

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

División de Nuevas



No. 14-041906-00000-0000

Fecha: 2014-02-27 14:41:04 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 5/6

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE No. _____

54. TÍTULO HORNO DE ARCO DE
PLASMA Y APLICACIONES

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL _____

CUNNINGHAM, Stephen, L Y

71. SOLICITANTE STUART, Martin, A.

CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS

DOMICILIO DE AMÉRICA

74. APODERADO Andrea TOBOS MATEUS

22. BOGOTÁ, D.C., 27 de Febrero 2014



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



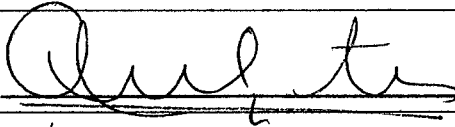
No. 14-041906- -00000-0000

Fecha: 2014-02-27 14:41:04 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 6

DIRECCI
SOLICITUD FASE NACIONAL -PCI

1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención ☒ Capítulo I	☐ Patente de Modelo de Utilidad ☐ Capítulo II
2	DATOS SOLICITUD INTERNACIONAL PCT (86)		
Solicitud Internacional No.		PCT/US2012/049508	Fecha 03 de agosto de 2012
Publicación Internacional No.		WO 2013/020042	Fecha 07 de febrero de 2013
3	TÍTULO DE LA INVENCIÓN (200 caracteres o espacios máximos)		
HORNO DE ARCO DE PLASMA Y APLICACIONES			
4	CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL (CIP)		
H05B 7/18			
5	SOLICITANTE (S) ☒ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN TIPO
1. CUNNINGHAM		Stephen, L.	
6	DATOS DEL SOLICITANTE		
DIRECCIÓN 2306 Glen Canyon Road, CIUDAD Altadena, CA 91001 DEPARTAMENTO/ESTADO California PAÍS DE RESIDENCIA Estados Unidos de América		No. TELÉFONO 571 8123335 CORREO ELECTRÓNICO tobos@tobos.com.co NACIONALIDAD O LUGAR DE CONSTITUCIÓN Estadounidense	
7	INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS		NOMBRES	NACIONALIDAD
1. CUNNINGHAM		Stephen, L.	Estadounidense
2. STUART		Martin, A.	Estadounidense
3.			
4.			
5.			
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:			
8	DATOS INVENTOR (ES)		
PAÍS RESIDENCIA		DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD DIRECCIÓN
1. Estados Unidos de América		California	Altadena, CA 91001 2306 Glen Canyon Road,
2. Estados Unidos de América		California	Burbank, CA 91505 3612 W. Victory Blvd.,
3.			
4.			
5.			
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)			
☐ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja a continuación.			
9	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☒ APODERADO		
APELLIDOS		NOMBRES	IDENTIFICACIÓN
TOBOS MATEUS		ANDREA	C.C. 52.223.325 T.P. 148648
DIRECCIÓN Carrera 7 C No. 138 - 19 Oficina 901		No. TELÉFONO 8 123335	
CIUDAD Bogotá, D.C.		CORREO ELECTRÓNICO andrea.tobos@tobos.com.co	
PAÍS Colombia		No. RADICACIÓN DE PROTOCOLO DE PODER GENERAL	

2

10	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☒ SI ☐ NO			
(33) PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	(31) NÚMERO	(32) FECHA (AAAA/MM/DD)
1. Estados Unidos de América		US	61/515,048	2011/08/04
2. Estados Unidos de América		US	61/659,124	2012/06/13
3.				
11	DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS			
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.</i>				
☐ SI ☒ NO				
Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.				
12	DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES			
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.</i>				
☐ SI ☒ NO				
Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado, o número de registro expedido por la Autoridad competente.				
13	REDUCCIÓN DE TASAS			
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i>				
☐ SI ☒ NO				
Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.				
Micro, pequeñas y medianas empresas ☐				
Universidades públicas o privadas ☐				
Entidades sin ánimo de lucro ☐				
Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos				
14	AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN EN LÍNEA ☒ SI ☐ NO			
Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deben ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.				
15	COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO	N° 1400 92662		Fecha 27 febrero 2014
16	FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL			
<i>Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)</i>				
 Andrea Tobos Mateus Apoderada				
17	ANEXOS			
Documentación Técnica Solicitud Internacional en castellano		Documentación Jurídica		
1. ☒ Descripción N° de folios: 4 a 38		9. ☒ Poderes, si fuera el caso.		
2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 27		10. ☐ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante.		
3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: 49 a 52		11. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, certificado o número de registro, si fuera el caso.		
4. ☒ Resumen. folio 48		12. ☐ Copia de la licencia o autorización de Conocimientos Tradicionales, certificado o número de registro, si fuera el caso.		
5. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso.		13. Reducción de tasas		
6. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso.		Micro, pequeñas o medianas empresas		
7. ☒ Arte final 12 x 12.		☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea.		
8. ☒ Anexo formato digital.		☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004.		
		Universidades públicas o privadas		
		☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación		
		Entidades sin ánimo de lucro		
		☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio.		
		☐ Hoja de información complementaria.		
		☐ Otros, especificar		
		14. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.		
		15. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.		
		16. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación.		
		17. ☐ Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.		

1	(12) TIPO DE SOLICITUD		NUMERO DE RADICACIÓN	
☒ Patente de invención			FECHA DE PRESENTACIÓN	
☐ Patente de Modelo de Utilidad				
4	(71) SOLICITANTE (S)			
2. STUART 3. 4.		APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
			Martin, A.	
5	DATOS DEL SOLICITANTE			
2. Estados Unidos de América 3. 4.		PAÍS DE RESIDENCIA	DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD
			California	Burbank, CA 91505
2. 571 8123335 3. 4.		TELÉFONO	FAX	E-MAIL
			571 8123335	tobos@tobos.com.co
				NACIONALIDAD
				Estadounidense
6	(72) INVENTOR (ES)			
6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.		APELLIDOS	NOMBRE	NACIONALIDAD
7	DATOS INVENTOR (ES)			
6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.		DIRECCIÓN	CIUDAD	DEPARTAMENTO/ESTADO
9	(30) DECLARACIONES DE PRIORIDAD			
4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.		PAÍS DE ORIGEN	CÓDIGO PAÍS	NÚMERO
				FECHA (AAAA/MM/DD)

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 14 - 0022662

Bogotá D.C., Febrero 27 de 2014 - 14:15:34

RECIBIDO DE : TOBOS ABOGADOS SAS

NI 900.367.556

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	599638406	27/02/2014	1.139.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	515.000.00	515.000.00
				\$515.000.00

SON: **QUINIENTOSQUINCE MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-041906- -00000-0000

Fecha: 2014-02-27 14:41:04
Tra. 11 PATENTE IYII
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 378 FASE NACIONAL I
Folios: 5-6

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

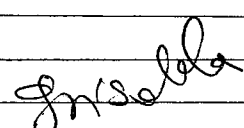
Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Febrero 27 de 2014 - 14:15:34

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	PLANILLA DE RADICACIÓN - DIGITALIZACIÓN DIARIA RELACIÓN DE ANEXOS		
Dependencia: 2020	Fecha: ____/____/____ AAAA MM DD 2014 02 27	Recorrido: 4	
Tipo de Radicación: Entrada: ☒ Salida: ☐ Traslado: ☐ Convenio: ☐			
Radicador:		Planilla:	

ID	No. Radicación	Consecutivo	Item
1	14-41906	0	2
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

Item	Unidad de Conservación
1	Bolsa
2	Caja
3	Libro
4	Sobre
5	Tomo
6	Otro
Item	Soporte Documental
7	CD
8	Disquete
9	DVD
10	Folleto
11	Foto
12	Periódico
13	Plano
14	Publicación Periódica
15	USB
16	Otro

Observaciones: El CD Anexo contiene un total de 9 Archivos. 9 en formato pdf, los cuales fueron procesados 



No. 14-041906- -00000-0000

Industria
SUPERFecha: 2014-02-27 14:41:04 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 6STA DE CHEQUEO
ÁMITE - NUEVAS CREACIONESPATENTE DE INVENCION ☐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 INVENCION 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 establecidas
- Completa ☐ Incompleta ☐

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD FASE NACIONAL -PCT

1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención ☒ Capítulo I	☐ Patente de Modelo de Utilidad ☐ Capítulo II
2	DATOS SOLICITUD INTERNACIONAL PCT (86)		
Solicitud Internacional No.		PCT/US2012/049508	Fecha 03 de agosto de 2012
Publicación Internacional No.		WO 2013/020042	Fecha 07 de febrero de 2013
3	TÍTULO DE LA INVENCION (200 caracteres o espacios máximos)		
HORNO DE ARCO DE PLASMA Y APLICACIONES			
4	CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL (CIP)		
H05B 7/18			
5	SOLICITANTE (S) ☒ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN TIPO
1. CUNNINGHAM		Stephen, L.	
6	DATOS DEL SOLICITANTE		
DIRECCIÓN 2306 Glen Canyon Road, CIUDAD Altadena, CA 91001 DEPARTAMENTO/ESTADO California PAÍS DE RESIDENCIA Estados Unidos de América		No. TELÉFONO 571 8123335 CORREO ELECTRÓNICO tobos@tobos.com.co NACIONALIDAD O LUGAR DE CONSTITUCIÓN Estadounidense	
7	INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS		NOMBRES	NACIONALIDAD
1. CUNNINGHAM		Stephen, L.	Estadounidense
2. STUART		Martin, A.	Estadounidense
3.			
4.			
5.			
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:			
8	DATOS INVENTOR (ES)		
PAÍS RESIDENCIA	DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD	DIRECCIÓN
1. Estados Unidos de América	California	Altadena, CA 91001	2306 Glen Canyon Road,
2. Estados Unidos de América	California	Burbank, CA 91505	3612 W. Victory Blvd.,
3.			
4.			
5.			
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)			
☐ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja a continuación.			
9	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☒ APODERADO		
APELLIDOS	NOMBRES	IDENTIFICACIÓN	
TOBOS MATEUS	ANDREA	C.C. 52.223.325 T.P. 148648	
DIRECCIÓN Carrera 7 C No. 138 - 19 Oficina 901 CIUDAD Bogotá, D.C. PAÍS Colombia		No. TELÉFONO 8 123335 CORREO ELECTRÓNICO andrea.tobos@tobos.com.co No. RADICACIÓN DE PROTOCOLO DE PODER GENERAL	

10	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☒ SI ☐ NO		
(33) PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	(31) NÚMERO
1. Estados Unidos de América		US	61/515,048
2. Estados Unidos de América		US	61/659,124
3.			(32) FECHA (AAAA/MM/DD)
			2011/08/04
			2012/06/13

11	DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.	

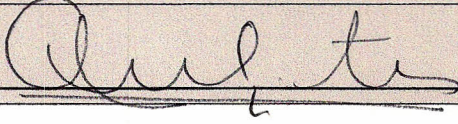
12	DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado, o número de registro expedido por la Autoridad competente.	

13	REDUCCIÓN DE TASAS
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.	
Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Universidades públicas o privadas ☐ Entidades sin ánimo de lucro ☐	

Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos

14	AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN EN LÍNEA ☒ SI ☐ NO
Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deben ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.	

15	COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO	N°	Fecha 27 febrero 2014
-----------	---	----	-----------------------

16	FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL
<i>Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)</i>	
 Andrea Tobos Mateus Apoderada	

17	ANEXOS
Documentación Técnica Solicitud Internacional en castellano 1. ☒ Descripción N° de folios: 4 a 38 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 27 3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: 49 a 52 4. ☒ Resumen. folio 48 5. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso. 6. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso. 7. ☒ Arte final 12 x 12. 8. ☒ Anexo formato digital. Documentación Jurídica 9. ☒ Poderes, si fuera el caso. 10. ☐ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante. 11. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, certificado o número de registro, si fuera el caso. 12. ☐ Copia de la licencia o autorización de Conocimientos Tradicionales, certificado o número de registro, si fuera el caso. 13. Reducción de tasas Micro, pequeñas o medianas empresas ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea. ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004. Universidades públicas o privadas ☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación Entidades sin ánimo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☐ Otros, especificar 14. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud. 15. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad. 16. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación. 17. ☐ Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.	

1	(12) TIPO DE SOLICITUD		NUMERO DE RADICACIÓN	
☒ Patente de invención		FECHA DE PRESENTACIÓN		
☐ Patente de Modelo de Utilidad				
4	(71) SOLICITANTE (S)			
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	TIPO
2. STUART		Martin, A.		
3.				
4.				
5	DATOS DEL SOLICITANTE			
PAÍS DE RESIDENCIA		DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD	DIRECCIÓN
2. Estados Unidos de América		California	Burbank, CA 91505	3612 W. Victory Blvd.,
3.				
4.				
TELÉFONO		FAX	E-MAIL	NACIONALIDAD
2. 571 8123335		571 8123335	tobos@tobos.com.co	Estadounidense
3.				
4.				
6	(72) INVENTOR (ES)			
APELLIDOS		NOMBRE	NACIONALIDAD	
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
7	DATOS INVENTOR (ES)			
DIRECCIÓN		CIUDAD	DEPARTAMENTO/ESTADO	PAÍS RESIDENCIA
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
9	(30) DECLARACIONES DE PRIORIDAD			
PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	NÚMERO	FECHA (AAAA/MM/DD)
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

HORNO DE ARCO DE PLASMA Y APLICACIONES

REFERENCIAS CRUZADAS A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud
5 provisional estadounidense número de serie 61/515,048
(Photovoltaic Cell Substrate Wafer and Basalt Plasma Arc
Furnace) que se presentó el 4 de agosto de 2011, y se
incorpora a la presente mediante esta referencia. Asimismo,
esta solicitud también reivindica el beneficio de la
10 solicitud de patente provisional estadounidense número de
serie 61/659,124 (Plasma Arc Furnace and Applications),
presentada el 13 de junio de 2012, e incorporada a la
presente mediante esta referencia.

15 ANTECEDENTES

La invención se refiere al área de hornos de arco de plasma
para la creación de gases sintéticos. Asimismo, esta
invención usa el proceso químico de convertir uno o más de
los gases sintéticos en metanol con el uso de catalizadores.
20 También, esta invención se refiere al área de generación de
electricidad a partir de calor residual. Además, esta
invención se refiere a la eliminación de residuos municipales
en forma de aguas residuales y/o cualquier material que

contiene carbono que incluye pre o post material de relleno de tierra.

El uso de hornos de arco de plasma para la creación de gas de
5 síntesis (CO y H_2) es una tecnología que se encuentra
típicamente en grandes instalaciones que ocupan acres de
tierra con costos de capital de varias decenas a cientos de
millones de dólares. Estos costos y tamaños físicos se
definen según los componentes del sistema elegidos. Estos, en
10 cambio, se basan en los costos de energía eléctrica, método
de recuperación del calor residual, proceso de limpieza de
gas y valor del producto final. El horno de arco de plasma
típico emplea aire como un gas de proceso que se calienta
eléctricamente en un soplete de arco de plasma para elevar el
15 material en el recipiente del horno hasta temperaturas de
despolimerización de alrededor de 750-1400 grados C. El uso
de aire introduce nitrógeno al ambiente de temperatura alta
del horno produciendo óxidos nitrosos y metálicos en la
corriente de residuos. Si hay descarga, esta poluciona el
20 aire del ambiente local.

El problema del procesamiento de aguas residuales municipales
es una tarea abrumadora para las municipalidades. Actualmente
se neutralizan biológicamente los residuos en varias etapas.

Esto incluye normalmente un biorreactor donde se utilizan bacterias para consumir y convertir los nutrientes más simples así como también destruir patógenos. Los residuos se separan en varios tanques de decantación. El resultado final de una planta de procesamiento de aguas residuales es típicamente en forma de tres productos. El primero es un agua pura teóricamente casi bebible, el segundo es un lodo concentrado y el tercero es un abono nitro humus despachado para envasarlo y venderlo a viveros y jardinería.

10

Las mejoras al estado actual de la técnica de sistemas de horno de arco de plasma serían útiles, en particular cuando se mitigan uno o más de los problemas identificados anteriormente.

15

COMPENDIO DE LA INVENCION

Se presenta un sistema reformador de arco de plasma que produce combustible de salida, tal como metanol como una opción de producto, de forma limpia y eficaz. El carbono y el agua para el metanol pueden provenir de diversas fuentes diferentes, cada una de las cuales se describirán brevemente a continuación. La primera es usar cualquier gas de hidrocarburo, tal como gas metano, por ejemplo, como fuente de carbono y agua destilada para el oxígeno (ambos

20

proporcionan hidrógeno). Se desarrolló el calentamiento de metano con esta tecnología, al igual que la inyección de agua en pos de la reforma por vapor o una reacción de reforma de vapor pero esta invención agrega maneras eficaces de
5 recuperar la gran cantidad de calor residual que se genera en el proceso. La segunda es usar residuos sólidos municipales como fuente adicional de carbono. La tercera es usar residuos municipales o aguas residuales municipales como fuente de agua. Cada una de estas requieren modificaciones en el
10 sistema para manejar los otros materiales presentes (considerados contaminantes).

El sistema que se discute en la presente es favorecido principalmente por el uso de metano como el gas de proceso en
15 vez de aire. Las propiedades eléctricas del metano son muy parecidas al aire y pueden usarse en el soplete de arco de plasma. La combinación de Metano (CH_4), y agua (H_2O), permite una mezcla estequiométrica altamente controlada de $2\text{H}_2 + \text{CO}$ a producirse. Mediante el uso de metano en vez de aire, hay
20 poco nitrógeno o nada disponible para el ambiente de horno para producir contaminantes basados en nitrógeno.

Al utilizar de tecnología de recuperación del calor residual híbrida de CO_2 (SCO_2) supercrítico (por ej., véase la

solicitud provisional estadounidense 61/636,236), se recupera un alto porcentaje del calor residual como electricidad para hacer funcionar el sistema. Esto mejora el rendimiento y disminuye el costo al reducir el gasto de energía eléctrica.

5 Esta mejora se logra al emplear intercambiadores de calor en varios lugares del sistema, tales como, por ejemplo, en la superficie del recipiente del horno, los conductos de alta temperatura, los precipitadores de partículas y la unidad de reducción de temperatura de gas de proceso antes de la
10 introducción de gas al filtro molecular de carbonilo y luego el siguiente antes del reactor catalizador de reforma.

Por lo tanto, se proporciona un método para convertir un combustible fuente en un combustible de salida usando un
15 reformador, dicho método comprende los pasos de:

ingresar un combustible fuente en el reformador;

ingresar agua en el reformador;

proporcionar una o más fuentes de calor en el reformador para descomponer dicho combustible fuente y agua en uno o más
20 componentes constituyentes y/o combinaciones de estos;

convertir al menos una parte de dichos uno o más componentes constituyentes del agua y el combustible fuente y/o las combinaciones de estos en dicho combustible de salida usando uno o más catalizadores; y

retirar dicho combustible de salida del reformador.

También se proporciona un método para convertir un combustible de entrada con base de carbono en un combustible de salida deseado usando un reformador, dicho método comprende los pasos de:

ingresar el combustible de entrada con base de carbono en el reformador;

proporcionar una o más fuentes de calor en el reformador para descomponer dicho combustible de entrada en uno o más componentes constituyentes y/o combinaciones de estos;

comprimir dichos uno o más componentes constituyentes y/o combinaciones de estos para ingresar a un subsistema catalizador;

convertir al menos una parte de dichos uno o más componentes constituyentes del agua y el combustible fuente y/o las combinaciones de estos en dicho combustible de salida usando uno o más catalizadores;

retirar contaminantes de dicho combustible de salida:

recircular al menos un subconjunto de dichos contaminantes retirados de dicho combustible de salida nuevamente en dicho subsistema catalizador; y

retirar dicho combustible de salida del reformador.

Además se proporciona un reformador para convertir un combustible fuente en un combustible de salida, que comprende: una entrada para recibir el combustible fuente; una entrada para recibir agua; una fuente de calor para
5 descomponer dicho combustible fuente y agua en uno o más componentes constituyentes y/o combinaciones de estos para colocar en un flujo; un intercambiador de calor para extraer calor residual de dicho flujo; un motor para convertir dicho calor residual en energía útil; un compresor para comprimir
10 dicho flujo recibido de dicho intercambiador de calor; uno o más tanques catalizadores que incluyen al menos un catalizador para recibir el flujo comprimido de dicho compresor para convertir al menos una parte de dichos uno o más componentes constituyentes y/o combinaciones de estos en
15 dicho combustible de salida; y una interfaz de salida para retirar dicho combustible de salida.

Además se proporciona un reformador para convertir un combustible fuente en un combustible de salida, que
20 comprende: una entrada para recibir el combustible fuente; una fuente de calor para descomponer dicho combustible fuente en uno o más componentes constituyentes y/o combinaciones de estos para colocar en un flujo; un intercambiador de calor para extraer calor residual de dicho flujo; un motor para

convertir dicho calor residual en energía útil; un lecho de filtración para retirar contaminantes que envenenan el catalizador de dicho flujo; uno o más tanques de catalizadores que incluyen al menos un catalizador para
5 recibir el flujo comprimido de dicho compresor para convertir al menos una parte de dichos uno o más componentes constituyentes y/o combinaciones de estos en un flujo de combustible de salida; un subsistema de remoción de contaminantes para retirar contaminantes de dicho flujo de
10 combustible de salida para recircular al menos una parte de dichos contaminantes nuevamente a dichos tanques de catalizadores; y una interfaz de salida para retirar dicho combustible de salida.

15 También se proporcionan ejemplos de modalidades adicionales, algunos, aunque no todos, se describen más adelante en la presente más detalladamente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

20 Para una comprensión completa de la naturaleza de la presente invención, debe hacerse referencia a la siguiente descripción detallada junto con las figuras adjuntas.

La Fig. 1 muestra un diagrama en bloque del sistema básico que crea metanol a partir de una mezcla de metano/agua, con las ubicaciones principales para recuperar calor residual;

5 La Fig. 2 muestra las modificaciones al sistema básico cuando los residuos sólidos municipales se usan como fuente de carbono adicional o las aguas residuales municipales se usan como fuente de agua;

10 La Fig. 3 muestra el diagrama de bloque del sistema de recuperación del calor residual de desecho de CO₂ supercrítico que se usa en varios lugares en sistemas mencionados anteriormente; y

15 La Fig. 4 es una serie de cuadros que muestra ejemplos de rendimientos de sistemas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS EJEMPLOS DE MODALIDADES

Se proporciona un sistema reformador de arco de plasma para
20 crear un combustible útil, tal como metanol, usando cualquiera de metano, residuos sólidos municipales, residuos de agrícolas o forestales, roca de carbón o carbonizada de la producción de esquisto bituminoso, hidrocarburos petroquímicos, (cualquier carbono que contiene carga), agua

y/o aguas residuales municipales, como el material fuente. Un arco de plasma de temperatura elevada despolimeriza el material fuente en átomos que, tras enfriamiento parcial, crea una corriente de gas rica en CO y H₂ (gas de síntesis).

5 Las etapas posteriores de filtro molecular y catalizador en el sistema retiran los contaminantes y producen el combustible de salida. El sistema es de circuito cerrado respecto de la producción de gas de síntesis en que recicla el gas residual no convertido e incluso los gases de escape.

10 La gran cantidad de calor producida se captura y convierte en energía eléctrica usando un ciclo Rankin CO₂ supercrítico que provoca rendimientos potencialmente altos.

El sistema reformador es capaz de producir metanol que,
15 además de utilizarse como combustible portable, reduce o elimina la polución del aire atmosférico y también incluye mejoras al sistema de recuperación del calor residual. Estas mejoras reducen el tamaño y costo del sistema. También se presenta una arquitectura y proceso para la despolimerización
20 de aguas residuales y/o residuos sólidos municipales para crear gas de síntesis y finalmente hidrocarburos catalizados mejorados un ejemplo de lo cual es metano o metanol.

Los componentes útiles para lograr estos rasgos se describen en la solicitud provisional estadounidense 61/636,236 (Improved Performance of a Transcritical or Supercritical CO₂ Rankin Cycle Engine) que se presentó el 20 de marzo de 2012, y se incorpora a la presente mediante esta referencia, que describe un motor útil para la recuperación de calor, y el material en la solicitud de patente estadounidense 13/074,510 (Oscillating Piston Engine) que se presentó el 29 de marzo de 2011, también incorporada mediante esta referencia, y solicitud provisional estadounidense 61/625,940 presentada el 18 de abril de 2012, que describe un motor poligonal oscilante, también incorporado mediante esta referencia, que describe otros diseños de motores que pueden ser útiles a efectos de la recuperación de calor tal como se proporciona en la presente.

PRIMER EJEMPLO DE CONFIGURACIÓN

La **Fig. 1** muestra los elementos principales del sistema básico para crear metanol a partir de metano y agua. El elemento de trabajo principal es un soplete de plasma **3** donde el gas operante metano se introduce en la entrada **1** a alta presión y donde el agua **2** se mezcla corriente abajo. La salida **4** contiene una mezcla de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno a una temperatura muy alta (>750 grados C). Esta

combinación se enfría en un intercambiador de calor **6** donde el fluido refrigerante tal como aceite polioléster para un sistema de transporte de calor no presurizado o incluso agua a presión **A** circula hasta un sistema de recuperación de calor

5 descrito más adelante. El fluido en la salida **8** es ahora una mezcla de monóxido de carbono (CO) y gas de hidrógeno (H₂) (gas sintético o gas de síntesis) con una pequeña cantidad de dióxido de carbono (CO₂). Este material es comprimido por el compresor **17** antes de proporcionarlo al colector **20**. Los

10 gases en la entrada del colector **18** están a aproximadamente 200-250 grados C requerido por los próximos convertidores **22**. Esta temperatura se establece al controlar la velocidad de flujo del fluido refrigerante **A** en el intercambiador de calor

6. A esta altura el diseñador puede elegir incluir un

15 compresor o compresores de alto volumen, antes de los catalizadores. En esta arquitectura la temperatura de producto de gas de síntesis se reduce a la temperatura de descarga mínima del sistema de recuperación del calor residual, siendo aproximadamente de 35 C. Luego al usar el

20 compresor mencionado, la temperatura aumenta hasta la temperatura de entrada de los catalizadores. Esto sería luego de que la temperatura baje en el intercambiador de calor, para permitir que la sección de horno funcione a presión ambiente o por debajo de esta antes de los catalizadores, que

ganan rendimiento a altas presiones. Esto puede proporcionar una mejora significativa al funcionamiento del sistema como la libertad de tener la sección caliente funcionando a presiones que permitan cierres simples y económicos de vermiculita como un ejemplo son más fáciles de proporcionar al circuito de gas que procesa gas de síntesis.

El diseño incluye el colector **20** que divide el flujo y lo dirige hacia elementos del circuito de desviación en serie (la serie de catalizadores funciona en un circuito en serie, el tanque que se cambiará para mantenimiento se instala en un colector, que permite la conmutación en paralelo o desviación, de modo de aislar ese tanque o cualquier tanque individual) para columnas de catalizador separadas **22**. Cada recipiente catalizador puede retirarse individualmente del circuito de gas colector para mantenimiento (tal como intercambio de catalizadores) mientras que el resto del sistema continúa produciendo producto. La reacción en el tanque de catalizador es exotérmica y funciona solo en un intervalo de temperatura muy pequeño. Por lo tanto cada tanque tiene su propio sistema de intercambio térmico, y el fluido refrigerante (aceite mineral o polioléster como ejemplo o agua presurizada) **B** circula hacia un segundo sistema de recuperación de calor. Este sistema de

recuperación de calor es independiente del sistema que usa fluido **A** debido a las bastante grandes diferencias de temperatura, lo que permite la optimización local de los sistemas de recuperación de calor. La columna de catalizador
5 **22** se describe en más detalle más adelante.

Un colector (tal como un solo tubo que suministra gas de síntesis al compresor) **21** reúne la salida de cada una de las columnas de catalizador mediante un solo tubo de salida. Este
10 colector de salida contiene ahora metanol gaseoso o vaporizado, algo de gas de síntesis no convertido y gotitas de suspensión de aceite que contiene las partículas de catalizador. Esta salida se dirige **24** a un separador de ciclones **25**. El ciclón separa la mayoría de las partículas de
15 los gases. Las partículas (gotitas de aceite y partículas de catalizador) salen del fondo **28** y regresan al colector de entrada **20**. Los gases pasan a través de **26** hacia un condensador **27**. Este condensador separa cualquier vapor de aceite restante del metanol y gas de síntesis y baja la
20 temperatura hasta aproximadamente 70 grados C (el metanol es aun un gas), luego de lo cual la salida **28** se condensa por el compresor **23**. El aceite condensado regresa a la suspensión de catalizador en las columnas de catalizador **22** mediante el

compresor **23** al colector de entrada **20** para volver a usar/procesar.

La salida del condensador **27** es principalmente metanol (~96%), pero contiene algo de gas de síntesis y algunos compuestos de mayor peso de carbono, hidrógeno y oxígeno. Esta mezcla se envía a través de la salida **30** a una columna de refinación de metano **32** que separa el producto de metanol final de la salida **34** de los otros gases generalmente mediante condensación a o por debajo de **67** grados centígrados. El gas de síntesis mediante la salida **35** vuelve al sistema mediante el colector de entrada **20** para volver a usar/procesar. El diseñador tiene la opción a esta altura, en el circuito de gas, de dirigir todos los productos de gas no condensado a un sistema generador. Los productos de mayor peso se proporcionan mediante la salida **36** y regresan al sistema a través de la entrada de agua **2** para descomponerse y pasar a través del sistema nuevamente.

20 SEGUNDO EJEMPLO DE CONFIGURACIÓN

La **Fig. 2** muestra algunos cambios deseados al sistema básico descrito anteriormente cuando se usa para la eliminación de residuos sólidos municipales o aguas residuales municipales. En este ejemplo de variación, los cambios se proporcionan

principalmente en la parte frontal y anterior al colector **20** que lleva a las columnas de catalizador. Para el caso del manejo de residuos sólidos municipales, el producto base (residuos sólidos picados) se suministra a través de la
5 entrada **5** a un horno de arco de plasma más clásico **9**. Esta fuente de carbono cambia la velocidad de flujo del metano en la entrada **1** y agua en la entrada **2** de modo que se produzca de todos modos una mezcla estequiométrica en la salida del horno **10**. La escoria de los residuos municipales se recoge en
10 el fondo del horno y se extrae mediante la salida **7**.

Para el caso alternativo del manejo de aguas residuales municipales, el producto base es ahora líquido, siendo el agua su componente principal. Esto requiere una cantidad
15 deseada diferente de metano para proporcionar desde la entrada **1** y cantidad diferente de agua desde la entrada **2** (en caso de que haya, ya que toda el agua puede estar en las aguas residuales) y una mezcla diferente de elementos en la salida de escoria **7**. Pero se establecen las relaciones de gas
20 de suministro (agua y metano) para producir una mezcla estequimétrica lo más cerca posible de la salida del horno **10**. Para las aguas residuales la relación es $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2$, siendo el carbono de materiales orgánicos una fracción muy pequeña, pero el carbono se representaría al disminuir el

CH₄. Para los residuos sólidos municipales, residuos forestales o agrícolas, existe una aproximación de la carga de entrada al usar celulosa como ejemplo de producto base, que es C₆H₁₀O₅. Esto también puede considerarse como (6C+5H₂O)
5 +8CH₄+9H₂O =14CO+58H+14O. Los átomos de oxígeno e hidrógeno tenderán luego a combinarse para formar 7O₂ y 29H₂. Debido a que la relación de entrada de gas de síntesis balanceado a metanol (que es CH₃OH) sería CO+4H o CO+2H₂ tendríamos los precursores de 13 CH₃OH + 6H. El hidrógeno extra sería el
10 combustible principal para la opción de generador posterior.

La salida de vapor **10** del horno de arco **9** en la **Fig. 2** será típicamente diferente de la salida de vapor **4** del soplete de plasma de la modalidad de la **Fig. 1** debido al material que se
15 encuentra en el producto base en el horno. En el caso de estos ejemplos de procesamiento de residuos, algunos de estos elementos podrían envenenar el catalizador en las columnas **22** de modo que es deseable incluir un lecho de filtración de catalizador que actúe como filtro molecular **14** a efectos de
20 retirar de la corriente cualesquiera elementos que puedan envenenar el catalizador en **22**. La temperatura que se proporciona en este nuevo lecho de filtración **14** debería ser inferior que la salida de separador **10** para acomodar los metales usados en el recipiente de contención del filtro

molecular, esto se encuentra típicamente en el intervalo de 500C pero superior que la temperatura en el colector **20**. Por lo tanto, se proporcionan dos intercambiadores de calor **11** y **16** agregados de la **Fig. 2** que son diferentes del intercambiador de calor **6** de la **Fig. 1** en que los fluidos refrigerantes **C** y **D** están a diferentes temperaturas que el fluido refrigerante **A**. Ejemplos de fluidos refrigerantes aceptables incluyen aceite polioléster, que tiene la temperatura de funcionamiento más alta para aceite, el aceite mineral es bueno hasta 350C, y uno podría incluso usar metales líquidos tales como mercurio, el agua a presión también funcionaría. Asimismo, el compresor **17** ingresa ahora el flujo desde el filtro **14** salida **15**, y retira la corriente comprimida hacia el intercambiador de calor **16**. La entrada de gases en línea **12** es la misma que para los gases en la salida **10** solo a una temperatura menor y pueden contener venenos de los catalizadores tales como azufre, arsénico y/o corina. Los gases en la salida **15** del lecho de filtración **14** son componentes principales de gas de síntesis (CO y H₂) debido a que el lecho de filtración de catalizadores retiró todo el veneno **14**.

La entrada al colector de catalizador **20** a través de la entrada **18** en la **Fig. 2** se proporciona típicamente a la misma

temperatura que a través de la entrada **18** en la **Fig. 1**. Por lo tanto, el resto del sistema funciona igual que tal como se describe anteriormente respecto de la **Fig. 1**.

5 SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR

La **Fig. 3** muestra los elementos de un sistema de recuperación de calor que pueden usarse con los ejemplos de hornos. Un ejemplo de dicho sistema se describe en la solicitud provisional estadounidense 61/636,236 (Improved Performance
10 of a Transcritical or Supercritical CO₂ Rankin Cycle Engine) que se presentó el 20 de marzo de 2012 y se incorpora a la presente mediante esta referencia. El sistema tiene un compresor **41** que comprime CO₂ supercrítico a partir de una presión por encima de la presión crítica (>74 bar) a una
15 presión de ~200 bar (o menor). El CO₂ fluye a través de un dispositivo de control de presión/flujo **47** que regula la velocidad de flujo, luego a través de un intercambiador de calor opcional **48** usado para calor de baja temperatura (que podría provenir del condensador **27** en la **Fig. 1**, por
20 ejemplo). Un elemento clave del sistema de recuperación de calor es el intercambiador de calor interno **45** que mueve el calor desde un lugar con presión baja y temperatura alta al lugar con presión alta y temperatura baja. Luego el CO₂ supercrítico ingresa al calentador principal **46**, y a este

calentador se le suministra flujo de calor **A** o **B** en la **Fig. 1**, o flujo de calor **B**, **C** o **D** en la **Fig. 2**. Esto aumenta la temperatura del CO₂ supercrítico a ~450 grados C para el caso del flujo de **A** o **C**, y a ~250 grados C para el caso del flujo de **B** o **D**.

Se usa un intercambiador de calor **46** para calentar CO₂. El CO₂ calentado ingresa luego al extensor **42** que hace funcionar un alternador de imanes permanente **43** y convierte la energía térmica en energía eléctrica. Esta energía eléctrica se usa para complementar la energía requerida por la serie de sopletes de arco de plasma y por ende aumenta el rendimiento general de la producción de metanol. El CO₂ de presión inferior completa luego el ciclo al pasar a través del intercambiador de calor interno **45** y un enfriador **44** antes de llegar nuevamente al compresor **41**.

El rendimiento del sistema de recuperación de calor depende de las elecciones específicas de presión y temperatura. Para los intercambiadores de calor de temperatura inferior, el rendimiento puede ser ~25% y para los intercambiadores de calor de temperatura superior, el rendimiento puede exceder 40%. El ejemplo validado usa el rendimiento del compresor y expansor de 80% y 85% respectivamente. Debido a la opción de

operación de estos dos componentes en el ejemplo de sistema que usa aceite como lubricante y cierre, el rendimiento podría ser de alrededor de 92% cada uno. La **Fig. 4** muestra cuadros de ejemplos de dichos rendimientos en comparación con
5 presiones laterales bajas del sistema.

HORNO DE ARCO DE PLASMA

En un sistema de ejemplo básico, el horno de arco de plasma
10 está hecho principalmente de sopletes de arco de plasma en una serie (no hay escoria). Se puede utilizar calentamiento con soplete de arco eléctrico o calentamiento con soplete de plasma acoplado a inducción. Todos los sopletes de arco de plasma se alimentan con gas metano de alta presión (CH_4) dando
15 como resultado una llama de aproximadamente 5500 grados C compuesta por iones de carbono e hidrógeno. Corriente abajo de la sección de generador de plasma, se inyecta agua (H_2O) que se descompone inmediatamente en iones de oxígeno e hidrógeno. El flujo de gas y agua se establece para dar una
20 mezcla casi estequiométrica de ion de carbono para un ion de oxígeno y cuatro o más iones de hidrógeno a una temperatura de aproximadamente 750-1400 grados C. Gran parte de la reducción de calor proviene de la expansión de los gases, pero las paredes de la cámara también se enfrían, y el

líquido enfriado se usa para conducir el sistema de recuperación del calor residual descrito a continuación. La mezcla de gas resultante es principalmente CO y H₂ con una pequeña cantidad de CO₂.

5

Para la solicitud de ejemplo se usan residuos de sólidos municipales como una fuente adicional de carbono, la arquitectura del horno es un cilindro vertical aislado revestido con ladrillos refractarios con una parte superior
10 abierta y un extremo inferior y con una serie de sopletes alrededor de su sección inferior. Se calienta metano y agua con el soplete de plasma a medida que entran al recipiente del horno. Allí, el carbono que contiene carga se calienta a una temperatura muy alta a la que se descompone en sus átomos
15 integrantes. La mezcla volumétrica de metano, agua y residuos sólidos municipales se establece para producir la mezcla de gases H₂ y CO gas estequiométrica. Este proceso también tiene otra especie atómica presente de los residuos. Algunos de estos aparecen como escoria que se acumula en el fondo del
20 horno. Otros permanecen gaseosos y se separan en una etapa posterior en el sistema.

En el caso de aguas residuales municipales, una desviación de la práctica convencional que implica hornos de arco de plasma

es el hecho de que no hay una necesidad real de un gran recipiente de horno. En cambio, el sistema descrito en la presente puede estar hecho de otros sistemas convencionales más pequeños, de modo que exista una serie de boquillas de
5 soplete y no el cilindro vertical grande más convencional. La diferencia principal de otros ejemplos proporcionados anteriormente está en la proporción de materiales usados para mantener la mezcla estequiométrica de gas de síntesis y en la cantidad de productos de escoria recolectados.

10

En cada caso, la modalidad preferida es para que el revestimiento del horno esté hecho de acero o níquel a alta temperatura que contiene una aleación tal como aceros inoxidables o Inconel, revestido con una capa de ladrillos
15 refractarios dentro y con tubos de enfriamiento unidos a la pared externa del recipiente del horno. Esto seguirá con un segundo caso que se mantuvo fuera de la cubierta interna con rebordes entre la cubierta interna y externa para actuar como mufla de aislamiento o retención de calor. Los tubos de
20 enfriamiento unidos a la cubierta interna, funcionan para capturar el calor residual del horno y transportarlo mediante petróleo de flujo bombeado al sistema de recuperación de calor.

SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR

El gas de síntesis calentado se puede reciclar a través de un intercambiador de calor como parte del motor de ciclo rankin de expansión de CO₂ supercrítico (véase solicitud serie # 13/074,510, incorporada a la presente mediante esta referencia), para capturar y convertir calor residual en electricidad para complementar el suministro de energía primaria. Cada paso en la reducción de calor es una ubicación potencial para el sistema de recuperación del calor residual del motor de ciclo Rankin de dióxido de carbono supercrítico. De esta forma, una gran fracción del calor residual se convierte en energía eléctrica para hacer funcionar el sistema y mejorar su eficacia. De manera alternativa, se puede modelar un motor de recuperación luego de un motor poligonal tal como se describe en la solicitud provisional estadounidense número de serie 61/625,940, incorporada a la presente mediante esta referencia.

El efecto del sistema de recuperación de calor es mejorar la eficacia del sistema global y también reducir el tamaño de la planta de reforma con relación a una refinería convencional sistema de horno de arco de plasma.

CATALIZADOR DE CREACIÓN DE METANOL

La modalidad de ejemplo preferida del catalizador fue desarrollado en otro lugar y demostrado en 2004 por Air
5 Products and Chemicals, Inc. junto con Eastman Chemical Company donde demostraron exitosamente un proceso de producción de metanol de fase líquida. Dichos catalizadores pueden incluir óxido de cobre, óxido de zinc y/u óxido de níquel, o hasta de cobalto y/o manganeso. La corriente de gas
10 balanceada estequiométrica se bombea normalmente bajo presión en un recipiente de reactor donde se mezcla con una suspensión de catalizador y se convierte en vapor de metanol. La suspensión de catalizador comprende normalmente óxidos de cobre y zinc suspendidos en aceite mineral.

15

La reacción es exotérmica y típicamente se mantendrá entre 215 y 270 grados C. En esta situación la conversión de gas de síntesis en metanol libera calor y, si no se enfría, llevaría a que la temperatura del catalizador suba hasta que termine
20 el proceso de conversión. El calor se retira por tubos intercambiadores de calor en el reactor y es otra fuente de calor para el sistema de recuperación del calor residual. La temperatura se controla por la velocidad del fluido

refrigerante (aceite) que fluye en los reactores. El proceso de conversión produce más que 96% de metanol.

Del reactor sale una mezcla de metanol, gas de síntesis no
5 convertido, exceso de hidrógeno, y algo de una suspensión que contiene catalizador. Este se separa posteriormente en un separador de ciclona y la suspensión se vuelve al reactor de catalizador y los gases que llevan a un procesamiento adicional.

10

Luego de que el gas de síntesis convertido y no convertido deja el separador de ciclona, es un gas que se encuentra a una temperatura elevada. La temperatura se reduce en un condensador pero se mantiene por encima de la temperatura de
15 condensación del metanol. En el caso del metanol, la temperatura es alrededor de 65 grados C. De esta forma los productos reactivos más pesados se separan y devuelven al horno de arco de plasma o se dirigen a un generador de energía eléctrica.

20

FILTRO DE LECHOS DE PROTECCIÓN

Se proporciona una cantidad significativa de esfuerzo para retirar las sustancias tóxicas del catalizador en la

corriente de gas de los residuos sólidos municipales o las aguas residuales municipales. Existen depuradores para tratar este tema por lo que se puede utilizar tecnología estándar. Estos depuradores pueden operar a temperaturas intermedias
5 entre la salida del horno de arco de plasma y la entrada al metanol que produce catalizadores, y las temperaturas de funcionamiento por lo general se determinan con los materiales usados para hacer el recipiente de contención, típicamente a 480 °C o más se usa acero y la temperatura de
10 entrada típica del gas de síntesis es 500 °C.

Los intercambiadores de calor se usan para reducir la temperatura del gas del horno a una temperatura aceptable del filtro molecular de lecho de protección (que es típicamente
15 ~500 grados C). El filtro de lecho de protección es similar a un catalizador pero en vez de crear un compuesto deseado, su fin es reaccionar con, captar y retirar un contaminante que pueda luego en el sistema neutralizar el material catalizador de metanol. Un ejemplo de composición de este filtro sería el
20 óxido de manganeso dispersado en una matriz de carbón activada aunque hay otras alternativas. Este filtro también absorbería las cantidades traza de arsénico, azufre y/o cloro que puede haber en los productos base.

Luego del filtro de lecho de protección, se proporcionará típicamente otro intercambiador de calor para reducir el gas de síntesis a la temperatura de aceptación del compresor luego convertidor de catalizador. Esta temperatura de
5 aceptación depende del catalizador pero para los reactores de catalizador de fase líquida más pequeños diseñador para producir metanol, la temperatura de entrada sería 235 ± 15 grados C.

10 OTROS ELEMENTOS

Hay un separador de ciclona de partículas que se usa para retirar las partículas y algunas gotas de aceite que se llevan fuera de las columnas del catalizador de metanol. Este
15 separador también podría tener tubos de transferencia de calor colocados en las paredes para hacerlo un intercambiador de calor también. El separador de ciclona atraparé la mayoría de las gotas de aceite pero algo de vapor de aceite pasará. El separador de ciclona funciona con un gas con partículas
20 introducidas en el lado inferior y extraídas en la parte superior. El gas se mueve en un vórtex tipo tornado al moverse desde el fondo hacia arriba. Las partículas más pesadas se lanzan fuera hacia la pared. La fricción por contacto con la pared reduce el impulso de la partícula y la

gravedad lo lleva hacia el fondo donde se ubica una trampa de colector. La salida de gas está en la parte superior central. En un ejemplo de modalidad, los tubos soldados se proporcionan en la parte exterior y se proporciona una capa
5 de desviación separada para retirar primero el calor en un cono de metal de la cubierta y segundo para atrapar calor en el espacio aéreo entre la pared interna y externa.

Luego de la ciclona, hay un condensador que reduce la
10 temperatura hasta justo por encima de la temperatura del líquido de metanol (que depende de la presión exacta en el sistema en esta etapa). Este condensador retirará todas las moléculas pesadas y el vapor de aceite restante.

15 La etapa final es una refinería de metanol. Esta etapa es para limpiar el metanol hasta obtener una pureza deseada por el cliente. Esta refinería devolverá cualquier gas de síntesis que todavía esté sin convertir al ciclo de catalizador o la entrada del generador y cualquier producto
20 no de metanol más pesado al horno para ser reciclado.

PRODUCTOS Y USOS ALTERNATIVOS

La elección del catalizador determinará el producto de hidrocarburo producido. Se puede producir según se desee metanol, etanol, metanol, o hidrocarburos poliaromáticos tales como olefinas aunque los ejemplos proporcionados en la
5 presente se enfocan en la producción de metanol. Pero muchos de estos u otros combustibles de hidrocarburo se pueden usar para ejecutar los generadores de energía primaria del sistema. Además, el gas de síntesis producido se podría suministrar al motor del generador si se construye así. Por
10 lo tanto, no es importante cuál es la fuente para la energía primaria para ejecutar el arco de plasma y las bombas necesarias.

El producto primario de los sistemas de ejemplo
15 proporcionados en la presente es metanol, que es uno de los combustibles líquidos más limpios. Si se ejecutan grandes generadores en este combustible, solo se generan CO_2 , H_2O y nitrógeno del aire que es neutro para el proceso como los gases de escape del generador. Si el producto deseado también
20 es CO_2 , este gas de escape se puede enfriar y comprimir, el vapor de agua se retira y recicla y el CO_2 se comprime y condensa en su estado líquido. Este líquido podría usarse en sitios de recuperación de arena de alquitrán y aceite, ya que el líquido CO_2 es un detergente benigno desde el punto de

vista ambiental. Esta aplicación remplace el uso de agua y vapor en dichos sitios, y por lo tanto aumenta la recuperación de aceite mientras reduce o elimina los problemas de contaminación ambiental. También es posible
5 recuperar los productos de escape, separarlos del nitrógeno y luego reciclarlos a través del sistema Reformer.

APLICACIONES POTENCIALES

10 La reforma se refiere a la conversión de todos los carbonos mediante gas de hidrocarburo calentado eléctrico más despolimerización de agua y plasma a alta temperatura en gas sintético, que comprende principalmente una relación de una molécula de monóxido de carbono (CO) y 2 o más moléculas de
15 gas hidrógeno ($2H_2$). La conversión catalítica es básicamente el uso de un catalizador que tomará el producto de gas de síntesis y unirá los componentes de gas con cualquier cantidad de productos, metanol puede ser uno, metano, etano, olefinas, dimetiléter, entre otros.

20

La generación de energía es un subproducto que da como resultado la generación de electricidad usando la descarga de gas combustible desde el gas de síntesis sobrante y extra hidrógeno para suministrar combustible a un generador de

energía eléctrica, que puede ser cualquier generador pero usa específicamente uno de los motores nombrados en la solicitud. La reforma de aguas residuales (como fuente de agua) en gas de síntesis y luego la conversión catalítica de metanol con salida de energía residual es una aplicación útil.

Los residuos sólidos municipales (MSW) solos (mediante un horno de arco de plasma usando el suministro de gas a plasma) o con la reforma de aguas residuales en gas de síntesis y luego la conversión catalítica que principalmente produce metanol y generación de energía residual es otra aplicación.

La reforma de residuos forestales o agrícolas en gas de síntesis y luego la conversión catalítica con aguas residuales o MSW y la generación de energía residual es otra aplicación.

La reforma de carbón en gas de síntesis y luego la conversión catalítica usando aguas residuales y la generación de energía residual es otra aplicación.

El procesamiento de capa de roca de carbonato de aceite de esquisto en gas de síntesis luego la conversión catalítica es otra aplicación.

El dióxido de carbono, como una producción de líquido del ejemplo del producto basado en gas anterior. CO se puede condensar mediante la compresión y separación criogénica de hidrógeno con combustión posterior para producir CO₂ con energía eléctrica y compresión y procesamiento criogénico en un líquido.

CO₂ de los procesos anteriores se puede usar como líquido en la recuperación de aceite de esquisto mediante la agitación de roca de esquisto en CO₂ líquido. Esto dará como resultado una velocidad de recuperación mayor con un menor costo que otros procesos. CO₂ se puede inyectar en pozos petrolíferos agotados, en la producción baja o yacimientos petrolíferos con fraccionamiento a alta presión como una opción. Este método es más productivo cuando el CO₂ es líquido en el depósito, hasta este punto el yacimiento petrolífero es típicamente 20% mayor que los rendimientos de referencia.

En el barco (por ej., en una plataforma petrolífera) las aplicaciones incluyen: reforma en gas de síntesis luego la conversión catalítica de metano en alta mar en depósitos de gas natural es una aplicación; y la reforma en gas de

síntesis luego la conversión de gas natural en CO₂ mediante los procesos anteriores.

En la plataforma las aplicaciones incluyen: reforma en gas de
5 síntesis y luego la conversión de gas natural en metanol;
mejoramiento del petróleo en plataforma mediante la reforma
en gas de síntesis luego la conversión catalítica en otros
productos deseados, en tierra firme o en alta mar; en la
plataforma CO₂ la producción de inyección submarina como
10 agente de fraccionamiento para ayudar a la recuperación de
petróleo en petróleo de esquisto submarino, depósitos de
alquitrán y arena o como agente de limpieza para la
recuperación mejorada del yacimiento petrolífero.

15 La reforma con gas de síntesis no convertido e hidrógeno
usado como gas de proceso de reducción en un horno de arco de
plasma separado para fundir menas y/o reducción de tochos
metálicos es otra aplicación. Esto permitiría el
procesamiento posterior en la forma deseada de aleaciones y
20 menas. En esta versión el reformador todavía se usa como se
reivindica en el cuerpo de la descripción, sin embargo, el
segundo uso es para la producción de, principalmente, gas
hidrógeno para la recuperación o producción de metal como un

residuo combinado en la planta de electricidad con una planta de producción de metales también.

Se puede proporcionar muchos otros ejemplos de modalidades a través de varias combinaciones de los rasgos descritos anteriormente. Aunque las modalidades descritas en la presente usan ejemplos específicos y alternativas, los expertos en la técnica entenderán que se pueden usar varias alternativas adicionales y los equivalentes se pueden sustituir por elementos y/o pasos descritos en la presente, sin separarse necesariamente del alcance deseado de la solicitud. Pueden ser necesarias modificaciones para adaptar las modalidades a una situación particular o a necesidades particulares sin separarse del alcance deseado de la solicitud. Se desea que la solicitud no se limite a las implementaciones de ejemplo particulares y modalidades de ejemplo descritas en la presente, pero que las reivindicaciones aporten su interpretación razonable para cubrir todas las modalidades novedosas y no obvias, literales o equivalentes, descritas o no, cubiertas por estas.

REIVINDICACIONES

Se reivindica lo siguiente:

1.Un método para convertir un combustible fuente en un
5 combustible de salida usando un reformador, dicho método
comprende los pasos de:

ingresar un combustible fuente en el reformador;

ingresar agua en el reformador;

proporcionar una o más fuentes de calor en el reformador para
10 descomponer dicho combustible fuente y agua en uno o más
componentes constituyentes y/o combinaciones de estos;

convertir al menos una parte de dichos uno o más componentes
constituyentes del agua y el combustible fuente y/o las
combinaciones de estos en dicho combustible de salida usando
15 uno o más catalizadores; y

retirar dicho combustible de salida del reformador.

2. El método de la reivindicación 1, que comprende además
el paso de convertir calor residual de dicho reformador en
20 electricidad usando un motor rankin.

3. El método de la reivindicación 2, donde el paso de
convertir calor residual de dicho reformador en electricidad
incluye un generador, y donde dicho motor rankin es un motor

de pistones de disco oscilante adaptado para accionar dicho generador.

4. El método de la reivindicación 2, donde dicho motor
5 rankin se acciona por dióxido de carbono.

5. El método de la reivindicación 2, donde dicho motor rankin se acciona por dióxido de carbono supercrítico.

10 6. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicho combustible de salida incluye metanol.

7. El método de cualquiera de las reivindicaciones
15 anteriores, donde dicho combustible fuente incluye metano.

8. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicho catalizador incluye uno o más de óxido de cobre, óxido de zinc y/o níquel.

20

9. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicha fuente de calor es una fuente de arco de plasma.

10. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además el paso de

11. El método de cualquiera de las reivindicaciones
5 anteriores, donde dicho método proporciona la completa recuperación de todo el CO₂ y otros productos de gas de escape proporcionando así la generación de energía de emisión y reciclando dicho CO₂.

10 12. El método de la reivindicación 11, donde dicho método proporciona la creación de combustible mediante la generación de gas de síntesis.

13. El método de cualquiera de las reivindicaciones
15 anteriores, que comprende además el paso de retirar contaminantes de dicho paso de conversión usando, por ejemplo, un separador de ciclona.

14. El método de cualquiera de las reivindicaciones
20 anteriores, donde dichas uno o más fuentes de calor aumentan las entradas de metano y agua hasta temperaturas de despolimerización de 750 grados Celsius o más.

15. Un método para convertir metano en metanol usando un reformador, dicho método comprende los pasos de:

ingresar metano en el reformador;

ingresar agua en el reformador;

5 proporcionar una o más fuentes de calor en el reformador para descomponer dicho metano y dicha agua en uno o más componentes constituyentes y/o combinaciones de estos;

convertir al menos una parte de dichos uno o más componentes constituyentes del agua y el combustible fuente y/o las

10 combinaciones de estos en dicho metanol usando uno o más catalizadores; y

retirar dicho metanol del reformador.

16. Un método para convertir un combustible fuente en un

15 combustible de salida deseado usando un reformador, dicho método comprende los pasos de:

ingresar el combustible fuente en el reformador;

ingresar agua en el reformador;

proporcionar una o más fuentes de calor en el reformador para

20 descomponer dicho combustible fuente y dicha agua en uno o más componentes constituyentes y/o combinaciones de estos;

comprimir dichos uno o más componentes constituyentes y/o combinaciones de estos para ingresar a un subsistema de catalizador;

convertir al menos una parte de dichos uno o más componentes constituyentes del agua y el combustible fuente y/o las combinaciones de estos en dicho combustible de salida usando uno o más catalizadores;

- 5 retirar contaminantes de dicho combustible de salida;
recircular al menos un subconjunto de dichos contaminantes retirados de dicho combustible de salida nuevamente en dicho subsistema de catalizador; y
retirar dicho combustible de salida del reformador.

10

17. El método de la reivindicación 16, donde dichos contaminantes incluyen gas de síntesis.

18. El método de cualquiera de las reivindicaciones 16-17,

- 15 que comprende además el paso de retirar el calor residual de dicho uno o más componentes constituyentes y/o combinaciones de estos para proporcionarlos a un dispositivo de captura de energía.

- 20 19. El método de cualquiera de las reivindicaciones 16-18, donde dicho método proporciona la completa recuperación de todo el CO₂ y otros productos de gas de escape proporcionando así la generación de energía de emisión y reciclando dicho CO₂.

20. El método de cualquiera de las reivindicaciones 16-19,
donde dicho combustible de salida incluye metanol.

21. El método de cualquiera de las reivindicaciones 16-20,
5 donde dicho combustible fuente incluye metano.

22. El método de cualquiera de las reivindicaciones 16-21,
donde dicho combustible fuente incluye aguas residuales.

10 23. El método de cualquiera de las reivindicaciones 16-22,
donde dicho combustible fuente incluye celulosa.

24. Un reformador para implementar cualquiera de los métodos
de la reivindicaciones anteriores.

15

25. Un método para convertir un combustible fuente a base de
carbono en un combustible de salida deseado usando un
reformador, dicho método comprende los pasos de:

ingresar el combustible de entrada con base de carbono en el
20 reformador;

proporcionar una o más fuentes de calor en el reformador para
descomponer dicho combustible fuente y dicha agua en uno o
más componentes constituyentes y/o combinaciones de estos;

comprimir dichos uno o más componentes constituyentes y/o combinaciones de estos para ingresar a un subsistema catalizador;

convertir al menos una parte de dichos uno o más componentes constituyentes del agua y el combustible fuente y/o las combinaciones de estos en dicho combustible de salida usando uno o más catalizadores;

retirar contaminantes de dicho combustible de salida;

recircular al menos un subconjunto de dichos contaminantes

retirados de dicho combustible de salida nuevamente en dicho subsistema catalizador; y

retirar dicho combustible de salida del reformador.

26. Un reformador para convertir un combustible fuente en un combustible de salida, que comprende:

una entrada para recibir el combustible fuente;

una entrada para recibir agua;

una fuente de calor para descomponer dicho combustible fuente y dicha agua en uno o más componentes y/o combinaciones de

estos para colocarlos en un flujo;

un intercambiador de calor para extraer calor residual de dicho flujo;

un motor para convertir dicho calor en energía útil;

un compresor para comprimir dicho flujo recibido desde dicho intercambiador de calor;

uno o más tanques de catalizador que incluyen al menos un catalizador para recibir el flujo comprimido de dicho compresor para convertir al menos una parte de dicho uno o más componentes constituyentes y/o combinaciones de estos en dicho combustible de salida; y

una interfaz de salida para retirar dicho combustible de salida.

10

27. Un reformador para convertir un combustible fuente en un combustible de salida, que comprende:

una entrada para recibir el combustible fuente,

una fuente de calor para descomponer dicho combustible fuente

15 en uno o más componentes constituyentes y/o combinaciones de estos para colocarlos en un flujo;

un intercambiador de calor para extraer calor residual de dicho flujo;

un motor para convertir dicho calor en energía útil;

20 un lecho de filtro para retirar los contaminantes venenosos de catalizador de dicho flujo;

uno o más tanques de catalizador que incluyen al menos un catalizador para recibir el flujo comprimido de dicho compresor para convertir al menos una parte de dichos uno o

más componentes constituyentes y/o combinaciones de estos en un flujo de combustible de salida;

un subsistema de retiro de contaminantes para retirar contaminantes de dicho flujo de combustible de salida para
5 recircular al menos una parte de dichos contaminantes nuevamente en los tanques de catalizador; y

una interfaz de salida para retirar dicho combustible de salida.

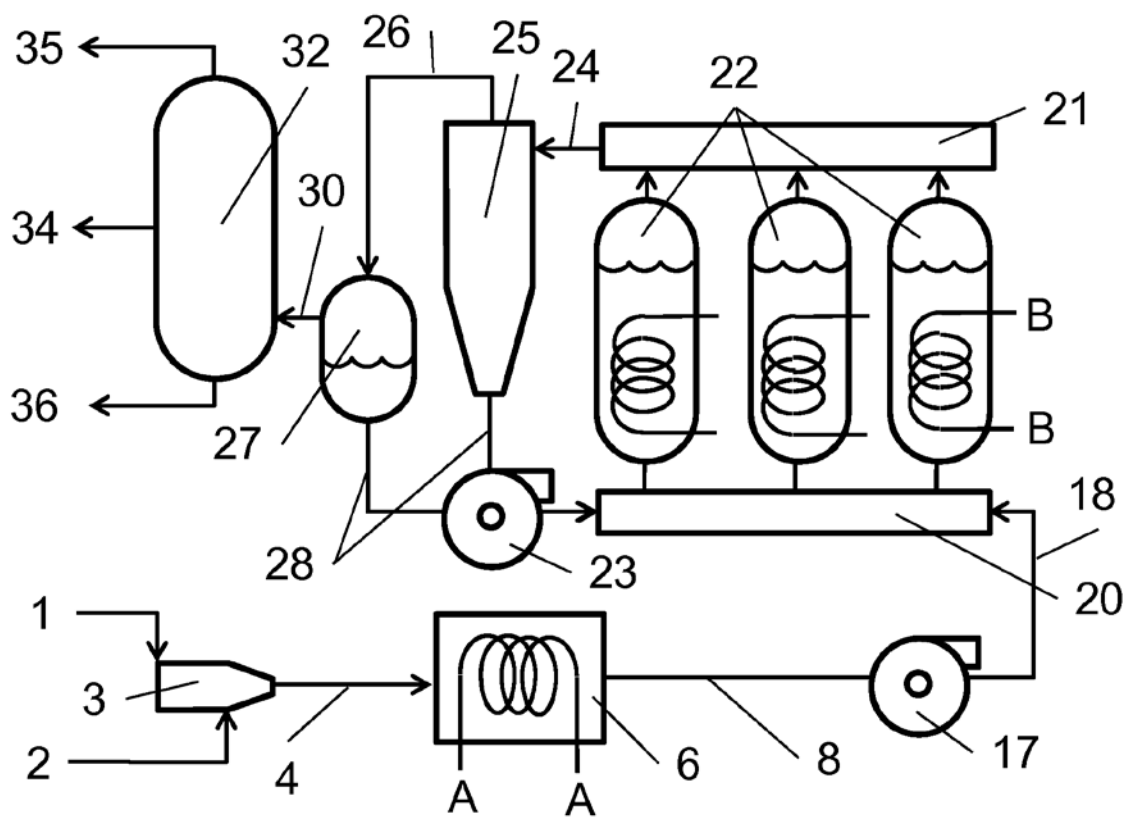
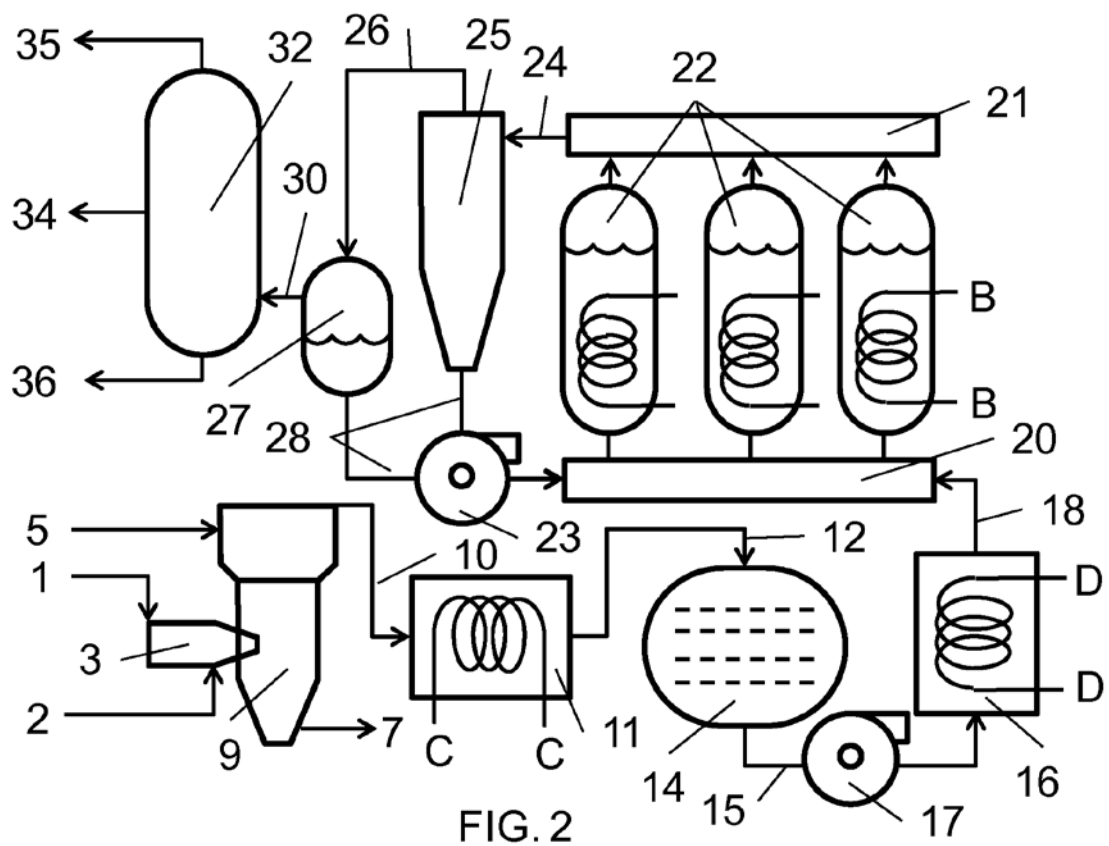


FIG. 1



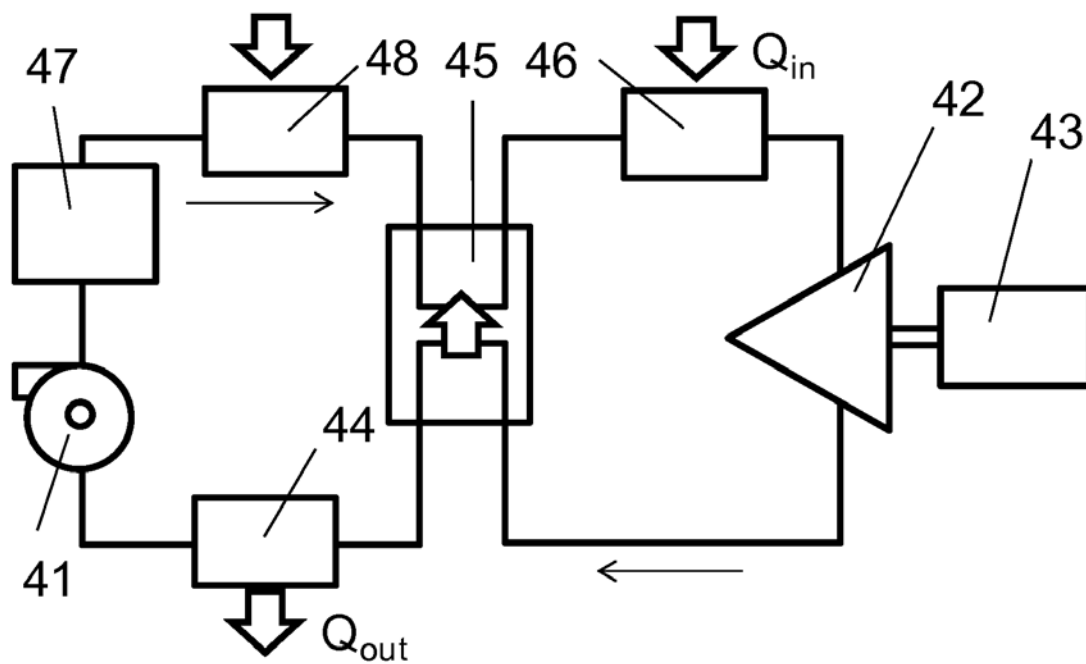


FIG. 3

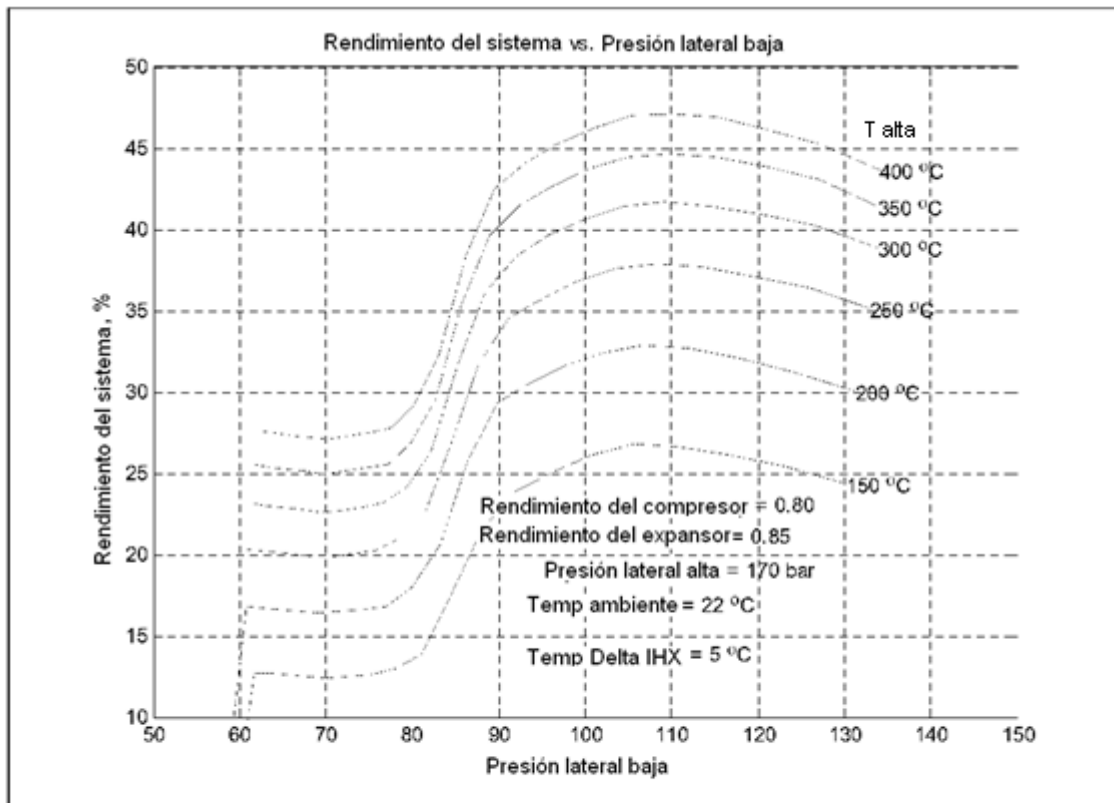
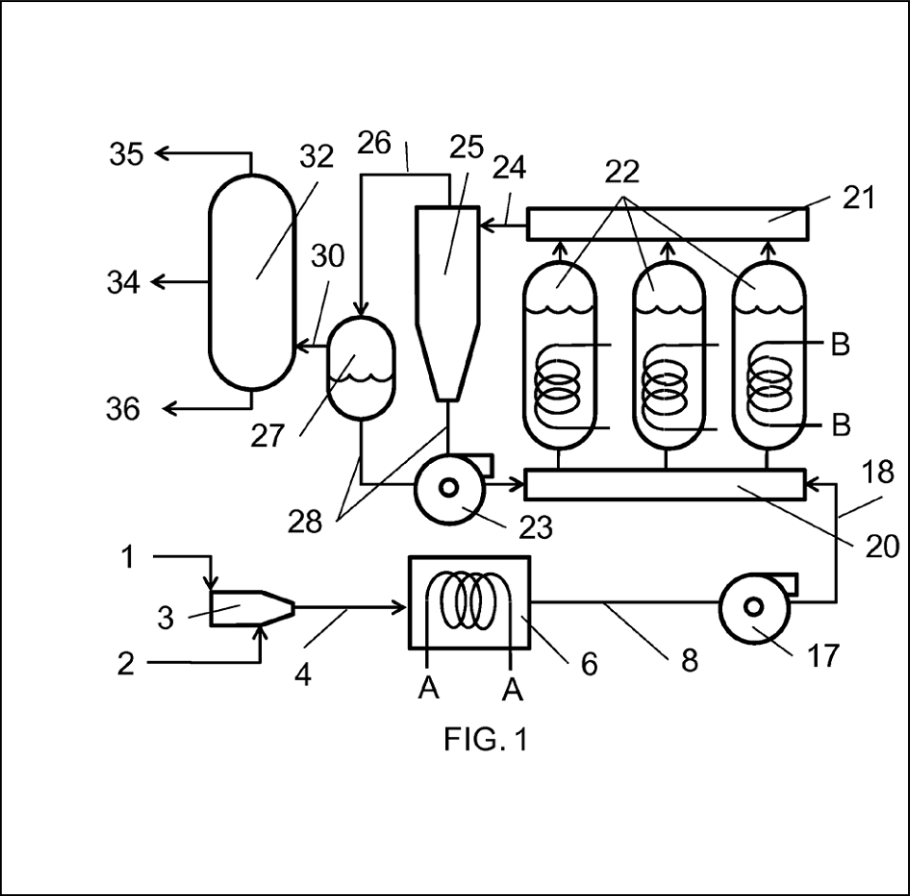


FIG. 4

RESUMEN DE LA INVENCION

Un reformador de arco de plasma para crear un combustible
5 útil, tal como metanol, usando cualquiera de metano, residuos
sólidos municipales, residuos forestales o agrícolas, roca de
carbón o carbonizada de la producción de esquisto bituminoso,
hidrocarburos petroquímicos, (cualquier carbono que contiene
carga), agua y/o aguas residuales municipales, como el
10 material fuente. Un arco de plasma a alta temperatura
despolimeriza el material fuente en átomos que tras un
enfriamiento parcial crea una corriente de gas rica en CO y
H₂ (gas de síntesis). Las etapas posteriores de filtro
molecular y catalizador en el sistema retiran los
15 contaminantes y producen el combustible de salida. El sistema
es de circuito cerrado respecto de la producción de gas de
síntesis en que recicla el gas residual no convertido e
incluso los gases de escape. La gran cantidad de calor
producida se captura y convierte en energía eléctrica usando
20 un ciclo Rankin CO₂ supercrítico que provoca rendimientos
potencialmente altos.



ARTE FINAL

**FORMULARIO PARA OTORGAR PODER A ABOGADO
EN LOS TRÁMITES DE PROPIEDAD INDUSTRIAL**

1. Datos del otorgante

☒ Persona Natural ☐ Persona Jurídica

CUNNINGHAM, Stephen, L.

Nombre o denominación /Razón Social completa (En caso de que haya más de un solicitante, relaciónese en hoja adjunta)

Tipo de empresa ☐ Micro ☐ Pequeña ☐ Mediana ☒ Otra

Documento de identificación: ☐ C.C. ☐ C.E. ☐ NIT ☐ Otro Número

Nacionalidad/País de constitución	Dirección del Titular	
Estados Unidos de América	2306 Glen Canyon Road Altadena, CA 91001 Estados Unidos de América	
Dirección Electrónica	No. Fax	Número telefónico
tobos@tobos.com.co	57 1 8123335	57 1 8123335

2. Datos del apoderado

TOBOS MATEUS, ANDREA

52.223.325

148648

Apellidos y Nombre

Documento de Identificación

T.P. (sólo abogados profesionales)

Nacionalidad/País de constitución	Dirección del Titular	
COLOMBIANA	Carrera 7C No. 138-19 Oficina 901 Bogotá, D.C. Colombia	
Dirección Electrónica	Número de Fax	Número telefónico
andrea.tobos@tobos.com.co	8 123335	8 123335

☒ Autorizo expresamente a la Superintendencia de Industria y Comercio para que todas las comunicaciones sean enviadas a través de la dirección de correo electrónico: andrea.tobos@tobos.com.co

Mediante el presente documento, la persona indicada en el punto 1 de este documento nombra a la persona que se identifica en el punto 2 como apoderado para las actuaciones que se relacionan a continuación:

3. Actuaciones en cuestión

Este poder concierne:

☒ Todas las solicitudes de signos distintivos y de nuevas creaciones; y registros o patentes actuales y futuros del otorgante; inscripción de fusiones, conversiones o divisiones, cambios de nombre, traspasos, cambios de domicilio y de dirección; inscripción de contratos de prenda, inscripción de licencias de uso,

embargos, renovaciones y otros actos que afecten o limiten los mencionados derechos de propiedad industrial; presentación y tramitación de oposiciones y acciones de cancelación relacionadas con trámites de propiedad industrial, a cuyo efecto la faculta para presentar solicitudes, peticiones y demandas, interponer recursos, reclamos, pagar impuestos y tasas, recibir, transigir y desistir, incluyendo facultades para entrar en acuerdos amigables, conciliaciones y transacciones, y en general, a dar ante las autoridades competentes todos los pasos necesarios para la debida protección de nuestra (mi) propiedad industrial; asimismo, se concede a la mencionada mandataria poder suficiente para recibir notificaciones a nombre de la compañía, sustituir el presente poder y revocar dichas sustituciones.

☒ Confiero expresamente al apoderado todas las facultades legales para que represente mi(s) interés(es) en la(s) actuación(es) señalada(s) en el punto 3 de este documento, incluyendo:

☒ Desistir de la(s) solicitud(es) y de las demás actuaciones

☒ Renunciar a los derechos del registro de signos distintivos o de nuevas creaciones

☐ El apoderado no está facultado para actuar como representante en los siguientes asuntos:

Nota: Si el espacio no es suficiente, por favor relacione las actuaciones siguiendo las instrucciones antes dadas en la hoja anexa.

5. Firma



FIRMA DEL PODERDANTE

CUNNINGHAM, Stephen, L.

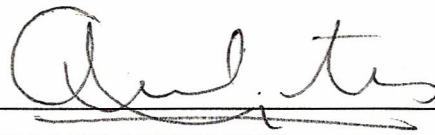
NOMBRE DEL PODERDANTE

DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN

31 January 2014

FECHA DE FIRMA

31 Enero 2014



FIRMA DEL APODERADO

ANDREA TOBOS MATEUS

T.P. 148648

C.C. 52.223.325

Instrucciones:

Firmar en el punto 5 sobre la línea de "firma del poderdante" y en la versión en Inglés en el punto 5 sobre la línea de "signature of the grantor". Incluir el nombre de la persona que firma.

No requiere ningún tipo de legalización o presentación personal.

FORMULARIO PARA OTORGAR PODER A ABOGADO EN LOS TRÁMITES DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

1. Datos del otorgante

☒ Persona Natural ☐ Persona Jurídica

STUART, Martin, A.

Nombre o denominación / Razón Social completa (En caso de que haya más de un solicitante, relaciónese en hoja adjunta)

Tipo de empresa ☐ Micro ☐ Pequeña ☐ Mediana ☒ Otra

Documento de identificación: ☐ C.C. ☐ C.E. ☐ NIT ☐ Otro Número

Nacionalidad/País de constitución	Dirección del Titular	
Estados Unidos de América	3612 W. Victory Blvd. Burbank, California 91505 Estados Unidos de América	
Dirección Electrónica	No. Fax	Número telefónico
tobos@tobos.com.co	57 1 8123335	57 1 8123335

2. Datos del apoderado

TOBOS MATEUS, ANDREA 52.223.325 148648
Apellidos y Nombre Documento de Identificación T.P. (sólo abogados profesionales)

Nacionalidad/País de constitución	Dirección del Titular	
COLOMBIANA	Carrera 7C No. 138-19 Oficina 901 Bogotá, D.C. Colombia	
Dirección Electrónica	Número de Fax	Número telefónico
andrea.tobos@tobos.com.co	8 123335	8 123335

☒ Autorizo expresamente a la Superintendencia de Industria y Comercio para que todas las comunicaciones sean enviadas a través de la dirección de correo electrónico: andrea.tobos@tobos.com.co

Mediante el presente documento, la persona indicada en el punto 1 de este documento nombra a la persona que se identifica en el punto 2 como apoderado para las actuaciones que se relacionan a continuación:

3. Actuaciones en cuestión

Este poder concierne:

☒ Todas las solicitudes de signos distintivos y de nuevas creaciones; y registros o patentes actuales y futuros del otorgante; inscripción de fusiones, conversiones o divisiones, cambios de nombre, traspasos, cambios de domicilio y de dirección; inscripción de contratos de prenda, inscripción de licencias de uso,

embargos, renovaciones y otros actos que afecten o limiten los mencionados derechos de propiedad industrial; presentación y tramitación de oposiciones y acciones de cancelación relacionadas con trámites de propiedad industrial, a cuyo efecto la faculta para presentar solicitudes, peticiones y demandas, interponer recursos, reclamos, pagar impuestos y tasas, recibir, transigir y desistir, incluyendo facultades para entrar en acuerdos amigables, conciliaciones y transacciones, y en general, a dar ante las autoridades competentes todos los pasos necesarios para la debida protección de nuestra (mi) propiedad industrial; asimismo, se concede a la mencionada mandataria poder suficiente para recibir notificaciones a nombre de la compañía, sustituir el presente poder y revocar dichas sustituciones.

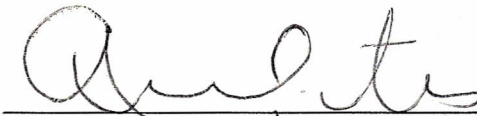
☒ Confiero expresamente al apoderado todas las facultades legales para que represente mi(s) interés(es) en la(s) actuación(es) señalada(s) en el punto 3 de este documento, incluyendo:

☒ Desistir de la(s) solicitud(es) y de las demás actuaciones

☒ Renunciar a los derechos del registro de signos distintivos o de nuevas creaciones

☐ El apoderado no está facultado para actuar como representante en los siguientes asuntos:

Nota: Si el espacio no es suficiente, por favor relacione las actuaciones siguiendo las instrucciones antes dadas en la hoja anexa.

5. Firma	
	
FIRMA DEL PODERDANTE	FIRMA DEL APODERADO
STUART, Martin, A.	ANDREA TOBOS MATEUS
NOMBRE DEL PODERDANTE	T.P. 148648
	C.C. 52.223.325
DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN	
31 January 2014	
FECHA DE FIRMA 31 enero 2014	

Instrucciones:

Firmar en el punto 5 sobre la línea de "firma del poderdante" y en la versión en Inglés en el punto 5 sobre la línea de "signature of the grantor". Incluir el nombre de la persona que firma.

No requiere ningún tipo de legalización o presentación personal.



PLASMA ARC FURNACE AND APPLICATIONS

CROSS-REFERENCES TO RELATED APPLICATIONS

[0001] This application claims the benefit of U.S. provisional application serial number 61/515,048 (Photovoltaic Cell Substrate Wafer and Basalt Plasma Arc Furnace) that was filed on August 4, 2011, and is incorporated herein by reference. Furthermore, this application also claims the benefit of U.S. Provisional Patent application serial number 61/659,124 (Plasma Arc Furnace and Applications), filed on June 13, 2012, and incorporated herein by reference.

BACKGROUND

[0002] . The invention falls in the area of plasma arc furnaces for the creation of Synthetic gases. Also, this invention uses the chemical process of converting one or more of the Synthetic gases into Methanol with the use of catalysts. Also, this invention falls in the area of electricity generation from waste heat. Also, this invention deals with the disposal of municipal waste in the form of sewage and/or any carbon containing material including pre or post land fill material.

[0003] The use of Plasma Arc Furnaces in the creation of syngas (CO and H_2) is a technology which is typically located in large installations that occupy acres of land with capital costs in the multi tens to hundreds of millions of dollars. These costs and physical sizes are defined by the system components chosen. These, in turn, are based on electrical energy costs, method of waste heat recovery, process for gas clean up, and value of the end product. The typical plasma arc furnace employs air as a process gas which is electrically heated in a plasma arc torch for raising the material in the furnace vessel to de-polymerization temperatures of around 750-1400 degrees C. The use of air introduces Nitrogen into the high temperature environment of the furnace producing Nitrous and metal oxides in the waste stream. If there is discharge, these pollute the local environmental air.

[0004] The problem of processing municipal sewage is a daunting burden for municipalities. Current practice is to biologically neutralize the waste in various stages. This normally includes a bioreactor in which bacteria is utilized to consume and convert most simple nutrients as well as to kill pathogens. The residues are

separated in various settling tanks. The eventual output from a sewage processing plant is typically in the form of three products. The first is a theoretically drinkable nearly pure water, the second is a concentrated sludge, and the third is nitro humus fertilizer sent off for packaging and sale to nurseries and gardening.

[0005] Improvements to the current state of the art of Plasma Arc Furnace systems would be useful, in particular where one or more of the above identified problems are mitigated.

SUMMARY

[0006] Presented is a plasma arc reformer system which produces output fuel, such as Methanol as one choice of product, in a clean and efficient manner. The carbon and the water for the Methanol can come from several different sources, each of which will be briefly described below. The first is to use any Hydrocarbon gas, such as Methane gas, for example, as the source of the carbon and distilled water for the oxygen (both supply hydrogen). The heating of methane with this technology has been developed, as has injecting water in support of Steam reformation or a steam reforming reaction but this invention adds efficient ways to recover the large amount of waste heat that is generated in the process. The second is to use Municipal Solid Waste as an additional source of carbon. The third is to use Municipal water or Municipal sewage as the source of water. Each of these require modifications in the system to handle the other materials present (considered contaminants).

[0007] The system discussed herein is primarily facilitated by use of Methane as the process gas instead of air. Methane's electrical properties are very close to air and it can be used in the plasma arc torch. The combination of Methane (CH_4), and water (H_2O), allows a highly controlled stoichiometric mix of $2\text{H}_2 + \text{CO}$ to be produced. By the use of methane instead of air, little or no nitrogen is available to the furnace environment to lead to nitrogen-based pollutants.

[0008] Utilizing the supercritical CO_2 (SCO_2) hybrid waste heat recovery technology (e.g., see U.S. provisional application 61/636,236), a high percentage of the waste heat is recovered as electricity to run the system. This improves efficiency and lowers the cost by reducing the electrical power expense. This improvement is accomplished by employing heat exchangers in various places in the system, such as, for example, on the furnace vessel surface, the high temperature conduits, the

particle precipitators, and the process gas temperature reduction unit prior to gas introduction to the carbonyl molecular filter and then the next one before the reforming catalyst reactor.

[0009] Thus, provided is a method of converting a source fuel into an output fuel using a reformer, said method comprising the steps of:

[0010] inputting a source fuel into the reformer;

[0011] inputting water into the reformer;

[0012] providing one or more heat sources in the reformer for breaking down said source fuel and said water into one or more constituent components and/or combinations thereof;

[0013] converting at least a portion of said one or more constituent components of the water and the source fuel and/or the combinations thereof into said output fuel using one or more catalysts; and

[0014] outputting said output fuel from the reformer.

[0015] Also provided is a method of converting a carbon-based input fuel into a desired output fuel using a reformer, said method comprising the steps of:

[0016] inputting the carbon-based input fuel into the reformer;

[0017] providing one or more heat sources in the reformer for breaking down said input fuel into one or more constituent components and/or combinations thereof;

[0018] compressing said one or more constituent components and/or combinations thereof for inputting to a catalyst subsystem;

[0019] converting at least a portion of said one or more constituent components of the water and the source fuel and/or the combinations thereof into said output fuel using one or more catalysts;

[0020] removing contaminants from said output fuel;

[0021] recirculating at least a subset of said contaminants removed from said output fuel back into said catalyst subsystem; and

[0022] outputting said output fuel from the reformer

[0023] Further provided is a reformer for converting a source fuel into an output fuel, comprising: an input for receiving the source fuel; an input for receiving water; a heat source for breaking down said source fuel and said water into one or more constituent components and/or combinations thereof for placing into a flow; a heat exchanger for extracting waste heat from said flow; an engine for converting

said waste heat into useful energy; a compressor for compressing said flow received from said heat exchanger; one or more catalyst tanks including at least one catalyst for receiving the compressed flow from said compressor for converting at least a portion of said one or more constituent components and/or combinations thereof into said output fuel; and an output interface for outputting said output fuel.

[0024] Also provided is a reformer for converting a source fuel into an output fuel, comprising: an input for receiving the source fuel; a heat source for breaking down said source fuel into one or more constituent components and/or combinations thereof for placing into a flow; a heat exchanger for extracting waste heat from said flow; an engine for converting said waste heat into useful energy; a filter bed for removing catalyst poisoning contaminants from said flow; one or more catalyst tanks including at least one catalyst for receiving the compressed flow from said compressor for converting at least a portion of said one or more constituent components and/or combinations thereof into an output fuel flow; a contaminant removal subsystem for removing contaminants from said output fuel flow for recirculating at least a portion of said contaminants back to said catalyst tanks; and an output interface for outputting said output fuel

[0025] Also provided are additional example embodiments, some, but not all of which, are described hereinbelow in more detail.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0026] For a fuller understanding of the nature of the present invention, reference should be made to the following detailed description taken in conjunction with the accompanying drawings.

[0027] **Fig. 1** shows a block diagram of the basic system creating Methanol from a Methane/water mix, with the primary locations for recovering waste heat;

[0028] **Fig. 2** shows the modifications to the basic system when Municipal Solid Waste is used as a source of additional carbon or Municipal Sewage is used as the source of water;

[0029] **Fig. 3** shows the block diagram of the supercritical CO₂ waste heat recovery system that is used in several places in systems mentioned above; and

[0030] **Fig. 4** is a series of plots showing example system efficiencies.

DETAILED DESCRIPTION OF THE EXAMPLE EMBODIMENTS

[0031] . Provided is a plasma arc reformer system for creating a useful fuel, such as Methanol, using any of Methane, Municipal Solid Waste, farm or forest waste, coal or char rock from oil shale production, petrochemical hydrocarbons, (any carbon containing charge), water, and/or Municipal Sewage, as the source material. A High temperature Plasma Arc de-polymerizes the source material into atoms which, upon partial cooling, creates a gas stream rich in CO and H₂ (syngas). Subsequent molecular filter and catalyst stages in the system remove contaminants and produce the output fuel. The system is closed loop with regard to the syngas production in that it recycles the residual unconverted gas and even the exhaust gases if desired. The large amount of heat produced is captured and converted to electric power using a supercritical CO₂ Rankin cycle resulting in potentially high efficiencies.

[0032] The reformer system is capable of producing Methanol which, along with being utilized as a portable fuel, reduces or eliminates pollution to atmospheric air and also includes improvements to the waste heat recovery system. These improvements reduce system size and cost. Also presented is an architecture and process for the de-polymerization of Sewage and/or Municipal Solid Waste to create syngas and ultimately upgraded Catalyzed hydrocarbons an example of which is Methane or Methanol.

[0033] Components useful in accomplishing these features are discussed in U.S. provisional application 61/636,236 (Improved Performance of a Transcritical or Supercritical CO₂ Rankin Cycle Engine) that was filed on March 20, 2012, and is incorporated herein by reference, which discloses an engine useful for heat recovery, and the material in U.S. patent application 13/074,510 (Oscillating Piston Engine) that was filed on March 29, 2011, also incorporated by reference, and U.S. provisional application 61/625,940 filed on April 18, 2012, disclosing an polygonal oscillating engine, also incorporated by reference, that discuss additional engine designs that can be useful for heat recovery purposes as provided herein.

[0034] FIRST EXAMPLE CONFIGURATION

[0035] **Fig. 1** shows the primary elements in the basic system for creating Methanol from Methane and water. The main working element is a plasma torch **3** in which the operating gas Methane is introduced at input **1** under high pressure and into which water **2** is mixed downstream. The output **4** contains a mixture of atoms of

carbon, hydrogen, and oxygen at very high temperature (>750 degrees C). This combination is cooled in a heat exchanger **6** where the cooling fluid such as Polyol Ester oil for a non-pressurized heat transport system or even water under pressure **A** circulates to a heat recovery system described below. The fluid at output **8** is now a mixture of carbon monoxide (CO) and hydrogen gas (H_2) (synthetic gas, or syngas) with a small amount of carbon dioxide (CO_2). This material compressed by compressor **17** prior to providing to the manifold **20**. The gases at manifold input **18** are at approximately 200-250 degrees C required by the up-coming catalytic converters **22**. This temperature is established by controlling the flow rate of the cooling fluid **A** in the heat exchanger **6**. At this point the designer may choose to include a high volume compressor or compressors, prior to the catalysts. In this architecture the syngas product temperature is reduced to the lowest discharge temperature of the waste heat recovery system, being approximately 35 C. Then by use of the mentioned compressor, the temperature is raised to the input temperature of the catalysts. This would be after the temperature dropping heat exchanger, to allow the furnace section to operate at or below ambient pressure prior to the catalysts, which gain efficiency at higher pressures. This can provide a significant improvement to system operation as the freedom to have the hot section operating at pressures permitting simple and inexpensive seals made from vermiculite as one example are less difficult to provide into the syn gas processing gas circuit.

[0036] The design includes the manifold **20** that splits the flow and directs it to series-bypass circuit elements (the catalyst array runs in a series circuit, the tank to be switched out for maintenance is plumbed to a manifold, that allows parallel switching or bypassing, so as to isolate that or any individual tank) for separate catalyst columns **22**. Each catalyst container can be individually removed from the manifold gas circuit for maintenance (such as catalyst exchange) while the overall system continues to produce product. The reaction in the catalyst tank is exothermic and operates only in a narrow temperature range. Therefore each tank has its own thermal exchange system, with the cooling fluid (Polyolester or Mineral oil as an example or pressurized water) **B** circulating to a second heat recovery system. This heat recovery system is separate from the system using fluid **A** because of the fairly large differences in temperature, allowing for local optimization of the heat recovery systems. The catalyst column **22** is described in more detail below.

[0037] A collection manifold (such as a single pipe feeding syngas into the compressor) **21** gathers the output from each of the catalyst columns via a single output pipe. This exit manifold now contains gaseous or vaporized methanol, some unconverted syngas, and droplets of the oil slurry containing the catalyst particles. This output is directed **24** to a cyclone separator **25**. The cyclone separates most of the particles from the gases. The particles (oil droplets and catalyst particles) pass out of the bottom **28** and return to the input manifold **20**. The gases pass through **26** to a condenser **27**. This condenser separates any remaining oil vapor from the methanol and syngas and lowers the temperature to approximately 70 degrees C (methanol is still a gas), after which the output **28** is condensed by compressor **23**. The condensed oil returns to the catalyst slurry in the catalyst columns **22** via the compressor **23** to the input manifold **20** for reuse/reprocessing.

[0038] The output of the condenser **27** is primarily methanol (~96%), but it does contain some syngas and some higher weight compounds of carbon, hydrogen, and oxygen. This mixture is sent via output **30** to a methane refinery column **32** which separates out the final methanol product in output **34** from the other gases usually via condensation at or below 67 degrees centigrade. The syngas via output **35** is returned to the system through the input manifold **20** for reuse/processing. The designer has the choice at this point, in the gas circuit, to direct all non-condensed gas products to a generator system. The higher weight compounds are provided via output **36** and are returned to the system through the water inlet **2** to be decomposed and run through the system again.

[0039] SECOND EXAMPLE CONFIGURATION

[0040] **Fig. 2** shows some desired changes to the basic system described above when it is being used for disposal of Municipal Solid Waste or Municipal Sewage. In this example variation, the changes are primarily provided in the front end prior to the manifold **20** leading to the catalyst columns. For the case of handling the Municipal Solid Waste, the feed stock (chopped up solid waste) is fed via input **5** into a more classic plasma arc furnace **9**. This source of carbon changes the flow ratio of methane at input **1** and water at inlet **2** so that a stoichiometric mix is still produced at the output of the furnace **10**. The slag elements from the Municipal Waste are collected at the bottom of the furnace and extracted via output **7**.

[0041] For the alternative case of handling Municipal Sewage, the feed stock is now liquid with the major component being water. This requires a different desired amount of methane to be provided from input **1** and different amount of water from inlet **2** (if any since all the water may be in the sewage) and a different mix of elements in the slag output **7**. But the feed gas (water and Methane) ratios are set to produce a stoichiometric mix as close as possible in the output of the furnace **10**. For sewage the ratio is $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2$, with the carbon from organic materials being a very very small fraction, but the carbon would be accounted for by adjusting the CH_4 lower. For Municipal solid waste, Forest or Farm waste, there is an approximation of the input charge by using Cellulose as the feedstock example, which is $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$. This can also be thought of as $(6\text{C} + 5\text{H}_2\text{O}) + 8\text{CH}_4 + 9\text{H}_2\text{O} = 14\text{CO} + 58\text{H} + 14\text{O}$. The oxygen and hydrogen atoms will then tend to combine to form 7O_2 and 29H_2 . Since the balanced syngas input ratio for Methanol (being CH_3OH) would be $\text{CO} + 4\text{H}$ or $\text{CO} + 2\text{H}_2$ then we would have the precursors for $13\text{CH}_3\text{OH} + 6\text{H}$. The extra Hydrogen would be the principal fuel for the subsequent generator option.

[0042] The vapor output **10** from the arc furnace **9** in **Fig. 2** will typically be different from the vapor output **4** from the plasma torch of the embodiment of **Fig. 1** due to the material that is in the feed stock in the furnace. In the case of these waste processing examples, some of these elements could poison the catalyst in the columns **22** so it is desired to include a catalyst filter bed acting as a molecular filter **14** with the purpose of removing from the stream any elements that could poison the catalyst in **22**. The temperature provided in this new filter bed **14** should be lower than the separator output **10** to accommodate the metals used in the containment vessel of the molecular filter, this is typically in 500C range but higher than the temperature in the manifold **20**. Therefore, there are provided two heat exchangers **11** and **16** added in **Fig. 2** which are different from the heat exchanger **6** in **Fig. 1** in that the cooling fluids **C** and **D** are at different temperatures from the cooling fluid **A**. Examples of acceptable cooling fluids include Polyol Ester Oil, which has the highest operating temperature for oil, Mineral Oil is good up to 350C, and one could even use liquid metals such as mercury, Water under pressure would work as well. Furthermore, compressor **17** now inputs the flow from the filter **14** output **15**, and outputs the compressed stream into the heat exchanger **16**. The gases input in line **12** are the same as the gases in output **10** only at a lower temperature and may

contain catalyst poisons such as Sulfur, Arsenic, and/or Chlorine. The gases at output **15** of the filter bed **14** are mainly components of syngas (CO and H_2) since any poisons have been removed by the catalyst filter bed **14**.

[0043] The input to the catalyst manifold **20** via input **18** in **Fig. 2** is typically provided at the same temperature as via input **18** in **Fig. 1**. Hence, the remaining part of the system operates the same as described above regarding **Fig. 1**.

[0044] HEAT RECOVERY SYSTEM

[0045] **Fig. 3** shows the elements of a heat recovery system that can be used with the example furnaces. An example of such a system is described in U.S. provisional application 61/636,236 (Improved Performance of a Transcritical or Supercritical CO_2 Rankin Cycle Engine) that was filed on March 20, 2012 and is incorporated herein by reference. The system has a compressor **41** that compresses supercritical CO_2 from a pressure above the critical pressure (>74 bar) to a pressure ~ 200 bar (or less). The CO_2 flows through a pressure/flow control device **47** that regulates the flow rate, then through an optional heat exchanger **48** used for low temperature heat (that could come from the condenser **27** in **Fig. 1**, for example). A key element of the heat recovery system is the internal heat exchanger **45** which moves heat from the high temperature low pressure side to the lower temperature high pressure side. Then the supercritical CO_2 enters the primary heater **46**, and this heater is fed by the heat flow **A** or **B** in **Fig. 1**, or in heat flow **B**, **C**, or **D** in **Fig. 2**. This raises the temperature of the supercritical CO_2 to ~ 450 degrees C for the case of flow from **A** or **C**, and to ~ 250 degrees C for the case of flow from **B** or **D**.

[0046] A heat exchanger **46** is used to heat CO_2 . The heated CO_2 then enters the expander **42** which drives a permanent magnet alternator **43** and converts the thermal energy into electrical energy. This electrical energy is used to supplement the power required by the plasma arc torch array and thereby increase the overall efficiency of the methanol production. The lower pressure CO_2 then completes the cycle by passing through the internal heat exchanger **45** and a cooler **44** before arriving back at the compressor **41**.

[0047] The efficiency of the heat recovery system depends on the specific choices of pressure and temperature. For the lower temperature heat exchangers, the efficiency can be $\sim 25\%$ and for the higher temperature heat exchangers, the efficiency can exceed 40% . The validated example uses compressor and expander

efficiencies of 80% and 85% respectively. Due to the option of operation of these two components in the example system using oil as both lubricant and seal, the efficiency could be about 92% each. **Fig. 4** shows plots of examples of such efficiencies versus system low-side pressures.

[0048] THE PLASMA ARC FURNACE

[0049] In a basic example system, the plasma arc furnace is primarily made up of plasma arc torches in an array (there is no slag). Electric arc torch heating or Induction coupled plasma torch heating could be utilized. All the plasma arc torches are fed by high pressure Methane gas (CH_4) resulting in a flame approximately 5500 degrees C composed of carbon and hydrogen ions. Downstream from the plasma generator section, water (H_2O) is injected which immediately decomposes into oxygen and hydrogen ions. The gas and water flow is set to give a near stoichiometric mix of one carbon ion for one oxygen ion and four or more hydrogen ions at a temperature of approximately 750-1400 degrees C. Much of the heat reduction comes from expansion of the gases, but the walls of the chamber are also cooled, with the cooling liquid being used to drive the waste heat recovery system described below. The resulting gas mix is primarily CO and H_2 with a small amount of CO_2 .

[0050] For the example application of using Municipal Solid Waste as an additional source of carbon, the furnace architecture is an insulated vertical cylinder lined with refractory bricks, with a closed top and bottom end, and with an array of torches around its lower section. Methane and water are heated by the plasma torch as they enter the furnace vessel. There, the carbon containing charge is heated to very high temperature where it decomposes into its constituent atoms. The volumetric mix of Methane, water and Municipal Solid Waste is set to produce the stoichiometric H_2 and CO gas mix. This process also has other atomic species present from the Waste. Some of these appear as slag accumulating at the bottom of the furnace. Others remain gaseous, and are separated at a later stage in the system.

[0051] For the case of using Municipal Sewage, one deviation from conventional practice involving plasma arc furnaces is the fact that there is no real need for a large furnace vessel. Instead, the system(s) disclosed herein can be made much smaller than conventional systems, such that there may be an array of

torch nozzles rather than the more conventional large vertical cylinder. The main difference from other examples provided above is in the ratio of materials used to keep the stoichiometric mix of the syngas and in the amount of slag products collected.

[0052] In each case, the preferred embodiment is for the furnace casing to be made of high temperature steel or Nickel containing alloy such as Stainless Steels or Inconel, lined with a layer of refractory bricks on the inside, and with cooling tubes bonded to the outer wall of the furnace vessel. This would be followed with a second case that was held away from the inner case with standoff ribs between the inner and outer case to act as an insulating or heat retaining muffle. The cooling tubes, bonded to the inner case, function to capture the waste heat from the furnace and convey it, via pumped flowing oil, to the heat recovery system.

[0053] THE HEAT RECOVERY SYSTEM

[0054] The heated Syngas can be recycled through a heat exchanger used as part of the Supercritical CO₂ Expander Rankin Cycle Engine (see application serial # 13/074,510, incorporated herein by reference), to capture and convert waste heat into electricity to supplement the main power supply. Each step in the heat reduction is a potential location for the Supercritical Carbon Dioxide Rankin Cycle Engine waste heat recovery system. In this manner, a high fraction of the waste heat is converted to electric power to run the system and improve its efficiency. Alternatively, a recovery engine can be modeled after a polygonal engine as disclosed in U.S. provisional application serial number 61/625,940, incorporated herein by reference.

[0055] The effect of the heat recovery system is to improve overall system efficiency and also reduce the reformer plant's size relative to a conventional refinery or plasma arc furnace system.

[0056] THE METHANOL CREATING CATALYST

[0057] The preferred example embodiment of the catalyst has been developed elsewhere and demonstrated in 2004 by Air Products and Chemicals, Inc. in partnership with Eastman Chemical Company where they successfully demonstrated a Liquid-Phase Methanol production process. Such catalysts can include Copper Oxide Zinc Oxide and/or Nickel, or even Cobalt and/or Manganese. The stoichiometric balanced gas stream is usually pumped under pressure into a

reactor vessel where it mixes with catalyst slurry and is converted into methanol vapor. The catalyst slurry is usually comprised of copper and zinc oxides suspended in mineral oil.

[0058] The reaction is exothermic and typically will be maintained between 215 and 270 degrees C. In this situation the syngas conversion to methanol releases heat and, if not cooled, would drive the catalyst temperature up until the conversion process would stop. The heat is removed by heat exchange tubes in the reactor and is another source of heat for the waste heat recovery system. The temperature is controlled by the rate of the cooling fluid (oil) flowing in the reactors. The conversion process produces greater than 96% Methanol.

[0059] Exiting the reactor is a mix of methanol, unconverted syngas, excess Hydrogen, and some of the slurry containing the catalyst. This is subsequently separated in a cyclone separator, with the slurry being returned to the catalyst reactor and the gases proceeding to further processing.

[0060] After the converted and unconverted syngas leaves the cyclone separator, it is a gas which is at an elevated temperature. The temperature is lowered in a condenser, but stays above the condensation temperature of the Methanol. In the case of Methanol, the temperature is about 65 degrees C. In this manner the heavier reactant products are separated and returned to the plasma arc furnace or directed to an electric power generator.

[0061] THE GUARD BED FILTER

[0062] A non-trivial amount of effort is provided for removing the catalyst poisons in the gas stream from the Municipal Solid Waste or the Municipal Sewage. Scrubbers exist to deal with this issue, so off-the-shelf technology could be utilized. These scrubbers can operate at temperatures intermediate between the output of the plasma arc furnace and the input to the methanol producing catalysts, with the operating temperatures usually being determined by the materials used to make the containment vessel, typically a 480 °C rated or higher steel is used with the typical input temperature of the syngas being 500 °C.

[0063] Heat exchangers are used to lower the gas temperature from the furnace to the acceptable temperature of the guard bed molecular filter (which typically is ~500 degrees C). The guard bed filter is similar to a catalyst, but, rather than creating a desired compound, its purpose is to react with, trap, and remove a

contaminant that could later in the system neutralize the Methanol catalyst material. An example composition of this filter would be Manganese Oxide dispersed on an activated charcoal matrix, though there are other alternatives. This filter would absorb the Arsenic, Sulfur, and/or Chlorine trace quantities that might be in the feedstock.

[0064] After the guard bed filter, there will typically be provided another heat exchanger to lower the syngas to the acceptance temperature of the compressor then catalyst converter. This acceptance temperature is catalyst dependent but for the smaller liquid phase catalyst reactors designed to produce methanol the input temperature would be 235 ± 15 degrees C.

[0065] OTHER ELEMENTS

[0066] There is a particle cyclone separator which is used to remove the particles and some oil droplets that are carried out of the methanol catalyst columns. This separator could also have heat transfer tubes built into the walls so as to make it a heat exchanger as well. The cyclone separator will catch most of the oil droplets, but some oil vapor will pass through. This cyclone separator works by having a gas with particles introduced at the bottom side and being withdrawn at the top. The gas moves in a tornado-like vortex in moving from bottom to top. The particles being heavier are flung out to the wall. Friction by contact with the wall lowers the momentum of the particle and gravity draws it to the bottom where a collector trap is located. The gas exit is at the center top. In an example embodiment, welded tubes are provided on the outside and a separate baffle layer is provided to first remove the heat in a metal cone of the case and second to trap heat in the air space between the inner and outer wall.

[0067] Following the cyclone, then, is a condenser that reduces the temperature to just above the methanol liquid temperature (dependent upon the exact pressure in the system at this stage). This condenser will remove all heavy molecules and the remaining oil vapor.

[0068] The final stage is a methanol refinery. This stage is to clean up the methanol to the purity desired by the customer. This refinery will return any syngas that is still unconverted to the catalyst cycle, or generator input and any heavier non-methanol products to the furnace to be recycled.

[0069] ALTERNATE PRODUCTS AND USES

[0070] The choice of catalyst will determine the produced hydrocarbon product. Methanol, Ethanol, Methane, or poly aromatic hydrocarbons such as Olefins can all be produced, as desired, although the examples provided herein focus on the production of methanol. But many of these or other hydrocarbon fuels could be used to run the system's primary power generators. Further, the syngas produced could be fed into the generator engine if so architected. Hence, it is not important what the source is for the primary power to run the plasma arc and the required pumps.

[0071] The primary product from the example systems provided herein is Methanol, which is one of the cleanest of liquid fuels. If large generators are run on this fuel, only CO₂, H₂O and Nitrogen from air which is neutral to the process are generated as the exhaust gases from the generator. If the desired product is also CO₂, this exhaust gas can be cooled and compressed, the water vapor removed and recycled, and the CO₂ compressed and condensed to its liquid state. This liquid could be used at tar sand and oil recovery sites, as the Liquid CO₂ is an environmentally benign detergent. This application replaces water and steam use at such sites, and thereby increases oil recovery while reducing or eliminating environmental pollution issues. It is also possible to recover the exhaust products, separate them from the nitrogen then to recycle them through the Reformer system.

[0072] POTENTIAL APPLICATIONS

[0073] Reformation means conversion of all carbon by electric heated hydrocarbon gas plus water and high temperature plasma depolymerization into synthetic gas, comprising primarily a ratio of one carbon monoxide molecule (CO) and 2 or more molecules of Hydrogen gas (2H₂). Catalytic conversion is basically the use of a catalyst that will take the syn gas product and link the gas components to any number of products, Methanol can be one, Methane, Ethane, olefins, Dimethyl Ether are just a few.

[0074] Power Generation is a byproduct resulting in electricity generation using the fuel gas discharge from left over syn gas and extra hydrogen for fueling an electric power generator, which can be any generator but specifically using one of the engines cited in the application

[0075] Sewage (as a Water Source) reformation to syn gas then catalytic conversion to Methanol –with waste power output is a useful application.

[0076] Municipal Solid Waste (MSW) alone (via a plasma arc furnace using the a gas-to plasma feed) or with sewage reformation to syn gas and then catalytic conversion primarily producing Methanol-and waste power generation is another application.

[0077] Farm or Forest waste reformation to syn gas then catalytic conversion with sewage or MSW and waste power generation is another application.

[0078] Coal reformation to syn gas then catalytic conversion using sewage and waste power generation is another application.

[0079] The processing of Carbonate rock strata from shale oil processing to syn gas then catalytic conversion is another application.

[0080] Carbon Dioxide, as a liquid production from above example gas feedstock. CO would be condensed via compression and cryogenic separation from the hydrogen with subsequent combustion to produce CO₂ with electric power and compression and cryogenic processing to a liquid.

[0081] CO₂ from the above processes could be used as a liquid in Shale Oil recovery via shale rock agitation in Liquid CO₂. This will result in a higher recovery rate with a lower cost than other processes. CO₂ would be injected into depleted oil wells, in low production or old fields, with high pressure Fracking as an option. This method is most productive when the CO₂ is liquid in the reservoir, up to this point the oil yield is typically 20% higher than baseline outputs.

[0082] On ship (e.g., at an oil platform) applications include: Reformation to syn gas then catalytic conversion of offshore Methane in Natural gas deposits is an application; and Reformation to syn gas then conversion of Natural gas to CO₂ via above process(es);

[0083] On Platform applications include: Reformation to syn gas then catalytic conversion of Natural gas to Methanol; On Platform oil upgrading via reformation to syn gas then catalytic conversion to other desired products - on or offshore; On Platform CO₂ production for Undersea injection as a fracking agent to aid in Oil recovery in undersea shale oil, Tar sand deposits or as a washout agent for increased oil field recovery.

[0084] Reformation with unconverted syn gas and Hydrogen used as a reducing process gas in a separate plasma arc furnace for smelting of ores and or reduction to metal billet is another application. This would permit subsequent processing to desired form of alloys and ores. In this version the Reformer is still

used as claimed in the description body, however the second use is for the production of, principally hydrogen gas for metal recovery or production as a combined waste to electricity plant with a combined metal production plant as well.

[0085] Many other example embodiments can be provided through various combinations of the above described features. Although the embodiments described hereinabove use specific examples and alternatives, it will be understood by those skilled in the art that various additional alternatives may be used and equivalents may be substituted for elements and/or steps described herein, without necessarily deviating from the intended scope of the application. Modifications may be necessary to adapt the embodiments to a particular situation or to particular needs without departing from the intended scope of the application. It is intended that the application not be limited to the particular example implementations and example embodiments described herein, but that the claims be given their broadest reasonable interpretation to cover all novel and non-obvious embodiments, literal or equivalent, disclosed or not, covered thereby.

CLAIMS

What is claimed is:

1. A method of converting a source fuel into an output fuel using a reformer, said method comprising the steps of:
inputting a source fuel into the reformer;
inputting water into the reformer;
providing one or more heat sources in the reformer for breaking down said source fuel and said water into one or more constituent components and/or combinations thereof;
converting at least a portion of said one or more constituent components of the water and the source fuel and/or the combinations thereof into said output fuel using one or more catalysts; and
outputting said output fuel from the reformer.
2. The method of claim 1, further comprising the step of converting waste heat of said reformer into electricity using a rankin engine.
3. The method of claim 2, wherein the step of converting waste heat of said reformer into electricity includes a generator, and wherein said rankin engine is an oscillating disk piston engine adapted for driving said generator.
4. The method of claim 2, wherein said rankin engine is driven by carbon dioxide.
5. The method of claim 2, wherein said rankin engine is driven by super critical carbon dioxide.
6. The method of any of the above claims, wherein said output fuel includes methanol.
7. The method of any of the above claims, wherein said source fuel includes methane.

8. The method of any of the above claims, wherein said catalyst includes one or more of Copper Oxide, Zinc Oxide, and/or Nickel.

9. The method of any of the above claims, wherein said heat source is a plasma arc source.

10. The method of any of the above claims, further comprising the step of

11. The method of any of the above claims, wherein said method provides for the complete recovery of all CO₂ and other exhaust gas products thereby providing for zero emission power generation and recycling of said CO₂

12. The method of claim 11, wherein said method provides for fuel creation via syn gas generation.

13. The method of any of the above claims, further comprising the step of removing contaminants from said converting step using, for example, a cyclone separator.

14. The method of any of the above claims, wherein said one or more heat sources raise said methane and water inputs to depolymerization temperatures of 750 degrees Celsius or above.

15. A method of converting methane into methanol using a reformer, said method comprising the steps of:

inputting methane into the reformer;

inputting water into the reformer;

providing one or more heat sources in the reformer for breaking down said

methane and said water into one or more constituent components

and/or combinations thereof;

converting at least a portion of said one or more constituent components of

the water and the source fuel and/or the combinations thereof into said

methanol using one or more catalysts; and

outputting said methanol from the reformer.

16. A method of converting a source fuel into a desired output fuel using a reformer, said method comprising the steps of:

inputting the source fuel into the reformer;

inputting water into the reformer;

providing one or more heat sources in the reformer for breaking down said source fuel and said water into one or more constituent components and/or combinations thereof;

compressing said one or more constituent components and/or combinations thereof for inputting to a catalyst subsystem;

converting at least a portion of said one or more constituent components of the water and the source fuel and/or the combinations thereof into said output fuel using one or more catalysts;

removing contaminants from said output fuel;

recirculating at least a subset of said contaminants removed from said output fuel back into said catalyst subsystem; and

outputting said output fuel from the reformer.

17. The method of claim 16, wherein said contaminants include syn gas.

18. The method of any of claims 16-17, further comprising the step of removing waste heat from said one or more constituent components and/or combinations thereof for providing to an energy capture device;

19. The method of any of claims 16-18, wherein said method provides for the complete recovery of all CO₂ and other exhaust gas products thereby providing for zero emission power generation and recycling of said CO₂

20. The method of any of claims 16-19, wherein said output fuel includes methanol.

21. The method of any of claims 16-20, wherein said source fuel includes methane.

22. The method of any of claims 16-21, wherein said source fuel includes

sewage waste.

23. The method of any of claims 16-22, wherein said source fuel includes cellulose.

24. A reformer for implementing any of the methods of the above claims.

25. A method of converting a carbon-based source fuel into a desired output fuel using a reformer, said method comprising the steps of:
inputting the carbon-based source fuel into the reformer;
providing one or more heat sources in the reformer for breaking down said source fuel into one or more constituent components and/or combinations thereof;
compressing said one or more constituent components and/or combinations thereof for inputting to a catalyst subsystem;
converting at least a portion of said one or more constituent components of the water and the source fuel and/or the combinations thereof into said output fuel using one or more catalysts;
removing contaminants from said output fuel;
recirculating at least a subset of said contaminants removed from said output fuel back into said catalyst subsystem; and
outputting said output fuel from the reformer.

26. A reformer for converting a source fuel into an output fuel, comprising:
an input for receiving the source fuel;
an input for receiving water;
a heat source for breaking down said source fuel and said water into one or more constituent components and/or combinations thereof for placing into a flow;
a heat exchanger for extracting waste heat from said flow;
an engine for converting said waste heat into useful energy;
a compressor for compressing said flow received from said heat exchanger;
one or more catalyst tanks including at least one catalyst for receiving the compressed flow from said compressor for converting at least a portion

of said one or more constituent components and/or combinations thereof into said output fuel; and
an output interface for outputting said output fuel.

27. A reformer for converting a source fuel into an output fuel, comprising:
an input for receiving the source fuel;
a heat source for breaking down said source fuel into one or more constituent components and/or combinations thereof for placing into a flow;
a heat exchanger for extracting waste heat from said flow;
an engine for converting said waste heat into useful energy;
a filter bed for removing catalyst poisoning contaminants from said flow;
one or more catalyst tanks including at least one catalyst for receiving the compressed flow from said compressor for converting at least a portion of said one or more constituent components and/or combinations thereof into an output fuel flow;
a contaminant removal subsystem for removing contaminants from said output fuel flow for recirculating at least a portion of said contaminants back to said catalyst tanks; and
an output interface for outputting said output fuel.

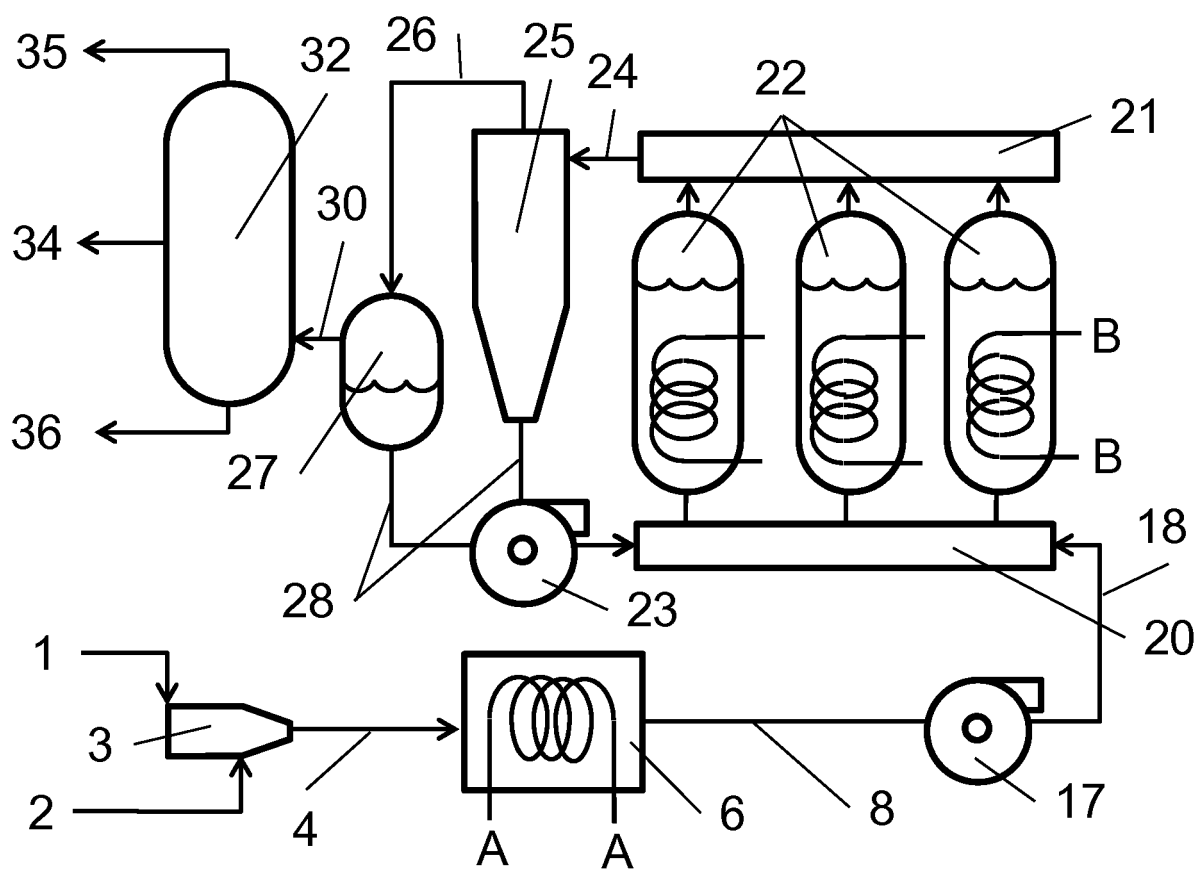
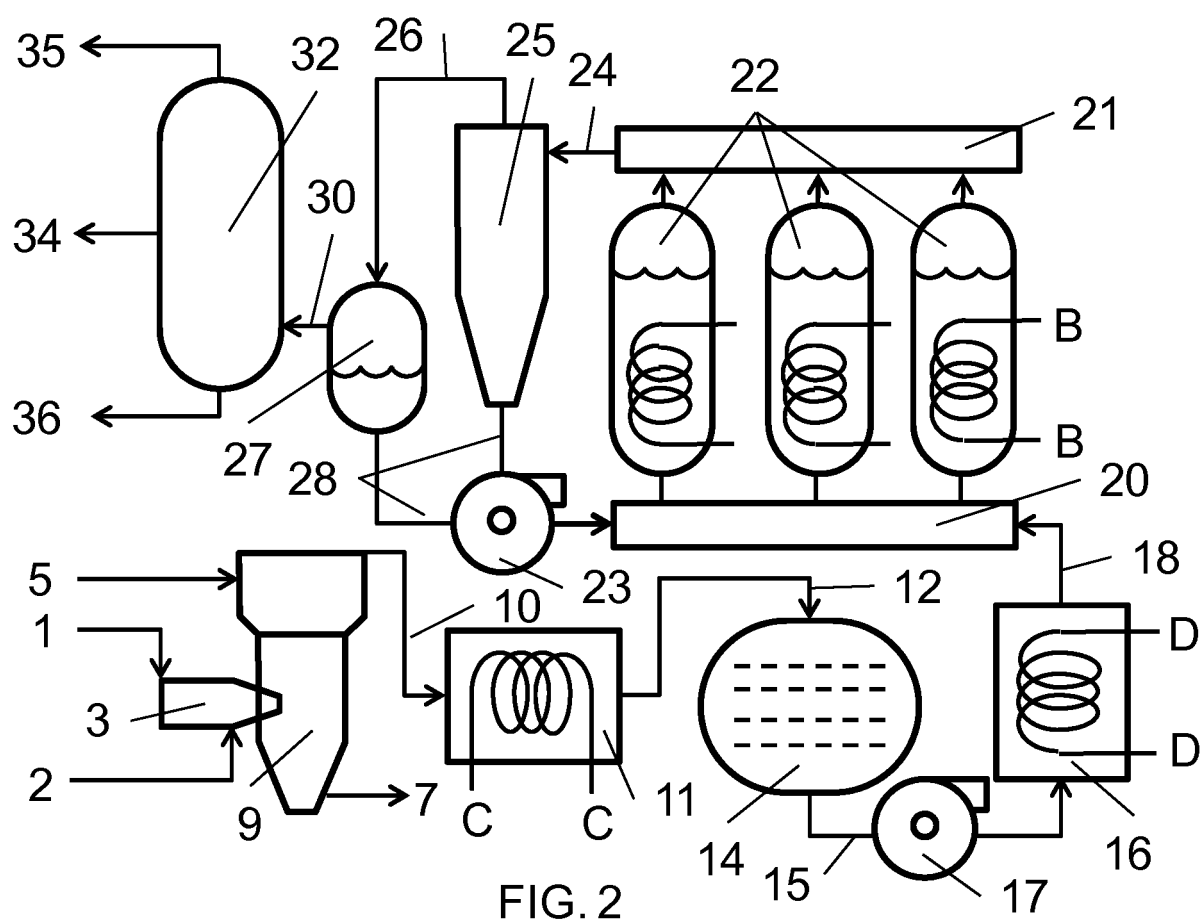


FIG. 1



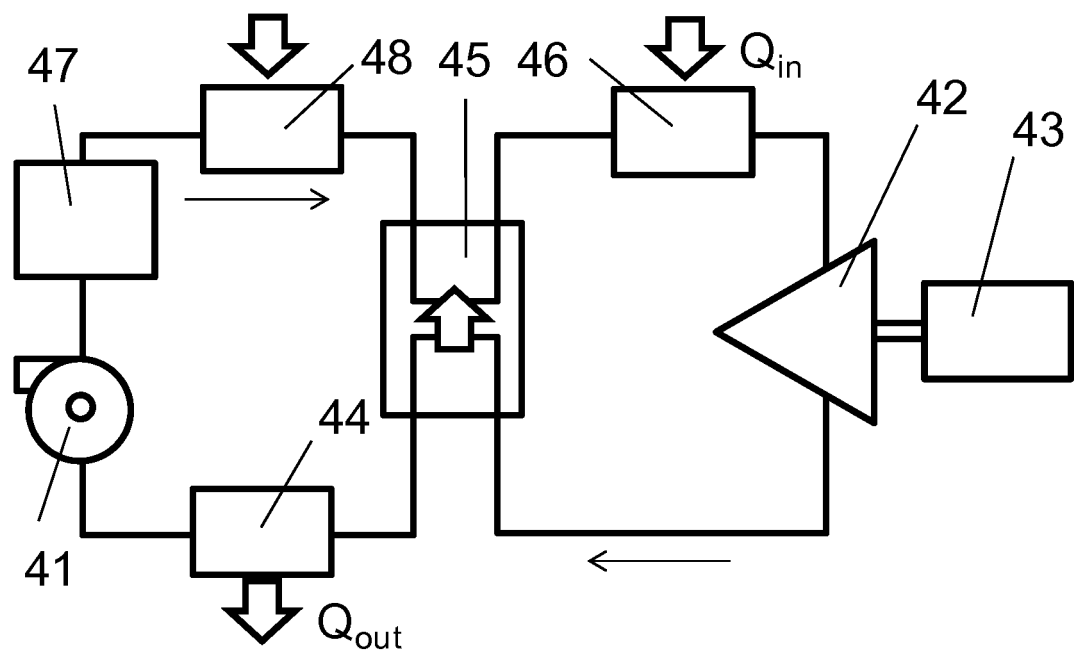


FIG. 3

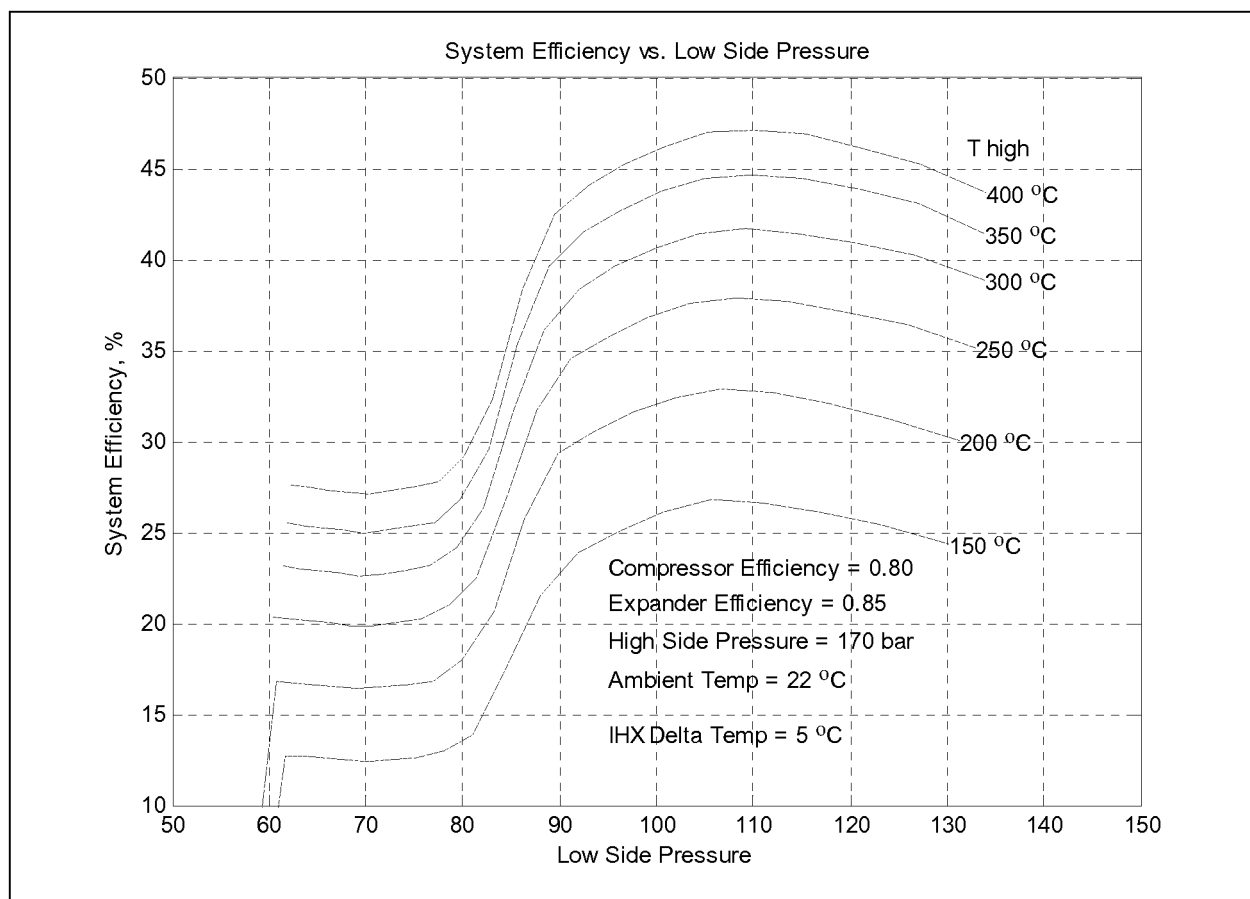


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2012/049508**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H05B 7/18(2006.01)i**

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)

IPC: H05B 7/18, C01B 3/26, B01D 53/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models

Japanese utility models and applications for utility models

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords : plasma arc reformer, source fuel, methane, water, output fuel, methanol, syngas, catalyst, convert waste heat, engine

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 2004-0245086 A1 (STEYNBERG, ANDRE PETER et al.) 9 December 2004 See paragraphs [0001]-[0051] and figure 1.	1, 6, 15 16-18, 25 2-5
X	KR 10-0953859 B1 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, CHOSUN UNIVERSITY) 20 April 2010 See paragraphs [0026]-[0046] and figures 1, 5.	1
Y	KR 10-2007-0033026 A (SUNITOMO SEIKA CHEMICALS CO., LTD.) 23 March 2007 See abstract, pages 7-10, and figure 1.	16-18, 25-27
Y	KR 10-2009-0045574 A (SK ENERGY CO., LTD.) 8 May 2009 See paragraphs [0040]-[0056] and figures 1, 4-5.	26-27



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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 application or patent 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 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

16 JANUARY 2013 (16.01.2013)

Date of mailing of the international search report

17 JANUARY 2013 (17.01.2013)

Name and mailing address of the ISA/KR

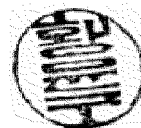


Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

HWANG, Yun Koo

Telephone No. 82-42-481-5715



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2012/049508**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☒ Claims Nos.: 10,12
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
Claim 10 does not contain the matter for which protection is sought. Therefore, claim 10 is contrary to PCT Article 6.
Claim 12 is unclear in that said claim refers to claim 11 which does not comply with PCT Rule 6.4(a). Therefore, claim 12 is contrary to PCT Article 6.
3. ☒ Claims Nos.: 7-11,13-14,19-24
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2012/049508

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004-0245086 A1		AU 2002-324270 B2 WO 03-018467 A2 WO 03-018467 A3	11.10.2007 06.03.2003 06.03.2003
KR 10-0953859 B1		None	
KR 10-2007-0033026 A		AU 2005-261096 A1 AU 2005-261096 B2 CA 2573476 A1 CN 1984840 A CN 1984840 C0 EP 1787951 A1 JP 4777250 B2 JP W02006006479 A1 TW 1312764 A TW 1312764 B US 2007-0237691 A1 WO 2006-006479 A1	19.01.2006 21.01.2010 19.01.2006 20.06.2007 20.06.2007 23.05.2007 21.09.2011 19.01.2006 01.08.2009 01.08.2009 11.10.2007 19.01.2006
KR 10-2009-0045574 A		None	