ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية
---

(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication :
MA 33268 B1

(51) Cl. internationale :
C10L 3/00

(43) Date de publication :
02.05.2012

(21) N° Dépôt :
34341

(22) Date de Dépôt :
09.11.2011

(30) Données de Priorité :
20.04.2009 US 61/170,999

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/US2010/031556 19.04.2010

(71) Demandeur(s) :
MIDREX TECHNOLOGIES, INC., 2725 Water Ridge Parkway, Suite 100 Charlotte NC 28217 (US)

(72) Inventeur(s) :
METIUS, Gary, Edward ; McCLELLAND, James, M., Jr.

(74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)

(54) Titre : **PROCÉDÉ ET APPAREIL POUR SÉQUESTRER DU DIOXYDE DE CARBONE À PARTIR D'UN GAZ USÉ**

(57) Abrégé : L'invention porte sur un procédé et un appareil pour séquestrer du dioxyde de carbone à partir d'un gaz usé et le réutiliser comme gaz recyclé sans souci d'émission, consistant à diviser une source de gaz en un gaz de procédé et un gaz résiduair; mélanger le gaz de procédé avec un hydrocarbure et l'introduire dans un reformeur pour former un gaz réducteur; et introduire au moins une partie du gaz résiduaire dans un épurateur de dioxyde de carbone pour former un gaz pauvre en dioxyde de carbone qui est mélangé avec le gaz réducteur. Facultativement, le procédé comprend également l'association de la source de gaz et du gaz réducteur à un processus de réduction directe pour convertir l'oxyde de fer en fer métallique.

(طريقة وجهاز لفصل ثاني أكسيد الكربون من غاز مستنفد)

الملخص

يتعلق الاختراع الحالي بطريقة وجهاز لفصل ثاني أكسيد الكربون من غاز مهدور وإعادة استخدامه كغاز معاد تدويره بدون مخاوف متعلقة بالانبعاثات، تتضمن: توفير مصدر غاز معين مقسَّم إلى غاز عملية وغاز مهدور؛ خلط غاز العملية بهيدروكربون والتغذية بغاز تغذية ناتج إلى وحدة إعادة تشكيل لإعادة تشكيل غاز التغذية وتكوين غاز مختزِل؛ وتغذية وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون بجزء على الأقل من الغاز المهدور لترع بعض ثاني أكسيد الكربون على الأقل من الغاز المهدور وتكوين غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون الذي يُخلط بالغاز المختزِل. اختيارياً، تتضمن الطريقة أيضاً تغذية جزء على الأقل من الغاز المهدور في وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون لترع بعض ثاني أكسيد الكربون على الأقل من الغاز المهدور وتكوين وقود غازي بعد إضافة هيدروكربون تتم التغذية به إلى وحدة إعادة التشكيل. اختيارياً، يرتبط مصدر الغاز والغاز المختزِل بعملية اختزال مباشر لتحويل أكسيد حديد إلى حديد معدني في فرن اختزال يستخدم الغاز المختزِل، وينتج اختيارياً مصدر الغاز، بعد إجراء بعض التعديلات.

02 MA. 2012

(طريقة وجهاز لفصل ثاني أكسيد الكربون من غاز مستنفد)

الوصف الكامل

الإسناد المرجعي لطلبات براءات الاختراع ذات الصلة

[0001] تستند البراءة/طلب البراءة الحالي غير المؤقت في أولويتها إلى طلب البراءة الأمريكي المؤقت رقم 61/170,999، المودع في 20 إبريل 2009، تحت عنوان "Method and Apparatus for Sequestering Carbon Dioxide From a Top Gas Fuel"، والذي أُدرجت محتوياته كاملةً ضمن مراجع هذا الطلب.

المجال التقني

[0002] يتعلق الاختراع الحالي بصفة عامة بطريقة وجهاز لاختزال أكسيد الحديد إلى حديد معدني مباشرةً، من بين عمليات أخرى. وعلى نحو أكثر تحديداً، يتعلق الاختراع الحالي بطريقة وجهاز لفصل ثاني أكسيد الكربون من غاز مستنفد باستخدام مثل هذه العمليات.

الخلفية التقنية

[0003] هناك حاجة في الكثير من العمليات الصناعية إلى إيجاد طريقة فعالة لنزع ثاني أكسيد الكربون من مصدر وقود ثانوي، مثل مصدر وقود غازي علوي، في عملية اختزال مباشر. بعبارة أخرى، هناك حاجة في الكثير من العمليات الصناعية إلى طريقة فعالة لنزع ثاني أكسيد الكربون من مصدر وقود مهدور آخر، للسماح باستخدامه كمصدر وقود أولي دون إحداث مشكلات متعلقة بالانبعاث. في بعض الحالات، تشترط السياسات الحكومية نزع ثاني أكسيد الكربون، مما سيزيد في المستقبل فقط من الحاجة إلى التحكم في انبعاث ثاني

أكسيد الكربون. وينطوي الاختزال المباشر على اختزال أكسيد الحديد الخام إلى كريات، أو كتل أو تجمعات حديد، حيث يُختزل أكسيد الحديد بواسطة غاز يحتوي على هيدروجين و/أو أول أكسيد كربون، مما يؤدي إلى الحصول على منتج ثاني أكسيد كربون ثانوي.

الكشف عن الاختراع

[0004] في نموذج توضيحي للاختراع الحالي، تشتمل طريقة لفصل ثاني أكسيد الكربون عن وقود غازي علوي على: غاز علوي معين مقسَّم إلى غاز عملية ووقود غازي علوي: خلط غاز العملية بهيدروكربون والتغذية بغاز تغذية إعادة تشكيل ناتج إلى ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة تشكيل لإعادة تشكيل غاز تغذية إعادة التشكيل وتكوين غاز مختزِل؛ وتغذية الوقود الغازي العلوي إلى وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون لنزع بعض ثاني أكسيد الكربون على الأقل من الوقود الغازي العلوي وتكوين غاز وقود إعادة تشكيل بعد إضافة هيدروكربون تتم التغذية به إلى ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة التشكيل. تتضمن الطريقة أيضاً ضغط غاز العملية والوقود الغازي العلوي. كما تتضمن الطريقة أيضاً توليد البخار من الغاز العلوي. وتتضمن الطريقة أيضاً غسيل الغاز العلوي لنزع الغبار. اختيارياً، يتم الحصول على الغاز العلوي من فرن اختزال. اختيارياً، تتضمن الطريقة كذلك خلط الغاز المختزِل بأكسجين وهيدروكربون لتكوين غاز تنشيط والتغذية بغاز التنشيط في فرن الاختزال. تنتِج وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون أيضاً غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون. تتضمن الطريقة كذلك خلط غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون بالغاز المختزِل. اختيارياً، تتضمن الطريقة كذلك تسخين غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون قبلياً قبل خلطه بالغاز المختزِل أو استخدامه كوقود. ينتج كل من ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة التشكيل أيضاً غاز مدخنة. تتضمن الطريقة كذلك توليد بخار من غاز المدخنة. اختيارياً، تتضمن الطريقة كذلك

استخدام غاز المدخنة لتسخين غاز آخر قبلياً. اختيارياً، يرتبط الغاز العلوي وغاز التنشيط بعملية اختزال مباشر لتحويل أكسيد الحديد إلى حديد معدني.

[0005] في نموذج توضيحي آخر للاختراع الحالي، يتضمن جهاز فصل ثاني أكسيد الكربون عن وقود غازي علوي: مجرى أو أكثر لتقسيم غاز علوي إلى غاز عملية ووقود غازي علوي؛ مجرى أو أكثر لخلط غاز العملية بهيدروكربون والتغذية بغاز تغذية إعادة تشكيل ناتج إلى ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة تشكيل لإعادة تشكيل غاز تغذية إعادة التشكيل وتكوين غاز مختزِل؛ ومجرى أو أكثر لتغذية الوقود الغازي العلوي إلى وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون لتزع بعض ثاني أكسيد الكربون على الأقل من الوقود الغازي العلوي وتكوين غاز وقود إعادة تشكيل بعد إضافة هيدروكربون تتم التغذية به إلى ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة التشكيل. كما يتضمن الجهاز ضاغط غاز أو أكثر لضغط غاز العملية والوقود الغازي العلوي. يتضمن الجهاز أيضاً غلاية بخار منخفض الضغط لتوليد بخار من الغاز العلوي. يتضمن الجهاز، بالإضافة إلى ذلك، وحدة غسيل رطبة لغسل الغاز العلوي لتزع الغبار. اختيارياً، يتم الحصول على الغاز العلوي من فرن اختزال. اختيارياً، يتضمن الجهاز، بالإضافة إلى ذلك، مجرى أو أكثر لخلط الغاز المختزِل بأكسجين وهيدروكربون لتكوين غاز تنشيط والتغذية بغاز التنشيط في فرن الاختزال. تنتِج وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون أيضاً غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون. يتضمن الجهاز، بالإضافة إلى ذلك، مجرى أو أكثر لخلط غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون بالغاز المختزِل. اختيارياً، يتضمن الجهاز، بالإضافة إلى ذلك، سخاناً قبلياً لتسخين غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون قبلياً قبل خلطه بالغاز المختزِل أو استخدامه كوقود. ينتج كل من ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة التشكيل أيضاً غاز مدخنة. يتضمن الجهاز، بالإضافة إلى ذلك، غلاية بخار منخفض الضغط لتوليد البخار من غاز المدخنة. اختيارياً، يتضمن الجهاز، بالإضافة إلى ذلك، مجرى أو أكثر

لاستخدام غاز المدخنة لتسخين غاز آخر قبلياً. اختيارياً، يرتبط الغاز العلوي وغاز التنشيط بعملية اختزال مباشر لتحويل أكسيد حديد إلى حديد معدني.

[0006] في نموذج توضيحي آخر للاختراع الحالي، تتضمن طريقة فصل ثاني أكسيد الكربون عن الغاز المهدور وإعادة استخدامه كغاز معاد تدويره بدون مخاوف متعلقة بالانبعاثات: مصدر غاز معين مقسَّم إلى غاز عملية وغاز مهدور؛ خلط غاز العملية بهيدروكربون والتغذية بغاز تغذية ناتج إلى وحدة إعادة تشكيل لإعادة تشكيل غاز التغذية وتكوين غاز مختزِل؛ وتغذية وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون بجزء على الأقل من الغاز المهدور لتزع بعض ثاني أكسيد الكربون على الأقل من الغاز المهدور وتكوين غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون الذي يُخلط بالغاز المختزِل. اختيارياً، تتضمن الطريقة أيضاً تغذية جزء على الأقل من الغاز المهدور في وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون لتزع بعض ثاني أكسيد الكربون على الأقل من الغاز المهدور وتكوين وقود غازي بعد إضافة هيدروكربون تتم التغذية به إلى وحدة إعادة التشكيل.

[0007] توفر عمليات ثاني أكسيد الكربون الواردة بالاختراع الحالي حلقةً فعالة يمكن أن يُسترد من خلالها أول أكسيد الكربون والهيدروجين اللذين لم يتم استخدامهما في عملية أولية، بل تم طردهما كغاز مهدور، مع تقليل الانبعاثات غير المطلوبة إلى أدنى درجة.

الوصف المختصر للأشكال والرسومات

[0008] تم توضيح الاختراع الحالي ووصفه في هذه الوثيقة بالإشارة إلى عدة رسومات استُخدمت فيها أرقام مرجعية مماثلة للإشارة إلى خطوات الطريقة/مكونات الجهاز المماثلة، كلما كان ذلك مناسباً، حيث:

[0009] الشكل 1 عبارة عن رسم بياني تخطيطي لعملية/طريقة/جهاز فصل ثاني أكسيد الكربون عن وقود غازي علوي وفقاً للاختراع الحالي؛ و

[0010] الشكل 2 عبارة عن رسم بياني تخطيطي لعملية الاختزال المباشر وفقاً للاختراع الحالي.

الوصف التفصيلي للاختراع

[0011] بالإشارة إلى الشكل 1، في نموذج توضيحي للاختراع الحالي، يتضمن جهاز فصل ثاني أكسيد الكربون عن وقود غازي علوي 10، بصفة أساسية، بفرن اختزال من النوع المزود بعمود إدارة رأسي 12 أو ما شابه ذلك. في هذا المثال، يتضمن فرن الاختزال 12 قادوس تغذية (غير مبين) تتم فيه التغذية بكريات، أو كتل، أو تجمعات أكسيد الحديد، وذلك بمعدل محدد مسبقاً. تنحدر كريات، أو كتل، أو تجمعات أكسيد الحديد بتأثير الثقل النوعي في فرن الاختزال 12 من قادوس التغذية من خلال أنبوب تغذية (غير مبين) يعمل أيضاً كأنبوب مانع لتسريب الغاز. ويوجد عند قاع فرن الاختزال 12 أنبوب تفريغ (غير مبين) يعمل هو الآخر كأنبوب مانع لتسريب الغاز. يوضع خط تغذية بالتفريغ (غير مبين)، مثل خط تغذية هزاز كهربي أو ما شابه ذلك، أسفل أنبوب التفريغ ويستقبل كريات، أو كتل، أو تجمعات الحديد المعدني، وبالتالي يشكل نظاماً لهبوط الحمل بتأثير الثقل النوعي من خلال فرن الاختزال 12.

[0012] يوجد تقريباً عند نقطة منتصف فرن الاختزال 12 نظام أنبوب تنشيط ونفخ (غير مبين) يتم من خلاله إدخال الغاز المختزِل الساخن عند درجة حرارة تتراوح بين حوالي 700 درجة مئوية وحوالي 1050 درجة مئوية. يتدفق الغاز المختزِل الساخن إلى أعلى من خلال منطقة اختزال فرن الاختزال 12، عكس تدفق الكريات، أو الكتل، أو التجمعات،

ويخرج من فرن الاختزال 12 من خلال أنبوب مأخذ غاز (غير مبين) يوضع عند قمة فرن الاختزال 12. يمتد أنبوب التغذية إلى أسفل أنبوب مأخذ الغاز، حيث تشكل هذه التجميعة الهندسية جهاز تهوية نفاخ يسمح بفصل الغاز المستعمل عن خط التخزين وبتدفقه تدفقاً حراً إلى أنبوب مأخذ الغاز. يعمل الغاز المختزِل الساخن، بعد تدفقه من نظام أنبوب التنشيط والنفخ إلى أنبوب مأخذ الغاز، على تسخين كريات، أو كتل، أو تجمعات أكسيد الحديد واختزالها إلى كريات، أو كتل، أو تجمعات حديد معدني (أي من خلال الاختزال المباشر). يحتوي الغاز المختزِل الساخن على هيدروجين، ونيتروجين، وأول أكسيد كربون، وثاني أكسيد كربون، وميثان، وبخار ماء لاختزال كريات، أو كتل، أو تجمعات أكسيد الحديد وإنتاج غاز مستنفد، أو غاز علوي يحتوي على ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء.

[0013] بالإشارة إلى الشكل 2، تتحكم عمليات الاختزال المباشر المستخدمة التي تتناولها هذه الوثيقة في ظروف الاختزال، ودرجات الحرارة، والخواص الكيميائية في النقطة التي يدخل عندها غاز التنشيط إلى فرن الاختزال 12، وذلك بضبط غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون، والغاز الطبيعي، وإضافات الأكسجين إلى الغاز المختزِل قبل ذلك مباشرةً. وقد وُصفت عمليات الاختزال المباشر بصفة عامة في البراءة الأمريكية رقم 3,748,120، تحت عنوان "Method of Reducing Iron Oxide to Metallic Iron"، والبراءة الأمريكية رقم 3,749,386، تحت عنوان "Method for Reducing Iron Oxides in a Gaseous Reduction Process"، والبراءة الأمريكية رقم 3,764,123، تحت عنوان "Apparatus for Reducing Iron Oxide to Metallic Iron"، والبراءة الأمريكية رقم 3,816,101، تحت عنوان "Method for Reducing Iron Oxides in a Gaseous Reduction Process"، والبراءة الأمريكية رقم 4,046,557، تحت عنوان "Method for Producing Metallic Iron Particles" والبراءة الأمريكية

رقم 5,437,708، تحت عنوان "Iron Carbide Production in Shaft Furnace"، والتي أُدرجت جميع محتوياتها كاملةً ضمن مراجع هذه الوثيقة.

[0014] يعمل حمل فرن الاختزال كمفاعل كبير كابت للحرارة ويعزز من تفاعلات التعادل في منطقة الحقن بغاز التنشيط. وعند دخول غاز التنشيط فرن الاختزال 12 ومروره من خلال الحمل، يتفاعل الغاز مع تركيبة ودرجة حرارة التعادل التي يُحتفظ بها على أزواج الحمل الحرارية عند الجزء العلوي من فرن الاختزال 12.

[0015] تجرى تفاعلات الكربنة بواسطة عوامل تيارات الغازات المختزِلة التالية:

1- نسبة الهيدروجين الغازي المختزِل الأولي إلى أول أكسيد الكربون؛

2- محتوى غاز الميثان المختزِل الأولي؛

3- درجة حرارة الغاز المختزِل الأولي؛

4- إضافة الغاز الطبيعي إلى الغاز المختزِل؛

5- إضافة الأكسجين إلى الغاز المختزِل؛

6- إضافة غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون إلى الغاز المختزِل؛

7- نسبة غاز التنشيط النهائي المختزل إلى المادة المختزلة؛ و

8- ضغط غاز التنشيط النهائي

[0016] في ظروف التشغيل العادية، يُتحكم بدقة في الغاز المختزِل الأولي ويمثل عامل الثبات الأولي عملية الاختزال المباشر. وعند تدفق الغاز المختزِل ناحية فرن الاختزال 12،

يضاف الغاز الطبيعي حسب تحليل محتوى الميثان بغاز التنشيط النهائي. ويوفر ذلك عامل تعديل مثبِّت لأي اهتزازات في محتوى الميثان بالغاز المختزِل الأولي، ويؤدي إلى كربنة غاز التنشيط النهائي. يضاف الأكسجين إلى الغاز المختزِل لزيادة درجة حرارة غاز التنشيط النهائي وتحسين حركيات عملية اختزال خام الحديد.

[0017] اختيارياً، تتضمن ظروف التشغيل المستخدمة تسخين مادة إضافة الغاز الطبيعي، وتقليل محتوى غاز الميثان المختزِل إلى أقل عن أو يساوي حوالي 12 بالمئة، وتدفق مادة إضافة الأكسجين في الطن إلى أقل عن أو يساوي حوالي 30 نيوتن متر^3/طن.

[0018] أثناء استخدام جهاز الاختزال المباشر، يخرج الغاز من مصدر الغاز المختزِل 40 وهناك مستشعر أول يقوم بعمليات تحليل الغاز ويقيس درجة حرارته. يُخلط بعد ذلك الغاز الطبيعي بالغاز عند مدخل الغاز الطبيعي، كما يُخلط بعد ذلك الأكسجين بالغاز وخليط الغاز الطبيعي عند مدخل الاكسجين، مما يؤدي إلى تكوين غاز التنشيط. ويقوم المستشعر الثاني بتحليل الغاز ويقيس درجة حرارة غاز التنشيط، قبل دخول غاز التنشيط في فرن الاختزال 12.

[0019] بالإشارة ثانيةً إلى الشكل 1، وفقاً للاختراع الحالي، يتدفق الغاز العلوي من أنبوب مأخذ الغاز لفرن الاختزال 12 من خلال أنبوب آخر (غير مبين) إلى غلاية بخار منخفض الضغط 14، ويسمح ذلك بتوليد البخار بصورة فعالة لاستخدامه في مكان آخر في العملية، وليكن في خطوة نزع ثاني أكسيد الكربون التي ستوصف فيما يلي بمزيد من التفصيل. تتم التغذية بماء تغذية غلاية إلى غلاية البخار منخفض الضغط 14، وكما أشير إلى ذلك في الجزء السابق أعلاه من هذه الوثيقة، فإن البخار المولَّد يعاد تدويره من خلال العملية أو يُستخدم في مكان آخر.

[0020] يوجَّه بعد ذلك الغاز العلوي إلى وحدة غسيل رطبة 20 تم التزويد بها لتبريد الغاز العلوي ونزع الغبار، مع خرج مياه. قد تكون وحدة الغسيل الرطبة 20 أي نوع تقليدي يعرفه ذوو المهارة العادية في المجال، مثل فنتوري له برج معبأ (غير مبين)، بالغاز العلوي المتدفق إلى أسفل من خلال الفنتوري، ثم إلى أعلى من خلال التدفق العكسي للحشوة إلى ماء التبريد.

[0021] يخرج الغاز العلوي من وحدة الغسيل الرطبة 20 في تيارين بواسطة صمام (غير مبين)، حيث يمثل التيار الأول غاز العملية ويكون الغاز الثاني وقوداً غازياً علوياً (أي النفاية). وتتحدد نسبة هذين التيارين بالحرارة المتاحة في ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة التشكيل 24 المقترنين بالتيار الأول الذي عادةً ما يكون ثابتاً، مما يؤدي إلى الحصول على نسبة تمثيلية تبلغ 1:1 (وذلك باستخدام غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون المعاد تدويره)، 1:2 (وبدون استخدام غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون المعاد تدويره)، إلخ.

[0022] تتم التغذية بغاز العملية من وحدة الغسيل الرطبة 20 إلى ضاغط 22 وضغطه إلى الضغط المطلوب، ثم تغذيته إلى خلاط (غير مبين)، حيث يتم خلط غاز العملية بغاز طبيعي. تتم بعد ذلك التغذية بغاز تغذية إعادة التشكيل هذا إلى ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة التشكيل 24. يتضمن ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة التشكيل 24 حوارق تعمل بالوقود (غير مبينة) تنتج غاز مدخنة مسخَّن يحتوي على نيتروجين، وثاني أكسيد الكربون، وماء بالاحتراق ومجموعة من أنابيب وحدة إعادة التشكيل الحفزية (غير المبينة)، حيث تستخدم الأخيرة غاز تغذية إعادة التشكيل والحرارة المنبعثة نتيجة الاحتراق لتكوين الغاز المختزِل الذي تتم التغذية به ثانيةً في فرن الاختزال 12 بعد إدخال الأكسجين، والغاز الطبيعي، وغاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون، مما يؤدي إلى الحصول على غاز تنشيط.

[0023] تتم أيضاً التغذية بالوقود الغازي العلوي من وحدة الغسيل الرطبة 20 إلى ضاغط 26 وضغطه إلى ضغط مطلوب، قبل إدخاله في وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون 28. تتضمن وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون 28 مادة بخار مدخلة منخفضة الضغط يتم الحصول عليها اختيارياً من أي من غلايتي البخار منخفضتي الضغط 14، 32 المزود بهما جهاز فصل ثاني أكسيد الكربون عن وقود غازي علوي 10، وتقوم بإخراج ماء تغذية غلاية، وكبريت، وثاني أكسيد الكربون. يمكن إدخال ماء تغذية الغلاية في أي من غلايتي البخار منخفضتي الضغط 14، 32 المزود بهما جهاز فصل ثاني أكسيد الكربون عن وقود غازي علوي 10. يشكل غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون مادةً ثانية مخرجة من وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون 28، تصبح عند خلطها بالغاز الطبيعي، جزئياً، غاز وقود إعادة التشكيل التي تتم التغذية به إلى ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة التشكيل 24.

[0024] قد تتضمن وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون 28 أي نوع من أنواع ألكانول أمين، مثل MEA، أو MDEA، أو ما شابه ذلك، أو أي نوع من أنواع نظام الغسيل بالبوتاسيوم الساخن الذي يعرفه ذوو المهارة العادية في المجال. يُستخدم البخار منخفض الضغط لتجديد المحلول المستخدم في وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون 28، ويخرج كماء تغذية الغلاية. وأثناء عملية غسيل ثاني أكسيد الكربون، يُفصل كل من الكبريت وثاني أكسيد الكربون عن الوقود الغازي العلوي. ويخرج الوقود الغازي العلوي بدون الكبريت وثاني أكسيد الكربون من وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون 28 كغاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون. مرةً أخرى، يتم خلط جزء من غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون بالغاز الطبيعي لتكوين غاز وقود إعادة التشكيل، وإدخاله في ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة التشكيل 24 عبر الحوارق التي تعمل بالوقود. تتم إعادة تدوير باقي غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون وخلطه بالغاز المختزِل الذي تتم التغذية به ثانيةً في فرن الاختزال 12 بعد

إدخال الأكسجين والغاز الطبيعي، مما يؤدي إلى تكوين غاز التنشيط. اختيارياً، يتم إدخال جزء متخلف من غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون، أو التيار الكلي في سخان قبلي 30 قبل خلطه بالغاز المختزِل الموجود أو استخدامه كوقود.

[0025] في نموذج توضيحي للاختراع الحالي، يمثل غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون/تيار الغاز المختزِل هذا في نهاية الأمر حوالي 20 بالمئة من تيار الإمداد بغاز التنشيط إلى فرن الاختزال 12، بينما يمثل ثاني أكسيد الكربون وتيار الغاز المختزِل لبخار إعادة التشكيل في نهاية الأمر حوالي 80 بالمئة من تيار الإمداد بغاز التنشيط إلى فرن الاختزال 12، على الرغم من أن هناك نسباً مئوية أخرى متوقعة هنا.

[0026] يتم توفير أنبوب مأخذ غاز مدخنة (غير مبين) على ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة التشكيل 24 لنزع غاز المدخنة الذي يحتوي على نيتروجين، وثاني أكسيد كربون، وماء بعد الاحتراق. يتدفق غاز المدخنة من خلال مبادل حراري واحد أو عدة مبادلات حرارية، بما في ذلك غلاية البخار منخفض الضغط 32. مرةً أخرى، يسمح ذلك بتوليد البخار بصورة فعالة لاستخدامه في العملية، وليكن في خطوة نزع ثاني أكسيد الكربون التي وُصفت بمزيد من التفصيل في الجزء السابق. تتم التغذية بماء تغذية الغلاية إلى غلاية البخار منخفض الضغط 32، واختيارياً من وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون 28، وكما أشير إلى ذلك في الجزء السابق أعلاه من هذه الوثيقة، فإن البخار المولَّد يعاد تدويره من خلال العملية أو يُستخدم في مكان آخر. يمكن بالتالي إقران غلاية البخار منخفض الضغط 32 بالسخان القبلي الاختياري 30.

[0027] على الرغم من بيان الاختراع الحالي ووصفه في هذه الوثيقة بالإشارة إلى نماذج مفضلة وأمثلتها الخاصة، يتضح وبسهولة لذوي المهارة العادية في المجال أن هناك نماذج وأمثلةً

أخرى يمكنها القيام بوظائف مشابهة و/أو تحقيق نتائج مماثلة، إذ تقع كافة هذه النماذج والأمثلة المكافئة ضمن نطاق الاختراع الحالي وفحواه، وهي متوقعة فيما يتعلق بهذا الصدد، ويقصد منها أن تشملها عناصر الحماية التالية. وفي هذا الجانب، لا يعد الوصف التفصيلي السابق للاختراع الحالي مقيِّداً له، ولا شاملاً لكافة جوانبه إلى أقصى مدى ممكن.

عناصر الحماية

1 1- طريقة لفصل ثاني أكسيد الكربون عن وقود غازي علوي، تشتمل على:

2 غاز علوي معين مقسَّم إلى غاز عملية ووقود غازي علوي:

3 خلط غاز العملية بهيدروكربون والتغذية بغاز تغذية إعادة تشكيل ناتج إلى ثاني أكسيد

4 الكربون وبخار إعادة تشكيل لإعادة تشكيل غاز تغذية إعادة التشكيل وتكوين غاز

5 مختزِل؛ و

6 تغذية جزء على الأقل من الوقود الغازي العلوي إلى وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون

7 لترع بعض ثاني أكسيد الكربون على الأقل من الوقود الغازي العلوي وتكوين غاز

8 امتصاص ثاني أكسيد الكربون الذي يُخلط بالغاز المختزِل.

1 2- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، والتي تشتمل أيضاً على تغذية جزء على الأقل من

2 الوقود الغازي العلوي في وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون لترع بعض ثاني أكسيد

3 الكربون على الأقل من الوقود الغازي العلوي وتكوين غاز وقود إعادة تشكيل بعد

4 إضافة هيدروكربون تتم التغذية به إلى ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة التشكيل.

1 3- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 2، والتي تشتمل أيضاً على ضغط غاز العملية والوقود

2 الغازي العلوي.

1 4- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، والتي تشتمل أيضاً على توليد بخار من الغاز

2 العلوي.

1 5- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 4، والتي تشتمل أيضاً على غسيل الغاز العلوي لترع

2 الغبار.

1 6- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يتم الحصول على الغاز العلوي من فرن

2 اختزال.

7- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، والتي تشتمل أيضاً على خلط الغاز المختزِل بأكسجين وهيدروكربون لتكوين غاز تنشيط وتغذية فرن الاختزال بغاز التنشيط.

8- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، والتي تشتمل أيضاً على تسخين غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون قبلياً قبل أحد إجرائي خلطه بالغاز المختزِل واستخدامه كوقود.

9- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث ينتج كل من ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة التشكيل أيضاً غاز مدخنة.

10- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 9، والتي تشتمل أيضاً على توليد بخار من غاز المدخنة.

11- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 10، والتي تشتمل أيضاً على استخدام غاز المدخنة لتسخين غاز آخر قبلياً.

12- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يرتبط الغاز العلوي والغاز المختزِل بعملية اختزال مباشر لتحويل أكسيد حديد إلى حديد معدني.

13- جهاز لفصل ثاني أكسيد الكربون عن وقود غازي علوي، تشتمل على:

مجرى أو أكثر لتقسيم غاز علوي إلى غاز عملية ووقود غازي علوي؛

مجرى أو أكثر لخلط غاز العملية بهيدروكربون والتغذية بغاز تغذية إعادة تشكيل ناتج إلى ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة تشكيل لإعادة تشكيل غاز تغذية إعادة التشكيل وتكوين غاز مختزِل؛ و

مجرى أو أكثر لتغذية وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون بجزء على الأقل من الوقود الغازي العلوي لترع بعض ثاني أكسيد الكربون على الأقل من الوقود الغازي العلوي وتكوين غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون الذي يُخلط بالغاز المختزِل.

14- الجهاز وفقاً لعنصر الحماية 13، والذي يشتمل أيضاً على مجرى أو أكثر لتغذية

جزء على الأقل من الوقود الغازي العلوي في وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون لتزع بعض ثاني أكسيد الكربون على الأقل من الوقود الغازي العلوي وتكوين غاز وقود إعادة تشكيل بعد إضافة هيدروكربون تتم التغذية به إلى ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة التشكيل.

15- الجهاز وفقاً لعنصر الحماية 14، والذي يشتمل أيضاً على ضاغط غاز أو أكثر لضغط غاز العملية والوقود الغازي العلوي.

16- الجهاز وفقاً لعنصر الحماية 13، والذي يشتمل أيضاً على غلاية بخار منخفض الضغط لتوليد بخار من الغاز العلوي.

17- الجهاز وفقاً لعنصر الحماية 16، والذي يشتمل أيضاً على وحدة غسيل رطبة لغسل الغاز العلوي لتزع الغبار.

18- الجهاز وفقاً لعنصر الحماية 13، حيث يتم الحصول على الغاز العلوي من فرن اختزال.

19- الجهاز وفقاً لعنصر الحماية 13، والذي يشتمل أيضاً على مجرى أو أكثر لخلط الغاز المختزِل بأكسجين وهيدروكربون لتكوين غاز تنشيط وتغذية فرن الاختزال بغاز التنشيط.

20- الجهاز وفقاً لعنصر الحماية 13، والذي يشتمل أيضاً على سخان قبلي لتسخين غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون قبلياً قبل أحد إجرائي خلطه بالغاز المختزِل واستخدامه كوقود.

21- الجهاز وفقاً لعنصر الحماية 13، حيث ينتج كل من ثاني أكسيد الكربون وبخار إعادة التشكيل أيضاً غاز مدخنة.

22- الجهاز وفقاً لعنصر الحماية 21، والذي يشتمل أيضاً على غلاية بخار منخفض

الضغط لتوليد البخار من غاز المدخنة.

23- الجهاز وفقاً لعنصر الحماية 22، والذي يشتمل أيضاً على مجرى أو أكثر لاستخدام غاز المدخنة لتسخين غاز آخر قبلياً.

24- الجهاز وفقاً لعنصر الحماية 13، حيث يرتبط الغاز العلوي والغاز المختزِل بعملية اختزال مباشر لتحويل أكسيد حديد إلى حديد معدني.

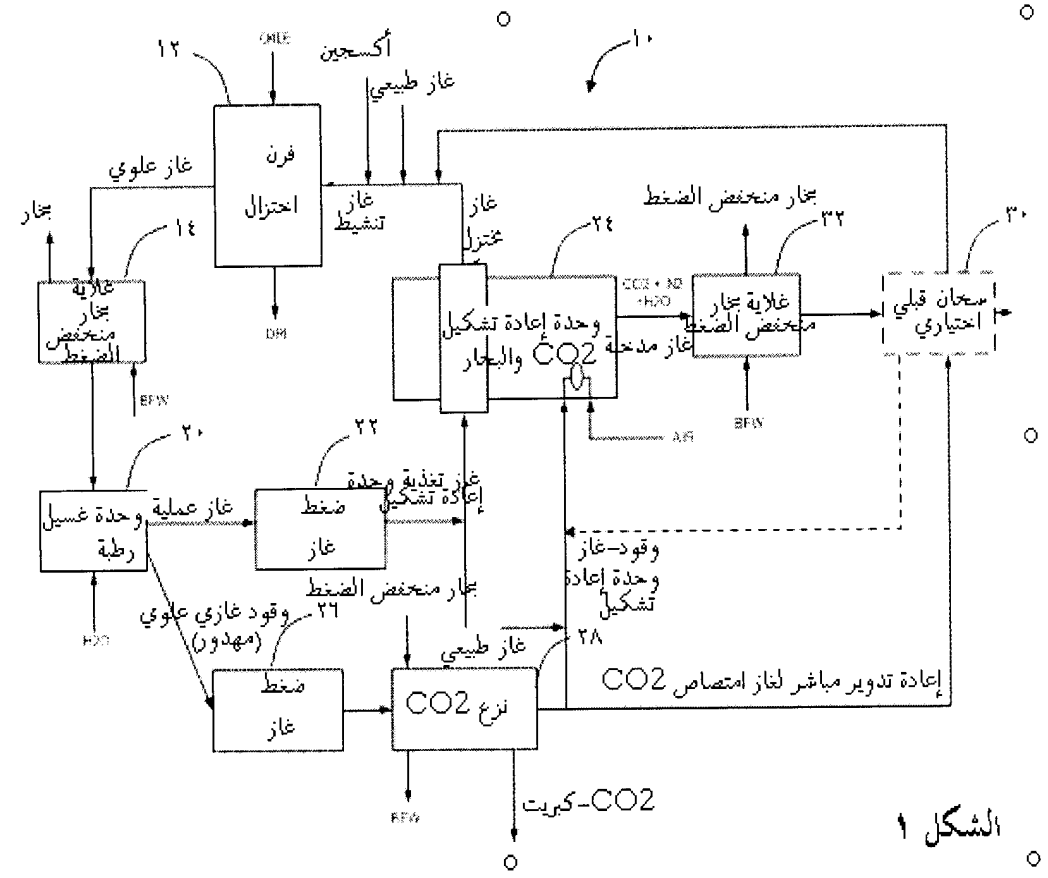
25- طريقة لفصل ثاني أكسيد الكربون من غاز مهدور وإعادة استخدامه كغاز معاد تدويره بدون مخاوف متعلقة بالانبعاثات، تشتمل على:

مصدر غاز معين مقسَّم إلى غاز عملية وغاز مهدور:

خلط غاز العملية بهيدروكربون والتغذية بغاز تغذية ناتج إلى وحدة إعادة تشكيل لإعادة تشكيل غاز التغذية وتكوين غاز مختزِل؛ و

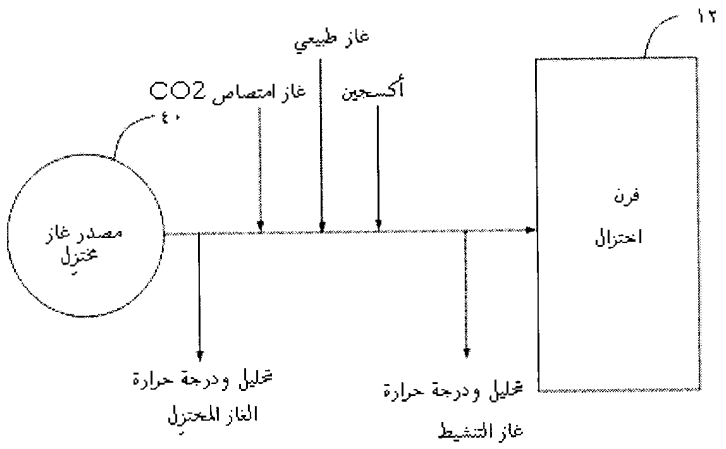
تغذية وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون بجزء على الأقل من الغاز المهدور لترع بعض ثاني أكسيد الكربون على الأقل من الغاز المهدور وتكوين غاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون الذي يُخلط بالغاز المختزِل.

26- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 25، والتي تشتمل أيضاً على تغذية جزء على الأقل من الغاز المهدور في وحدة غسيل ثاني أكسيد الكربون لترع بعض ثاني أكسيد الكربون على الأقل من الغاز المهدور وتكوين وقود غازي بعد إضافة هيدروكربون تتم التغذية به إلى وحدة إعادة التشكيل.



الشكل ١

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	2	رقم اللوحة	1
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			



الشكل ٢

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	2	رقم اللوحة	2
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			