscosity of about 13 mPa•s or less, preferably less than about 10 mPa•s, more preferably less than 8 mPa•s, still more preferably less than about 5 mPa•s, or further still more preferably less than about 4 mPa•s.

B. A fiber derived from a bleached softwood kraft pulp, in which the fiber has an average fiber length of at least about 2 mm, preferably at least about 2.2 mm, for instance at least about 2.3 mm, or for example at least about 2.4 mm, or for example about 2.5 mm, more preferably from about 2 mm to about 3.7 mm, still more preferably from about 2.2 mm to about 3.7 mm.

C. A fiber derived from a bleached hardwood kraft pulp, in which the fiber has an average fiber length of at least about 0.75 mm, preferably at least about 0.85 mm, or at least about 0.95 mm, or more preferably at least about 1.15, or ranging from about 0.75 mm to about 1.25 mm.

D. A fiber derived from a bleached softwood kraft pulp, in which the fiber has a 0.5% capillary CED viscosity of about 13 mPa•s or

less, an average fiber length of at least about 2 mm, and an ISO brightness ranging from about 85 to about 95.

E. A fiber according any of the embodiments A-D, in which the viscosity ranges from about 3.0 mPa•s to about 13 mPa•s, for example from about 4.5 mPa•s to about 13 mPa•s, preferably from about 7 mPa•s to about 13 mPa•s, or for example from about 3.0 mPa•s to about 7 mPa•s, preferably from about about 3.0 mPa•s to about 5.5 mPa•s.

F. A fiber according to embodiments A-D, in which the viscosity is less than about 7 mPa•s.

G. A fiber according to embodiments A-D, in which the viscosity is at least about 3.5 mPa•s.

H. A fiber according to embodiments A-D, in which the viscosity is less than about 4.5 mPa•s.

I. A fiber according to embodiments A-D, in which the viscosity is at least about 5.5 mPa•s

J. A fiber according to embodiment E, in which the viscosity is no more than about 6 mPa•s.

K. A fiber according to one of the embodiments above, in which the viscosity is less than about 13 mPa•s.

L. A fiber according to one of embodiments A-B and D-K, in which the average fiber length is at least about 2.2 mm.

M. A fiber according to one of embodiments A-B and D-L, in which the average fiber length is no more than about 3.7 mm.

N. A fiber according to one of embodiments A-M, in which the fiber has an S10 caustic solubility ranging from about 16% to about 30%, preferably from about 16% to about 20%.

O. A fiber according to one of embodiments A-M, in which the fiber has an S10 caustic solubility ranging from about 14% to about 16%.

P. A fiber according to one of embodiments A-O, in which the fiber has an S18 caustic solubility ranging from about 14% to about 22%, preferably from about 14% to about 18%, more preferably from about 14% to about 16%.

Q. A fiber according to one of embodiments A-P, in which the fiber has an S18 caustic solubility ranging from about 14% to about 16%.

R. A fiber according to one of embodiments A-Q, in which the fiber has a ΔR of about 2.9 or greater.

S. A fiber according to one of embodiments A-Q, in which the fiber has a ΔR or about 3.0 or greater, preferably about 6.0 or greater.

T. A fiber according to one of embodiments A-S, in which the fiber has a carboxyl content ranging from about 2 meq/100 g to about 8 meq/100 g, preferably from about 2 meq/100 g to about 6 meq/100 g, more preferably from about 3 meq/100 g to about 6 meq/100 g.

U. A fiber according to one of embodiments A-S, in which the fiber has a carboxyl content of at least about 2 meq/100g.

V. A fiber according to one of embodiments A-S, in which the fiber has a carboxyl content of at least about 2.5 meq/100g.

W. A fiber according to one of embodiments A-S, in which the fiber has a carboxyl content of at least about 3 meq/100g.

X. A fiber according to one of embodiments A-S, in which the fiber has a carboxyl content of at least about 3.5 meq/100g.

Y. A fiber according to one of embodiments A-S, in which the fiber has a carboxyl content of at least about 4 meq/100g.

Z. A fiber according to one of embodiments A-S, in which the fiber has a carboxyl content of at least about 4.5 meq/100g.

AA. A fiber according to one of embodiments A-S, in which the fiber has a carboxyl content of at least about 5 meq/100g.

BB. A fiber according to one of embodiments A-S, in which the fiber has a carboxyl content of about 4 meq/100g.

CC. A fiber according to one of embodiments A-BB, in which the fiber has an aldehyde content ranging from about 1 meq/100 g to about 9 meq/100 g, preferably from about 1 meq/100g to about 3 meq/100 g.

DD. A fiber according to one of embodiments A-BB, in which the fiber has an aldehyde content of at least about 1.5 meq/100g.

EE.

FF. A fiber according to one of embodiments A-BB, in which the fiber has an aldehyde content of at least about 2.0 meq/100g.

GG. A fiber according to one of embodiments A-BB, in which the fiber has an aldehyde content of at least about 2.5 meq/100g.

HH. A fiber according to one of embodiments A-BB, in which the fiber has an aldehyde content of at least about 3.0 meq/100g.

II. A fiber according to one of embodiments A-BB, in which the fiber has an aldehyde content of at least about 3.5 meq/100g.

JJ. A fiber according to one of embodiments A-BB, in which the fiber has an aldehyde content of at least about 4.0 meq/100g.

KK. A fiber according to one of embodiments A-BB, in which the fiber has an aldehyde content of at least about 5.5 meq/100g.

LL. A fiber according to one of embodiments A-BB, in which the fiber has an aldehyde content of at least about 5.0 meq/100g.

MM. A fiber according to one of embodiments A-MM, in which the fiber has a carbonyl content as determined by copper number of greater than about 2, preferably greater than about 2.5, more preferably greater than about 3, or a carbonyl content as determined by copper number of from about 2.5 to about 5.5, preferably from about 3 to about 5.5, more preferably from about 3 to about 5.5, or the fiber has a carbonyl content as determined by copper number of from about 1 to about 4.

NN. A fiber according to one of embodiments A-NN, in which the carbonyl content ranges from about 2 to about 3.

OO. A fiber according to one of embodiments A-NN, in which the fiber has a carbonyl content as determined by copper number of about 3 or greater.

PP. A fiber according to one of embodiments A-NN, in which the fiber has a ratio of total carbonyl to aldehyde content ranging from about 0.9 to about 1.6.

QQ. A fiber according to one of embodiments A-NN, in which the ratio of total carbonyl to aldehyde content ranges from about 0.8 to about 1.0.

RR. A fiber according to one of the embodiments above, in which the fiber has a Canadian Standard Freeness ("freeness") of at least about 690 mls, preferably at least about 700 mls, more preferably at least about 710 mls, or for example at least about 720 mls or about 730 mls.

SS. A fiber according to one of the embodiments above, in which the fiber has a freeness of at least about 710 mls.

TT. A fiber according to one of the embodiments above, in which the fiber has a freeness of at least about 720 mls.

UU. A fiber according to any one of embodiments above, in which the fiber has a freeness of at least about 730 mls.

VV. A fiber according to one of the embodiments above, in which the fiber has a freeness of no more than about 760 mls.

WW. A fiber according to one of embodiments A-WW, in which the fiber has a fiber strength, as measured by wet zero span breaking length, ranging from about 4 km to about 10 km.

XX. A fiber according to one of embodiments A-WW, in which the fiber has a fiber strength ranging from about 5 km to about 8km.

YY. A fiber according to one of embodiments A-WW, in which the fiber has a fiber strength, measured by wet zero span breaking length, of at least about 4 km.

ZZ. A fiber according to one of embodiments A-WW, in which the fiber has a fiber strength, measured by wet zero span breaking length, of at least about 5 km.

AAA. A fiber according to one of embodiments A-WW, in which the fiber has a fiber strength, measured by wet zero span breaking length, of at least about 6 km.

BBB. A fiber according to one of embodiments A-WW, in which the fiber has a fiber strength, measured by wet zero span breaking length, of at least about 7 km.

CCC. A fiber according to one of embodiments A-WW, in which the fiber has a fiber strength, measured by wet zero span breaking length, of at least about 8 km.

DDD. A fiber according to one of embodiments A-WW, in which the fiber has a fiber strength, measured by wet zero span breaking length, ranging from about 5 km to about 7 km.

EEE. A fiber according to one of embodiments A-WW, in which the fiber has a fiber strength, measured by wet zero span breaking length, ranging from about 6 km to about 7 km.

FFF. A fiber according to one of the embodiments above, in which the ISO brightness ranges from about 85 to about 92, preferably from about 86 to about 90, more preferably from about 87 to about 90 or from about 88 to about 90 ISO.

GGG. A fiber according to one of the embodiments above, in which the ISO brightness is at least about 85, preferably at least about 86, more preferably at least about 87, particularly at least about 88, more particularly at least about 89 or about 90 ISO.

HHH. A fiber according to one of embodiments A-FFF, in which the ISO brightness is at least about 87.

III. A fiber according to one of embodiments A-FFF, in which the ISO brightness is at least about 88.

JJJ. A fiber according to one of embodiments A-FFF, in which the ISO brightness is at least about 89.

KKK. A fiber according to one of embodiments A-FFF, in which the ISO brightness is at least about 90.

LLL. A fiber according to any of the embodiments above, wherein the fiber has about the same length as standard kraft fiber.

MMM. A fiber according to one of embodiments A-S and SS-MMM, having higher carboxyl content than standard kraft fiber.

NNN. A fiber according to one of embodiments A-S and SS-NNN, having higher aldehyde content than standard kraft fiber.

OOO. A fiber according to embodiments A-S and SS-MMM, having a ratio of total aldehyde to carboxyl content of greater than about 0.3, preferably greater than about 0.5, more preferably greater than about 1.4, or for example ranging from about 0.3 to about 0.5, or ranging from about 0.5 to about 1, or ranging from about 1 to about 1.5.

PPP. A fiber according to any of the embodiments above, having a higher kink index than standard kraft fiber, for example having a kink index ranging from about 1.3 to about 2.3, preferably from about 1.7 to about 2.3, more preferably from about 1.8 to about 2.3 or ranging from about 2.0 to about 2.3.

QQQ. A fiber according to any of the embodiments above, having a length weighted curl index ranging from about 0.11 to about 0.2, preferably from about 0.15 to about 0.2.

RRR. A fiber according to any of the embodiments above, having a lower crystallinity index than standard kraft fiber, for example a crystallinity index reduced from about 5% to about 20% relative to standard kraft fiber, preferably from about 10% to about 20%, more preferably reduced from 15% to 20% relative to standard kraft fiber.

SSS. A fiber according to any of the embodiments above, in which the R10 value ranges from about 65% to about 85%, preferably from about 70% to about 85%, more preferably from about 75% to about 85%.

TTT. A fiber according to any of the embodiments above, in which the R18 value ranges from about 75% to about 90%, preferably from about 80% to about 90%, more preferably from about 80% to about 87%.

UUU. A fiber according to any of the embodiments above, in which the fiber has odor control properties.

VVV. A fiber according to any of the embodiments above, in which the fiber reduces atmospheric ammonia concentration at least 40% more than standard kraft fiber, preferably at least about 50% more, more preferably at least about 60% more, in particular at least about 70% more, or at least about 75% more, more particularly at least about 80% more or about 90% more.

WWW. A fiber according to any of the embodiments above, in which the fiber absorbs from about 5 to about 10 ppm ammonia per gram of fiber, preferably from about 7 to about 10 ppm, more preferably from about 8 to about 10 ppm ammonia per gram of fiber.

XXX. A fiber according to any of the embodiments above, in which the fiber has an MEM Elution Cytotoxicity Test value of less than 2, preferably less than about 1.5, more preferably less than about 1.

YYY. A fiber according to any of the embodiments above, in which the copper number is less than 2, preferably less than 1.9, more preferably less than 1.8, still more preferably less than 1.7.

ZZZ. A fiber according to any of embodiments A-YYY having a kappa number ranging from about 0.1 to about 1, preferably from about 0.1 to about 0.9, more preferably from about 0.1 to about 0.8, for instance from about 0.1 to about 0.7 or from about 0.1 to about 0.6 or from about 0.1 to about 0.5, more preferably from about 0.2 to about 0.5.

AAAA. A fiber according to any of the embodiments above, having a hemicellulose content substantially the same as standard kraft

fiber, for instance, ranging from about 16% to about 18% when the fiber is a softwood fiber or ranging from about 18% to about 25% when the fiber is a hardwood fiber.

BBBB. A fiber according to any of the embodiments above, in which the fiber exhibits antimicrobial and/or antiviral activity.

CCCC. A fiber according to any of embodiments B-C or L-CCCC, in which the DP ranges from about 350 to about 1860, for example from about 710 to about 1860, preferably from about 350 to about 910, or for example from about 1160 to about 1860.

DDDD. A fiber according to any of embodiments B-C or L-CCCC, in which the DP is less than about 1860, preferably less than about 1550, more preferably less than about 1300, still more preferably less than about 820, or less than about 600.

EEEE. A fiber according to any of the embodiments above, in which the fiber is more compressible and/or embossible than standard kraft fiber.

FFFF. A fiber according to embodiments A-OOO, in which the fiber may be compressed to a density of at least about 0.210 g/cc, preferably at least about 0.220 g/cc, more preferably at least about 0.230 g/cc, particularly at least about 0.240 g/cc.

GGGG. A fiber according to embodiments A-OOO, in which the fiber can be compressed to a density of at least about 8% higher than the density of standard kraft fiber, particularly ranging from about 8% to about 16% higher than the density of standard kraft fiber, preferably from about 8% to about 10%, or from about 12% to about 16% higher, more preferably from about 13% to about 16% higher, more preferably from about 14% to about 16% higher, in particular from about 15% to about 16% higher.

[0211] A number of embodiments have been described. Nevertheless, it will be understood that various modifications may be made without departing from the spirit and scope of the disclosure. Accordingly, other embodiments are within the scope of the following claims.

We Claim:

1. A chemically modified kraft fiber comprising cellulose which has been treated by catalytic oxidation to increase the number of aldehyde groups on the cellulose improving odor control while retaining an ISO brightness of at least about 85.

2. The fiber of claim 1, wherein the ISO brightness is at least about 87.

3. The fiber of claim 1, wherein the ISO brightness is at least about 90.

4. The fiber of claim 1, having a degree of polymerization of from about 350 to about 1860.

5. The fiber of claim 4, having a degree of polymerization of from about 350 to about 910.

6. The fiber of claim 4, having a degree of polymerization of from about 1160 to about 1860.

7. The fiber of claim 1, having an aldehyde content ranging from 1 meq/100 g to about 9 meq/100 g.

8. The fiber of claim 7, having an aldehyde content ranging from about 1 meq/100g to about 3 meq/100 g.

9. The fiber of claim 1, which reduces atmospheric ammonia concentration at least 40% more than standard kraft fiber.

10. The fiber of claim 1, which reduces atmospheric ammonia concentration at least 50% more than standard kraft fiber.

11. The fiber of claim 1, wherein the fiber absorbs from about 5 to about 10 ppm ammonia per gram of fiber.

12. The fiber of claim 1, wherein the fiber absorbs from about 7 to about 10 ppm ammonia per gram of fiber.

13. The fiber of claim 1 having a viscosity of less than about 13 mPa•s.

14. The fiber of claim 1 having a viscosity of less than about 10 mPa•s.

15. The fiber of claim 1 having a viscosity of less than about 8 mPa•s.

16. The fiber of claim 1 having a viscosity of less than about 5 mPa•s.

17. The fiber of claim 1 having a viscosity of less than about 4 mPa•s.

18. The fiber of claim 1, having a carboxyl content ranging from about 2 meq/100 g to about 8 meq/100 g.

19. The fiber of claim 1, having a carboxyl content ranging from about 2 meq/100 g to about 6 meq/100 g.

20. The fiber of claim 1, having a copper number of greater than about 2.

21. The fiber of claim 1, having a copper number of greater than about 2.5.

22. The fiber of claim 1, having a copper number of greater than about 3.

23. The fiber of claim 1, having a ratio of total carbonyl to aldehyde ranging from about 0.9 to about 1.6.

24. The fiber of claim 1, having a Canadian Standard Freeness ("freeness") of at least about 690 mls.

25. The fiber of claim 1, having a Canadian Standard Freeness ("freeness") of at least about 700 mls.

26. The fiber of claim 1, having a Canadian Standard Freeness ("freeness") of at least about 710 mls.

27. The fiber of claim 1, having an S10 caustic solubility ranging from about 14% to about 30%.

28. The fiber of claim 1, having an S10 caustic solubility ranging from about 14% to about 20%.

29. The fiber of claim 1, having an S18 caustic solubility ranging from about 14% to about 22%.

30. The fiber of claim 1, having an S18 caustic solubility ranging from about 14% to about 18%.

31. The fiber of claim 1, having a kink index ranging from about 1.3 to about 2.3.

32. The fiber of claim 1, having a kink index ranging from about 1.7 to about 2.3.

33. The fiber of claim 1, having a kink index ranging from about 2.0 to about 2.3.

34. The fiber of claim 1, having a weighted curl index ranging from about 1.1 to about 0.2.

35. The fiber of claim 1, having a weighted curl index ranging from about 1.5 to about 0.2.

36. The fiber of claim 1, having a R10 value ranging from about 65% to about 85%.

37. The fiber of claim 1, having a R10 value ranging from about 70% to about 85%.

38. The fiber of claim 1, having a R10 value ranging from about 75% to about 85%.

39. The fiber of claim 1, having a R18 value ranging from about 75% to about 90%.

40. The fiber of claim 1, having a R18 value ranging from about 80% to about 90%.

41. The fiber of claim 1, having a ΔR of about 2.9 or greater.

42. The fiber of claim 1, having a ΔR of about 3.0 or greater.

43. The fiber of claim 1, having a ΔR of about 6.0 or greater.

44. The fiber of claim 1, wherein the fiber is softwood fiber and having a hemicellulose content of from about 16% to about 18%

45. The fiber of claim 1, wherein the fiber is softwood fiber and having a fiber length of at least about 2 mm.

46. The fiber of claim 1, wherein the fiber is softwood fiber and having a fiber length of at least about 2.2 mm.

47. The fiber of claim 1, wherein the fiber is softwood fiber and having a fiber length of at least about 2.4 mm.

48. The fiber of claim 1, wherein the fiber is hardwood fiber and having a hemicellulose content of from about 18% to about 25%.

49. The fiber of claim 1, wherein the fiber is hardwood and having a fiber length of at least about 0.75 mm.

50. The fiber of claim 1, wherein the fiber is hardwood fiber and having a fiber length of at least about 0.85 mm.

51. The fiber of claim 1, wherein the fiber is hardwood fiber and having a fiber length of at least about 0.95 mm.

52. The fiber of claim 1, wherein the fiber is compressible and can be compressed to a density of at least about 8% greater than standard kraft fiber.

53. The fiber of claim 1, wherein the fiber is compressible and can be compressed to a density of from about 8% to about 16% greater than standard kraft fiber.

54. A kraft fiber having an ISO brightness of at least about 87, having a degree of polymerization of from about 350 to about 1860, having an aldehyde content ranging from 1 meq/100 g to about 9 meq/100 g and which reduces atmospheric ammonia concentration at least 40% more than standard kraft fiber.

55. A chemically modified kraft fiber exhibiting a Canadian Standard Freeness ("freeness") of at least about 690 mls and which can be compressed to a density of at least about 8% greater than standard kraft fiber.

56. The fiber of claim 55, having a Canadian Standard Freeness ("freeness") of at least about 700 mls.

57. The fiber of claim 55, having a Canadian Standard Freeness ("freeness") of at least about 710 mls.

58. The fiber of claim 55, wherein the fiber is compressible and can be compressed to a density of from about 8% to about 16% greater than standard kraft fiber.

59. The fiber of claim 55, having a degree of polymerization of from about 350 to about 1860.

60. The fiber of claim 59, having a degree of polymerization of from about 350 to about 910.

61. The fiber of claim 59, having a degree of polymerization of from about 1160 to about 1860.

62. The fiber of claim 55, wherein the ISO brightness is at least about 85.

63. The fiber of claim 55, wherein the ISO brightness is at least about 87.

64. The fiber of claim 55, wherein the ISO brightness is at least about 90.

65. The fiber of claim 55, wherein the fiber is softwood fiber and having a hemicellulose content of from about 16% to about 18%.

66. The fiber of claim 55, wherein the fiber is softwood fiber and having a fiber length of at least about 2 mm.

67. The fiber of claim 55, wherein the fiber is softwood fiber and having a fiber length of at least about 2.2 mm.

68. The fiber of claim 55, wherein the fiber is softwood fiber and having a fiber length of at least about 2.4 mm.

69. The fiber of claim 55, wherein the fiber is hardwood fiber and having a hemicellulose content of from about 18% to about 25%

70. The fiber of claim 55, wherein the fiber is hardwood and having a fiber length of at least about 0.75 mm.

71. The fiber of claim 55, wherein the fiber is hardwood fiber and having a fiber length of at least about 0.85 mm.

72. The fiber of claim 55, wherein the fiber is hardwood fiber and having a fiber length of at least about 0.95 mm.

73. The fiber of claim 55, having an aldehyde content ranging from 1 meq/100 g to about 9 meq/100 g.

74. The fiber of claim 73, having an aldehyde content ranging from about 1 meq/100g to about 3 meq/100 g.

75. The fiber of claim 55, which reduces atmospheric ammonia concentration at least 40% more than standard kraft fiber.

76. The fiber of claim 55, which reduces atmospheric ammonia concentration at least 50% more than standard kraft fiber.

77. The fiber of claim 55, wherein the fiber absorbs from about 5 to about 10 ppm ammonia per gram of fiber.

78. The fiber of claim 55, wherein the fiber absorbs from about 7 to about 10 ppm ammonia per gram of fiber.

79. The fiber of claim 55 having a viscosity of less than about 13 mPa•s.

80. The fiber of claim 55 having a viscosity of less than about 10 mPa•s.

81. The fiber of claim 55 having a viscosity of less than about 8 mPa•s.

82. The fiber of claim 55 having a viscosity of less than about 5 mPa•s.

83. The fiber of claim 55 having a viscosity of less than about 4 mPa•s.

84. The fiber of claim 55, having a carboxyl content ranging from about 2 meq/100 g to about 8 meq/100 g.

85. The fiber of claim 55, having a carboxyl content ranging from about 2 meq/100 g to about 6 meq/100 g.

86. The fiber of claim 55, having a copper number of greater than about 2.

87. The fiber of claim 55, having a copper number of greater than about 2.5.

88. The fiber of claim 55, having a copper number of greater than about 3.

89. The fiber of claim 55, having a ratio of total carbonyl to aldehyde ranging from about 0.9 to about 1.6.

90. The fiber of claim 55, having an S10 caustic solubility ranging from about 14% to about 30%.

91. The fiber of claim 55, having an S10 caustic solubility ranging from about 14% to about 20%.

92. The fiber of claim 55, having an S18 caustic solubility ranging from about 14% to about 22%.

93. The fiber of claim 55, having an S18 caustic solubility ranging from about 14% to about 18%.

94. The fiber of claim 55, having a kink index ranging from about 1.3 to about 2.3.

95. The fiber of claim 55, having a kink index ranging from about 1.7 to about 2.3.

96. The fiber of claim 55, having a kink index ranging from about 2.0 to about 2.3.

97. The fiber of claim 55, having a weighted curl index ranging from about 1.1 to about 0.2.

98. The fiber of claim 55, having a weighted curl index ranging from about 1.5 to about 0.2.

99. The fiber of claim 55, having a R10 value ranging from about 65% to about 85%.

100. The fiber of claim 55, having a R10 value ranging from about 70% to about 85%.

101. The fiber of claim 55, having a R10 value ranging from about 75% to about 85%.

102. The fiber of claim 55, having a R18 value ranging from about 75% to about 90%.

103. The fiber of claim 55, having a R18 value ranging from about 80% to about 90%.

104. The fiber of claim 55, having a ΔR of about 2.9 or greater.

105. The fiber of claim 55, having a ΔR of about 3.0 or greater.

106. The fiber of claim 55, having a ΔR of about 6.0 or greater.

107. A kraft fiber exhibiting a Canadian Standard Freeness ("freeness") of at least about 690 mls, a degree of polymerization of from about 350 to about 1860, an ISO Brightness of at least about 85, and which can be compressed to a density of at least about 8% greater than standard kraft fiber.

108. A kraft fiber exhibiting a Canadian Standard Freeness ("freeness") of at least about 690 mls, and a degree of polymerization of from about 350 to about 1860.

109. The fiber of claim 108, having a Canadian Standard Freeness ("freeness") of at least about 700 mls.

110. The fiber of claim 108, having a Canadian Standard Freeness ("freeness") of at least about 710 mls.

111. The fiber of claim 108, having a degree of polymerization of from about 350 to about 910.

112. The fiber of claim 108, having a degree of polymerization of from about 1160 to about 1860.

113. The fiber of claim 108, wherein the ISO brightness is at least about 85.

114. The fiber of claim 108, wherein the ISO brightness is at least about 87.

115. The fiber of claim 108, wherein the ISO brightness is at least about 90.

116. The fiber of claim 108, wherein the fiber is compressible and can be compressed to a density of from about 8% to about 16% greater than standard kraft fiber.

117. The fiber of claim 108, wherein the fiber is softwood fiber and having a hemicellulose content of from about 16% to about 18%.

118. The fiber of claim 108, wherein the fiber is softwood fiber and having a fiber length of at least about 2 mm.

119. The fiber of claim 108, wherein the fiber is softwood fiber and having a fiber length of at least about 2.2 mm.

120. The fiber of claim 108, wherein the fiber is softwood fiber and having a fiber length of at least about 2.4 mm.

121. The fiber of claim 108, wherein the fiber is hardwood fiber and having a hemicellulose content of from about 18% to about 25%

122. The fiber of claim 108, wherein the fiber is hardwood and having a fiber length of at least about 0.75 mm.

123. The fiber of claim 108, wherein the fiber is hardwood fiber and having a fiber length of at least about 0.85 mm.

124. The fiber of claim 108, wherein the fiber is hardwood fiber and having a fiber length of at least about 0.95 mm.

125. The fiber of claim 108, having an aldehyde content ranging from 1 meq/100 g to about 9 meq/100 g.

126. The fiber of claim 125, having an aldehyde content ranging from about 1 meq/100g to about 3 meq/100 g.

127. The fiber of claim 108, which reduces atmospheric ammonia concentration at least 40% more than standard kraft fiber.

128. The fiber of claim 108, which reduces atmospheric ammonia concentration at least 50% more than standard kraft fiber.

129. The fiber of claim 108, wherein the fiber absorbs from about 5 to about 10 ppm ammonia per gram of fiber.

130. The fiber of claim 108, wherein the fiber absorbs from about 7 to about 10 ppm ammonia per gram of fiber.

131. The fiber of claim 108, having a viscosity of less than about 13 mPa•s.

132. The fiber of claim 108, having a viscosity of less than about 10 mPa•s.

133. The fiber of claim 108, having a viscosity of less than about 8 mPa•s.

134. The fiber of claim 108, having a viscosity of less than about 5 mPa•s.

135. The fiber of claim 108, having a viscosity of less than about 4 mPa•s.

136. The fiber of claim 108, having a carboxyl content ranging from about 2 meq/100 g to about 8 meq/100 g.

137. The fiber of claim 108, having a carboxyl content ranging from about 2 meq/100 g to about 6 meq/100 g.

138. The fiber of claim 108, having a copper number of greater than about 2.

139. The fiber of claim 108, having a copper number of greater than about 2.5.

140. The fiber of claim 108, having a copper number of greater than about 3.

141. The fiber of claim 108, having a ratio of total carbonyl to aldehyde ranging from about 0.9 to about 1.6.

142. The fiber of claim 108, having an S10 caustic solubility ranging from about 14% to about 30%.

143. The fiber of claim 108, having an S10 caustic solubility ranging from about 14% to about 20%.

144. The fiber of claim 108, having an S18 caustic solubility ranging from about 14% to about 22%.

145. The fiber of claim 108, having an S18 caustic solubility ranging from about 14% to about 18%.

146. The fiber of claim 108, having a kink index ranging from about 1.3 to about 2.3.

147. The fiber of claim 108, having a kink index ranging from about 1.7 to about 2.3.

148. The fiber of claim 108, having a kink index ranging from about 2.0 to about 2.3.

149. The fiber of claim 108, having a weighted curl index ranging from about 1.1 to about 0.2.

150. The fiber of claim 108, having a weighted curl index ranging from about 1.5 to about 0.2.

151. The fiber of claim 108, having a R10 value ranging from about 65% to about 85%.

152. The fiber of claim 108, having a R10 value ranging from about 70% to about 85%.

153. The fiber of claim 108, having a R10 value ranging from about 75% to about 85%.

154. The fiber of claim 108, having a R18 value ranging from about 75% to about 90%.

155. The fiber of claim 108, having a R18 value ranging from about 80% to about 90%.

156. The fiber of claim 108, having a ΔR of about 2.9 or greater.

157. The fiber of claim 108, having a ΔR of about 3.0 or greater.

158. The fiber of claim 108, having a ΔR of about 6.0 or greater.

159. A chemically modified kraft fiber exhibiting a degree of polymerization of from about 350 to about 1860 and if the fiber is softwood, a fiber length of at least about 2.0 mm and if the fiber is hardwood, a fiber length of at least about 0.75 mm.

160. The fiber of claim 159, having a degree of polymerization of from about 350 to about 910.

161. The fiber of claim 159, having a degree of polymerization of from about 1160 to about 1860.

162. The fiber of claim 159, wherein the fiber is softwood fiber and having a fiber length of at least about 2 mm.

163. The fiber of claim 159, wherein the fiber is softwood fiber and having a fiber length of at least about 2.2 mm.

164. The fiber of claim 159, wherein the fiber is softwood fiber and having a fiber length of at least about 2.4 mm.

165. The fiber of claim 159, wherein the fiber is hardwood and having a fiber length of at least about 0.75 mm.

166. The fiber of claim 159, wherein the fiber is hardwood fiber and having a fiber length of at least about 0.85 mm.

167. The fiber of claim 159, wherein the fiber is hardwood fiber and having a fiber length of at least about 0.95 mm.

168. The fiber of claim 159, wherein the fiber is softwood fiber and having a hemicellulose content of from about 16% to about 18%.

169. The fiber of claim 159, wherein the fiber is hardwood fiber and having a hemicellulose content of from about 18% to about 25%.

170. The fiber of claim 159, wherein the ISO brightness is at least about 85.

171. The fiber of claim 159, wherein the ISO brightness is at least about 87.

172. The fiber of claim 159, wherein the ISO brightness is at least about 90.

173. The fiber of claim 159, wherein the fiber is compressible and can be compressed to a density of from about 8% to about 16% greater than standard kraft fiber.

174. The fiber of claim 159, having an aldehyde content ranging from 1 meq/100 g to about 9 meq/100 g.

175. The fiber of claim 174, having an aldehyde content ranging from about 1 meq/100g to about 3 meq/100 g.

176. The fiber of claim 159, which reduces atmospheric ammonia concentration at least 40% more than standard kraft fiber.

177. The fiber of claim 159, which reduces atmospheric ammonia concentration at least 50% more than standard kraft fiber.

178. The fiber of claim 159, wherein the fiber absorbs from about 5 to about 10 ppm ammonia per gram of fiber.

179. The fiber of claim 159, wherein the fiber absorbs from about 7 to about 10 ppm ammonia per gram of fiber.

180. The fiber of claim 159, having a viscosity of less than about 13 mPa•s.

181. The fiber of claim 159, having a viscosity of less than about 10 mPa•s.

182. The fiber of claim 159, having a viscosity of less than about 8 mPa•s.

183. The fiber of claim 159, having a viscosity of less than about 5 mPa•s.

184. The fiber of claim 159, having a viscosity of less than about 4 mPa•s.

185. The fiber of claim 159, having a carboxyl content ranging from about 2 meq/100 g to about 8 meq/100 g.

186. The fiber of claim 159, having a carboxyl content ranging from about 2 meq/100 g to about 6 meq/100 g.

187. The fiber of claim 159, having a copper number of greater than about 2.

188. The fiber of claim 159, having a copper number of greater than about 2.5.

189. The fiber of claim 159, having a copper number of greater than about 3.

190. The fiber of claim 159, having a ratio of total carbonyl to aldehyde ranging from about 0.9 to about 1.6.

191. The fiber of claim 159, having an S10 caustic solubility ranging from about 14% to about 30%.

192. The fiber of claim 159, having an S10 caustic solubility ranging from about 14% to about 20%.

193. The fiber of claim 159, having an S18 caustic solubility ranging from about 14% to about 22%.

194. The fiber of claim 159, having an S18 caustic solubility ranging from about 14% to about 18%.

195. The fiber of claim 159, having a kink index ranging from about 1.3 to about 2.3.

196. The fiber of claim 159, having a kink index ranging from about 1.7 to about 2.3.

197. The fiber of claim 159, having a kink index ranging from about 2.0 to about 2.3.

198. The fiber of claim 159, having a weighted curl index ranging from about 1.1 to about 0.2.

199. The fiber of claim 159, having a weighted curl index ranging from about 1.5 to about 0.2.

200. The fiber of claim 159, having a R10 value ranging from about 65% to about 85%.

201. The fiber of claim 159, having a R10 value ranging from about 70% to about 85%.

202. The fiber of claim 159, having a R10 value ranging from about 75% to about 85%.

203. The fiber of claim 159, having a R18 value ranging from about 75% to about 90%.

204. The fiber of claim 159, having a R18 value ranging from about 80% to about 90%.

205. The fiber of claim 159, having a ΔR of about 2.9 or greater.

206. The fiber of claim 159, having a ΔR of about 3.0 or greater.

207. The fiber of claim 159, having a ΔR of about 6.0 or greater.

208. A chemically modified kraft fiber with a level-off DP of less than 100.

209. The fiber of claim 208, wherein the level-off DP is less than 80.

210. The fiber of claim 208, wherein the level-off DP is less than 75.

211. The fiber of claim 208, wherein the level-off DP is less than 50.

212. A hydrolyzed kraft fiber exhibiting a degree of polymerization of less than 100.

213. The fiber of claim 212, wherein the degree of polymerization is less than 80.

214. The fiber of claim 212, wherein the degree of polymerization is less than 75.

215. The fiber of claim 212, wherein the degree of polymerization is less than 50.

216. A method, comprising: bleaching a kraft pulp using a multi-stage bleaching process; and, treating the kraft pulp during at least a fourth stage of the multi-stage bleaching process with acid, iron or copper and hydrogen peroxide to produce a kraft fiber having a reduced degree of polymerization relative to standard kraft pulp.

217. The method of claim 216, wherein the treatment with acid, iron or copper, and hydrogen peroxide comprises adjusting the pH of the kraft pulp to from about 2 to about 5, adding a source of iron or copper to the acidified kraft pulp, and adding hydrogen peroxide to the kraft pulp.

218. The method of claim 217, wherein: the kraft pulp has a dry weight; the iron or copper is a source of iron; the source of iron is a ferrous sulfate solution, and the ferrous sulfate solution is added at an application of from about 25 to about 200 ppm Fe^{+2} based on the dry weight of the kraft pulp and is mixed with the kraft pulp at a consistency ranging from about 1 to about 15%; and, the hydrogen peroxide is added as a solution at a concentration of from about 1 to about 50% by weight and in an amount ranging from about 0.1 to about 2% based on the dry weight of the kraft pulp.

219. The method of claim 218, wherein the ferrous sulfate solution is mixed with the kraft pulp at a consistency ranging from about 7 to about 15%.

220. The method of claim 218, wherein, the pulp at a pH of from about 2 to about 5, the Fe^{+2}, and the hydrogen peroxide are reacted for a time period ranging from about 40 to about 80 minutes at a temperature ranging from about 60 to about 80 degrees C.

221. The method of claim 218, wherein the multi-stage bleaching process is a five stage bleaching process comprising a sequence of $D_0E1D1E2D2$, and stage four (E2) is used to treat the kraft pulp with hydrogen peroxide.

222. The method of claim 221, wherein each stage comprises at least a mixer, a reactor, and a washer, and the kraft pulp is adjusted to a pH ranging from about 2 to about 5 using sulfuric acid on the D1 stage washer; the ferrous sulfate solution is added to the kraft pulp on the D1 stage washer; the peroxide is added following the ferrous sulfate at an addition point in a mixer or pump before the E2 stage tower; the kraft pulp is reacted in the E2 tower and washed on the E2 washer; and wherein the method for preparing low viscosity, bleached softwood fibers optionally comprises steam added before the E2 tower in a steam mixer.

223. The method of claim 221, wherein the kraft pulp is a softwood kraft pulp, and the kraft fiber is a softwood kraft fiber having a 0.5% Capillary CED viscosity of about 13 mPa•s or less, a brightness ranging from about 85 to about 95, and an average fiber length of at least 2 mm.

224. A method of bleaching a kraft fiber, comprising contacting the fiber with an oxidizing agent in at least one oxidation step during a bleaching process;

wherein the oxidation step increases both the carboxylic acid and aldehyde functions on the fiber and concurrently reduces the degree of polymerization of the kraft fiber.

225. The method of claim 224, wherein the fiber is not subject to refining.

226. The method of claim 224, wherein the fiber is not subjected to an alkaline bleaching stage following oxidation.

227. A fiber as made by claim 216, wherein the fiber is subjected to acid hydrolysis following bleaching.

228. A method for making a fiber having a level-off DP of 50, comprising contacting the fiber with an oxidizing agent in at least one oxidation step during a bleaching process;

acid hydrolyzing said fiber.

229. A method comprising:

bleaching a kraft pulp using a multi-stage bleaching process; and

oxidizing the kraft pulp during at least one stage of the multi-stage bleaching process with hydrogen peroxide and a catalyst, under acidic conditions to produce a kraft fiber having a reduced degree of polymerization.

230. The method of claim 229, wherein the catalyst is chosen from at least one of copper and iron.

231. The method of claim 229, wherein the multi-stage bleaching process is a five stage bleaching process.

232. The method of claim 231, wherein the oxidation is carried out in the 4th stage of bleaching.

233. The method of claim 231, wherein the oxidation is carried out in the 5th stage of bleaching.

234. The method of claim 231, wherein the bleaching is carried out in a DEDED sequence.

235. The method of claim 234, wherein the bleaching is carried out in a D_0E1D1E2D2.

236. The method of claim 234, wherein the bleaching is carried out in a D_0(EoP)D1E2D2 sequence.

237. The method of claim 234, wherein the bleaching is carried out in a D_0(EO)D1E2D2.

238. The method of claim 229, wherein the kraft pulp is a softwood pulp.

239. The method of claim 229, wherein the kraft pulp is a hardwood pulp.

240. The method of claim 229, wherein the kraft pulp is subjected to digestion prior to bleaching.

241. The method of claim 240, wherein the pulp is digested to a kappa number of from about 30 to about 32.

242. The method of claim 240, wherein the pulp is digested to a kappa number of from about 20 to about 24.

243. The method of claim 229, wherein the pulp is subjected to pre-bleaching delignification.

244. The method of claim 241, wherein the pulp is subjected to pre-bleaching delignification.

245. The method of claim 244, wherein the pulp is delignified to a kappa number of from about 12 to about 14.

246. The method of claim 242, wherein the pulp is subjected to pre-bleaching delignification.

247. The method of claim 246, wherein the pulp is delignified to a kappa number of from about 6 to about 8.

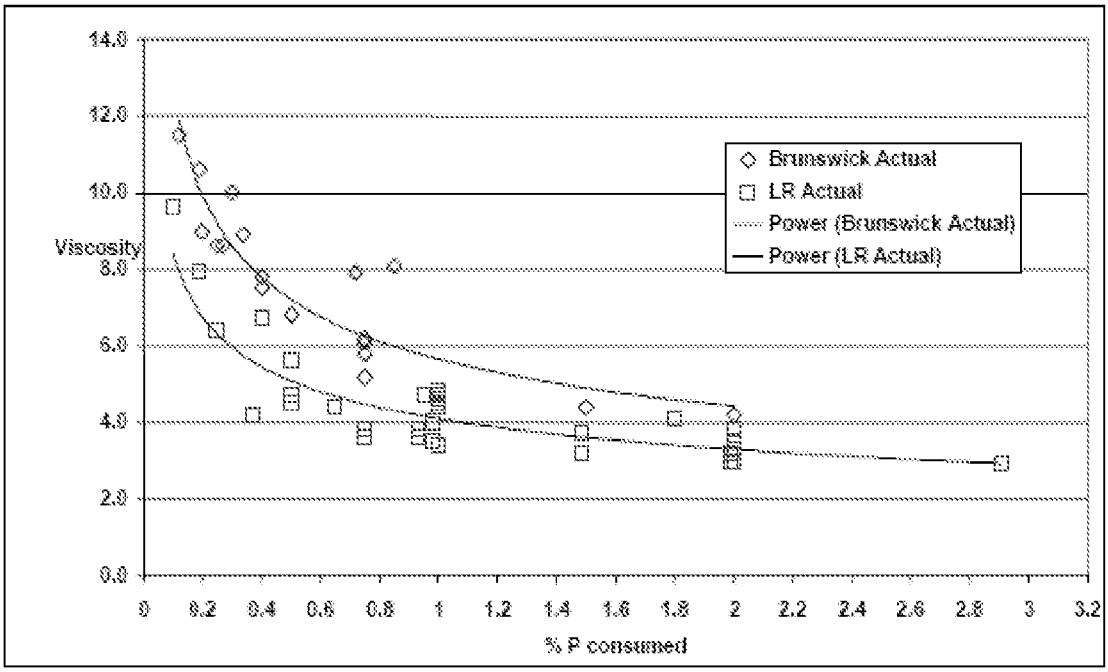

Figure 1. Final 0.5% Capillary CED viscosity as a function of % peroxide (based on pulp) consumed.

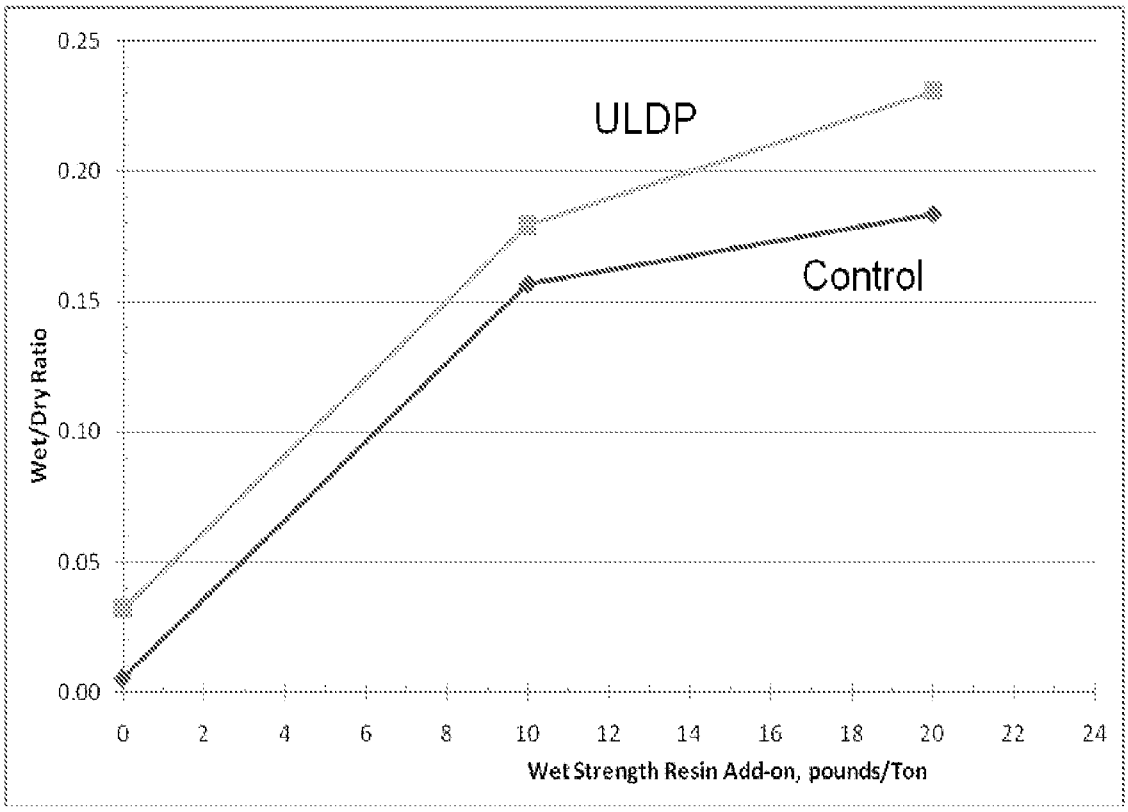

Figure 2. Wet/Dry strength ratio given as a function of wet strength resin level.

CELULOSA MODIFICADA A PARTIR DE FIBRA QUÍMICA KRAFT Y MÉTODOS PARA FABRICAR Y UTILIZAR LA MISMA

CAMPO TÉCNICO

[001] Esta divulgación se refiere a la modificación química de la fibra de celulosa. Más en particular, esta divulgación se refiere a la fibra de celulosa modificada químicamente derivada de la pasta kraft blanqueada que exhibe un conjunto único de características, mejorando su rendimiento con relación a la fibra de celulosa estándar derivada de la pasta kraft y haciéndola útil en aplicaciones que hasta este momento se habían limitado a fibras caras (p. ej. pasta de algodón o pasta de sulfito con un contenido alto de alfa). Específicamente, la fibra kraft blanqueada modificada químicamente puede exhibir una o más de las siguientes características beneficiosas inclusive, pero sin limitación, un control de olores mejorado, una compresibilidad mejorada y /o un brillo mejorado. La fibra kraft blanqueada modificada químicamente puede exhibir una o más de estas características beneficiosas y también mantener una o más de las otras características de la fibra kraft blanqueada no químicamente modificada, por ejemplo, mantener la longitud y/o el escurrimiento de la pasta.

[002] Esta divulgación también se refiere a la fibra de celulosa modificada químicamente derivada de madera blanda y/o madera dura blanqueada que exhibe un grado de polimerización bajo o ultrabajo, que la hacen

adecuada para uso como pasta fluff en productos absorbentes, como la materia prima de la celulosa química en la producción de derivados de celulosa, inclusive éteres y ésteres de celulosa, y en productos de consumo. Según se lo utiliza aquí, “grado de polimerización” puede abreviarse como “DP” (por sus siglas en inglés). Esta divulgación también se refiere a la celulosa derivada de una fibra kraft químicamente modificada que tiene un grado de polimerización nivelado de menos de aproximadamente 80. Más específicamente, la fibra kraft químicamente modificada descrita aquí, que exhibe un grado de polimerización bajo o ultrabajo (al que se hace referencia en el presente como “LDP” o “ULDP”, por sus siglas en inglés), puede tratarse mediante hidrólisis ácida o alcalina para reducir además el grado de polimerización a menos de aproximadamente 80, por ejemplo a menos de aproximadamente 50, para que ésta se vuelva adecuada para una variedad de aplicaciones aguas abajo.

[003] Esta divulgación también se refiere a métodos para producir la fibra mejorada descrita. Esta divulgación proporciona, parcialmente, un método para aumentar simultáneamente la funcionalidad carboxílica y aldehídica de las fibras kraft. La fibra descrita se somete a un tratamiento de oxidación catalítica. En algunas realizaciones, la fibra se oxida con hierro o cobre y después se blanquea adicionalmente para proporcionar una fibra con características de brillo beneficiosas, por

ejemplo un brillo comparable a la fibra blanqueada estándar. Además, se divulga al menos un proceso que puede proporcionar las características beneficiosas mejoradas mencionadas anteriormente, sin la adición de otros pasos costosos para el postratamiento de la fibra blanqueada. En esta realización menos costosa, la fibra puede tratarse en una única etapa de un proceso kraft, como un proceso de blanqueamiento kraft. Otra realización aún se refiere a un proceso de blanqueamiento de cinco etapas que comprende una a secuencia de D_0E1D1E2D2, en la cual la cuarta etapa (E2) comprende el tratamiento de oxidación catalítica.

[004] Finalmente, esta divulgación se refiere a productos de consumo, derivados de celulosa (inclusive éteres y ésteres de celulosa) y celulosa microcristalina, todos producidos utilizando la fibra de celulosa modificada químicamente, según lo descrito.

ANTECEDENTES

[005] La fibra de celulosa y los derivados son ampliamente utilizados en el papel, los productos absorbentes, los alimentos o las aplicaciones relacionadas con los alimentos, los productos farmacéuticos y en aplicaciones industriales. Las principales fuentes de fibra de celulosa son la pasta de madera y el algodón. La fuente de celulosa y las condiciones de procesamiento de la celulosa generalmente dictan las características de la fibra de celulosa y, por lo tanto, la aplicabilidad de la fibra para ciertos usos finales. Hay una necesidad de fibra

de celulosa que resulte relativamente poco costosa de procesar y aún sea muy versátil, permitiendo su uso en distintas aplicaciones.

[006] La celulosa generalmente se presenta como una cadena de polímeros que comprende entre cientos y cientos de miles de unidades de glucosa. Se conocen varios métodos para oxidar la celulosa. En la oxidación de la celulosa, se pueden convertir los grupos hidroxilo de los glucósidos de las cadenas de celulosa, por ejemplo, en grupos carbonilo, como grupos aldehído o grupos de ácido carboxílico. En función del método de oxidación y de las condiciones utilizadas, el tipo, el grado y la ubicación del carbonilo, las modificaciones pueden variar. Se sabe que ciertas condiciones de oxidación pueden degradar las cadenas de celulosa en sí mismas, por ejemplo mediante la escisión de los anillos glucosídicos en la cadena de celulosa, provocando la despolimerización. En la mayoría de los casos, la celulosa despolimerizada no sólo tiene una viscosidad reducida, sino que también tiene una longitud de fibra menor que el material celulósico de partida. Cuando se degrada la celulosa, como despolimerizando y/o reduciendo significativamente la longitud de la fibra y/o la resistencia de la fibra, ésta puede resultar difícil de procesar y/o puede no resultar adecuada para varias aplicaciones aguas abajo. Persiste la necesidad de métodos para modificar la fibra de celulosa que puedan mejorar las funcionalidades del ácido carboxílico y el aldehído, los

cuales métodos no degradan extensivamente la fibra de celulosa. Esta divulgación proporciona métodos únicos que resuelven una o más de estas deficiencias.

[007] Se han realizado varios intentos para oxidar la celulosa para proporcionar la funcionalidad carboxílica y aldehídica a la cadena de celulosa sin degradar la fibra de celulosa. En los métodos de oxidación de celulosa tradicionales, puede resultar difícil controlar o limitar la degradación de la celulosa cuando los grupos aldehído están presentes en la celulosa. Se han realizado intentos previos a los efectos de resolver estos asuntos que incluyeron el uso de procesos de oxidación en múltiples pasos, por ejemplo la modificación en sitios específicos de ciertos grupos carbonilo en un paso y la oxidación de otros grupos hidroxilo en otro paso, y/o la inclusión de agentes mediadores y/o protectores, todos los cuales pueden implicar costos extras y productos derivados de un proceso de oxidación de celulosa. Así, existe una necesidad de métodos para modificar la celulosa que sean eficientes en materia de costos y/o puedan realizarse en un solo paso procesal, como un proceso kraft.

[008] Esta divulgación proporciona métodos novedosos que ofrecen grandes mejoras con relación a los métodos experimentados en la técnica previa. En general, la oxidación de fibras de celulosa kraft, en la técnica previa, se realiza después del proceso de blanqueamiento. Sorprendentemente, los inventores han descubierto que es

posible utilizar las etapas existentes de una secuencia de blanqueamiento, en particular la cuarta etapa de una secuencia de blanqueamiento de cinco etapas, para la oxidación de fibras de celulosa. Además, sorprendentemente, los inventores han descubierto que un catalizador metálico, en particular un catalizador de hierro, podría utilizarse en la secuencia de blanqueamiento para alcanzar esta oxidación sin interferir con el producto final, por ejemplo, porque el catalizador no se mantiene unido en la celulosa facilitando la eliminación de al menos algo del hierro residual antes de la finalización de la secuencia de blanqueamiento, más de lo que se hubiera esperado en función de los conocimientos en la técnica. Además, inesperadamente, los inventores han descubierto que dichos métodos podrían llevarse a cabo sin degradar sustancialmente las fibras.

[009] Se conoce en la técnica que la fibra de celulosa, inclusive la pasta kraft, puede oxidarse con metales y peróxidos y/o perácidos. Por ejemplo, la celulosa puede oxidarse con hierro y peróxido (“reactivo de Fenton”). Véase Kishimoto y col., Holzforschung, vol. 52, n.º 2 (1998), pág. 180 a 184. Los metales y los peróxidos, como el reactivo de Fenton, son agentes oxidantes relativamente económicos, lo que los vuelve de algún modo atractivos para las aplicaciones a gran escala, como los procesos kraft. En el caso del reactivo de Fenton, se sabe que este método de oxidación puede degradar la celulosa en

condiciones ácidas. Así, no se esperaba que el reactivo de Fenton pudiera utilizarse en un proceso kraft sin una degradación importante de las fibras, por ejemplo, con una pérdida paralela en la longitud de la fibra en condiciones ácidas. Para evitar la degradación de la celulosa, el reactivo de Fenton frecuentemente se utiliza en condiciones alcalinas en las cuales se inhibe la reacción de Fenton drásticamente. Sin embargo, pueden existir inconvenientes adicionales para utilizar el reactivo de Fenton en condiciones alcalinas. Por ejemplo, la celulosa, no obstante, puede degradarse o decolorarse. En el procesamiento de la pasta kraft, la fibra de celulosa frecuentemente se blanquea en secuencias de múltiples etapas, lo que tradicionalmente comprende pasos de blanqueamiento fuertemente ácidos y alcalinos, inclusive al menos un paso alcalino al final de la secuencia de blanqueamiento o próximo a éste. Por lo tanto, contrariamente con lo que se conoce en la técnica, resulta sorprendente que la fibra oxidada con hierro en una etapa ácida de un proceso de blanqueamiento kraft pueda producir fibras con propiedades químicas mejoradas, pero sin una decoloración o degradación física.

[010] Así, hay una necesidad de una oxidación de bajo costo y/o etapa única que pueda conferir funcionalidades aldehídicas y carboxílicas a la fibra de celulosa, como una fibra derivada de pasta kraft, sin degradar de manera extendida la celulosa y/o inutilizar la

celulosa para muchas aplicaciones aguas abajo. Además, persiste la necesidad de conferir altos niveles de grupos carbonilo, como ácido carboxílico, cetona y grupos aldehídicos, a la fibra de celulosa. Por ejemplo, sería deseable utilizar un oxidante en condiciones que no inhiban la reacción de oxidación, a diferencia del uso del reactivo de Fenton a pH alcalino, por ejemplo, para transmitir altos niveles de grupos carbonilo. Los presentes inventores han superado muchas dificultades de la técnica previa, proporcionando métodos que cubren estas necesidades.

[011] Además de las dificultades para controlar la estructura química de los productos de oxidación de la celulosa y la degradación de esos productos, se sabe que el método de oxidación puede afectar otras propiedades, inclusive las propiedades físicas y químicas y/o las impurezas en los productos finales. Por ejemplo, el método de oxidación puede afectar el grado de cristalinidad, el contenido hemicelulósico, el color y/o los niveles de impurezas en el producto final. En última instancia, el método de oxidación puede afectar la capacidad de procesar el producto celulósico para aplicaciones industriales y de otro tipo.

[012] El blanqueamiento de la pasta de madera en general se realiza con el objetivo de aumentar selectivamente la blancura o el brillo de la pasta, típicamente eliminando la lignina y otras impurezas, sin afectar negativamente las propiedades físicas. El

blanqueamiento de las pastas químicas, como las pastas kraft, en general requiere distintas etapas de blanqueamiento para alcanzar un brillo deseado con buena selectividad. Típicamente, una secuencia de blanqueamiento emplea varias etapas realizadas a rangos de pH alternos. Esta alternancia contribuye a la eliminación de las impurezas generadas en la secuencia de blanqueamiento, por ejemplo, mediante la solubilización de los productos de la descomposición de la lignina. Así, en general, se espera que la utilización de una serie de etapas ácidas en una secuencia de blanqueamiento, como tres etapas ácidas en secuencia, no proporcione el mismo brillo que etapas ácidas/alcalinas alternadas, como etapas ácida-alcalina-ácida. Por ejemplo, una típica secuencia DEDED produce un producto más brillante que una secuencia DEDAD (donde A hace referencia a un tratamiento ácido). En forma acorde, el entendido en la técnica no espera que una secuencia que no tiene una etapa alcalina interviniente produzca un producto con un brillo comparable.

[013] Generalmente, aunque se sabe que ciertas secuencias de blanqueamiento pueden presentar ventajas con relación a otras en un proceso kraft, las razones subyacentes a estas ventajas resultan menos comprensibles. Con respecto a la oxidación, no hay estudios que muestren alguna preferencia para la oxidación en una etapa particular de una secuencia de múltiples etapas o cualquier reconocimiento de que las propiedades de las fibras se

puedan ver afectadas por las etapas/tratamientos postoxidación. Por ejemplo, la técnica previa no divulga ninguna preferencia por la oxidación en una etapa tardía con respecto a la oxidación en una etapa temprana. En algunas realizaciones, la divulgación proporciona métodos realizados únicamente en etapas particulares (p. ej., etapas de un proceso de blanqueamiento) que presentan beneficios en el proceso kraft y que producen fibras que tienen un conjunto único de características físicas y químicas.

[014] Además, con respecto al brillo en un proceso de blanqueamiento kraft, se sabe que los metales, en particular los metales de transición naturalmente presentes en el material de partida de la pasta, van en detrimento del brillo del producto. Así, las secuencias de blanqueamiento frecuentemente apuntan a eliminar ciertos metales de transición de un producto final para alcanzar el brillo esperado. Por ejemplo, se pueden emplear quelantes para eliminar los metales naturales de una pasta. Así, debido al énfasis puesto en la eliminación de los metales naturales presentes en la pasta, el entendido en la técnica, en general, no añadiría ningún metal a una secuencia de blanqueamiento porque esto se sumaría a las dificultades para alcanzar un producto más brillante.

[015] Además, en lo que al hierro respecta, la adición de este material a una pasta produce una decoloración significativa, semejante a la decoloración

presente cuando, por ejemplo, se quema el papel. Hasta este momento, se cree que esta decoloración, como la decoloración del papel quemado, no es reversible. Así, se ha esperado que al decolorar una pasta de madera con hierro añadido, la pasta sufra una pérdida permanente en el brillo irrecuperable con blanqueamiento adicional.

[016] Así, aunque se sabe que el hierro o el cobre y el peróxido pueden oxidar la celulosa de manera económica, hasta ahora no han sido empleados en procesos de blanqueamiento de la pasta de manera de alcanzar un brillo comparable a una secuencia estándar que no emplea una etapa de oxidación de hierro o cobre. En general, se ha evitado su uso en los procesos de blanqueamiento de la pasta. Sorprendentemente, los inventores han superado estas dificultades, y en algunas realizaciones proporcionan un método novedoso para oxidar de manera económica la celulosa con hierro o cobre en los procesos de blanqueamiento de la pasta. En algunas realizaciones, los métodos divulgados aquí producen productos que presentan características que son muy sorprendentes y contrarias a las anticipadas en función de las enseñanzas de la técnica previa. Así, los métodos de la divulgación pueden proporcionar productos que son superiores a los productos de la técnica previa y que pueden producirse de manera más rentable.

[017] Por ejemplo, se entiende generalmente en la técnica que los metales, como el hierro, se unen bien con la celulosa y no se eliminan con el lavado normal.

Típicamente, la eliminación del hierro de la celulosa resulta difícil y costosa y requiere etapas de procesamiento adicionales. Se sabe que la presencia de altos niveles de hierro residual en un producto celulósico presenta varios inconvenientes, en particular, en las aplicaciones de fabricación de pasta y papel. Por ejemplo, el hierro puede producir la decoloración del producto final y/o puede no resultar adecuada para las aplicaciones en las cuales el producto final está en contacto con la piel, como en los pañales y los apósitos para las heridas. Así, cabría esperar que el uso de hierro en un proceso de blanqueamiento kraft presentara una serie de inconvenientes.

[018] Hasta este momento, el tratamiento de oxidación de la fibra kraft para mejorar la funcionalidad frecuentemente se ha visto limitado a un tratamiento de oxidación después del blanqueamiento de la fibra. Además, los procesos conocidos para que hacer una fibra más aldehídica también provocan una pérdida concomitante en el brillo o la calidad de la fibra. Además, los procesos conocidos que producen una funcionalidad aldehídica mejorada de la fibra también provocan una pérdida de la funcionalidad carboxílica. Los métodos de esta divulgación no presentan uno o más de estos inconvenientes.

[019] La fibra kraft, producida a través de un método químico de fabricación de pasta kraft, proporciona una fuente económica de fibra de celulosa que en general

mantiene su longitud de fibra a través de la fabricación de pasta, y en general proporciona productos finales con buenas características de brillo y resistencia. Como tal, se utiliza ampliamente en las aplicaciones de papel. Sin embargo, la fibra kraft estándar tiene una aplicabilidad limitada en aplicaciones aguas abajo, como la producción de derivados de celulosa debido a la estructura química de la celulosa resultante de la fabricación y el blanqueamiento de la pasta kraft estándar. En general, la fibra kraft estándar contiene demasiada hemicelulosa residual y otros materiales naturales que pueden interferir con la modificación física y/o química subsiguiente de la fibra. Además, la fibra kraft estándar tiene una funcionalidad química limitada y es generalmente rígida y no muy comprimible.

[020] La naturaleza rígida y áspera de la fibra kraft puede requerir la estratificación o la adición de diferentes tipos de materiales, como algodón, en aplicaciones que requieren el contacto con la piel humana, por ejemplo, pañales, productos de higiene y productos de ingeniería tisular. En forma acorde, puede resultar deseable para proporcionar una fibra de celulosa con mayor flexibilidad y/o suavidad para reducir el requisito de utilizar otros materiales, por ejemplo, en un producto de capas múltiples.

[021] La fibra de celulosa, en aplicaciones que involucran la absorción de desechos y/o fluidos

corporales, por ejemplo, pañales, productos para la incontinencia en el adulto, apósitos para heridas, toallas sanitarias, y/o tampones, muchas veces se expone al amoniaco presente en los desechos corporales y/o el amoniaco generado por las bacterias asociadas con los desechos y/o los fluidos corporales. Puede resultar deseable en dichas aplicaciones utilizar una fibra de celulosa que no sólo proporcione volumen y absorbencia, sino que también tenga propiedades de reducción de olores y/o antibacterianas, p. ej., que pueda reducir el olor de los compuestos nitrogenados, como el amoniaco (NH_3). Hasta el momento, la modificación de la fibra kraft mediante oxidación para mejorar su capacidad de controlar olores invariablemente se presentaba junto con una disminución indeseable del brillo. Existe una necesidad de una fibra kraft modificada económica que exhiba buenas características de absorbencia y/o capacidades para el control de olores manteniendo al mismo tiempo buenas características de brillo.

[022] En el mercado actual, los consumidores desean productos absorbentes, por ejemplo, pañales, productos para la incontinencia de los adultos y toallas sanitarias, que sean más finos. Los diseños de productos ultrafinos requieren fibras de peso más bajo y pueden sufrir una pérdida de integridad de producto si la fibra utilizada es demasiado corta. La modificación química de la fibra kraft puede producir una pérdida de longitud de fibra

que la vuelva inaceptable para uso en ciertos tipos de productos, p. ej., los productos ultrafinos. Más específicamente, la fibra kraft tratada para mejorar la funcionalidad aldehídica, que se asocia con un control de olores mejorado, puede sufrir una pérdida de longitud de fibra durante la modificación química que la vuelva inadecuada para uso en diseños de productos ultrafinos. Hay una necesidad de una fibra económica que exhiba compresibilidad sin una pérdida en la longitud de fibra que la vuelva excepcionalmente adecuada para diseños ultrafinos (es decir, el producto mantiene una buena absorbencia basada en la cantidad de fibra que puede comprimirse en un espacio menor y aun mantiene la integridad del producto con pesos de fibra menores).

[023] Tradicionalmente, las fuentes de celulosa que eran útiles en la producción de productos absorbentes o tejidos tampoco eran útiles en la producción de derivados de celulosa aguas abajo, como éteres de celulosa y ésteres de celulosa. La producción de derivados de celulosa de baja viscosidad de materia prima de celulosa de alta viscosidad, como una fibra kraft estándar, requeriría etapas de fabricación adicionales que encarecerían significativamente los costos y producirían productos derivados indeseados, y reducirían la calidad general del derivado de celulosa. El linter de algodón y las pastas de sulfito con un alto contenido de celulosa alfa, que en general tienen un alto grado de polimerización, generalmente se utilizan en la

fabricación de derivados de celulosa como éteres y ésteres de celulosa. Sin embargo, la producción de algodones linter y fibra de sulfito con un alto grado de polimerización y/o viscosidad es cara por el costo del material de partida, en el caso del algodón; la alta energía, los costos químicos y ambientales de la fabricación de la pasta y el blanqueamiento, en el caso de las pastas de sulfito; y los procesos de purificación extensivos requeridos aplicables en ambos casos. Además del alto costo, hay reservas cada vez más escasas de pastas de sulfito disponibles en el mercado. Por lo tanto, estas fibras son muy caras y tienen una aplicabilidad limitada en las aplicaciones de pasta y papel, por ejemplo, cuando se requieren pastas con una viscosidad superior o un DP superior. Para los fabricantes de derivados de celulosa, estas pastas representan una porción significativa de su costo de fabricación global. Así, hay una necesidad de fibras de bajo costo, como una fibra kraft modificada, que pueda utilizarse en la producción de derivados de celulosa.

[024] También hay una necesidad de materiales celulósicos económicos que puedan utilizarse en la fabricación de celulosa microcristalina. La celulosa microcristalina se utiliza ampliamente en aplicaciones alimenticias, farmacéuticas, cosméticas e industriales, y es una forma cristalina purificada de celulosa parcialmente despolimerizada. El uso de la fibra kraft en la producción de celulosa microcristalina sin la adición de importantes

pasos de procesamiento posteriores al blanqueamiento hasta el momento ha sido limitado. La producción de celulosa microcristalina en general requiere un material celulósico de partida altamente purificado que se hidroliza con ácido para eliminar los segmentos amorfos de la cadena de celulosa. Véanse las patentes de EE.UU. N.º 2.978.446 de Battista y col. y la patente de EE.UU. N.º 5.346.589 de Braunstein y col. Un bajo grado de polimerización de las cadenas posterior a la eliminación de los segmentos amorfos de celulosa, denominado “DP nivelado”, frecuentemente es un punto de partida para la producción de celulosa microcristalina y su valor numérico depende principalmente de la fuente y el procesamiento de las fibras de celulosa. La disolución de los segmentos no cristalinos de la fibra kraft estándar en general degrada la fibra hasta tal punto que la deja inutilizable para la mayoría de las aplicaciones debido a al menos una de las siguientes razones: 1) las impurezas restantes; 2) la falta de segmentos cristalinos suficientemente largos; o 3) la producción de una fibra de celulosa con un grado de polimerización demasiado alto, típicamente en el intervalo de 200 a 400, que las vuelven inútiles en la producción de celulosa microcristalina. Sería deseable una fibra kraft que presentara una buena pureza y/o un valor inferior de DP nivelado, por ejemplo, porque la fibra kraft puede proporcionar una mayor versatilidad en la producción de celulosa y sus aplicaciones.

[025] En la presente divulgación, la fibra que tiene una o más de las propiedades descritas simplemente puede producirse a través de la modificación de un proceso típico de fabricación de pasta kraft y un proceso de blanqueamiento. La fibra de la presente divulgación supera varias de las limitaciones asociadas con la fibra kraft modificada conocida que se menciona anteriormente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[026] La **FIGURA 1** muestra un gráfico de la viscosidad de CED capilar final del 0,5% como una función del porcentaje de peróxido consumido.

[027] La **FIGURA 2** muestra un gráfico de la relación de la resistencia húmeda y la resistencia seca proporcionada como una función del nivel de resina de resistencia en húmedo.

DESCRIPCIÓN

I. Métodos

[028] La presente divulgación proporciona métodos novedosos para tratar la fibra de celulosa. En algunas realizaciones, la divulgación proporciona un método para modificar la fibra de celulosa que comprende proporcionar fibra de celulosa y oxidar la fibra de celulosa. Según se los utiliza aquí, se entiende que “oxidada”, “catalíticamente oxidada”, “oxidación catalítica” y “oxidación” son todos intercambiables y hacen referencia al tratamiento de la fibra de celulosa con al menos una cantidad catalítica de al menos uno de hierro o cobre y al

menos un peróxido, como peróxido de hidróxido, de modo que se oxiden al menos algunos de los grupos hidroxilo de la fibra de celulosa. Las frases “hierro o cobre” y de manera similar “hierro (o cobre)” significan “hierro o cobre o una combinación de los mismos”. En algunas realizaciones, la oxidación simultáneamente comprende aumentar el contenido de ácido carboxílico y aldehído de la fibra de celulosa.

[029] La fibra de celulosa utilizada en los métodos descrita aquí puede derivar de la fibra de madera blanda, la fibra de madera dura y las mezclas de las mismas. En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada deriva de la madera blanda, como pino del Sur. En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada deriva de la madera dura, como el eucalipto. En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada deriva de una mezcla de madera blanda y madera dura. En otra realización aún, la fibra de celulosa modificada deriva de la fibra de celulosa que ha sido previamente sometida a todo o parte de un proceso kraft, es decir, la fibra kraft.

[030] Las referencias en esta divulgación a la “fibra de celulosa” o la “fibra kraft” son intercambiables excepto cuando se indica específicamente que son distintas o si un entendido en la técnica entiende que son diferentes.

[031] En al menos una realización, el método comprende proporcionar fibra de celulosa y oxidar la fibra

de celulosa aunque, en general, se mantiene la longitud de fibra de las fibras de celulosa.

[032] “Longitud de fibra” y “longitud media de fibra” se utilizan intercambiablemente cuando se las utiliza para describir la propiedad de una fibra y significan la longitud de fibra media ponderada por longitud. Por lo tanto, por ejemplo, una fibra que tiene una longitud de fibra media de 2 mm se debería entender que significa una fibra que tiene una longitud media de fibra ponderada por longitud de 2 mm.

[033] En al menos una realización, el método comprende proporcionar una fibra de celulosa, blanquear parcialmente la fibra de celulosa y oxidar la fibra de celulosa. En algunas realizaciones, la oxidación se realiza en el proceso de blanqueamiento. En algunas realizaciones, la oxidación se realiza después del proceso de blanqueamiento.

[034] En al menos una realización, el método comprende proporcionar la fibra de celulosa y oxidar la fibra de celulosa reduciendo así el grado de polimerización de la fibra de celulosa.

[035] En al menos una realización, el método comprende proporcionar fibra de celulosa y oxidar la fibra de celulosa manteniendo aún el escurrimiento estándar canadiense (“escurrimiento”) de esa fibra de celulosa.

[036] En al menos una realización, el método comprende proporcionar la fibra de celulosa, oxidar la

fibra de celulosa y aumentar el brillo de esa fibra de celulosa oxidada con relación a la fibra de celulosa estándar.

[037] Según se plantea anteriormente, de acuerdo con la divulgación, la oxidación de la fibra de celulosa involucra tratar la fibra de celulosa con al menos una cantidad catalítica de hierro o cobre y peróxido de hidróxido. En al menos una realización, el método comprende oxidar la fibra de celulosa con hierro y peróxido de hidróxido. La fuente de hierro puede ser cualquier fuente adecuada, como lo entenderá el entendido en la técnica, como por ejemplo sulfato ferroso (por ejemplo, heptahidrato de sulfato ferroso), cloruro ferroso, sulfato de amonio ferroso, cloruro ferroso, sulfato de amonio férrico o citrato de amonio férrico.

[038] En algunas realizaciones, el método comprende oxidar la fibra de celulosa con cobre y peróxido de hidróxido. De forma similar, la fuente de cobre puede ser cualquier fuente adecuada como el entendido reconocerá. Por último, en algunas realizaciones, el método comprende oxidar la fibra de celulosa con una combinación de cobre y hierro y peróxido de hidróxido.

[039] En algunas realizaciones, la divulgación proporciona un método para tratar la fibra de celulosa que comprende proporcionar fibra de celulosa, fabricar la pasta de la fibra de celulosa, blanquear la fibra de celulosa y oxidar la fibra de celulosa.

[040] En algunas realizaciones, el método además comprende deslignificar con oxígeno la fibra de celulosa. La deslignificación con oxígeno puede realizarse a partir de cualquier método conocido para los entendidos en la técnica. Por ejemplo, la deslignificación con oxígeno puede ser una deslignificación con oxígeno convencional en dos etapas. Se sabe, por ejemplo, que deslignificar con oxígeno la fibra de celulosa, como la fibra kraft, puede alterar el contenido de ácido carboxílico y/o aldehído de la fibra de celulosa durante el procesamiento. En algunas realizaciones, el método comprende deslignificar con oxígeno la fibra de celulosa antes de blanquear la fibra de celulosa.

[041] En al menos una realización, el método comprende oxidar la fibra de celulosa en al menos una etapa de fabricación de pasta kraft, una etapa de deslignificación con oxígeno y una etapa de blanqueamiento kraft. En una realización preferida, el método comprende oxidar la fibra de celulosa en al menos una etapa de blanqueamiento kraft. En al menos una realización, el método comprende oxidar la fibra de celulosa en dos o más etapas de blanqueamiento kraft.

[042] Cuando la fibra de celulosa se oxida en una etapa de blanqueamiento, la fibra de celulosa no debería someterse a condiciones sustancialmente alcalinas en el proceso de blanqueamiento durante o después de la oxidación. En algunas realizaciones, el método comprende

oxidar la fibra de celulosa a un pH ácido. En algunas realizaciones, el método comprende proporcionar fibra de celulosa, acidificar la fibra de celulosa, y después oxidar la fibra de celulosa a pH ácido. En algunas realizaciones, los intervalos de pH oscilan entre aproximadamente 2 y aproximadamente 6, por ejemplo entre aproximadamente 2 y aproximadamente 5, o entre aproximadamente 2 y aproximadamente 4.

[043] El pH puede ajustarse utilizando cualquier ácido adecuado, como reconocerá el entendido, por ejemplo, ácido sulfúrico o ácido clorhídrico o filtrado a partir de una etapa con ácido blanqueador de un proceso de blanqueamiento, como una etapa de dióxido de cloro (D) de un proceso de blanqueamiento en múltiples etapas. Por ejemplo, la fibra de celulosa puede acidificarse mediante la adición de un ácido externo. Se conocen en la técnica ejemplos de ácidos externos e incluyen, pero sin limitación, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico y ácido carbónico. En algunas realizaciones, la fibra de celulosa se acidifica con el filtrado ácido, como filtrado de desechos, a partir de un paso de blanqueamiento. En algunas realizaciones, el ácido filtrado de un paso de blanqueamiento no tiene un alto contenido de hierro. En al menos una realización, la fibra de celulosa se acidifica con el filtrado ácido de una etapa D de un proceso de blanqueamiento de múltiples etapas.

[044] En algunas realizaciones, el método comprende oxidar la fibra de celulosa en una o más etapas de una secuencia de blanqueamiento en múltiples etapas. En algunas realizaciones, el método comprende oxidar la fibra de celulosa en una única etapa de una secuencia de blanqueamiento en múltiples etapas. En algunas realizaciones, el método comprende oxidar la fibra de celulosa al final de secuencia de blanqueamiento en múltiples etapas o cerca de éste. En algunas realizaciones, el método comprende oxidar la fibra de celulosa en al menos la cuarta etapa de una etapa de blanqueamiento en cinco etapas.

[045] De acuerdo con la divulgación, la secuencia de blanqueamiento en múltiples etapas puede ser cualquier secuencia de blanqueamiento que no comprenda un paso de blanqueamiento alcalino después del paso de oxidación. En al menos una realización, la secuencia de blanqueamiento en múltiples etapas es una etapa de blanqueamiento en cinco etapas. En algunas realizaciones, la secuencia de blanqueamiento es una secuencia DEDED. En algunas realizaciones, la secuencia de blanqueamiento es una secuencia D_0E1D1E2D2. En algunas realizaciones, la secuencia de blanqueamiento es una secuencia D_0(EoP)D1E2D2. En algunas realizaciones, la secuencia de blanqueamiento es D_0(EO)D1E2D2.

[046] Las etapas de no oxidación de una secuencia de blanqueamiento en múltiples etapas puede incluir

cualquier convención o después de una serie de etapas descubiertas, realizarse en condiciones convencionales, con la condición de que para ser útiles para producir la fibra modificada descrita en la presente divulgación, no puede haber ningún paso de blanqueamiento alcalino después del paso de oxidación.

[047] En algunas realizaciones, la oxidación se incorpora en la cuarta etapa de un proceso de blanqueamiento en múltiples etapas. En algunas realizaciones, el método se implementa en un proceso de blanqueamiento de cinco etapas que tiene una secuencia de D_0E1D1E2D2, y la cuarta etapa (E2) se utiliza para oxidar la fibra kraft.

[048] En algunas realizaciones, el índice kappa aumenta después de la oxidación de la fibra de celulosa. Más específicamente, típicamente se esperaría una disminución en el índice kappa en toda esta etapa de blanqueamiento en función de la disminución prevista en el material, como la lignina, que reacciona con el reactivo permanganato. Sin embargo, en el método descrito aquí, el índice kappa de la fibra de celulosa puede disminuir por la pérdida de impurezas, p. ej., de lignina; sin embargo, el índice kappa puede aumentar debido a la modificación química de la fibra. Sin desear vernos restringidos por teoría alguna, se cree que la funcionalidad aumentada de la celulosa modificada proporciona sitios adicionales que pueden reaccionar con el reactivo de permanganato. En forma

acorde, el índice kappa de fibra kraft modificada es elevado en relación con el índice kappa de fibra kraft estándar.

[049] En al menos una realización, la oxidación se produce en una única etapa de una secuencia de blanqueamiento después de la adición del hierro o el cobre y el peróxido, y de algún tiempo de retención proporcionado. Una retención adecuada es una cantidad de tiempo que es suficiente para catalizar el peróxido de hidróxido con el hierro o el cobre. Dicho tiempo será fácilmente determinable por un entendido en la técnica.

[050] De acuerdo con la divulgación, la oxidación se lleva a cabo durante un período y a una temperatura que son suficientes para producir la finalización deseada de la reacción. Por ejemplo, la oxidación puede llevarse a cabo a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 60 y aproximadamente 80 grados C, y durante un tiempo en el intervalo de aproximadamente 40 y aproximadamente 80 minutos. El tiempo deseado y la temperatura de la reacción de oxidación serán fácilmente determinables por el entendido en la técnica.

[051] Ventajosamente, la fibra de celulosa se digiere a un índice kappa objetivo antes del blanqueamiento. Por ejemplo, cuando se desea celulosa oxidada para la celulosa de grado papel o la pasta de celulosa fluff, la fibra de celulosa puede digerirse en un digestor hidráulico de dos recipientes con cocción Lo-

Solids™ hasta un índice kappa en el intervalo de aproximadamente 30 y aproximadamente 32 antes del blanqueamiento y la oxidación de la celulosa. Alternativamente, si se desea celulosa oxidada para aplicaciones de derivados de celulosa, por ejemplo en la fabricación de éteres de celulosa, la fibra de celulosa puede digerirse a un índice kappa en el intervalo de aproximadamente 20 y aproximadamente 24 antes de blanqueamiento y oxidar la celulosa de acuerdo con los métodos de esta divulgación. En algunas realizaciones, la fibra de celulosa se digiere y deslignifica en un paso de deslignificación convencional de dos etapas con oxígeno antes del blanqueamiento y la oxidación de la fibra de celulosa. Ventajosamente, la deslignificación se lleva a cabo a un índice kappa objetivo en el intervalo de aproximadamente 6 y aproximadamente 8 cuando la celulosa oxidada está destinada a aplicaciones con derivados de aplicaciones de derivados de celulosa y un índice kappa objetivo en el intervalo de aproximadamente 12 y aproximadamente 14 cuando la celulosa oxidada está destinada a aplicaciones de papel y/o fluff.

[052] En algunas realizaciones, el proceso de blanqueamiento se realiza en condiciones destinadas a alcanzar un brillo ISO final de aproximadamente el 88 al 90%, como en el intervalo de aproximadamente el 85 y aproximadamente el 95%, o entre aproximadamente el 88% y aproximadamente el 90%.

[053] La divulgación también proporciona un método para tratar la fibra de celulosa, que comprende proporcionar la fibra de celulosa, reducir el DP de la fibra de celulosa y mantener la longitud de la fibra de celulosa. En algunas realizaciones, la fibra de celulosa es fibra kraft. En algunas realizaciones, el DP de la fibra de celulosa se reduce en un proceso de blanqueamiento. En algunas realizaciones, el DP de la fibra de celulosa se reduce al final de una secuencia de blanqueamiento en múltiples etapas o cerca de éste. En algunas realizaciones, el DP se reduce en al menos la cuarta etapa de una secuencia de blanqueamiento en múltiples etapas. En algunas realizaciones, el DP se reduce durante la cuarta etapa de una secuencia de blanqueamiento en múltiples etapas o después de ésta.

[054] Alternativamente, es posible alterar la secuencia de blanqueamiento en múltiples etapas para proporcionar condiciones de blanqueamiento más robustas antes de oxidar la fibra de celulosa. En algunas realizaciones, el método comprende proporcionar condiciones de blanqueamiento más robustas antes del paso de oxidación. Las condiciones de blanqueamiento más robustas pueden permitir que el grado de polimerización y/o la viscosidad de la fibra de celulosa se reduzca en el paso de oxidación con cantidades inferiores de hierro o cobre y/o peróxido de hidróxido. Así, puede ser posible modificar las condiciones de la secuencia de blanqueamiento de modo que el brillo y/o

la viscosidad del producto final celulósico además puedan controlarse. Por ejemplo, reducir las cantidades de peróxido y metal, proporcionando condiciones de blanqueamiento más robustas antes de la oxidación, puede proporcionar un producto con menor viscosidad y mayor brillo que un producto oxidado producido en condiciones de oxidación idénticas pero con un blanqueamiento menos robusto. Dichas condiciones pueden resultar ventajosas en algunas realizaciones, en particular en aplicaciones de éter celulosa.

[055] En algunas realizaciones, los métodos de la divulgación además comprenden reducir la cristalinidad de la fibra de celulosa de modo que ésta sea inferior a la cristalinidad de esa fibra de celulosa según se mide antes de la etapa de oxidación. Por ejemplo, de acuerdo con los métodos de la divulgación, el índice de cristalinidad de la fibra de celulosa puede reducirse hasta el 20% con relación al índice de cristalinidad de partida según lo determinado antes de la etapa de oxidación.

[056] En algunas realizaciones, los métodos de la divulgación además comprenden tratar la fibra de celulosa modificada con al menos una sustancia cáustica o alcalina. Por ejemplo, en al menos una realización, un método para tratar la fibra de celulosa comprende proporcionar una fibra de celulosa oxidada de la divulgación, exponer la fibra de celulosa oxidada a una sustancia alcalina o cáustica, y después tender en seco el producto celulósico.

Sin pretender vernos restringidos por teoría alguna, se cree que la adición de al menos una sustancia cáustica a la celulosa modificada puede producir una fibra de celulosa con una funcionalidad muy alta y una longitud de fibra muy baja.

[057] Se sabe que la celulosa comprende grupos aldehído aumentados que tienen propiedades muy ventajosas para mejorar la resistencia húmeda de las fibras de celulosa. *Véanse*, por ejemplo, las patentes de EE. UU. N.º 6,319,361 de Smith y col., y 6,582,559 de Thornton y col. Dichas propiedades pueden resultar beneficiosas, por ejemplo, en aplicaciones de materiales absorbentes. En algunas realizaciones, la divulgación proporciona un método para mejorar la resistencia húmeda de un producto, que comprende proporcionar la fibra de celulosa modificada de la divulgación y añadir la fibra de celulosa modificada de la divulgación a un producto, como un producto de papel. Por ejemplo, el método puede comprender oxidar la fibra de celulosa en un proceso de blanqueamiento, además tratar la fibra de celulosa oxidada con una sustancia ácida o cáustica, y añadir la fibra tratada a un producto celulósico.

[058] De acuerdo con la divulgación, el peróxido de hidróxido se añade a la fibra de celulosa en un medio ácido en una cantidad suficiente para alcanzar la oxidación deseada y/o el grado de polimerización y/o la viscosidad del producto celulósico final. Por ejemplo, se

puede añadir el peróxido en una cantidad de entre aproximadamente el 0,1 y aproximadamente el 4%, o entre aproximadamente el 1% y aproximadamente el 3%, o entre aproximadamente el 1% y aproximadamente el 2%, o entre aproximadamente el 2% y aproximadamente el 3%, basado en el peso seco de la pasta.

[059] El hierro o el cobre se añaden al menos en una cantidad suficiente para catalizar la oxidación de la celulosa con peróxido. Por ejemplo, el hierro se puede añadir en una cantidad en el intervalo de aproximadamente 25 y aproximadamente 200 ppm basada en el peso seco de la pasta kraft. El entendido en la técnica podrá optimizar fácilmente la cantidad de hierro o cobre para alcanzar el nivel o la cantidad de oxidación deseados y/o el grado de polimerización y/o la viscosidad del producto celulósico final.

[060] En algunas realizaciones, el método además involucra añadir vapor antes o después de la adición de peróxido de hidróxido.

[061] En algunas realizaciones, el DP y/o la viscosidad finales de la pasta pueden controlarse mediante la cantidad de hierro o cobre y peróxido de hidróxido y la robustez de las condiciones de blanqueamiento antes del paso de oxidación. El entendido en la técnica reconocerá que otras propiedades de la fibra kraft modificada de la divulgación pueden verse afectadas por las cantidades de hierro o cobre y peróxido de hidróxido y la robustez de las

condiciones de blanqueamiento antes del paso de oxidación. Por ejemplo, el entendido en la técnica puede ajustar las cantidades de hierro o de cobre y peróxido de hidróxido y la robustez de las condiciones de blanqueamiento antes del paso de oxidación para obtener o alcanzar un brillo deseado en el producto final y/o un grado de polimerización o viscosidad deseado.

[062] En algunas realizaciones, la divulgación proporciona un método para modificar la fibra de celulosa, que comprende proporcionar fibra de celulosa, reducir el grado de polimerización de la fibra de celulosa y mantener la longitud de fibra de la fibra de celulosa.

[063] En algunas realizaciones, la fibra kraft oxidada de la divulgación no se refina. La refinación de la fibra kraft oxidada puede tener un impacto negativo en su longitud de fibra e integridad, por ejemplo, la refinación de la fibra puede hacer que la fibra se deshaga.

[064] En algunas realizaciones, cada etapa del proceso de blanqueamiento de cinco etapas incluye al menos una mezcladora, un reactor y una lavadora (como sabe el experto en la técnica).

[065] En algunas realizaciones, una pasta kraft se acidifica en una lavadora en una etapa D1, la fuente de hierro también se añade a la pasta kraft en la lavadora en la etapa D1, el peróxido se añade después de la fuente de hierro (o fuente de cobre) en un punto de adición en la mezcladora o la bomba antes de la torre en la etapa E2, la

pasta kraft se hace reaccionar en la torre E2 y se lava en la lavadora E2, y se puede añadir vapor opcionalmente antes de la torre E2 en una mezcladora de vapor.

[066] En algunas realizaciones, se puede añadir hierro (o cobre) hasta el final de la etapa D1, o también se puede añadir el hierro (o el cobre) al principio de la etapa E2, siempre que la pasta se acidifique primero (es decir, antes de la adición de hierro) en la etapa D1. Opcionalmente, se puede añadir vapor antes o después de la adición del peróxido.

[067] En una realización ejemplar, el método para preparar una fibra de celulosa modificada de baja viscosidad puede involucrar el blanqueamiento de la pasta kraft en un proceso de blanqueamiento en múltiples etapas y reducir el DP de la pasta en una etapa final del proceso de blanqueamiento en múltiples etapas (por ejemplo, en la 4.ª etapa de un proceso de blanqueamiento en múltiples etapas, por ejemplo en la 4.ª etapa de un proceso de blanqueamiento de 5 etapas) o cerca de ésta, utilizando un tratamiento con peróxido de hidróxido en un medio ácido y en presencia de hierro. Por ejemplo, el DP final de la pasta puede controlarse mediante la aplicación apropiada de hierro o cobre y peróxido de hidróxido, como además se describe en la sección de Ejemplos. En algunas realizaciones, se proporciona hierro o cobre y peróxido de hidróxido en cantidades y en las condiciones adecuadas para producir un fibra con DP bajo (es decir, una fibra que tiene un DP en

peso en el intervalo de aproximadamente 1180 y aproximadamente 1830, una viscosidad de CED capilar del 0,5% en el intervalo de aproximadamente 7 y aproximadamente 13 mPa•s). En algunas realizaciones ejemplares, el hierro o el cobre y el peróxido de hidróxido pueden proporcionarse en cantidades y en condiciones apropiadas para producir una fibra de DP ultrabajo (es decir, una fibra con un DP en peso en el intervalo de aproximadamente 700 y aproximadamente 1180, a una viscosidad de CED capilar del 0,5% 0,5% [sic] en el intervalo de aproximadamente 3,0 y aproximadamente 7 mPa•s).

[068] Por ejemplo, en algunas realizaciones, el tratamiento con peróxido de hidróxido en un medio ácido con hierro o cobre puede involucrar ajustar el pH de la pasta kraft a un pH en el intervalo de aproximadamente 2 y aproximadamente 5, añadir una fuente de hierro a la pasta acidificada, y añadir peróxido de hidróxido a la pasta kraft.

[069] En algunas realizaciones, por ejemplo, el método para preparar una fibra de celulosa modificada dentro del alcance de la divulgación puede involucrar acidificar la pasta kraft a un pH en el intervalo de aproximadamente 2 y aproximadamente 5 (utilizando, por ejemplo, ácido sulfúrico), mezclar una fuente de hierro (por ejemplo sulfato ferroso, por ejemplo heptahidrato de sulfato ferroso) con la pasta acidificada kraft en una aplicación de entre aproximadamente 25 y aproximadamente

250 ppm Fe^{+2} basada en el peso seco de la pasta kraft a una consistencia en el intervalo de aproximadamente el 1% y aproximadamente el 15% y también peróxido de hidróxido, que puede añadirse como una solución a una concentración de entre aproximadamente el 1% y aproximadamente el 50% en peso y en una cantidad en el intervalo de aproximadamente el 0,1% y aproximadamente el 1,5% sobre la base del peso seco de la pasta kraft. En algunas realizaciones, la solución de sulfato ferroso se mezcla con la pasta kraft a una consistencia en el intervalo de aproximadamente el 7% y aproximadamente el 15%. En algunas realizaciones, la pasta kraft ácida se mezcla con la fuente de hierro y se hace reaccionar con el peróxido de hidróxido durante un período temporal en el intervalo de aproximadamente 40 y aproximadamente 80 minutos a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 60 y aproximadamente 80 grados C.

[070] En algunas realizaciones, el método para preparar una fibra de celulosa modificada dentro del alcance de esta divulgación involucra reducir el DP tratando una pasta kraft con peróxido de hidróxido en un medio ácido en presencia de hierro (o cobre), donde se incorpora el tratamiento con ácido, peróxido de hidróxido y hierro (o cobre) en un proceso de blanqueamiento de múltiples etapas. En algunas realizaciones, el tratamiento con hierro, ácido y peróxido de hidróxido se incorpora en una sola etapa del proceso de blanqueamiento en múltiples

etapas. En algunas realizaciones, el tratamiento con hierro (o cobre), ácido y peróxido de hidróxido se incorpora en una única etapa al final o cerca del final del proceso de blanqueamiento en múltiples etapas. En algunas realizaciones, el tratamiento con hierro (o cobre), ácido y peróxido de hidróxido se incorpora en la cuarta etapa de un proceso de blanqueamiento de múltiples etapas. Por ejemplo, el tratamiento de la pasta puede producirse en una etapa única, como la etapa E2, después de la adición del hierro (o el cobre) y el peróxido, y después de proporcionarse algún tiempo de retención. En algunas realizaciones, cada etapa de un proceso de blanqueamiento de cinco etapas incluye al menos una mezcladora, un reactor y una lavadora (según se conoce entre los entendidos en la técnica), y la pasta kraft puede acidificarse en la lavadora de la etapa D1, la fuente de hierro también puede añadirse a la pasta kraft en la lavadora de la etapa D1, el peróxido puede añadirse a la siguiente fuente de hierro (o fuente de cobre) en un punto de adición en la mezcladora o la bomba antes de la torre de la etapa E2, la pasta kraft puede hacerse reaccionar en la torre E2 y lavarse en la lavadora E2, y opcionalmente se puede añadir vapor antes de la torre E2 en una mezcladora de vapores. En algunas realizaciones, por ejemplo, se puede añadir hierro (o cobre) hasta el final de la etapa D1, o también se podría añadir hierro (o cobre) al principio de la etapa E2, siempre que la pasta se acidifique primero (es decir, antes

de la adición de hierro) en la etapa D1, se pueda añadir ácido, si es necesario, para llevar al pH a un intervalo de entre aproximadamente 3 y aproximadamente 5, y se pueda añadir peróxido después del hierro (o el cobre). Se puede añadir vapor antes o después de la adición del peróxido

[071] Por ejemplo, en una realización, el proceso de blanqueamiento de cinco etapas descrito anteriormente realizado con un material de partida de celulosa de madera blanda puede producir una fibra de celulosa modificada con una o más de las siguientes propiedades: una longitud de fibra media de al menos 2,2 mm, una viscosidad en el intervalo de aproximadamente 3,0 mPa•s y menos de 13 mPa•s, una solubilidad cáustica S10 en el intervalo de aproximadamente el 16% y aproximadamente el 20%, una solubilidad cáustica S18 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 18%, un contenido carboxílico en el intervalo de aproximadamente 2 meq/100 g y aproximadamente 6 meq/100 g, un contenido aldehídico en el intervalo de aproximadamente 1 meq/100 g y aproximadamente 3 meq/100 g, un contenido carbonílico de entre aproximadamente 1 y 4, un escurrimiento en el intervalo de aproximadamente 700 ml y aproximadamente 760 ml, una resistencia de la fibra en el intervalo de aproximadamente 5 km y aproximadamente 8 km, y un brillo ISO en el intervalo de aproximadamente 85 y aproximadamente 95. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el proceso de blanqueamiento de cinco etapas ejemplar descrito

anteriormente puede producir fibras de celulosa de madera blanda modificada que tienen cada una de las propiedades establecidas anteriormente.

[072] De acuerdo con otro ejemplo, cuando la fibra de celulosa es una fibra de madera blanda, el proceso de blanqueamiento de cinco etapas ejemplar antemencionado puede producir una fibra de celulosa de madera blanda con una longitud de fibra media que es al menos de 2,0 mm (por ejemplo en el intervalo de aproximadamente 2,0 mm y aproximadamente 3,7 mm, o entre aproximadamente 2,2 mm y aproximadamente 3,7 mm), una viscosidad que es menor a 13 mPa•s (por ejemplo, una viscosidad en el intervalo de aproximadamente 3,0 mPa•s y menos de 13 mPa•s, o entre aproximadamente 3,0 mPa•s y aproximadamente 5,5 mPa•s, o entre aproximadamente 3,0 mPa•s y aproximadamente 7 mPa•s, o entre aproximadamente 7 mPa•s y menos de 13 mPa•s), y un brillo de al menos 85 (por ejemplo en el intervalo de aproximadamente 85 y aproximadamente 95).

[073] En algunas realizaciones, la divulgación proporciona un método para producir pasta fluff que comprende proporcionar la fibra kraft modificada de la divulgación y después producir una pasta fluff. Por ejemplo, el método comprende blanquear la fibra kraft en un proceso de blanqueamiento de múltiples etapas, oxidar la fibra en al menos la cuarta o la quinta etapa del proceso de blanqueamiento en múltiples etapas con peróxido de hidróxido en condiciones ácidas y una cantidad catalítica

de hierro o cobre, y después formar una pasta fluff. En al menos una realización, la fibra no se refina después del proceso de blanqueamiento en múltiples etapas.

[074] La divulgación también proporciona un método para reducir olores, como el olor de los desechos corporales, por ejemplo el olor de la orina o la sangre. En algunas realizaciones, la divulgación proporciona un método para controlar el olor, que comprende proporcionar una fibra kraft blanqueada modificada de acuerdo con la divulgación, y aplicar un odorizante a la fibra kraft blanqueada de modo que se reduzca la cantidad atmosférica de odorizante en comparación con la cantidad atmosférica de odorizante después de la aplicación de una cantidad equivalente de odorizante a un peso equivalente de fibra kraft estándar. En algunas realizaciones, la divulgación proporciona un método para controlar el olor que comprende inhibir la generación de olores bacterianos. En algunas realizaciones, la divulgación proporciona un método para controlar el olor que comprende absorber odorizantes, como odorizantes nitrogenados, en una fibra kraft modificada. Según se lo utiliza aquí, se entiende que “odorizantes nitrogenados” significa odorizantes que comprenden al menos un nitrógeno.

[075] En al menos una realización, un método para reducir el olor comprende proporcionar fibra de celulosa modificada de acuerdo con la divulgación, y aplicar un odorizante, como un compuesto nitrogenado, por ejemplo,

amoniaco, o un organismo que es capaz de generar un compuesto nitrogenado en la fibra kraft modificada. En algunas realizaciones, el método además comprende formar una pasta fluff a partir de la fibra de celulosa modificada antes de añadir un odorizante a la fibra kraft modificada. En algunas realizaciones, el odorizante comprende al menos una bacteria capaz de producir compuestos nitrogenados. En algunas realizaciones, el odorizante comprende compuestos nitrogenados, como amoniaco.

[076] En algunas realizaciones, el método para reducir el olor además comprende absorber amoniaco en la fibra de celulosa modificada. En algunas realizaciones, el método para reducir el olor además comprende inhibir la producción de amoniaco bacteriano. En algunas realizaciones, el método para inhibir la producción de amoniaco bacteriano comprende inhibir el crecimiento bacteriano. En algunas realizaciones, el método para inhibir la producción de amoniaco bacteriano comprende inhibir la síntesis de urea bacteriana.

[077] En algunas realizaciones, un método para reducir el olor comprende combinar la fibra de celulosa modificada con al menos otro reductor de olores, y después aplicar un odorizante a la fibra de celulosa modificada combinada con el reductor de olores.

[078] Se conocen en la técnica reductores de olores e incluyen, por ejemplo, agentes reductores de olores, agentes enmascaradores de olores, biocidas,

enzimas e inhibidores de ureasa. Por ejemplo, la fibra de celulosa modificada puede combinarse con al menos un reductor de olores escogido a partir de zeolitas, carbonos activados, tierra diatomea, ciclodextrinas, arcilla, agentes quelantes, como aquéllos que contienen iones metálicos, como cobre, plata o iones de zinc, resinas de intercambio de iones, polímeros antibacterianos o antimicrobianos y/o aromatizadores

[079] En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada se combina con al menos un polímero superabsorbente (SAP). En algunas realizaciones, el SAP puede ser un reductor de olores. Los ejemplos de SAP que se pueden utilizar de acuerdo con la divulgación incluyen, pero sin limitación, Hysorb™ comercializado por la empresa BASF, Aqua Keep® comercializado por la empresa Sumitomo, y FAVOR®, comercializado por la empresa Evonik.

II. Fibras Kraft

[080] Se hace referencia en el presente documento a “estándar”, “convencional” o “tradicional”, fibra kraft, fibra kraft blanqueada, pasta kraft o pasta kraft blanqueada. Dicha fibra o pasta frecuentemente se describe como punto de referencia para definir las propiedades mejoradas de la presente invención. Según se los utiliza aquí, estos términos son intercambiables y hacen referencia a la fibra o la pasta que es idéntica comparativamente y que se procesa de manera similar a la fibra o la pasta prevista sin que se la haya sometido a ninguna oxidación,

ya sea individualmente o seguido de uno o más tratamientos alcalinos o ácidos (es decir, procesada de manera estándar o convencional). Según se lo utiliza aquí, el término “modificada” hace referencia a la fibra que ha sido sometida a un tratamiento de oxidación, ya sea individualmente o seguido de uno o más tratamientos alcalinos o ácidos.

[081] Las características físicas (por ejemplo, la longitud de fibra y la viscosidad) de la fibra de celulosa modificada mencionadas en la memoria descriptiva se miden de acuerdo con los protocolos proporcionados en la sección de Ejemplos.

[082] La presente divulgación proporciona fibra kraft con viscosidad baja y ultrabaja. A menos que se indique lo contrario, “viscosidad”, según se la utiliza aquí, se refiere a una viscosidad de CED capilar del 0,5% medida de acuerdo con TAPPI T230-om99 según se hace referencia en los protocolos. La fibra kraft modificada de la presente invención presenta características únicas que son indicativas de las modificaciones químicas que se le han realizado. Más específicamente, la fibra de la presente invención presenta características similares a las de la fibra kraft estándar, es decir, la longitud y el escurrimiento, pero también presenta algunas características que son muy distintas que son una función del índice aumentado de los grupos funcionales incluidos en la fibra modificada. Esta fibra modificada presenta

características únicas cuando es sometida a la prueba TAPPI citada que trata la fibra con un agente cáustico como parte del método de prueba. La aplicación de un agente cáustico a la fibra modificada, según se describe, provoca la hidrolización de la fibra modificada de manera distinta que la fibra kraft estándar, observándose así una viscosidad que es en general inferior a la viscosidad de la fibra kraft estándar. En forma acorde, el entendido en la técnica entenderá que las viscosidades informadas pueden verse afectadas por el método de medición de la viscosidad. A los efectos de la presente invención, las viscosidades informadas en el presente documento, según las mediciones del método TAPPI citado, representan la viscosidad de la fibra kraft utilizada para calcular el grado de polimerización de la fibra.

[083] A menos que se indique lo contrario, “DP” según se lo utiliza aquí se refiere a un grado de polimerización promedio en peso (DP en peso) calculado a partir de una viscosidad de CED capilar del 0,5% medida de acuerdo con TAPPI T230-om99. *Véase, p. ej.*¸J.F. Cellucon Conference in *The Chemistry and Processing of Wood and Plant Fibrous Materials*, p. 155, protocolo de prueba 8, 1994 (Woodhead Publishing Ltd., Abington Hall, Abinton Cambridge CBI 6AH England, J.F. Kennedy y col. eds.). “DP bajo” significa un DP en el intervalo de aproximadamente 1160 y aproximadamente 1860 o una viscosidad en el intervalo de aproximadamente 7 y aproximadamente 13 mPa•s.

Fibras con “DP ultrabajo” significa un DP en el intervalo de aproximadamente 350 y aproximadamente 1160 o una viscosidad en el intervalo de aproximadamente 3 y aproximadamente 7 mPa•s.

[084] En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada tiene un DP en el intervalo de aproximadamente 350 y aproximadamente 1860. En algunas realizaciones, el DP oscila entre aproximadamente 710 y aproximadamente 1860. En algunas realizaciones, el DP oscila entre aproximadamente 350 y aproximadamente 910. En algunas realizaciones, el DP oscila entre aproximadamente 350 y aproximadamente 1160. En algunas realizaciones, el DP oscila entre aproximadamente 1160 y aproximadamente 1860. En algunas realizaciones, el DP es menor a 1860, menor a 1550, menor a 1300, menor a 820 o menor a 600.

[085] En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada tiene una viscosidad en el intervalo de aproximadamente 3,0 mPa•s y aproximadamente 13 mPa•s. En algunas realizaciones, la viscosidad oscila entre aproximadamente 4,5 mPa·s y aproximadamente 13 mPa•s. En algunas realizaciones, la viscosidad oscila entre aproximadamente 3,0 mPa•s y aproximadamente 5,5 mPa•s. En algunas realizaciones, la viscosidad oscila entre aproximadamente 3,0 mPa•s y aproximadamente 7 mPa•s. En algunas realizaciones, la viscosidad oscila entre aproximadamente 7 mPa•s y aproximadamente 13 mPa•s. En algunas realizaciones, la viscosidad es inferior a 13

mPa•s, inferior a 10 mPa•s, inferior a 8 mPa•s, inferior a 5 mPa•s, o inferior a 4 mPa•s.

[086] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada de la divulgación mantiene su escurrimiento durante el proceso de blanqueamiento. En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada tiene una "escurrimiento" de al menos aproximadamente 690 ml, como al menos de aproximadamente 700 ml, o aproximadamente 710 ml, o aproximadamente 720 ml, o aproximadamente 730 ml.

[087] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada de la divulgación mantiene su longitud de fibra durante el proceso de blanqueamiento.

[088] En algunas realizaciones, cuando la fibra de celulosa modificada es una fibra de madera blanda, la fibra de celulosa modificada tiene una longitud media de fibra, según lo medido de acuerdo con el protocolo de prueba 12, descrito en la sección de ejemplos abajo, que es aproximadamente de 2 mm o mayor. En algunas realizaciones, la longitud de fibra media no es mayor a aproximadamente 3,7 mm. En algunas realizaciones, la longitud de fibra media es de al menos aproximadamente 2,2 mm, aproximadamente 2,3 mm, aproximadamente 2,4 mm, aproximadamente 2,5 mm, aproximadamente 2,6 mm, aproximadamente 2,7 mm, aproximadamente 2,8 mm, aproximadamente 2,9 mm, aproximadamente 3,0 mm, aproximadamente 3,1 mm, aproximadamente 3,2 mm, aproximadamente 3,3 mm, aproximadamente 3,4 mm,

aproximadamente 3,5 mm, aproximadamente 3,6 mm, o aproximadamente 3,7 mm. En algunas realizaciones, la longitud de fibra media oscila entre aproximadamente 2 mm y aproximadamente 3,7 mm, o entre aproximadamente 2,2 mm y aproximadamente 3,7 mm.

[089] En algunas realizaciones, cuando la fibra de celulosa modificada es una fibra de madera dura, la fibra de celulosa modificada tiene una longitud media de fibra de entre aproximadamente 0,75 y aproximadamente 1,25 mm. Por ejemplo, la longitud de fibra media puede ser de al menos aproximadamente 0,85 mm, como de aproximadamente 0,95 mm, o de aproximadamente 1,05 mm, o de aproximadamente 1,15 mm.

[090] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada de la divulgación tiene un brillo equivalente a la fibra kraft estándar. En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada tiene un brillo ISO de al menos 85, 86, 87, 88, 89 ó 90. En algunas realizaciones, el brillo no es mayor que aproximadamente 92. En algunas realizaciones, el brillo oscila entre aproximadamente 85 y aproximadamente 92, o entre aproximadamente 86 y aproximadamente 90, o entre aproximadamente 87 y aproximadamente 90, o entre aproximadamente 88 y aproximadamente 90.

[091] En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada de la divulgación es más comprimible y/o gofrable que la fibra kraft estándar. En algunas realizaciones la fibra de celulosa modificada puede

utilizarse para producir estructuras que son más finas y/o tienen una densidad mayor que las estructuras producidas con cantidades equivalentes de fibra kraft estándar.

[092] En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada de la divulgación puede comprimirse a una densidad de al menos aproximadamente 0,21 g/cc, por ejemplo aproximadamente 0,22 g/cc, o aproximadamente 0,23 g/cc, o aproximadamente 0,24 g/cc. En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada de la divulgación puede comprimirse a una densidad en el intervalo de aproximadamente 0,21 y aproximadamente 0,24 g/cc. En al menos una realización, la fibra de celulosa modificada de la divulgación, después de compresión a una presión manométrica de 20 psi, tiene una densidad en el intervalo de aproximadamente 0,21 y aproximadamente 0,24 g/cc.

[093] En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada de la divulgación, después de compresión bajo una presión manométrica de aproximadamente 5 psi, tiene una densidad en el intervalo de aproximadamente 0,110 y aproximadamente 0,114 g/cc. Por ejemplo, la fibra de celulosa modificada de la divulgación, después de compresión bajo una presión manométrica de aproximadamente 5 psi, puede tener una densidad de al menos aproximadamente 0,110 g/cc, por ejemplo de al menos aproximadamente 0,112 g/cc, o de aproximadamente 0,113 g/cc, o de aproximadamente 0,114 g/cc.

[094] En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada de la divulgación, después de compresión bajo una presión manométrica de aproximadamente 10 psi, tiene una densidad en el intervalo de aproximadamente 0,130 y aproximadamente 0,155 g/cc. Por ejemplo, la fibra de celulosa modificada de la divulgación, después de compresión bajo una presión manométrica de aproximadamente 10 psi, puede tener una densidad de al menos aproximadamente 0,130 g/cc, por ejemplo al menos de aproximadamente 0,135 g/cc, o de aproximadamente 0,140 g/cc, o de aproximadamente 0,145 g/cc, o de aproximadamente 0,150 g/cc.

[095] En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada de la divulgación puede comprimirse a una densidad de al menos aproximadamente un 8% mayor que la densidad de la fibra kraft estándar. En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada de la divulgación tiene una densidad de aproximadamente el 8% y aproximadamente el 16% mayor que la densidad de la fibra kraft estándar, por ejemplo entre aproximadamente el 10% y aproximadamente el 16% mayor, o entre aproximadamente el 12% y aproximadamente el 16% mayor, o entre aproximadamente el 13% y aproximadamente el 16% mayor, o entre aproximadamente el 14% y aproximadamente el 16% mayor, o entre aproximadamente el 15% y aproximadamente el 16% mayor.

[096] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada de la divulgación tiene un contenido carboxílico aumentado con relación a la fibra kraft estándar.

[097] En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada tiene un contenido carboxílico en el intervalo de aproximadamente 2 meq/100 g y aproximadamente 9 meq/100 g. En algunas realizaciones, el contenido carboxílico oscila entre aproximadamente 3 meq/100 g y aproximadamente 8 meq/100 g. En algunas realizaciones, el contenido carboxílico es de aproximadamente 4 meq/100 g. En algunas realizaciones, el contenido carboxílico es de al menos aproximadamente 2 meq/100 g, por ejemplo, de al menos aproximadamente 2,5 meq/100 g, por ejemplo, de al menos aproximadamente 3,0 meq/100 g, por ejemplo, de al menos aproximadamente 3,5 meq/100 g, por ejemplo, de al menos aproximadamente 4,0 meq/100 g, por ejemplo, de al menos aproximadamente 4,5 meq/100 g, o por ejemplo, de al menos aproximadamente 5,0 meq/100 g.

[098] La fibra kraft modificada de la divulgación tiene un contenido aldehídico aumentado con relación a la fibra kraft blanqueada estándar. En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada tiene un contenido aldehídico en el intervalo de aproximadamente 1 meq/100 g y aproximadamente 9 meq/100 g. En algunas realizaciones, el contenido aldehídico es de al menos aproximadamente 1,5 meq/100 g, aproximadamente 2 meq/100 g, aproximadamente 2,5 meq/100 g, aproximadamente 3,0 meq/100 g, aproximadamente

3,5 meq/100 g, aproximadamente 4,0 meq/100 g, aproximadamente 4,5 meq/100 g, o aproximadamente 5,0 meq/100 g, o al menos aproximadamente 6,5 meq, o al menos aproximadamente 7,0 meq.

[099] En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada tiene una relación de contenido total de aldehído a carboxilo mayor que aproximadamente 0,3, como mayor que aproximadamente 0,5, como mayor que aproximadamente 1, como mayor que aproximadamente 1,4. En algunas realizaciones, la relación de aldehído a carboxilo oscila entre aproximadamente 0,3 y aproximadamente 1,5. En algunas realizaciones, la relación oscila entre aproximadamente 0,3 y aproximadamente 0,5. En algunas realizaciones, la relación oscila entre aproximadamente 0,5 y aproximadamente 1. En algunas realizaciones, la relación oscila entre aproximadamente 1 y aproximadamente 1,5.

[0100] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada tiene una dislocación y un enrollamiento superior a la fibra kraft estándar. La fibra kraft modificada de acuerdo con la presente invención tiene un índice de dislocación en el intervalo de aproximadamente 1,3 y aproximadamente 2,3. Por ejemplo, el índice de dislocación puede oscilar entre aproximadamente 1,5 y aproximadamente 2,3, o entre aproximadamente 1,7 y aproximadamente 2,3 o entre aproximadamente 1,8 y aproximadamente 2,3, o entre aproximadamente 2,0 y aproximadamente 2,3. La fibra kraft modificada de acuerdo

con la presente divulgación puede tener un índice de enrollamiento ponderado por longitud en el intervalo de aproximadamente 0,11 y aproximadamente 0,23, como entre aproximadamente 0,15 y aproximadamente 0,2.

[0101] En algunas realizaciones, el índice de cristalinidad de la fibra kraft modificada se reduce entre aproximadamente el 5% y aproximadamente el 20% con relación al índice de cristalinidad de la fibra kraft estándar, por ejemplo entre aproximadamente el 10% y aproximadamente el 20%, o entre aproximadamente el 15% y aproximadamente el 20%.

[0102] En algunas realizaciones, la celulosa modificada de acuerdo con la presente divulgación tiene un valor R10 en el intervalo de aproximadamente el 65% y aproximadamente el 85%, por ejemplo entre aproximadamente el 70% y aproximadamente el 85%, o entre aproximadamente el 75% y aproximadamente el 85%. En algunas realizaciones, la fibra modificada de acuerdo con la divulgación tiene un valor R18 en el intervalo de aproximadamente el 75% y aproximadamente el 90%, por ejemplo entre aproximadamente el 80% y aproximadamente el 90%, por ejemplo entre aproximadamente el 80% y aproximadamente el 87%. El contenido de R18 y R10 se describe en TAPPI 235. R10 representa el material no disuelto residual que queda después de la extracción de la pasta con un 10 por ciento en peso de cáustico y R18 representa la cantidad residual de material no disuelto que permaneció después de la

extracción de la pasta con una solución cáustica al 18%. En general, en una solución cáustica al 10%, la hemicelulosa y la celulosa de cadena corta químicamente degradada se disuelven y se eliminan en solución. En contraste, en general, sólo se disuelve la hemicelulosa y se elimina una solución cáustica al 18%. Así, la diferencia entre el valor R10 y el valor R18, (R = R18 – R10), representa la cantidad de celulosa de cadena corta químicamente degradada presente en una muestra de pasta.

[0103] Sobre la base de una o más de las propiedades mencionadas anteriormente, como la dislocación y el enrollamiento de la fibra, la funcionalidad aumentada y cristalinidad de la fibra kraft modificada, el entendido en la técnica debería esperar que la fibra kraft modificada de la divulgación tenga ciertas características que la fibra kraft estándar no posee. Por ejemplo, se cree que la fibra kraft de la divulgación puede ser más flexible que la fibra kraft estándar, y puede elongarse y/o doblarse y/o exhibir elasticidad y/o aumentar la acción capilar. Además, sin vernos limitados por teoría alguna, se espera que la fibra kraft modificada pueda proporcionar una estructura física, por ejemplo en una pasta fluff, que cause un entrelazamiento de fibras y la unión fibra/fibra o que entrelace los materiales aplicados a la pasta, de modo que estos materiales se mantengan en una posición espacial relativamente fija dentro de la pasta, retardando su dispersión. Adicionalmente, se espera, al menos debido a la

cristalinidad reducida con relación a la fibra kraft estándar, que la fibra kraft modificada de la divulgación sea más suave que la fibra kraft estándar, mejorando su aplicabilidad en aplicaciones de productos absorbentes, por ejemplo, como aplicaciones de pañales y vendas.

[0104] En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada tiene una solubilidad cáustica S10 en el intervalo de aproximadamente el 16% y aproximadamente el 30%, o entre aproximadamente el 14% y aproximadamente el 16%. En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada tiene una solubilidad cáustica S18 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 22%, o entre aproximadamente el 14% y aproximadamente el 16%. En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada tiene una ΔR (diferencia entre S10 y S18) de aproximadamente 2,9 o mayor. En algunas realizaciones la ΔR es aproximadamente de 6,0 o mayor.

[0105] En algunas realizaciones, la resistencia de la fibra de celulosa modificada, según lo medido mediante longitud de rotura húmeda *zero span*, oscila entre aproximadamente 4 km y aproximadamente 10 km, por ejemplo, entre aproximadamente 5 km y aproximadamente 8 km. En algunas realizaciones, la resistencia de la fibra es de al menos aproximadamente 4 km, aproximadamente 5 km, aproximadamente 6 km, aproximadamente 7 km, o aproximadamente 8 km. En algunas realizaciones, la resistencia de la fibra oscila entre aproximadamente 5 km y

aproximadamente 7 km, o entre aproximadamente 6 km y aproximadamente 7 km.

[0106] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada tiene propiedades de control de olores. En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada es capaz de reducir el olor de los desechos corporales, como la orina o las heces. En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada absorbe amoniaco. En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada inhibe la producción de olores bacterianos, por ejemplo, en algunas realizaciones, la fibra kraft modificada inhibe la producción de amoniaco bacteriano.

[0107] En al menos una realización, la fibra kraft modificada es capaz de absorber odorizantes, como odorizantes que contienen nitrógeno, por ejemplo, amoniaco.

[0108] Según se lo utiliza aquí, el término “odorizante” pretende significar un material químico que tiene un aroma o un olor, o que es capaz de interactuar con los receptores olfativos, o significar un organismo, como una bacteria, que es capaz de generar compuestos que generan un aroma o un olor, por ejemplo, una bacteria que produce urea.

[0109] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada reduce la concentración atmosférica de amoniaco más de lo que una fibra kraft blanqueada estándar reduce el amoniaco atmosférico. Por ejemplo, la fibra kraft modificada puede reducir el amoniaco atmosférico mediante

la absorción de al menos parte de una muestra de amoniaco aplicada a la fibra kraft modificada, o mediante la inhibición de la producción de amoniaco bacteriano. En al menos una realización, la fibra kraft modificada absorbe amoniaco e inhibe la producción de amoniaco bacteriano.

[0110] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada reduce al menos aproximadamente un 40% más del amoniaco atmosférico que las fibras kraft estándar, por ejemplo al menos aproximadamente un 50% más, o aproximadamente un 60% más, o aproximadamente un 70% más, o aproximadamente un 75% más, o aproximadamente un 80% más, o aproximadamente un 90% más de amoniaco que la fibra kraft estándar.

[0111] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada de la divulgación, después de la aplicación de 0,12 g de una solución al 50% de hidróxido de amonio y aproximadamente nueve gramos de celulosa modificada y un tiempo de incubación de 45 minutos, reduce la concentración atmosférica de amoniaco en un volumen de 1,6 L a menos de 150 ppm, por ejemplo, a menos de aproximadamente 125 ppm, por ejemplo a menos de aproximadamente 100 ppm, por ejemplo, a menos de aproximadamente 75 ppm, por ejemplo, a menos de aproximadamente 50 ppm.

[0112] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada absorbe entre aproximadamente 5 y aproximadamente 10 ppm de amoniaco por gramo de fibra. Por ejemplo, la celulosa modificada puede absorber entre

aproximadamente 6 y aproximadamente 10 ppm, o entre aproximadamente 7 y aproximadamente 10 ppm, o entre aproximadamente 8 y aproximadamente 10 ppm amoniaco por gramo de fibras.

[0113] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada tiene propiedades de control de olores mejoradas y un brillo mejorado en comparación con la fibra kraft estándar. En al menos una realización, la fibra de celulosa modificada tiene un brillo en el intervalo de aproximadamente 85 y aproximadamente 92 y es capaz de reducir el olor. Por ejemplo, la celulosa modificada puede tener un brillo en el intervalo de aproximadamente 85 y aproximadamente 92, y absorbe entre aproximadamente 5 y aproximadamente 10 ppm de amoniaco por cada gramo de fibra.

[0114] En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada tiene una prueba de citotoxicidad por elusión MEM, ISO 10993-5, de menos de 2 en una escala de cero a cuatro. Por ejemplo, la citotoxicidad puede ser inferior a aproximadamente 1,5 o inferior a aproximadamente 1.

[0115] Se sabe que la celulosa oxidada, en particular, la celulosa que comprende aldehído y/o grupos de ácido carboxílico, exhiben actividad antiviral y/o antimicrobiana. Véase*, p. ej.*, Song y col., *Novel antiviral activity of dialdehyde starch*, Electronic J. Biotech., Vol. 12, No. 2, 2009; patente de EE. UU. N.°. 7,019,191 de Looney y col. Por ejemplo, se sabe que los

grupos aldehídicos en el almidón dialdehídico presentan actividad antiviral, y frecuentemente se ha utilizado la celulosa oxidada y la celulosa regenerada oxidada, por ejemplo, que contienen grupos de ácido carboxílico, para aplicaciones para el cuidado de heridas, en parte debido a sus propiedades bactericidas y hemostáticas. En forma acorde, en algunas realizaciones, la fibra de celulosa de la divulgación puede exhibir actividad antiviral y/o antimicrobiana. En al menos una realización, la fibra de celulosa modificada exhibe actividad antibacteriana. En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada exhibe actividad antiviral.

[0116] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada de la divulgación tiene un DP nivelado de menos de 200, como de menos de aproximadamente 100, o de menos de aproximadamente 80, o de menos de aproximadamente 75, o de menos de aproximadamente 50, o inferior o igual a aproximadamente 48. El DP nivelado puede medirse mediante métodos conocidos en la técnica como, por ejemplo, mediante los métodos divulgados en *Battista, y col.*, Level-Off Degree of Polymerization, Division of Cellulose Chemistry, Simposio sobre la degradación de la celulosa y los derivados de celulosa, 127.° encuentro, ACS, Cincinnati, Ohio, marzo-abril de 1955.

[0117] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada tiene un índice kappa de menos de aproximadamente 2. Por ejemplo, la fibra kraft modificada

puede tener un índice kappa inferior a aproximadamente 1,9. En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada tiene un índice kappa en el intervalo de aproximadamente 0,1 y aproximadamente 1, como entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,9, como entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,8, por ejemplo entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,7, por ejemplo entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,6, como entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,5, o entre aproximadamente 0,2 y aproximadamente 0,5.

[0118] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada es una fibra kraft blanqueada en un proceso en múltiples etapas, donde una etapa de oxidación es seguida de al menos una etapa de blanqueamiento. En dichas realizaciones, la fibra modificada después de al menos una etapa de blanqueamiento tiene un “índice k”, según lo medido de acuerdo con TAPPI UM 251, en el intervalo de aproximadamente 0,2 y aproximadamente 1,2. Por ejemplo, el número k puede oscilar entre aproximadamente 0,4 y aproximadamente 1,2, o entre aproximadamente 0,6 y aproximadamente 1,2, o entre aproximadamente 0,8 y aproximadamente 1,2, o entre aproximadamente 1,0 y aproximadamente 1,2.

[0119] En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada tiene un índice de cobre mayor que aproximadamente 2. En algunas realizaciones, el índice de cobre es mayor que 2,0. En algunas realizaciones, el

índice de cobre es mayor que aproximadamente 2,5. Por ejemplo, el índice de cobre puede ser mayor que aproximadamente 3. En algunas realizaciones, el índice de cobre oscila entre aproximadamente 2,5 y aproximadamente 5,5, como entre aproximadamente 3 y aproximadamente 5,5, por ejemplo entre aproximadamente 3 y aproximadamente 5,2.

[0120] En al menos una realización, el contenido de hemicelulosa de la fibra kraft modificada es sustancialmente idéntico al de la fibra kraft no blanqueada estándar. Por ejemplo, el contenido de hemicelulosa para una fibra de madera blanda kraft puede oscilar entre aproximadamente el 16% y aproximadamente el 18%. Por ejemplo, el contenido de hemicelulosa de una fibra de madera dura kraft puede oscilar entre aproximadamente el 18% y aproximadamente el 25%.

III. Procesamiento adicional – Hidrólisis ácida/alcalina

[0121] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada de la divulgación es adecuada para la producción de derivados de celulosa, por ejemplo, para la producción de éteres de celulosa, ésteres de celulosa y celulosa microcristalina de menor viscosidad. En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada de la divulgación es fibra kraft modificada hidrolizada. Según se los utiliza aquí, “fibra kraft hidrolizada modificada”, “fibra kraft hidrolizada” y similares, pretenden significar la fibra que se ha hidrolizado con cualquier tratamiento ácido o alcalino conocido que se sabe que despolimeriza la cadena

de celulosa. En algunas realizaciones, la fibra kraft de acuerdo con la divulgación además se trata para reducir su viscosidad y/o su grado de polimerización. Por ejemplo, la fibra kraft de acuerdo con la divulgación puede tratarse con un ácido o una base.

[0122] En algunas realizaciones, la divulgación proporciona un método para tratar fibra kraft, que comprende blanquear la fibra kraft de acuerdo con la divulgación y después hidrolizar la fibra kraft blanqueada. La hidrólisis puede ser cualquier método conocido por los entendidos en la técnica. En algunas realizaciones, la fibra kraft blanqueada se hidroliza con al menos un ácido. En algunas realizaciones, la fibra kraft blanqueada se hidroliza con un ácido seleccionado de ácido sulfúrico, ácidos minerales y ácido clorhídrico.

[0123] La divulgación también proporciona un método para producir éteres de celulosa. En algunas realizaciones, el método para producir éteres de celulosa comprende blanquear la fibra kraft de acuerdo con la divulgación, tratar la fibra kraft blanqueada con al menos un agente álcali, como hidróxido de sodio, y hacer reaccionar la fibras con al menos un agente eterificante.

[0124] La divulgación también proporciona métodos para producir ésteres de celulosa. En algunas realizaciones, el método para producir ésteres de celulosa comprende blanquear la fibra kraft de acuerdo con la divulgación, tratar la fibra kraft blanqueada con un

catalizador, como ácido sulfúrico, después tratar la fibra con al menos un anhídrido acético o ácido acético. En una realización alternativa, el método para producir acetatos de celulosa comprende blanquear la fibra kraft de acuerdo con la divulgación, hidrolizar la fibra kraft blanqueada con ácido sulfúrico y tratar la fibra kraft hidrolizada con al menos un anhídrido acético o ácido acético.

[0125] La divulgación también proporciona métodos para producir celulosa microcristalina. En algunas realizaciones, el método para producir celulosa microcristalina comprende proporcionar la fibra kraft blanqueada de acuerdo con la divulgación, hidrolizar la fibra kraft blanqueada con al menos un ácido hasta alcanzar el DP deseado o en condiciones para alcanzar el DP nivelado. En otra realización, la fibra kraft blanqueada hidrolizada se trata mecánicamente, por ejemplo mediante molienda, trituración o cizalladura. Los métodos para tratar mecánicamente las fibras kraft hidrolizadas en la producción de celulosa microcristalina resultan conocidos para los entendidos en la técnica y pueden proporcionar los tamaños de partícula deseados. Se conocen los otros parámetros y condiciones para producir celulosa microcristalina, y se describen, por ejemplo, en las patentes de EE.UU. N.º 2,978,446 y 5,346,589.

[0126] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada de acuerdo con la divulgación además se trata con un agente alcalino o un agente cáustico para reducir su

viscosidad y/o su grado de polimerización. El tratamiento alcalino, a un pH mayor que aproximadamente 9, hace que los dialdehídos reaccionen y se sometan a una eliminación beta-hidroxi. Esta fibra también modificada que ha sido tratada con un agente alcalino, puede también ser útil en la producción de pañuelos de papel, toallas y también otros productos absorbentes y en aplicaciones derivadas de celulosa. En la fabricación de papel más convencional, los agentes de resistencia frecuentemente se añaden a la lechada de fibra para modificar las propiedades físicas de los productos finales. Esta fibra alcalina modificada puede utilizarse para reemplazar algo o todo el agente de ajuste de resistencia utilizado en la producción de pañuelos de papel y toallas.

[0127] Según se describe anteriormente, hay tres tipos de productos de fibra que pueden prepararse a través de los procesos descritos aquí. El primer tipo es la fibra que ha sido tratada mediante oxidación catalítica, la cual fibra es casi indistinguible de su equivalente convencional (al menos, en lo que respecta a las propiedades físicas y de fabricación de papel), pero sin embargo tiene una funcionalidad asociada que le confiere una o más de sus propiedades de control de olores, compresibilidad, DP bajo y ultrabajo y/o la capacidad de convertirse “in-situ” en una fibra de bajo DP/baja viscosidad en condiciones de hidrólisis alcalina o ácida, como las condiciones de producción de derivados de celulosa, p. ej., la producción

de éter o acetato. Las características físicas y las propiedades para la fabricación del papel de este tipo de fibra la vuelven apropiada para uso en la fabricación de papel típico y las aplicaciones de productos absorbentes. Esta funcionalidad aumentada, p.ej., la funcionalidad aldehídica o carboxílica y las propiedades asociadas con esa funcionalidad, por otra parte, hacen que esta fibra sea más deseable y más versátil que la fibra kraft estándar.

[0128] El segundo tipo de fibra es la fibra que se ha sometido a oxidación catalítica y que después se ha tratado con un agente alcalino o cáustico. El agente alcalino hace que la fibra se descomponga en los sitios de la funcionalidad del carbonilo añadidos a través del proceso de oxidación. Esta fibra tiene distintas propiedades físicas y para la fabricación de papel que la fibra únicamente sometida a la oxidación, pero puede exhibir los mismos niveles o niveles similares de DP porque la prueba utilizada para medir la viscosidad y de ese modo el DP somete la fibra a un agente cáustico. Le resultará evidente al entendido en la técnica que los diferentes agentes y niveles alcalinos pueden proporcionar diferentes niveles de DP.

[0129] El tercer tipo de fibra es la fibra que se ha sometido a oxidación catalítica y que se ha tratado en una etapa de hidrólisis ácida. La hidrólisis ácida provoca una descomposición de la fibra, posiblemente a niveles concordantes con su DP nivelado.

[0130] **IV. Productos fabricados a partir de fibras kraft**

[0131] La presente divulgación proporciona productos fabricados a partir de la fibra kraft modificada descrita aquí. En algunas realizaciones, los productos son los que típicamente se fabrican a partir de la fibra kraft estándar. En otras realizaciones, los productos son los que típicamente se fabrican a partir de linter de algodón o pasta de sulfito. Más específicamente, la fibra modificada de la presente invención puede utilizarse, sin modificación adicional, en la producción de productos absorbentes y como un material de partida en la preparación de derivados químicos, como éteres y ésteres. Hasta el momento, no ha habido fibra disponible útil para reemplazar tanto el alto contenido de celulosa alfa, como el algodón y la pasta de sulfito, como la fibra kraft tradicional.

[0132] Las frases como “que pueden sustituirse por linter de algodón (o pasta de sulfito). . .” e “intercambiable con linter de algodón (o pasta de sulfito). . .” y “que pueden utilizarse en lugar de linter de algodón (o pasta de sulfito). . .” y similares significan que únicamente la fibra tiene propiedades adecuadas para uso en la aplicación final normalmente llevada a cabo con linter de algodón (o pasta de sulfito). La frase no pretende significar que la fibra necesariamente tiene todas características idénticas al linter de algodón (o la pasta de sulfito).

[0133] En algunas realizaciones, los productos son productos absorbentes, inclusive, pero sin limitación, dispositivos médicos, inclusive cuidado de heridas (p. ej., vendas), pañales para bebés, almohadillas para amamantar, productos para la incontinencia en el adulto, productos de higiene femenina, inclusive, por ejemplo, toallas sanitarias y tampones, productos no tejidos fabricados por vía aérea, compuestos fabricados por vía aérea, limpiadores de superficies, servilletas, pañuelos de papel, toallas y similares. Los productos absorbentes de acuerdo con la presente divulgación pueden ser desechables. En esas realizaciones, la fibra modificada de acuerdo con la invención puede utilizarse como un sustituto total o parcial de la fibra de madera dura o blanda blanqueada que se utiliza típicamente en la producción de estos productos.

[0134] En algunas realizaciones, la fibra de celulosa modificada se presenta en forma de pasta fluff y tiene una o más propiedades que hacen que la fibra de celulosa modificada sea más efectiva que las pastas fluff convencionales en los productos absorbentes. Más específicamente, la fibra modificada de la presente invención puede tener una compresibilidad mejorada y un control de olores mejorado, los cuales la hacen deseable como sustituto para la fibra de pasta fluff actualmente disponible. Debido a la compresibilidad mejorada de la fibra de la presente divulgación, ésta resulta útil en las realizaciones pretendidas para producir estructuras

absorbentes más delgadas y compactas. El entendido en la técnica, al comprender la naturaleza comprimible de la fibra de la presente divulgación, podrá fácilmente prever productos absorbentes en los cuales pueda utilizarse esta fibra. A modo de ejemplo, en algunas realizaciones, la divulgación proporciona un producto de higiene ultrafino que comprende las fibras kraft modificadas de la divulgación. Los núcleos fluff ultrafinos típicamente se utilizan en, por ejemplo, productos de higiene femenina o pañales de bebé. Otros productos que pueden producirse con la fibra de la presente divulgación pueden ser cualquiera que requiera un núcleo absorbente o una capa absorbente comprimida. Al comprimirla, la fibra de la presente invención no exhibe, si es que alguna, ninguna pérdida de absorbencia, pero exhibe una mejora en la flexibilidad.

[0135] La fibra modificada de la presente invención también puede, sin modificación adicional, utilizarse en la producción de productos absorbentes inclusive, pero sin limitación, pañuelos de papel, toallas, servilletas y otros productos de papel que se forman en una máquina de fabricación de papel tradicional. Los procesos de fabricación de papel tradicionales involucran la preparación de una lechada acuosa de fibra que, típicamente se deposita en un alambre de formación de donde se elimina el agua después. La funcionalidad aumentada de la fibras de celulosa modificadas de la presente divulgación puede proporcionar características mejoradas de producto a los

productos, inclusive esas fibras modificadas. Por las razones enumeradas anteriormente, la fibra modificada de la presente invención puede hacer que los productos fabricados con ésta exhiban mejoras en su resistencia, probablemente asociados con la funcionalidad mejorada de las fibras. La fibra modificada de la invención también puede producir productos con una suavidad mejorada.

[0136] En algunas realizaciones, la fibra modificada de la presente divulgación, sin modificación adicional, se puede utilizar en la fabricación de éteres de celulosa (por ejemplo carboximetilcelulosa) y ésteres como un sustituto de la fibra con un DP muy alto de entre aproximadamente 2950 y aproximadamente 3980 (es decir, una fibra que tiene una viscosidad, según lo medido mediante CED capilar del 0,5%, en el intervalo de aproximadamente 30 mPa•s y aproximadamente 60 mPa•s) y un muy alto porcentaje de celulosa (por ejemplo, del 95% o mayor) como las derivadas del linter de algodón y de las fibras de madera blandas blanqueadas producidas por el proceso de fabricación de pasta de sulfito ácido. La fibra modificada de la presente invención que no se ha sometido a hidrólisis ácida generalmente recibirá dicho tratamiento de hidrólisis ácida en el proceso de producción para crear éteres o ésteres de celulosa.

[0137] Según se describe, el segundo y el tercer tipo de fibra se producen a través de procesos que derivan o hidrolizan la fibra. Estas fibras también pueden ser

útiles en la producción de artículos absorbentes, productos de papel absorbentes y derivados de celulosa, inclusive éteres y ésteres.

V. Productos hidrolizados ácidos/alcalinos

[0138] En algunas realizaciones, esta divulgación proporciona una fibra kraft modificada que puede utilizarse como un sustituto para el linter de algodón o la pasta de sulfito. En algunas realizaciones, esta divulgación proporciona una fibra kraft modificada que puede utilizarse como un sustituto del linter de algodón o la pasta de sulfito, por ejemplo, en la fabricación de éteres de celulosa, acetatos de celulosa y celulosa microcristalina.

[0139] Sin vernos limitados por teoría alguna, se cree que el aumento en el contenido de aldehído con relación a la pasta kraft convencional proporciona sitios activos adicionales para la eterificación de productos finales, como carboximetilcelulosa, metilcelulosa, hidroxipropilcelulosa y similares, permitiendo la producción de una fibra que puede utilizarse para la fabricación de papel y derivados de celulosa.

[0140] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada tiene propiedades químicas que la hacen adecuada para la fabricación de éteres de celulosa. Así, la divulgación proporciona un éter de celulosa derivado de una fibra kraft modificada según se describe. En algunas realizaciones, el éter de celulosa se escoge entre etilcelulosa, metilcelulosa, hidroxipropilcelulosa,

carboximetilcelulosa, hidroxipropilmetilcelulosa e hidroxietilmetilcelulosa. Se cree que los éteres de celulosa de la divulgación pueden utilizarse en cualquier aplicación en la cual los éteres de celulosa se utilizan tradicionalmente. Por ejemplo, y no a modo de limitación, los éteres de celulosa de la divulgación pueden utilizarse en recubrimientos, tintas, aglutinantes, comprimidos farmacológicos de liberación controlada y películas.

[0141] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada tiene propiedades químicas que la vuelven adecuada para la fabricación de ésteres de celulosa. Así, la divulgación proporciona un éster de celulosa, como un acetato de celulosa, un derivado de las fibras modificadas kraft de la divulgación. En algunas realizaciones, la divulgación proporciona un producto que comprende un acetato de celulosa derivado de la fibra kraft modificada de la divulgación. Por ejemplo, y no a modo de limitación, los ésteres de celulosa de la divulgación pueden utilizarse en, accesorios domésticos, cigarrillos, tintas, productos absorbentes, dispositivos médicos y plásticos inclusive, por ejemplo, LCD y pantallas de plasma y parabrisas.

[0142] En algunas realizaciones, la fibra kraft modificada tiene propiedades químicas que la vuelven adecuada para la fabricación de celulosa microcristalina. La producción de celulosa microcristalina requiere un material celulósico de partida altamente purificado y relativamente limpio. Como tal, tradicionalmente, las

pastas de sulfito costosas han sido predominantemente utilizadas para su producción. La presente divulgación proporciona celulosa microcristalina derivada de la fibra kraft modificada de la divulgación. Así, la divulgación proporciona una fuente de celulosa eficiente en materia de costos para la producción de celulosa microcristalina. En algunas realizaciones, la celulosa microcristalina deriva de la fibra kraft modificada que tiene un DP que es inferior a aproximadamente 100, por ejemplo, inferior a aproximadamente 75 o inferior a aproximadamente 50. En algunas realizaciones, la celulosa microcristalina deriva de la fibra kraft modificada con un valor R10 en el intervalo de aproximadamente el 65% y aproximadamente el 85%, por ejemplo entre aproximadamente el 70% y aproximadamente el 85%, o entre aproximadamente el 75% y aproximadamente el 85% y un valor R18 en el intervalo de aproximadamente el 75% y aproximadamente el 90%, por ejemplo entre aproximadamente el 80% y aproximadamente el 90%, por ejemplo entre aproximadamente el 80% y aproximadamente el 87%.

[0143] La celulosa modificada de la divulgación puede utilizarse en cualquier aplicación en la cual se haya utilizado tradicionalmente la celulosa microcristalina. Por ejemplo, y no a modo de limitación, la celulosa modificada de la divulgación puede utilizarse en aplicaciones farmacéuticas o nutracéuticas, aplicaciones alimenticias, aplicaciones cosméticas, aplicaciones de papel, o como un

compuesto estructural. Por ejemplo, la celulosa modificada de la divulgación puede ser un aglutinante, un diluyente, un desintegrante, un lubricante, un adyuvante de tableteo, un estabilizador, un agente texturizador, un sustituto de grasas, agentes espesantes, un agente antiglutinante, un agente espumante, un emulsionante, un espesador, un agente separador, un agente gelificante, un material portador o un modificador de la viscosidad. En algunas realizaciones, la celulosa microcristalina es un coloide.

[0144] [En blanco].

VI. Productos que comprenden productos hidrolizados de ácido

[0145] En algunas realizaciones, la divulgación proporciona un producto farmacéutico que comprende una celulosa microcristalina producida a partir de una fibra kraft modificada de la divulgación que se ha hidrolizado. El producto farmacéutico puede ser cualquier producto farmacéutico en el cual se haya utilizado tradicionalmente celulosa microcristalina. Por ejemplo, y no a modo de limitación, el producto farmacéutico puede escogerse entre varios comprimidos y cápsulas. Por ejemplo, la celulosa microcristalina de la presente divulgación puede ser un diluyente, un desintegrante, un aglutinante, un adyuvante de compresión, un recubrimiento y/o un lubricante. En otras realizaciones, la divulgación proporciona un producto farmacéutico que comprende al menos una fibra kraft

derivada modificada de la divulgación, como una fibra kraft hidrolizada modificada.

[0146] En algunas realizaciones, la divulgación proporciona un producto alimenticio que comprende la fibra kraft blanqueada de la divulgación que se ha hidrolizado. En algunas realizaciones, la divulgación proporciona un producto alimenticio que comprende al menos un producto derivado de la fibra kraft blanqueada de la divulgación. En otras realizaciones, la divulgación proporciona un producto alimenticio que comprende celulosa microcristalina derivada de las fibras kraft de la divulgación. En algunas realizaciones, el producto alimenticio comprende celulosa microcristalina coloidal derivada de fibras kraft de la divulgación. El producto alimenticio puede ser cualquier producto alimenticio en el cual la celulosa microcristalina se ha utilizado tradicionalmente. Las categorías alimenticias ejemplares en las cuales se puede utilizar la celulosa microcristalina resultan conocidas para los entendidos en la técnica y se encuentran, por ejemplo, en el Codex Alimentarius, por ejemplo, en la Tabla 3. Por ejemplo, la celulosa microcristalina derivada de las fibras kraft modificadas químicamente de la divulgación puede ser un agente antiespesante, un agente espesante, un emulsionante, un agente espumante, un estabilizador, un espesador, un agente de gelificación y/o un agente de suspensión.

[0147] Otros productos que comprenden derivados de celulosa y celulosa microcristalina derivada de las fibras kraft modificadas químicamente de acuerdo con la divulgación también pueden ser previstos por un entendido en la técnica. Dichos productos pueden hallarse, por ejemplo, en aplicaciones cosméticas e industriales.

[0148] Según se lo utiliza aquí, “aproximadamente” pretende representar las variaciones debidas al error experimental. Se entiende que todas las mediciones están modificadas por la palabra “aproximadamente”, sin la necesidad de establecer específicamente “aproximadamente”, a menos que se indique específicamente lo contrario. Así, por ejemplo, la afirmación “una fibra que tiene una longitud de 2 mm” pretende significar “una fibra que tiene una longitud de aproximadamente 2 mm.”

[0149] Los detalles de una o más realizaciones no limitantes de la invención se plantean en los siguientes ejemplos. Otras realizaciones de la invención deberían resultar evidentes para los entendidos en la técnica después de analizar la presente divulgación.

Ejemplos

A. Protocolos de ensayo

1. La solubilidad cáustica (R10, S10, R18, S18) se mide de acuerdo con TAPPI T235-cm00.

2. El contenido carboxílico se mide de acuerdo con TAPPI T237-cm98.

3. El contenido de aldehído se mide de acuerdo con Econotech Services LTD, procedimiento patentado ESM 055B.

4. El índice de cobre se mide de acuerdo con TAPPI T430-cm99.

5. El contenido de carbonilo se calcula a partir del índice de cobre de acuerdo con la fórmula: carbonilo = (Cu. No. - 0,07)/0,6, de *Biomacromolecules* 2002, 3, 969-975.

6. La viscosidad de CED capilar al 0,5% se mide de acuerdo con TAPPI T230-om99.

7. La viscosidad intrínseca se mide de acuerdo con ASTM D1795 (2007).

8. El DP se calcula a partir de la viscosidad de CED capilar al 0,5% de acuerdo con la fórmula: DP en peso = -449,6 + 598,4ln(CED capilar al 0,5% Capillary CED) + 118,02ln^2(CED capilar al 0,5%), de la 1994 Cellucon Conference publicada en The Chemistry and Processing of Wood and Plant Fibrous Materials, p. 155, woodhead Publishing Ltd, Abington Hall, Abington,

Cambridge CBl 6AH, Inglaterra, J.F. Kennedy, *y col.* editores.

9. Los carbohidratos se miden de acuerdo con TAPPI T249-cm00 según análisis mediante cromatografía de iones Dionex.

10. El contenido de celulosa se calcula a partir de la composición de los carbohidratos de acuerdo con la fórmula: Celulosa=Glucano-(Manano/3), de *TAPPI Journal* 65(12):78-80 1982.

11. El contenido de hemicelulosa se calcula de la suma de los azúcares menos el contenido de celulosa.

12. La longitud de fibra y la aspereza se determina en un Quality Analyzer™ de fibras de OPTEST, Hawkesbury, Ontario, de acuerdo con los procedimientos habituales del fabricante.

13. La tracción húmeda *zero span* se determina de acuerdo con TAPPI T273-pm99.

14. El escurrimiento se determina de acuerdo con TAPPI T227-om99.

15. El valor de retención de agua se determina de acuerdo con TAPPI UM 256.

16. Los extractos de DCM (diclorometano) se determinan de acuerdo con TAPPI T204-cm97.

17. El contenido de hierro se determina mediante digestión de ácidos y análisis mediante ICP.

18. El contenido de cenizas se determina de acuerdo con TAPPI T211-om02.

19. El peróxido residual se determina de acuerdo con el procedimiento de Interox.

20. El brillo se determina de acuerdo con TAPPI T525-om02.

21. La porosidad se determina de acuerdo con TAPPI 460-om02.

22. El coeficiente de rotura se determina de acuerdo con TAPPI T403-om02.

23. El coeficiente de desgaste se determina de acuerdo con TAPPI T414-om98.

24. La longitud y la elasticidad de rotura se determinan de acuerdo con TAPPI T494-om01.

25. La opacidad se determina de acuerdo con TAPPI T425-om01.

26. La porosidad de Frazier se determina en un Instrumento de Permeabilidad Baja del Aire Frazier de Frazier Instruments, Hagerstown, MD, de acuerdo con los procedimientos del fabricante.

27. El coeficiente de longitud y forma de la fibra se determinan en un probador de fibras L&W de Lorentzen & Wettre, Kista, Suecia, de acuerdo con los procedimientos habituales del fabricante.

28. La suciedad y las agramizas se determinan de acuerdo con TAPPI T213-om01.

B. Método ejemplar para fabricar la fibra de celulosa modificada

[0150] Se puede tratar una pasta kraft semiblanqueada o mayormente blanqueada con ácido, hierro y peróxido de hidróxido a los efectos de reducir la viscosidad o el DP de la fibra. La fibra puede ajustarse a un pH de entre aproximadamente 2 y aproximadamente 5 (si ya no se encuentra en ese intervalo) con ácido sulfúrico, clorhídrico, ácido acético, o el filtrado de la lavadora de una etapa con ácido blanqueador, como una etapa de dióxido

de cloro. Se puede añadir hierro en forma de Fe^{+2}, por ejemplo, se puede añadir hierro como heptahidrato de sulfato ferroso ($FeSO_4{,}^7H_2O$). El sulfato ferroso se puede disolver en agua a una concentración en el intervalo de aproximadamente 0,1 y aproximadamente 48,5 g/L. La solución de sulfato ferroso se puede añadir a una velocidad de aplicación en el intervalo de aproximadamente 25 y aproximadamente 200 ppm como Fe^{+2} sobre la base del peso seco de la pasta. La solución de sulfato ferroso entonces puede mezclarse minuciosamente con la pasta a un pH ajustado a una consistencia de entre aproximadamente el 1% y aproximadamente el 15% medida como el contenido de pasta seca de la masa total de la pasta húmeda. Se puede añadir entonces peróxido de hidróxido (H_2O_2) como una solución con una concentración de entre aproximadamente el 1% y aproximadamente el 50% en peso de H_2O_2 en agua, a una cantidad de entre aproximadamente el 0,1% y aproximadamente el 3% sobre la base del peso seco de la pasta. A la pasta a un pH de entre aproximadamente 2 y aproximadamente 5 mezclada con el sulfato ferroso y el peróxido se la puede dejar reaccionar durante un lapso en el intervalo de aproximadamente 40 y aproximadamente 80 minutos a una temperatura de entre aproximadamente 60 y aproximadamente 80 grados C. La reacción del grado de viscosidad (o DP) depende de la cantidad de peróxido consumida en la reacción, que es una función de la concentración y la

cantidad de peróxido y hierro aplicada, y el tiempo de retención y la temperatura.

[0151] El tratamiento puede realizarse en una planta de blanqueamiento típica en cinco etapas con la secuencia estándar de D_0 E1 D1 E2 D2. Con ese esquema, no se necesitan tanques, bombas, mezcladoras, torres o lavadoras adicionales. La cuarta etapa o E2 preferentemente puede utilizarse para el tratamiento. La fibra en la lavadora de la etapa D1 se puede ajustar a un pH de entre aproximadamente 2 y aproximadamente 5, según sea necesario, mediante la adición de ácido o de filtrado de la etapa D2. Se puede añadir una solución de sulfato ferroso a la pasta mediante (1) rociamiento sobre la maraña en la lavadora de la etapa D1 a través de los rociadores de ducha o un nuevo rociador, (2) la adición a través de un mecanismo de rociamiento en el repulpador, o (3) la adición a través de un punto de adición anterior a una mezcladora o la bomba de la cuarta etapa. Se puede añadir el peróxido como una solución después del sulfato ferroso en un punto de adición en una mezcladora o la bomba anteriores a la torre de la cuarta etapa. También se puede añadir vapor, si es necesario, antes de la torre en una mezcladora de vapores. La pasta entonces puede hacerse reaccionar en la torre durante un tiempo de retención adecuado. La pasta químicamente modificada entonces puede lavarse en la lavadora de la cuarta etapa de forma normal. Se puede alcanzar un blanqueamiento adicional después del

tratamiento en la quinta etapa o la etapa D2 de manera convencional.

EJEMPLO 1

Métodos para preparar las fibras de la divulgación

[0152] A. Método de planta A

[0153] Se digirió la celulosa de pino del Sur y se deslignificó con oxígeno en una etapa de deslignificación con oxígeno convencional en dos pasos a un índice kappa de entre aproximadamente 9 y aproximadamente 10. La pasta deslignificada se blanqueó en una planta de blanqueamiento en cinco etapas, con una secuencia de D_0(EO)D1E2D2. Antes de la cuarta etapa o la etapa E2, el pH de la pasta se ajustó a un intervalo de entre aproximadamente 2 y aproximadamente 5 con el filtrado de una etapa D de la secuencia. Después de que se ajustó el pH, se añadió peróxido de hidróxido al 0,2% basado en el peso seco de la pasta y Fe^{+2} 25 ppm en forma de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ basado en el peso seco de la pasta a las fibras kraft en la torre de la etapa E2, y todo se hizo reaccionar durante aproximadamente 90 minutos a una temperatura de entre aproximadamente 78 y aproximadamente 82 grados C. Las fibras reaccionadas entonces se lavaron en la lavadora de la cuarta etapa, y después se blanquearon con dióxido de cloro en la quinta etapa (D2).

[0154] B. Método de planta B

[0155] Las fibras se prepararon según se describe en el método de planta A, excepto que la pasta se trató con peróxido al 0,6% y Fe^{+2} 75 ppm.

[0156] C. Método de planta C

[0157] Las fibras se prepararon según se describe en el método de planta A, excepto que la pasta se trató con peróxido al 1,4% y Fe^{+2} 100 ppm.

Propiedades de fibras ejemplares

[0158] Se recolectaron las muestras de las fibras preparadas de acuerdo con el método de la planta A (muestra 2), B (muestra 3), y C (muestra 4) después de una secuencia de blanqueamiento de cinco etapas descrita anteriormente. Muchas propiedades de estas muestras junto con una fibra de grado fluff estándar (GP Leaf River Cellulose, New Augusta, MS; Muestra 1), y una muestra comercialmente disponible (PEACH™ vendida por Weyerhaeuser Co.; Muestra 5), se midieron de acuerdo con los protocolos descritos anteriormente. Los resultados de estas mediciones se informaron en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1

		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Medición de la fibra		GP Leaf River Cellulose, fibra de grado fluff	Método de planta A	Método de planta B	Método de planta C	Weyerhaeuser Co. PEACH
R10	%	86,8	85,2	82,4	72,5	78,4
S10	%	13,2	14,8	17,6	27,5	21,6
R18	%	87,0	87,2	85,4	78,7	84,4
S18	%	13,0	12,8	14,6	21,3	15,6
ΔR		0,2	2,0	3,0	6,2	6,0
Carboxilo	meq/100 g	3,13	3,53	3,70	3,94	3,74
Aldehídos	meq/100 g	0,97	1,24	2,15	4,21	0,87
Índice de cobre		0,51	1,2	1,3	4,25	1,9
Carbonilo calculado	mmoles/100 g	0,73	1,88	2,05	6,97	3,05
Relación calculada de carbonilo /aldehído		0,75	1,52	0,95	1,66	3,5
Viscosidad de CED capilar al 0,5%	mPa•s	15,0	8,9	6,5	3,50	4,16
Viscosidad intrínseca	[η]□ dl/g	7,14	5,44	4,33	2,49	3,00

DP calculado	DP en peso	2036	1423	1084	485	643
Glucano	%	83,0	85,9	84,6	85,4	82
Xilano	%	9,0	8,8	9,4	8,2	8,4
Galactano	%	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Manano	%	5,9	5,4	5,3	5,5	6,2
Arabinano	%	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
Celulosa calculada	%	81,0	84,1	82,8	83,6	79,9
Hemicelulosa calculada	%	17,5	16,5	17,0	16,1	17,2
Longitud de fibra Lwl	Mm	2,34	2,57	2,53	2,30	2,19
Longitud de fibra Lww	Mm	3,39	3,34	3,34		3,01
Aspereza			0,222	0,234	0,19	0,254
Longitud de rotura húmeda *zero span*	Km	9,38		6,83	5,01	2,3
Extractos de DCM			0,006	0,006		
Hierro	Ppm		5,5	4,4		
WRV			0,98	0,99		0,85
Brillo	%ISO	89,6	89,0	88,2	88,5	88,5

[0159] Según se informa en la Tabla 1, no se midió el contenido de hierro de la fibra de control, Muestra 1. Sin embargo, se tomó el contenido de hierro de cuatro muestras de la pasta producida en la planta tratadas en las mismas

condiciones que las informadas para la Muestra 1. El contenido de hierro de esas muestras promediaba 2,6 ppm. En forma acorde, para la Muestra 1, se espera que el contenido de hierro se ubique en el orden de aproximadamente 2,5 ppm.

[0160] Según se observa en la Tabla 1, la fibra modificada de acuerdo con la presente invención es inesperadamente distinta de la fibra de control, Muestra 1, y de una fibra oxidada comercialmente disponible alternativa, Muestra 5, en lo que respecta al contenido total de carbonilo, así como también al contenido carboxílico y al contenido de aldehído. Mientras haya una diferencia entre el total de grupos carbonilo y grupos aldehído, la funcionalidad adicional del carbonilo puede ser en forma de otras cetonas. Los datos muestran que se logran niveles relativamente altos de aldehídos mientras se retienen grupos de ácido carboxílico y mientras se retiene una relación cercana a la unidad de aldehídos con relación a los grupos carbonilo totales (según se muestra en la Tabla 1, aproximadamente 1,0 (0,95) a 1,6). Esto es más sorprendente en una fibra que exhibe un alto brillo y que también es relativamente fuerte y absorbente.

[0161] Según se muestra en la Tabla 1, la fibra de grado fluff estándar (Muestra 1) tenía un contenido carboxílico de 3,13 meq/100 g, y un contenido aldehídico de 0,97 meq/100 g. Después de un tratamiento con dosis bajas con H_2O_2 al 0,2% y Fe^{+2} 25 ppm (Muestra 2) o un tratamiento

con dosis mayores con H_2O_2 al 0,6% y 75 ppm Fe^{+2} 75 ppm (Muestra 3), o un tratamiento con dosis mayores con H_2O_2 al 1,4% y Fe^{+2} 100 ppm (Muestra 4), la longitud de la fibra y el contenido de celulosa calculado se mantuvieron relativamente inalterados, y la resistencia de la fibra, según lo medido a través del ensayo de tracción en húmedo zero span, se vio disminuida de alguna manera, y de todos modos el contenido de carboxilo, carbonilo y aldehído fue elevado, indicando una oxidación importante de la celulosa.

[0162] Comparativamente, una muestra disponible comercialmente de fibra de pino del Sur de madera blanda kraft oxidada fabricada mediante un método alternativo (Muestra 5), muestra una reducción significativa en la longitud de la fibra y aproximadamente un 70 por ciento de pérdida en la resistencia de la fibra según lo medido mediante el ensayo de tracción en húmedo zero span en comparación con la fibra de grado fluff presentada como la Muestra 1. El contenido aldehídico de la Muestra 5 se mantuvo virtualmente inalterado en comparación con las fibras de grado fluff estándares, mientras que las fibras de la invención preparadas a través del método de las plantas A-C (Muestras 2 a 4) presentaron niveles de aldehído muy elevados que representaban entre aproximadamente el 70 y aproximadamente el 100 por ciento del contenido total calculado de carbonilo de la celulosa. En contraste, el nivel

de aldehído PEACH® era inferior al 30 por ciento del contenido total calculado de carbonilo de la celulosa. La relación de carbonilo a aldehído totales parecería ser un buen indicador de una fibra que tiene la gran aplicabilidad de las fibras modificadas dentro del alcance de esta divulgación, en particular si la relación está en el intervalo de aproximadamente 1 y aproximadamente 2, como en las Muestras 2 a 4. Las fibras de baja viscosidad, como las Muestras 3 y 4, y con relaciones de carbonilo/aldehído de aproximadamente 1,5 a menos de 2,0, mantuvieron la longitud de fibra, aunque aquéllas de la Muestra comparativa 5 no lo hicieron.

[0163] Se comparó el escurrimiento, la densidad y la resistencia de la fibra estándar descrita anteriormente (Muestra 1) con la Muestra 3 descrita anteriormente. Los resultados de este análisis se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2 Propiedades de la pasta, el papel y la fibra de la fibra kraft estándar y modificada

	PFI - revoluciones de refinación	Escurrimiento (CSF)	Densidad g/cm^3	Longitud de rotura km	Longitud de rotura en húmedo *zero span* km

Leaf River Fluff estándar con una viscosidad de CED capilar de 0,5% de aproximadamente 15 mPa•s (Muestra 1)	0	737	0,538	2,16	9,38
	300	721	0,589	3,57	
Fibra de celulosa modificada como en (ULDP) con una Viscosidad de CED capilar del 0,5% de 6,5 mPa•s (Muestra 3)	0	742	0,544	2,19	6,83
	300	702	0,595	3,75	

[0164] Como se observa en la Tabla 2 anterior, las fibras de celulosa modificadas de acuerdo con esta divulgación pueden tener un escurrimiento comparable a las fibras fluff estándares que no se han sometido a un tratamiento de oxidación en la secuencia de blanqueamiento.

EJEMPLO 2

[0165] Se trató una muestra de la pasta de pino del Sur de la etapa D1 de una planta de blanqueamiento OD(EOP)D(EP)D con una viscosidad de CED capilar del 0,5% de

aproximadamente 14,6 mPa•s a una consistencia de aproximadamente el 10% con aplicaciones de peróxido de hidróxido aplicaciones de entre 0,25% y 1,5%, y se añadieron 50 ó 100 ppm de Fe^{+2} como $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Se añadió Fe^{+2} como una solución en agua y se mezcló minuciosamente con la pasta. El peróxido de hidróxido como una solución al 3% en agua entonces se mezcló con la pasta. La pasta mezclada se mantuvo en un baño de agua durante 1 hora a 78° C. Después del tiempo de reacción, la pasta se filtró y el filtrado se midió para la determinación del pH y del peróxido residual. La pasta se lavó y se determinó la viscosidad de CED capilar del 0,5% de acuerdo con TAPPI T230. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

H_2O_2 añadido	**H_2O_2 consumido**	**Fe^{+2}**	**pH**	**Viscosidad de CED capilar del 0,5%**	**ΔViscosidad**	**DP en peso**
% en pasta	% en pasta	ppm en pasta	final	mPa•s		
Control				14,6		2003
0,25	0,25	100	4,8	8,6	6,0	1384
0,50	0,34	50	4,7	8,9	5,7	1423
0,50	0,50	100	4,8	6,8	7,8	1131
0,75	0,19	50	4,6	10,6	4,0	1621
0,75	0,75	100	4,7	5,8	8,8	967

1,0	0,20	50	4,6	9,0	5,6	1435
1,0	0,40	100	4,7	7,8	6,8	1278
1,5	0,30	50	4,6	10,0	4,6	1554
1,5	0,40	100	4,6	7,5	7,1	1235

EJEMPLO 3

[0166] Se trató una muestra de pasta D1 de la planta de blanqueamiento descrita en el Ejemplo 2, con una viscosidad de CED capilar del 0,5% de 15,8 mPa•s (DP en peso 2101) con peróxido de hidróxido al 0,75% aplicado y se añadió Fe^{+2} entre 50 y 200 ppm de la misma forma que en el Ejemplo 2, excepto que los tiempos de retención también variaron entre 45 y 80 minutos. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4

Tiempo de tratamiento	**H_2O_2 añadido**	**H_2O_2 consumido**	**Fe^{+2}**	**pH**	**Viscosidad de CED capilar de 0,5%**	**ΔViscosidad**	**DP en peso**
minutos	% en pasta	% en pasta	ppm en pasta	final	mPa•s		2101
Control					15,8		1291
45	0,75	0,72	100	4,4	7,9	7,9	1035
60	0,75	0,75	200	4,1	6,2	9,6	1384
80	0,75	0,27	50		8,6	7,2	1018
80	0,75	0,75	100	4,6	6,1	9,7	2101

EJEMPLO 4

[0167] Se trató una muestra de pasta D1 de la planta de blanqueamiento descrita en el Ejemplo 2, con una viscosidad de CED capilar del 0,5% con 14,8 mPa•s (DP en peso de 2020) con peróxido de hidróxido al 0,75% y 150 ppm de Fe^{+2} de la misma forma que se describe en el Ejemplo 2, excepto que el tiempo de tratamiento fue de 80 minutos. Los resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5

Tiempo de tratamiento	**H_2O_2 añadido**	**H_2O_2 consumido**	**Fe^{+2}**	**pH**	**Viscosidad de CED capilar al 0,5%**	**ΔViscosidad**	**DP en peso**
minutos	% en	% en	ppm en	final	mPa•s		

	pasta	pasta	pasta				
Control					14,8		2020
80	0,75	0,75	150	3,9	5,2	9,6	858

EJEMPLO 5

[0168] Se trató la pasta de pino del Sur de la etapa D1 de una secuencia $OD_0(EO)D1(EP)D2$ con una viscosidad de CED capilar de 0,5% de 15,6 mPa•s (DP en peso de 2085) a una consistencia del 10% con aplicaciones de peróxido de hidróxido de 0,25% o 0,5% en peso en pasta y 25, 50, o 100 ppm de Fe^{+2} añadido como $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. El Fe^{+2} se añadió como una solución en agua y se mezcló minuciosamente con la pasta. El peróxido de hidróxido fue una solución en agua al 3% que después se mezcló con la pasta, y la pulpa mezclada se mantuvo en un baño de agua durante 1 hora a 78°C. Después del tiempo de reacción, la pasta se filtró y el filtrado se midió para determinar el pH y peróxido residual. La pasta se lavó y la viscosidad de CED capilar del 0,5% se determinó de acuerdo con TAPPI T230. Los resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6

H_2O_2 añadido	**H_2O_2** consumido	**Fe^{+2}**	**pH**	**Viscosidad de CED capilar del 0,5%**	**ΔViscosidad**	**DP en peso**
% en pasta	% en pasta	ppm en pasta	Final	mPa•s		
Control				15,6		2085
0,25	0,25	25	3,5	6,4	9,2	1068
0,50	0,50	50	2,9	4,5	11,1	717
0,50	0,50	100	2,7	4,5	11,1	717

EJEMPLO 6

[0169] Se trató otra muestra de pasta D1, con una viscosidad de CED capilar del 0,5% de 15,2 mPa•s (DP en peso de 2053) con peróxido de hidróxido al 0,10, 0,25, 0,50 ó 0,65% y 25, 50 ó 75 ppm de Fe^{+2} de la misma forma que en el Ejemplo 5. Los resultados se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7

Tiempo de tratamiento	**H_2O_2 añadido**	**H_2O_2 consumido**	**Fe^{+2}**	**pH**	**Viscosidad de CED capilar al 0,5%**	**ΔViscosidad**	**DP en peso**
minutos	% en pasta	% en pasta	ppm en pasta	Final	mPa•s		
Control					15,2		2053
60	0,10	0,10	25	4,1	9,6	5,6	1508
60	0,25	0,19	25	4,0	7,9	7,3	1291
60	0,50	0,40	50	3,5	6,7	8,5	1116
80	0,65	0,65	75	3,3	4,4	10,8	696

EJEMPLO 7

[0170] Se recolectó pasta de pino del Sur de la etapa D1 de una secuencia de blanqueamiento OD(EO)D(EP)D, después de aumentar el grado de deslignificación en las etapas kraft y de oxígeno para producir una pasta con un DP en peso más bajo o una viscosidad de CED capilar del 0,5%. La viscosidad de CED capilar del 0,5% de partida fue de 12,7 mPa•s (DP en peso 1834). Se añadió peróxido de sodio al 0,50 ó 1,0% con 100 ppm de Fe^{+2}. Otras condiciones de tratamiento fueron una consistencia del 10%, 78° C, y un tiempo de tratamiento de 1 hora. Los resultados se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8

H_2O_2 añadido	**H_2O_2 consumido**	**Fe^{+2}**	**pH**	**Viscosidad de CED capilar del 0,5%**	**ΔViscosidad**	**DP en peso**
% en pasta	% en pasta	ppm en pasta	final	mPa•s		
Control				12,7		1834
0,50	0,50	100	2,1	5,6	7,1	932
1,0	0,37	100	2,6	4,2	8,5	652

EJEMPLO 8

[0171] Se trató una muestra de baja viscosidad de la pasta D1 de la etapa D1 de una secuencia OD(EO)D(EP), con una viscosidad de CED capilar del 0,5% de 11,5 mPa•s (DP en peso 1716) con 0,75 ó 1,0% de peróxido de hidróxido y 75 ó 150 ppm de Fe^{+2} de manera similar al Ejemplo 7, excepto que el tiempo de tratamiento fue de 80 minutos. Los resultados se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9

H_2O_2 añadido	**H_2O_2** consumido	**Fe^{+2}**	**pH**	**Viscosidad de CED capilar del 0,5%**	**ΔViscosidad**	**DP en peso**
% en pasta	% en pasta	ppm en pasta	final	mPa•s		
Control				11,5		1716
0,75	0,75	75	3,2	3,6	7,9	511

0,75	0,75	150	3,0	3,8	7,7	560
1	1	75	2,6	3,4	8,1	459
1	1	150	2,6	3,4	8,1	459

EJEMPLO 9

[0172] Se recolectó una pasta de pino del Sur de la etapa D1 de una secuencia OD(EO)D(EP)D. La viscosidad de CED capilar del 0,5% de partida fue de 11,6 mPa•s (DP en peso 1726). Se añadió peróxido de hidróxido al 1,0%, 1,5% o 2% con 75, 150 o 200 ppm de Fe^{+2}. Otras condiciones de tratamiento fueron una consistencia del 10%, 78° C y un tiempo de tratamiento de 1,5 horas. Los resultados se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10

H_2O_2 añadido	**H_2O_2** consumido	**Fe^{+2}**	**pH**	**Viscosidad de CED capilar del 0,5%**	**ΔViscosidad**	**DP en peso**	**Carboxilo**	**Aldehído**	**Índice de cobre**
% en pasta	% en pasta	ppm en pasta	final	mPa•s			meq/100 g	meq/100 g	
Control				11,6		1726	3,67	0,35	0,52
1,0	0,98	75	3,4	3,5	8,1	485	3,73	4,06	3,05
1,5	1,49	150	2,7	3,2	8,4	406	3,78	5,06	2,57
2,0	2,0	200	2,9	3,0	8,6	350	3,67	5,23	2,06

EJEMPLO 10

[0173] Se recolectó una pasta de pino del Sur de la etapa D1 de una secuencia OD(EO)D(EP)D. La viscosidad de CED capilar del 0,5% de partida fue de 14,4 mPa•s (DP en peso 1986). Se añadió peróxido de hidróxido al 1,0%, 1,5% o 2% con 75, 150 ó 200 ppm de Fe^{+2}. Otras condiciones de tratamiento fueron una consistencia al 10%, 78°C y un tiempo de reacción de 1,5 horas. Los resultados se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11

H_2O_2 añadido	**H_2O_2** consumido	**Fe^{+2}**	**pH**	**Viscosidad de CED capilar del 0,5%**	**ΔViscosidad**	**DP en peso**	**Carboxilo**	**Aldehído**	**Índice de cobre**
% en pasta	% en pasta	ppm en pasta	final	mPa•s			meq/100 g	meq/100 g	
Control				14,4		1986	3,52	0,23	0,67
1,0	0,95	75	3,3	3,8	10,6	560	3,65	3,48	2,47
1,5	1,5	150	2,4	3,7	10,7	535	4,13	4,70	2,32
2,0	2,0	200	2,8	3,2	11,2	406	3,93	5,91	1,88

EJEMPLO 11

[0174] Se recolectó una pasta de pino del Sur de la etapa D1 de una secuencia OD(EO)D(EP)D. La viscosidad de partida de CED capilar del 0,5% fue de 15,3 mPa·s (DP en peso 2061). Se añadió peróxido de hidróxido al 3% en pasta con 200

ppm de Fe^{+2}. Otras condiciones de tratamiento fueron una consistencia del 10%, 80° C y un tiempo de reacción de 1,5 horas. Los resultados se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12

H_2O_2 añadido	**H_2O_2** consumido	**Fe^{+2}**	**pH**	**Viscosidad de CED capilar del 0,5%**	**ΔViscosidad**	**DP en peso**	**Carboxilo**	**Aldehído**	**Índice de cobre**
% en pasta	% en pasta	ppm en pasta	final	mPa·s			meq/100 g	meq/100 g	
Control				15,3		2061			
3,0	2,9	200	2,8	2,94	12,4	333	4,66	6,74	5,14

[0175] Los Ejemplos 2 a 11 anteriores muestran una disminución significativa en la viscosidad de CED capilar del 0,5% y/o el grado de polimerización se puede alcanzar con el tratamiento de peróxido ácido catalizado de la presente divulgación. La viscosidad final o el DP en peso parece depender de la cantidad de peróxido consumida por la reacción, según se muestra en la Figura 1, que presenta la viscosidad de la pasta de dos plantas diferentes (“Brunswick” y Leaf River (“LR”)) como una función del peróxido porcentual consumido. El consumo de peróxido es una función de las cantidades y las concentraciones aplicadas de peróxido y hierro, el tiempo de reacción y la temperatura de reacción.

EJEMPLO 12

[0176] Se recolectó una pasta de pino del Sur de la etapa D1 de una secuencia OD(EO)D(EP)D. La viscosidad de CED capilar de partida del 0,5% fue de 14,8 mPa·s (DP en peso 2020). Se añadió peróxido de hidróxido al 1% en pasta con 100, 150 ó 200 pm de Cu^{+2} añadido como $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. Otras condiciones de tratamiento fueron una consistencia del 10%, 80°C y un tiempo de reacción de 3,5 horas. Los resultados se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13

H_2O_2 añadido	**H_2O_2** consumido	**Cu^{+2}**	**pH**	**Viscosidad de CED capilar del 0,5%**	**ΔViscosidad**	**DP en peso**	**Carboxilo**	**Aldehído**	**Índice de cobre**
% en pasta	% en pasta	ppm en pasta	final	mPa·s			meq/100 g	meq/100 g	
Control				14,8		2020	3,36	0,37	0,51
1,0	0,82	100	2,4	6,1	8,7	1018			
1,0	0,94	150	2,3	5,9	8,9	984			
1,0	0,94	200	2,4	6,0	8,8	1001	3,37	2,71	1,8

[0177] El uso de cobre en lugar de hierro provocó una reacción más lenta y una reducción menor de la viscosidad, pero aún se produjo un cambio significativo en la viscosidad,

el contenido carboxílico y el contenido de aldehído con relación a la pasta no tratada de control.

EJEMPLO 13

[0178] La etapa E2 (EP) de una secuencia OD(EOP)D(EP)D se alteró para producir la pasta de grado ultrabajo de polimerización. Se roció una solución de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ en la pasta en la lavadora/repulpador de la etapa D1 a una velocidad de aplicación de 150 ppm como Fe^{+2}. No se añadió (NaOH) cáustico a la etapa E2 y se aumentó la aplicación de peróxido al 0,75%. El tiempo de retención fue de aproximadamente 1 hora y la temperatura fue de 79° C. El pH fue de 2,9. La pasta tratada se lavó en una lavadora de tambor de vacío y subsiguientemente se trató en la etapa D2 final con ClO_2 al 0,7% durante aproximadamente 2 horas a 91° C. La viscosidad de CED capilar del 0,5% de la pasta blanqueada final fue de 6,5 mPa•s (DP en peso de 1084) y el brillo ISO fue de 87.

EJEMPLO 14

[0179] La pasta producida en el Ejemplo 13 se transformó en un cartón en una secadora de pasta de tipo Fourdrinier con latas de secado estándar. Se recolectaron las muestras de una pasta de control y la pasta de la presente invención (ULDP), y se analizó su composición química y las propiedades de la fibra. Los resultados se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14

Propiedad		**Estándar**	**ULDP**
R10	%	85,2	81,5
S10	%	14,8	18,5
R18	%	86,4	84,4
S18	%	13,6	15,6
ΔR		1,2	2,9
Carboxilo	meq/100 g	4,06	4,27
Aldehídos	meq/100 g	0,43	1,34
Índice de cobre		0,32	1,57
Carbonilo calculado	mmoles/100 g	0,42	2,50
Viscosidad de CED capilar del 0,5%	mPa•s	14,2	7,3
Viscosidad intrínseca	dl/g	6,76	4,37
DP calculado	DP en peso	1969	1206
Glucano	%	83,6	83,6
Xilano	%	9,2	9,0
Galactano	%	0,2	0,2
Manano	%	6,3	6,4
Arabinano	%	0,4	0,4
Celulosa calculada	%	81,5	81,5
Hemicelulosa calculada	%	18,2	18,1
Longitud de fibra Lwl	mm	2,51	2,53
Longitud de fibra Lww	mm	3,28	3,26
Aspereza	mg/m	0,218	0,213
Tracción en húmedo	km	9,86	6,99

zero span			
Escurrimiento (CSF)	ml	720	742
Valor de retención de agua	g H_2O/g pasta	0,96	0,84
Extractos de DCM		0,008	0,007
Hierro	ppm	3,5	10,7
Cenizas	%	0,20	0,22
Brillo	% ISO	90,4	86,5

[0180] La pasta tratada (ULDP) presentó una solubilidad alcalina superior en NaOH al 10% y al 18% y un contenido total de aldehído y de carbonilo superior. La ULDP era significativamente inferior en DP según lo medido mediante la viscosidad de CED capilar del 0,5%. La disminución en la integridad de la fibra también se determinó a través de la reducción en la resistencia a la tracción en húmedo zero span. A pesar de la reducción significativa en el DP en peso, la longitud de la fibra y el escurrimiento se mantuvieron esencialmente inalterados. No hubo efectos perjudiciales en el drenaje o la fabricación de cartón en la máquina.

EJEMPLO 15

[0181] Se alteró la etapa E2 (EP) de una secuencia OD(EO)D(EP)D para producir la pasta de grado ultrabajo de polimerización de la misma forma que el Ejemplo 13. En este ejemplo, se añadió el $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ a 75 ppm como Fe^{+2} y el

peróxido de hidróxido aplicado en la etapa E2 fue del 0,6%. El pH de la etapa de tratamiento fue de 3,0, la temperatura fue de 82° C y el tiempo de retención fue de aproximadamente 80 minutos. La pasta se lavó y después se trató en una etapa D2 con ClO_2 al 0,2% a 92° C durante aproximadamente 150 minutos. La viscosidad de CED capilar del 0,5% de la pasta completamente blanqueada fue de 5,5 mPa•s (DP en peso 914) y el brillo ISO fue de 88,2.

EJEMPLO 16

[0182] La pasta producida en el Ejemplo 15 se transformó en un cartón en una secadora de pasta de tipo Fourdrinier con una sección de secado aéreo Flakt™. Se recogieron las muestras de una pasta estándar y la pasta de la presente invención (ULDP), y se analizaron para determinar su composición química y las propiedades de la fibra. Los resultados se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15

Propiedad		**Estándar**	**ULDP**
R10	%	86,8	82,4
S10	%	13,2	17,6
R18	%	87,0	85,4
S18	%	13,0	14,6
ΔR		0,2	3,0
Carboxilo	meq/100 g	3,13	3,70
Aldehídos	meq/100 g	0,97	2,15

Índice de cobre		0,51	1,3
Carbonilo calculado	mmoles/100 g	0,73	2,05
Viscosidad de CED capilar del 0,5%	mPa•s	15,0	6,5
Viscosidad intrínseca	dl/g	7,14	4,33
DP calculado	DP en peso	2036	1084
Glucano	%	83,0	84,6
Xilano	%	9,0	9,4
Galactano	%	0,2	0,2
Manano	%	5,9	5,3
Arabinano	%	0,4	0,3
Celulosa calculada	%	81,0	82,8
Hemicelulosa calculada	%	17,5	17,0
Longitud de fibra Lwl	mm	2,55	2,53
Longitud de fibra Lww	mm	3,29	3,34
Aspereza	mg/m	0,218	0,234
Tracción en húmedo zero span	km	9,38	6,83
Escurrimiento (CSF)	ml	738	737
Hierro	ppm	1,6	4,4
Brillo	% ISO	89,6	88,2

[0183] La pasta tratada (ULDP) tenía una solubilidad alcalina superior en NaOH al 10% y 18%, y un contenido total de aldehído y de carbonilo superior. La ULDP era significativamente menor en DP según lo medido mediante la viscosidad de CED capilar del 0,5% y una longitud de rotura húmeda *zero span* menor. El brillo aún tenía un valor aceptable de 88,2. El tratamiento preservó la longitud de la fibra y el escurrimiento, y no hubo problemas operativos para la formación y el secado del cartón.

[0184] [en blanco].

EJEMPLO 17

[0185] Se alteró la etapa E2 (EP) de una secuencia OD(EO)D(EP)D para producir un pasta de bajo grado de polimerización de manera similar al Ejemplo 13. En este caso, se añadió el $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ a 25 ppm como Fe^{+2} y el peróxido de hidróxido aplicado en la etapa E2 fue del 0,2%. El pH de la etapa de tratamiento fue de 3,0, la temperatura fue de 82° C y el tiempo de retención fue de aproximadamente 80 minutos. La pasta se lavó, después se trató en una etapa D2 con ClO_2 al 0,2% a 92° C durante aproximadamente 150 minutos. La viscosidad de CED capilar del 0,5% de la pasta completamente blanqueada fue de 8,9 mPa•s (DP en peso 1423) y el brillo ISO fue de 89.

EJEMPLO 18

[0186] La pasta producida en Ejemplo 15 se transformó en cartón en una secadora de pasta de tipo Fourdrinier con un sección de secado aéreo Flakt™. Se recolectaron las muestras de una pasta estándar y la pasta de bajo grado de polimerización de la presente invención (LDP) y se analizaron para determinar la composición química y las propiedades de la fibra. Los resultados se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16

Propiedad		**Estándar**	**LDP**
R10	%	86,8	85,2
S10	%	13,2	14,8
R18	%	87,0	87,2
S18	%	13,0	12,8
ΔR		0,2	2,0
Carboxilo	meq/100 g	3,13	3,53
Aldehídos	meq/100 g	0,97	1,24
Índice de cobre		0,51	1,2
Carbonilo calculado	mmoles/100 g	0,73	1,88
Viscosidad de CED capilar del 0,5%	mPa•s	15,0	8,9
Viscosidad intrínseca	dl/g	7,14	5,44
DP calculado	DP en peso	2036	1423
Glucano	%	83,0	85,9
Xilano	%	9,0	8,8

Galactano	%	0,2	0,2
Manano	%	5,9	5,4
Arabinano	%	0,4	0,3
Celulosa calculada	%	81,0	84,1
Hemicelulosa calculada	%	17,5	16,5
Longitud de fibra Lwl	mm	2,55	2,57
Longitud de fibra Lww	mm	3,29	3,34
Aspereza	mg/m	0,218	0,222
Hierro	ppm	1,6	5,5
Brillo	% ISO	89,6	89,0

[0187] La pasta tratada (LDP) tenía una solubilidad alcalina superior en NaOH al 10% y al 18%, y un contenido total de aldehído y carbonilo superior. La LDP era inferior en DP según lo medido a través de la viscosidad de CED capilar del 0,5%. Hubo una pérdida mínima en el brillo. El tratamiento preservó la longitud de la fibra y no hubo problemas operativos en la formación y el secado del cartón.

EJEMPLO 19

[0188] Los cartones descritos en el Ejemplo 14 se fibrizaron y se formaron con aire en almohadillas de 4”x7” utilizando un Kamas Laboratory Hammermill (Kamas Industries, Suecia). Las almohadillas formadas con aire entonces se comprimieron a varias presiones manométricas utilizando una

prensa de laboratorio. Después de presionar, se midió el calibre de almohadilla con un calibrador Emveco microgage de calibre modelo 200-A con una presión de pie de 0,089 psi. Se calculó la densidad de la almohadilla a partir del calibre y del peso de la almohadilla. Los resultados se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17

Presión manométrica	5 psi			10 psi			20 psi		
	Calibre Mm	Peso de la almohadilla g	Densidad g/cc	Calibre mm	Peso de la almohadilla g	Densidad g/cc	Calibre mm	Peso de la almohadilla g	Densidad g/cc
Fibra de pino del sur Kraft estándar	2,62 2,81	5,14 5,14	0,108 0,101	2,29 2,26	5,27 5,19	0,127 0,127	1,49 1,42	5,29 5,23	0,196 0,203
Fibra de pino del Sur Kraft	2,51 2,56	5,16 5,26	0,114 0,114	2,13 1,93	5,33 5,37	0,138 0,154	1,23 1,32	5,39 5,26	0,242 0,220
Aumento porcentual en la densidad			8,43			14,94			15,67

[0189] Los datos en la Tabla 17 muestran que las fibras modificadas producidas dentro del alcance de esta divulgación fueron más comprimibles, produciendo estructuras más finas y de mayor densidad más adecuadas para los diseños de productos absorbentes desechables actuales.

[0190] Sin vernos limitados por teoría alguna, se cree que la oxidación de la celulosa altera la estructura cristalina del polímero, volviéndola menos rígida y más conformable. Las fibras compuestas de la estructura de celulosa modificada entonces se vuelven más comprimibles,

permitiendo la producción de estructuras absorbentes de una densidad superior.

EJEMPLO 20

[0191] Se recolectó una pasta de pino del Sur de la etapa D1 de una secuencia OD(EO)D(EP)D. La viscosidad de CED capilar de partida del 0,5% fue de 14,9 mPa•s (DP en peso 2028). Se añadió peróxido de hidróxido al 1,0% o 2% con 100 ó 200 ppm de Fe^{+2} respectivamente. Otras condiciones de tratamiento fueron una consistencia del 10%, 80° C y un tiempo de retención de 1 hora. Estas pastas fluff entonces se empastaron con agua desionizada, se estancaron en un tamiz para formar un estera de fibras, se desecaron a través de una prensa de rodillo y se secaron a 250° F. Las láminas secas se desfibraron y se formaron con aire en almohadillas de tipo airlaid de 4” x 7” con un peso de 8,5 gramos (secadas con aire) utilizando un Kamas Laboratory Hammermill (Kamas Industries, Suecia). Se aplicó una única lámina de cobertura completa de cobertor para cubiertas no tejido a una cara de cada almohadilla y las muestras se densificaron utilizando una prensa de platina hidráulica Carver aplicando una carga de 145 psig.

[0192] Estas almohadillas se colocaron en recipientes de plástico herméticos de 1,6 L con una tapa removible ajustada con una válvula de seguridad y un orificio para muestreo de tubería ID Tygon® de ¼”. Antes de colocar la

tapa del recipiente, se vertió una descarga de 60 gramos de agua desionizada y 0,12 gramos de NH_4OH al 50% a temperatura ambiente en un tubo vertical centrado ID de 1” en un dispositivo de administración capaz de aplicar un carga de 0,1 psi en toda la muestra. Al absorberse completamente la descarga, el dispositivo de administración se retiró de la muestra; la tapa, con el orificio para muestreo sellado, se ajustó al recipiente; y se inició un temporizador de tiempo restante. Pasados 45 minutos, se tomó una muestra de espacio de cabeza del orificio para muestreo con un tubo de detección de gas a corto plazo selectivo para amoniaco y un fuellador ACCURO®, ambos disponibles de Draeger Safety Inc., Pittsburgh, PA. Los datos en la Tabla 18 muestran que las fibras modificadas producidas dentro del alcance de esta divulgación fueron capaces de reducir la cantidad de gas amoniaco en el espacio de cabeza, produciendo una estructura que proporciona la supresión de un compuesto maloliente volátil, al que se hace referencia frecuentemente como desagradable en productos para la incontinencia mojados.

Tabla 18

Descarga- 60g de H_20 / 0,12g de NH_4OH al 50%	**CED de viscosidad de 0,5%** (mPa·s)	**Contenido de aldehído** meq/100g	**Peso de la almohadilla de tipo airlaid** (g)	**Amoniaco (ppm) - 45 min**
Fibra de pino	14,9	0,23	9,16	210

del Sur Kraft estándar				
Fibra de pino del Sur Kraft modificada- H_2O_2 al 1,0%/Fe 100ppm	4,7	3,26	9,11	133
Fibra de pino del Sur Kraft modificada H_2O_2 al 2,0%/Fe 200ppm	3,8	4,32	9,23	107

EJEMPLO 21

[0193] Se alteró la etapa E2 de una secuencia OD(EO)D(EP)D de una instalación comercial de fabricación de pasta Kraft para producir una pasta de bajo grado de polimerización de manera similar al Ejemplo 14. En este ejemplo, se añadió $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ a 100 ppm como Fe^{+2} y el peróxido de hidróxido aplicado en la etapa E2 fue de 1,4%. Las propiedades de la pasta se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19

Propiedad		**ULDP**
R10	%	72,5
S10	%	27,5
R18	%	78,7
S18	%	21,3

ΔR		6,2
Carboxilo	meq/100 g	3,94
Aldehídos	meq/100 g	4,21
Índice de cobre		4,25
Carbonilo calculado	mmoles/100 g	6,97
Viscosidad de CED capilar del 0,5%	mPa·s	3,50
Viscosidad intrínseca	dl/g	2,49
DP calculado	DP en peso	485
Longitud de fibra Lwl	mm	2,31
Aspereza	mg/m	0,19
Brillo	% ISO	88,5

[0194] La celulosa química modificada producida se transformó en un cartón en una secadora de pasta de tipo Fourdrinier con una sección de secado aéreo Flakt™. Las muestras de este producto y el cartón de la pasta kraft de control se desfibraron utilizando una hammermill de laboratorio de Kamas. El análisis óptico de las propiedades de la fibra se realizó en muestras anteriores y posteriores al pasaje por el molino Kamas a través de un analizador de la calidad de la fibra de alta resolución comercializado por Optest Equipment, Inc., Hawkesbury, ON, Canadá, de acuerdo con los protocolos del fabricante. Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 20

Propiedad	**Control**	**ULDP**	**Control posthammermill**	**ULDP Posthammermill**
Índice de dislocación	1,79	2,29	1,51	2,32
Ángulo de dislocación	59,15	79,56	48,52	80,26
Dislocaciones por mm	0,81	1,07	0,68	1,06
Índice de enrollamiento (longitud ponderada)	0,171	0,211	0,149	0,225

[0195] Según se observa en la Tabla 20, las fibras de ULDP preparadas de acuerdo con la divulgación exhibieron una dislocación y un enrollamiento superiores que las fibras de control no tratadas con hierro y peróxido.

[0196] Las fibras desfibradas arriba se formaron con aire en almohadillas de 4” x 7” con un peso de 4,25 gramos (secadas al aire). Se aplicaron uniformemente gránulos superabsorbentes de poliacrilato de sodio (SAP) obtenidos de BASF entre dos almohadillas de 4,25 gramos. Se aplicó un material de cobertura no tejido de cobertura total a la cara superior de la fibra/matriz SAP y la almohadilla se densificó con una carga de 145 psig aplicada a través de una prensa de platina Carver.

[0197] Se preparó la orina sintética mediante la disolución de urea al 2%, cloruro de sodio al 0,9%, y caldo de nutrientes al 0,24% (marca Criterion™ comercializada por Hardy Diagnostics, Santa Maria, CA) en agua desionizada, y se añadió una alícuota de *Proteus Vulgaris* que produjo una concentración bacteriana de partida de 1,4 x 10^7 CFU/ml. La almohadilla descrita anteriormente entonces se colocó en una cámara de espacio de cabeza según se describe en el Ejemplo 20 y se realizó una descarga de 80 ml de la solución de orina sintética. Inmediatamente después de la descarga, la cámara se selló y colocó en un ambiente con una temperatura de 30° C. Se realizó un muestreo seriado Dräger a intervalos temporales de entre cuatro y siete horas. El experimento se repitió tres veces y los resultados promediales se presentan en la Tabla 21.

Tabla 21

	% SAP comple-mentario	**Amoniaco (ppm) a las 4 h**	**% de reducción sobre control**	**Amoniac o (ppm) a las 7 h**	**% de reducción sobre control**
Fibra de pino del Sur Kraft modificada	23	2,5		29	
Fibra de pino del Sur Kraft de control	23	21,5	88	175	83

Fibra de pino del Sur Kraft modificada	16,5	6,5		123	
Fibra de pino del Sur Kraft de control	16,5	36,5	82	550	78
Fibra de pino del Sur Kraft modificada	0	70		317	
Fibra de pino del Sur Kraft de control	0	197,5	65	575	45

[0198] Según se desprende de los datos, el amoniaco atmosférico resultante de la hidrólisis bacteriana de la urea es inferior en estructuras compuestas (similares en construcción a los productos para la incontinencia urinaria de venta minorista) que incorporan las fibras de celulosa modificadas producidas dentro del alcance de esta divulgación en contraposición con las estructuras compuestas producidas con fibras de pino del sur Kraft estándar. Entonces, las estructuras que comprenden las fibras de celulosa modificadas de acuerdo con la divulgación tienen mejores propiedades de control de olores que las fibras de pino del Sur Kraft estándar.

EJEMPLO 22 – COMPARACIÓN DE LA ETAPA 4TH CON EL TRATAMIENTO POSBLANQUEAMIENTO

[0199] Se recolectó una pasta de pino del Sur de la etapa D1 de una secuencia OD(EO)D1(EP)D2. La viscosidad de CED capilar de partida del 0,5% fue de 14,1 mPa•s. Se añadió peróxido de hidróxido a razón de 1,5% en función del peso seco de la pasta con 150 ppm de Fe^{+2}. Según se lo utiliza aquí, "P*" se utiliza para indicar una etapa de tratamiento con hierro y peróxido de hidróxido. El tratamiento se realizó a una consistencia del 10% a una temperatura de 78° C durante 1 hora en la cuarta etapa de la secuencia. Esta pasta tratada entonces se lavó y se blanqueó en la etapa D2 con ClO_2 al 0,25% durante 2 horas a 78° C. Los resultados se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22

Etapa	**Químico** añadido		**pH**	**Viscosidad de CED capilar del 0,5%**	**□Viscosidad**	**DP en peso**	**Brillo**	**Longitud de fibra ponderada por longitud**
	% en pasta		final	mPa•s			% ISO	Mm
D1				14,1		1960	83,5	
P*	1,5% H_2O_2	Fe^{+2} 150 ppm	3,1				82,0	
D2	0,25% ClO_2		2,7	3,7	10,4	540	89,5	2,20

[0200] La muestra D2 anterior también se sometió a prueba para reversión de brillo colocándola en un horno a

105° C durante 1 hora. El brillo así como también los valores de L* (blancura), a* (rojo a verde), y b* (azul a amarillo) se midieron con un Hunterlab MiniScan, de acuerdo con los protocolos del fabricante antes y después del tratamiento de reversión. Los resultados se muestran en la Tabla 23 a continuación. Un número mayor de valores b positivos indican un color más amarillo. Así, los valores b superiores son indeseables en la mayoría de las aplicaciones de papel y pasta. El índice de amarillamiento, presentado abajo, representa la diferencia en la relación k/s antes y después de desgaste, donde k = coeficiente de absorción y s = coeficiente de dispersión, es decir, el índice de amarillamiento = $100\{ (k/s)_{\text{después de desgaste}} - (k/s)_{\text{antes de desgaste}}\}$. *Véase, p.ej.*, H.W. Giertz, *Svensk Papperstid.*, 48(13), 317 (1945).

Tabla 23 Reversión del brillo

Etapa	**L***	**a***	**b***	**Brillo**	**ΔBrillo**	**Índice de amarillamiento**
D1	96,89	-0,28	5,13	85,8		
DP*D inicial	97,89	-0,47	2,96	90,8		
DP*D revertido	96,08	-0,55	8,01	80,4	10,4	1,92

[0201] Se recolectó una pasta de pino del Sur de la etapa D2 de la misma pasta de blanqueamiento que la anterior

con la misma viscosidad de CED capilar de partida, y se trató con peróxido de hidróxido y Fe^{+2}, según se describe anteriormente. Se añadió peróxido de hidróxido a razón de 1,5% en función del peso seco de la pasta con 150 ppm de Fe^{+2}. Las propiedades de esta pasta tratada se presentan en la Tabla 24.

Tabla 24

Etapa	**Químico** añadido		**pH**	**Viscosidad de CED capilar del 0,5%**	**□Viscosidad**	**DP en peso**	**Brillo**	**Longitud de fibra ponderada por longitud**
	% en pasta		final	mPa•s			% ISO	mm
D2				14,1		1960	90,2	
P*	1,5% H_2O_2	Fe^{+2} 150 ppm	2,8	3,5	10,6	485	86,8	2,17

[0202] La pasta P* se sometió a prueba para determinar la reversión del brillo, según se describe anteriormente. Los resultados se muestran en la Tabla 25 que sigue.

Tabla 25 Reversión del brillo

Etapa	**L***	**a***	**b***	**Brillo**	**ΔBrillo**	**Índice de amarillamiento**
D2 inicial	98,34	-0,61	2,54	92,54		
D2 revertida	97,87	-0,57	3,67	89,92	2,62	0,26

D(EP)DP* inicial	97,39	-0,47	4,49	87,68		
D(EP)DP* revertida	95,25	-0,34	9,78	76,45	11,2	2,76

[0203] Según se observa a partir de los datos anteriores, el tratamiento con peróxido catalizado ácido en la cuarta etapa de una planta de blanqueamiento de cinco etapas en comparación con el tratamiento después de la etapa final de una planta de blanqueamiento de cinco etapas produjo propiedades de brillo beneficiosas. En la cuarta etapa de tratamiento, cualquier pérdida en el brillo en la etapa de tratamiento puede compensarse en la etapa de blanqueamiento D2 final de modo que se pueda obtener una pasta con un brillo superior. En el caso del tratamiento posblanqueamiento, hubo una pérdida de brillo significativa de 3,4 puntos que no pudo compensarse. Después de un tratamiento acelerado de reversión de brillo, el último caso aún presenta un brillo significativamente inferior.

EJEMPLO 23 DATOS DE RESISTENCIA

[0204] La resistencia de la pasta fluff producida a partir de celulosa modificada con una viscosidad de 5,1 mPa·s de acuerdo con la divulgación se comparó con una pasta fluff convencional con una viscosidad de 15,4 mPa·s. Los resultados se muestran en la Tabla 26 siguiente.

Tabla 26

	Fluff de control	**Celulosa modificada**
Peso básico., AD gm/m^2	65,12	68,15
Peso básico, OD gm/m^2	60,56	63,38
Escurrimiento CSF, ml	732	717
Calibre, in/1000	4,88	5,09
Volumen, cm^3/gm	1,90	1,90
Densidad aparente, gm/cm^3	0,53	0,53
Porosidad, sec./aire 100 ml	0,59	0,67
Coeficiente de rotura, (gm/cm^2)/(gm/m^2)	16,6	14,0
Coeficiente de desgaste, gf*m^2/gm	242	198
Longitud de rotura, km	2,52	2,49
Estiramiento, %	2,76	2,48
Opacidad, %	72,1	73,5
Suciedad y agramizas, mm^2/m^2	0,3	1,5
Viscosidad, cP	15,4	5,1
Brillo ISO	88,9	88,9
Porosidad de Frazier, cfm	45,4	55,1
Longitud de fibra, mm	2,636	2,661
Factor de forma, %	85,8	85,8

EJEMPLO 24 DERIVATIZACIÓN DE LA CELULOSA MODIFICADA

[0205] Se hidrolizó con ácido una muestra de ULDP del Ejemplo 21 con HCl 0,05 M a una consistencia del 5% durante 3

horas a 122° C. La pasta inicial de la etapa D1, la ULDP y la ULDP hidrolizada con ácido se sometieron a prueba para determinar el peso molecular medio o el grado de polimerización a través del método siguiente.

[0206] Se trituraron tres muestras de pasta para hacerlas pasar por un tamiz con malla 20. Las muestras de celulosa (15 mg) se colocaron en tubos de ensayo independientes equipados con barras de microagitación y se secaron durante la noche al vacío a 40 °C. Los tubos de ensayo entonces se taparon con septa de goma. Se añadió piridina anhidra (4,00 mL) e isocianato de fenilo (0,50 mL) secuencialmente a través de una jeringa. Los tubos de ensayo se colocaron en un baño de aceite a 70 °C y se dejaron en agitación durante 48 h. Se añadió metanol (1,00 mL) para desactivar todo el isocianato de fenilo remanente. El contenido de cada tubo de ensayo entonces se añadió por goteo a una mezcla de metanol/agua 7:3 (100 mL) para promover la precipitación de la celulosa derivada. Los sólidos se recolectaron por filtración y después se lavaron con metanol/agua (1 x 50 mL) seguido de agua (2 x 50 mL). La celulosa derivada se secó durante la noche al vacío a 40 °C. Antes del análisis por GPC, la celulosa derivada se disolvió en THF (1 mg/mL), se filtró a través de un filtro de 0,45 µm y se colocó en un vial automuestreador de 2 mL. El DP en peso

resultante y el DPn (número promedio del grado polimerización) se presentan en la siguiente Tabla 27.

Tabla 27 Resultados de las pruebas de DPn y DP en peso

Muestra	**Mn (g/mol)**	**Mw (g/mol)**	**DPn**	**DP en peso**
D1	1,4601e5	2,2702e6	281	4374
ULDP	4,0775e4	7,4566e5	78	1436
ULDP hidrolizada con ácido	2,52,5e4	1,8966e5	48	365

[0207] Según se observa en la tabla anterior, la celulosa modificada después de hidrólisis con ácido de acuerdo con la divulgación puede tener un DPn de 48.

EJEMPLO 25

[0208] Las fibras ULDP de Leaf River y las fibras estándar de madera blanda se transformaron en hojas de prueba empastando la fibra, ajustando el pH a aproximadamente 5,5, y después añadiendo, como un agente de resistencia húmeda, una poliacrilamida glioxilada de Kemira Chemicals. Las fibras entonces se formaron, se prensaron en hojas y se secaron. Las características de las hojas se midieron mediante métodos conocidos. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla 28.

Tabla 28 Propiedades de las hojas de prueba

		LR SW (Control)				ULDP			
TWS	**#T**	0	10	20	40	0	10	20	40
Carga titula-ble	mL/10 mL 10-3N	-0,166	+0,204	+0,389	+2,899	-0,143	-0,134	+0,474	+1,919
Peso básico	#/R	15,11	16,19	15,59	14,64	15,75	14,83	13,08	15,3
	g/m2	24,59	26,35	25,37	23,83	25,63	24,14	21,29	24,9
Volumen	Calibre de una lámina, mil	3,68	3,78	3,80	4,04	3,80	3,72	4,12	4,08
	Volumen, cm3/g	3,80	3,64	3,80	4,31	3,77	3,91	4,92	4,16
Trac-ción seca	**Tracción, g/1"**	747	1335	1187	1118	716	825	866	864
	Longitud de rotura, km	1,196	1,995	1,842	1,847	1,100	1,346	1,602	1,366
	Estira-miento, %	2,6	3,2	2,9	3,0	2,2	2,7	3,3	2,9
	T.E.A., mm-gm/mm²	0,10	0,28	0,21	0,21	0,06	0,11	0,17	0,12
Trac-ción húmeda	**Tracción, g/1"**	4	209	218	256	23	148	200	168
	Longitud de	0,0064	0,3123	0,3383	0,423	0,0353	0,2414	0,3699	0,2656

	rotura, km								
SAT	**Capacidad g/m²**	205,9	194,7	187,0	190,9	185,0	173,0	182,0	202,0
	Relación g/s^{0,5}	0,06	0,08	0,07	0,05	0,08	0,07	0,07	0,10
	Tiempo, s	89,6	59,1	59,2	83,8	55,5	50,0	57,7	49,9
Relación húmeda/seca		1%	16%	18%	23%	3%	18%	23%	19%

[0209] Según se observa en la Tabla 28 anterior, la ULDP de acuerdo con la divulgación puede utilizarse en la producción de papel prensado en húmedo. Según se muestra en la Figura 2, la relación húmedo/seco de las hojas de prueba formadas a partir de ULDP es superior a la relación húmedo/seco de las hojas comparativas fabricadas únicamente a partir de madera blanda del Sur estándar.

OTRAS REALIZACIONES INVENTIVAS

[0210] Aunque las invenciones reivindicadas por el solicitante se definen en las reivindicaciones anexas, se entenderá que la invención también puede definirse de acuerdo con las siguientes realizaciones, que no son necesariamente exclusivas ni limitan las que se reivindican:

A. Una fibra derivada de una madera blanda blanqueada o una pasta de madera dura kraft, en

la cual la fibra tiene una viscosidad de CED capilar del 0,5% de aproximadamente 13 mPa•s o menos, preferentemente menor de aproximadamente 10 mPa•s, más preferentemente menor de 8 mPa•s, aún más preferentemente menor de aproximadamente 5 mPa•s, o además aún más preferentemente menor de aproximadamente 4 mPa•s.

B. Una fibra derivada de una pasta de madera blanda blanqueada kraft, en la cual la fibra tiene una longitud media de fibra de al menos aproximadamente 2 mm, preferentemente al menos de aproximadamente 2,2 mm, por ejemplo al menos de aproximadamente 2,3 mm, o por ejemplo al menos de aproximadamente 2,4 mm, o por ejemplo de aproximadamente 2,5 mm, más preferentemente entre aproximadamente 2 mm y aproximadamente 3,7 mm, aún más preferentemente entre aproximadamente 2,2 mm y aproximadamente 3,7 mm.

C. Una fibra derivada de una pasta de madera dura blanqueada kraft, en la cual la fibra tiene una longitud media de fibra de al menos aproximadamente 0,75 mm, preferentemente al menos de aproximadamente 0,85 mm, o al menos de aproximadamente 0,95 mm, o más preferentemente al menos de aproximadamente 1,15, o en el

intervalo de aproximadamente 0,75 mm y aproximadamente 1,25 mm.

D. Una fibra derivada de una pasta de madera blanda blanqueada kraft, en la cual la fibra tiene una viscosidad de CED capilar del 0,5% de aproximadamente 13 mPa•s o menos, una longitud de fibra promedio de al menos aproximadamente 2 mm, y un brillo ISO en el intervalo de aproximadamente 85 y aproximadamente 95.

E. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones A a D, en la cual la viscosidad oscila entre aproximadamente 3,0 mPa•s y aproximadamente 13 mPa•s, por ejemplo entre aproximadamente 4,5 mPa•s y aproximadamente 13 mPa•s, preferentemente entre aproximadamente 7 mPa•s y aproximadamente 13 mPa•s, o por ejemplo entre aproximadamente 3,0 mPa•s y aproximadamente 7 mPa•s, preferentemente entre aproximadamente 3,0 mPa•s y aproximadamente 5,5 mPa•s.

F. Una fibra de acuerdo con las realizaciones A a D, en la cual la viscosidad es menor de aproximadamente 7 mPa•s.

G. Una fibra de acuerdo con las realizaciones A a D, en la cual la viscosidad es de al menos aproximadamente 3,5 mPa•s.

H. Una fibra de acuerdo con las realizaciones A a D, en la cual la viscosidad es menor que aproximadamente 4,5 mPa•s.

I. Una fibra de acuerdo con las realizaciones A a D, en la cual la viscosidad es de al menos aproximadamente 5,5 mPa•s

J. Una fibra de acuerdo con la realización E, en la cual la viscosidad no es mayor que aproximadamente 6 mPa•s.

K. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones anteriores, en la cual la viscosidad es menor que aproximadamente 13 mPa•s.

L. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a B y D a K, en la cual la longitud de fibra media es de al menos aproximadamente 2,2 mm.

M. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a B y D a L, en la cual la longitud de fibra media no es mayor que aproximadamente 3,7 mm.

N. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a M, en la cual la fibra tiene una solubilidad cáustica S10 en el intervalo de aproximadamente el 16% y aproximadamente el 30%, preferentemente entre aproximadamente el 16% y aproximadamente el 20%.

O. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a M, en la cual la fibra tiene una solubilidad cáustica S10 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 16%.

P. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a O, en la cual la fibra tiene una solubilidad cáustica S18 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 22%, preferentemente entre aproximadamente el 14% y aproximadamente el 18%, más preferentemente entre aproximadamente el 14% y aproximadamente el 16%.

Q. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a P, en la cual la fibra tiene una solubilidad cáustica S18 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 16%.

R. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a Q, en la cual la fibra tiene una ΔR de aproximadamente 2,9 o mayor.

S. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a Q, en la cual la fibra tiene una ΔR de aproximadamente 3,0 o mayor, preferentemente de aproximadamente 6,0 o mayor.

T. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a S en la cual la fibra tiene un contenido carboxílico en el intervalo de aproximadamente 2 meq/100 g y aproximadamente 8 meq/100 g, preferentemente entre aproximadamente 2 meq/100 g y aproximadamente 6 meq/100 g, más preferentemente entre aproximadamente 3 meq/100 g y aproximadamente 6 meq/100 g.

U. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a S en la cual la fibra tiene un contenido carboxílico de al menos aproximadamente 2 meq/100g.

V. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a S en la cual la fibra tiene un contenido carboxílico de al menos aproximadamente 2,5 meq/100g.

W. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a S en la cual la fibra tiene un contenido carboxílico de al menos aproximadamente 3 meq/100g.

X. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a S en la cual la fibra tiene un contenido carboxílico de al menos aproximadamente 3,5 meq/100g.

Y. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a S en la cual la fibra tiene un contenido carboxílico de al menos aproximadamente 4 meq/100g.

Z. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a S en la cual la fibra tiene un contenido carboxílico de al menos aproximadamente 4,5 meq/100g.

AA. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a S en la cual la fibra tiene un contenido carboxílico de al menos aproximadamente 5 meq/100g.

BB. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a S en la cual la fibra tiene un contenido carboxílico de aproximadamente 4 meq/100g.

CC. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a BB en la cual la fibra tiene un contenido aldehídico en el intervalo de aproximadamente 1 meq/100 g y aproximadamente 9

meq/100 g, preferentemente entre aproximadamente 1 meq/100g y aproximadamente 3 meq/100 g.

DD. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a BB en la cual la fibra tiene un contenido aldehídico de al menos aproximadamente 1,5 meq/100g.

EE. [en blanco].

FF. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a BB en la cual la fibra tiene un contenido aldehídico de al menos aproximadamente 2,0 meq/100g.

GG. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a BB en la cual la fibra tiene un contenido aldehídico de al menos aproximadamente 2,5 meq/100g.

HH. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a BB en la cual la fibra tiene un contenido aldehídico de al menos aproximadamente 3,0 meq/100g.

II. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a BB en la cual la fibra tiene un contenido aldehídico de al menos aproximadamente 3,5 meq/100g.

JJ. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a BB en la cual la fibra tiene

un contenido aldehídico de al menos aproximadamente 4,0 meq/100g.

KK. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a BB en la cual la fibra tiene un contenido aldehídico de al menos aproximadamente 5,5 meq/100g.

LL. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a BB en la cual la fibra tiene un contenido aldehídico de al menos aproximadamente 5,0 meq/100g.

MM. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a MM en la cual la fibra tiene un contenido carbonílico según lo determinado por un índice de cobre mayor que aproximadamente 2, preferentemente mayor que aproximadamente 2,5, más preferentemente mayor que aproximadamente 3, o un contenido carbonílico según lo determinado por el índice de cobre de entre aproximadamente 2,5 y aproximadamente 5,5, preferentemente entre aproximadamente 3 y aproximadamente 5,5, más preferentemente entre aproximadamente 3 y aproximadamente 5,5, o la fibra tiene un contenido carbonílico según lo determinado por el índice de cobre de entre aproximadamente 1 y aproximadamente 4.

NN. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a NN, en la cual el contenido de carbonilo oscila entre aproximadamente 2 y aproximadamente 3.

OO. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a NN en la cual la fibra tiene un contenido carbonílico según lo determinado por el índice de cobre de aproximadamente 3 o mayor.

PP. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a NN, en la cual la fibra tiene una relación de contenido total de carbonilo a aldehído en el intervalo de aproximadamente 0,9 y aproximadamente 1,6.

QQ. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a NN en la cual la relación de contenido total de carbonilo a aldehído oscila entre aproximadamente 0,8 y aproximadamente 1,0.

RR. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones anteriores en la cual la fibra tiene una escurrimiento estándar canadiense ("escurrimiento") de al menos aproximadamente 690 ml, preferentemente de al menos aproximadamente 700 ml, más preferentemente de al menos aproximadamente 710 ml, o por ejemplo

de al menos aproximadamente 720 ml o aproximadamente 730 ml.

SS. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones anteriores en la cual la fibra tiene un escurrimiento de al menos aproximadamente 710 ml.

TT. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones anteriores en la cual la fibra tiene un escurrimiento de al menos aproximadamente 720 ml.

UU. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores en la cual la fibra tiene un escurrimiento de al menos aproximadamente 730 ml.

VV. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones anteriores en la cual la fibra tiene un escurrimiento de no más de aproximadamente 760 ml.

WW. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a WW en la cual la fibra tiene una resistencia de fibra, según lo medido a través de la longitud de rotura en húmedo *zero span*, en el intervalo de aproximadamente 4 km y aproximadamente 10 km.

XX. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a WW, en la cual la fibra tiene una resistencia de fibra en el intervalo de aproximadamente 5 km y aproximadamente 8km.

YY. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a WW en la cual la fibra tiene una resistencia de fibra, medida a través de la longitud de rotura en húmedo *zero span*, de al menos aproximadamente 4 km.

ZZ. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a WW en la cual la fibra tiene una resistencia de fibra, medida mediante la longitud de rotura en húmedo *zero span*, de al menos aproximadamente 5 km.

AAA. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a WW en la cual la fibra tiene una resistencia de fibra, medida mediante la longitud de rotura en húmedo *zero span*, de al menos aproximadamente 6 km.

BBB. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a WW, en la cual la fibra tiene una resistencia de fibra, medida mediante la longitud de rotura en húmedo *zero span*, de al menos aproximadamente 7 km.

CCC. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a WW, en la cual la fibra tiene una resistencia de fibra, medida mediante la longitud de rotura en húmedo *zero span*, de al menos aproximadamente 8 km.

DDD. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a WW, en la cual la fibra tiene una resistencia de fibra, medida mediante la longitud de rotura en húmedo *zero span*, en el intervalo de aproximadamente 5 km y aproximadamente 7 km.

EEE. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a WW, en la cual la fibra tiene una resistencia de fibra, medida mediante la longitud de rotura en húmedo *zero span*, en el intervalo de aproximadamente 6 km y aproximadamente 7 km.

FFF. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones anteriores, en la cual el brillo ISO oscila entre aproximadamente 85 y aproximadamente 92, preferentemente entre aproximadamente 86 y aproximadamente 90, más preferentemente entre aproximadamente 87 y aproximadamente 90 o entre aproximadamente 88 y aproximadamente 90 ISO.

GGG. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones anteriores, en la cual el brillo ISO es de al menos aproximadamente 85, preferentemente al menos de aproximadamente 86, más preferentemente al menos de aproximadamente 87, en particular al menos de aproximadamente 88, más en particular al menos de aproximadamente 89 o aproximadamente 90 ISO.

HHH. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a FFF, en la cual el brillo ISO es de al menos aproximadamente 87.

III. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a FFF en la cual el brillo ISO es de al menos aproximadamente 88.

JJJ. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a FFF en la cual el brillo ISO es de al menos aproximadamente 89.

KKK. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a FFF en la cual el brillo ISO es de al menos aproximadamente 90.

LLL. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores en la cual la fibra tiene aproximadamente la misma longitud que la fibra kraft estándar.

MMM. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a S y SS a MMM que tiene un contenido carboxílico superior que la fibra kraft estándar.

NNN. Una fibra de acuerdo con una de las realizaciones A a S y SS a NNN que tiene un contenido superior de aldehído que la fibra kraft estándar.

OOO. Una fibra de acuerdo con las realizaciones A a S y SS a MMM que tiene una relación de contenido total de aldehído a carboxilo mayor que aproximadamente 0,3, preferentemente mayor que aproximadamente 0,5, más preferentemente mayor que aproximadamente 1,4, o por ejemplo en el intervalo de aproximadamente 0,3 y aproximadamente 0,5, o en el intervalo de aproximadamente 0,5 y aproximadamente 1, o en el intervalo de aproximadamente 1 y aproximadamente 1,5.

PPP. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores que tiene un índice dislocación superior que la fibra kraft estándar, por ejemplo que tiene un índice de dislocación en el intervalo de aproximadamente 1,3 y aproximadamente 2,3, preferentemente entre

aproximadamente 1,7 y aproximadamente 2,3, más preferentemente entre aproximadamente 1,8 y aproximadamente 2,3 o en el intervalo de aproximadamente 2,0 y aproximadamente 2,3.

QQQ. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores que tiene un índice de enrollamiento ponderado por longitud en el intervalo de aproximadamente 0,11 y aproximadamente 0,2, preferentemente entre aproximadamente 0,15 y aproximadamente 0,2.

RRR. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores que tiene un índice de cristalinidad inferior que la fibra kraft estándar, por ejemplo un índice de cristalinidad reducido de entre aproximadamente el 5% y aproximadamente el 20% con relación a la fibra kraft estándar, preferentemente entre aproximadamente el 10% y aproximadamente el 20%, más preferentemente reducido entre el 15% y el 20% con relación a la fibra kraft estándar.

SSS. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores en la cual el valor R10 oscila entre aproximadamente el 65% y aproximadamente el 85%, preferentemente entre aproximadamente el 70% y aproximadamente el 85%,

más preferentemente entre aproximadamente el 75% y aproximadamente el 85%.

TTT. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores, en la cual el valor R18 oscila entre aproximadamente el 75% y aproximadamente el 90%, preferentemente entre aproximadamente el 80% y aproximadamente el 90%, más preferentemente entre aproximadamente el 80% y aproximadamente el 87%.

UUU. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores en la cual la fibra tiene propiedades de control de olores.

VVV. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores en la cual la fibra reduce la concentración atmosférica de amoniaco en al menos un 40% más que la fibra kraft estándar, preferentemente al menos aproximadamente un 50% más, más preferentemente al menos aproximadamente un 60% más, en particular al menos aproximadamente un 70% más, o al menos aproximadamente un 75% más, más en particular al menos aproximadamente un 80% más o aproximadamente un 90% más.

WWW. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores en la cual la fibra

absorbe entre aproximadamente 5 y aproximadamente 10 ppm de amoniaco por gramo de fibra, preferentemente entre aproximadamente 7 y aproximadamente 10 ppm, más preferentemente entre aproximadamente 8 y aproximadamente 10 ppm de amoniaco por gramo de fibra.

XXX. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores en la cual la fibra tiene un valor resultante de la prueba de citotoxicidad por elución MEM menor que 2, preferentemente menor que aproximadamente 1,5, más preferentemente menor que aproximadamente 1.

YYY. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores, en la cual el índice de cobre es menor que 2, preferentemente menor que 1,9, más preferentemente menor que 1,8, aún más preferentemente menor que 1,7.

ZZZ. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones A a YYY que tiene un índice kappa en el intervalo de aproximadamente 0,1 y aproximadamente 1, preferentemente entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,9, más preferentemente entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,8, por ejemplo entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,7 o

entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,6 o entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,5, más preferentemente entre aproximadamente 0,2 y aproximadamente 0,5.

AAAA. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores que tiene un contenido de hemicelulosa sustancialmente idéntico al de la fibra kraft estándar, por ejemplo, en el intervalo de aproximadamente el 16% y aproximadamente el 18%, cuando la fibra es una fibra de madera blanda, o en el intervalo de aproximadamente el 18% y aproximadamente el 25% cuando la fibra es una fibra de madera dura.

BBBB. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores en la cual la fibra exhibe actividad antimicrobiana y/o antiviral.

CCCC. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones B a C o L a CCCC en la cual el DP oscila entre aproximadamente 350 y aproximadamente 1860, por ejemplo entre aproximadamente 710 y aproximadamente 1860, preferentemente entre aproximadamente 350 y aproximadamente 910, o por ejemplo entre aproximadamente 1160 y aproximadamente 1860.

DDDD. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones B a C o L a CCCC en la cual el DP es menor que aproximadamente 1860, preferentemente menor que aproximadamente 1550, más preferentemente menor que aproximadamente 1300, aún más preferentemente menor que aproximadamente 820, o menor que aproximadamente 600.

EEEE. Una fibra de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores, en la cual la fibra es más comprimible y/o repujable que la fibra kraft estándar.

FFFF. Una fibra de acuerdo con las realizaciones A a OOO en la cual la fibra puede comprimirse a una densidad de al menos aproximadamente 0,210 g/cc, preferentemente de al menos aproximadamente 0,220 g/cc, más preferentemente de al menos aproximadamente 0,230 g/cc, en particular de al menos aproximadamente 0,240 g/cc.

GGGG. Una fibra de acuerdo con las realizaciones A a OOO en la cual la fibra puede comprimirse a una densidad mayor de al menos aproximadamente el 8% que la densidad de fibra kraft estándar, en particular en un intervalo de aproximadamente el 8% y aproximadamente el 16% mayor que la

densidad de la fibra kraft estándar, preferentemente entre aproximadamente el 8% y aproximadamente el 10%, o entre aproximadamente el 12% y aproximadamente el 16% mayor, más preferentemente entre aproximadamente el 13% y aproximadamente el 16% mayor, más preferentemente entre aproximadamente el 14% y aproximadamente el 16% mayor, en particular entre aproximadamente el 15% y aproximadamente el 16% mayor.

[0211] Se han descrito una cantidad de realizaciones. No obstante, se entenderá que pueden realizarse varias modificaciones sin apartarse del espíritu y el alcance de la divulgación. En forma acorde, otras realizaciones quedan incluidas dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

Se reivindica:

1. Una fibra kraft químicamente modificada que comprende celulosa que ha sido tratada mediante oxidación catalítica para aumentar el número de grupos aldehído en la celulosa para mejorar el control de olores y retener un brillo ISO de al menos aproximadamente 85.

2. La fibra de la reivindicación 1 donde el brillo ISO es de al menos aproximadamente 87.

3. La fibra de la reivindicación 1 donde el brillo ISO es de al menos aproximadamente 90.

4. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un grado de polimerización de entre aproximadamente 350 y aproximadamente 1860.

5. La fibra de la reivindicación 4 que tiene un grado de polimerización de entre aproximadamente 350 y aproximadamente 910.

6. La fibra de la reivindicación 4 que tiene un grado de polimerización de entre aproximadamente 1160 y aproximadamente 1860.

7. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un contenido aldehídico en el intervalo de 1 meq/100 g y aproximadamente 9 meq/100 g.

8. La fibra de la reivindicación 7 que tiene un contenido aldehídico en el intervalo de aproximadamente 1 meq/100g y aproximadamente 3 meq/100 g.

9. La fibra de la reivindicación 1 que reduce la concentración atmosférica del amoniaco en al menos un 40% más que la fibra kraft estándar.

10. La fibra de la reivindicación 1 que reduce la concentración atmosférica del amoniaco en al menos un 50% más que la fibra kraft estándar.

11. La fibra de la reivindicación 1 donde la fibra absorbe entre aproximadamente 5 y aproximadamente 10 ppm de amoniaco por gramo de fibra.

12. La fibra de la reivindicación 1 donde la fibra absorbe entre aproximadamente 7 y aproximadamente 10 ppm de amoniaco por gramo de fibra.

13. La fibra de la reivindicación 1 que tiene una viscosidad menor de aproximadamente 13 mPa•s.

14. La fibra de la reivindicación 1 que tiene una viscosidad menor de aproximadamente 10 mPa•s.

15. La fibra de la reivindicación 1 que tiene una viscosidad menor de aproximadamente 8 mPa•s.

16. La fibra de la reivindicación 1 que tiene una viscosidad menor de aproximadamente 5 mPa•s.

17. La fibra de la reivindicación 1 que tiene una viscosidad menor de aproximadamente 4 mPa•s.

18. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un contenido carboxílico en el intervalo de aproximadamente 2 meq/100 g y aproximadamente 8 meq/100 g.

19. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un contenido carboxílico en el intervalo de aproximadamente 2 meq/100 g y aproximadamente 6 meq/100 g.

20. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un índice de cobre mayor que aproximadamente 2.

21. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un índice de cobre mayor que aproximadamente 2,5.

22. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un índice de cobre mayor que aproximadamente 3.

23. La fibra de la reivindicación 1 que tiene una relación total de carbonilo a aldehído en el intervalo de aproximadamente 0,9 y aproximadamente 1,6

24. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un escurrimiento estándar canadiense ("escurrimiento") de al menos aproximadamente 690 ml.

25. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un escurrimiento estándar canadiense ("escurrimiento") de al menos aproximadamente 700 ml.

26. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un escurrimiento estándar canadiense ("escurrimiento") de al menos aproximadamente 710 ml.

27. La fibra de la reivindicación 1 que tiene una solubilidad cáustica S10 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 30%.

28. La fibra de la reivindicación 1 que tiene una solubilidad cáustica S10 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 20%.

29. La fibra de la reivindicación 1 que tiene una solubilidad cáustica S18 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 22%.

30. La fibra de la reivindicación 1 que tiene una solubilidad cáustica S18 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 18%.

31. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un índice de dislocación en el intervalo de aproximadamente 1,3 y aproximadamente 2,3.

32. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un índice dislocación en el intervalo de aproximadamente 1,7 y aproximadamente 2,3.

33. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un índice dislocación en el intervalo de aproximadamente 2,0 y aproximadamente 2,3.

34. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un índice enrollamiento ponderado en el intervalo de aproximadamente 1,1 y aproximadamente 0,2.

35. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un índice de enrollamiento ponderado en el intervalo de aproximadamente 1,5 y aproximadamente 0,2.

36. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un valor R10 en el intervalo de aproximadamente el 65% y aproximadamente el 85%.

37. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un valor R10 en el intervalo de aproximadamente el 70% y aproximadamente el 85%.

38. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un valor R10 en el intervalo de aproximadamente el 75% y aproximadamente el 85%.

39. La fibra de la reivindicación 1 que tiene a R18 en el intervalo de aproximadamente el 75% y aproximadamente el 90%.

40. La fibra de la reivindicación 1 que tiene un valor R18 en el intervalo de aproximadamente el 80% y aproximadamente el 90%.

41. La fibra de la reivindicación 1 que tiene una ΔR de aproximadamente 2,9 o mayor.

42. La fibra de la reivindicación 1 que tiene una ΔR de aproximadamente 3,0 o mayor.

43. La fibra de la reivindicación 1 que tiene una ΔR de aproximadamente 6,0 o mayor.

44. La fibra de la reivindicación 1 donde la fibra es una fibra de madera blanda y tiene un contenido de hemicelulosa de entre aproximadamente el 16% y aproximadamente el 18%.

45. La fibra de la reivindicación 1 donde la fibra es una fibra de madera blanda y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 2 mm.

46. La fibra de la reivindicación 1 donde la fibra es una fibra de madera blanda y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 2,2 mm.

47. La fibra de la reivindicación 1 donde la fibra es una fibra de madera blanda y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 2,4 mm.

48. La fibra de la reivindicación 1 donde la fibra es fibra de madera dura y tiene un contenido de hemicelulosa de entre aproximadamente el 18% y aproximadamente el 25%

49. La fibra de la reivindicación 1 donde la fibra es madera dura y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 0,75 mm.

50. La fibra de la reivindicación 1 donde la fibra es fibra de madera dura y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 0,85 mm.

51. La fibra de la reivindicación 1 donde la fibra es fibra de madera dura y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 0,95 mm.

52. La fibra de la reivindicación 1 donde la fibra es comprimible y puede comprimirse a una densidad mayor de al menos aproximadamente el 8% que la fibra kraft estándar.

53. La fibra de la reivindicación 1 donde la fibra es comprimible y puede comprimirse a una densidad mayor de entre aproximadamente el 8% y aproximadamente el 16% que la fibra kraft estándar.

54. Una fibra kraft que tiene un brillo ISO de al menos aproximadamente 87, que tiene un grado de polimerización de entre aproximadamente 350 y aproximadamente 1860, que tiene un contenido aldehídico en el intervalo de 1 meq/100 g y aproximadamente 9 meq/100 g y que reduce la concentración atmosférica de amoniaco al menos en un 40% más que la fibra kraft estándar.

55. Una fibra kraft químicamente modificada que exhibe un escurrimiento estándar canadiense ("escurrimiento") de al menos aproximadamente 690 ml y que puede comprimirse a una densidad de al menos aproximadamente un 8% mayor de fibra kraft estándar.

56. La fibra de la reivindicación 55 que tiene escurrimiento estándar canadiense ("escurrimiento") de al menos aproximadamente 700 ml.

57. La fibra de la reivindicación 55, que tiene escurrimiento estándar canadiense ("escurrimiento") de al menos aproximadamente 710 ml.

58. La fibra de la reivindicación 55 donde la fibra es comprimible y puede comprimirse a una densidad de entre

aproximadamente un 8% y aproximadamente un 16% mayor que la fibra kraft estándar.

59. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un grado de polimerización de entre aproximadamente 350 y aproximadamente 1860.

60. La fibra de la reivindicación 59 que tiene un grado de polimerización de entre aproximadamente 350 y aproximadamente 910.

61. La fibra de la reivindicación 59 que tiene un grado de polimerización de entre aproximadamente 1160 y aproximadamente 1860.

62. La fibra de la reivindicación 55 donde el brillo ISO es de al menos aproximadamente 85.

63. La fibra de la reivindicación 55 donde el brillo ISO es de al menos aproximadamente 87.

64. La fibra de la reivindicación 55 donde el brillo ISO es de al menos aproximadamente 90.

65. La fibra de la reivindicación 55 donde la fibra es fibra de madera blanda y tiene un contenido de hemicelulosa de entre aproximadamente el 16% y aproximadamente el 18%.

66. La fibra de la reivindicación 55 donde la fibra es fibra de madera blanda y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 2 mm.

67. La fibra de la reivindicación 55 donde la fibra es fibra de madera blanda y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 2,2 mm.

68. La fibra de la reivindicación 55 donde la fibra es fibra de madera blanda y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 2,4 mm.

69. La fibra de la reivindicación 55 donde la fibra es fibra de madera dura y tiene un contenido de hemicelulosa de entre aproximadamente el 18% y aproximadamente el 25%.

70. La fibra de la reivindicación 55 donde la fibra es madera dura y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 0,75 mm.

71. La fibra de la reivindicación 55 donde la fibra es fibra de madera dura y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 0,85 mm.

72. La fibra de la reivindicación 55 donde la fibra es fibra de madera dura y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 0,95 mm.

73. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un contenido aldehídico en el intervalo de 1 meq/100 g y aproximadamente 9 meq/100 g.

74. La fibra de la reivindicación 73 que tiene un contenido aldehídico en el intervalo de aproximadamente 1 meq/100g y aproximadamente 3 meq/100 g.

75. La fibra de la reivindicación 55 que reduce la concentración atmosférica de amoniaco en al menos un 40% más que la fibra kraft estándar.

76. La fibra de la reivindicación 55 que reduce la concentración atmosférica de amoniaco en al menos un 50% más que la fibra kraft estándar.

77. La fibra de la reivindicación 55 donde la fibra absorbe entre aproximadamente 5 y aproximadamente 10 ppm de amoniaco por gramo de fibra.

78. La fibra de la reivindicación 55 donde la fibra absorbe entre aproximadamente 7 y aproximadamente 10 ppm de amoniaco por gramo de fibra.

79. La fibra de la reivindicación 55 que tiene una viscosidad menor que aproximadamente 13 mPa•s.

80. La fibra de la reivindicación 55 que tiene una viscosidad menor que aproximadamente 10 mPa•s.

81. La fibra de la reivindicación 55 que tiene una viscosidad menor que aproximadamente 8 mPa•s.

82. La fibra de la reivindicación 55 que tiene una viscosidad menor que aproximadamente 5 mPa•s.

83. La fibra de la reivindicación 55 que tiene una viscosidad de menor que aproximadamente 4 mPa•s.

84. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un contenido carboxílico en el intervalo de aproximadamente 2 meq/100 g y aproximadamente 8 meq/100 g.

85. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un contenido carboxílico en el intervalo de aproximadamente 2 meq/100 g y aproximadamente 6 meq/100 g.

86. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un índice de cobre mayor que aproximadamente 2.

87. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un índice de cobre mayor que aproximadamente 2,5.

88. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un índice de cobre mayor que aproximadamente 3.

89. La fibra de la reivindicación 55 que tiene una relación total de carbonilo a aldehído en el intervalo de aproximadamente 0,9 y aproximadamente 1,6.

90. La fibra de la reivindicación 55 que tiene una solubilidad cáustica S10 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 30%.

91. La fibra de la reivindicación 55 que tiene una solubilidad cáustica S10 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 20%.

92. La fibra de la reivindicación 55 que tiene una solubilidad cáustica S18 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 22%.

93. La fibra de la reivindicación 55 que tiene una solubilidad cáustica S18 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 18%.

94. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un índice dislocación en el intervalo de aproximadamente 1,3 y aproximadamente 2,3.

95. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un índice dislocación en el intervalo de aproximadamente 1,7 y aproximadamente 2,3.

96. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un índice dislocación en el intervalo de aproximadamente 2,0 y aproximadamente 2,3.

97. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un índice de enrollamiento ponderado en el intervalo de aproximadamente 1,1 y aproximadamente 0,2.

98. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un índice de enrollamiento ponderado en el intervalo de aproximadamente 1,5 y aproximadamente 0,2.

99. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un valor R10 en el intervalo de aproximadamente el 65% y aproximadamente el 85%.

100. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un valor R10 en el intervalo de aproximadamente el 70% y aproximadamente el 85%.

101. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un valor R10 en el intervalo de aproximadamente el 75% y aproximadamente el 85%.

102. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un valor R18 en el intervalo de aproximadamente el 75% y aproximadamente el 90%.

103. La fibra de la reivindicación 55 que tiene un valor R18 en el intervalo de aproximadamente el 80% y aproximadamente el 90%.

104. La fibra de la reivindicación 55 que tiene una ΔR de aproximadamente 2,9 o mayor.

105. La fibra de la reivindicación 55 que tiene una ΔR de aproximadamente 3,0 o mayor.

106. La fibra de la reivindicación 55 que tiene una ΔR de aproximadamente 6,0 o mayor.

107. Una fibra kraft que exhibe un escurrimiento estándar canadiense ("escurrimiento") de al menos aproximadamente 690 ml, un grado de polimerización de entre aproximadamente 350 y aproximadamente 1860, un brillo ISO de al menos aproximadamente 85, y que puede comprimirse a una densidad de al menos aproximadamente un 8% mayor que la fibra kraft estándar.

108. Una fibra kraft que exhibe un escurrimiento estándar canadiense ("escurrimiento") de al menos aproximadamente 690 ml y un grado de polimerización de entre aproximadamente 350 y aproximadamente 1860.

109. La fibra de la reivindicación 108 que tiene escurrimiento estándar canadiense ("escurrimiento") de al menos aproximadamente 700 ml.

110. La fibra de la reivindicación 108 que tiene escurrimiento estándar canadiense ("escurrimiento") de al menos aproximadamente 710 ml.

111. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un grado de polimerización de entre aproximadamente 350 y aproximadamente 910.

112. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un grado de polimerización de entre aproximadamente 1160 y aproximadamente 1860.

113. La fibra de la reivindicación 108 donde el brillo ISO es de al menos aproximadamente 85.

114. La fibra de la reivindicación 108 donde el brillo ISO es de al menos aproximadamente 87.

115. La fibra de la reivindicación 108 donde el brillo ISO es de al menos aproximadamente 90.

116. La fibra de la reivindicación 108 donde la fibra es comprimible y puede comprimirse a una densidad de entre aproximadamente el 8% y aproximadamente el 16% mayor que la fibra kraft estándar.

117. La fibra de la reivindicación 108 donde la fibra es una fibra de madera blanda y tiene un contenido de hemicelulosa de entre aproximadamente el 16% y aproximadamente el 18%

118. La fibra de la reivindicación 108 donde la fibra es fibra de madera blanda y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 2 mm.

119. La fibra de la reivindicación 108 donde la fibra es fibra de madera blanda y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 2,2 mm.

120. La fibra de la reivindicación 108 donde la fibra es fibra de madera blanda y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 2,4 mm.

121. La fibra de la reivindicación 108 donde la fibra es fibra de madera dura y tiene un contenido de hemicelulosa de entre aproximadamente el 18% y aproximadamente el 25%.

122. La fibra de la reivindicación 108 donde la fibra es madera dura y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 0,75 mm.

123. La fibra de la reivindicación 108 donde la fibra es fibra de madera dura y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 0,85 mm.

124. La fibra de la reivindicación 108 donde la fibra es fibra de madera dura y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 0,95 mm.

125. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un contenido aldehídico en el intervalo de 1 meq/100 g y aproximadamente 9 meq/100 g.

126. La fibra de la reivindicación 125 que tiene un contenido aldehídico en el intervalo de aproximadamente 1 meq/100g y aproximadamente 3 meq/100 g.

127. La fibra de la reivindicación 108 que reduce la concentración atmosférica de amoniaco en al menos un 40% más que la fibra kraft estándar.

128. La fibra de la reivindicación 108 que reduce la concentración atmosférica de amoniaco en al menos un 50% más que la fibra kraft estándar.

129. La fibra de la reivindicación 108 en la cual la fibra absorbe entre aproximadamente 5 y aproximadamente 10 ppm de amoniaco por gramo de fibra.

130. La fibra de la reivindicación 108 donde la fibra absorbe entre aproximadamente 7 y aproximadamente 10 ppm amoniaco por gramo de fibra.

131. La fibra de la reivindicación 108 que tiene una viscosidad menor que aproximadamente 13 mPa•s.

132. La fibra de la reivindicación 108 que tiene una viscosidad de menor que aproximadamente 10 mPa•s.

133. La fibra de la reivindicación 108 que tiene una viscosidad menor que aproximadamente 8 mPa•s.

134. La fibra de la reivindicación 108 que tiene una viscosidad menor que aproximadamente 5 mPa•s.

135. La fibra de la reivindicación 108 que tiene una viscosidad menor que aproximadamente 4 mPa•s.

136. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un contenido carboxílico en el intervalo de aproximadamente 2 meq/100 g y aproximadamente 8 meq/100 g.

137. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un contenido carboxílico en el intervalo de aproximadamente 2 meq/100 g y aproximadamente 6 meq/100 g.

138. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un índice de cobre mayor que aproximadamente 2.

139. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un índice de cobre mayor que aproximadamente 2,5.

140. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un índice de cobre mayor que aproximadamente 3.

141. La fibra de la reivindicación 108 que tiene una relación total de carbonilo a aldehído en el intervalo de aproximadamente 0,9 y aproximadamente 1,6.

142. La fibra de la reivindicación 108 que tiene una solubilidad cáustica S10 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 30%.

143. La fibra de la reivindicación 108 que tiene una solubilidad cáustica S10 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 20%.

144. La fibra de la reivindicación 108 que tiene una solubilidad cáustica S18 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 22%.

145. La fibra de la reivindicación 108 que tiene una solubilidad cáustica S18 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 18%.

146. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un índice dislocación en el intervalo de aproximadamente 1,3 y aproximadamente 2,3.

147. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un índice dislocación en el intervalo de aproximadamente 1,7 y aproximadamente 2,3.

148. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un índice dislocación en el intervalo de aproximadamente 2,0 y aproximadamente 2,3.

149. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un índice de enrollamiento ponderado en el intervalo de aproximadamente 1,1 y aproximadamente 0,2.

150. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un índice de enrollamiento ponderado en el intervalo de aproximadamente 1,5 y aproximadamente 0,2.

151. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un valor R10 en el intervalo de aproximadamente el 65% y aproximadamente el 85%.

152. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un valor R10 en el intervalo de aproximadamente el 70% y aproximadamente el 85%.

153. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un valor R10 en el intervalo de aproximadamente el 75% y aproximadamente el 85%.

154. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un valor R18 en el intervalo de aproximadamente el 75% y aproximadamente el 90%.

155. La fibra de la reivindicación 108 que tiene un valor R18 en el intervalo de aproximadamente el 80% y aproximadamente el 90%.

156. La fibra de la reivindicación 108 que tiene una ΔR de aproximadamente 2,9 o mayor.

157. La fibra de la reivindicación 108 que tiene una ΔR de aproximadamente 3,0 o mayor.

158. La fibra de la reivindicación 108 que tiene una ΔR de aproximadamente 6,0 o mayor.

159. Una fibra kraft químicamente modificada que exhibe un grado de polimerización de entre aproximadamente 350 y aproximadamente 1860 y si la fibra es madera blanda, una longitud de fibra de al menos aproximadamente 2,0 mm y si la fibra es madera dura, una longitud de fibra de al menos aproximadamente 0,75 mm.

160. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un grado de polimerización de entre aproximadamente 350 y aproximadamente 910.

161. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un grado de polimerización de entre aproximadamente 1160 y aproximadamente 1860.

162. La fibra de la reivindicación 159 donde la fibra es fibra de madera blanda y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 2 mm.

163. La fibra de la reivindicación 159 donde la fibra es fibra de madera blanda y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 2,2 mm.

164. La fibra de la reivindicación 159 donde la fibra es fibra de madera blanda y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 2,4 mm.

165. La fibra de la reivindicación 159 donde la fibra es madera dura y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 0,75 mm.

166. La fibra de la reivindicación 159 donde la fibra es fibra de madera dura y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 0,85 mm.

167. La fibra de la reivindicación 159 donde la fibra es fibra de madera dura y tiene una longitud de fibra de al menos aproximadamente 0,95 mm.

168. La fibra de la reivindicación 159 donde la fibra es fibra de madera blanda y tiene un contenido de hemicelulosa de entre aproximadamente el 16% y aproximadamente el 18%.

169. La fibra de la reivindicación 159 donde la fibra es fibra de madera dura y tiene un contenido de hemicelulosa de entre aproximadamente el 18% y aproximadamente el 25%.

170. La fibra de la reivindicación 159 donde el brillo ISO es de al menos aproximadamente 85.

171. La fibra de la reivindicación 159 donde el brillo ISO es de al menos aproximadamente 87.

172. La fibra de la reivindicación 159 donde el brillo ISO es de al menos aproximadamente 90.

173. La fibra de la reivindicación 159 donde la fibra es comprimible y puede comprimirse a una densidad de entre aproximadamente el 8% y aproximadamente el 16% mayor que la fibra kraft estándar.

174. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un contenido aldehídico en el intervalo de 1 meq/100 g y aproximadamente 9 meq/100 g.

175. La fibra de la reivindicación 174 que tiene un contenido aldehídico en el intervalo de aproximadamente 1 meq/100g y aproximadamente 3 meq/100 g.

176. La fibra de la reivindicación 159 que reduce la concentración atmosférica de amoniaco en al menos un 40% más que la fibra kraft estándar.

177. La fibra de la reivindicación 159 que reduce la concentración atmosférica de amoniaco en al menos un 50% más que la fibra kraft estándar.

178. La fibra de la reivindicación 159 donde la fibra absorbe entre aproximadamente 5 y aproximadamente 10 ppm de amoniaco por gramo de fibra.

179. La fibra de la reivindicación 159 donde la fibra absorbe entre aproximadamente 7 y aproximadamente 10 ppm de amoniaco por gramo de fibra.

180. La fibra de la reivindicación 159 que tiene una viscosidad menor que aproximadamente 13 mPa•s.

181. La fibra de la reivindicación 159 que tiene una viscosidad menor que aproximadamente 10 mPa•s.

182. La fibra de la reivindicación 159 que tiene una viscosidad menor que aproximadamente 8 mPa•s.

183. La fibra de la reivindicación 159 que tiene una viscosidad menor que aproximadamente 5 mPa•s.

184. La fibra de la reivindicación 159 que tiene una viscosidad menor que aproximadamente 4 mPa•s.

185. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un contenido carboxílico en el intervalo de aproximadamente 2 meq/100 g y aproximadamente 8 meq/100 g.

186. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un contenido carboxílico en el intervalo de aproximadamente 2 meq/100 g y aproximadamente 6 meq/100 g.

187. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un índice de cobre mayor que aproximadamente 2.

188. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un índice de cobre mayor que aproximadamente 2,5.

189. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un índice de cobre mayor que aproximadamente 3.

190. La fibra de la reivindicación 159 que tiene una relación total de carbonilo a aldehído en el intervalo de aproximadamente 0,9 y aproximadamente 1,6.

191. La fibra de la reivindicación 159 que tiene una solubilidad cáustica S10 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 30%.

192. La fibra de la reivindicación 159 que tiene una solubilidad cáustica S10 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 20%.

193. La fibra de la reivindicación 159 que tiene una solubilidad cáustica S18 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 22%.

194. La fibra de la reivindicación 159 que tiene una solubilidad cáustica S18 en el intervalo de aproximadamente el 14% y aproximadamente el 18%.

195. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un índice dislocación en el intervalo de aproximadamente 1,3 y aproximadamente 2,3.

196. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un índice dislocación en el intervalo de aproximadamente 1,7 y aproximadamente 2,3.

197. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un índice dislocación en el intervalo de aproximadamente 2,0 y aproximadamente 2,3.

198. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un índice de enrollamiento ponderado en el intervalo de aproximadamente 1,1 y aproximadamente 0,2.

199. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un índice de enrollamiento ponderado en el intervalo de aproximadamente 1,5 y aproximadamente 0,2.

200. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un valor R10 en el intervalo de aproximadamente el 65% y aproximadamente el 85%.

201. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un valor R10 en el intervalo de aproximadamente el 70% y aproximadamente el 85%.

202. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un valor R10 en el intervalo de aproximadamente el 75% y aproximadamente el 85%.

203. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un valor R18 en el intervalo de aproximadamente el 75% y aproximadamente el 90%.

204. La fibra de la reivindicación 159 que tiene un valor R18 en el intervalo de aproximadamente el 80% y aproximadamente el 90%.

205. La fibra de la reivindicación 159 que tiene una ΔR de aproximadamente 2,9 o mayor.

206. La fibra de la reivindicación 159 que tiene una ΔR de aproximadamente 3,0 o mayor.

207. La fibra de la reivindicación 159 que tiene una ΔR de aproximadamente 6,0 o mayor.

208. Una fibra kraft químicamente modificada con un DP nivelado menor que 100.

209. La fibra de la reivindicación 208 donde el DP nivelado es menor que 80.

210. La fibra de la reivindicación 208 donde el DP nivelado es menor que 75.

211. La fibra de la reivindicación 208 donde el DP nivelado es menor de 50.

212. Una fibra kraft hidrolizada que exhibe un grado de polimerización menor que 100.

213. La fibra de la reivindicación 212 donde el grado de polimerización es menor que 80.

214. La fibra de la reivindicación 212 donde el grado de polimerización es menor que 75.

215. La fibra de la reivindicación 212 donde el grado de polimerización es menor que 50.

216. Un método que comprende: el blanqueamiento de una pasta kraft con un proceso de blanqueamiento de múltiples etapas; y tratar la pasta kraft durante al menos una cuarta etapa del

proceso de blanqueamiento en múltiples etapas con ácido, hierro o cobre y peróxido de hidróxido para producir una fibra kraft que tiene un grado de polimerización reducido con relación a la pasta kraft estándar.

217. El método de la reivindicación 216 donde el tratamiento con ácido, hierro o cobre, y peróxido de hidróxido comprende ajustar el pH de la pasta kraft a entre aproximadamente 2 y aproximadamente 5, añadir una fuente de hierro o cobre a la pasta acidificada kraft, y añadir peróxido de hidróxido a la pasta kraft.

218. El método de la reivindicación 217 donde: la pasta kraft tiene un peso seco; el hierro o el cobre es una fuente de hierro; la fuente de hierro es una solución de sulfato ferroso, y la solución de sulfato ferroso se añade en una aplicación de entre aproximadamente 25 y aproximadamente 200 ppm de Fe^{+2} en función del peso seco de la pasta kraft y se mezcla con la pasta kraft a una consistencia en el intervalo de aproximadamente el 1 y aproximadamente el 15%; y el peróxido de hidróxido se añade como una solución a una concentración de entre aproximadamente el 1 y aproximadamente el 50% en peso y en una cantidad en el intervalo de aproximadamente el 0,1 y aproximadamente el 2% en función del peso seco de la pasta kraft.

219. El método de la reivindicación 218 donde la solución de sulfato ferroso se mezcla con la pasta kraft a una

consistencia en el intervalo de aproximadamente el 7 y aproximadamente el 15%.

220. El método de la reivindicación 218 donde la pasta a un pH de entre aproximadamente 2 y aproximadamente 5, el Fe^{+2} y el peróxido de hidróxido se hacen reaccionar durante un período temporal en el intervalo de aproximadamente 40 y aproximadamente 80 minutos a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 60 y aproximadamente 80 grados C.

221. El método de la reivindicación 218 donde el proceso de blanqueamiento en múltiples etapas es un proceso de blanqueamiento de cinco etapas que comprende una secuencia de D_0E1D1E2D2, y la cuarta etapa (E2) se utiliza para tratar la pasta kraft con peróxido de hidróxido.

222. El método de la reivindicación 221 donde cada etapa comprende al menos una mezcladora, un reactor y una lavadora, y la pasta kraft se ajusta a un pH en el intervalo de aproximadamente 2 y aproximadamente 5 utilizando ácido sulfúrico en la lavadora de la etapa D1; la solución de sulfato ferroso se añade a la pasta kraft en la lavadora de la etapa D1; el peróxido se añade después de la adición de sulfato ferroso en un punto de adición en una mezcladora o la bomba antes de la torre de la etapa E2; la pasta kraft se hace reaccionar en la torre E2 y se lava en la lavadora E2; y donde el método para preparar fibras de madera blanda blanqueadas de baja viscosidad opcionalmente comprende la

adición de vapor antes de la torre E2 en una mezcladora de vapores.

223. El método de la reivindicación 221 donde la pasta kraft es una pasta blanda de madera kraft, y la fibra kraft es una fibra de madera blanda kraft que tiene una viscosidad de CED capilar del 0,5% de aproximadamente 13 mPa•s o menos, un brillo en el intervalo de aproximadamente 85 y aproximadamente 95, y una longitud de fibra promedio de al menos 2 mm.

224. Un método de blanqueamiento de una fibra kraft que comprende contactar la fibra con un agente oxidante en al menos una etapa de oxidación durante un proceso de blanqueamiento;

donde la etapa de oxidación aumenta las funciones del ácido carboxílico y del aldehído en la fibra y concomitantemente reduce el grado de polimerización de la fibra kraft.

225. El método de la reivindicación 224 donde la fibra no se somete a refinación.

226. El método de la reivindicación 224 donde la fibra no se somete a una etapa de blanqueamiento alcalina después de la oxidación.

227. Una fibra según se fabrica en la reivindicación 216 donde la fibra se somete a hidrólisis ácida después del blanqueamiento.

228. Un método para fabricar una fibra que tiene un DP nivelado de 50 que comprende contactar la fibra con un agente oxidante en al menos una etapa de oxidación durante un proceso de blanqueamiento;

la hidrolización con ácido de dicha fibra.

229. Un método que comprende:

blanquear una pasta kraft utilizando un proceso de blanqueamiento de múltiples etapas; y

oxidar la pasta kraft durante al menos una etapa del proceso de blanqueamiento en múltiples etapas con peróxido de hidróxido y un catalizador en condiciones ácidas para producir una fibra kraft que tenga un grado de polimerización reducido.

230. El método de la reivindicación 229 donde el catalizador se selecciona de al menos uno entre cobre y hierro.

231. El método de la reivindicación 229 donde el proceso de blanqueamiento en múltiples etapas es un proceso de blanqueamiento de cinco etapas.

232. El método de la reivindicación 231 donde la oxidación se lleva a cabo en la 4.ª etapa de blanqueamiento.

233. El método de la reivindicación 231 donde la oxidación se lleva a cabo en la 5.ª etapa de blanqueamiento.

234. El método de la reivindicación 231 donde el blanqueamiento se lleva a cabo en una secuencia DEDED.

235. El método de la reivindicación 234 donde el blanqueamiento se lleva a cabo en una [secuencia] D_0E1D1E2D2.

236. El método de reivindicación 234 donde el blanqueamiento se lleva a cabo en una secuencia D_0(EoP)D1E2D2.

237. El método de reivindicación 234 donde el blanqueamiento se lleva a cabo en una [secuencia] D_0(EO)D1E2D2.

238. El método de la reivindicación 229 donde la pasta kraft es una pasta de madera blanda.

239. El método de la reivindicación 229 donde la pasta kraft es una pasta de madera dura.

240. El método de la reivindicación 229 donde la pasta kraft se somete a digestión antes del blanqueamiento.

241. El método de la reivindicación 240 donde la pasta se digiere a un índice kappa de entre aproximadamente 30 y aproximadamente 32.

242. El método de la reivindicación 240 donde la pasta se digiere a un índice kappa de entre aproximadamente 20 y aproximadamente 24.

243. El método de la reivindicación 229 donde la pasta se somete a deslignificación antes del blanqueamiento.

244. El método de la reivindicación 241 donde la pasta se somete a deslignificación antes del blanqueamiento.

245. El método de la reivindicación 244 donde la pasta se deslignifica a un índice kappa de entre aproximadamente 12 y aproximadamente 14.

246. El método de la reivindicación 242 donde la pasta se somete a deslignificación antes del blanqueamiento.

247. El método de la reivindicación 246 donde la pasta se deslignifica a un índice kappa de entre aproximadamente 6 y aproximadamente 8.

RESUMEN DE LA DIVULGACIÓN

Se proporciona una fibra de pasta kraft modificada con propiedades únicas. La fibra modificada puede ser una fibra kraft blanqueada modificada que es prácticamente indistinguible de su equivalente convencional, excepto que ésta tiene un bajo grado de polimerización (DP). También se proporcionan métodos para fabricar la fibra modificada y los productos derivados de ésta. El método puede ser un proceso de tratamiento ácido de una etapa con peróxido catalizado con hierro que puede incorporarse en una etapa única de un proceso de blanqueamiento de múltiples etapas. Los productos pueden ser materias primas de celulosa química, materias primas de celulosa microcristalina, pastas fluff y productos fabricados a partir de éstas.

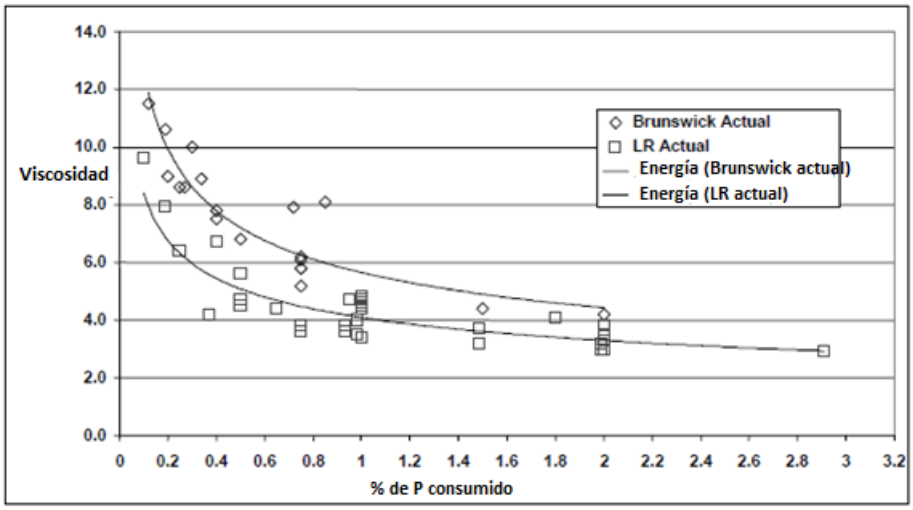

Figura 1. Viscosidad de CED capilar final del 0,5% como una función del % de peróxido (basado en la pasta) consumido.

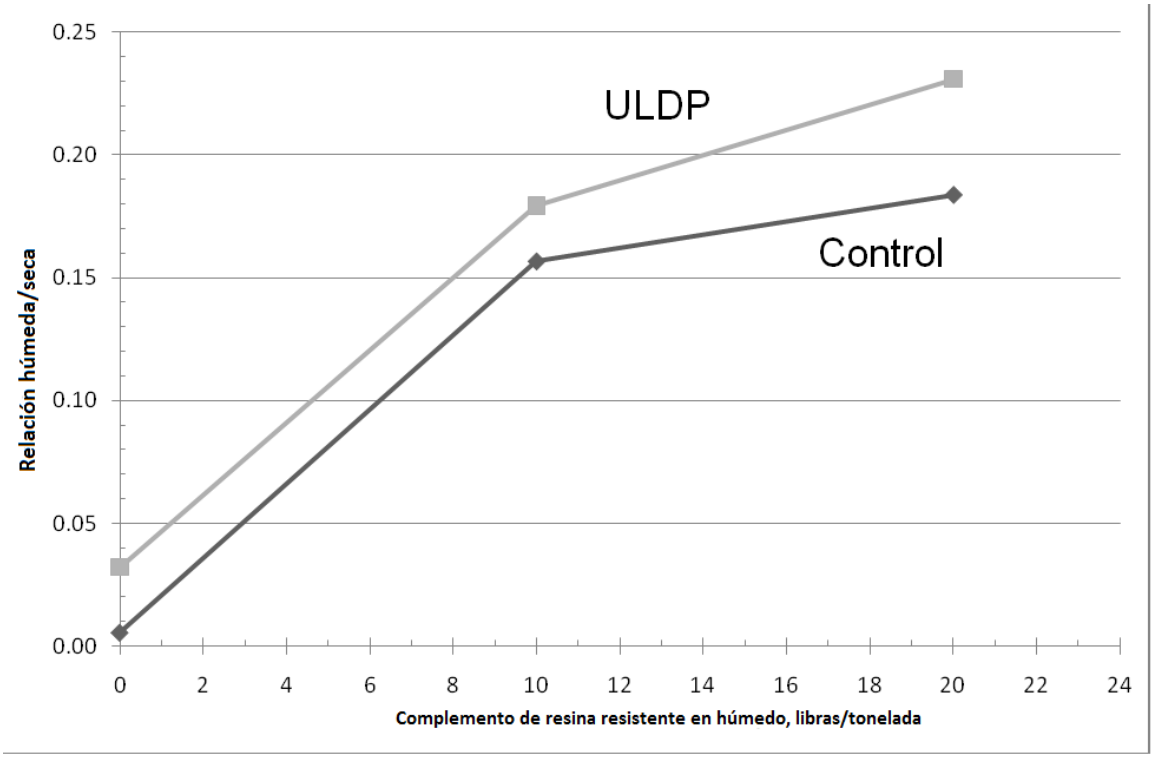

Figura 2. Relación de resistencia en húmedo/seca proporcionada como una función del nivel de resina de resistencia húmeda.

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference 20663PCT (2734.651)	**FOR FURTHER ACTION**	see Form PCT/ISA/220 as well as, where applicable, item 5 below.
International application No. PCT/US2010/036763	International filing date *(day/month/year)* 28/05/2010	(Earliest) Priority Date *(day/month/year)* 28/05/2009
Applicant GP CELLULOSE GMBH		

This international search report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This international search report consists of a total of 4 sheets.

[X] It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

1. **Basis of the report**
   a. With regard to the **language,** the international search was carried out on the basis of:
      [X] the international application in the language in which it was filed
      [ ] a translation of the international application into _____ , which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (Rules 12.3(a) and 23.1(b))
   b. [ ] This international search report has been established taking into account the **rectification of an obvious mistake** authorized by or notified to this Authority under Rule 91 (Rule 43.6*bis*(a)).
   c. [ ] With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, see Box No. I.
2. [ ] **Certain claims were found unsearchable** (See Box No. II)
3. [ ] **Unity of invention is lacking** (see Box No III)
4. With regard to the **title,**
   [X] the text is approved as submitted by the applicant
   [ ] the text has been established by this Authority to read as follows:
5. With regard to the **abstract,**
   [X] the text is approved as submitted by the applicant
   [ ] the text has been established, according to Rule 38.2(b), by this Authority as it appears in Box No. IV. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority
6. With regard to the **drawings,**
   a. the figure of the **drawings** to be published with the abstract is Figure No. 1
      [X] as suggested by the applicant
      [ ] as selected by this Authority, because the applicant failed to suggest a figure
      [ ] as selected by this Authority, because this figure better characterizes the invention
   b. [ ] none of the figures is to be published with the abstract

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2010/036763

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. D21C9/10 D21C9/16
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
D21C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 196 20 241 A1 (PATT R PROF DR [DE]) 27 November 1997 (1997-11-27) examples 1-8; tables 1-22 -----	1,50,51, 103,104, 155,204, 212,220, 224,225
X	US 2005/061455 A1 (TAN ZHENG [US] ET AL) 24 March 2005 (2005-03-24) claims 1-19; examples 1-6 -----	1,50,51, 103,104, 155,204, 212,220, 224,225

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 March 2011	07/04/2011

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Karlsson, Lennart

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2010/036763

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 862 587 A2 (INT PAPER CO [US]) 5 December 2007 (2007-12-05) claims 1-18; examples 1-6 -----	1,50,51, 103,104, 155,204, 212,220, 224,225
X	WO 2006/125517 A1 (UNILEVER PLC [GB]; UNILEVER NV [NL]; LEVER HINDUSTAN LTD [IN]; HAGE RO) 30 November 2006 (2006-11-30) claims 1-25; example 1 -----	1,50,51, 103,104, 155,204, 220,224, 225
X	US 6 432 266 B1 (FUKUSHIMA TAKAMASA [JP] ET AL) 13 August 2002 (2002-08-13) paragraphs [0048], [0049]; claims 1-15; example 1 -----	1,50, 103,104, 155,204, 220,224, 225
A	WO 2007/042192 A2 (UNILEVER PLC [GB]; UNILEVER NV [NL]; DE ALMEIDA JOAQUIM MANUEL HENR [G) 19 April 2007 (2007-04-19) the whole document -----	1-243
A	US 2001/050153 A1 (WAJER MARK T [US] ET AL WAJER MARK T [US] ET AL) 13 December 2001 (2001-12-13) the whole document -----	1-243
A	US 5 639 348 A (PAYTON JAMES H [US] ET AL) 17 June 1997 (1997-06-17) the whole document -----	1-243

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2010/036763

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)			Publication date
DE 19620241	A1	27-11-1997	BR	9709108	A	03-08-1999
			CA	2255588	A1	27-11-1997
			CN	1225698	A	11-08-1999
			WO	9744520	A1	27-11-1997
			EP	0900300	A1	10-03-1999
			JP	2000510914	T	22-08-2000
			US	2001025695	A1	04-10-2001
US 2005061455	A1	24-03-2005	AT	368766	T	15-08-2007
			CA	2539095	A1	31-03-2005
			CN	1856616	A	01-11-2006
			DE	602004007942	T2	17-04-2008
			EP	1668180	A1	14-06-2006
			WO	2005028744	A1	31-03-2005
			NZ	545801	A	26-03-2010
			US	2009054863	A1	26-02-2009
			US	2007119556	A1	31-05-2007
EP 1862587	A2	05-12-2007	NONE			
WO 2006125517	A1	30-11-2006	AR	056367	A1	10-10-2007
			AU	2006251406	A1	30-11-2006
			BR	PI0610466	A2	22-06-2010
			CA	2608440	A1	30-11-2006
			CN	101253292	A	27-08-2008
			EP	1883730	A1	06-02-2008
			US	2009205143	A1	20-08-2009
			ZA	200710210	A	25-02-2009
US 6432266	B1	13-08-2002	NONE			
WO 2007042192	A2	19-04-2007	AR	056692	A1	17-10-2007
			AT	428818	T	15-05-2009
			AU	2006301605	A1	19-04-2007
			CA	2624846	A1	19-04-2007
			CN	101331260	A	24-12-2008
			EP	1934396	A2	25-06-2008
			ES	2323554	T3	20-07-2009
			US	2009126121	A1	21-05-2009
			ZA	200803091	A	30-09-2009
US 2001050153	A1	13-12-2001	NONE			
US 5639348	A	17-06-1997	CA	2168288	A1	31-07-1996

CAPÍTULO REIVINDICATORIO MODIFICADO
(Solicitud de Divisional)

1. Una fibra kraft de madera blanda modificada que presenta:

un contenido de aldehído que varía entre aproximadamente 1 meq/100g a aproximadamente 9 meq/100g, un contenido carboxílico de al menos aproximadamente 3 meq/100g, una viscosidad capilar CED 0.5% de menos de aproximadamente 10 mPa•s, un brillo ISO de al menos 88, y una longitud de fibra promedio con ponderación en longitud de por lo menos 2 mm.

2. La fibra de la Reivindicación 1, en donde el contenido carboxílico está entre aproximadamente 3 a aproximadamente 6 meq/100g.

3. La fibra de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 2, que presenta una relación de contenido de aldehído total al contenido carboxilo que varía desde aproximadamente 0.3 a aproximadamente 1.5.

4. La fibra de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 3, que presenta una relación de contenido de carbonilo total al contenido de aldehído que varía entre aproximadamente 0.9 a aproximadamente 1.6.

5. La fibra de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 4, en donde el brillo ISO es al menos 89, o al menos 90.

6. La fibra de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 5, en donde la longitud de fibra promedio con ponderación en longitud de por lo menos 2.3 mm.

7. La fibra de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 6, que presenta una resistencia específica de cero envergadura en húmedo mayor que aproximadamente 4 km, o mayor que aproximadamente 5 km.

8. La fibra de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 7 que presenta un escurrimiento estándar canadiense de al menos aproximadamente 690 mls, o al menos aproximadamente 700 mls.

9. La fibra de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 8, que presenta un índice kappa menos que aproximadamente 1.9.

10. La fibra de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 9, que presenta un contenido de hemicelulosa entre aproximadamente 16% a aproximadamente 18%, o entre aproximadamente 18% a aproximadamente 25%.

11. La fibra de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 10, que presenta funcionalidad de cetona.

12. La fibra de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 11, que presenta un índice de longitud rizo ponderado en el intervalo de aproximadamente 0.11 a aproximadamente 0.23, o entre aproximadamente 0.15 a aproximadamente 0.2.

13. La fibra de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 12, que presenta un contenido de hierro de menos de 5 ppm.

14. La fibra de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 13, en donde la longitud de fibra promedio con ponderación en longitud de por lo menos 2.5 mm.

15. La fibra de la Reivindicación 14, que presenta una resistencia específica de cero envergadura en húmedo de al menos aproximadamente 6 km.

16. La fibra de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 15, en donde la viscosidad capilar CED 0.5% es de menor que aproximadamente 7 mPa•s.

17. La fibra de la Reivindicación 16, en donde el contenido de aldehído es de al menos aproximadamente 2 meq/100g.

18. La fibra de la Reivindicación 17, que presenta un escurrimiento estándar canadiense de al menos aproximadamente 730 mls.

19. La fibra de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 18, en donde la viscosidad capilar CED 0.5% es menor que aproximadamente 4 mPa•s.

20. La fibra de la Reivindicación 19, en donde el contenido de aldehído es de al menos aproximadamente 4 meq/100g.

21. La fibra de la Reivindicación 20, que presenta un número de cobre mayor que aproximadamente 3.

22. La fibra de la Reivindicación 21, en donde la fibra absorbe entre aproximadamente 5 a aproximadamente 10 ppm de amoníaco por gramo de fibra, o desde aproximadamente 7 a aproximadamente 10 ppm de amoníaco por gramo de fibra.

23. La fibra de la Reivindicación 22, en donde la fibra es compresible, a una compresión bajo una presión manométrica de aproximadamente 10 psi, a una densidad de al menos aproximadamente 0.130 g/cc, o de al menos aproximadamente 1.50 g/cc.

****