



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SOLICITUD
PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE N°

05-11161

54. TÍTULO "LICUEFACCION DE GAS NATURAL CON REMOCION DE NITROGENO MEJORADA"

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL F25J 1/00

71. SOLICITANTE CONOCOPHILLIPS COMPANY

DOMICILIO HOUSTON, ESTADO DE TEXAS, ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

74. REPRESENTANTE LEGAL ALICIA LLORED A RICAURTE
T.P. 53.215

22. BOGOTÁ,D.C. - 8 FEB. 2005

PETITORIO



SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO
 Radicación : 05011161 00000000 Folios: 01
 Fecha (MM): 2005-02-08 16:40:44
 Trámite : 011 PCT-PATENT 379 FASE NACI 411 PRESENTAC
 Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVOS CREATIVOS

**FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL**

① **SOLICITUD DE:**
☒ Patente de Invención ☐ Patente de Modelo de Utilidad

☐ Capítulo I. ☒ Capítulo II.

② SOLICITANTE (71)	Nombre: CONOCOPHILLIPS COMPANY Dirección: 600 North Dairy Ashford, Houston, TX 77079 Estados Unidos de América Nacionalidad o Domicilio: Houston, Estado de Texas, Estados Unidos de América Lugar de Constitución: Teléfono: 3284270 Fax: 8089701 E-mail: jlcco@lloredacamacho.com	IDENTIFICACION C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual _____ Número _____
③ REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: ALICIA LLOREDA RICAURTE Dirección: Calle 72 No. 5-83 Piso 5o. Teléfono: 3284270 Fax: 8089701 E-mail: jlcco@lloredacamacho.com	C.C. ☒ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual _____ Número <u>39.890.713</u> TP <u>53.215</u>
④ INVENTOR(ES) (72)	Nombre: HAHN, Paul, R. Dirección: 1307 Wentworth Ct., Houston, TX 77055. Nacionalidad o Domicilio: Estados Unidos de América.	

PCT (86)

⑤ Solicitud Internacional No. PCT/US2003/023544 Fecha: 29-07-2003
 Publicación Internacional No. WO 2004/015348/A1 Fecha: 19-02-2004

⑥ **Título (54)** **"LICUEFACCION DE GAS NATURAL CON REMOCIÓN DE NITROGENO MEJORADA"**

⑦ **Clasificación Internacional (51)** F25J 1/00

⑧ Prioridad	(33) País de Origen	(32) Fecha	(31) Número de Solicitud
SI ☒ NO ☐	US	12-08-2002	10/217,255 ✓

⑨ **Comprobante de Pago No.** 05-8,459 **Fecha:** Febrero 4 de 2005

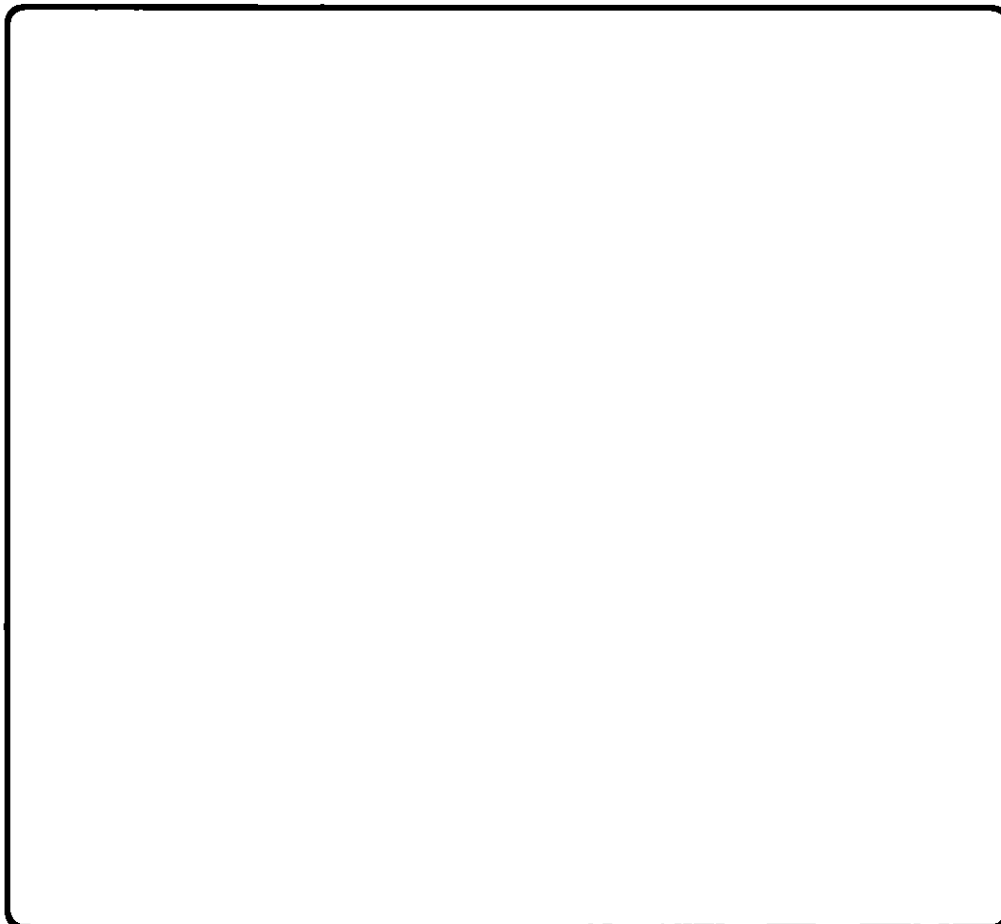
10

ANEXOS

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
- ☐ Documento que acredite la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☐ Documento de Representación Legal.
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☐ Declaraciones
- ☐ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA).
- ☐ Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ Arte Final 12X12.
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionados parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☐ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional.
- ☒ Otros: Publicación con su traducción, capítulo reivindicatorio como fue originalmente presentado en fase internacional con su traducción, Opinión Escrita con su traducción, solicitud de Examen Preliminar, Reporte de Búsqueda Internacional con su traducción y Anexo Explicativo de Modificaciones a las Reivindicaciones.

11

FIGURA CARACTERISTICA:



12

Solicito la concesión de la patente:

NOMBRE: ALICIA LLOREDA RICAURTE

FIRMA:

C.C. 39.690.713 Usaquén T.P. 53.215

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO
Radicacion : 05011161 00000000
Fecha (AND): 2005-02-04 16:40:44
Folios: 01
Tramite : 011 PCT-PATENT 379 FASE NACI 411 PRESENTAC
Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 05 - 8,459
FECHA : FEBRERO 4 DE 2005

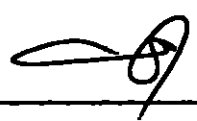
***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
LLORED A Y CIA S. A	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	30609432	04/02/2005	5,053,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	443,000.00
		TOTAL :	443,000.00

SOM: CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES MIL PESOS

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

Retiro Folio # 3
"Extracto"

PATENTE



MODELO DE UTILIDAD



DISEÑO INDUSTRIAL



SOLICITANTES, RAZON SOCIAL O APELLIDOS Y NOMBRES CONOCOPHILLIPS COMPANY

SOLICITUD INTERNACIONAL NO. PCT/US2003/023544

DOMICILIO Houston, Estado de Texas, Estados Unidos de América

REPRESENTANTE LEGAL ALICIA LLOREDA RICAURTE

TITULO "LICUEFACCION DE GAS NATURAL CON REMOCIÓN DE NITROGENO MEJORADA"

CLASIFICACION F25J 1/00

EXPEDIENTE No. _____ FECHA DE SOLICITUD 08-02-2005 ROLLO MICROFILM

CERTIFICADO No. _____ FECHA DE CONCESION _____ VIGENCIA DESDE _____ HASTA _____

PRORROGA _____ CAMBIO DE NOMBRE _____

TRASPASO A _____

INVENTORES HAHN, Paul, R.

OTROS _____

(FORMA P-104)	
EXTRACTO	
Solicitud Internacional No. PCT/US2003/023544	
21	
22	08-02-2005
31	10/217,255
32	12-08-2002
33	US
51	
74	ALICIA LLORED A RICAURTE
72	HAHN, Paul, R.

71	CONOCOPHILLIPS COMPANY
Houston, Estado de Texas, Estados Unidos de América	
54	TITULO "LICUEFACCION DE GAS NATURAL CON REMOCIÓN DE NITROGENO MEJORADA"

4

Título No.	Fecha
(57) <u>Reivindicación número 1.-</u>	
Un proceso para licuar gas natural, que comprende:	

(FORMA P-104)	
EXTRACTO	
Solicitud Internacional No. PCT/US2003/023544	
21	
22	08-02-2005
31	10/217,255
32	12-08-2002
33	US
51	
74	ALICIA LLOREDA RICAURTE
72 HAHN, Paul, R.	
71 CONOCOPHILLIPS COMPANY	
Houston, Estado de Texas, Estados Unidos de América	
54 TITULO "LICUEFACCION DE GAS NATURAL CON REMOCIÓN DE	

4

Título No. Fecha

(57) Reivindicación número 1.-

Un proceso para licuar gas natural, que comprende:

(a) remover nitrógeno del gas natural usando un tamiz molecular que tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.5 a aproximadamente 4.0 ángstrom.

(b) usar al menos una porción del gas natural como un refrigerante en un economizador de metano; y

(c) aguas abajo del tamiz molecular, comprimir al menos una porción del gas natural usado como un refrigerante.

Reivindicación número 17.-

Un proceso de licuefacción de gas natural que comprende los pasos de:

(a) adsorber nitrógeno del gas natural, proporcionando así una corriente de gas natural baja en nitrógeno;

(b) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural baja en nitrógeno en un enfriador de propano, proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de primera etapa;

(c) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural enfriada de la primera etapa en un enfriador de etileno, proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de segunda etapa; y

(FORMA P-104)	
EXTRACTO	
Solicitud Internacional No. PCT/US2003/023544	
21	
22	08-02-2005
31	10/217,255
32	12-08-2002
33	US
51	
74	ALICIA LLOREDA RICAURTE
72	HAHN, Paul, R.
71	CONOCOPHILLIPS COMPANY
Houston, Estado de Texas, Estados Unidos de América	
54 TITULO "LICUEFACCION DE GAS NATURAL CON REMOCIÓN DE	

(g) usar al menos una porción de la corriente de gas natural enfriada de segunda etapa como un refrigerante en un ciclo de metano abierto.

Reivindicación número 45.-

Un aparato para licuar gas natural, dicho aparato comprende:

un sistema de pretratamiento operable para remover al menos un contaminante del gas natural, dicho al menos un contaminante es seleccionado del grupo consistente de gas ácido, agua, mercurio y combinaciones de estos; y

un sistema de remoción de nitrógeno dispuesto aguas abajo del sistema de pretratamiento, y operable para remover nitrógeno del gas natural pretratado, dicho sistema de remoción de gas natural incluye un tamiz molecular que tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.5 a aproximadamente 4.0 ángstrom.

un enfriador de propano dispuesto aguas abajo del sistema de pretratamiento y operable para enfriar el gas natural.

un enfriador de etileno dispuesto aguas abajo del enfriador de propano y operable para enfriar el gas natural, y

un sistema de ciclo de metano dispuesto aguas abajo del enfriador de etileno.

TRATADO DE COOPERACION DE PATENTES
PCT
REPORTE DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

(PCT Artículo 18 y Reglas 43 y 44)

Registro de referencia del solicitante o agente 34034	PARA FUTURAS ACCIONES ver Notificación o Transmisión del Reporte de Búsqueda Internacional (Forma PCT/ISA/220) así como, donde aplique, el ítem 5 a continuación.	
Solicitud internacional No. PCT/US03/23544	Fecha de registro internacional (día/mes/año) 29 de Julio de 2003	Fecha de Prioridad (Primera) (día/mes/año) 12 de Agosto de 2002
Solicitante CONOCOPHILLIPS COMPANY		

Este Reporte de Búsqueda Internacional ha sido preparado por esta Autoridad de Búsqueda Internacional y es transmitido al solicitante Según el Artículo 18. Una copia será transmitida a la Oficina Internacional.

Este Reporte de Búsqueda Internacional consta de un total de 3 hojas.

☒ También está acompañado de una copia de cada documento técnico anterior citado en este reporte.

1. Bases del reporte

a. Respecto al lenguaje, la búsqueda internacional se llevó a cabo según la solicitud internacional en el lenguaje en el cual se presentó, a menos que se indique de otro modo en este ítem.

☐ la búsqueda internacional se llevó a cabo según la traducción de la solicitud internacional proporcionada a esta Autoridad (Regla 23.1(b)).

b. Respecto a una secuencia de ácido nucleótico y/o aminoácido revelado en la solicitud internacional, la búsqueda internacional se llevó a cabo según la lista de la secuencia:

☐ contenido en la solicitud internacional en forma escrita.

☐ presentada junto con la solicitud internacional en forma legible por computador.

☐ proporcionada subsiguientemente a esta Autoridad en forma escrita.

☐ proporcionada subsiguientemente a esta Autoridad en forma legible por computador.

☐ se ha proporcionado la afirmación de que el listado de secuencias escrito proporcionado subsiguientemente no va más allá de la revelación en la solicitud internacional según se presentó.

☐ se ha proporcionado la afirmación de que la información registrada en forma legible por computador es idéntica al listado de la secuencia escrita.

2. ☐ Ciertas reivindicaciones no pudieron localizarse (Ver Casilla I).

3. ☐ Falta unidad de invención (ver Casilla II).

4. Respecto al título,

☒ El texto es aprobado según lo presenta el solicitante.

☐ Esta Autoridad ha establecido que el texto se lee así:

5. Respecto al resumen,

☐ El texto es aprobado según lo presenta el solicitante.

☒ Esta Autoridad ha establecido el texto de acuerdo con la Norma 38.2(b), según aparece en el Recuadro III. El solicitante puede, un mes después de la fecha de haber enviado por correo este reporte de búsqueda internacional, presentar comentarios a esta Autoridad.

6. La figura de los dibujos que se publicará con el resumen es la Figura No. 2

☐ como lo sugirió el solicitante.

☐ porque el solicitante no sugirió una figura.

☒ porque esta figura caracteriza mejor a la invención.

☐ Ninguna de las figuras.

REPORTE DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud Internacional No.
PCT/US03/23544

Casilla III TEXTO DEL RESUMEN (Continuación del ítem 5 de la primera hoja)

NUEVO RESUMEN

Sistema de licuefacción de gas natural que emplea una zeolita absorbente (404) para remover el nitrógeno (414) a partir de gas natural pretratado (402).

REPORTE DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud Internacional No.
 PCT/US03/23544

A. CLASIFICACION DE MATERIA

IPC(7) : F25J 1/00
 US CL : 62/611
 Según la Clasificación de Patentes Internacional (CPI) o según la clasificación nacional y la CPI

B. CAMPOS BUSCADOS

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de símbolos de clasificación)

U.S. : 62/611, 612, 613, 618, 619

Documentación buscada fuera de documentación mínima hasta donde dichos documentos se incluyan en los campos buscados

Base de datos electrónica consultada durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, donde sea práctico, buscar términos usados)

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría *	Citación de documento, con indicación, donde sea apropiado, de los textos relevantes	Relevante a la reivindicación No.
X	US 5,989,316 A (KUZNICKI et al.) 23 de Noviembre de 1999, col. 1, líneas 26-46 y col. 3, líneas 12-18.	1-4 y 14-17
Y	US 4,150,962 A (COLTON) 24 de Abril de 1979, col. 2, líneas 62-68.	6-8, 38, y 46-48

☐ En el recuadro C se enumeran más documentos.
 ☐ En el anexo se enumeran miembros de la familia de patentes.

* Categorías especiales de documentos citados:

- 'A' documento que define el estado general de la técnica el cual no se considera de relevancia particular
 'E' documento anterior pero publicado en o después de la fecha de presentación internacional
 'L' documento que puede arrojar dudas sobre reivindicaciones de prioridad o que se cita para establecer la fecha de publicación de otra citación u otra razón especial (según se especifica)
 'O' documento que se refiere a una revelación oral, uso, exhibición u otros medios
 'P' documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero después de la fecha de prioridad reivindicada
- 'T' documento posterior publicado después de la fecha de presentación internacional o fecha de prioridad y que no está en conflicto con la solicitud pero citado para entender el principio o teoría que sustenta la invención
 'X' documento de relevancia particular; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o no puede considerarse que comprende un paso inventivo cuando el documento se toma solo
 'Y' documento de relevancia particular; la invención reivindicada no puede considerarse que comprende un paso inventivo cuando el documento se combina con uno o más documentos, siendo dicha combinación obvia para una persona experta en la técnica
 'Z' documento miembro de la misma familia de patentes

Fecha de la terminación real de la búsqueda internacional

19 de Septiembre de 2003

Fecha de envío por correo del reporte de búsqueda internacional

29 de Octubre de 2003

Nombre y dirección de correo de ISA/US
 Commissioner of Patents and Trademarks
 Box PCT
 Washington, D.C. 20231
 Facsimile No. (703) 305-3230

Funcionario autorizado
 DENISE ESQUIVEL

Teléfono No. (703) 305-0249

PATENT COOPERATION TREATY

288630-5
HW

From the INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

PCT

To: JOHN RICHARDS
LADAS & PARRY
26 WEST 61ST STREET
NEW YORK, NEW YORK 10019

NOTIFICATION OF TRANSMITTAL OF THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT OR THE DECLARATION

(PCT Rule 44.1)

RECEIVED
NOV - 3 2003
L&P.

Date of Mailing
(day/month/year)

Applicant's or agent's file reference
34094

FOR FURTHER ACTION See paragraphs 1 and 4 below

International application No.
PCT/US03/25544

International filing date
(day/month/year)
29 JULY 2003

Applicant
CONOCOPHILLIPS COMPANY

1. ☒ The applicant is hereby notified that the international search report has been established and is transmitted herewith.
- Filing of amendments and statement under Article 19:**
The applicant is entitled, if he so wishes, to amend the claims of the international application (see Rule 46):
- When?** The time limit for filing such amendments is normally two months from the date of transmittal of the international search report.
- Where?** Directly to the International Bureau of WIPO, 34 chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland, Facsimile No.: (41-22) 740.14.35
- For more detailed instructions, see the notes on the accompanying sheet.

2. ☐ The applicant is hereby notified that no international search report will be established and that the declaration under Article 17(2)(a) to that effect is transmitted herewith.

3. ☐ With regard to the protest against payment of (an) additional fee(s) under Rule 40.2, the applicant is notified that:
- ☐ the protest together with the decision thereon has been transmitted to the International Bureau together with the applicant's request to forward the texts of both the protest and the decision thereon to the designated Offices.
- ☐ no decision has been made yet on the protest; the applicant will be notified as soon as a decision is made.

4. Reminders

Shortly after 18 months from the priority date, the international application will be published by the International Bureau. If the applicant wishes to avoid or postpone publication, a notice of withdrawal of the international application, or of the priority claim, must reach the International Bureau as provided in rules 90bis.1 and 90bis.3, respectively, before the completion of the technical preparations for international publication.

Within 19 months from the priority date, but only in respect of some designated Offices, a demand for international preliminary examination must be filed if the applicant wishes to postpone the entry into the national phase until 30 months from the priority date (in some Offices even later); otherwise the applicant must, within 20 months from the priority date, perform the prescribed acts for entry into the national phase before those designated Offices.

In respect of other designated Offices, the time limit of 30 months (or later) will apply even if no demand is filed within 19 months.

See the Annex to Form PCT/IB/301 and, for details about the applicable time limits, Office by Office, see the *PCT Applicant's Guide*, Volume II, National Chapters and the WIPO Internet site.

Name and mailing address of the ISA/US
Commissioner of Patents and Trademarks
Box PCT
Washington, D.C. 20231

Facsimile No. (703) 305-9230

Authorized officer

DENISE ESQUIVEL

Telephone No. (703) 305-0249

Form PCT/ISA/220 (April 2002)*

(See notes on accompanying sheet)

RECEIVED
12-3-03
HW

Ed. yk

PATENT COOPERATION TREATY

M 9

From the INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

To: JOHN RICHARDS LADAS & PARRY 26 WEST 61ST STREET NEW YORK, NEW YORK 10023
--

PCT

NOTIFICATION OF TRANSMITTAL OF THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT OR THE DECLARATION

(PCT Rule 44.1)

Applicant's or agent's file reference 34094	Date of Mailing <i>(day/month/year)</i> 29 OCT 2003
International application No. PCT/US03/23544	International filing date <i>(day/month/year)</i> 29 JULY 2003
Applicant CONOCOPHILLIPS COMPANY	

1. ☒ The applicant is hereby notified that the international search report has been established and is transmitted herewith.
 Filing of amendments and statement under Article 19:
 The applicant is entitled, if he so wishes, to amend the claims of the international application (see Rule 46):
 When? The time limit for filing such amendments is normally two months from the date of transmittal of the international search report.
 Where? Directly to the International Bureau of WIPO, 34 chemin des Colombettes
 1211 Geneva 20, Switzerland, Facsimile No.: (41-22) 740.14.35
 For more detailed instructions, see the notes on the accompanying sheet.
2. ☐ The applicant is hereby notified that no international search report will be established and that the declaration under Article 17(2)(a) to that effect is transmitted herewith.
3. ☐ With regard to the protest against payment of (an) additional fee(s) under Rule 40.2, the applicant is notified that:

☐ the protest together with the decision thereon has been transmitted to the International Bureau together with the applicant's request to forward the texts of both the protest and the decision thereon to the designated Offices.
☐ no decision has been made yet on the protest; the applicant will be notified as soon as a decision is made.
4. **Reminders**
 Shortly after 18 months from the priority date, the international application will be published by the International Bureau. If the applicant wishes to avoid or postpone publication, a notice of withdrawal of the international application, or of the priority claim, must reach the International Bureau as provided in rules 90bis.1 and 90bis.3, respectively, before the completion of the technical preparations for international publication.
 Within 19 months from the priority date, but only in respect of some designated Offices, a demand for international preliminary examination must be filed if the applicant wishes to postpone the entry into the national phase until 30 months from the priority date (in some Offices even later); otherwise the applicant must, within 20 months from the priority date, perform the prescribed acts for entry into the national phase before those designated Offices.
 In respect of other designated Offices, the time limit of 30 months (or later) will apply even if no demand is filed within 19 months.
 See the Annex to Form PCT/IB/301 and, for details about the applicable time limits, Office by Office, see the *PCT Applicant's Guide*, Volume II, National Chapters and the WIPO Internet site.

Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-9230	Authorized officer DENISE ESQUIVEL <i>A. Hurley</i> Telephone No. (703) 305-0240
--	---

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference 34034	FOR FURTHER ACTION	see Notification of Transmittal of International Search Report (Form PCT/ISA/210) as well as, where applicable, item 5 below.
International application No. PCT/US03/23544	International filing date (day/month/year) 29 JULY 2003	(Earliest) Priority Date (day/month/year) 12 AUGUST 2002
Applicant CONOCOPHILLIPS COMPANY		

This international search report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This international search report consists of a total of 3 sheets.

☒ It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

1. Basis of the report

a. With regard to the language, the international search was carried out on the basis of the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.

☐ the international search was carried out on the basis of a translation of the international application furnished to this Authority (Rule 29.1(b)).

b. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international search was carried out on the basis of the sequence listing:

☐ contained in the international application in written form.

☐ filed together with the international application in computer readable form.

☐ furnished subsequently to this Authority in written form.

☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.

☐ the statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the

☐ the statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

2. ☐ Certain claims were found unsearchable (See Box I).

3. ☐ Unity of invention is lacking (See Box II).

4. With regard to the title,

☒ the text is approved as submitted by the applicant.

☐ the text has been established by this Authority to read as follows:

5. With regard to the abstract,

☐ the text is approved as submitted by the applicant.

☒ the text has been established, according to Rule 38.2(b), by this Authority as it appears in Box III. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority.

6. The figure of the drawings to be published with the abstract is Figure No. 2

☐ as suggested by the applicant.

☐ because the applicant failed to suggest a figure.

☒ because this figure better characterizes the invention.

☐ None of the figures.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US03/23544

Box III TEXT OF THE ABSTRACT (Continuation of item 5 of the first sheet)

NEW ABSTRACT

Natural gas liquefaction system employing a zeolite adsorbent (404) for removing nitrogen (414) from pretreated natural gas (402).

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US03/23544

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(7) : F25J 1/00

US CL : 68/611

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)

U.S. : 68/611, 612, 613, 616, 619

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5,989,316 A (KUZNICKI et al.) 23 November 1999, col. 1, lines 26-46 and col. 3, lines 12-18.	1-4 and 14-17
Y	US 4,150,962 A (COLTON) 24 April 1979, col. 2, lines 62-68.	6-8, 38, and 46-48



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document published on or after the international filing date	"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
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"G" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 19 SEPTEMBER 2003	Date of mailing of the international search report 29 OCT 2003
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-5230	Authorized officer <i>J. Husley for</i> DENISE ESQUIVEL Telephone No. (703) 305-0240

NOTES TO FORM PCT/ISA/220

These Notes are intended to give the basic instructions concerning the filing of amendments under Article 19. The Notes are based on the requirements of the Patent Cooperation Treaty, the Regulations and the Administrative Instructions under that Treaty. In case of discrepancy between these Notes and those requirements, the latter are applicable. For more detailed information, see also the *PCT Applicant's Guide*, a publication of WIPO.

In these Notes, "Article," "Rule" and "Section" refer to the provisions of the PCT, the PCT Regulations and the PCT Administrative Instructions, respectively.

INSTRUCTIONS CONCERNING AMENDMENTS UNDER ARTICLE 19

The applicant has, after having received the international search report, one opportunity to amend the claims of the international application. It should however be emphasized that, since all parts of the international application (claims, description and drawings) may be amended during the international preliminary examination procedure, there is usually no need to file amendments of the claims under Article 19 except where, e.g. the applicant wants the latter to be published for the purposes of provisional protection or has another reason for amending the claims before international publication. Furthermore, it should be emphasized that provisional protection is available in some States only.

What parts of the international application may be amended ?

Under Article 19, only the claims may be amended.

During the international phase, the claims may also be amended (or further amended) under Article 34 before the International Preliminary Examining Authority. The description and drawings may only be amended under Article 34 before the International Preliminary Examining Authority.

Upon entry into the national phase, all parts of the international application may be amended under Article 28 or, where applicable, Article 41.

When ? Within 2 months from the date of transmittal of the international search report or 16 months from the priority date, whichever time limit expires later. It should be noted, however, that the amendments will be considered as having been received on time if they are received by the International Bureau after the expiration of the applicable time limit but before the completion of the technical preparations for international publication (Rule 46.1).

Where not to file the amendments ?

The amendments may only be filed with the International Bureau and not with the receiving Office or the International Searching Authority (Rule 46.2)

Where a demand for international preliminary examination has been filed, see below

How ? Either by cancelling one or more entire claims, by adding one or more new claims or by amending the text of one or more of the claims as filed.

A replacement sheet must be submitted for each sheet of the claims which, on account of an amendment or amendments, differs from the sheet originally filed

All the claims appearing on a replacement sheet must be numbered in Arabic numerals. Where a claim is cancelled, no renumbering of the other claims is required. In all cases where claims are renumbered, they must be renumbered consecutively (Administrative Instructions, Section 205(b)).

The amendments must be made in the language in which the international application is to be published.

What documents must/may accompany the amendments ?

Letter (Section 205(b)):

The amendments must be submitted with a letter

The letter will not be published with the international application and the amended claims. It should not be confused with the "Statement under Article 19(1)" (see below, under "Statement under Article 19(1)").

The letter must be in English or French, at the choice of the applicant. However, if the language of the international application is English, the letter must be in English; if the language of the international application is French, the letter must be in French.

NOTES TO FORM PCT/ISA/220 (continued)

The letter must indicate the differences between the claims as filed and the claims as amended. It must, in particular, indicate, in connection with each claim appearing in the international application (it being understood that identical indications concerning several claims may be grouped), whether

- (i) the claim is unchanged;
- (ii) the claim is cancelled;
- (iii) the claim is new;
- (iv) the claim replaces one or more claims as filed;
- (v) the claim is the result of the division of a claim as filed.

The following examples illustrate the manner in which amendments must be explained in the accompanying letter:

1. [Where originally there were 48 claims and after amendment of some claims there are 51]:
"Claims 1 to 29, 31, 32, 34, 35, 37 to 48 replaced by amended claims bearing the same numbers; claims 30, 33 and 36 unchanged; new claims 49 to 51 added."
2. [Where originally there were 15 claims and after amendment of all claims there are 11]:
"Claims 1 to 15 replaced by amended claims 1 to 11."
3. [Where originally there were 14 claims and the amendments consist in cancelling some claims and in adding new claims]:
"Claims 1 to 6 and 14 unchanged; claims 7 to 13 cancelled; new claims 15, 16 and 17 added." or
"Claims 7 to 13 cancelled; new claims 15, 16 and 17 added; all other claims unchanged."
4. [Where various kinds of amendments are made]:
"Claims 1-10 unchanged; claims 11 to 13, 18 and 19 cancelled; claims 14, 15 and 16 replaced by amended claim 14; claim 17 subdivided into amended claims 15, 16 and 17; new claims 20 and 21 added."

"Statement under Article 19(1)" (Rule 46.4)

The amendments may be accompanied by a statement explaining the amendments and indicating any impact that such amendments might have on the description and the drawings (which cannot be amended under Article 19(1)).

The statement will be published with the international application and the amended claims.

It must be in the language in which the international application is to be published.

It must be brief, not exceeding 500 words if in English or if translated into English.

It should not be confused with and does not replace the letter indicating the differences between the claims as filed and as amended. It must be filed on a separate sheet and must be identified as such by a heading, preferably by using the words "Statement under Article 19(1)."

It may not contain any disparaging comments on the international search report or the relevance of citations contained in that report. Reference to citations, relevant to a given claim, contained in the international search report may be made only in connection with an amendment of that claim.

Consequence if a demand for international preliminary examination has already been filed

If, at the time of filing any amendments and any accompanying statement, under Article 19, a demand for international preliminary examination has already been submitted, the applicant must preferably, at the time of filing the amendments (and any statement) with the International Bureau, also file with the International Preliminary Examining Authority a copy of such amendments (and of any statement) and, where required, a translation of such amendments for the procedure before that Authority (see Rules 55.3(a) and 62.2, first sentence). For further information, see the Notes to the demand form (PCT IPEA/401).

Consequence with regard to translation of the international application for entry into the national phase

The applicant's attention is drawn to the fact that, upon entry into the national phase, a translation of the claims as amended under Article 19 may have to be furnished to the designated/elected Offices, instead of, or in addition to, the translation of the claims as filed.

For further details on the requirements of each designated/elected Office, see the *PCT Applicant's Guide*, Volume II.

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA SEGÚN EL TRATADO DE COOPERACION DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de Propiedad Intelectual
Oficina Internacional



(43) Fecha de Publicación
Febrero 19 de 2004 (19.02.2004)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2004/015346 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes: F25J 1/00

(21) Número de Solicitud Internacional: PCT/US2003/023544

(22) Fecha de Registro Internacional: Julio 29 de 2003 (29.07.2003)

(25) Idioma de registro: Inglés

(26) Idioma de Publicación: Inglés

(30) Información de Prioridad:

10/217,255 Agosto 12 de 2002 (12.08.2002) US

(81) Estados Designados (nacionales): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados Designados (regionales): Patente ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), patente Eurasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM) Patente Europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), Patente OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicado:
- con reporte de búsqueda internacional.

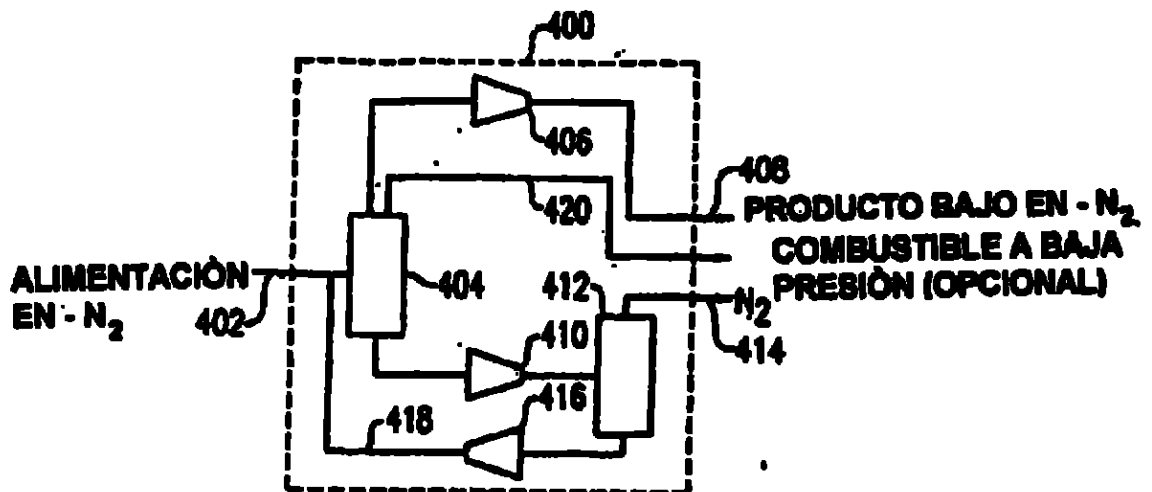
(71) Solicitante: (Para todos los Estados designados excepto Estados Unidos de América): CONOCOPHILLIPS COMPANY [US/US]; 600 North. Dairy Ashford, Houston, TX 77079 (US).

Para los códigos de dos letras y otras abreviaturas, véase a "Las Notas Gúlas sobre Códigos y Abreviaturas" que aparecen al comienzo de cada emisión regular de la Gaceta PCT.

(72) Inventor; e
(75) Inventor/Solicitante (Para Estados Unidos de América solamente):
HAHN, Paul. S. [US/US]; 1307 Wentworth Ct., Houston, TX 77055 (US).

(74) Agente: RICHARDS, John; Ladas & Parry, 26 West 61 st Street, New York, NY 10023 (US).

(54) Título: "LICUEFACCION DE GAS NATURAL CON REMOCIÓN DE NITROGENO MEJORADA"



(57) Resumen: Sistema de licuefacción de gas natural que emplea una zeolita absorbente (404) para remover el nitrógeno (414) a partir de gas natural pretratado (402).

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

**(19) World Intellectual Property
Organization
International Bureau**



(43) International Publication Date
19 February 2004 (19.02.2004)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2004/015346 A1

(51) International Patent Classification⁷: **F25J 1/00**

(81) Designated States (national): AE, AG, AI, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(21) International Application Number: PCT/US2003/023544

(22) International Filing Date: 29 July 2003 (29.07.2003)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
10/217,255 12 August 2002 (12.08.2002) US

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LJ, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Applicant (for all designated States except US): CONO-COPHILLIPS COMPANY [US/US]; 600 North Dairy Ashford, Houston, TX 77079 (US).

(72) Inventor; and

Published:

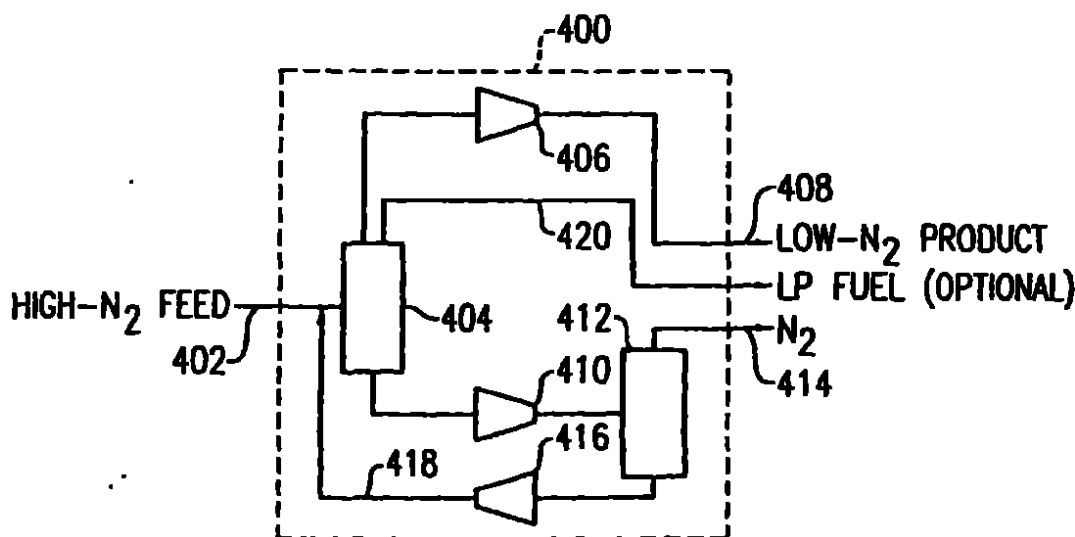
(75) Inventor/Applicant (for US only): HAHN, Paul, S.
[US/US]; 1307 Wentworth Ct., Houston, TX 77055 (US).

— with international search report

(74) Agent: **RICHARDS, John**; Ladas & Parry, 26 West 61st Street, New York, NY 10023 (US).

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: NATURAL GAS LIQUEFACTION WITH IMPROVED NITROGEN REMOVAL



(57) Abstract: Natural gas liquefaction system employing a zeolite adsorbent (404) for removing nitrogen (414) from pretreated natural gas (402).

WO 2004/015346 A1

**CAPITULO REIVINDICATORIO COMO FUE
ORIGINALMENTE PRESENTADO EN FASE
INTERNACIONAL CON SU TRADUCCION**

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para licuar gas natural, que comprende:
 - (a) remover nitrógeno del gas natural usando un tamiz molecular que tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.5 a aproximadamente 4.0 ángstrom.
2. Un proceso según la reivindicación 1, paso (a) que incluye la adsorción del nitrógeno con el tamiz molecular.
3. Un proceso según la reivindicación 2, y
 - (b) desorción del nitrógeno del tamiz molecular.
4. Un proceso según la reivindicación 3, y
Siendo los pasos (a) y (b) de un proceso de adsorción de cambio de presión (swing).
5. Un proceso según la reivindicación 1, y
 - (c) usar al menos una porción del gas natural como refrigerante en un economizador de metano; y
 - (d) aguas abajo del tamiz molecular, comprimir al menos una porción del gas natural usado como un refrigerante.
6. Un proceso según la reivindicación 5, y
 - (e) aguas arriba del tamiz molecular, remover un gas ácido del gas natural.
7. Un proceso según la reivindicación 5, y
 - (f) aguas arriba del tamiz molecular, remover el agua del gas natural.

8. Un proceso según la reivindicación 5, y
(g) aguas arriba del tamiz molecular, remover el mercurio del gas natural.
9. Un proceso según la reivindicación 8; y
(h) aguas abajo del tamiz molecular, enfriar el gas natural en un enfriador de etileno.
10. Un proceso según la reivindicación 9; y
(i) aguas abajo del tamiz molecular, enfriar el gas natural en un enfriador de propano.
11. Un proceso según la reivindicación 8; y
(j) aguas arriba del tamiz molecular, enfriar el gas natural en un enfriador de propano.
12. Un proceso según la reivindicación 11; y
(k) aguas arriba del tamiz molecular, enfriar el gas natural en un enfriador de etileno.
13. Un proceso según la reivindicación 12; y
(l) aguas arriba del tamiz molecular, enfriar el gas natural en un economizador de metano.
14. Un proceso según la reivindicación 1;
dicho tamiz molecular tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.6 a aproximadamente 3.8 ángstrom.
15. Un proceso según la reivindicación 1;
dicho tamiz molecular tiene un tamaño de poro en el rango de 3.65 a 3.75 ángstrom.
16. Un proceso según la reivindicación 1;
dicho tamiz molecular es una zeolita de silicato de titanio.

17. Un proceso según la reivindicación 16;

Siendo dicha zeolita seleccionada del grupo consistente de ETS-4, BaETS-4, CTS-1 y combinaciones de estos.

18. Un proceso de licuefacción de gas natural que comprende los pasos de:

(a) adsorber nitrógeno del gas natural, proporcionando así una corriente de gas natural baja en nitrógeno;

(b) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural baja en nitrógeno en un enfriador de propano, proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de primera etapa;

(c) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural enfriada de la primera etapa en un enfriador de etileno, proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de segunda etapa; y

(d) usar al menos una porción de la corriente de gas natural enfriada de segunda etapa como un refrigerante en un ciclo de metano abierto.

19. Un proceso según la reivindicación 18,

Realizando dicha adsorción usando una zeolita que tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.5 a aproximadamente 4.0 ángstrom.

20. Un proceso según la reivindicación 19, y

(e) aguas arriba de la zeolita, pretratar el gas natural para remover al menos una contaminante que interfiere con la habilidad de la zeolita para adsorber nitrógeno.

21. Un proceso según la reivindicación 20,

dicho al menos un contaminante es seleccionado del grupo consistente de sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono, agua, mercurio y combinaciones de estos.

22. Un proceso según la reivindicación 21,
dicha zeolita tiene un tamaño de poro en el rango de
aproximadamente 3.6 a aproximadamente 3.8 ángstrom.
23. Un proceso según la reivindicación 19; y
(f) aguas arriba de la zeolita, remover el mercurio del gas natural.
24. Un proceso según la reivindicación 23; y
(g) aguas arriba de la zeolita, remover al menos un gas ácido del
gas natural.
25. Un proceso según la reivindicación 24; y
(h) aguas arriba de la zeolita, remover el agua del gas natural.
26. Un proceso según la reivindicación 25,
dicha zeolita tiene un tamaño de poro en el rango de 3.65 a 3.75
ángstrom, siendo dicha zeolita una zeolita de silicato de titanio.
27. Un proceso de licuefacción de gas natural que comprende los pasos
de:
- (a) enfriar el gas natural en un enfriador de propano,
proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de primera etapa;
- (b) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural
enfriada de la primera etapa en un enfriador de etileno, proporcionando así
una corriente de gas natural enfriada, de segunda etapa;
- (c) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural
enfriada de la segunda etapa en un economizador de metano,
proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de tercera etapa;
- (d) usar al menos una porción de la corriente de gas natural
enfriada de tercera etapa como un refrigerante en el economizador de
metano, y

(e) adsorber el nitrógeno de al menos una porción del gas natural usado como un refrigerante en el economizador de metano, proporcionando así una corriente de gas natural baja en nitrógeno.

28. Un proceso según la reivindicación 27,

Realizando dicha adsorción usando una zeolita que tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.5 a aproximadamente 4.0 ángstrom.

29. Un proceso según la reivindicación 28; y

(f) comprimir al menos una porción de la corriente de gas natural baja en nitrógeno, proporcionando así una corriente de gas natural comprimida.

30. Un proceso según la reivindicación 29; y

(g) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural comprimida en el enfriador de propano.

31. Un proceso según la reivindicación 30; y

(h) aguas arriba de la zeolita, pretratar el gas natural para remover al menos una contaminante que interfiere con la habilidad de la zeolita para adsorber nitrógeno.

32. Un proceso según la reivindicación 31,

dicho al menos un contaminante es seleccionado del grupo consistente de sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono, agua, mercurio y combinaciones de estos.

33. Un proceso según la reivindicación 32,

dicha zeolita tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.6 a aproximadamente 3.8 ángstrom.

34. Un proceso según la reivindicación 30; y

(i) aguas arriba de la zeolita, remover el mercurio del gas natural.

35. Un proceso según la reivindicación 34; y
(j) aguas arriba de la zeolita, remover al menos un gas ácido del gas natural.
36. Un proceso según la reivindicación 35; y
(k) aguas arriba de la zeolita, remover el agua del gas natural.
37. Un proceso según la reivindicación 36,
dicha zeolita tiene un tamaño de poro en el rango de 3.65 a 3.75 ángstrom, siendo dicha zeolita una zeolita de silicato de titanio.
38. Un aparato para licuar gas natural, dicho aparato comprende:
- un sistema de pretratamiento operable para remover al menos un contaminante del gas natural, dicho al menos un contaminante es seleccionado del grupo consistente de gas ácido, agua, mercurio y combinaciones de estos; y
- un sistema de remoción de nitrógeno dispuesto aguas abajo del sistema de pretratamiento, y operable para remover nitrógeno del gas natural pretratado, dicho sistema de remoción de gas natural incluye un tamiz molecular que tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.5 a aproximadamente 4.0 ángstrom.
39. Un aparato según la reivindicación 38; y
- un enfriador de propano dispuesto aguas abajo del sistema de pretratamiento y operable para enfriar el gas natural;
- un enfriador de etileno dispuesto aguas abajo del enfriador de propano y operable para enfriar el gas natural; y
- un sistema de ciclo de metano abierto dispuesto aguas abajo del enfriador de etileno.

40. Un aparato según la reivindicación 39,

dicho sistema de remoción de nitrógeno está dispuesto aguas arriba del sistema de ciclo de metano abierto,

dicho al menos un contaminante que incluye el gas ácido.

41. Un aparato según la reivindicación 40,

dicho sistema de remoción de nitrógeno está dispuesto aguas arriba del enfriador de etileno,

dicho al menos un contaminante que incluye agua.

42. Un aparato según la reivindicación 41,

dicho sistema de remoción de nitrógeno está dispuesto aguas arriba del enfriador de propano,

dicho al menos un contaminante que incluye mercurio.

43. Un aparato según la reivindicación 39,

dicho sistema de ciclo de metano abierto que incluye un compresor de metano operable para comprimir el gas natural,

dicho sistema de remoción de nitrógeno está dispuesto aguas arriba del compresor de metano y aguas abajo del enfriador de propano.

44. Un aparato según la reivindicación 43,

dicho sistema de remoción de nitrógeno está dispuesto aguas abajo del enfriador de etileno.

45. Un aparato según la reivindicación 42,

dicho sistema de ciclo de metano abierto incluye un tambor de destilación de metano de etapa alta dispuesto aguas abajo del enfriador de etileno, y aguas arriba del compresor,

dicho sistema de remoción de nitrógeno está dispuesto fluidamente entre el tambor de destilación de metano de etapa alta y el compresor de metano.

46. Un proceso según la reivindicación 38,
dicho tamiz molecular tiene un tamaño de poro en el rango de 3.65 a 3.75 ángstrom.

47. Un proceso según la reivindicación 38,
dicho tamiz molecular es una zeolita de silicato de titanio.

48. Un proceso según la reivindicación 47;
Siendo dicha zeolita seleccionada del grupo consistente de ETS-4, BaETS-4, CTS-1 y combinaciones de estos.

CLAIMS

1. A process for liquefying natural gas, comprising:
 - (a) removing nitrogen from the natural gas using a molecular sieve having a pore size in the range of from about 3.5 to about 4.0 angstroms.
- 5 2. A process according to claim 1, step (a) including adsorbing the nitrogen with the molecular sieve.
3. A process according to claim 2, and
 - (b) desorbing the nitrogen from the molecular sieve.
4. A process according to claim 3,
 - 10 steps (a) and (b) being steps of a pressure swing adsorption process.
5. A process according to claim 1; and
 - (c) using at least a portion of the natural gas as a refrigerant in a methane economizer, and
 - (d) downstream of the molecular sieve, compressing at least a portion
 - 15 of the natural gas used as a refrigerant.
6. A process according to claim 5; and
 - (e) upstream of the molecular sieve, removing an acid gas from the natural gas.
7. A process according to claim 5; and
 - 20 (f) upstream of the molecular sieve, removing water from the natural gas.
8. A process according to claim 5; and
 - (g) upstream of the molecular sieve, removing mercury from the natural gas.
- 25 9. A process according to claim 8; and
 - (h) downstream of the molecular sieve, cooling the natural gas in an ethylene chiller.
10. A process according to claim 9; and
 - (i) downstream of the molecular sieve, cooling the natural gas in a
 - 30 propane chiller.
11. A process according to claim 8; and

- 22 -

(j) upstream of the molecular sieve, cooling the natural gas in a propane chiller.

12. A process according to claim 11; and

(k) upstream of the molecular sieve, cooling the natural gas in an ethylene chiller.

13. A process according to claim 12; and

(l) upstream of the molecular sieve, cooling the natural gas in the methane economizer.

14. A process according to claim 1,

said molecular sieve having a pore size in the range of about 3.6 to about 3.8 angstroms.

15. A process according to claim 1,

said molecular sieve having a pore size in the range of from 3.65 to 3.75 angstroms.

16. A process according to claim 1,

said molecular sieve being a titanium silicate zeolite.

17. A process according to claim 16,

said zeolite being selected from the group consisting of BTS-4, BaBTS-4, CTS-1, and combinations thereof.

18. A natural gas liquefaction process comprising the steps of:

(a) adsorbing nitrogen from the natural gas, thereby providing a low-nitrogen natural gas stream;

(b) cooling at least a portion of the low-nitrogen natural gas stream in a propane chiller, thereby providing a first-stage chilled natural gas stream;

(c) cooling at least a portion of the first-stage chilled natural gas stream in an ethylene chiller, thereby providing a second-stage chilled natural gas stream; and

(d) using at least a portion of the second-stage chilled natural gas stream as a refrigerant in an open methane cycle.

19. A process according to claim 18,

said adsorbing being accomplished using a zeolite having a pore size in

- 23 -

the range of from about 3.5 to about 4.0 angstroms

20. A process according to claim 19; and

(e) 'upstream of the zeolite, pretreating the natural gas to remove at least one contaminant that interferes with the zeolite's ability to adsorb nitrogen.

5 21. A process according to claim 20,

said at least one contaminant being selected from the group consisting of hydrogen sulfide, carbon dioxide, water, mercury, and combinations thereof.

22. A process according to claim 21,

said zeolite having a pore size in the range of from about 3.6 to about 3.8
10 angstroms.

23. A process according to claim 19; and

(f) upstream of the zeolite, removing mercury from the natural gas.

24. A process according to claim 23; and

(g) upstream of the zeolite, removing at least one acid gas from the
15 natural gas.

25. A process according to claim 24; and

(h) upstream of the zeolite, removing water from the natural gas.

26. A process according to claim 25,

said zeolite having a pore size in the range of from 3.65 to 3.75 angstroms,
20 said zeolite being a titanium silicate zeolite.

27. A natural gas liquefaction process comprising the steps of:

(a) cooling the natural gas in a propane chiller, thereby providing a
first-stage chilled natural gas stream;

(b) cooling at least a portion of the first-stage chilled natural gas
25 stream in an ethylene chiller, thereby providing a second-stage chilled natural gas stream;

(c) cooling at least a portion of the second-stage chilled natural gas
stream in a methane economizer, thereby providing a third-stage chilled natural gas
stream;

(d) using at least a portion of the third-stage chilled natural gas stream
30 as a refrigerant in the methane economizer; and

(e) adsorbing nitrogen from at least a portion of the natural gas used as

- 24 -

a refrigerant in the methane economizer, thereby providing a low-nitrogen natural gas stream.

28. A process according to claim 27,
said adsorbing being accomplished using a zeolite having a pore size in the
5 range of from about 3.5 to about 4.0 angstroms.

29. A process according to claim 28; and
(f) compressing at least a portion of the low-nitrogen natural gas
stream, thereby providing a compressed natural gas stream.

30. A process according to claim 29; and
10 (g) cooling at least a portion of the compressed natural gas stream in
the propane chiller.

31. A process according to claim 30; and
(h) upstream of the zeolite, pretreating the natural gas to remove at
least one contaminant that interferes with the zeolite's ability to adsorb nitrogen.

15 32. A process according to claim 31,
said at least one contaminant being selected from the group consisting of
hydrogen sulfide, carbon dioxide, water, mercury, and combinations thereof.

33. A process according to claim 32,
said zeolite having a pore size in the range of from about 3.6 to about 3.8
20 angstroms.

34. A process according to claim 30; and
(i) upstream of the zeolite, removing mercury from the natural gas.

35. A process according to claim 34; and
(j) upstream of the zeolite, removing at least one acid gas from the
25 natural gas.

36. A process according to claim 35; and
(k) upstream of the zeolite, removing water from the natural gas.

37. A process according to claim 36,
said zeolite having a pore size in the range of from 3.65 to 3.75 angstroms,
30 said zeolite being a titanium silicate zeolite.

38. An apparatus for liquefying natural gas, said apparatus comprising:

- 25 -

a pretreatment system operable to remove at least one contaminant from the natural gas, said at least one contaminant being selected from the group consisting of an acid gas, water, mercury, and combinations thereof; and

a nitrogen removal system disposed downstream of the pretreatment system and operable to remove nitrogen from the pretreated natural gas, said natural gas removal system including a molecular sieve having a pore size in the range of from about 3.5 to about 4.0 angstroms.

39. An apparatus according to claim 38; and

a propane chiller disposed downstream of the pretreatment system and operable to cool the natural gas;

an ethylene chiller disposed downstream of the propane chiller and operable to cool the natural gas; and

an open methane cycle system disposed downstream of the ethylene chiller.

40. An apparatus according to claim 39,

said nitrogen removal system being disposed upstream of the open methane cycle system,

said at least one contaminant including the acid gas.

41. An apparatus according to claim 40,

said nitrogen removal system being disposed upstream of the ethylene chiller,

said at least one contaminant including water.

42. An apparatus according to claim 41,

said nitrogen removal system being disposed upstream of the propane chiller,

said at least one contaminant including mercury.

43. An apparatus according to claim 39,

said open methane cycle system including a methane compressor operable to compress the natural gas,

said nitrogen removal system being disposed upstream of the methane compressor and downstream of the propane chiller.

- 26 -

44. An apparatus according to claim 43,
said nitrogen removal system being disposed downstream of the ethylene
chiller.
45. An apparatus according to claim 42,
said open methane cycle system including a high-stage methane flash drum
disposed downstream of the ethylene chiller and upstream of the compressor,
said nitrogen removal system being fluidly disposed between the high-
stage methane flash drum and the methane compressor.
46. A process according to claim 38,
said molecular sieve having a pore size in the range of from 3.65 to 3.75
angstroms.
47. A process according to claim 38,
said molecular sieve being a titanium silicate zeolite.
48. A process according to claim 47,
said zeolite being selected from the group consisting of ETS-4, BaETS-4,
CTS-1, and combinations thereof.

The demand must be filed directly with the competent International Preliminary Examining Authority. If two or more Authorities are competent, with the one chosen by the applicant. The full name or two-letter code of that Authority may be indicated by the applicant on the line below:

IPEA/ US

PCT

CHAPTER II

DEMAND

under Article 31 of the Patent Cooperation Treaty:
The undersigned requests that the international application specified below be the subject of international preliminary examination according to the Patent Cooperation Treaty.

For International Preliminary Examining Authority use only	
Identification of IPEA	Date of receipt of DEMAND
Box No. I IDENTIFICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION	
Applicant's or agent's file reference 34034	
International application No. PCT/US03/23544	International filing date (day/month/year) 29 JULY 2003
(Earliest) Priority date (day/month/year) 12 AUGUST 2002	
Title of invention NATURAL GAS LIQUEFACTION WITH IMPROVED NITROGEN REMOVAL	
Box No. II APPLICANT(S)	
Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country.)	
CONOCOPHILLIPS COMPANY 600 North Dairy Ashford Houston, Texas 77079 United States of America	
Telephone No.	
Facsimile No.	
Teleprinter No.	
Applicant's registration No. with the Office	
State (that is, country) of nationality: UNITED STATES OF AMERICA	State (that is, country) of residence: UNITED STATES OF AMERICA
Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country.)	
HAHN, Paul R. 1307 Wentworth Ct. Houston, Texas 77055 United States of America	
State (that is, country) of nationality: UNITED STATES OF AMERICA	State (that is, country) of residence: UNITED STATES OF AMERICA
Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country.)	
State (that is, country) of nationality:	State (that is, country) of residence:
☐ Further applicants are indicated on a continuation sheet.	

Form PCT/IPEA/401 (first sheet) (January 2004)

See Notes to the demand form

E.V.3.2.7.5.5.2.6.6.3.U.S.

Box No. III AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE; OR ADDRESS FOR CORRESPONDENCEThe following person is ☒ agent ☐ common representativeand ☒ has been appointed earlier and represents the applicant(s) also for international preliminary examination.☐ is hereby appointed and any earlier appointment of (an) agent(s)/common representative is hereby revoked.☐ is hereby appointed, specifically for the procedure before the International Preliminary Examining Authority, in addition to the agent(s)/common representative appointed earlier.Name and address: *(Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country.)*

RICHARDS, John
Ladas & Parry
26 West 61st Street
New York, New York 10023
United States of America

Telephone No.

212-708-1915

Facsimile No.

212-246-8959

Teleprinter No.

Agent's registration No. with the Office

☐ Address for correspondence: Mark this check-box where no agent or common representative is/has been appointed and the space above is used instead to indicate a special address to which correspondence should be sent.**Box No. IV BASIS FOR INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION****Statement concerning amendments:***

1. The applicant wishes the international preliminary examination to start on the basis of:

☒ the international application as originally filedthe description ☐ as originally filed☐ as amended under Article 34the claims ☐ as originally filed☐ as amended under Article 19 (together with any accompanying statement)☐ as amended under Article 34the drawings ☐ as originally filed☐ as amended under Article 342. ☐ The applicant wishes any amendment to the claims under Article 19 to be considered as reversed.3. ☐ The applicant wishes the start of the international preliminary examination to be postponed until the expiration of the applicable time limit under Rule 69.1(d).4. ☐ The applicant expressly wishes the international preliminary examination to start earlier than at the expiration of the applicable time limit under Rule 54bis.1(a).

* Where no check-box is marked, international preliminary examination will start on the basis of the international application as originally filed or, where a copy of amendments to the claims under Article 19 and/or amendments of the international application under Article 34 are received by the International Preliminary Examining Authority before it has begun to draw up a written opinion or the international preliminary examination report, as so amended.

Language for the purposes of international preliminary examination: **ENGLISH**☒ which is the language in which the international application was filed.☐ which is the language of a translation furnished for the purposes of international search.☐ which is the language of publication of the international application.☐ which is the language of the translation (to be) furnished for the purposes of international preliminary examination.**Box No. V ELECTION OF STATES**

The filing of this demand constitutes the election of all Contracting States which are designated and are bound by Chapter II of the PCT.

Box No. VI CHECK LIST

The demand is accompanied by the following elements, in the language referred to in Box No. IV, for the purposes of international preliminary examination:

- | | | |
|--|---|--------|
| 1. translation of international application | : | sheets |
| 2. amendments under Article 34 | : | sheets |
| 3. copy (or, where required, translation) of amendments under Article 19 | : | sheets |
| 4. copy (or, where required, translation) of statement under Article 19 | : | sheets |
| 5. letter | : | sheets |
| 6. other (specify) | : | sheets |

For International Preliminary Examining Authority use only

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| received | not received |
| ☐ | ☐ |
| ☐ | ☐ |
| ☐ | ☐ |
| ☐ | ☐ |
| ☐ | ☐ |
| ☐ | ☐ |

The demand is also accompanied by the item(s) marked below:

- | | |
|--|--|
| 1. ☒ fee calculation sheet | 5. ☐ statement explaining lack of signature |
| 2. ☐ original separate power of attorney | 6. ☐ sequence listing in computer readable form |
| 3. ☐ original general power of attorney | 7. ☐ tables in computer readable form related to a sequence listing |
| 4. ☐ copy of general power of attorney; reference number, if any: | 8. ☐ other (specify): |

Box No. VII SIGNATURE OF APPLICANT, AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE

Next to each signature, indicate the name of the person signing and the capacity in which the person signs (if such capacity is not obvious from reading the demand).

James Ford
for *John Richards*
JOHN RICHARDS Richards

For International Preliminary Examining Authority use only

1. Date of actual receipt of DEMAND:

2. Adjusted date of receipt of demand due to CORRECTIONS under Rule 60.1(b):

3. ☐ The date of receipt of the demand is AFTER the expiration of 19 months from the priority date and item 4 or 5, below, does not apply.
☐ The applicant has been informed accordingly.
4. ☐ The date of receipt of the demand is WITHIN the time limit of 19 months from the priority date as extended by virtue of Rule 80.5.
5. ☐ Although the date of receipt of the demand is after the expiration of 19 months from the priority date, the delay in arrival is EXCUSED pursuant to Rule 82.

6. ☐ The date of receipt of the demand is AFTER the expiration of the time limit under Rule 54bis.1(a) and item 7 or 8, below, does not apply.
7. ☐ The date of receipt of the demand is WITHIN the time limit under Rule 54bis.1(a) as extended by virtue of Rule 80.5.
8. ☐ Although the date of receipt of the demand is after the expiration of the time limit under Rule 54bis.1(a), the delay in arrival is EXCUSED pursuant to Rule 82.

For International Bureau use only

Demand received from IPEA on:

5

PCT

FEE CALCULATION SHEET

Annex to the Demand

International application No. PCT/US03/23544		For International Preliminary Examining Authority use only	
Applicant's or agent's file reference 34034		Date stamp of the IPEA	
Applicant CONOCOPHILLIPS COMPANY			
CALCULATION OF PRESCRIBED FEES			
1. Preliminary examination fee		\$600.00	P
2. Handling fee (Applicants from certain States are entitled to a reduction of 75% of the handling fee. Where the applicant is (or all applicants are) so entitled, the amount to be entered at H is 25% of the handling fee.)		148.00	H
3. Total of prescribed fees Add the amounts entered at P and H and enter total in the TOTAL box		\$748.00	
		TOTAL	
MODE OF PAYMENT			
☐ authorization to charge deposit account with the IPEA (see below)	☐ cash		
☒ cheque	☐ revenue stamps		
☐ postal money order	☐ coupons		
☐ bank draft	☐ other (specify):		
AUTHORIZATION TO CHARGE (OR CREDIT) DEPOSIT ACCOUNT (This mode of payment may not be available at all IPEAs)			
☐ Authorization to charge the total fees indicated above.		IPEA/ <u>US</u>	
☒ (This check-box may be marked only if the conditions for deposit accounts of the IPEA so permit) Authorization to charge any deficiency or credit any overpayment in the total fees indicated above.		Deposit Account No.: <u>12-0425</u>	
		Date: <u>3 MARCH 2004</u>	
		Name: <u>JOHN RICHARDS</u> <u>JANET CORN</u>	
		Signature: <u>[Signature]</u>	

E.V.3.2.7.5.5.2.6.6.3.U.S.

TRATADO DE COOPERACION DE PATENTES

De la
AUTORIDAD EXAMINADORA PRELIMINAR INTERNACIONAL

OPINION ESCRITA

(PCT Regla 66)

Para:

JOHN RICHARDS
LADAS & PARRY
26 WEST 61ST STREET
NEW YORK, NY 10023

Fecha de envío
(día/mes/año) 9 de Agosto de 2004

Registro de referencia del solicitante o agente

34034

RESPUESTA VENCE

Dentro de 2 meses/días
desde la fecha anterior de envío

Solicitud Internacional No.

PCT/US03/23544

Fecha de registro internacional
(día/mes/año)

29 de Julio de 2003 (29.07.2003)

Fecha de prioridad

(día/mes/año)

12 de Agosto de 2002 (12.08.2002)

Clasificación Internacional de Patentes (IPC) o clasificación nacional e IPC:

IPC(7): F25J 1/00 y US Cl.: 62/613, 618, 619

Solicitante

CONOCOPHILLIPS COMPANY

1. Esta opinión escrita la redacta primero (primero, etc.) la Autoridad Examinadora Preliminar Internacional.

2. Esta opinión contiene indicaciones relacionadas con los siguientes ítems:

- I ☒ Bases de opinión
- II ☐ Prioridad
- III ☐ No establecimiento de opinión respecto a novedad, nivel inventivo y aplicabilidad Industrial.
- IV ☐ Falta de unidad de invención
- V ☒ declaración razonada de según la regla 66.2(a)(ii) respecto a novedad, nivel inventivo o aplicabilidad Industrial; citaciones y explicaciones que sustentan dicha afirmación.
- VI ☐ Ciertos documentos citados
- VII ☐ Ciertos defectos en la solicitud internacional
- VIII ☐ Ciertas observaciones sobre la solicitud internacional

3. El solicitante por el presente está invitado a contestar a esta opinión.

¿Cuándo? Ver el límite de tiempo indicado anteriormente. El solicitante puede, antes de la expiración del límite de tiempo, solicitar a esta Autoridad que otorgue una extensión, ver Regla 66.2(d).

¿Cómo? Presentando una respuesta escrita, acompañada de, cuando sea apropiado, de enmiendas, según Regla 66.3. Para el formulario y el idioma de las enmiendas, ver las Reglas 66.8 y 66.9

También: Para una oportunidad adicional de presentar enmiendas, ver Regla 66.4. Para la obligación del examinador de considerar las enmiendas y/o argumentos, ver Norma 66.4bis. Para una comunicación informal con el examinador, ver Regla 66.6.

Si no se registra una respuesta, el informe del examen preliminar internacional se establecerá según esta opinión.

4. La fecha final por medio de la cual se debe establecer el reporte

del examen preliminar internacional según la Regla 69.2 es: 12 de Diciembre de 2004 (12.12.2004).

Nombre y dirección de correo de IPEA/US

Mail Stop PCT, Attn: IPEA/US

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, Virginia 22313-1450

Facsimile No. (703) 305-3230

Funcionario autorizado

William C Doerrler

Teléfono No. (703) 308-0861

I. Base de la opinión

1. Respecto a los elementos de la solicitud internacional:*

- ☒ la solicitud internacional según se presentó originalmente
- ☒ la descripción:
Páginas 1-20 , como originalmente se presentaron
páginas NINGUNA , presentadas con la demanda
páginas NINGUNA , presentadas con la carta de _____
- ☒ las reivindicaciones:
páginas 21-26 , como originalmente se presentaron
páginas NINGUNA , según se enmendaron (junto con cualquier declaración) de conformidad con el artículo 19
páginas NINGUNA , presentadas con la demanda
páginas NINGUNA , presentadas con la carta de _____
- ☒ los dibujos:
páginas 1-2 , como originalmente se presentaron
páginas NINGUNO , presentadas con la demanda
páginas NINGUNO , presentadas con la carta de _____
- ☐ la secuencia que enumera parte de la descripción:
páginas NINGUNA , como originalmente se presentaron
páginas NINGUNA , presentadas con la demanda
páginas NINGUNA , presentadas con la carta de _____

2. Respecto al idioma, todos los elementos marcados anteriormente estuvieron disponibles o fueron suministrados a esta Autoridad en el idioma en el cual la solicitud internacional fue presentada, a menos que se indique lo contrario bajo este ítem.

Estos elementos estuvieron disponibles o fueron suministrados a esta Autoridad en el idioma _____
el cual es:

- ☐ el idioma de una traducción suministrada para una búsqueda internacional (según la Regla 23.1 (b)).
- ☐ el idioma de una publicación de la solicitud internacional (según la Regla 48.3 (b)).
- ☐ el idioma de la traducción suministrada para el examen preliminar internacional (según las Reglas 55.2 y/o 55.3).

3. Respecto al nucleótido y/o secuencia amino ácida revelado en la solicitud internacional, se llevó a cabo el examen preliminar internacional según el listado de secuencia:

- ☐ contenido en la solicitud internacional en forma escrita.
- ☐ presentada junto con la solicitud internacional en forma legible por computador.
- ☐ proporcionado subsiguientemente a esta Autoridad en forma escrita.
- ☐ proporcionado subsiguientemente a esta Autoridad en forma legible por computador.
- ☐ Se ha proporcionado la afirmación respecto a la cual el listado de secuencia escrito proporcionado subsiguientemente no va más allá de la revelación en la solicitud internacional según se registró.
- ☐ Se ha proporcionado la afirmación respecto a la cual la información registrada en forma legible por computador es idéntica al listado de secuencia escrita.

4. ☒ Las enmiendas han resultado en la cancelación de:

- ☒ la descripción, páginas NINGUNA
- ☒ las reivindicaciones, Nos. NINGUNA
- ☒ los dibujos, página/fig— NINGUNA

5. ☐ Este informe ha sido establecido como si (algunas) las enmiendas no se hubiesen hecho, ya que se ha considerado que van más allá de la revelación según se registró, como se indicó en Casilla Suplementaria (Regla 70.2 (c)).**

* Las páginas de remplazo que se han proporcionado a la Oficina que recibe en respuesta a una invitación según el Artículo 14 a las que se hace referencia en este reporte como "presentadas originalmente"

OPINION ESCRITA	Solicitud internacional No. PCT/AUS03/23544																		
V. Afirmación razonada bajo la Regla 66.2(a)(ii) respecto a novedad, nivel inventivo o aplicabilidad industrial; citaciones y explicaciones que sustentan dicha afirmación																			
1. Afirmación <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 35%; vertical-align: top;"> Novedad (N) </td> <td style="width: 35%; vertical-align: top;"> Reivindicaciones <u>5-13 y 18-48</u> </td> <td style="width: 30%; text-align: right; vertical-align: bottom;">SI</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="vertical-align: top;"> Reivindicaciones <u>1-4 y 14-17</u> </td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">NO</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top; margin-top: 10px;"> Nivel inventivo (IS) </td> <td style="vertical-align: top; margin-top: 10px;"> Reivindicaciones <u>5-13 y 18-48</u> </td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">SI</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="vertical-align: top;"> Reivindicaciones <u>1-4 y 14-17</u> </td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">NO</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top; margin-top: 10px;"> Aplicabilidad industrial (IA) </td> <td style="vertical-align: top; margin-top: 10px;"> Reivindicaciones <u>1-48</u> </td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">SI</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="vertical-align: top;"> Reivindicaciones <u>NINGUNA</u> </td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">NO</td> </tr> </table>		Novedad (N)	Reivindicaciones <u>5-13 y 18-48</u>	SI		Reivindicaciones <u>1-4 y 14-17</u>	NO	Nivel inventivo (IS)	Reivindicaciones <u>5-13 y 18-48</u>	SI		Reivindicaciones <u>1-4 y 14-17</u>	NO	Aplicabilidad industrial (IA)	Reivindicaciones <u>1-48</u>	SI		Reivindicaciones <u>NINGUNA</u>	NO
Novedad (N)	Reivindicaciones <u>5-13 y 18-48</u>	SI																	
	Reivindicaciones <u>1-4 y 14-17</u>	NO																	
Nivel inventivo (IS)	Reivindicaciones <u>5-13 y 18-48</u>	SI																	
	Reivindicaciones <u>1-4 y 14-17</u>	NO																	
Aplicabilidad industrial (IA)	Reivindicaciones <u>1-48</u>	SI																	
	Reivindicaciones <u>NINGUNA</u>	NO																	
2. CITAS Y EXPLICACIONES Las reivindicaciones 1-4 y 14-17 carecen de novedad bajo el Artículo 33(2) del PCT, al ser anticipadas por Kuznicki et al. (US 5,989,316). Kuznicki revela un absorbente ETS-4 usado para separar nitrógeno de metano (ver el título y el resumen). Los tamaños de poro reivindicados son vistos como inherentes en el ETS-4. Las reivindicaciones 5-13 y 18-48 cumplen los criterios expuestos en el Artículo 33(2)-(3) del PCT, debido a que el arte anterior no enseña o siquiera sugiere usar un enfriador de propano y etileno para enfriar antes el gas limpio de nitrógeno para un enfriador de ciclo abierto de metano usado para enfriar el gas usando una porción del gas. El arte anterior tampoco muestra la compresión de una porción del gas nitrógeno libre para ser usado por el refrigerante. Las reivindicaciones 1-48 cumplen los criterios expuestos en el Artículo 33(4) del PCT, y además poseen aplicación industrial debido a que la materia objeto reivindicada puede ser hecha o usada en la industria.																			

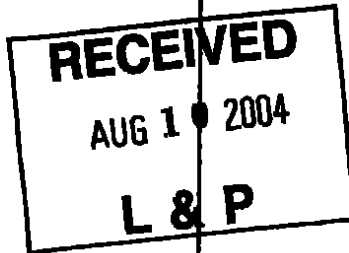
OPINION ESCRITA	Solicitud internacional No. PCT/US03/23544
Casilla Suplementaria (Para ser usada cuando el espacio en cualquier cuadro anterior no sea suficiente)	
TIEMPO LIMITE: El límite de tiempo fijado para la respuesta a una Opinión Escrita no puede ser extendido. 37 CFR 1.484(d). Cualquier respuesta recibida después de expirar el límite de tiempo fijado en la Opinión Escrita no será considerada en la preparación del Reporte de Examen Preliminar Internacional.	

INTERNATIONAL PATENT COOPERATION TREATY

401 5/11/04
 si 40
 288630-5
 HW

From the
 INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINING AUTHORITY

To:
 JOHN RICHARDS
 LADAS & PARRY
 26 WEST 61ST STREET
 NEW YORK, NY 10023



PCT

WRITTEN OPINION

(PCT Rule 66)

Applicant's or agent's file reference 34034		Date of Mailing (day/month/year) 09 AUG 2004
International application No. PCT/US03/23544		REPLY DUE within 2 months/days from the above date of mailing
International filing date (day/month/year) 29 July 2003 (29.07.2003)	Priority date (day/month/year) 12 August 2002 (12.08.2002)	
International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC IPC(7): F25J 1/00 and US Cl.: 62/613, 618, 619		
Applicant CONOCOPHILLIPS COMPANY		

1. This written opinion is the first (first, etc.) drawn by this International Preliminary Examining Authority.
2. This opinion contains indications relating to the following items:
 - I ☒ Basis of the opinion
 - II ☐ Priority
 - III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
 - IV ☐ Lack of unity of invention
 - V ☒ Reasoned statement under Rule 66.2 (a)(ii) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
 - VI ☐ Certain documents cited
 - VII ☐ Certain defects in the international application
 - VIII ☐ Certain observations on the international application

3. The applicant is hereby invited to reply to this opinion.

When? See the time limit indicated above. ~~The applicant may, before the expiration of that time limit, request this Authority to grant an extension. See rule 66.2(d).~~

How? By submitting a written reply, accompanied, where appropriate, by amendments, according to Rule 66.3. For the form and the language of the amendments, see Rules 66.8 and 66.9.

Also For an additional opportunity to submit amendments, see Rule 66.4.
 For the examiner's obligation to consider amendments and/or arguments, see Rule 66.4 bis.
 For an informal communication with the examiner, see Rule 66.6

If no reply is filed, the international preliminary examination report will be established on the basis of this opinion.

4. The final date by which the international preliminary examination report must be established according to Rule 69.2 is: 12 December 2004 (12.12.2004)

Name and mailing address of the IPEA/US Mail Stop PCT, Attn: IPEA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (703) 305-3230	Authorized officer William C Doerrler Telephone No. (703) 308-0861	<i>Shelly H. Venev</i> Paralegal Specialist Tech. Center 3700
---	--	---

WRITTEN OPINION

International application No.

PCT/US03/23544

I. Basis of the opinion

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☒ the international application as originally filed
- ☒ the description:
 pages 1-20, as originally filed
 pages NONE, filed with the demand
 pages NONE, filed with the letter of _____
- ☒ the claims:
 pages 21-26, as originally filed
 pages NONE, as amended (together with any statement) under Article 19
 pages NONE, filed with the demand
 pages NONE, filed with the letter of _____
- ☒ the drawings:
 pages 1-2, as originally filed
 pages NONE, filed with the demand
 pages NONE, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
 pages NONE, as originally filed
 pages NONE, filed with the demand
 pages NONE, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rules 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the written opinion was drawn on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in printed form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☒ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☒ the description, pages NONE
- ☒ the claims, Nos. NONE
- ☒ the drawings, sheets/fig NONE

5. ☐ This opinion has been drawn as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this opinion as "originally filed."

WRITTEN OPINION

International application No.
PCT/US03/23544

V. Reasoned statement under Rule 66.2(a)(ii) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. STATEMENT

Novelty (N)	Claims <u>5-13 and 18-48</u>	YES
	Claims <u>1-4 and 14-17</u>	NO
Inventive Step (IS)	Claims <u>5-13 and 18-48</u>	YES
	Claims <u>1-4 and 14-17</u>	NO
Industrial Applicability (IA)	Claims <u>1-48</u>	YES
	Claims <u>NONE</u>	NO

2. CITATIONS AND EXPLANATIONS

Claims 1-4 and 14-17 lack novelty under PCT Article 33(2) as being anticipated by Kuznicki et al (US 5,989,316). Kuznicki discloses an ETS-4 sorbent used for separating nitrogen from methane (see title and abstract). The pore sizes claimed are seen as inherent in ETS-4.

Claims 5-13 and 18-48 meet the criteria set out in PCT Article 33(2)-(3), because the prior art does not teach or fairly suggest using a propane and ethylene cooler to cool the nitrogen cleansed gas prior to an open cycle methane cooler used to cool the gas using a portion of the gas. The prior art also does not show the compressing of a portion of the nitrogen free gas to be used for refrigerant.

Claims 1-48 meet the criteria set out in PCT Article 33(4), and thus possess industrial applicability because the subject matter claimed can be made or used in industry.

WRITTEN OPINION

International application No.
PCT/US03/23544

Supplemental Box
(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

TIME LIMIT:

The time limit set for response to a Written Opinion may not be extended. 37 CFR 1.484(d). Any response received after the expiration of the time limit set in the Written Opinion will not be considered in preparing the International Preliminary Examination Report.

ANEXO EXPLICATIVO DE MODIFICACIONES A LAS REIVINDICACIONES

En ejercicio del derecho conferido por el Artículo 28 numeral 1 del Tratado de Cooperación en materia de Patentes PCT, atentamente me permito informar a ese Despacho que el capítulo reivindicatorio tal como fue presentado originalmente en Fase Internacional ha sido modificado.

Las modificaciones realizadas se encuentran plenamente sustentadas en la descripción de la presente invención y en este sentido, no configuran una ampliación del invento o de la divulgación contenida en la solicitud presentada.

LICUEFACCION DE GAS NATURAL CON REMOCIÓN DE NITROGENO MEJORADA

RESUMEN-OBJETO Y FINALIDAD DE LA INVENCION

Sistema de licuefacción de gas natural que emplea una zeolita absorbente (404) para remover el nitrógeno (414) a partir de gas natural pretratado (402).

LICUEFACCION DE GAS NATURAL CON REMOCIÓN DE NITROGENO MEJORADA

Esta invención está relacionada con un método y un aparato para remover el nitrógeno de las corrientes de gas natural en una planta de licuefacción de gas natural.

La licuefacción criogénica del gas natural se practica rutinariamente como un medio de convertir el gas natural en una forma más conveniente para transporte y almacenamiento. Dicha licuefacción reduce el volumen en aproximadamente 600 veces y produce un producto que puede ser almacenado y transportado a una presión cercana a la atmosférica.

Con relación a la facilidad de almacenamiento, el gas natural es usualmente transportado mediante tubería desde la fuente de suministro a un mercado distante. Es deseable operar la tubería bajo un factor de carga alto y sustancialmente constante, pero usualmente la descargabilidad o capacidad de la tubería excederá la demanda, mientras que otras veces la demanda excede la descargabilidad de la tubería. Con el fin de recortar los picos cuando la demanda excede el suministro, o los valles cuando el suministro excede la demanda, es deseable almacenar el gas de exceso de forma que pueda ser entregado cuando el suministro excede la demanda. Tal práctica permite que los futuros picos de demanda se cumplan con el material de almacenamiento. Un medio práctico para hacer esto es convertir el gas a un estado licuado para almacenamiento y luego vaporizar el líquido según lo requiera la demanda.

La licuefacción de gas natural es incluso de mayor importancia para el transporte del gas desde una fuente de suministro que está separada por grandes distancias desde el mercado candidato y una tubería que, o no está disponible o no es práctica. Esto es particularmente cierto cuando el transporte debe hacerse por buques transatlánticos. El transporte por buque en estado gaseoso generalmente no es práctico porque se requiere presurización apreciable para reducir significativamente el volumen específico del gas. Tal presurización requiere el uso de contenedores de almacenamiento más costosos.

Con el fin de almacenar y transportar gas natural en estado líquido, el gas natural es preferiblemente enfriado de -151°C a -162°C (-240°F a



-260°F) en donde el gas natural licuado (LNG) posee una presión de vapor cercana a la atmosférica. Existen numerosos sistemas en la técnica previa para la licuefacción de gas natural en los cuales el gas es licuado mediante el paso secuencial del gas a una presión elevada, a través de una pluralidad de etapas de enfriamiento, en donde el gas es enfriado a temperaturas sucesivamente menores hasta que se alcanza la temperatura de licuefacción. El enfriamiento se realiza generalmente mediante intercambio de calor con uno o más refrigerantes como propano, propileno, etano, etileno, metano, nitrógeno o combinaciones de los refrigerantes anteriores (e.g. sistemas de refrigerante mezclado). Una metodología de licuefacción que es particularmente aplicable a la invención actual emplea un ciclo de metano abierto para el ciclo de refrigeración final, en donde una corriente portadora de LNG presurizado es destilado y los vapores destilados (i.e. las corriente(s) de gas destilado) se usan posteriormente como agentes de enfriamiento, recomprimidos, enfriados, combinados con la corriente de alimentación de gas natural procesado y licuados de esta forma produciendo la corriente portadora de LNG presurizado.

En cualquier proceso de licuefacción que produce una corriente portadora de LNG presurizado, la presencia de nitrógeno es un problema debido a la solubilidad de estos componentes en LNG presurizado. Además, concentraciones elevadas de nitrógeno en el ciclo de metano abierto pueden aumentar los requerimientos de refrigeración y produce varios problemas operacionales. De esta forma, se requiere la remoción de nitrógeno en algún momento del proceso. Una metodología para dicha remoción ha sido destilar la corriente portadora de LNG presurizado y usar la(s) corriente(s) de gas destilado resultante para los propulsores (e.g., turbinas) para los compresores refrigerantes empleados en los procesos de licuefacción y/o generadores eléctricos. Sin embargo, las turbinas de gas solo pueden aceptar un rango limitado de contenido de BTU variante en el gas combustible. Por lo tanto, los esquemas convencionales para la remoción de nitrógeno de un proceso de licuefacción mediante una corriente de gas combustible puede no ser práctica cuando el contenido de BTU de la(s) corriente(s) de gas destilado es demasiado bajo comparada con un combustible que se usa para arrancar la turbina. Además, las fluctuaciones en la calidad del gas combustible atribuidas a alteraciones del proceso, pueden hacer no prácticas dichas metodologías convencionales.

Es deseable proporcionar un sistema novedoso para la remoción de nitrógeno de la corriente de gas natural en una planta de licuefacción de gas natural.

Otras ventajas de la invención serán obvias a partir de la descripción escrita y los dibujos.

En consecuencia, en una realización de la presente invención, se provee un proceso para licuar gas natural. El mejoramiento de dicho proceso comprende la remoción de nitrógeno del gas natural usando un tamiz molecular que tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.5 a aproximadamente 4.0 ángstrom.

En otra realización de la presente invención, se provee un proceso de licuefacción de gas natural que comprende los pasos de: (a) adsorber nitrógeno del gas natural, proporcionando así una corriente de gas natural baja en nitrógeno; (b) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural baja en nitrógeno en un enfriador de propano, proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de primera etapa; (c) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural enfriada de la primera etapa, proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de segunda etapa; y (d) usar al menos una porción de la corriente de gas natural enfriada de segunda etapa como un refrigerante en un ciclo de metano abierto.

En una realización adicional de la presente invención, se provee un proceso de licuefacción de gas natural que comprende los pasos de: (a) enfriar el gas natural en un enfriador de propano, proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de primera etapa; (b) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural enfriada de la primera etapa en un enfriador de etileno, proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de segunda etapa; (c) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural enfriada de la segunda etapa en un economizador de metano, proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de tercera etapa; (d) usar al menos una porción de la corriente de gas natural enfriada de tercera etapa como un refrigerante en el economizador de metano, y (e) adsorber el nitrógeno de al menos una porción del gas natural usado como

un refrigerante en el economizador de metano, proporcionando así una corriente de gas natural baja en nitrógeno.

Aún en otra realización de la presente invención, se provee un aparato para licuar gas natural. El aparato comprende un sistema de pretratamiento operable para remover al menos un contaminante del gas natural, y un sistema de remoción de nitrógeno dispuesto aguas abajo del sistema de pretratamiento, y operable para remover nitrógeno del gas natural. El contaminante removido mediante el sistema de pretratamiento es al menos un contaminante seleccionado del grupo consistente de gas ácido, agua, mercurio y combinaciones de estos. El sistema de remoción de gas natural incluye un tamiz molecular que tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.5 a aproximadamente 4.0 ángstrom.

BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

Una realización preferida de la presente invención se describe en detalle a continuación, con referencia a las figuras adjuntas, en donde:

La FIG. 1 es un diagrama de flujo simplificado de un proceso de refrigeración en cascada para la producción de LNG que emplea un ciclo de refrigeración de metano abierto;

La FIG. 2 es un diagrama de flujo simplificado de una realización preferida del sistema de remoción de nitrógeno, adecuado para remover nitrógeno del gas natural en una planta de licuefacción de gas natural.

Como se usa aquí, el término proceso de refrigeración en cascada de ciclo abierto se refiere a un proceso de refrigeración en cascada que comprende al menos un ciclo de refrigeración cerrado y un ciclo de refrigeración abierto, en donde el punto de ebullición de refrigerante/agente de enfriamiento usado en el ciclo abierto es menor que el punto de ebullición del agente o agentes refrigerantes empleados en el(los) ciclo(s) cerrado(s), y una porción del trabajo de enfriamiento para condensar el refrigerante/agente de enfriamiento comprimido del ciclo abierto es proveída por uno o más de los ciclos cerrados. En la invención actual, se usa una

corriente de metano o predominantemente metano como refrigerante/agente de enfriamiento en el ciclo abierto. Esta corriente comprende la corriente de alimentación de gas natural procesado y las corrientes de gas comprimido del ciclo de metano abierto.

El diseño de un proceso de refrigeración en cascada involucra un balance de eficiencias termodinámicas y costos de capital. En los procesos de transferencia de calor, las irreversibilidades termodinámicas son reducidas en la medida en que los gradientes de temperatura entre los fluidos de calentamiento y enfriamiento se vuelven más pequeños, pero obtener dichos gradientes de temperatura pequeños generalmente requiere aumentos significativos de la cantidad de área de transferencia de calor, modificaciones mayores a diferentes equipos de proceso y la selección apropiada de ratas de flujo a través de tales equipos con el fin de asegurar que ambas ratas de flujo y el criterio y temperaturas de salida sean compatibles con el trabajo de calentamiento/enfriamiento requerida.

Uno de los medios más eficiente y efectivo de licuefacción de gas natural es por medio de una operación tipo cascada optimizada en combinación con enfriamiento tipo expansión. Tal proceso de licuefacción comprende el enfriamiento secuencial de una corriente de gas natural a una presión elevada, por ejemplo aproximadamente 625 psia, mediante el enfriamiento secuencial de la corriente de gas pasando a través de un ciclo de propano de multi-etapas, un ciclo de etano o etileno de multi-etapas, y un ciclo de metano abierto, que usa una porción del gas de alimentación como una fuente de metano, y que incluye allí, un ciclo de expansión de multi-etapas para enfriar adicionalmente al mismo, y reducir la presión hasta presión cercana a la atmosférica. En la secuencia de los ciclos de enfriamiento, el refrigerante que tiene el punto de ebullición más alto se usa primero, seguido de un refrigerante que tiene un punto de ebullición intermedio, y finalmente de un refrigerante que tiene el punto de ebullición más bajo. Como se usa aquí, el término "enfriador de propano" denotará un sistema de enfriamiento que emplea un refrigerante que tiene un rango de ebullición igual, o similar, al del propano o propileno. Como se usa aquí, el término "enfriador de etileno" denotará un sistema de enfriamiento que emplea un refrigerante que tiene un rango de ebullición igual, o similar, al del etano o etileno. Como se usa aquí, el término "aguas arriba" y "aguas abajo"

se usará para describir las posiciones relativas de varios componentes de una planta de licuefacción de gas natural a lo largo de la ruta de flujo del gas natural a través de la planta.

Diferentes pasos de pretratamiento proveen un medio para remover componentes indeseables, tales como gases ácidos, mercaptano, mercurio, y humedad de la corriente de alimentación de gas natural entregada a la instalación. La composición de esta corriente de gas puede variar significativamente. Como se usa aquí, una corriente de gas natural es cualquier corriente que comprende principalmente metano que origina una porción mayor de una corriente de alimentación de gas natural, dicha corriente de alimentación contiene por ejemplo, al menos 85% en volumen, siendo el balance etano, hidrocarburos mayores, nitrógeno, dióxido de carbono y cantidades menores de otros contaminantes como mercurio, sulfuro de hidrógeno y mercaptano. Los pasos de pretratamiento pueden ser pasos separados localizados aguas arriba de los ciclos de enfriamiento, o localizados aguas debajo de una de las primeras etapas de enfriamiento en el ciclo inicial. La siguiente es una lista no inclusiva de algunos de los medios disponibles que están disponibles fácilmente para el experto en la técnica. Los gases ácidos y mercaptano en una menor extensión son removidos rutinariamente mediante un proceso de reacción química que emplea una solución acuosa portadora de amina. Este paso de tratamiento es realizado generalmente aguas arriba de las etapas de enfriamiento del ciclo inicial. Una porción mayor del agua es removida rutinariamente como un líquido mediante separación gas-líquido de dos fases, siguiendo la compresión y enfriamiento aguas arriba del ciclo de enfriamiento inicial, y también aguas abajo de la primera etapa de enfriamiento del ciclo de enfriamiento inicial. El mercurio es removido rutinariamente mediante lechos sorbentes de mercurio. Las cantidades residuales de agua y gases ácidos son removidas rutinariamente mediante el uso de lechos sorbentes seleccionados apropiadamente tales como tamices moleculares regenerables.

La corriente de alimentación de gas natural pretratada se entrega generalmente al proceso de licuefacción a una presión elevada o es comprimida hasta una presión elevada, siendo esa presión mayor de 3.44 MPa (500 psia), preferiblemente de aproximadamente 3.44 MPa a

aproximadamente 6.20 MPa (aproximadamente 500 psia a aproximadamente 900 psia). La temperatura de la corriente está típicamente .cerca de la ambiente a ligeramente por encima de la ambiente. En rango de temperatura representativo es de 15.5°C a 58.8°C (60°F a 138°F).

Como se anotó anteriormente, la corriente de alimentación de gas natural es enfriada en una pluralidad de ciclos o pasos de multi-etapa (por ejemplo, tres) por intercambio de calor indirecto con una pluralidad de refrigerantes, preferiblemente tres. La eficiencia global de enfriamiento para un ciclo dado mejora en la medida en que el número de etapas aumenta, pero este aumento en la eficiencia está acompañado por aumentos correspondientes en el costo de capital neto y la complejidad del producto. El gas de alimentación es preferiblemente pasado a través de un número efectivo de etapas de refrigeración, normalmente dos, preferiblemente dos a cuatro, y más preferiblemente tres etapas, en el primer ciclo de refrigeración cerrado usando un refrigerante de ebullición relativamente alta. Tal refrigerante comprende, preferiblemente, en mayor proporción propano, propileno o mezclas de estos, más preferiblemente propano, y lo más preferido, el refrigerante consiste esencialmente de propano. Posteriormente, el gas de alimentación procesado fluye a través de un número efectivo de etapas, normalmente dos, preferiblemente dos a cuatro, y más preferiblemente dos o tres, en un segundo ciclo de refrigeración cerrado, en intercambio de calor con un refrigerante que tiene un punto de ebullición más bajo. Tal refrigerante comprende, preferiblemente, en mayor proporción etano, etileno o mezclas de estos, más preferiblemente etileno, y lo más preferido, el refrigerante consiste esencialmente de etileno. Cada etapa de enfriamiento comprende una zona de enfriamiento separada. Como se notó previamente, la corriente de alimentación de gas natural procesado está combinada con una o más corrientes de reciclaje (i.e., corrientes de gas comprimido de ciclo de metano abierto) en diferentes ubicaciones en el segundo ciclo, produciendo así una corriente de licuefacción. En la última etapa del segundo ciclo de enfriamiento, la corriente de licuefacción es condensada (i.e. licuada) en mayor porción, preferiblemente en su totalidad, produciendo así una corriente presurizada portadora de LNG. Generalmente, la presión de proceso en este punto es solo ligeramente más baja que la presión del gas de alimentación pretratado a la primera etapa del primer ciclo.



Generalmente, la corriente de alimentación de gas natural contendrá tales cantidades de componentes $C_2 +$ para producir la formación de un líquido rico en $C_2 +$ en una o más de las etapas de enfriamiento. Este líquido es removido por medios de separación gas-líquido, preferiblemente uno o más separadores gas-líquido convencionales. Generalmente, el enfriamiento secuencial del gas natural en cada etapa es controlado para remover tanto C_2 e hidrocarburos de alto peso molecular como sea posible, para producir una corriente de gas predominante en metano, y una corriente líquida que contiene cantidades significativas de etano y componentes más pesados. Un número efectivo de medios de separación gas/líquido está localizado en puntos estratégicos aguas abajo de las zonas de enfriamiento para la remoción de corrientes líquidas ricas en componentes $C_2 +$. Las ubicaciones exactas y el número de medios de separación gas/líquido, preferiblemente separadores gas/líquido convencionales, dependerá de un número de parámetros de operación, tales como la composición de $C_2 +$ de la corriente de alimentación de gas natural, el contenido de BTU deseado del producto de LNG, el valor de los componentes $C_2 +$ para otras aplicaciones, y otros factores comúnmente considerados por los expertos en la técnica de planta de LNG y operación de planta de gas. La corriente o corrientes de hidrocarburos $C_2 +$ puede ser desmetanizada mediante una etapa de destilación simple o una columna de fraccionamiento. En el último caso, la corriente rica en metano resultante puede devolverse directamente a presión al proceso de licuefacción. En el primer caso, esta corriente rica en metano puede ser re-presurizada y reciclada, o se puede usar como gas combustible. La corriente o corrientes de hidrocarburo $C_2 +$ se puede usar como combustible o pueden ser procesada adicionalmente mediante fraccionamiento en una o más zonas de fraccionamiento para producir corrientes individuales ricas en constituyentes químicos específicos (ex., C_2 , C_3 , C_4 y $C_5 +$).

La corriente portadora de LNG presurizada es luego enfriada adicionalmente en un tercer ciclo o paso referidos como el ciclo de metano abierto mediante contacto en un economizador de metano principal con gases destilados (i.e., corrientes de gas destilado) generados en este tercer ciclo de una forma descrita más adelante, y mediante expansión de la corriente portadora de LNG presurizada hasta casi la presión atmosférica.

Durante esta expansión, la corriente portadora de LNG presurizada es enfriada mediante al menos uno, preferiblemente dos a cuatro, y más preferiblemente tres expansiones, en donde cada expansión emplea como un medio de reducción de presión válvulas de expansión Joule-Thomson o expansores hidráulicos. La expansión es seguida por una separación del producto gas-líquido con un separador. Cuando se usa y se opera apropiadamente un expansor hidráulico, las eficiencias mayores asociadas con la recuperación de potencia, una reducción mayor de la temperatura de la corriente, y la producción de menos vapor durante el paso de destilado frecuentemente compensará el capital más costoso y los costos de operación asociados con el expansor. En una realización, enfriamiento adicional de la corriente presurizada portadora de LNG antes de la destilación se hace posible mediante una primera destilación de una porción de esta corriente mediante uno o más expansores hidráulicos, y luego por medios de intercambio de calor indirecto usando dicha corriente de gas destilado para enfriar la porción restante de la corriente presurizada portadora de LNG antes de la destilación. La corriente de gas destilado calentada es luego reciclada devolviéndola en la ubicación apropiada, con base en las consideraciones de presión y temperatura, en el ciclo de metano abierto, y será recomprimida.

Cuando la corriente presurizada portadora de LNG, preferiblemente una corriente líquida, que entra al tercer ciclo está a una presión preferida de aproximadamente 4.134 MPa (aproximadamente 600 psia), las presiones de destilación representativas para un proceso de destilación de tres etapas son aproximadamente 1.30, 0.420 y 0.170 MPa (aproximadamente 190,61 y 24.7 psia). La destilación de la corriente presurizada portadora de LNG, preferiblemente una corriente líquida, a cerca de la presión atmosférica produce un producto de LNG que tiene una temperatura de -151°C a -162°C (-240°F a -260°F).

Lo crítico de la licuefacción del gas natural en un proceso en cascada es el uso de uno o más refrigerantes para transferir la energía calórica desde la corriente de gas natural al refrigerante, y finalmente transferir dicha energía calórica al ambiente. En esencia, el sistema de refrigeración global funciona como una bomba de calor removiendo la energía calórica desde la

corriente de gas natural en la medida en que la corriente es enfriada progresivamente a temperaturas más y más bajas.

El proceso de licuefacción puede usar uno o varios tipos de enfriamiento que incluye, pero no se limita a (a) intercambio de calor indirecto, (b) vaporización, y (c) expansión o reducción de presión. El intercambio de calor indirecto, como se usa aquí, se refiere a un proceso en donde el refrigerante enfría la sustancia a ser enfriada sin contacto físico real entre el agente refrigerante y la sustancia a ser enfriada. Ejemplos específicos de medios de intercambio de calor indirecto incluyen intercambio de calor sometido en un intercambiador de calor de coraza y tubos, un intercambiador de calor de núcleo de calderón, y un intercambiador de calor de placa de aluminio con aleación de latón con aletas. El estado físico del refrigerante y la sustancia a ser enfriada puede variar dependiendo de las demandas del sistema, y del tipo de intercambiador de calor elegido. Así, un intercambiador de coraza y tubos se usará típicamente cuando el agente refrigerante está en un estado líquido y la sustancia a ser enfriada está en un estado líquido o gaseoso, o cuando una de las sustancias sufre un cambio de fase, y las condiciones de proceso no favorecen el uso de un intercambiador de calor de núcleo de calderón. Como ejemplo, materiales preferidos de construcción para el núcleo son aluminio y aleaciones de aluminio pero tales materiales pueden no ser adecuados para usar a las condiciones de proceso designadas. Un intercambiador de calor de placa-aleta se utilizará típicamente cuando el refrigerante está en un estado gaseoso, y la sustancia a ser enfriada está en un estado líquido o gaseoso. Finalmente, el intercambiador de calor de núcleo de calderón se utilizará típicamente cuando la sustancia a ser enfriada es líquido o gas y el refrigerante sufre un cambio de fase de un estado líquido a un estado gaseoso durante el intercambio de calor.

El enfriamiento de vaporización se refiere al enfriamiento de una sustancia mediante evaporación o vaporización de una porción de la sustancia con el sistema mantenido a una presión constante. Así, durante la vaporización, la porción de la sustancia que se evapora absorbe calor de la porción de la sustancia que permanece en un estado líquido y de esta forma, enfría la porción líquida.

Finalmente, la expansión o enfriamiento de reducción de presión se refiere al enfriamiento que ocurre cuando la presión de un gas, líquido o sistema de dos fases disminuye pasándola a través de un medio de reducción de presión. En una realización, este medio de expansión es una válvula de expansión Joule-Thomson. En otra realización, el medio de expansión es un expansor hidráulico o de gas. Como los expansores recuperan energía de trabajo del proceso de expansión, las temperaturas de corriente de proceso más bajas son posibles a la expansión.

El esquema de flujo y el aparato establecido en la FIG. 1 es una realización preferida del proceso de licuefacción en cascada de ciclo abierto, y se establece para propósitos ilustrativos. Se omite a propósito en esta realización un sistema de remoción de nitrógeno porque la ubicación de dicho sistema en la planta de licuefacción puede variar dependiendo de las diferentes alimentaciones y los parámetros de operación. La FIG. 2 describe generalmente un sistema de remoción de nitrógeno adecuado para uso en el proceso de licuefacción en cascada de la FIG. 1. La discusión siguiente se dirigirá a la integración de las metodologías de proceso y aparatos asociados descritos en la FIG. 2, a la metodología de proceso y aparato descritos en la FIG. 1. Los expertos en la técnica reconocerán que las FIGS. 1 y 2 son solamente esquemáticas y por lo tanto, muchos ítems de equipo que se necesitarían en una planta comercial para operación exitosa, han sido omitidos para propósitos de claridad. Tales ítems pueden incluir, por ejemplo, controles de compresor, bombas, motores, filtros, intercambiadores de calor adicionales, controles de presión y temperatura y válvulas, etc. Estos ítems se proporcionarían según la práctica de ingeniería estándar.

Para facilitar la comprensión de las FIGS. 1 y 2, se empleó la siguiente nomenclatura de numeración. Los ítems enumerados de 1 a 99 son recipientes de proceso y equipo descritos en la FIG. 1, que están asociados directamente con el proceso de licuefacción, excluyendo los ítems asociados directamente con la remoción de nitrógeno. Los ítems enumerados de 100 a 199 corresponden a líneas de flujo o ductos descritos en la FIG. 1, que contienen metano en mayor porción. Los ítems enumerados de 200 a 299 corresponden a líneas de flujo o ductos descritos en la FIG. 1, que contienen el refrigerante etileno. Los ítems enumerados 300-399 corresponden a línea de flujo o ductos descritos en la FIG. 1, que

contienen el refrigerante propano. Los ítems enumerados 400-499 corresponden a recipientes de proceso, equipos y líneas de flujo o ductos descritos en la FIG. 2.

Refiriéndose a la FIG. 1, una corriente de alimentación de gas natural, como se describió anteriormente, entra al ducto 100 desde una tubería de gas natural. En un compresor de entrada 102, el gas natural es comprimido y el aire es enfriado de forma que el gas natural existente en el compresor 102 tiene una presión generalmente en el rango de aproximadamente 3.44 MPa a aproximadamente 5.51 MPa (aproximadamente 500 psia a aproximadamente 800 psia) y una temperatura generalmente en el rango de aproximadamente 23.8°C a aproximadamente 79.4°C (aproximadamente 75°F a aproximadamente 175°F). Luego el gas natural fluye a una unidad de remoción de gas ácido (e.g., Diglicol Amina) para remover gases ácidos como CO₂ y H₂S. Preferiblemente, la unidad de remoción de gas ácido 106 es operable para remover CO₂ por debajo o de menos de 50 ppmv y H₂S por debajo o menos de 2 ppmv. Después de la remoción de gas ácido, el gas natural es transferido, mediante un ducto 108, a una unidad de deshidratación 110 que es operable para remover sustancialmente toda el agua del gas natural. El gas natural secado puede luego pasarse a un sistema de remoción de mercurio 114 por el ducto 112. El sistema de remoción de mercurio 114 emplea preferiblemente, al menos un recipiente de lecho fijo que contiene azufre impregnado de carbón activado para remover el mercurio del gas natural.

El gas natural pretratado resultante es introducido al sistema de licuefacción a través del ducto 116. Propano gaseoso es comprimido en el compresor multi-etapas 18 accionado por un propulsor de turbina de gas que no está ilustrado. Estas tres etapas preferiblemente forman una unidad simple aunque estas pueden ser unidades separadas acopladas mecánicamente juntas para ser accionadas por un propulsor simple. A la compresión, el propano comprimido es pasado a través del ducto 300 al enfriador 20, en donde es licuado. Una presión y temperatura representativa del refrigerante propano licuado antes de la destilación es de aproximadamente 46.6°C y aproximadamente 1.31 MPa (aproximadamente 116°F y aproximadamente 190 psia). Aunque no se ilustra en la FIG. 1, es preferible que un recipiente de separación sea ubicado aguas abajo del

enfriador 20 y aguas arriba de la válvula de expansión 12 para la remoción de los componentes residuales livianos del propano licuado. Tales recipientes pueden comprender un separador gas líquido de etapa simple o puede ser más sofisticado y comprender una sección de acumulador, una sección de condensador y una sección de absorbedor, los últimos dos de los cuales pueden ser operados continuamente o llevarse periódicamente en línea para remover los componentes residuales livianos del propano. La corriente de este recipiente o la corriente del enfriador 20, según sea el caso, se pasa a través del ducto 302 a un medio de reducción de presión, como una válvula de expansión 12, en donde la presión del propano licuado se reduce por la evaporación o destilación de una porción de este. El producto de dos fases resultante luego fluye a través del ducto 304 a un enfriador de propano de etapa alta 2, para intercambio de calor indirecto con refrigerante metano gaseoso introducido por el ducto 174, alimentación de gas natural introducida por el ducto 116, y refrigerante etileno gaseoso introducido por el ducto 202 mediante los medios de intercambio de calor indirectos 4, 6 y 8, produciendo así corrientes de gas enfriado respectivamente transportados por los ductos 176, 118 y 204.

El gas propano destilado del enfriador 2 es regresado al compresor 18 a través del ducto 306. Este gas es alimentado al puerto de entrada de alta etapa del compresor 18. El propano líquido restante es pasado a través del ducto 308, la presión es reducida adicionalmente pasándolo a través de un medio de reducción de presión, ilustrado como válvula de expansión 14, en donde una porción adicional del propano licuado es destilado. La corriente de dos fases resultante es luego alimentada al enfriador 22 a través del ducto 310 proporcionando así un refrigerante para el enfriador 22.

La corriente de alimentación de gas natural enfriada del enfriador 2 fluye por el ducto 118 hasta un recipiente de extracción 10, en donde las fases gas y líquido son separadas. La fase líquida, que es rica en componentes C3+ es removida por el ducto 120. La fase gaseosa es removida por el ducto 122 y se transporta al enfriador de propano 22. Refrigerante etileno es introducido al enfriador 22 por el ducto 204. En el enfriador, la corriente de gas natural procesado y la corriente de refrigerante etileno son respectivamente enfriadas por los medios de intercambio de calor indirectos 24 y 26, produciendo así una corriente de gas natural

procesada enfriada y una corriente de refrigerante etileno por los ductos 124 y 206. La porción así evaporada del refrigerante propano es separada y pasada a través del ducto 311 a la entrada de etapa media del compresor 18. El propano líquido es pasado por el ducto 312, la presión es reducida adicionalmente pasándolo a través de un medio de reducción de presión, ilustrado como válvula de expansión 16, en donde una porción adicional de propano licuado es destilada. La corriente de dos fases resultante es luego alimentada al enfriador 28 a través del ducto 314 proporcionando así refrigerante al enfriador 28.

Como se ilustra en la FIG. 1, la corriente de gas natural procesada enfriada fluye desde el enfriador de propano de etapa media 22 al enfriador/condensador de propano de etapa baja 28 por el ducto 124. En este enfriador, la corriente es enfriada por medios de intercambio de calor indirectos 30. En forma similar, la corriente de etileno refrigerante fluye desde el enfriador de propano de etapa media 22 al enfriador/condensador de propano de etapa baja 28 por el ducto 206. En el último, el refrigerante etileno es condensado por medios de intercambio de calor indirectos 32 en casi su totalidad. El propano vaporizado es removido del enfriador/condensador de propano de etapa baja 28 y devuelto a la entrada de etapa baja al compresor 18 por el ducto 320. Aunque la FIG. 1 ilustra el enfriamiento de las corrientes proveídas por los ductos 124 y 206 para que ocurra en el mismo recipiente, el enfriamiento de la corriente 124 y el enfriamiento y condensación de la corriente 206 puede respectivamente tener lugar en recipientes de proceso separados (ej., un enfriador separado y un condensador separado, respectivamente). En una realización alternativa de la presente invención, la unidad de deshidratación 110 y el sistema de remoción de mercurio 114 pueden ser ubicados aguas debajo del enfriador de etapa alta 2, y aguas arriba del enfriador de etapa intermedia 22. En ciertas instancias, el enfriamiento del gas natural en el enfriador 2 antes de la remoción de agua y mercurio facilita dicha remoción.

Como se ilustra en la FIG. 1, una porción de la corriente de gas del ciclo de metano abierto, enfriada, comprimida, es proveída por el ducto 178, combinada con la corriente de gas natural procesado que sale del enfriador de propano de etapa baja por el ducto 126, formando así una corriente de licuefacción, y esta corriente es luego introducida al enfriador de etileno de

etapa alta 42 por el ducto 128. El refrigerante etileno sale del enfriador de propano de etapa baja 28 por el ducto 208 y es alimentado a un recipiente de separación 37, en donde los componentes livianos son removidos por el ducto 209 u el etileno condensado es removido por el ducto 210. El recipiente de separación es análogo al discutido anteriormente para la remoción de componentes livianos del refrigerante propano licuado, y puede ser un separador gas/líquido de etapa simple o puede ser una operación de etapa múltiple que produce una mayor selectividad de los componentes livianos removidos del sistema. El refrigerante etileno en este punto del proceso está generalmente a una temperatura de aproximadamente -31°C (aproximadamente -24°F) y una presión de aproximadamente 1.96 MPa (aproximadamente 285 psia). El etileno refrigerante por el ducto 210 fluye luego al economizador de etileno principal 34, en donde es enfriado por medios de intercambio de calor indirectos 38 y es removido por el ducto 211 y es pasado a un medio de reducción de presión como una válvula de expansión 40, en donde el refrigerante es destilado a una temperatura y presión preseleccionadas, y es alimentado al enfriador de etileno de etapa alta 42 por el ducto 212. El vapor es removido de este enfriador por el conducto 214 y enviado al economizador de etileno principal 34, en donde el vapor funciona como un refrigerante mediante un medio de intercambio de calor indirecto 46. El vapor de etileno es luego removido del economizador de etileno por el ducto 216 y alimentado a la entrada de etapa alta en el compresor de etileno 48. El etileno refrigerante que no es vaporizado en el enfriador de etileno de etapa alta 42 es removido por el ducto 218 y regresado al economizador de etileno principal 34 para enfriamiento adicional mediante intercambio de calor indirecto 50, removido del economizador de etileno principal por el ducto 220 y destilado en un medio de reducción de presión ilustrado como válvula de expansión 52, en donde el producto de dos fases resultante es introducido en el enfriador de etileno de etapa baja 54 por el ducto 222. La corriente de licuefacción es removida del enfriador de etileno de etapa alta 42 por el ducto 130, y es alimentada directamente al enfriador de etileno de etapa baja 54, en donde se somete a enfriamiento adicional y condensación parcial por un medio de intercambio de calor indirecto 56. La corriente de dos fases resultante luego fluye por el ducto 132 a un separador de dos fases 60 del cual se produce una corriente de vapor rico en metano por el ducto 136 y el ducto 134, una corriente líquida rica en componentes C_2+ que es posteriormente destilada y

fraccionada en el recipiente 67, produciendo así, por el ducto 139, una corriente de pesados y una segunda corriente rica en metano que es transferida por el ducto 140, y después de combinarla con una segunda corriente por el ducto 150, es alimentada al puerto de entrada de alta presión en el compresor de metano 83.

La corriente en el ducto 136 y una corriente de gas comprimida del ciclo de metano abierto proveída por el ducto 180 son combinadas y alimentadas por el ducto 138 al condensador de etileno de etapa baja 68, en donde esta corriente intercambia calor por un medio de intercambio de calor indirecto 70 con el líquido efluente del enfriador de etileno de etapa baja 54, que es enviado al condensador de etileno de etapa baja 68 por el ducto 226. En el condensador 68, las corrientes combinadas son condensadas y el producido del condensador 68 por el ducto 142 es una corriente portadora de LNG presurizada. El vapor del enfriador de etileno de etapa baja 54 por el ducto 224, y del condensador de etileno de etapa baja 68 por el ducto 228, son combinados y enviados por el ducto 230 al economizador de etileno principal 34, en donde el vapor funciona como un refrigerante por un medio de intercambio de calor indirecto 58. La corriente es luego enviada por el ducto 232 desde el economizador de etileno principal 34 al lado de etapa baja del compresor de etileno 48. Como se nota en la FIG. 1, el efluente del compresor del vapor introducido por el lado de la etapa baja es removido por el ducto 234, enfriado por un enfriador inter-etapa 71 y regresado al compresor 48 por el ducto 236 para inyección con la corriente de etapa alta presente en el ducto 216. Preferiblemente, las dos etapas son un módulo simple, aunque pueden ser cada una un módulo separado, y los módulos mecánicamente acoplados a un propulsor común. El producto de etileno comprimido del compresor es enviado a un enfriador aguas abajo 72 por el ducto 200. El producto del enfriador fluye por el ducto 202 y es introducido, como se discutió anteriormente, al enfriador de propano de etapa alta 2.

La corriente portadora de LNG presurizada, preferiblemente una corriente líquida en su totalidad, en el ducto 142 está generalmente a una temperatura de aproximadamente -87°C y 4.24 MPa (aproximadamente -125°F y aproximadamente 615 psia). Esta corriente pasa por el ducto 142 a través del economizador de metano principal 74, en donde la corriente es enfriada adicionalmente por un medio de intercambio de calor indirecto 76

como se explica de aquí en adelante. Desde el economizador de metano principal 74, la corriente portadora de LNG presurizada pasa a través del ducto 144 y su presión es reducida por un medio de reducción de presión que es ilustrado como válvula de expansión 78, que por supuesto evapora o destila una porción de la corriente de gas, generando así una corriente de gas destilado. La corriente destilada es luego pasada al tambor de destilación de etapa alta de metano 80, en donde es separado en una corriente de gas destilado descargada a través del ducto 145, y una corriente de fase líquida (i.e., corriente portadora de LNG presurizada) descargada a través del ducto 152. La corriente de gas destilado es luego transferida al economizador principal de metano por el ducto 148, en donde la corriente funciona como un refrigerante por un medio de intercambio de calor indirecto 82. La corriente de gas destilado (i.e., corriente de gas destilado calentada) sale del economizador de metano principal por el ducto 150, en donde es combinada con una corriente de gas entregada por el ducto 140. Estas corrientes son luego alimentadas al lado de baja presión de la etapa de alta presión del compresor 83. La fase líquida en el ducto 152 es pasada a través de un segundo economizador de metano 87, en donde el líquido es enfriado adicionalmente por un medio de intercambio de calor indirecto 88 por una corriente de gas destilado aguas abajo. El líquido enfriado sale del segundo economizador de metano 87 por el ducto 154 y es expandido o destilado por un medio de reducción de presión ilustrado como válvula de expansión 91, para reducir adicionalmente la presión, y al mismo tiempo evaporar una segunda porción de este. Esta corriente de gas destilado es luego pasada al tambor de destilación de metano de etapa intermedia 92, en donde la corriente es separada en una corriente de gas destilado a través del ducto 158 y una corriente de fase líquida que pasa a través del ducto 156. La corriente de gas destilado fluye a través del ducto 158 a un segundo economizador de metano 87, en donde el gas enfría el líquido introducido a 87 por el ducto 152 por un medio de intercambiador de calor indirecto 89. El ducto 160 sirve como un ducto de flujo entre el medio de intercambio de calor indirecto 89, en el segundo economizador de metano 87, y el medio de intercambio de calor indirecto 95 en el economizador de metano principal 74. La corriente de gas destilado calentada sale del economizador de metano principal 74 por el ducto 162 que está conectado a la entrada del lado de baja presión de la etapa intermedia del compresor de metano 83. La fase líquida que sale del tambor de destilación de etapa intermedia 92 por el

ducto 156 es reducida adicionalmente en presión, preferiblemente a aproximadamente 25 psia, pasándola a través de un medio de reducción de presión ilustrada como una válvula de expansión 93. De nuevo, una tercera porción del gas licuado es evaporada o destilada. Los fluidos de la válvula de expansión 93 son pasados al tambor de destilación de etapa final o baja 94. En el tambor de destilación 94, una fase de vapor es separada como una corriente de gas destilado y es pasada a través del ducto 166 al segundo economizador de metano 87, en donde la corriente de gas destilado funciona como un refrigerante por un medio de intercambio de calor indirecto 90, sale del segundo economizador de metano por el ducto 168 que está conectado al primer economizador de metano 74, en donde la corriente de gas destilado funciona como un refrigerante por un medio de intercambio de calor indirecto 96, y finalmente deja el primer economizador de metano por el ducto 170 que está conectado al lado de baja de la etapa de baja presión del compresor 83. El producto de gas natural licuado (i.e., la corriente de LNG) del tambor de destilación 94, que está aproximadamente a presión atmosférica es pasado a través del ducto 164 a la unidad de almacenamiento. La baja presión, baja la temperatura de ebullición del vapor de GNL de la unidad de almacenamiento, es preferiblemente recuperada combinando tal corriente con los gases destilados de baja presión presente en los ductos 166, 168 o 170; el ducto deseado se basa en un deseo de emparejar las temperaturas de corriente de gas tan cerca como sea posible.

Como se muestra en la FIG. 1, las etapas alta, media y baja del compresor 83 son preferiblemente combinadas como una unidad simple. Sin embargo, cada etapa puede existir como una unidad separada en donde las unidades están acopladas mecánicamente juntas para ser accionadas por un propulsor simple. El gas comprimido de la sección de etapa baja pasa a través de un enfriador de inter-etapa 85 y es combinado con el gas de presión intermedia en el ducto 162 antes de la segunda etapa de compresión. El gas comprimido de la etapa media del compresor 83 es pasado a través de un enfriador inter-etapa 84 y es combinado con el gas de alta presión provuelto por los ductos 140 y 150 antes de la tercera etapa de compresión. El gas comprimido (i.e., corriente de gas comprimido del ciclo de metano abierto) es descargado del compresor de metano de etapa alta a través del ducto 172, es enfriado en el enfriador 86 y es enviado al enfriador

de propano de alta presión 2 por el ducto 174 como se discutió anteriormente. La corriente es enfriada en el enfriador 2 por un medio de intercambio de calor indirecto 4 y fluye al economizador de metano principal por el ducto 176. Como se usa aquí y se anotó previamente, el compresor también se refiere a cada etapa de compresión y cualquier equipo asociado con el enfriamiento entre etapas.

Como se ilustra en la FIG. 1, la corriente de gas comprimido del ciclo de metano abierto del enfriador 2 que entra al economizador de metano principal 74 se somete a enfriamiento en su totalidad fluyendo por un medio de intercambio de calor indirecto 97. Una porción de esta corriente enfriada es luego removida por el ducto 178 y combinada con la corriente de alimentación de gas natural procesado, aguas arriba de la primera etapa (i.e., alta presión) de enfriamiento de etileno. La porción restante de esta corriente enfriada se somete a enfriamiento adicional por un medio de transferencia de calor indirecto 98 en el economizador de metano principal, y es producido allí por el ducto 180. Esta corriente es combinada con la corriente combinada citada anteriormente en un punto aguas arriba de la etapa final (i.e. baja presión) de enfriamiento de etileno, y esta corriente de licuefacción es luego sometida a licuefacción en mayor porción en el condensador de etileno 68 por medio del flujo directo a través de un medio de intercambio de calor indirecto 70.

Ahora con referencia a la FIG. 2, un sistema de remoción de nitrógeno 400 es operable para remover nitrógeno desde una alimentación que contiene nitrógeno que entra a través de un ducto de alimentación 402. La alimentación del ducto 402 inicialmente entra a una columna de adsorción 404 que contiene un adsorbente de zeolita selectivo de nitrógeno. De la parte superior de la columna 404, un producto rico en metano y bajo en N_2 es recuperado, comprimido en un compresor de producto 406, y descargado desde el sistema de remoción de nitrógeno 400 por un ducto de producto 408. Del fondo de la columna 404, una corriente de desecho rica en N_2 es recuperada y comprimida en un compresor 410. La corriente de desecho rica en N_2 es luego conducida a una columna de adsorción 412 que contiene un adsorbente selectivo de metano. De la parte superior de la columna 412, una corriente de desecho de N_2 purificada es recuperada y descargada del sistema de remoción de nitrógeno 400 por el ducto 414. Del fondo de la

columna 412, una corriente de metano de reciclaje es recuperada, comprimida en un compresor 416, y reciclada al ducto de alimentación 402 mediante un ducto de reciclaje 418. En una configuración opcional, un combustible de baja presión se puede recuperar de la parte superior de la columna 404 y ser transportado fuera del sistema de remoción de nitrógeno por el ducto 420.

El adsorbente selectivo de nitrógeno usado en la columna de adsorción 404 comprende preferiblemente una zeolita que tiene un tamaño de poro que está en el rango de aproximadamente 3.5 a aproximadamente 4.0 ángstrom, más preferiblemente en el rango de aproximadamente 3.6 a aproximadamente 3.8 ángstrom, aún mas preferiblemente en el rango de 3.65 a 3.75 ángstrom, y lo más preferido de aproximadamente 3.7 ángstrom. La zeolita del adsorbente selectiva de nitrógeno es preferiblemente un tamiz molecular de silicato de titanio cristalino, identificado en términos de relaciones molares de óxidos de la siguiente forma:



en donde M es al menos un catión que tiene una valencia n, y es de 1.0 a 100, y z es de 0 a 100. Preferiblemente, la zeolita del adsorbente selectivo de nitrógeno es seleccionada del grupo consistente de ETS-4, BaETS-4, CTS-1 y mezclas de estos. La ETS-4 está descrita en detalle en la Patente US No. 4,938,939, cuya revelación entera está incorporada aquí para referencia. La BaETS-4 está descrita en detalle en la Patente US No. 5,989,316, cuya revelación entera está incorporada aquí para referencia. La CTS-1 está descrita en detalle en la Patente US No. 6,315,817, cuya revelación entera está incorporada aquí para referencia.

La zeolita del adsorbente selectivo de nitrógeno usado en la columna de adsorción 404 puede ser incorporada con otro material resistente a temperaturas y otras condiciones usadas en la columna 404. Tales materiales incluyen materiales inorgánicos como arcillas, sílice, y/u óxidos de metal. Los últimos pueden encontrarse naturalmente o en forma de precipitados gelatinosos o geles, incluyendo mezclas de sílice y óxidos de metales. Normalmente, los materiales cristalinos han sido incorporados en arcillas que se encuentran naturalmente, e.g., bentonita y caolín, para

mejorar la resistencia a la compresión del adsorbente a condiciones de operación comerciales. Estos materiales, i.e., arcillas, óxidos, etc., funcionan como aglutinantes para el adsorbente. Es deseable proveer un adsorbente que tenga buena resistencia a la compresión porque el adsorbente puede estar sujeto a manipulación brusca que tiene a romper el adsorbente en materiales tipo polvo que producen problemas en el procesamiento. Estos aglutinantes de arcilla han sido empleados con el fin de mejorar la resistencia a la compresión del adsorbente.

Las arcillas que se encuentran naturalmente que pueden estar compuestas del silicato de titanio cristalino descrito aquí, incluyen esmectita, paligorsquita, y familias de caolines, cuyas familias incluyen las montmorilonitas tales como sub-bentonitas, atapulguita y los caolines en los cuales el constituyente principal es haloisita, caolinita, dicktita, nacrita o anauxita. Dichas arcillas se pueden usar en estado natural como se obtienen originalmente de la mina o sometidas inicialmente a calcinación, tratamiento ácido o modificación química. Además de los materiales anteriores, el silicato de titanio cristalino puede estar compuesto de un material de matriz porosa como sílice-alúmina, sílice-magnesio, sílice-zirconio, sílice-torio, sílice-berilio, sílice-titanio, así como composiciones ternarias tales como sílice-alúmina-torio, sílice-alúmina-zirconio, sílice-alúmina-magnesia y sílice-magnesia-zirconio. La matriz puede ser en forma de un cogel. Las proporciones relativas de la zeolita y el óxido de metal inorgánico puede variar ampliamente con el contenido de zeolita variando de aproximadamente uno a aproximadamente 99 por ciento en peso, y más usualmente en el rango de aproximadamente 80 a aproximadamente 90 por ciento en peso del compuesto.

El adsorbente selectivo de metano empleado en la columna de adsorción 412 comprende preferiblemente una zeolita de aluminosilicato cristalina (e.g., 13X) o una zeolita X de alto aluminio que tiene una relación sílice-a-aluminio de aproximadamente uno a un adsorbente amorfo (e.g., sílica gel o carbono). El adsorbente de metano más preferido es carbono.

La adsorción realizada en las columnas 404 y 412 se puede llevar a cabo mediante virtualmente cualquier proceso de adsorción conocido, como por ejemplo, adsorción de cambio de presión (PSA), cambio térmico, purga

de desplazamiento, purga no adsorbible (i.e., reducción de presión parcial). Sin embargo, el proceso de la presente invención se puede realizar ventajosamente usando un ciclo de cambio de presión. Los ciclos de cambio de presión son bien conocidos en la técnica. Se prefiere que la adsorción en la columna 404 sea PSA de "velocidad" que aprovecha las velocidades de adsorción diferentes de nitrógeno y metano, por el adsorbente selectivo de nitrógeno. Preferiblemente, el adsorbente selectivo de nitrógeno empleado en la columna 404 absorberá nitrógeno a una velocidad que es de cinco a 25 veces más rápida que la velocidad a la cual adsorbe metano. Durante la adsorción en la columna 404, se prefiere que la temperatura en la columna 404 sea mantenida en el rango de aproximadamente -45°C a aproximadamente 37.7°C (aproximadamente -50° a aproximadamente 100°F), más preferiblemente de -17.7°C a 21.1°C (0° a 70°F). La presión de adsorción en la columna 404 está preferiblemente en el rango de aproximadamente 137 kPa a aproximadamente 13.78 MPa (aproximadamente 20 psia a aproximadamente 2,000 psia), más preferiblemente de aproximadamente 689 kPa a aproximadamente 10.33 MPa (aproximadamente 100 psia a aproximadamente 1,500 psia), y lo más preferido de 3.44 MPa a 6.89 MPa (500 psia a 1,000 psia). Durante la desorción en la columna 404, la temperatura puede ser mantenida en el rango descrito anteriormente. Sin embargo, durante la desorción de nitrógeno en la columna 404, se prefiere que la presión en la columna sea menos de la mitad de la presión de adsorción, preferiblemente menos del 20 por ciento de la presión de adsorción. La presión de desorción está preferiblemente en el rango de aproximadamente 6.89 kPa a aproximadamente 1.03 MPa (aproximadamente un psia a aproximadamente 150 psia), más preferiblemente de aproximadamente 34 kPa a aproximadamente 344 kPa (aproximadamente cinco psia a aproximadamente 50 psia), y lo más preferido de 34 kPa a 172 kPa (cinco psia a 25 psia).

Durante la adsorción de metano en la columna 412, se prefiere que la temperatura en la columna 412 sea mantenida en el rango de aproximadamente -34.4°C a aproximadamente 60°C (aproximadamente -30° a aproximadamente 140°F), más preferiblemente de 21.1°C a 48.8°C (70° a 120°F). La presión de adsorción en la columna 412 se mantiene preferiblemente en el rango de aproximadamente 6.89 kPa a

aproximadamente 1.37 MPa (un psia a aproximadamente 200 psia), más preferiblemente de 34.4 kPa a 413 kPa (cinco a 60 psia).

Con referencia a las FIG. 1 y 2 en combinación, el sistema de remoción de nitrógeno 400, mostrado en la FIG. 2, se puede emplear ventajosamente en uno o más puntos seleccionados del sistema de licuefacción de gas natural mostrado en la FIG. 1, para remover el nitrógeno del gas natural pretratado. El sistema de remoción de nitrógeno 400 se dispone preferiblemente aguas abajo de la unidad de remoción de gas ácido 106, y aguas arriba del puerto de entrada de alta presión del compresor de metano 83. De esta forma, el ducto de alimentación 402 y el ducto de producto 408 del sistema de remoción de nitrógeno 400 pueden estar acoplados fluidamente a uno, o cualquier combinación de los ductos 108, 112, 116, 118, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 136, 138, 142, 144, 146, 148 y 150. Se prefiere que el sistema de remoción de nitrógeno 400 esté dispuesto aguas abajo de la unidad de remoción de gas ácido 106, para evitar la adsorción de gases ácidos (particularmente H_2S o CO_2) presentes en la alimentación de N_2 alto, conducido al sistema de remoción de nitrógeno 400. Se prefiere que el sistema de remoción de nitrógeno 400 está dispuesto aguas arriba del puerto de entrada de alta presión del compresor de metano 83 porque la temperatura y presión del gas natural (vapor o líquido) aguas abajo del puerto de entrada de alta presión del compresor de metano 83 son menores que las ideales para la adsorción de nitrógeno en la columna de adsorción 404.

Más preferiblemente, el sistema de remoción de nitrógeno 400 está ubicado aguas abajo del sistema de remoción de mercurio 114. Tal configuración permite que los gases ácidos, agua y/o mercurio sean removidos de la alimentación de gas natural antes de la remoción de nitrógeno, eliminando así las ineficiencias de remoción causadas por la co-adsorción de dichos contaminantes. Así, puede ser particularmente ventajoso disponer el sistema de remoción de nitrógeno 400 en el ducto 116. Otra ubicación particularmente ventajosa para el sistema de remoción de nitrógeno 400 es el ducto 150. Dicha ubicación puede ser ventajosa porque la concentración de nitrógeno en el gas natural en este punto es sustancialmente mayor que en ubicaciones aguas arriba. Así, menos fluido

necesitaría ser procesado en el sistema de remoción de nitrógeno 400 si este estuviera dispuesto en el ducto 150.

En una realización alternativa de la presente invención, el sistema de remoción de nitrógeno 400 se puede usar para remover simultáneamente CO₂ y nitrógeno del gas natural. Si se desea dicha configuración, la unidad de remoción de gas ácido 106 puede ser eliminada, mientras que la alimentación de gas natural que entra al ducto 100 no contenga sustancialmente (o niveles permisiblemente bajos de) gases ácidos diferentes a CO₂ (e.g., H₂S). Si la alimentación de gas natural que entra al ducto 100 contiene niveles altos indeseables de gases ácidos diferentes a CO₂, se debe usar la unidad de remoción de gas ácido 106, pero se prefiere usar un solvente de amina que sea selectivo para gases ácidos diferentes a CO₂ en la unidad de remoción de gas ácido 106.

Las formas preferidas de la invención descritas anteriormente se usan solamente para ilustración, y no se deben usar en un sentido limitante para interpretar el alcance de la presente invención. Modificaciones obvias a las realizaciones ejemplo, establecidas anteriormente, pueden ser hechas fácilmente por los expertos en la técnica sin apartarse del espíritu de la presente invención.

Por medio de la presente los inventores declaran su intención de basarse en la Doctrina de Equivalentes para determinar y evaluar el alcance razonablemente justo de la presente invención según concierne a cualquier aparato que no se aparta materialmente, pero fuera del alcance literal de la invención como se establece en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para licuar gas natural, que comprende:
 - (a) remover nitrógeno del gas natural usando un tamiz molecular que tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.5 a aproximadamente 4.0 ángstrom.
 - (b) usar al menos una porción del gas natural como un refrigerante en un economizador de metano; y
 - (c) aguas abajo del tamiz molecular, comprimir al menos una porción del gas natural usado como un refrigerante.
2. Un proceso según la reivindicación 1, paso (a) que incluye la adsorción del nitrógeno con el tamiz molecular.
3. Un proceso según la reivindicación 2, y
 - (d) desorción del nitrógeno del tamiz molecular.
4. Un proceso según la reivindicación 3, y
Siendo los pasos (a) y (b) de un proceso de adsorción de cambio de presión.
5. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y
 - (e) aguas arriba del tamiz molecular, remover un gas ácido del gas natural.
6. Un proceso según cualquier reivindicación anterior, y
 - (f) aguas arriba del tamiz molecular, remover el agua del gas natural.
7. Un proceso según cualquier reivindicación anterior, y
 - (g) aguas arriba del tamiz molecular, remover el mercurio del gas natural.

8. Un proceso según cualquier reivindicación anterior; y
(h) aguas abajo del tamiz molecular, enfriar el gas natural en un enfriador de etileno.
9. Un proceso según cualquier reivindicación anterior; y
(i) aguas abajo del tamiz molecular, enfriar el gas natural en un enfriador de propano.
10. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1-7 anteriores; y
(j) aguas arriba del tamiz molecular, enfriar el gas natural en un enfriador de propano.
11. Un proceso según la reivindicación 10; y
(k) aguas arriba del tamiz molecular, enfriar el gas natural en un enfriador de etileno.
12. Un proceso según la reivindicación 11; y
(l) aguas arriba del tamiz molecular, enfriar el gas natural en un economizador de metano.
13. Un proceso según cualquier reivindicación anterior;
dicho tamiz molecular tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.6 a aproximadamente 3.8 ángstrom.
14. Un proceso según la reivindicación 13;
dicho tamiz molecular tiene un tamaño de poro en el rango de 3.65 a 3.75 ángstrom.
15. Un proceso según cualquier reivindicación anterior;
dicho tamiz molecular es una zeolita de silicato de titanio.
16. Un proceso según la reivindicación 15;
Siendo dicha zeolita seleccionada del grupo consistente de ETS-4, BaETS-4, CTS-1 y combinaciones de estos.
17. Un proceso de licuefacción de gas natural que comprende los pasos de:

(a) adsorber nitrógeno del gas natural, proporcionando así una corriente de gas natural baja en nitrógeno;

(b) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural baja en nitrógeno en un enfriador de propano, proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de primera etapa;

(c) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural enfriada de la primera etapa en un enfriador de etileno, proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de segunda etapa; y

(d) usar al menos una porción de la corriente de gas natural enfriada de segunda etapa como un refrigerante en un ciclo de metano abierto.

18. Un proceso según la reivindicación 17,

Realizando dicha adsorción usando una zeolita que tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.5 a aproximadamente 4.0 ángstrom.

19. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 17-18 anteriores, y

(e) aguas arriba de la zeolita, pretratar el gas natural para remover al menos un contaminante que interfiere con la habilidad de la zeolita para adsorber nitrógeno.

20. Un proceso según la reivindicación 19,

dicho al menos un contaminante es seleccionado del grupo consistente de sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono, agua, mercurio y combinaciones de estos.

21. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 17-20 anteriores,

dicha zeolita tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.6 a aproximadamente 3.8 ángstrom.

22. Un proceso según la reivindicación 19; y

- (f) aguas arriba de la zeolita, remover el mercurio del gas natural.
23. Un proceso según la reivindicación 22; y
- (g) aguas arriba de la zeolita, remover al menos un gas ácido del gas natural.
24. Un proceso según la reivindicación 23; y
- (h) aguas arriba de la zeolita, remover el agua del gas natural.
25. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 17-24 anteriores, dicha zeolita tiene un tamaño de poro en el rango de 3.65 a 3.75 ángstrom, siendo dicha zeolita una zeolita de silicato de titanio.
26. Un proceso de licuefacción de gas natural que comprende los pasos de:
- (a) enfriar el gas natural en un enfriador de propano, proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de primera etapa;
- (b) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural enfriada de la primera etapa en un enfriador de etileno, proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de segunda etapa;
- (c) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural enfriada de la segunda etapa en un economizador de metano, proporcionando así una corriente de gas natural enfriada, de tercera etapa;
- (d) usar al menos una porción de la corriente de gas natural enfriada de tercera etapa como un refrigerante en el economizador de metano, y
- (e) adsorber el nitrógeno de al menos una porción del gas natural usado como un refrigerante en el economizador de metano, proporcionando así una corriente de gas natural baja en nitrógeno.
27. Un proceso según la reivindicación 26,

Realizando dicha adsorción usando una zeolita que tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.5 a aproximadamente 4.0 ángstrom.

28. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 26-27 anteriores; y

(f) comprimir al menos una porción de la corriente de gas natural baja en nitrógeno, proporcionando así una corriente de gas natural comprimida.

29. Un proceso según la reivindicación 28; y

(g) enfriar al menos una porción de la corriente de gas natural comprimida en el enfriador de propano.

30. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 26-29 anteriores; y

(h) aguas arriba de la zeolita, pretratar el gas natural para remover al menos un contaminante que interfiere con la habilidad de la zeolita para adsorber nitrógeno.

31. Un proceso según la reivindicación 30,

dicho al menos un contaminante es seleccionado del grupo consistente de sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono, agua, mercurio y combinaciones de estos.

32. Un proceso según la reivindicación 31,

dicha zeolita tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.6 a aproximadamente 3.8 ángstrom.

33. Un proceso según la reivindicación 29; y

(i) aguas arriba de la zeolita, remover el mercurio del gas natural.

34. Un proceso según la reivindicación 33; y

(j) aguas arriba de la zeolita, remover al menos un gas ácido del gas natural.

35. Un proceso según la reivindicación 34; y

- (k) aguas arriba de la zeolita, remover el agua del gas natural.
36. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 26-35 anteriores, dicha zeolita tiene un tamaño de poro en el rango de 3.65 a 3.75 ángstrom, siendo dicha zeolita una zeolita de silicato de titanio.
37. Un proceso de licuefacción de gas natural, dicho proceso comprende los pasos de:
- (a) remover el nitrógeno del gas natural usando un tamiz molecular que tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.5 a aproximadamente 4.0 ángstrom.
- (b) enfriar el gas natural en un primer enfriador, y
- (c) enfriar el gas natural en un segundo enfriador.
38. Un proceso según la reivindicación 37, dicho primer enfriador es un enfriador de propano, dicho segundo enfriador es un enfriador de etileno.
39. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 37-38 anteriores; y
- (d) enfriar el gas natural en un economizador de metano.
40. Un proceso según la reivindicación 37; y
- (e) aguas abajo del tamiz molecular, el primer enfriador y el segundo enfriador, que enfrían el gas natural en un ciclo de expansión de multi-etapas.
41. Un proceso según la reivindicación 40,
- El paso (e) incluye la reducción de temperatura del gas natural hasta una temperatura de -151-1°C a -162.2°C (-240°F a -260°F).
42. Un proceso según la reivindicación 41,

El paso (e) incluye la reducción de presión de la corriente de gas natural hasta aproximadamente la presión atmosférica.

43. Un proceso según la reivindicación 37,
dichos primer y segundo enfriadores están ubicados aguas abajo del tamiz molecular.

44. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 37-43; y
(f) aguas arriba del tamiz molecular, remover un gas ácido, agua y mercurio del gas natural.

45. Un aparato para licuar gas natural, dicho aparato comprende:

un sistema de pretratamiento operable para remover al menos un contaminante del gas natural, dicho al menos un contaminante es seleccionado del grupo consistente de gas ácido, agua, mercurio y combinaciones de estos; y

un sistema de remoción de nitrógeno dispuesto aguas abajo del sistema de pretratamiento, y operable para remover nitrógeno del gas natural pretratado, dicho sistema de remoción de gas natural incluye un tamiz molecular que tiene un tamaño de poro en el rango de aproximadamente 3.5 a aproximadamente 4.0 ángstrom.

un enfriador de propano dispuesto aguas abajo del sistema de pretratamiento y operable para enfriar el gas natural.

un enfriador de etileno dispuesto aguas abajo del enfriador de propano y operable para enfriar el gas natural, y

un sistema de ciclo de metano dispuesto aguas abajo del enfriador de etileno.

46. Un aparato según la reivindicación 45;

dicho sistema de remoción de nitrógeno está dispuesto aguas arriba del sistema de ciclo de metano,

dicho al menos un contaminante que incluye el gas ácido.

47. Un aparato según la reivindicación 46,

dicho sistema de remoción de nitrógeno está dispuesto aguas arriba del enfriador de etileno,

dicho al menos un contaminante que incluye agua.

48. Un aparato según la reivindicación 47,

dicho sistema de remoción de nitrógeno está dispuesto aguas arriba del enfriador de propano,

dicho al menos un contaminante que incluye mercurio.

49. Un aparato según la reivindicación 45,

dicho sistema de ciclo de metano que incluye un compresor de metano operable para comprimir el gas natural,

dicho sistema de remoción de nitrógeno está dispuesto aguas arriba del compresor de metano y aguas abajo del enfriador de propano.

50. Un aparato según la reivindicación 49,

dicho sistema de remoción de nitrógeno está dispuesto aguas abajo del enfriador de etileno.

51. Un aparato según la reivindicación 48,

dicho sistema de ciclo de metano abierto incluye un tambor de destilación de metano de etapa alta dispuesto aguas abajo del enfriador de etileno, y aguas arriba del compresor,

dicho sistema de remoción de nitrógeno está dispuesto fluidamente entre el tambor de destilación de metano de etapa alta y el compresor de metano.

52. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 45-51,
dicho tamiz molecular tiene un tamaño de poro en el rango de 3.65 a
3.75 ángstrom.
53. Un aparato según la reivindicación 45,
dicho tamiz molecular es una zeolita de silicato de titanio.
54. Un aparato proceso según la reivindicación 53;
Siendo dicha zeolita seleccionada del grupo consistente de ETS-4,
BaETS-4, CTS-1 y combinaciones de estos.
55. Un proceso que comprende la vaporización del gas natural licuado
producido por cualquiera de las reivindicaciones 1-44 anteriores.
56. Un producto de gas natural licuado producido mediante el proceso de
cualquiera de las reivindicaciones 1-44 anteriores.

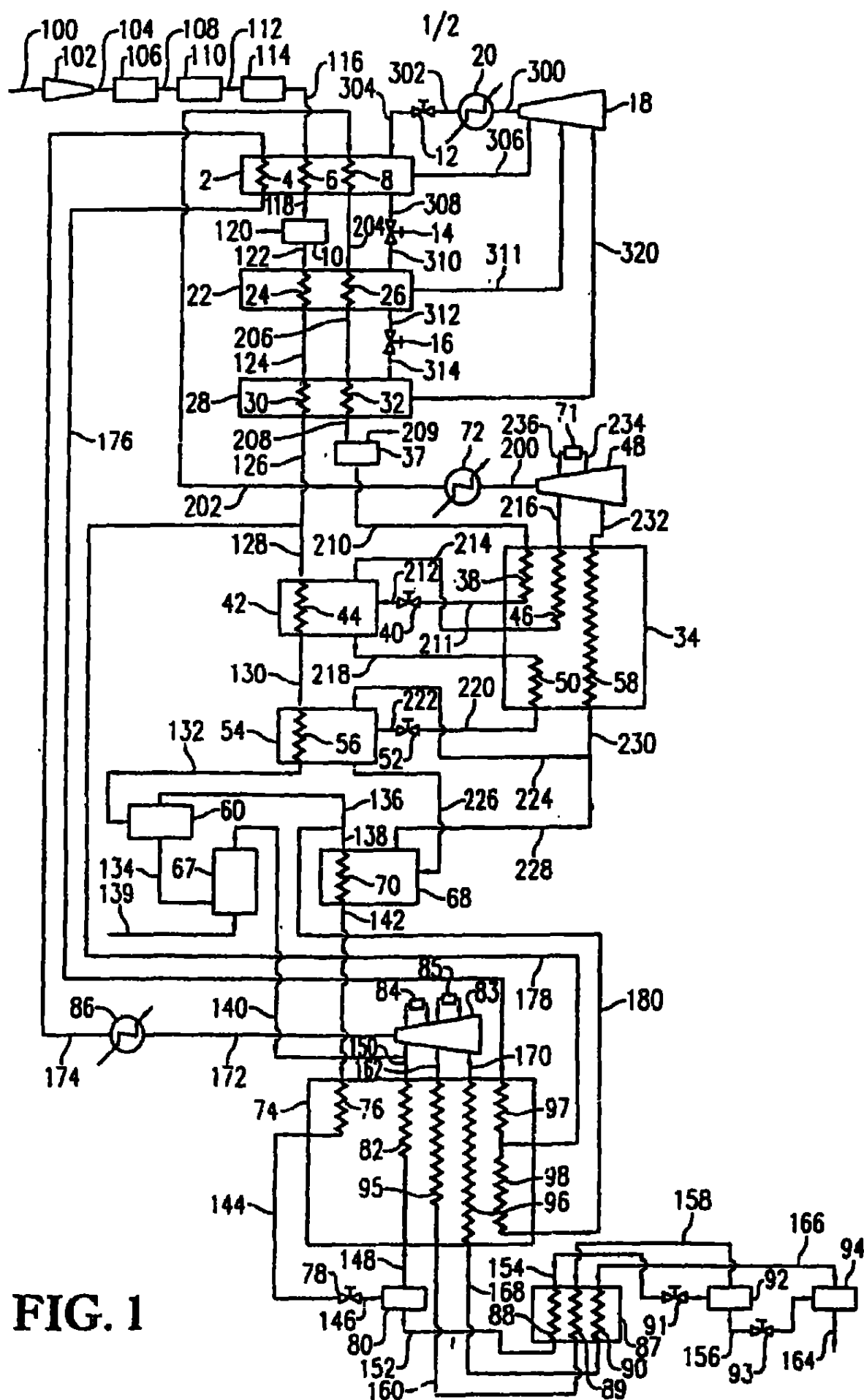


FIG. 1

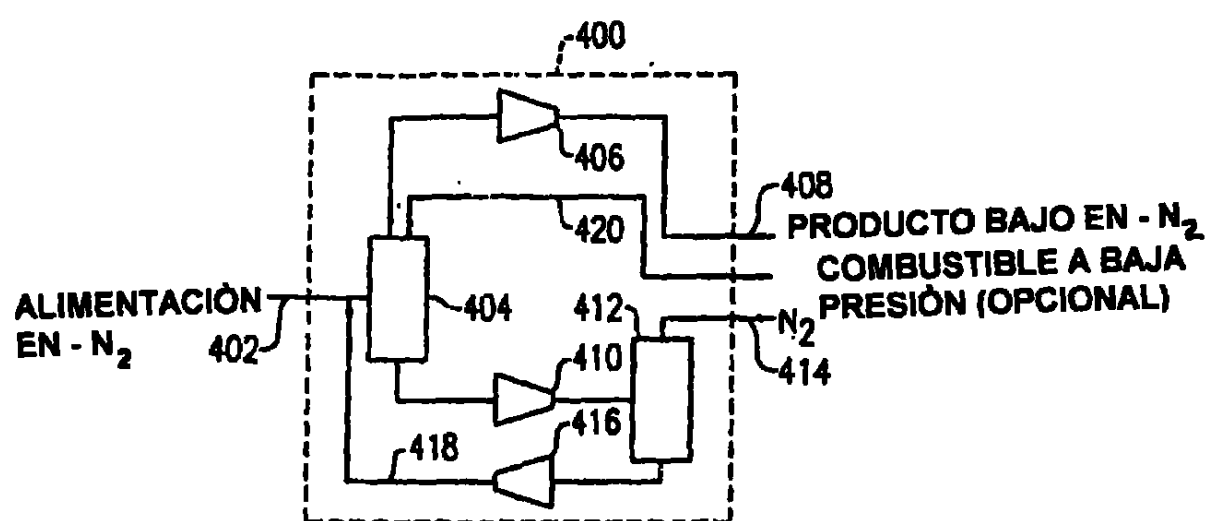


FIG. 2

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

**REQUISITOS MINIMOS PARA ADMISION A TRAMITE
PCT**

PATENTE DE INVENCION ☒ MODELO DE UTILIDAD ☐

- ◆ Indicación de que se solicita la concesión de una patente ☒ 1
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☒ 1
- ◆ Descripción de la invención ☒ 46
- ◆ Dibujos de ser estos pertinentes ☒ 80
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas ☒ 2

COMPLETA ☒ INCOMPLETA ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de 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 ☐

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de un Esquema de Trazado ☐
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☐
- ◆ Representación gráfica del esquema trazado ☐
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas ☐

COMPLETA ☐ INCOMPLETA ☐

Firma Responsable 

Fecha _____

Carrera 13 No. 27-00 Piso 5, 7 y 10
Conmutador: 3 82 08 40
Fax: 350 52 20
E-mail: info@sic.gov.co
www.sic.gov.co
Bogotá, D.C., Colombia



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

2020
Bogotá, D.C.,

Doctora:
ALICIA LLOREDA RICAURTE
Apoderado
CONOCO PHILLIPS COMPANY

Oficio N° - - 12378

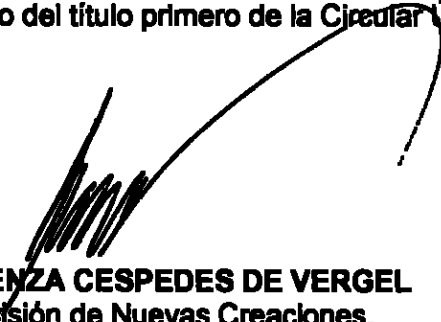
ASUNTO:	Radicación N°	05-11161
	Solicitud internacional	PCT/US2003/023544
	Fecha inicio fase nacional	14/03/2005
	Trámite	011
	Evento	379
	Actuación	430
	Folios	001

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, artículo 27 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), regla 51 bis del Reglamento y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se le comunica que:

- Si fuere el caso, el solicitante debe adjuntar la traducción de los anexos del reporte de examen preliminar internacional (Art. 36.2.b) del tratado PCT).
- La solicitud no contiene la copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente del inventor al solicitante o a su causante. (Art. 26-k) Decisión 486).
- La solicitud no contiene el poder debidamente otorgado, con el lleno de los requisitos exigidos por los artículos 63 y subsiguientes del Código de Procedimiento Civil. Adicionalmente, deberá presentar el documento que acredita la existencia y representación legal de la sociedad solicitante, cuando ésta fuere persona jurídica.

En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se considerará abandonada y perderá su prelación.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Única N° 10 de 2001.



ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL
Jefe de la División de Nuevas Creaciones.

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de fecha 19 MAR 2005

202030

Carretera 13 No. 27-00 Piso 5 y 10
Conmutador: 334 12 21-2-3-4
Fax: 281 31 25 e-mail: info@sic.gov.co
Santa Fe de Bogotá D.C. - Colombia