



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-122380-00000-0000

Fecha: 2011-09-20 12:57:43

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Tra. 11 PATENTEIYII

Eve: 378 FASENACIONALI

Act. 411 PRESENTACION

Folios: 63

Delegatura de Propiedad Industrial
División de Nuevas Creaciones

SOLICITUD DE

**PATENTE DE INVENCION
PCT ENTRADA EN FASE NACIONAL**

21. EXPEDIENTE No. _____

54. TITULO: METODO DE GENERACION DIRECTA DE VAPOR
UTILIZANDO UNA CAMARA DE COMBUSTION DE
OXIGENO Y COMBUSTIBLE (OXI-COMBUSTIBLE)

52. CLASIFICACION INTERNACIONAL: F22B 33/12, F23D 99/00,
F22B 1/18

71. SOLICITANTE: CLEAN ENERGY SYSTEMS, INC.

DOMICILIO: 3035 Prospect Park Drive, Suite 150, Rancho
Cordova, CA 95670, ESTADOS UNIDOS DE
AMERICA

74. APODERADO: Dra. MARGARITA CASTELLANOS A.

22. BOGOTA, D.C., _____



PETITORIO

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-122380-00000-0000

Fecha: 2011-09-20 12:57:43

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Tra. 11 PATENTEIYI

Eve: 378 FASENACIONALI

Act. 411 PRESENTACION

Folios: 63

FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTES
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL

SOLICITUD DE:

①

☒ Patente de Invención.☐ Patente de Modelo de Utilidad.☒ Capítulo I☐ Capítulo II

②

SOLICITANTE (71)

Nombre: CLEAN ENERGY SYSTEMS, INC.

Dirección: 3035 Prospect Park Drive, Suite 150
Rancho Cordova, CA 95670
ESTADOS UNIDOS DE AMERICANacionalidad o Domicilio: Rancho Cordova, CA
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

Lugar de Constitución: ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

Teléfono:

Fax:

E-mail:

IDENTIFICACIÓN

C.C.

☐

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Número

③

REPRESENTANTE
O APODERADO

Nombre: MARGARITA CASTELLANOS A.

Dirección: CALLE 94A No. 7A-09

Teléfono: 756 07 70 Fax: 755 01 58

E-mail: info@castellanosyco.com

IDENTIFICACIÓN

C.C.

☒

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Número

39'779.654 TPA 70.819

④

INVENTOR (ES) (72)

ROGER E. ANDERSON

3035 Prospect Park Drive, Suite 150
Rancho Cordova, CA 95670
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

MURRAY PROPP

3035 Prospect Park Drive, Suite 150
Rancho Cordova, CA 95670
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

KEITH L. PRONSKE

3035 Prospect Park Drive, Suite 150
Rancho Cordova, CA 95670
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

⑤

PCT (86)

Solicitud Internacional No. PCT/US2010/000664

Fecha 04/03/2010

Publicación Internacional No. WO 2010/101647 A2

Fecha 10/09/2010

⑥

Título (54)

METODO DE GENERACION DIRECTA DE VAPOR UTILIZANDO UNA CAMARA DE
COMBUSTION DE OXIGENO Y COMBUSTIBLE (OXI-COMBUSTIBLE)

⑦

Clasificación Internacional (51) F22B 33/12, F23D 99/00, F22B 1/18

⑧

Prioridad

(33) País de Origen

(32) Fecha

(31) Número de Solicitud

SI ☒ NO ☐

US

04/03/2009

61/209,322

⑨

Comprobante de pago No. 11-0088379 Y 11-0088381

Fecha Septiembre 8 de 2011

Instrucciones para el diligenciamiento del presente formulario, ver reverso de esta página.

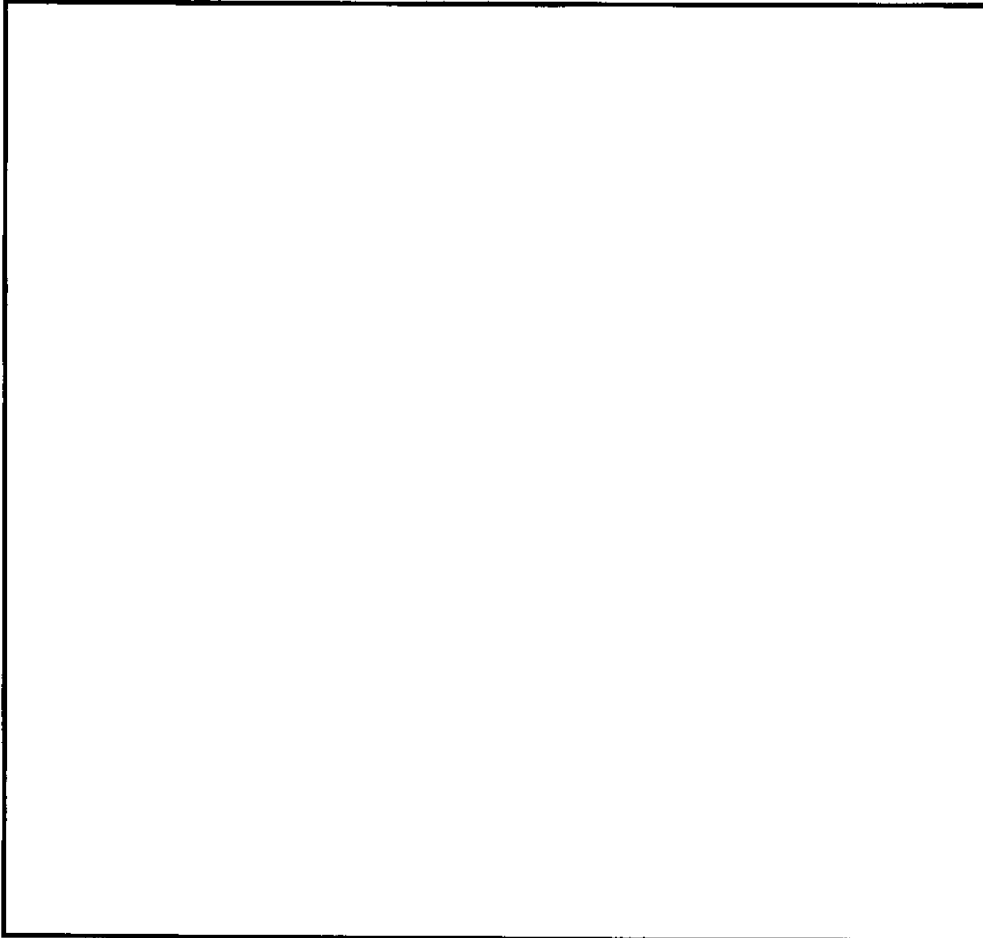
10

Anexos

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
- ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☐ Poderes, si fuere el caso, junto con la sustitución del mismo a mi favor
- ☐ 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.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☐ 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, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☐ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional.
- ☒ Otros **Tarjeta Propietario y Extracto para la Publicación**

11

FIGURA CARACTERISTICA:



12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO

FIRMA:

C.C. No. 39'779.654 Usaqué - TPA 70.819 C.S.J.

20 SET. 2011

000003

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

-/-



RECIBO DE CAJA

No. 11 - 0088379

Bogotá D.C., Septiembre 08 de 2011 - 16:44:36

RECIBIDO DE : CASTELLANOS Y Y CO

NI 800.174.641

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	383921031	08/09/2011	24.555.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	571.000.00	571.000.00
				\$571.000.00

SON: **QUINIENTOS SETENTA Y UN MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-122380- -00000-0000

Fecha: 2011-09-20 12:57:43 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 63

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

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

, Septiembre 8 de 2011 - 16:44:57

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



RECIBO DE CAJA

No. 11 - 0088381

Bogotá D.C., Septiembre 08 de 2011 - 16:44:36

RECIBIDO DE : CASTELLANOS Y Y CO

NI 800.174.641

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	383921031	08/09/2011	24.555.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. LINDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-09 OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL	99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	378.000.00	378.000.00
				\$378.000.00

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

Responsable:

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-122380- -00000-0000

Fecha: 2011-09-20 12:57:43 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 63

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

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

Septiembre 8 de 2011 - 16:44:58

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

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
10 September 2010 (10.09.2010)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2010/101647 A2

- (51) International Patent Classification:
F22B 33/12 (2006.01) F22B 1/18 (2006.01)
F23D 99/00 (2010.01)
- (21) International Application Number:
PCT/US2010/000664
- (22) International Filing Date:
4 March 2010 (04.03.2010)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
61/209,322 4 March 2009 (04.03.2009) US
- (71) Applicant (for all designated States except US): CLEAN ENERGY SYSTEMS, INC. [US/US]; 3035 Prospect Park Drive, Suite 150, Rancho Cordova, CA 95670 (US).
- (72) Inventors; and
- (71) Applicants : ANDERSON, Roger, E. [US/US]; 3035 Prospect Park Drive, Suite 150, Rancho Cordova, CA 95670 (US). PRONSKI, Keith, L. [US/US]; 3035 Prospect Park Drive, Suite 150, Rancho Cordova, CA 95670 (US). PROPP, Murray [CA/CA]; 3035 Prospect Park Drive, Suite 150, Rancho Cordova, CA 95670 (US).
- (74) Agent: HEISLER, Bradley, P.; Heisler & Associates, 3017 Douglas Blvd., Suite 300, Roseville, CA 95661 (US).
- (81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Published:
— without international search report and to be republished upon receipt of that report (Rule 48.2(g))

(54) Title: METHOD OF DIRECT STEAM GENERATION USING AN OXYFUEL COMBUSTOR

(57) Abstract: A gas generator is provided with a combustion chamber into which oxygen and a hydrogen containing fuel are directed for combustion therein. The gas generator also includes water inlets and an outlet for a steam and CO₂ mixture generated within the gas generator. The steam and CO₂ mixture can be used for various different processes, with some such processes resulting in recirculation of water from the processor back to the water inlets of the gas generator. In one process a hydrocarbon containing subterranean space is accessed by a well and the steam and CO₂ mixture is directed into the well to enhance removability of hydrocarbons within the subterranean space. Fluids are then removed from the subterranean space include hydrocarbons and water, with a portion of the hydrocarbons then removed in a separator/recovery step. The resulting hydrocarbon removal system can operate with no polluting emissions and with no water requirements.

METHOD OF DIRECT STEAM GENERATION USING AN OXYFUEL COMBUSTOR

5

Technical Field

10 The following invention relates to methods and systems for generating steam directly as products of combustion of oxygen with a hydrogen containing fuel. More particularly, this invention relates to methods of direct steam generation and utilization which generate both steam and carbon dioxide as products of combustion of a hydrogen and carbon containing fuel with oxygen and methods and systems for utilization of the resulting steam and carbon dioxide mixture
15 in processes such as hydrocarbon recovery.

Background Art

20 Steam has many uses. For instance, steam is used in food processing, industrial processing, refining processes and chemical processes. Furthermore, steam can be utilized for power generation. Steam is also used to enhance oil and other hydrocarbon recovery. For instance, steam is used for recovery of heavy oils that have become somewhat entrapped within other soils or other constituents in geological formations and to cause the heavy oils and/or bitumen or other
25 hydrocarbons to be more readily extracted and handled.

Depending on the use to which the steam is to be put, varying degrees of steam purity are required. Furthermore, some processes may have a high tolerance of some types of impurities and a low tolerance for other types of impurities. For instance, any non-condensable gases within a steam working fluid can cause a condenser of a power plant to work improperly unless a condenser
30 is properly configured to remove such non-condensable gases (i.e. carbon dioxide or air). In food processing, contaminants which might be harmful to the consumer of the food are to be avoided if the steam comes into direct contact with the food. While non-condensable gases (unless in high amounts) are generally not a problem with food processing uses for steam.

In the prior art, the most typical way to generate steam is to utilize a boiler. Most boilers are
35 indirect in that they combust a fuel and heat walls of a heat exchanger with the hot products of combustion. Water flows on the other side of the heat exchanger wall (typically within pipes) with the water in the pipes boiling into steam as the water passes through the boiler. The water is thus indirectly heating into steam. When all of the water has been boiled into steam, and no additional

heat has been added, the steam is considered to be "saturated." If the water has not been entirely boiled, but has some condensate water still therein, the steam is considered to be "wet." If more heat has been added past the boiling point for all of the water, and all of the steam has been elevated in temperature above the boiling point for water at the given pressure, the steam is considered to be "super heated." Depending on the temperature of steam required, and whether or not it is important that the steam be completely gaseous or benefits from being wet, the boiler is configured to raise the steam to the desired temperature and state. The steam can then be beneficially utilized.

More recently, a form of direct steam generation has been developed that is referred to as oxyfuel combustion. With oxyfuel combustion, a fuel containing hydrogen and/or carbon is combusted with oxygen (either pure oxygen or an oxidizer containing a greater proportion of oxygen than is present in air, i.e. about twenty percent). The hydrogen in the fuel reacts with the oxygen to directly form water. The temperature of such reactions is such that typically the water is formed in a gaseous state as super heated steam. Most typically with oxyfuel combustion, water (or some other diluent) is also added into a combustion chamber thereof to cool down the high temperature steam produced by combustion of the fuel with the oxygen. This additional water is directly heated into steam and is mixed with the steam generated by combustion of the fuel with the oxygen.

When the fuel also contains carbon, this carbon combines with the oxygen to also form carbon dioxide within the combustion chamber. Once the steam and carbon dioxide generated within the oxyfuel combustion gas generator are mixed with diluent cooling water, the stream exiting the gas generator is typically largely steam, with the carbon dioxide being a minority component. The degree of cooling required, the diluent flow rate, and the type of fuel influence these relative percentages of steam and carbon dioxide in the mixture exiting the gas generator.

Examples of such oxyfuel combustors and oxyfuel combustion systems are described in U.S. Patent Nos. 5,680,764, 5,709,077 and 6,206,684, incorporated herein by reference in their entirety.

Steam and carbon dioxide can be relatively easily separated from each other, such as by providing a condenser cooling the mixture to the point where the water condenses into a liquid and the carbon dioxide remains a gas for effective separation of the carbon dioxide from the water. Also, many processes utilizing steam are tolerant to some amount of carbon dioxide along with the steam. Thus, direct steam generation through use of an oxyfuel combustion gas generator can be utilized for a variety of the processes which require steam. This invention is directed to variations on oxyfuel combustion gas generators and associated systems for effective utilization of direct steam generation oxyfuel combustion gas generators for the generation of steam for various uses in which steam is to be utilized.

Disclosure of Invention

The basic concept of this invention is to use a high pressure oxyfuel combustor (i.e. a "gas generator") operating at near stoichiometric conditions with water injection for direct generation of a high temperature, steam rich steam/CO₂ gas mixture. This concept provides an efficient, very compact means of producing such a fluid without the need for a conventional type boiler. The resulting steam/CO₂ mixture stream may be used for many different applications including power generation in a direct, indirect (using a heat recovery steam generator (HRSG)), simple or combined power cycles; chemical refining; industrial and food processing; and recovery of fossil fuels using the steam fraction, CO₂ fraction or the combined gas stream, such as in enhanced oil recovery (EOR) operations; enhanced natural gas recovery (EGR), enhanced coal bed methane (ECBM) recovery, steam assisted gravity drain (SAGD) hydrocarbon (typically heavy oils and/or bitumen recovery) or other such operations.

The fuel feed may vary widely in both chemical makeup and physical form but is preferably composed primarily of the elements hydrogen and carbon and may contain oxygen without a detrimental effect. Fuels that contain substantial amounts of elements that can form acidic oxides (e.g. nitrogen, sulfur and phosphorous), elements that form ash (aluminum, silicon, calcium, magnesium, iron, etc.), or heavy metals adversely affect the quality of the steam rich gas. Such fuels can, however, be used if the resulting contaminants of the steam/CO₂ stream are not detrimental to the downstream application or if post combustion cleanup processes are implemented.

The oxygen supply to the oxyfuel combustor is normally derived from air from which the nitrogen is largely separated by any of several well known processes (e.g. cryogenic distillation, pressure (or vacuum) swing adsorption or membranes). The purity of oxygen supply is generally dictated by the tolerance for nitrogen and argon in the steam/CO₂ product stream. Typically, the oxygen purity will be greater than 90% O₂ by volume.

The water injected into the oxyfuel combustor is preferably near boiler feedwater quality when the downstream steam/CO₂ product must be very low in solids content and/or a recycle condensate provides the major portion of the water supply. This case is most prevalent in applications involving direct drive power generation and chemical, refining, industrial or food processing applications. In other processes, such as in hydrocarbon recovery, the water quality does not significantly affect the process, so that water quality need only be sufficient to avoid hampering operation of the gas generator (e.g. plugging of water inlets, scaling, corrosion, etc.).

In some cases, the steam in the steam/CO₂ mixture may be partially consumed by the downstream process. This results in decreased production of recyclable condensate and excess water and may even require a continuous supply of makeup water. Similarly, the CO₂ may be partially consumed by the downstream process and result in a decrease in the amount of CO₂

leaving the system. The exiting CO₂ stream may be recovered and conditioned to make it suitable for commercial sale, enhanced possible fuel recovery (i.e. EOR, ECBM, etc.), or for sequestration, such as by storage in a saline aquifer or other subterranean geological storage location. If significant amounts of contaminants (elements other than carbon, hydrogen and oxygen) enter in any of the feed streams, the steam/CO₂ mixture from the combustor may require cleanup prior to downstream use or the recycle water and/or the CO₂ may require cleanup.

A second embodiment of the concept involves the use of brackish and/or oily water along with fuel and oxygen supplies as described previously. One of the preferred uses of the second concept is for the steam assisted gravity drain (SAGD) method of recovering bitumen or heavy oils. The brackish and/or oily water may come from any source but often results from the separation of the water fraction of the oil/bitumen obtained from the SAGD operation and upgrading of that water as deemed most appropriate (e.g. lime softening).

If the resulting saturated steam/CO₂ stream requires superheat, this can be accomplished using an isenthalpic throttling valve/device or an oxyfuel reheater. Although a preferred use of the steam/CO₂ stream shown in Figure 2 is direct injection for SAGD operations, it may alternatively be directed to a heat recovery steam generator (HRSG) to raise high pressure steam for various purposes (e.g. power generation, recovery of heavy oil or chemical, refining, industrial and food processing) while also producing recyclable condensate and a CO₂ rich stream which can be recovered for commercial sale, use for enhanced oil recovery (EOR), enhanced coal bed methane (ECBM) recovery or for sequestration away from the atmosphere.

Brief Description of Drawings

Figure 1 is a schematic of a simple closed cycle including steam and CO₂ generation within a gas generator and feeding the steam and CO₂ to a processor and recirculation of some of the water from the processor back to the gas generator.

Figure 2 is a schematic of a modified system of that which is shown in Figure 1 which has been modified to be potentially an open cycle or a closed cycle, and with cooling water provided in the form of brackish or oily water and with associated salt separation equipment to accommodate salts within the cooling water, as well as a throttling valve for conditioning of the steam and CO₂ mixture (e.g. to enhance superheat of the water) before utilization.

Figure 3 is a schematic of a hydrocarbon recovery system and process utilizing a gas generator for direct steam and carbon dioxide generation, the system and process configured to recirculate water from the SAGD or other enhanced oil/hydrocarbon recovery operation back to the gas generator, to provide a closed loop hydrocarbon recovery system with no waste water and potentially zero atmospheric emissions.

Figure 4 is a graph of enthalpy vs. entropy for the water within the system of Figure 3 with letters on the graph of Figure 4 corresponding with points on the schematic of Figure 3 and providing enthalpy and entropy information (as well as some pressure information) for the water within the system at various stages within the system, and relative to the water vapor dome.

Figure 5 is a schematic of a hydrocarbon recovery system similar to that which is shown in Figure 3, but further including an optional power generation turbine and optional water softener for softening of recovered water before recirculation to the gas generator.

Best Modes for Carrying Out the Invention

Referring to the drawings, wherein like reference numerals represent like parts throughout the various drawing figures, reference numerals 10, 110, 210 and 310 are directed to various systems and processes illustrative of embodiments of this invention. The systems 10, 110, 210, 310 each include a gas generator 2, 12 which is configured to combust an oxygen rich oxidizer with a hydrogen containing fuel, and with water inlets, resulting in the output of a high temperature steam and carbon dioxide mixture (or conceivably only steam if the fuel is carbon free). This steam and CO₂ mixture can then be used for a variety of different processes (Figure 1). If the water is "dirty" such as being brackish, a salt separator, such as a cyclone type separator 14 (Figures 2 and 3) can be utilized for separation of such contaminants before utilization of the steam/CO₂ mixture. In the case of the water being oily, hydrocarbons within the water can potentially be combusted within the gas generator 12 along with the fuel and oxygen. The process can be closed cycle with recirculation of water from the steam/CO₂ mixture back to the gas generator 12, or open without such recirculation.

In particular embodiments of the system 210, 310 the steam and CO₂ mixture is routed into a well 30 of a subterranean hydrocarbon containing space 40, such as a steam assisted gravity drain (SAGD) operation. The steam and CO₂ interact with hydrocarbons in the subterranean space 40 to assist in removal of a mixture of hydrocarbons and water from the subterranean space 40. Hydrocarbons (e.g. oil and/or bitumen) can then be recovered 60 from this output 50 from the subterranean space 40. Water from this removal process can optionally be recycled back to the gas generator 12, such that the system 210, 310 can operate substantially without emissions, either into the atmosphere or in the form of waste water or other surface discharge.

Many details of the gas generator 2, 12 of the various embodiments of this invention are described in the prior art, and as incorporated herein by reference hereinabove. Oxygen for the gas generator 2, 12 (Figures 1-3 and 5) can be provided from a variety of different sources, but is most preferably supplied from an air separation unit (ASU) 100. Such an air separation unit separates oxygen from the air, such as by liquefaction or pressure/vacuum swing adsorption, or other air

separation technologies. The oxygen could also be supplied from liquid oxygen storage tanks or oxygen pipelines. While the oxygen is preferably substantially pure, systems according to this invention could beneficially operate with sources of oxidizer which are merely oxygen rich, having a greater proportion of oxygen than that present in air (i.e. twenty percent).

5 The fuels utilized by the gas generators 2, 12 of the various embodiments of this invention could be either gaseous or liquid fuels. Some of the preferred gaseous fuels include hydrogen, natural gas, digester gases, landfill gases, refinery waste gases and syngas, such as that derived from gasification of coal or petcoke. Some of the preferred liquid fuels include unadulterated hydrocarbons, alcohols and glycerin or their solutions, emulsions or gels in a carrier such as water.
10 Preferred solid fuels include small particle, high carbon fuels such as petcoke or heavy residuum or biomass (plant or algal) suspended in a fluid carrier.

While the fuel inlet is shown at an injection end of the gas generator 2, 12, particularly in the case of liquid fuels, the fuels could be introduced at downstream sections of the gas generator 2, 12 spaced from the injection end of the gas generator 2, 12.

15 The gas generator 2, 12 preferably has an injection head where oxygen and fuel are primarily introduced through inlets into the gas generator 2, 12. A series of separate sections are provided downstream from the injection head of the gas generator 2, 12. Each of these sections preferably includes water or other diluent inlets 3, 13 between these sections. With water or other diluent introduced into the gas generator 2, 12 in these sections, each section exhibits a progressively lower
20 temperature. In such a configuration, reaction time within the gas generator 2, 12 can be controlled to some extent and enhance the degree to which combustion reactions are driven to completion before being quenched by cooling associated with introduction of the water or other diluent into the gas generator 2, 12.

These water inlets 3, 13 primarily introduce water for cooling of the steam and carbon dioxide
25 mixture produced by combustion of the fuel and oxidizer within the gas generator 2, 12. Optionally, especially early water inlets close to the injection head can also introduce water with fuel, or at least oily residuum from a oil/bitumen recovery process 60 (Figures 3 and 5) for combustion of such hydrocarbons within the gas generator 12 in high temperature sections thereof. While five sections are shown in the figures (Figures 1-3 and 5) a greater or lesser number of such
30 sections could optionally be provided.

Particularly oily water is fed only to the highest temperature zones (also called sections) of the gas generator 2, 12 (first and possibly second zones) whereas brackish water can be fed to all the zones. In general, the product from the combustor is a mixture of wet steam and CO₂. The quality of the steam is such that the liquid water fraction is sufficient to keep salts in solution. If the salt
35 content of the product stream is high enough to cause problems (e.g. corrosion or plugging) with direct injection, the wet steam/CO₂ mixture can be separated into a saturated steam/CO₂ fraction and a brine fraction by a de-entrainment 14 device such as a cyclone or dropout vessel.

With particular reference to Figure 1, details of a closed cycle simple process according to an embodiment of this invention are described. In this system 10, the gas generator 2 is fed with fuel and oxygen, as well as water through water inlets 3. A steam and CO₂ mixture is provided to a processor 4. This processor 4 can be in the form of power generation i.e. through a heat recovery steam generator (HRSG) or by directly driving a turbine, or could provide chemical refining, industrial process implementation or food processing applications.

As depicted herein, the steam and CO₂ mixture is utilized in a way which results in temperature decrease to the point where CO₂ remains gaseous and steam condenses into water. Separate CO₂ and water outlets are provided. This CO₂ could be captured for other industrial use or for sequestration away from the atmosphere, or merely released to the atmosphere. Water condensing as part of the process 4 or in a condenser downstream from the processor 4 is typically a greater amount of water than is required as diluent within the gas generator 2. Hence, some excess water 6 is removed from the system 10. Remaining recycle water 8 is returned back to the water inlets 3 for recirculation within the overall process 10.

With particular reference to Figure 2, a system 110 is described which is a variation on the system 10 of Figure 1. In the system 110, the water can optionally be "dirty" water such as being either brackish water, oily water, or water that otherwise includes various contaminants therein. Also, the system 110 of Figure 2 is particularly shown as an open, rather than a closed cycle (although it could readily be closed by rerouting of steam discharged from the system 110 back to the water supply of the gas generator 12).

With the system 110, the gas generator 12 is configured similar to the gas generator 2 of system 10. Uniquely, dirty water inlets 13 are provided for introduction of dirty water into the gas generator 12. Should the water be brackish, salts within the water would typically remain in solution due to the high temperatures generated within the gas generator 12. If the contaminants within the water are susceptible to scaling walls of the gas generator 12 at the high temperatures involved within the gas generator 12, a softener can be provided upstream of the water inlets 13 to condition the water discourage such scaling from occurring. Similarly, if the "dirty" water has a pH which would tend to cause detrimental corrosion within the gas generator 12, the water can be appropriately conditioned, such as by adjusting pH thereof before entering the gas generator 12. Furthermore, appropriate filtration can be utilized to remove particulates of a size sufficiently large to plug portions of the water inlets 13 or which might be detrimental to downstream processes utilizing the steam and CO₂ mixture generated from the gas generator 12.

In the case of brackish water, or conceivably even high salinity water sources, such as sea water, salts within the water would typically remain and enter the gas generator 12 through the water inlets 13. Downstream of the gas generator 12, a separator 14 is provided for removal of brine and to allow lower salinity water to be discharged through a high pressure outlet 16 through utilization within an appropriate process.

If it is desired that this steam and CO₂ mixture have a lower pressure and/or a greater amount of superheat, the steam and CO₂ mixture can be routed through a throttling device 17, such as a valve configured to drop the pressure an appropriate amount and increase an amount of superheat (see Figure 4, line segment DE). The resulting lower pressure outlet 18 can then be supplied to an appropriate process for further utilization of the steam and CO₂ mixture. Conceivably after utilization within this process, the steam and/or steam and CO₂ mixture can be recycled back to the water inlets 13, such that the overall system can be a closed system with little or not discharge of waste water from the system.

With further discussion associated with Figures 3 and 4, details of a complete cycle are disclosed for a steam assisted gravity drain (SAGD) operation utilizing steam generated in a direct fashion utilizing the oxyfuel combustion gas generator 12, or analogous hydrocarbon recovery systems for other processes utilizing steam. In Figures 3 and 4 a SAGD operation is shown where an input well 30 is provided above an oil or bitumen containing subterranean geological structure 40. A drain 50 or other outlet (e.g. a pump-fitted recovery well) is provided at a lower portion of the geological structure 40 for drainage of a combination of oil and water condensed from the steam injected into the geological structure 40. This water has oil and/or bitumen entrained therein. As part of known SAGD operation procedures, the oil and/or bitumen is then recovered from the water in a recovery plant 60.

While such known SAGD operations have utilized steam, this steam has heretofore been generated utilizing traditional boilers as indirect steam generators. These boilers require a high quality source of water for effective operation, and also are relatively large for the amount of steam to be generated, and difficult to operate in areas where SAGD operation are to occur.

With this invention, utilizing direct steam generation, an oxyfuel combustion gas generator 12 is provided. The gas generator 12 is coupled to a source of oxygen, such as the ASU 100, which is preferably substantially pure oxygen, but can effectively operate with less than pure oxygen. A source of fuel containing hydrogen and/or carbon, and most typically a combination of both hydrogen and carbon is inputted from a source of fuel into the gas generator 12. The oxygen and fuel combust together within the gas generator 12 to develop a high temperature drive gas, typically including carbon dioxide and steam. To cool down this steam and carbon dioxide mixture, water is inputted into the gas generator 12 through the water inlets 13.

In this particular embodiment of Figure 3, the water remaining from the oil and/or bitumen recovery station 60 typically still includes oil therein. This "oily water" can be inputted directly into the gas generator 12 to "close the cycle" at least partially. If the water has a large amount of oil therein, it is desirable to input the oily water as early as possible within the combustion reaction occurring within the gas generator 12, such that the oil has an opportunity to combust within the gas generator 12, and for such a combustion reaction to be driven to substantial completion before discharge from the gas generator 12.

The gas generator 12 would also typically have some tolerance for brackishness in the water or other contaminants, in that the high temperatures present within the gas generator 12 tend to keep salts from precipitating therein. If contaminants exist within the diluent water inserted into the gas generator 12, it is desirable for the gas generator 12 to discharge the working fluid as substantially saturated steam. In this way, any solids within the diluent can be precipitated most effectively. In this particular example, the gas generator 12 cools down the working fluid to the point where it is saturated steam (point C on Figures 3 and 4). A salt separator 14 can then optionally be utilized which is optimized to operate with saturated steam. Thereafter, it is typically desirable to superheat the steam somewhat. Such superheating can occur by dropping pressure through an isenthalpic throttling device 17 (point E on Figures 3 and 4). As another alternative, a reheater 20 can be provided to add additional heat to the steam (as well as carbon dioxide or other constituents) to maintain the pressure of the steam and add further heat to the steam (point E' of Figures 3 and 4).

Next, the superheated steam (and also typically carbon dioxide) is injected into the injection well 30 of the SAGD operation. It is typically desirable that the steam be sufficiently superheated that it will not be condensing within the well head where corrosion might be more likely to occur. Rather, it is desirable that the working fluid including primarily steam remain gaseous while passing through the well head 30 and any casing of the well, and only begin to condense once within the geological formation 40; depending on the particular characteristics of the geological formation 40 and the desires of the operator regarding the temperature and quality of the steam to be injected into the geological formation 40.

The oil and/or bitumen laden water is then drained (such as through the output 50) from the geological formation 40, typically at atmospheric pressure. Oil and/or bitumen can then be recovered (at the recovery plant 60) from the water draining from the geological formation 40. The largely cleaned water can then be routed through a pump 70 back to the gas generator 12 to repeat the cycle of the system 210.

While Figures 3 and 4 depict a system where steam is utilized for a SAGD operation, other processes utilizing steam could be interposed between points E and A in Figures 3 and 4 which utilize steam for any purpose. Note that the combustion of the fuel with the oxygen generates some new steam. Thus, even if some amounts of steam are consumed within the process, the generation of additional steam minimizes the requirement of additional makeup water for operation of such systems. Furthermore, such makeup water can often be less than pure water, and still function properly with any impurities either feeding a portion of a combustion reaction from the gas generator 12 or being separated either before or after passing through the gas generator 12.

With particular reference to Figure 5, details of an alternative embodiment system 310 are described. The system 310 is similar to the system 210 of Figure 3, with a few refinements. First, a water softener 80 is optionally supplied upstream of the water inlets 13 of the gas generator 12. This water softener 80 is provided to appropriately condition the water should the water be of a

character which would detrimentally affect the gas generator 12 or detrimentally affect downstream processes for which the steam and CO₂ working fluid generated by the gas generator 12 is to be utilized.

5 Such conditioning could include adding appropriate salts to minimize the potential for scaling within the gas generator 12 or downstream equipment, as well as the pump 70 upstream of the gas generator 12, and can also include neutralization equipment for pH adjustment to minimize corrosion within the gas generator 12, the pump 70 or downstream equipment, filtration systems to minimize particulates that would potentially otherwise be harmful for the gas generator 12, pump 70 or other downstream equipment, and other water conditioning.

10 Also, the system 310 is optionally provided with a turbine 90 which can be provided either upstream of the reheater 20 or downstream of the reheater 20. When the turbine 90 is upstream of the reheater 20, the gas generator 12 would typically be configured to discharge steam and CO₂ with some degree of superheat therein. If the steam and CO₂ is saturated upon discharge from the gas generator 12, the turbine 90 would typically be located downstream of the reheater 20. The turbine 90 could output additional power, either in the form of shaft power to drive equipment directly, or coupled to an electric generator to output electric power from the system 310. The turbine 90 and reheater 20 are in a line separate from the valve 17 or other throttling device. Steam and carbon dioxide flow can be directed either entirely through the throttling device 17 or entirely through the reheater 20, or some balancing can occur where split streams are provided.

20 This disclosure is provided to reveal a preferred embodiment of the invention and a best mode for practicing the invention. Having thus described the invention in this way, it should be apparent that various different modifications can be made to the preferred embodiment without departing from the scope and spirit of this invention disclosure. When structures are identified as a means to perform a function, the identification is intended to include all structures which can perform the function specified. When structures of this invention are identified as being coupled together, such language should be interpreted broadly to include the structures being coupled directly together or coupled together through intervening structures. Such coupling could be permanent or temporary and either in a rigid fashion or in a fashion which allows pivoting, sliding or other relative motion while still providing some form of attachment, unless specifically restricted. When elements are described as upstream or downstream relative to other elements, such positioning can be with flow conduits therebetween and/or with other elements therebetween, or can be directly adjacent each other.

35

Industrial Applicability

This invention exhibits industrial applicability in that it provides a direct steam generator that eliminates the need for convention boilers to produce a high pressure, steam-rich gas.

5 Another object of the present invention is to provide a steam generator that has the ability to use a wide range of fuels varying in both chemical makeup and physical form but preferably composed primarily of the elements hydrogen and carbon.

Another object of the present invention is to provide a method for steam generation which produces exhaust gases rich in steam, which also contains combustion-derived carbon dioxide
10 (CO₂) with the CO₂ optionally prevented from entering the atmosphere.

Another object of the present invention is to provide a method and system for removal of hydrocarbons from a hydrocarbon containing subterranean space which is enhanced by steam and CO₂ injection into the subterranean space.

Another object of the present invention is to provide a method and system for removal of
15 hydrocarbons from a subterranean space involving injection of steam into the subterranean space, with the steam generated in a manner which includes little or no atmospheric emissions.

Another object of the present invention is to provide a method and system for removal of hydrocarbons from a subterranean hydrocarbon containing space which recycles oily waste water by combusting oil within the oily waste water and in a manner which has low or zero atmospheric
20 emissions.

Another object of the present invention is to provide steam and carbon dioxide for a steam assisted gravity drain (SAGD) operation in a manner which has low or zero atmospheric emissions and which can operate on a variety of different available fuels including at least partially hydrocarbons removed from the SAGD operation itself.

25 Another object of the present invention is to provide a method and process for direct steam generation that can take "dirty" water that is brackish, oily or otherwise contaminated and input it into a high temperature oxyfuel combustion gas generator to produce high temperature steam at least partially from the "dirty" water, such that a source of relatively pure water is not required for steam generation.

30 Other further objects of this invention, which demonstrate its industrial applicability, will become apparent from a careful reading of the included detailed description, from a review of the enclosed drawings and from review of the claims included herein.

35

CLAIMS

What is claimed is:

5 Claim 1: A method for recovery of hydrocarbons from a subterranean space, including the steps of:

identifying a subterranean space with hydrocarbons therein;

identifying a well extending into the subterranean space;

10 operating a gas generator having a combustion chamber, an oxygen enriched oxidizer inlet, a fuel inlet, at least one water inlet and a steam and CO₂ mixture outlet;

generating oxygen enriched oxidizer by separating air constituents to produce the oxygen enriched oxidizer having a greater proportion of oxygen than is present in air;

coupling the steam and CO₂ mixture outlet of the gas generator upstream from the well of said identifying a well step;

15 directing at least a portion of the steam and CO₂ mixture into the subterranean space through the well;

allowing the steam and CO₂ mixture to interact with hydrocarbons within the subterranean space to enhance a removability of the hydrocarbons; and

20 removing at least a portion of the hydrocarbons from the subterranean space after the hydrocarbon's removability is enhanced by contact with the steam and CO₂ mixture during said allowing step.

Claim 2: The method of Claim 1 wherein said removing step includes removing fluids from the subterranean space, the fluids including a combination of water and hydrocarbons, at least a
25 portion of the water being water condensed from the steam introduced into the subterranean space by said directing step.

Claim 3: The method of Claim 2 wherein said removing step includes the step of pumping fluids from the subterranean space.

30 Claim 4: The method of Claim 2 wherein said removing step includes draining fluids from the subterranean space by gravity.

Claim 5: The method of Claim 2 including the further step of separating at least a portion of
35 hydrocarbons from at least a portion of the water after said removing step.

Claim 6: The method of Claim 5 wherein said separating step is followed by the step of recirculating the water after reduction of hydrocarbons within the water during said separating step, said recirculating step including recirculating at least a portion of the water to the at least one water inlet of the gas generator.

5 Claim 7: The method of Claim 6 wherein said operating step includes configuring the gas generator is adapted to combust both fuel entering the combustion chamber through the fuel inlet and hydrocarbons entering the combustion chamber along with water at the at least one water inlet.

10 Claim 8: The method of Claim 7 wherein said operating step includes configuring the gas generator to include multiple water inlets into the combustion chamber of the gas generator, at least one of the water inlets located adjacent the oxidizer inlet and the fuel inlet, and at least one of the water inlets spaced from the oxidizer inlet and the fuel inlet.

15 Claim 9: The method of Claim 8 wherein said operating step includes configuring the gas generator to include multiple water inlets spaced from the oxidizer inlet and the fuel inlet and spaced from each other to enter the gas generator at locations within the gas generator having different temperatures.

20 Claim 10: The method of Claim 6 wherein said recirculating step includes interposing a softener upstream of the at least one water inlet of the gas generator to soften the water before entry into the gas generator.

25 Claim 11: The method of Claim 1 including the further step of throttling the steam and CO₂ mixture downstream of the outlet of the gas generator to a lower pressure and to a higher amount of super heat before said directing step.

Claim 12: A method for direct steam and CO₂ mixed gas generation and utilization, including the steps of:

30 providing a gas generator having a combustion chamber, an oxygen inlet leading into the combustion chamber, a fuel inlet leading into the combustion chamber, a plurality of water inlets leading into the gas generator and a steam and CO₂ mixture outlet from the combustion chamber;

configuring the gas generator to include multiple adjacent chambers with separate water inlets passing into the gas generator between the adjacent chambers, such that temperatures in the adjacent chambers are progressively lower as distance from the combustion chamber increases; and

35 coupling the steam and CO₂ mixture outlet of the gas generator to an inlet of a steam and CO₂ utilizing processor.

Claim 13: The method of Claim 12 including the further step of recirculating water to the gas generator water inlets from a discharge of the processor, such that the method is at least partially a closed loop process.

5 Claim 14: The method of Claim 13 including the further step of configuring the processor to include a separate water discharge and carbon dioxide discharge, the water discharge coupled to said gas generator water inlets for recirculating of water to the gas generator water inlet.

10 Claim 15: The system of Claim 12 including the further step of locating a separator between the steam and CO₂ mixture outlet of the gas generator and the processor, the separator adapted to separate non-steam and CO₂ constituents from the steam and CO₂ mixture.

15 Claim 16: The method of Claim 12 including the further step of configuring the processor to be in the form of a steam assisted gravity drain site including a hydrocarbon containing subterranean space and a well extending into the subterranean space, the well coupled to the steam and CO₂ mixture outlet of the gas generator.

20 Claim 17: The method of Claim 16 including the further step of recirculating at least a portion of water exiting from a drain of the steam assisted gravity drain site to the water inlets of the gas generator.

25 Claim 18: The method of Claim 16 including the further step of recirculating at least a portion of water and hydrocarbons exiting from a drain of the steam assisted gravity drain site to the water inlets of the gas generator; and
combusting at least a portion of the hydrocarbons contained within the water within the gas generator.

Claim 19: A hydrocarbon production system, comprising in combination:
a gas generator having a combustion chamber with an oxygen inlet passing into the
30 combustion chamber, a fuel inlet passing into the combustion chamber and at least one water inlet passing into the gas generator, and with a steam and carbon dioxide mixture outlet;
a well head accessing a subterranean space containing hydrocarbons;
an outlet from the subterranean space adapted to remove water and hydrocarbons from the
subterranean space;
35 a hydrocarbon separator coupled to said outlet from the subterranean space the hydrocarbon separator adapted to separate at least a portion of the water from at least a portion of the hydrocarbons; and

a water recirculation line extending from the hydrocarbon separator to the at least one water inlet of the gas generator.

5 Claim 20: The system of Claim 19 wherein a softener is interposed between said hydrocarbon separator and said at least one water inlet of said gas generator along said water recirculation line, said softener adapted to soften the water before the water enters the gas generator.

10 Claim 21: The system of Claim 19 wherein a separator is provided downstream of the gas generator, said salt separator adapted to separate non-water and non-CO₂ constituents within the water and CO₂ mixture exiting said gas generator through said outlet.

15 Claim 22: The system of Claim 19 wherein a reheater is located downstream of said gas generator outlet, said reheater adapted to increase a heat of the steam and carbon dioxide mixture downstream of said gas generator and upstream of said well head.

20 Claim 23: The system of Claim 19 wherein a pressure reducing valve is located downstream of said outlet of said gas generator, said pressure reducing valve adapted to decrease a pressure of the steam and CO₂ mixture and increase an amount of super heat of the steam in the steam and CO₂ mixture.

25 Claim 24: The system of Claim 19 wherein said hydrocarbon separator includes a water outlet upstream of said at least one water inlet of said gas generator, said hydrocarbon separator adapted to only partially separate hydrocarbons from water removed from the subterranean space with hydrocarbons remaining in the water at said water outlet, said gas generator adapted to combust at least a portion of the hydrocarbons remaining in the water and entering said gas generator through said at least one water inlet.

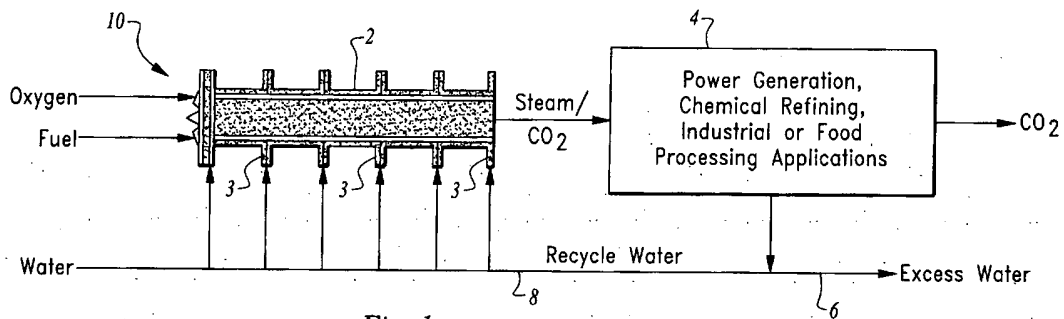


Fig. 1

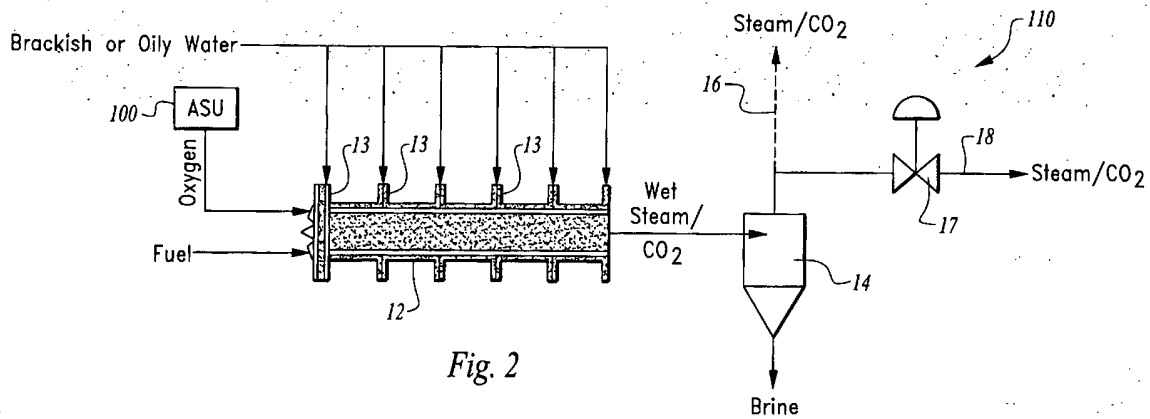


Fig. 2

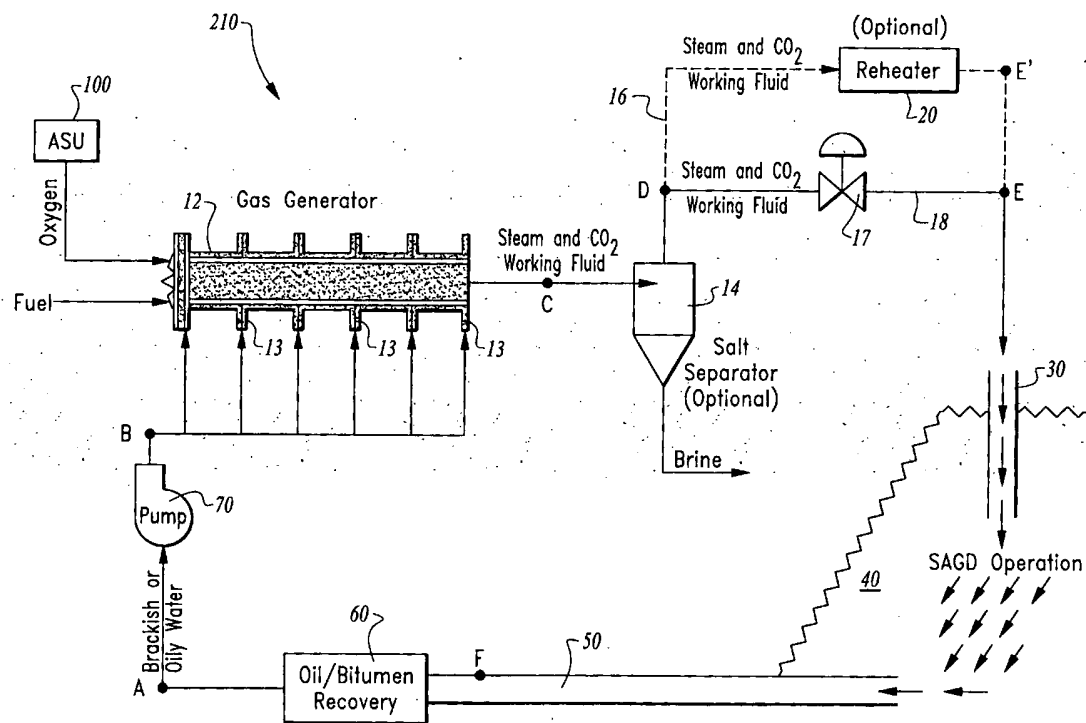


Fig. 3

2/4

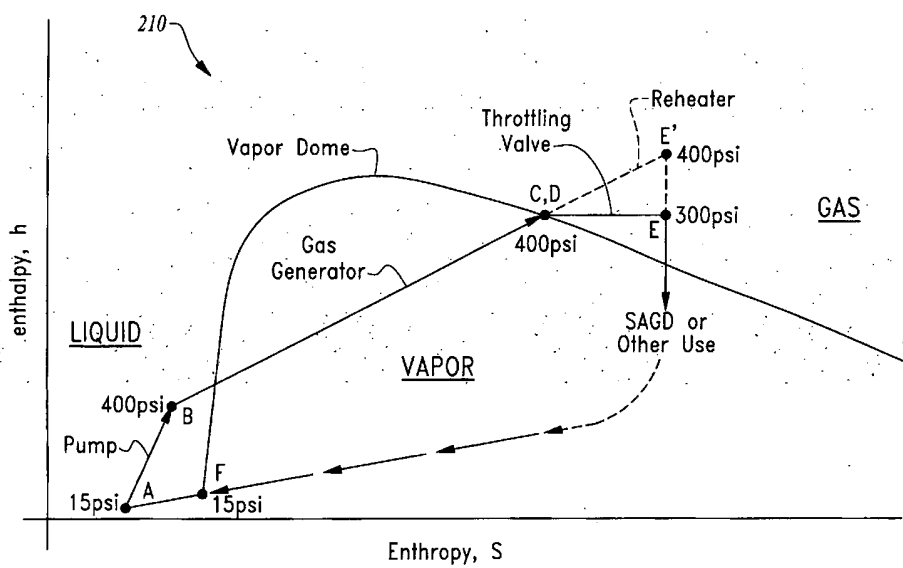
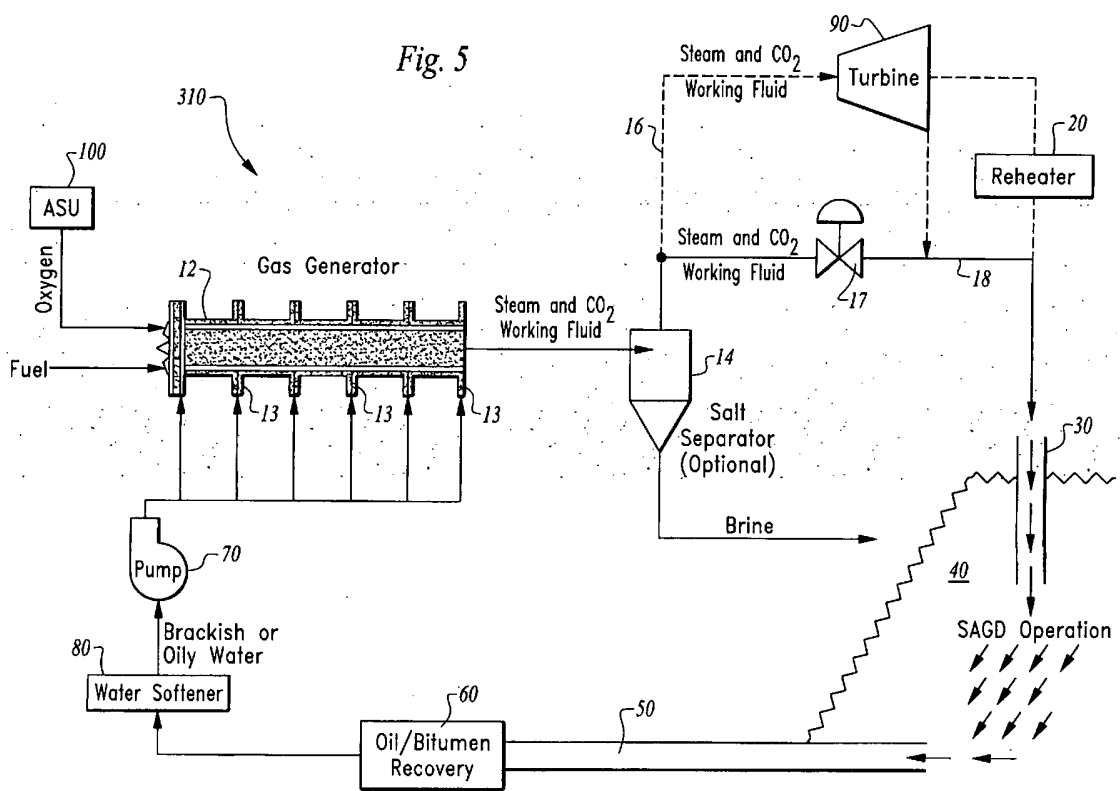


Fig. 4

Fig. 5



**MÉTODO DE GENERACIÓN DIRECTA DE VAPOR UTILIZANDO UNA
CÁMARA DE COMBUSTIÓN DE OXÍGENO Y COMBUSTIBLE (OXI-
COMBUSTIBLE)**

5 Campo Técnico

La siguiente invención se relaciona con los métodos y los sistemas para la generación de vapor directamente como productos de combustión del oxígeno con un combustible que contiene hidrógeno. Más especialmente, esta invención se relaciona con los métodos de generación y utilización directos de vapor, los cuales
10 producen tanto vapor como dióxido de carbono, como productos de la combustión de un combustible que contiene hidrógeno y carbón con oxígeno, y los métodos y los sistemas para la utilización de la mezcla resultante de vapor y dióxido de carbono en procesos tales como la recuperación de hidrocarburos.

15 Estado del arte

El vapor tiene muchos usos. Por ejemplo, el vapor se utiliza en el procesamiento de alimentos, procesamiento industrial, procesos de refinación y procesos químicos. Adicionalmente, el vapor puede utilizarse para la generación de energía. El vapor también se utiliza para incrementar la recuperación del
20 petróleo y otros hidrocarburos. Por ejemplo, el vapor se utiliza para la recuperación de petróleos pesados que han quedado un tanto atrapados dentro de otros suelos u otros constituyentes en formaciones geológicas y para provocar que los petróleos pesados y/o bitumen u otros hidrocarburos se remuevan y manejen más fácilmente.

25

Dependiendo del uso que se le vaya a dar al vapor, se requiere de distintos grados de pureza del vapor. Además, algunos procesos pueden tener una tolerancia alta a algunos tipos de impurezas y una tolerancia baja por otros tipos de impurezas. Por ejemplo, cualquier gas no condensable dentro de un fluido que trabaja con vapor puede originar que un condensador de una planta de energía 5 trabaje de manera inadecuada, a menos que un condensador se configure apropiadamente para remover tales gases no condensables (i.e. dióxido de carbono o aire). En el procesamiento de alimentos, los contaminantes que pueden ser perjudiciales para el consumidor del alimento se tienen que evitar si el vapor 10 entra en contacto directo con el alimento. Mientras que los gases no condensables (excepto en cantidades altas) generalmente no son un problema para el procesamiento de alimentos con el uso de vapor.

En el estado del arte previo, la manera más típica de generar vapor es 15 mediante la utilización de una caldera. La mayoría de las calderas son indirectas en el hecho de que queman un combustible y calientan las paredes de un intercambiador de calor con los productos calientes de la combustión. El agua fluye sobre el otro lado de la pared del intercambiador de calor (típicamente dentro de tuberías), con el agua en las tuberías ebullendo a vapor, al tiempo que el agua 20 pasa a través de la caldera. Entonces, el agua se calienta para pasar a vapor indirectamente. Cuando toda el agua ha ebullido hasta pasar a vapor, sin haber proporcionado calor adicional, se considera que el vapor está "saturado". Si el agua no ha ebullido completamente, sino que todavía tiene algo de agua condensada allí dentro, se considera que el vapor está "húmedo". Si se ha 25 proporcionado más calor para toda el agua más allá del punto de ebullición, y se

ha elevado la temperatura, para todo el vapor, por encima del punto de ebullición del agua a la presión dada, se considera que el vapor está "sobrecalentado". Dependiendo de la temperatura requerida del vapor y de si es importante o no que el vapor esté completamente gaseoso, o de los beneficios de que esté húmedo, la caldera se configura para elevar el vapor a la temperatura y estado deseados. Entonces, el vapor puede utilizarse de manera beneficiosa.

Más recientemente, se ha desarrollado una forma de generación directa de vapor que se denomina combustión con oxígeno y combustible (oxi-combustible). Con combustión oxi-combustible se lleva a combustión con oxígeno (ya sea oxígeno puro o un oxidante que contiene una proporción más grande de oxígeno que la que está presente en el aire, i.e. aproximadamente veinte por ciento) un combustible que contiene hidrógeno y/o carbono. El hidrógeno en el combustible reacciona con el oxígeno para formar agua directamente. La temperatura de tales reacciones es tal que típicamente el agua se forma en un estado gaseoso como vapor sobrecalentado. Más típicamente, con la combustión oxi-combustible, también se adiciona agua (o algún otro diluyente) dentro de una cámara de combustión de allí, para enfriar el vapor de alta temperatura producido por la combustión del combustible con el oxígeno. Esta agua adicional se calienta directamente hasta vapor y se mezcla con el vapor generado por la combustión del combustible con el oxígeno.

Cuando el combustible también contiene carbono, este carbono se combina con el oxígeno para formar también dióxido de carbono dentro de la cámara de combustión. Una vez el vapor y el dióxido de carbono producidos dentro del

generador de gas de combustión oxi-combustible se mezclan con agua diluyente de enfriamiento, el vapor que sale del generador de gas es típicamente, en su mayor parte, vapor, y el componente minoritario es el dióxido de carbono. El grado de enfriamiento requerido, la velocidad de flujo del diluyente y el tipo de
5 combustible influyen en estos porcentajes relativos de vapor y de dióxido de carbono en la mezcla que sale del generador de gas.

Ejemplos de tales cámaras de combustión oxi-combustibles y sistemas de combustión oxi-combustibles se describen en Patentes de Los Estados Unidos
10 Nos. 5,680,764, 5,709,077 y 6,206,684, incorporadas en este documento por referencia en su totalidad.

El vapor y el dióxido de carbono pueden separarse uno del otro relativamente fácil, como por ejemplo, suministrando un condensador que enfríe la
15 mezcla hasta el punto donde el agua se condensa a líquido y el dióxido de carbono permanece como gas, para la separación efectiva del dióxido de carbono del agua. También, muchos procesos que utilizan vapor toleran alguna cantidad de dióxido de carbono junto con el vapor. Así, la generación directa de vapor mediante el uso de un generador de gas de combustión oxi-combustible puede
20 utilizarse para una variedad de procesos que requieren vapor. Esta invención se orienta a las variaciones en los generadores de gas de combustión oxi-combustible y los sistemas asociados, para la utilización efectiva de generadores de gas de combustión oxi-combustible de generación directa de vapor, para la generación de vapor para usos distintos en los cuales el vapor se va a utilizar.

Divulgación de la Invención

El concepto básico de esta invención es utilizar una cámara de combustión oxi-combustible de alta presión (i.e. un "generador de gas") que opera a cercanas condiciones estequiométricas, con inyección de agua para la generación directa
5 de una mezcla de gas, a temperatura alta, de vapor con vapor rico/ CO_2 . Este concepto proporciona un medio eficiente, muy compacto de producir semejante fluido sin la necesidad de una caldera de tipo convencional. La corriente resultante de la mezcla vapor/ CO_2 puede utilizarse para muchas aplicaciones diferentes que incluyen la generación de energía en ciclos de energía directos, indirectos (que
10 utilizan un generador de vapor con recuperación de calor (HRSG)), simples o combinados; refinación química; procesamiento industrial y de alimentos; y recuperación de combustibles fósiles utilizando la fracción vapor, la fracción CO_2 o la corriente de gas combinada, como por ejemplo en operaciones de recuperación mejorada de petróleo (EOR), recuperación mejorada de gas natural (EGR),
15 recuperación mejorada de metano en lecho de carbón (ECBM), drenaje gravitacional asistido por vapor (SAGD) para hidrocarburos (típicamente recuperación de petróleos pesados y/o bitumen) u otras operaciones semejantes.

La fuente del combustible puede variar ampliamente tanto en la
20 composición química como en la forma física, pero preferiblemente está compuesto principalmente de los elementos hidrógeno y carbono y puede contener oxígeno sin un efecto perjudicial. Los combustibles que contienen cantidades sustanciales de elementos que pueden formar óxidos ácidos (e.g. nitrógeno, azufre y fósforo), elementos que forman ceniza (aluminio, silicio, calcio,
25 magnesio, hierro, etc.), o metales pesados afectan de forma adversa la calidad del

gas rico en vapor. Sin embargo, tales combustibles pueden utilizarse si los contaminantes resultantes de la corriente de vapor/ CO_2 no son perjudiciales para la aplicación corriente abajo o si los procesos posteriores de limpieza de la combustión se implementan.

5

El abastecimiento de oxígeno para la cámara de combustión oxi-combustible normalmente proviene del aire del cual el nitrógeno se separa en su mayor parte mediante alguno de los múltiples procesos reconocidos (e.g. la destilación criogénica, la adsorción por rápido descenso de la presión (o vacío) o las membranas). La pureza de la fuente de oxígeno se establece, generalmente, mediante la tolerancia a nitrógeno y argón en la corriente del producto vapor/ CO_2 . Típicamente, la pureza del oxígeno será mayor del 90% de O_2 , en volumen.

10

El agua inyectada dentro de la cámara de combustión oxi-combustible es preferiblemente de calidad cercana a la del agua de alimentación de las calderas, en tanto que el producto vapor/ CO_2 de corriente abajo debe ser muy bajo en el contenido de sólidos y/o un condensado de reciclaje suministra la mayor parte del abastecimiento de agua. Este caso es más frecuente en aplicaciones que involucran la generación directa para el manejo de energía y aplicaciones para el procesamiento químico, de refinación, industrial o de alimentos. En otros procesos, tales como en la recuperación de hidrocarburos, la calidad del agua no afecta significativamente el proceso, de tal manera que sólo se necesita que la calidad del agua sea suficiente para evitar que se entorpezca la operación del generador de gas (e.g. obstrucción de las entradas del agua, descamación, corrosión, etc.).

15

20

25

En algunos casos, el vapor en la mezcla vapor/ CO_2 puede ser consumido parcialmente por el proceso de corriente abajo. Esto da como resultado la producción disminuida del condensado reciclable y agua en exceso, y se puede inclusive requerir un abastecimiento continuo de agua de caracterización. De manera similar, el CO_2 puede ser consumido parcialmente por el proceso de corriente abajo y dar como resultado una disminución en la cantidad del CO_2 que abandona el sistema. El vapor de CO_2 que sale se puede recuperar y acondicionarlo para hacerlo apto para venta comercial, la recuperación mejorada posible del combustible (i.e. EOR, ECMB, etc.), o para secuestro, como por ejemplo, mediante almacenamiento en un acuífero salino u otra localización geológica de almacenamiento subterráneo. Si cantidades significativas de contaminantes (elementos distintos al carbono, hidrógeno y oxígeno) entran en cualquiera de las corrientes de abastecimiento, la mezcla vapor/ CO_2 de la cámara de combustión puede requerir limpieza antes de utilizar la corriente abajo, o pueden requerir limpieza el agua de reciclaje y/o el CO_2 .

Una segunda implementación del concepto involucra la utilización de agua salobre y/o aceitosa junto con suministros de combustible y oxígeno como se describió anteriormente. Uno de los usos preferidos del segundo concepto es para el método de drenaje gravitacional asistido por vapor (SAGD) para recuperación de bitumen o petróleos pesados. El agua salobre y/o aceitosa puede provenir de cualquier fuente, pero a menudo resulta de la separación de la fracción de agua del petróleo/bitumen obtenida de la operación de SAGD y el mejoramiento de esa agua como se estime más apropiado (e.g. ablandamiento con cal).

Si la corriente resultante de vapor saturado/ CO_2 requiere sobrecalentamiento, éste se puede realizar utilizando una válvula de regulación isentálpica/dispositivo o un recalentador oxi-combustible. Aunque un uso preferido de la corriente de vapor/ CO_2 mostrado en la Figura 2 es inyección directa para operaciones de SAGD, 5 alternativamente, puede dirigirse a un generador de vapor con recuperador de calor (HRSG) para aumentar el vapor de presión alta para diversos propósitos (e.g. generación de energía, recuperación de petróleo pesado o procesamiento químico, de refinación, industrial y de alimentos), a la vez que también produce condensado reciclable y una corriente rica en CO_2 , el cual se 10 puede recuperar para venta comercial, utilización para recuperación mejorada de petróleo (EOR), recuperación mejorada de metano en lecho de carbón (ECBM) o para secuestro lejos de la atmósfera.

Descripción Breve de los Esquemas

15 La Figura 1 es una representación esquemática de un ciclo simple cerrado que incluye la generación de vapor y CO_2 dentro de un generador de gas y que alimenta el vapor y el CO_2 hacia un procesador y recircula algo del agua desde el procesador de vuelta al generador de gas.

20 La Figura 2 es una representación esquemática de un sistema modificado de aquel que se muestra en la Figura 1, el cual se ha modificado para ser potencialmente un ciclo abierto o un ciclo cerrado, y con agua de enfriamiento suministrada en la forma de agua salobre o aceitosa y con mecanismo asociado de separación de sales, para incorporar las sales en el agua de enfriamiento, así 25 como también una válvula de regulación para el acondicionamiento de la mezcla

de vapor y CO_2 (e.g. para incrementar el sobrecalentamiento del agua) antes de la utilización.

La Figura 3 es una representación esquemática de un sistema y proceso de
5 recuperación de hidrocarburos que utiliza un generador de gas para generación directa de vapor y dióxido de carbono, el sistema y el proceso están configurados para recircular el agua desde la operación de SAGD u otra operación de recuperación mejorada de petróleo/hidrocarburo de vuelta al generador de gas, para suministrar un sistema de recuperación de hidrocarburos de circuito cerrado,
10 sin desperdicio de agua y potencialmente cero emisiones atmosféricas.

La Figura 4 es una gráfica de entalpía vs entropía para el agua dentro del sistema de la Figura 3 con letras sobre la gráfica de la Figura 4 que corresponden con puntos sobre la representación esquemática de la Figura 3 y que proporciona
15 información sobre la entalpía y la entropía (así como también información sobre la presión) para el agua dentro del sistema a distintos estados dentro del sistema y relacionada con el domo de vapor del agua.

La Figura 5 es una representación esquemática de un sistema de
20 recuperación de hidrocarburos, similar a aquel que se muestra en la Figura 3, pero que incluye adicionalmente una turbina opcional de generación de energía y un ablandador opcional del agua, para el ablandamiento del agua recuperada, antes de la recirculación hacia el generador de gas.

25 **Los Mejores Métodos para Llevar a Cabo la Invención**

Con referencia a los esquemas, en donde numerales de referencia comparables representan partes análogas en todas las figuras de los diversos esquemas, los numerales de referencia 10, 110, 210 y 310 se dirigen a sistemas y procesos diversos ilustrativos de las implementaciones de esta invención. Los sistemas 10, 110, 210, 310 cada uno incluye un generador de gas 2, 12 el cual está configurado para realizar la combustión de un oxidante rico en oxígeno con un combustible que contiene hidrógeno, y con entradas de agua, que da como resultado la producción de una mezcla de vapor y dióxido de carbono a alta temperatura (o posiblemente sólo vapor, si el combustible es libre de carbono). Esta mezcla de vapor y CO₂ puede, entonces, utilizarse para una variedad de procesos diferentes (Figura 1). Si el agua es "sucia", tal como aquella que es salobre, se puede utilizar un separador de sal, como por ejemplo, un separador tipo ciclón 14 (Figuras 2 y 3), para la separación de tales contaminantes, antes de la utilización de la mezcla vapor/CO₂. En el caso del agua aceitosa, potencialmente, se puede realizar la combustión de los hidrocarburos que están dentro del agua, dentro del generador de gas 12 junto con el combustible y el oxígeno. El proceso puede ser de ciclo cerrado, con recirculación de agua desde la mezcla de vapor/CO₂ de vuelta al generador de gas 12, o abierto sin dicha recirculación.

20

En implementaciones particulares del sistema 210,310 la mezcla de vapor y CO₂ se encamina hacia una cavidad 30 de un espacio subterráneo 40 que contiene hidrocarburos, como por ejemplo una operación de drenaje gravitacional asistido por vapor (SAGD). El vapor y el CO₂ interactúan con los hidrocarburos en el espacio subterráneo 40 para ayudar en la remoción de una mezcla de

25

hidrocarburos y agua desde el espacio subterráneo 40. Entonces, los hidrocarburos (e.g. petróleo y/o bitumen) se pueden recuperar 60 desde esta salida 50 del espacio subterráneo 40. El agua procedente de este proceso de remoción, opcionalmente, se puede reciclar de vuelta al generador de gas 12, de
5 tal manera que el sistema 210, 310 puede operar sustancialmente sin emisiones, ya sea hacia la atmósfera o en la forma de agua de desecho u otra descarga de superficie.

Muchos detalles del generador de gas 2, 12 de las diversas
10 implementaciones de esta invención se describen en el estado del arte previo y como tal están incorporados en este documento mediante referencia arriba mencionada. El oxígeno para el generador de gas 2, 12 (Figuras 1-3 y 5) se puede suministrar a partir de una variedad de fuentes diferentes, pero más preferiblemente se suministra a partir de una unidad de separación de aire (ASU)
15 100. Dicha unidad de separación de aire separa el oxígeno del aire, como por ejemplo, mediante licuefacción o adsorción por rápido descenso de la presión/vacío, u otras tecnologías de separación del aire. El oxígeno también podría suministrarse a partir de tanques de almacenamiento de oxígeno líquido o tuberías de oxígeno. Aunque, preferiblemente, el oxígeno es puro sustancialmente, los
20 sistemas de acuerdo con esta invención podrían operar de forma beneficiosa con fuentes de oxidantes, las cuales son simplemente ricas en oxígeno, con una proporción de oxígeno mayor que la presente en el aire (i.e. veinte por ciento).

Los combustibles utilizados por los generadores de gas 2, 12 de las
25 diversas implementaciones de esta invención podrían ser combustibles ya sean

gaseosos o líquidos. Algunos de los combustibles gaseosos preferidos incluyen hidrógeno, gas natural, gases de digestor, gases de basurero, gases de desecho de refinería y syngas, tal como aquel derivado de la gasificación del carbón o del coque de petróleo. Algunos de los combustibles líquidos preferidos incluyen
5 hidrocarburos puros, alcoholes y glicerina o sus soluciones, emulsiones o geles en un portador como el agua. Los combustibles sólidos preferidos incluyen combustibles de alto carbono, de partícula pequeña, como el coque de petróleo o residuo pesado o biomasa (de planta o de alga) suspendida en un portador de fluidos.

10

Aunque la entrada del combustible se muestra en un terminal de inyección del generador de gas 2, 12, particularmente en el caso de combustibles líquidos, los combustibles podrían introducirse a secciones de corriente abajo del generador de gas 2, 12 separados del terminal de inyección del generador de gas 2, 12.

15

El generador de gas 2, 12 preferiblemente tiene una cabeza de inyección en donde el oxígeno y el combustible se introducen principalmente a través de entradas dentro del generador de gas 2, 12. Cada una de estas secciones preferiblemente incluye entradas de agua u otros diluyentes 3, 13 entre estas
20 secciones. Con el agua u otros diluyentes introducidos dentro del generador de gas en estas secciones, cada sección presenta una temperatura progresivamente más baja. En tal configuración, el tiempo de reacción dentro del generador 2,12 se puede controlar en alguna extensión y aumentar el grado al cual las reacciones de combustión se llevan a finalización antes de que se extingan mediante

enfriamiento asociado con la introducción del agua u otros diluyentes dentro del generador de gas 2, 12.

Estas entradas de agua 3,13 principalmente introducen agua para el
5 enfriamiento de la mezcla de vapor y dióxido de carbono producida por la combustión del combustible y el oxidante dentro del generador de gas 2, 12. Opcionalmente, las entradas de agua del comienzo, cercanas a la cabeza de inyección, también pueden introducir agua con combustible, o al menos residuo aceitoso a partir de un proceso de recuperación de petróleo/bitumen 60 (Figuras 3
10 y 5) para la combustión de tales hidrocarburos dentro del generador de gas 12 en secciones de temperatura alta del mismo. Aunque se muestran cinco secciones en las figuras (Figuras 1-3 y 5) un número mayor o menor de secciones se podría suministrar opcionalmente.

15 Particularmente el agua acéitosa se alimenta únicamente hacia las zonas con las temperaturas más altas (también denominadas secciones) del generador de gas 2, 12 (zonas primera y posiblemente segunda), mientras que el agua salobre se puede alimentar hacia todas las zonas. En general, el producto de la cámara de combustión es una mezcla de vapor húmedo y CO₂. La calidad del
20 vapor es tal que la fracción de agua líquida es suficiente para mantener las sales en solución. Si el contenido de sal de la corriente producto es lo suficientemente alta para causar problemas (e.g. corrosión o taponamiento) con inyección directa, la mezcla vapor húmedo/CO₂ puede separarse en una fracción de vapor saturado/CO₂ y una fracción de salmuera mediante un dispositivo de no arrastre
25 14, como por ejemplo un ciclón o recipiente de retirada.

Con referencia particular a la Figura 1, se describen los detalles de un proceso simple de ciclo cerrado de acuerdo con una implementación de esta invención. En este sistema 10, el generador de gas 2 se alimenta con combustible y oxígeno, así como también con agua a través de las entradas de agua 3. Una mezcla de vapor y CO_2 se suministra a un procesador 4. Este procesador 4 puede estar en la forma de generación de energía i.e. a través de un generador de vapor con recuperador de calor (HRSG) o accionando directamente una turbina, o podría suministrar refinación química, implementación de procesos industriales o aplicaciones para procesamiento de alimentos.

Como se describe en este documento, la mezcla de vapor y CO_2 se utiliza de manera que se produce una disminución de temperatura hasta el punto donde el CO_2 permanece gaseoso y el vapor se condensa en el agua. Se suministran salidas para CO_2 separado y agua. Este CO_2 se podría capturar para otro uso industrial o para secuestro lejos de la atmósfera, o simplemente podría ser liberado hacia la atmósfera. El agua que se condensa como parte del proceso 4 o en un condensador corriente abajo, a partir del procesador 4, es típicamente una cantidad de agua más grande que la que se requiere como diluyente dentro del generador de gas 2. Por consiguiente, algo de agua en exceso 6 se remueve del sistema 10. El agua remanente de reciclaje 8 se devuelve a las entradas de agua 3 para recirculación dentro del proceso completo 10.

Con referencia particular a la figura 2, se describe un sistema 110, el cual es una variación sobre el sistema 10 de la Figura 1. En el sistema 110,

opcionalmente, el agua puede ser "sucia", por ejemplo, puede ser ya sea agua salobre, agua aceitosa o agua que por el contrario incluye diversos contaminantes en ella. También, el sistema 110 de la Figura 2 se muestra particularmente como un ciclo abierto más que como uno cerrado (aunque fácilmente podría ser cerrado
5 mediante el re direccionamiento del vapor descargado desde el sistema 110 de vuelta hacia el abastecimiento de agua del generador de gas 12).

Con el sistema 110, el generador de gas 12 se configura de manera similar al generador de gas 2 del sistema 10. Únicamente, las entradas de agua sucia 13
10 se suministran para la introducción de agua sucia dentro del generador de gas 12. Si el agua debiera ser salobre, las sales dentro del agua, típicamente, permanecerían en solución debido a las temperaturas altas producidas dentro del generador de gas 12. Si los contaminantes dentro del agua son susceptibles a provocar la descamación de las paredes del generador de gas 12, a las altas
15 temperaturas involucradas dentro del generador de gas 12, se puede proporcionar un ablandador corriente arriba de las entradas de agua 13, para acondicionar el agua de manera que se desestime la ocurrencia de tal descamación. De manera similar, si el agua "sucia" tiene un pH el cual tendería a originar corrosión perjudicial dentro el generador de gas 12, se puede acondicionar el agua
20 apropiadamente, como por ejemplo ajustando el pH de la misma, antes de que entre en el generador de gas 12. Adicionalmente, se puede utilizar la filtración apropiada para remover partículas de un tamaño suficientemente grande para ocasionar el taponamiento de partes de las entradas de agua 13, o que pueden ser perjudiciales para los procesos corriente abajo que utilizan la mezcla de vapor
25 y CO₂ producida desde el generador de gas 12.

En el caso de agua salobre, o posiblemente incluso fuentes de agua con salinidad alta, como por ejemplo el agua marina, las sales dentro del agua, típicamente, permanecerían y entrarían al generador de gas 12 a través de las
5 entradas de agua 13. Corriente abajo del generador de gas 12, se proporciona un separador 14 para la remoción de la salmuera y para permitir que el agua de salinidad más baja se descargue a través de una salida de presión alta 16, mediante la utilización dentro de un proceso adecuado.

10 Si se busca que esta mezcla de vapor y CO_2 tenga una presión más baja y/o una cantidad mayor de sobrecalentamiento, se puede dirigir la mezcla de vapor y CO_2 a través de un dispositivo de regulación 17, como por ejemplo, una válvula configurada para reducir la presión en una cantidad apropiada e incrementar una cantidad del sobrecalentamiento (ver Figura 4, segmento DE de
15 la línea). La salida resultante de presión más baja 18 se puede, entonces, suministrar a un proceso apropiado, para la utilización posterior de la mezcla de vapor y CO_2 . En principio, después de la utilización dentro de este proceso, la mezcla de vapor y CO_2 se puede reciclar de vuelta hacia las entradas de agua 13, de manera que el sistema completo puede ser un sistema cerrado, con poca o
20 ninguna descarga de agua de desecho desde el sistema.

Con una discusión adicional asociada a las Figuras 3 y 4, se divulgan los detalles de un ciclo completo para una operación de drenaje gravitacional asistido por vapor (SAGD) que utiliza vapor generado en una forma directa, usando el
25 generador de gas de combustión oxi-combustible 12, o sistemas análogos para la

recuperación de hidrocarburos, para otros procesos que utilizan el vapor. En las Figuras 3 y 4 se muestra una operación SAGD en donde una cavidad de salida 30 se proporciona encima de una estructura geológica subterránea 40 que contiene petróleo o bitumen. Se proporciona un canal de drenaje 50 u otra salida (e.g. una

5 cavidad de recuperación con una bomba acoplada) a una parte más baja de la estructura geológica 40, para el drenaje de una combinación de petróleo y condensado de agua, a partir del vapor inyectado dentro de la estructura geológica 40. Esta agua tiene petróleo y/o bitumen con aire interior allí dentro. Como parte de los procedimientos conocidos de la operación SAGD, se recupera, entonces, el

10 petróleo y/o bitumen a partir del agua, en una planta de recuperación 60.

En tanto que tales operaciones SAGD conocidas han utilizado vapor, este vapor se ha generado, hasta ahora, utilizando calderas tradicionales como generadores indirectos de vapor. Estas calderas requieren una fuente de agua de

15 calidad alta para la operación efectiva, y también son relativamente grandes para la cantidad de vapor que se va a generar, y difíciles de operar en las áreas en donde va a tener lugar la operación de SAGD.

Con esta invención, que utiliza generación directa de vapor, se proporciona

20 un generador de gas de combustión oxi-combustible 12. El generador de gas 12 se acopla a una fuente de oxígeno, como por ejemplo el ASU 100, el cual es preferiblemente oxígeno puro sustancialmente, pero puede operar efectivamente con menos de oxígeno puro. Una fuente de combustible que contiene hidrógeno y/o carbono, y más típicamente una combinación tanto de hidrógeno como de

25 carbono se introduce, desde una fuente de combustible, dentro del generador de

gas 12. El oxígeno y el combustible hacen combustión juntos dentro del generador de gas 12 para desarrollar un gas impulsor a temperatura alta que típicamente incluye dióxido de carbono y vapor. Para enfriar esta mezcla de vapor y dióxido de carbono, se introduce agua dentro del generador de gas 12, a través de las
5 entradas de agua 13.

En esta implementación particular de la Figura 3, el agua restante de la estación de recuperación de petróleo y/o bitumen 60 todavía incluye, típicamente, petróleo en ella. Esta "agua aceitosa" se puede introducir directamente dentro del
10 generador de gas 12 para "cerrar el ciclo" por lo menos parcialmente. Si el agua tiene una cantidad grande de petróleo en ella, es deseable introducir el agua aceitosa tan tempranamente como sea posible en la reacción de combustión que ocurre dentro del generador de gas 12, de manera que el petróleo tenga una oportunidad de hacer combustión dentro del generador de gas 12, y para que tal
15 reacción de combustión se mueva hacia la terminación sustancial, antes de la descarga del generador de gas 12.

El generador de gas 12 también tendría típicamente alguna tolerancia a la salobridad en el agua o a otros contaminantes, en la medida en que las
20 temperaturas altas presentes dentro del generador de gas 12 tienden a impedir la precipitación de las sales allí dentro. Si existen contaminantes en el agua diluyente introducida dentro del generador de gas 12 es deseable, para el generador de gas 12, descargar el fluido de trabajo como vapor saturado sustancialmente. En esta forma, cualquier sólido dentro del diluyente se puede precipitar más efectivamente.
25 En este ejemplo particular, el generador de gas 12 enfría el fluido de trabajo hasta

el punto en donde es vapor saturado (punto C en las Figuras 3 y 4). Entonces, opcionalmente, se puede utilizar un separador de sal 14, el cual se optimiza para operar con vapor saturado. Después de eso, típicamente, es deseable sobrecalentar un poco el vapor. Tal sobrecalentamiento puede ocurrir

5 disminuyendo la presión mediante un dispositivo isentálpico de regulación 17 (punto E en las figuras 3 y 4). Como otra alternativa, se puede proporcionar un recalentador 20 para añadir calor adicional al vapor (así como también dióxido de carbono u otros constituyentes) para mantener la presión del vapor y añadir más calor al vapor (punto E' de las Figuras 3 y 4).

10

En seguida, el vapor sobrecalentado (y también típicamente dióxido de carbono) se inyecta dentro de la cavidad 30 de la operación de SAGD. Es típicamente deseable que el vapor se sobrecaliente suficientemente, para que así no se vaya a condensar en la cabeza de la cavidad, en donde la corrosión puede

15 tener lugar más probablemente. Más bien, es deseable que el fluido de trabajo que incluye principalmente vapor permanezca gaseoso mientras que pasa a través de la cabeza de la cavidad 30 y cualquier cubierta de la cavidad, y que únicamente comience a condensarse una vez dentro de la formación geológica 40; dependiendo de las características particulares de la formación geológica 40 y los

20 deseos del operador respecto a la temperatura y la calidad del vapor que se va a inyectar dentro de la formación geológica 40.

Entonces, el agua cargada de petróleo y/o bitumen se drena (por ejemplo a través de la salida 50) desde la formación geológica 40, típicamente a presión

25 atmosférica. El petróleo y/o el bitumen se pueden recuperar, entonces, (en la

planta de recuperación 60) a partir del agua que drena desde la formación geológica 40. Entonces, el agua limpiada en su mayor parte puede dirigirse a través de una bomba 70 de vuelta al generador de gas 12, para repetir el ciclo del sistema 210.

5

En tanto que las Figuras 3 y 4 describen un sistema en donde el vapor se utiliza para una operación de SAGD, se podrían interponer, entre los puntos E y A en las Figuras 3 y 4, otros procesos que utilizan vapor para cualquier propósito. Adviértase que la combustión del combustible con el oxígeno produce algo de vapor nuevo. Así, incluso si algunas cantidades de vapor se consumen dentro del proceso, la generación de vapor adicional minimiza el requerimiento de agua adicional caracterizada para la operación de tales sistemas. Además, tal agua caracterizada puede, a menudo, ser menos de agua pura, y aún así funcionar apropiadamente con cualquier impureza, bien sea alimentando una parte de una reacción de combustión del generador de gas 12 o siendo separada ya sea antes o después de pasar a través del generador de gas 12.

Con referencia particular a la Figura 5, se describen los detalles de un sistema alternativo de implementación 310. El sistema 310 es similar al sistema 210 de la Figura 3, con unas pocas modificaciones. Primero, un ablandador de agua 80 se suministra, opcionalmente, corriente arriba de las entradas de agua 13 del generador de gas 12. Este ablandador de agua 80 se proporciona para acondicionar apropiadamente el agua, si el agua fuera de un carácter, el cual pudiera afectar de forma perjudicial el generador de gas 12, o pudiera afectar de

forma perjudicial los procesos corriente abajo, para los cuales el fluido de trabajo con vapor y CO₂, producido por el generador de gas 12, va a ser utilizado.

Tal acondicionamiento podría incluir la adición de sales apropiadas para
5 minimizar la descamación potencial dentro del generador de gas 12 o el
mecanismo corriente abajo, así como también la bomba 70 corriente arriba del
generador de gas 12, y podría incluir también el mecanismo de neutralización para
el ajuste del pH, para minimizar la corrosión dentro del generador de gas 12, la
bomba 70 o el mecanismo corriente abajo, sistemas de filtración para minimizar
10 las partículas que de otra manera podrían ser potencialmente perjudiciales para el
generador de gas 12, la bomba 70 u otros mecanismos corriente abajo, y otros
acondicionamientos del agua.

El sistema 310 también está provisto, opcionalmente, con una turbina 90 la
15 cual se puede suministrar bien sea corriente arriba del recalentador 20 o corriente
abajo del recalentador 20. Cuando la turbina 90 está corriente arriba del
recalentador 20, el generador de gas 12 estaría configurado, típicamente, para
descargar vapor y CO₂ con algún grado de sobrecalentamiento allí dentro. Si el
vapor y el CO₂ se saturan sobre la descarga del generador de gas 12, la turbina
20 90 estaría localizada, típicamente, corriente abajo del recalentador 20. La turbina
90 podría producir energía adicional, bien sea en la forma de energía del eje para
direccionar el mecanismo directamente, o acoplada a un generador eléctrico para
producir energía eléctrica desde el sistema 310. La turbina 90 y el recalentador 20
están en una línea apartada de la válvula 17 u otros dispositivos de regulación. El
25 flujo de vapor y dióxido de carbono se puede direccionar bien sea completamente

a través del dispositivo de regulación 17 o completamente a través del recalentador 20, o puede darse algún equilibrio cuando se proporcionan corrientes separadas.

5 Esta divulgación se proporciona para revelar una implementación preferida de la invención y un mejor modo para llevar a la práctica la invención. Habiendo descrito la invención de esta manera, debería ser claro que diversas modificaciones diferentes pueden realizarse a la implementación preferida sin desviarse del alcance y el espíritu de esta divulgación de la invención. Cuando las

10 estructuras de esta invención se identifican como un medio para representar una función, la identificación pretende incluir todas las estructuras que pueden representar la función especificada. Cuando las estructuras de esta invención se identifican como acopladas juntas, tal lenguaje se debería interpretar ampliamente, para incluir las estructuras acopladas juntas directamente o acopladas juntas a

15 través de estructuras que intervienen. Tal acoplamiento podría ser permanente o temporal y bien sea de un modo rígido o de un modo el cual permite girar sobre un pivote, deslizamiento u otro movimiento relativo, mientras que todavía proporciona alguna forma de conexión, a menos que se restrinja específicamente. Cuando los

20 elementos se describen como corriente arriba o corriente abajo respecto a otros elementos, tal posicionamiento puede ser con conductos de flujo en el espacio entre ellos y/o con otros elementos en el espacio entre ellos, o pueden estar adyacentes uno al otro directamente.

Aplicabilidad Industrial

Esta invención muestra la aplicabilidad industrial en la medida en que proporciona un generador directo de vapor que elimina la necesidad de calderas convencionales para producir un gas rico en vapor, a presión alta.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un generador de vapor que tiene la capacidad de utilizar un rango amplio de combustibles que varían tanto en la composición química como en la forma física, pero preferiblemente constituidos principalmente por los elementos hidrógeno y carbono.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método para la generación de vapor, el cual produce gases de escape ricos en vapor, los cuales contienen también dióxido de carbono (CO_2) derivado de la combustión, para el cual, opcionalmente, se previene la entrada a la atmósfera.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método y sistema para la remoción de hidrocarburos desde un espacio subterráneo que contiene hidrocarburos, el cual es mejorado mediante la inyección de vapor y CO_2 dentro del espacio subterráneo.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método y sistema para la remoción de hidrocarburos, desde un espacio subterráneo, el cual involucra la inyección de vapor dentro del espacio subterráneo, con el vapor generado de una manera que incluye poca o ninguna emisión atmosférica.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método y sistema para la remoción de hidrocarburos desde un espacio subterráneo que contiene hidrocarburos, el cual recicla agua aceitosa de desecho mediante la combustión del petróleo dentro del agua aceitosa de desecho, de una forma que tiene bajas o
5 cero emisiones atmosféricas.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar vapor y dióxido de carbono para una operación de drenaje gravitacional asistido por vapor (SAGD), de manera que haya bajas o cero emisiones atmosféricas y que puede operar
10 sobre una variedad de diferentes combustibles disponibles que incluyen, al menos parcialmente, hidrocarburos removidos desde la operación SAGD en sí misma.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método y proceso para la generación directa de vapor que puede tomar agua "sucía" que es salobre, aceitosa o de lo contrario contaminada e introducida dentro de un generador de
15 gas de combustión oxi-combustible, a temperatura alta, para producir vapor a temperatura alta, al menos parcialmente a partir de agua "sucía", de tal manera que no se requiere una fuente de agua relativamente pura para la generación del vapor.

20

Otros objetivos adicionales de esta invención, los cuales demuestran su aplicabilidad industrial, llegarán a ser claros a partir de una lectura cuidadosa de la descripción detallada incluida, de una revisión de los esquemas adjuntos y de la revisión de las reivindicaciones incluidas en este documento.

25

REIVINDICACIONES

Lo que se reivindica es:

Reivindicación 1: Un método para la recuperación de hidrocarburos
5 desde un espacio subterráneo que incluye los pasos:

Identificar una cavidad que se extiende dentro del espacio
subterráneo;

Poner en operación un generador de gas que tiene una cámara de
combustión, una entrada de oxidante enriquecido con oxígeno, una entrada de
10 combustible, al menos una entrada de agua y una salida para la mezcla de vapor y
CO₂;

Generar oxidante enriquecido con oxígeno mediante la separación de
los constituyentes, para producir el oxidante enriquecido con oxígeno que tiene
una proporción mayor de oxígeno que la que está presente en el aire;

15 Acoplar la salida de la mezcla de vapor y CO₂ del generador de gas
corriente arriba desde la cavidad del paso mencionado de identificación de una
cavidad;

Direccionar al menos una parte de la mezcla de vapor y CO₂ hacia el
espacio subterráneo a través de la cavidad;

20 Permitir que la mezcla de vapor y CO₂ interactúe con los
hidrocarburos dentro del espacio subterráneo para mejorar una capacidad de
remoción de los hidrocarburos; y

Remover al menos una parte de los hidrocarburos desde el espacio
subterráneo, después de que la capacidad de remoción de hidrocarburos se

mejora mediante contacto con la mezcla de vapor y CO_2 durante el paso mencionado de permitir.

Reivindicación 2: El método de la Reivindicación 1 en donde el paso
5 mencionado de remover incluye la remoción de los fluidos desde el espacio subterráneo, los fluidos que incluyen una combinación de agua e hidrocarburos, al menos una parte del agua que es condensado de agua proveniente del vapor introducido dentro del espacio subterráneo, mediante el paso mencionado de direccionar.

10

Reivindicación 3: El método de la Reivindicación 2 en donde el paso mencionado de remover incluye el paso de bombear fluidos desde el espacio subterráneo.

15 Reivindicación 4: El método de la Reivindicación 2 en donde el paso mencionado de remover incluye que se drenen los fluidos desde el espacio subterráneo, por gravedad.

Reivindicación 5: El método de la Reivindicación 2 que incluye el paso
20 adicional de separación de al menos una parte de los hidrocarburos desde al menos una parte del agua después del paso mencionado de remover.

Reivindicación 6: El método de la Reivindicación 5 en donde el paso mencionado de separación es seguido por el paso de recirculación del agua,
25 después de la reducción de los hidrocarburos en el interior del agua, durante el

paso mencionado de separación, el paso mencionado de recirculación que incluye la recirculación de al menos una parte del agua hacia al menos una de las entradas de agua del generador de gas.

5 Reivindicación 7: El método de la Reivindicación 6 en donde el paso mencionado de poner en operación incluye la configuración del generador de gas adaptado para hacer la combustión tanto del combustible que entra en la cámara de combustión a través de la entrada de combustible como de los hidrocarburos que entran en la cámara de combustión junto con el agua a al menos una entrada
10 de agua.

 Reivindicación 8: El método de la Reivindicación 7 en donde el paso mencionado de poner en operación incluye la configuración del generador de gas para introducir entradas múltiples de agua en la cámara de combustión del
15 generador de gas, al menos una de las entradas de agua localizada de forma adyacente a la entrada del oxidante y la entrada del combustible, y al menos una de las entradas de agua separada de la entrada del oxidante y la entrada del combustible.

20 Reivindicación 9: El método de la Reivindicación 8 en donde el paso mencionado de poner en operación incluye la configuración del generador de gas para introducir entradas múltiples de agua separadas de la entrada del oxidante y la entrada del combustible y separadas una de la otra para entrar en el generador de gas en lugares dentro del generador de gas que tienen temperaturas
25 diferentes.

Reivindicación 10: El método de la Reivindicación 6 en donde el paso mencionado de recirculación incluye interponer un ablandador corriente arriba de al menos una entrada de agua del generador de gas para ablandar el agua antes
5 de que entre en el generador de gas.

Reivindicación 11: El método de la Reivindicación 1 que incluye el paso adicional de regulación de la mezcla de vapor y CO₂ corriente debajo de la salida del generador de gas hacia una presión más baja y hacia una cantidad mayor de
10 sobrecalentamiento antes del paso mencionado de direccionar.

Reivindicación 12: Un método para la generación y utilización directa del gas mezclado de vapor y CO₂ que incluye los pasos:

Proporcionar un generador de gas que tiene una cámara de combustión,
15 una entrada de oxígeno que conduce hacia la cámara de combustión, una entrada de combustible que conduce hacia la cámara de combustión, una pluralidad de entradas de agua que conduce hacia el generador de gas y una salida de la mezcla de vapor y CO₂ desde la cámara de combustión;

Configurar el generador de gas para incluir cámaras múltiples adyacentes
20 con entradas separadas de agua que pasan dentro del generador de gas entre las cámaras adyacentes, de tal manera que las temperaturas en las cámaras adyacentes son más bajas progresivamente a medida que aumenta la distancia desde la cámara de combustión; y

Acoplar la salida de la mezcla de vapor y CO₂ del generador de gas a una
25 entrada de un procesador que utiliza vapor y CO₂.

Reivindicación 13: El método de la reivindicación 12 que incluye el paso adicional de recirculación del agua hacia las entradas del generador de gas a partir de una descarga del procesador, de manera que el método es al menos
5 parcialmente un proceso cerrado circular.

Reivindicación 14: El método de la Reivindicación 13 que incluye el paso adicional de configuración del procesador, para introducir una descarga separada de agua y descarga de dióxido de carbono, la descarga de agua acoplada a las
10 entradas de agua del generador de gas mencionadas, para la recirculación de agua hacia la entrada de agua del generador de gas.

Reivindicación 15: El sistema de la Reivindicación 12 que incluye el paso adicional de localización de un separador entre la salida de la mezcla de vapor y
15 CO₂ del generador de gas y el procesador, el separador adaptado para separar los constituyentes que no son vapor y CO₂ desde la mezcla de vapor y CO₂.

Reivindicación 16: El método de la Reivindicación 12 que incluye el paso adicional de la configuración del procesador para que sea en la forma de un sitio
20 de drenaje gravitacional asistido por vapor que incluye un espacio subterráneo que contiene hidrocarburos y una cavidad que se extiende dentro del espacio subterráneo, la cavidad acoplada a la salida de la mezcla de vapor y CO₂ del generador de gas.

Reivindicación 17: El método de la Reivindicación 16 que incluye el paso adicional de la recirculación de al menos una parte del agua que sale de un canal de drenaje del sitio de drenaje gravitacional asistido por vapor hacia las entradas de agua del generador de gas.

5

Reivindicación 18: El método de la Reivindicación 16 que incluye el paso adicional de la recirculación de al menos una parte del agua y los hidrocarburos que salen de un canal de drenaje del sitio de drenaje gravitacional asistido por vapor hacia las entradas de agua del generador de gas; y

10 la combustión de al menos una parte de los hidrocarburos contenidos en el agua dentro del generador de gas.

Reivindicación 19: Un sistema de producción de hidrocarburos que comprende en combinación:

15 Un generador de gas que tiene una cámara de combustión con una entrada de oxígeno que pasa dentro de la cámara de combustión, una entrada de combustible que pasa dentro de la cámara de combustión y al menos una entrada de agua que pasa dentro del generador de gas, y con una salida de la mezcla de vapor y dióxido de carbono;

20 Una cabeza de la cavidad que tiene acceso a un espacio subterráneo que contiene hidrocarburos;

Una salida desde el espacio subterráneo adaptada para remover agua e hidrocarburos desde el espacio subterráneo;

25 Un separador de hidrocarburos acoplado a la salida mencionada desde el espacio subterráneo, el separador de hidrocarburos adaptado para

separar al menos una parte del agua desde al menos una parte de los hidrocarburos; y

Una línea de recirculación de agua que se extiende desde el separador de hidrocarburos hasta al menos una entrada de agua del generador de gas.

Reivindicación 20: El sistema de la Reivindicación 19 en donde un ablandador se interpone entre el separador de hidrocarburos mencionado y al menos una entrada de agua mencionada del generador de gas mencionado a lo largo de la línea de recirculación de agua mencionada, el ablandador mencionado adaptado para suavizar el agua, antes de que el agua entre al generador de gas.

Reivindicación 21: El sistema de la Reivindicación 19 en donde un separador se proporciona corriente abajo del generador de gas, el separador de sales mencionado adaptado para separar constituyentes no acuosos y no CO_2 dentro de la mezcla de agua y CO_2 que sale del generador de gas mencionado a través de la salida mencionada.

Reivindicación 22: El sistema de la Reivindicación 19 en donde un recalentador se localiza corriente debajo de la salida del generador de gas mencionado, el recalentador mencionado adaptado para incrementar un calentamiento de la mezcla de vapor y dióxido de carbono corriente abajo del generador de gas mencionado y corriente arriba de la cabeza de la cavidad mencionada.

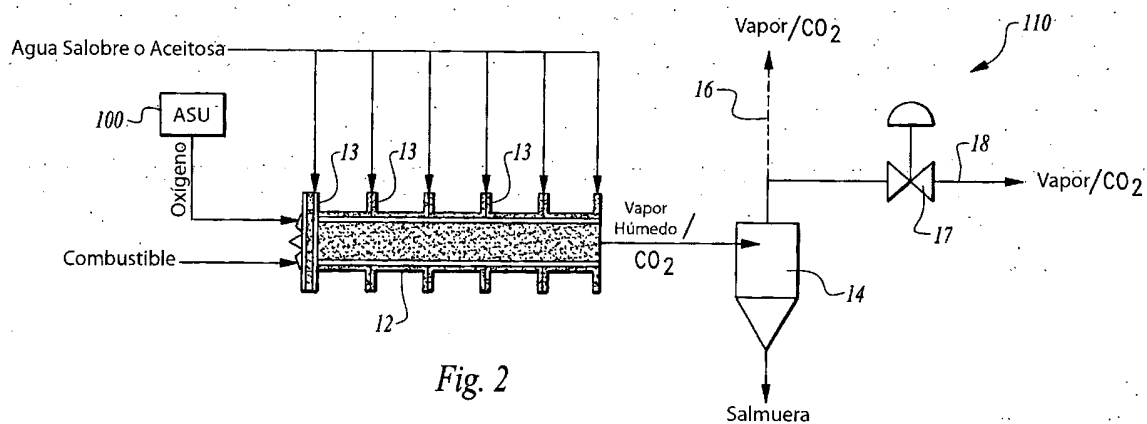
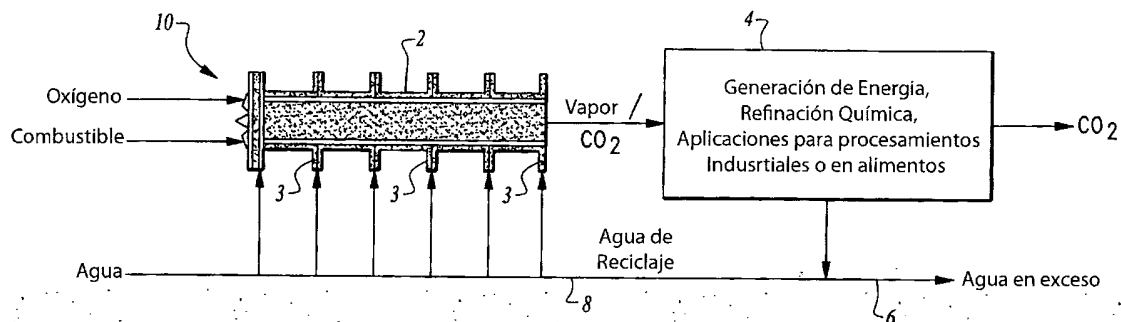
Reivindicación 23: El sistema de la Reivindicación 19 en donde una válvula para la reducción de la presión se localiza corriente debajo de la salida mencionada del generador de gas mencionado, la válvula para la reducción de la presión mencionada adaptada para disminuir una presión de la mezcla de vapor y CO₂ e incrementar una cantidad de sobrecalentamiento del vapor en la mezcla de vapor y CO₂.

Reivindicación 24: El sistema de la Reivindicación 19 en donde el separador de hidrocarburos mencionado incluye una salida de agua corriente arriba de al menos una entrada de agua mencionada del generador de gas mencionado, el separador de hidrocarburos mencionado adaptado para separar únicamente parcialmente los hidrocarburos desde el agua removida del espacio subterráneo con hidrocarburos remanentes en el agua, a la salida del agua mencionada, el generador de gas mencionado adaptado para hacer combustión a al menos una parte de los hidrocarburos remanentes en el agua y que entra al generador de gas mencionado a través de al menos una entrada de agua mencionada.

(54) **Título:** MÉTODO DE GENERACIÓN DIRECTA DE VAPOR UTILIZANDO UNA CÁMARA DE COMBUSTIÓN DE OXÍGENO Y COMBUSTIBLE (OXI-COMBUSTIBLE)

5 (57) **Resumen:** Se suministra un generador de gas con una cámara de combustión dentro de la cual se direccionan oxígeno y un combustible que contiene hidrógeno para combustión allí dentro. El generador de gas también incluye entradas de agua y una salida para la mezcla de vapor y CO₂ producida dentro del generador de gas. La mezcla de vapor y CO₂ puede utilizarse para
10 diversos procesos diferentes, dando como resultado de algunos de tales procesos la recirculación de agua desde el procesador de vuelta hacia las entradas de agua del generador de gas. En un proceso, una cavidad tiene acceso a un espacio subterráneo que contiene hidrocarburos, y la mezcla de vapor y CO₂ se direcciona dentro de la cavidad para mejorar la capacidad de remoción de los hidrocarburos
15 dentro del espacio subterráneo. Los fluidos se remueven, entonces, desde el espacio subterráneo, incluidos hidrocarburos y agua, con una parte de los hidrocarburos removidos, entonces, en un paso de separador/recuperación. El sistema de remoción de hidrocarburos resultante puede operar sin emisiones contaminantes y sin requerimientos de agua.

20



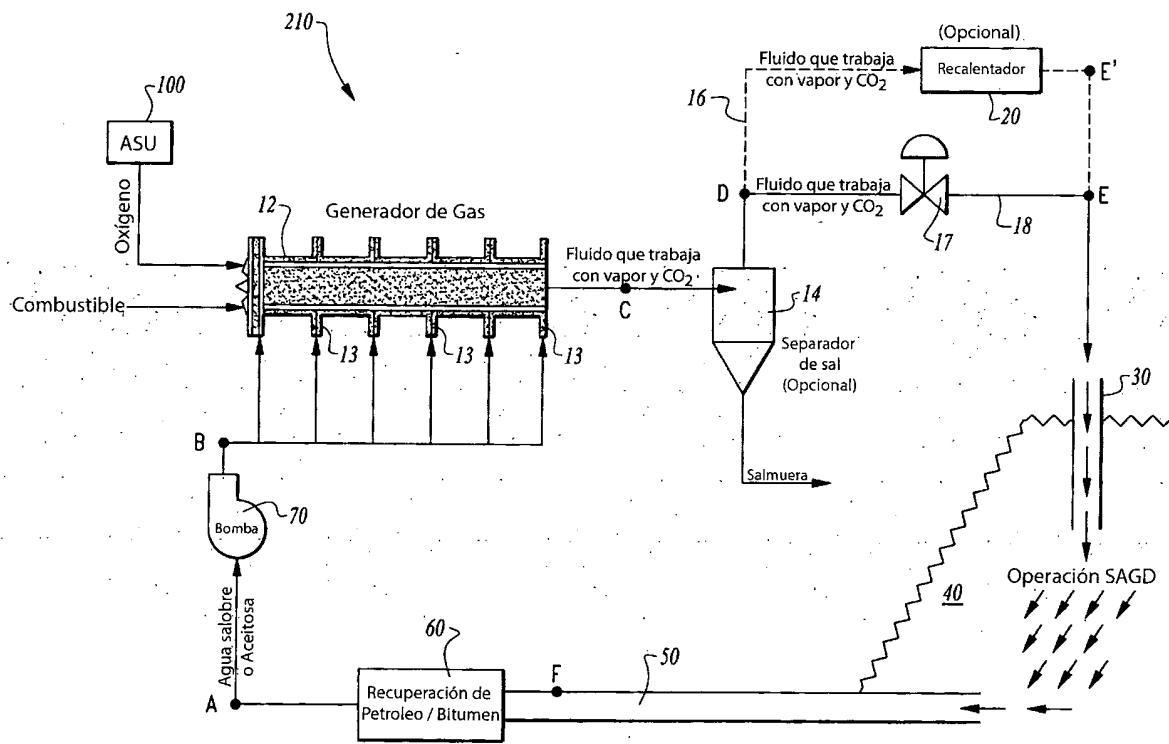


Fig. 3

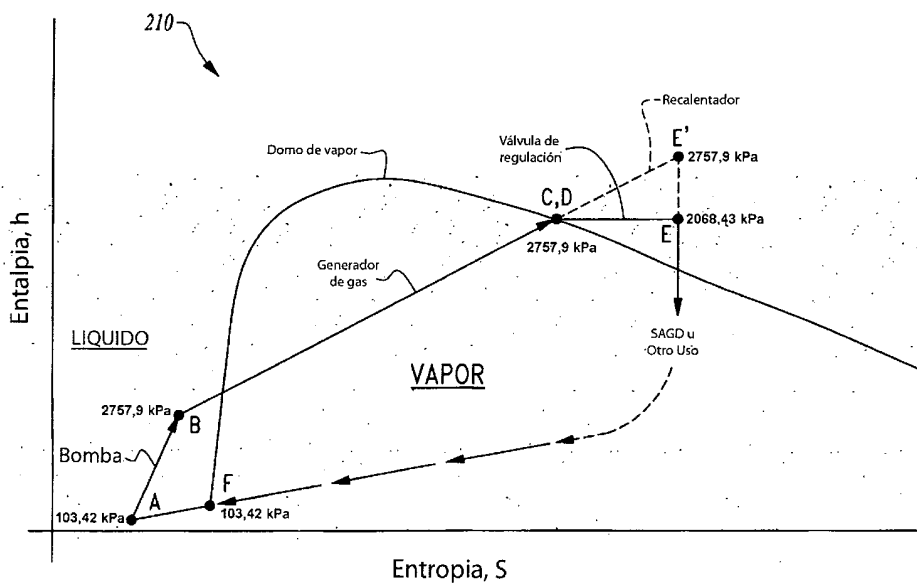
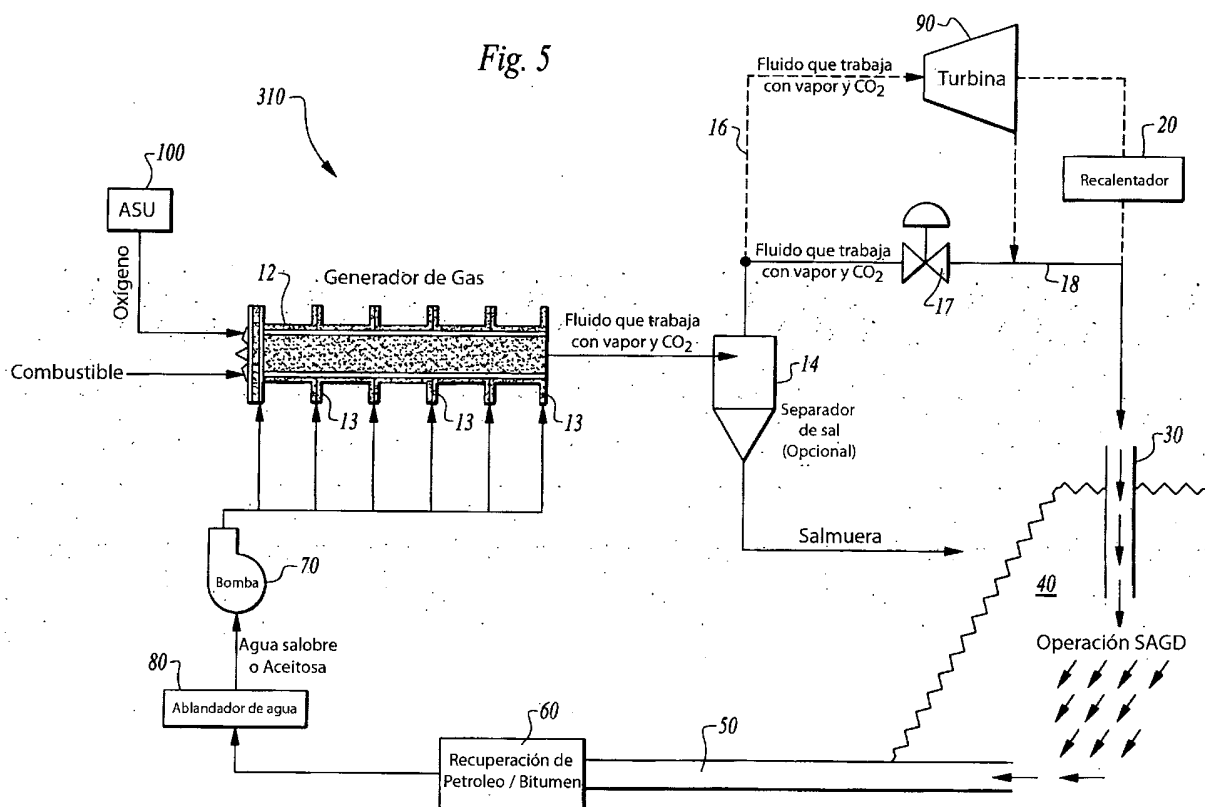


Fig. 4

Fig. 5



 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES TARJETA ARCHIVO PROPIETARIOS	
PATENTE DE INVENCION ____ PCT <u>X</u> MODELO DE UTILIDAD ____ DISEÑO INDUSTRIAL ____			
(21) N° de solicitud:		(22) Fecha de solicitud:	
(51) Clasificación Internacional:			
(71) Solicitante(s) CLEAN ENERGY SYSTEMS, INC.			
(72) Inventor(es) ROGER E. ANDERSON, KEITH L. PRONSKE, MURRAY PROPP			
(74) Apoderado: DRA. MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO			
(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	(32) Fecha	(33) País
	61/209.322	04/03/2009	US
(85) Fecha inicio fase nacional:		(87) Publicación internacional	
(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT		Fecha: 10/09/2010	
Fecha de presentación de la solicitud: 04/03/2010		N° publicación: WO 2010/101647 A2	
No. de solicitud PCT/US2010/000664			
(54) Título: METODO DE GENERACION DIRECTA DE VAPOR UTILIZANDO UNA CAMARA DE COMBUSTION DE OXIGENO Y COMBUSTIBLE (OXI-COMBUSTIBLE)			

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION PCT	
(21) N° de solicitud: (22) Fecha de solicitud: (30) Prioridad (31) N° Prioridad (32) Fecha (33) País 61/209.322 04/03/2009 US		(51) Int. Cl.: (71) Solicitante(s) CLEAN ENERGY SYSTEMS, INC. (72) Inventor(es) ROGER E. ANDERSON KEITH L. PRONSKE MURRAY PROPP (74) Apoderado: MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO	
(85) Fecha limite inicio fase nacional: (86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT Fecha de presentación de la solicitud: 04/03/2010 N° de solicitud PCT/US2010/000664		(87) Publicación internacional Fecha: 10/09/2010 N° publicación: WO 2010/101647 A2	
(54) Titulo: METODO DE GENERACION DIRECTA DE VAPOR UTILIZANDO UNA CAMARA DE COMBUSTION DE OXIGENO Y COMBUSTIBLE (OXI-COMBUSTIBLE)			

Reivindicación(es):

1. Un método para la recuperación de hidrocarburos desde un espacio subterráneo que incluye los pasos:
Identificar una cavidad que se extiende dentro del espacio subterráneo;
Poner en operación un generador de gas que tiene una cámara de combustión, una entrada de oxidante enriquecido con oxígeno, una entrada de combustible, al menos una entrada de agua y una salida para la mezcla de vapor y CO₂;
Generar oxidante enriquecido con oxígeno mediante la separación de los constituyentes, para producir el oxidante enriquecido con oxígeno que tiene una proporción mayor de oxígeno que la que está presente en el aire;
Acoplar la salida de la mezcla de vapor y CO₂ del generador de gas corriente arriba desde la cavidad del paso mencionado de identificación de una cavidad;
Direccionar al menos una parte de la mezcla de vapor y CO₂ hacia el espacio subterráneo a través de la cavidad;
Permitir que la mezcla de vapor y CO₂ interactúe con los hidrocarburos dentro del espacio subterráneo para mejorar una capacidad de remoción de los hidrocarburos; y
Remover al menos una parte de los hidrocarburos desde el espacio subterráneo, después de que la capacidad de remoción de hidrocarburos se mejora mediante contacto con la mezcla de vapor y CO₂ durante el paso mencionado de permitir.

2. El método de la Reivindicación 1 en donde el paso mencionado de remover incluye la remoción de los fluidos desde el espacio subterráneo, los fluidos que incluyen una combinación de agua e hidrocarburos, al menos una parte del agua que es condensado de agua proveniente del vapor introducido dentro del espacio subterráneo, mediante el paso mencionado de direccionar.

3. El método de la Reivindicación 2 en donde el paso mencionado de remover incluye el paso de bombear fluidos desde el espacio subterráneo.

4. El método de la Reivindicación 2 en donde el paso mencionado de remover incluye que se drenen los fluidos desde el espacio subterráneo, por gravedad.

5. El método de la Reivindicación 2 que incluye el paso adicional de separación de al menos una parte de los hidrocarburos desde al menos una parte del agua después del paso mencionado de remover.

6. El método de la Reivindicación 5 en donde el paso mencionado de separación es seguido por el paso de recirculación del agua, después de la reducción de los hidrocarburos en el interior del agua, durante el paso mencionado de separación, el paso mencionado de recirculación que incluye la recirculación de al menos una parte del agua hacia al menos una de las entradas de agua del generador de gas.

7. El método de la Reivindicación 6 en donde el paso mencionado de poner en operación incluye la configuración del generador de gas adaptado para hacer la combustión tanto del combustible que entra en la cámara de combustión a través de la entrada de combustible como de los hidrocarburos que entran en la cámara de combustión junto con el agua a al menos una entrada de agua.

8. El método de la Reivindicación 7 en donde el paso mencionado de poner en operación incluye la configuración del generador de gas para introducir entradas múltiples de agua en la cámara de combustión del generador de gas, al menos una de las entradas de agua localizada de forma adyacente a la entrada del oxidante y la entrada del combustible, y al menos una de las entradas de agua separada de la entrada del oxidante y la entrada del combustible.

9. El método de la Reivindicación 8 en donde el paso mencionado de poner en operación incluye la configuración del generador de gas para introducir entradas múltiples de agua separadas de la entrada del oxidante y la entrada del combustible y separadas una de la otra para entrar en el generador de gas en lugares dentro del generador de gas que tienen temperaturas diferentes.

10. El método de la Reivindicación 6 en donde el paso mencionado de recirculación incluye interponer un ablandador corriente arriba de al menos una entrada de agua del generador de gas para ablandar el agua antes de que entre en el generador de gas.

11. El método de la Reivindicación 1 que incluye el paso adicional de regulación de la mezcla de vapor y CO₂ corriente debajo de la salida del generador de gas hacia una presión más baja y hacia una cantidad mayor de sobrecalentamiento antes del paso mencionado de direccionar.

...



No. 11-122380-00000-0000

Fecha: 2011-09-20 12:57:43

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Tra. 11 PATENTEIYII

Eve: 378 FASENACIONALI

Act. 411 PRESENTACION

Folios: 63

LISTA DE CHEQUEO
ADMISION A TRAMITE - NUEVAS CREACIONESPATENTE DE INVENCION ☐MODELO DE UTILIDAD ☐

Art. 33 Decisión 486/00

☐

Indicación que se solicita una patente

☐

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐

Descripción de la invención

☐

Dibujos de ser estos pertinentes

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)

Completa ☐Incompleta ☐PATENTE DE INVENCION PCT ☒MODELO DE UTILIDAD PCT ☐Art. 33 Decisión 486/00
Circular Única☒

Indicación que se solicita una PCT

☒

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☒

Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)

☒

Dibujos de ser estos pertinentes

☒

Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)

Completa ☒Incompleta ☐DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐

Indicación que se solicita diseño industrial

☐

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐

Representación gráfica y fotográfica del Diseño Industrial o muestra del material que incorpora el diseño

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas

Completa ☐Incompleta ☐ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐

Indicación que se solicita un esquema de trazado

☐

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐

Representación gráfica de un esquema de trazado

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas

Completa ☐Incompleta ☐

