ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية
المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 53762 B1

(43) Date de publication :
28.06.2023

(51) Cl. internationale :
B65G 53/66; B67D 1/00; C01B 32/50; C01B 32/55; F17C 9/02; B28C 5/02; F17C 7/00

(21) N° Dépôt :
53762

(22) Date de Dépôt :
13.12.2019

(30) Données de Priorité :
13.12.2018 US 62/779,020

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/US2019/066407 13.12.2019

(71) Demandeur(s) :
CARBONCURE TECHNOLOGIES INC., 42 Puyzunt Avenue Dartmouth, Nova Scotia B3B 1 Z6 (CA)

(72) Inventeur(s) :
FORGERON, Dean ; VICKERS, Brad ; BURNS, Brandon ; BROWN, Josh ; MONKMAN, Sean George ; CAIL, Kevin

(74) Mandataire :
U.T.P.S.CO.LTD

(54) Titre : **PROCÉDÉS ET COMPOSITIONS POUR L'ADMINISTRATION DE DIOXYDE DE CARBONE**

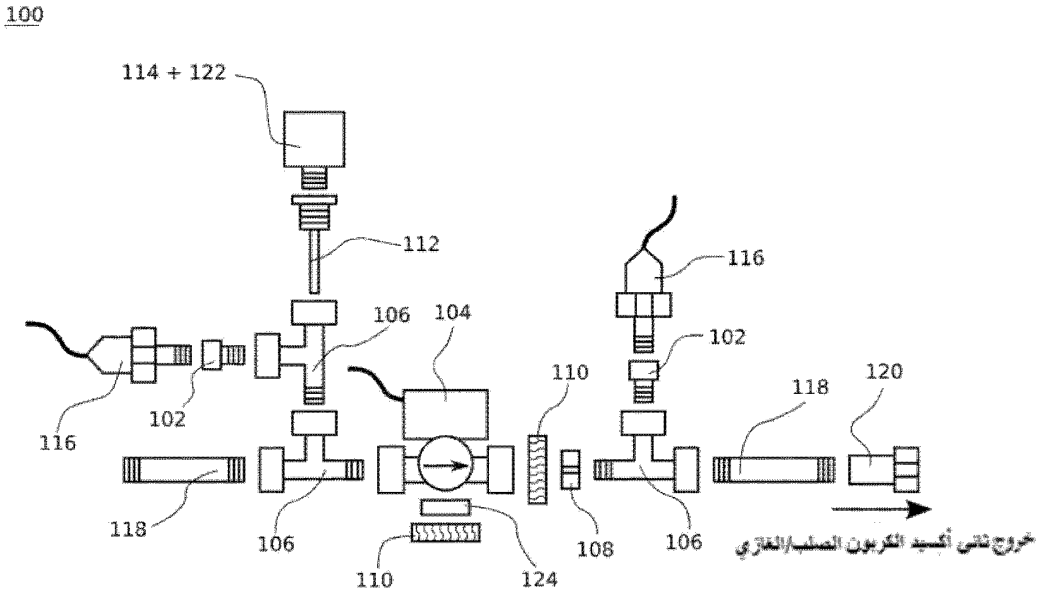
(57) Abrégé : L'invention concerne des procédés, un appareil et des systèmes pour distribuer du dioxyde de carbone en tant que mélange de dioxyde de carbone solide et gazeux à une destination.

طرق وتركيبات لتوصيل ثاني أكسيد الكربون

الملخص

يتعلق الاختراع الحالي بطرق، وأجهزة، وأنظمة لتوصيل ثاني أكسيد الكربون في صورة خليط من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي لوجهة ما.

شكل



طرق وتركيبات لتوصيل ثاني أكسيد الكربون

الإسناد المرجعي للطلبات ذات الصلة:

[0001] يستند الطلب الحالي إلى طلب البراءة الأمريكية المؤقت رقم 62/779,020، حيث تم إيداعه في 13 ديسمبر 2018، والذي تم تضمينه كمرجع في مجمله. يتعلق الطلب الحالي بطلب براءة الاختراع الأمريكية رقم 15/650,524، الذي تم إيداعه في 14 يوليو 2017، وطلب براءة الاختراع الأمريكية رقم 15/659,334، الذي تم إيداعه في 25 يوليو 2017، حيث تم تضمين كل منهما كمرجع.

خلفية الاختراع

[0002] يعد استخدام الأبواق الثلجية لإنتاج خليط من ثاني أكسيد الكربون الغازي والصلب من ثاني أكسيد الكربون السائل معروفًا بصورة جيدة. وبشكل نمطي، يتم استخدام البوق الثلجي لتوصيل جرعة كبيرة نسبيًا من ثاني أكسيد الكربون كثاني أكسيد كربون صلب، وليس من الضروري أو من الممكن عمومًا تحقيق جرعة دقيقة أو قابلة للإنتاج من ثاني أكسيد الكربون من البوق الثلجي، بنسبة مطلوبة ثاني أكسيد الكربون الصلب إلى الغازي، خاصةً عند الجرعات المنخفضة و/أو عند ظروف متقطعة.

الكشف عن الاختراع

[0003] في جانب واحد، يتم توفير طرق في هذا الاختراع.

[0004] في تجسيدات معينة، يتم توفير طريقة للتوصيل المتقطع لجرعة من ثاني أكسيد الكربون في صورة صلبة وغازية إلى وجهة ما تشتمل على (1) نقل ثاني أكسيد الكربون السائل من مصدر ثاني أكسيد الكربون سائل إلى فوهة عبر قناة أولى، حيث (أ) تشتمل القناة الأولى على مادة يمكنها تحمل درجة حرارة وضغط ثاني أكسيد الكربون السائل، و(ب) ينخفض الضغط عبر الفوهة وتصميم الفوهة بحيث يتم إنتاج ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي حيث يخرج ثاني أكسيد الكربون من الفوهة؛ (2) نقل ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي عبر قناة ثانية، حيث تتراوح نسبة طول القناة الثانية إلى طول القناة الأولى من 1: 1 على الأقل؛ و(3) توجيه ثاني أكسيد الكربون الذي يخرج من القناة الثانية إلى وجهة ما. في تجسيدات معينة، يسمح طول وقطر ومادة القناة الأولى

بوصول ثاني أكسيد الكربون السائل الذي يدخل القناة الأولى إلى الفوهة بعد فترة انتقالية بنسبة 90% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون السائل عندما تكون درجة الحرارة المحيطة أقل من 30 درجة مئوية. في تجسيدات معينة، يكون للقناة الثانية ثقب أملس. في تجسيدات معينة، لا تكون القناة الأولى معزولة. في تجسيدات معينة، تشتمل الطريقة أيضًا على توجيه ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي من طرف القناة الثانية إلى قناة ثالثة، حيث تشتمل القناة الثالثة على جزء تم تصميمه لإبطاء تدفق ثاني أكسيد الكربون عبر جزء القناة الثالثة بشكل كافٍ للتسبب في تكتل ثاني أكسيد الكربون الصلب قبل أن يخرج من القناة الثالثة عبر فتحة. في بعض التجسيدات، يكون جزء من القناة الثالثة تم تصميمه لإبطاء تدفق ثاني أكسيد الكربون عبارة عن جزء موسع مقارنةً بالقناة الثانية. في تجسيدات معينة، تكون نسبة طول القناة الثالثة إلى طول القناة الثانية أقل من 0.1: 1. في تجسيدات معينة، يبلغ طول القناة الثالثة ما بين 1 و10 أقدام. في تجسيد معين، يكون للقطر الداخلي للقناة الثالثة بين بوصة واحدة و3 بوصات. في تجسيدات معينة، تكون نسبة طول القناة الثانية إلى طول القناة الأولى 2: 1 على الأقل. في تجسيدات معينة، يبلغ طول القناة الأولى أقل من 15 قدم. في تجسيدات معينة، يكون القطر الداخلي للقناة الأولى بين 0.25 و0.75 بوصة. في تجسيدات معينة، تشتمل القناة الأولى على مادة داخلية من الفولاذ المقاوم للصدأ المضفر. في تجسيدات معينة، يبلغ طول القناة الثانية 30 قدم على الأقل. في تجسيدات معينة، يكون القطر الداخلي للقناة الثانية بين 0.5 و0.75 بوصة. في تجسيدات معينة، تشتمل القناة الثانية على مادة داخلية من PTFE. في تجسيدات معينة، تشتمل القناة الثالثة على مادة صلبة، وهي متصلة بشكل عملي بقناة رابعة تشتمل على مادة مرنة. في تجسيدات معينة، يتراوح الطول المشترك للقناتين الثالثة والرابعة بين 2 و10 أقدام. في تجسيدات معينة، تشتمل القناة الأولى على صمام لتنظيم تدفق ثاني أكسيد الكربون، حيث تشتمل الطريقة أيضًا على تحديد الضغط ودرجة الحرارة بين الصمام والفوهة، وتحديد معدل تدفق ثاني أكسيد الكربون بناءً على درجة الحرارة والضغط. في تجسيدات معينة، يتم تحديد معدل التدفق بمقارنة الضغط ودرجة الحرارة بمجموعة من منحنيات المعايرة لمعدلات التدفق عند

مجموعة من درجات الحرارة والضغوط. في تجسيدات معينة، تكون الوجهة التي يتم توجيه ثاني أكسيد الكربون إليها داخل خلاط. في تجسيدات معينة، يكون الخلاط عبارة عن خلاط خرساني. في تجسيدات معينة، يتم توجيه ثاني أكسيد الكربون إلى مكان ما في الخلاط حيث، عندما يقوم الخلاط بخلط خليطًا خرسانيًا، يتم طي موجة من الخرسانة على خرسانة الخلط. في تجسيدات معينة، يكون الخلاط الخرساني عبارة عن خلاط ثابت. في تجسيدات معينة، يكون الخلاط عبارة عن خلاط قابل للنقل. في تجسيدات معينة، يكون الخلاط عبارة عن إسطوانة لشاحنة جاهزة للخلط. في تجسيدات معينة، لا تزيد السعة الحرارية الإجمالية للقناة الأولى و/أو الثانية عن تلك التي من شأنها أن تبرد درجة الحرارة المحيطة في أقل من 30 ثانية عندما يتدفق ثاني أكسيد الكربون السائل عبر القناة. في تجسيدات معينة، تكون الفوهة في وضع يسمح بخروج ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي من الفوهة في خليط يشتمل على 40% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون الصلب. في تجسيدات معينة، يتم توجيه القنوات لإضافة ثاني أكسيد الكربون إلى خلاط خرساني، وحيث تتم إضافة الأسمنت إلى الخلاط من خلال قناة أسمنتية تشتمل على جزء أول يشتمل على مجرى صلب متصل بجزء ثانٍ يشتمل على قاعدة مرنة تم تصميمها للسماح لشاحنة الخلط الجاهز بتحريك قادوس على الخليط الجاهز في القاعدة بحيث تتخبط القاعدة في القادوس، مما يسمح للأسمنت والمكونات الأخرى بالوقوع في إسطوانة شاحنة الخلط الجاهز عبر القاعدة، حيث يتم وضع القناة الثالثة بجانب الجزء الأول من قناة الأسمنت والقناة الرابعة لتحريكها وتوجيها مع الجزء الثاني من قناة الأسمنت. في تجسيدات معينة، تتم إضافة ناتج التكتل إلى الخلاط من خلال مجرى ناتج التكتل المجاور لمجرى الأسمنت، وحيث يتم وضع الجزء الأول من القناة الثالثة لتقليل التلامس مع ناتج التكتل عند خروجه من مجرى ناتج التكتل. في تجسيدات معينة، يمتد الجزء الأول من القناة الثالثة إلى الجزء السفلي من الجزء الأول من مجرى الأسمنت ويتم توصيل القناة الرابعة بطرف القناة الثالثة، وتمتد من طرف القناة الثالثة بالطرف السفلي من القاعدة المطاطية أو بالقرب من الطرف السفلي من القاعدة المطاطية عند وضع القاعدة المطاطية داخل قادوس شاحنة الخلط الجاهز. في تجسيدات معينة، يتم وضع القناة الرابعة في نطاق x سم من مركز القاعدة المطاطية، في المتوسط،

حيثx = 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، 10، 12، 15، 20، 25، 30، 35، 40، 45، 50، 60، 70، 80، أو 90 سم عندما يتم تحديد موضع القاعدة المطاطية لتحميل المواد الخرسانية في إسطوانة شاحنة الخلط الجاهز.

[0005] في جانب آخر، يتم توفير أجهزة في هذا الاختراع.

[0006] في تجسيدات معينة، تم توفير جهاز لتوصيل ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي الذي يشتمل على (1) مصدر لثاني أكسيد الكربون سائل؛ (2) قناة أولى، حيث تشتمل القناة الأولى على طرف قريب متصل بشكل عملي بمصدر ثاني أكسيد الكربون السائل، وطرف بعيد متصل بشكل عملي بفوهة، حيث يتم تصميم القناة الأولى لنقل ثاني أكسيد الكربون السائل تحت ضغط إلى الفوهة، وحيث تكون الفوهة مفتوحة للضغط الجوي، أو قريبة من الضغط الجوي، وتكون مصممة لتحويل ثاني أكسيد الكربون السائل إلى خليط من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي أثناء مروره عبر الفوهة؛ (3) قناة ثانية متصلة بشكل عملي بالفوهة لتوجيه خليط من ثاني أكسيد الكربون الغازي والصلب إلى الوجهة المطلوبة، حيث تحتوي القناة الثانية على ثقب أملس، وحيث تكون نسبة طول القناة الأولى إلى طول القناة الثانية أقل من 1: 1. في تجسيدات معينة، تكون نسبة طول القناة الأولى إلى طول القناة الثانية أقل من 1: 2. في تجسيدات معينة، تكون نسبة طول القناة الأولى إلى طول القناة الثانية أقل من 1: 5. في تجسيدات معينة، يكون طول القناة الأولى أقل من 20 قدم. في تجسيدات معينة، يكون طول القناة الأولى أقل من 15 قدم. في تجسيدات معينة، يكون طول القناة الأولى أقل من 12 قدم. في تجسيدات معينة، يكون طول القناة الأولى أقل من 5 أقدام. في تجسيدات معينة، تشتمل القناة الأولى على صمام قبل الفوهة لتنظيم تدفق ثاني أكسيد الكربون السائل. في تجسيدات معينة، يشتمل الجهاز أيضًا على مستشعر ضغط أول بين الصمام والفوهة. في تجسيدات معينة، يشتمل الجهاز أيضًا على مستشعر ضغط ثانٍ بين مصدر ثاني أكسيد الكربون السائل والصمام. في تجسيدات معينة، يشتمل الجهاز أيضًا على مستشعر ضغط ثالث بعد الفوهة. في تجسيدات معينة، يشتمل الجهاز أيضًا على مستشعر درجة حرارة بين الصمام والفوهة. في تجسيدات معينة، يشتمل الجهاز أيضًا على نظام تحكم متصل بشكل عملي بمستشعر الضغط الأول ومستشعر درجة الحرارة. في تجسيدات معينة، تستقبل

وحدة التحكم ضغطًا من مستشعر الضغط الأول ودرجة حرارة من مستشعر درجة الحرارة وتحسب معدل تدفق ثاني أكسيد الكربون في النظام من الضغط ودرجة الحرارة. في تجسيدات معينة، تحسب وحدة التحكم معدل التدفق بناءً على مجموعة منحنيات المعايرة للجهاز. في تجسيدات معينة، يتم إنتاج مجموعة منحنيات المعايرة باستخدام إعداد معايرة يشتمل على مصدر لثاني أكسيد الكربون السائل، وقناة أولى، وفوهة، وصمام في القناة الأولى قبل الفوهة، ومستشعر ضغط بين الصمام والفوهة، ومستشعر درجة الحرارة بين الصمام والفوهة، حيث تكون مادة القناة الأولى، وطول وقطر القناة الأولى، والمواد وتصميم الفوهة، مطابقة أو مماثلة لتلك الموجودة في الجهاز. في تجسيدات معينة، يتم إنتاج مجموعة من منحنيات المعايرة عن طريق تحديد تدفق ثاني أكسيد الكربون عند مجموعة من درجات الحرارة كما تم قياسها عند مستشعر درجة الحرارة ومجموعة الضغوط كما تم قياسها عند مستشعر الضغط. في تجسيدات معينة، يشتمل الجهاز أيضًا على قناة ثالثة، متصلة بشكل عملي بالقناة الثانية، حيث يكون للقناة الثالثة قطر داخلي أكبر من القناة الثانية وحيث يتم تصميم قطر وطول القناة الثالثة لإبطاء تدفق ثاني أكسيد الكربون الغازي والصلب ويسبب تكتل لثاني أكسيد الكربون الصلب. في تجسيدات معينة، لا تكون القناة الأولى معزولة.

[0007] في تجسيدات معينة، تم توفير جهاز لتوصيل ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي بجرعات منخفضة بطريقة متقطعة من الجرعات المتكررة من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي الذي يشتمل على (1) مصدر لثاني أكسيد الكربون سائل؛ (2) قناة أولى، حيث تشتمل القناة الأولى على طرف قريب متصل بشكل عملي بمصدر ثاني أكسيد الكربون السائل، وطرف بعيد متصل بشكل عملي بفوهة، حيث يتم تصميم القناة الأولى لنقل ثاني أكسيد الكربون السائل تحت ضغط إلى الفوهة، وحيث تكون الفوهة مفتوحة للضغط الجوي وتكون مصممة لتحويل ثاني أكسيد الكربون السائل إلى خليط من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي أثناء مروره عبر الفوهة؛ (3) صمام في القناة بين مصدر ثاني أكسيد الكربون والفوهة لتنظيم تدفق ثاني أكسيد الكربون السائل؛ (4) مصدر حراري متصل بشكل فعال بقطاع القناة بين الصمام والفوهة، وبالفوهة، حيث يتم تصميم المصدر الحراري لتدفئة القناة والفوهة بين الجرعات

لتحويل ثاني أكسيد الكربون السائل أو الصلب إلى غاز تم تصريفه من خلال الفوهة. في تجسيدات معينة، يشتمل الجهاز أيضًا على المجمع الحراري المتصل بشكل فعال بالمصدر الحراري. في تجسيدات معينة، يشتمل الجهاز أيضًا على (5) قناة ثانية متصلة بشكل فعال بالفوهة لتوجيه خليط من ثاني أكسيد الكربون الغازي والصلب إلى وجهة مطلوبة. في تجسيدات معينة، تحتوي القناة الثانية على ثقب أملس. في تجسيدات معينة، تكون نسبة طول القناة الأولى إلى طول القناة الثانية أقل من 1: 1.

[0008] في جانب آخر، يتم توفير أنظمة في هذا الاختراع.

[0009] في تجسيدات معينة، يتم هنا توفير نظام لتوصيل ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي بطريقة متقطعة عند جرعات من ثاني أكسيد الكربون أقل من 60 رطل، مع زمن بين الجرعات لا يقل عن 5 دقائق، حيث يتم تصميم النظام لتوصيل جرعات متكررة بنسبة من ثاني أكسيد الكربون الصلب إلى الغازي بمتوسط 1: 1.5 على الأقل في كل جرعة، في أقل من 60 ثانية لكل جرعة، عند درجة حرارة محيطة تبلغ 35 درجة مئوية أو أقل. في تجسيدات معينة، تم تصميم النظام لتقديم جرعات متكررة من ثاني أكسيد الكربون بمعامل تباين أقل من 10%. في تجسيدات معينة، تم تصميم النظام لتوصيل جرعات متكررة من ثاني أكسيد الكربون بمعامل تباين أقل من 5%. في تجسيدات معينة، يشتمل النظام على مصدر لثاني أكسيد الكربون سائل وقناة من المصدر إلى جهاز مصمم لتحويل ثاني أكسيد الكربون السائل إلى ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي، حيث لا يلزم عزل القناة. في تجسيدات معينة، لا تكون القناة معزولة. في تجسيدات معينة، يشتمل النظام أيضًا على قناة ثانية متصلة بالجهاز لتحويل ثاني أكسيد الكربون السائل إلى ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي، حيث تقوم القناة الثانية بتوصيل ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي إلى الموقع المطلوب. في تجسيدات معينة، تكون نسبة أطوال القناة الأولى إلى القناة الثانية أقل من 1: 1.

التضمين كمرجع

[0010] تم تضمين جميع المنشورات وبراءات الاختراع وطلبات براءات الاختراع المذكورة في هذه المواصفة هنا كمرجع بنفس القدر كما لو كان كل منشور فردي أو براءة اختراع أو طلب براءة

اختراع قد تم الإشارة إليه على وجه التحديد وبشكل فردي ليتم تضمينه كمرجع.

الوصف المختصر للرسومات

[0011] تم توضيح السمات الجديدة للاختراع بالتفصيل في عناصر الحماية الملحقة. سيتم الحصول على فهم أفضل لسمات ومميزات الاختراع الحالي بالإشارة إلى الوصف التفصيلي التالي الذي يوضح التجسيدات التوضيحية، التي يتم فيها استخدام مبادئ الاختراع، والرسومات المصاحبة كالآتي:

[0012] يوضح شكل 1 تجميعة حقن مباشر لثاني أكسيد الكربون لا تتطلب خط غاز لإبقاء التجميعة خالية من الثلج الجاف بين الدورات.

الوصف التفصيلي للاختراع

[0013] توفر طرق وتركيبات الاختراع الحالي جرعات قابلة للتكرار من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي، في ظل ظروف متقطعة وبجرعات منخفضة وأزمنة توصيل قصيرة، دون استخدام أجهزة وطرق تؤدي إلى فقد كبير لثاني أكسيد الكربون في العملية. يمكن للطرق والأجهزة كما تم توفيرها هنا أن تسمح بتحديد دقيق للغاية للجرعات، على سبيل المثال، جرعات بمعامل تباين (CV) على جرعات متكررة أقل من 10%، أقل من 8%، أقل من 6%، أقل من 5%، أقل من 4 % أو أقل من 3% أو أقل من 2% أو أقل من 1%؛ على سبيل المثال، عند إعطاء جرعات من دفعات متكررة أقل من، على سبيل المثال، 200، 150، 100، 90، 80، 70، 60، 50، 40، 30، 20، أو 10 أرطال من ثاني أكسيد الكربون لكل دفعة، حيث يتم توصيل ثاني أكسيد الكربون كسائل في قناة أولى للنظام، ويخرج من خلال فوهة إلى قناة ثانية للنظام، حيث يتدفق كخليط من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي إلى وجهة ما. على وجه التحديد، تعد الطرق والتركيبات من الاختراع الحالي مفيدة عندما تكون جرعات ثاني أكسيد الكربون منخفضة وأزمنة الحقن قصيرة، ولكن من المطلوب توصيل خليط من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي بنسبة عالية من المواد الصلبة/الغازية، حتى لو كان هناك توقف كبير بين الدورات وحتى عند درجات الحرارة المحيطة المرتفعة نسبيًا. على سبيل المثال، يمكن استخدام طرق وتركيبات الاختراع

لتوصيل جرعة من ثاني أكسيد الكربون على الأقل 5، 10، 15، 20، 25، 30، 35، 40، 45، 50، 60، 70، 80، 90، 100، أو 120 رطل و/أو لا يزيد عن 10، 15، 20، 25، 30، 35، 40، 45، 50، 60، 70، 80، 90، 100، أو120 رطل، على سبيل المثال، 5-120 رطل، أو 5-90 رطل، أو 5-60 رطل، أو 5-40 رطل، أو 10-120 رطل، أو 10-90 رطل، أو 10-60 رطل، أو 10-40 رطل، بطريقة متقطعة حيث يكون متوسط الزمن بين الجرعات على الأقل 2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، 10، 12، 15، 20، 25، 30، 40، 50، 60، 80، 100، أو 120 دقيقة، حيث يكون زمن توصيل الجرعة أقل من 180، 150، 120، 100، 90، 80، 70، 60، 55، 50، 45، 40، 35، 30، 25، 20، 15 أو 10 ثوانٍ. يمكن أن تبلغ نسبة ثاني أكسيد الكربون الصلب/الغازي التي تم توصيلها إلى الهدف على الأقل 0.3، 0.32، 0.34، 0.36، 0.38، 0.40، 0.41، 0.42، 0.43، 0.44، 0.45، 0.46، 0.47، 0.48، أو 0.49. يمكن أن تكون إمكانية تكرار الجرعات بين الدورات بحيث يكون معامل التباين (CV) أقل من 20، 15، 12، 10، 9، 8، 7، 6، 5، 4، 3، 2، أو 1%. يمكن الاحتفاظ بهذه القيم عند درجات حرارة محيطة مرتفعة، على سبيل المثال، درجات الحرارة المتوسطة أعلى 10، 15، 20، 21، 22، 23، 24، 25، 26، 27، 28، 29، 30، 31، 32، 33، 34، 35، 36، 37، 38، 39، أو 40 درجة مئوية.

[0014] على سبيل المثال، باستخدام الطرق والتركيبات الخاصة بالاختراع الحالي، من الممكن توصيل جرعات متقطعة من ثاني أكسيد الكربون من 5-60 رطل، بمتوسط نسبة صلبة/غازية لا تقل عن 0.4، مع زمن توصيل أقل من 60 ثانية، على الأقل 2، 4، 5، 7، أو 10 دقائق بين الدورات، حيث تكون درجة حرارة الجو أقل 25 درجة مئوية، مع CV أقل من 10%، أو حتى مع CV أقل من 5%، 4%، 3%، 2%، أو 1%. إن أزمنة التوصيل القصيرة هذه، ونسب المواد الصلبة/الغازية المرتفعة، والقدرة العالية على التكرار، التي يتم تحقيقها خلال الجرعات المنخفضة المتقطعة، غير ممكنة باستخدام الجهاز الحالي دون فقد كبير لثاني أكسيد الكربون، على سبيل المثال، عن طريق التصريف المستمر لثاني أكسيد الكربون الغازي المتكون بين الدورات من الخط. يمكن أن تسمح الطرق والأنظمة المقدمة هنا بتحديد مضبوط ودقيق وقابل للتكرار من الجرعات المنخفضة من ثاني أكسيد الكربون، على سبيل المثال، كما هو موضح أعلاه، مع تحويل ثاني أكسيد الكربون السائل إلى

خليط من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي، دون تصريف ثاني أكسيد الكربون الغازي في الخط الذي يحمل ثاني أكسيد الكربون السائل.

[0015] في التركيبات التقليدية الحالية، حيث يتم تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى صلب وغاز، يتم توصيل مصدر لثاني أكسيد الكربون السائل بفوهة عبر قناة، حيث تكون الفوهة مفتوحة على الغلاف الجوي. بشكل عام، تتوسع القناة فيما وراء الفوهة لمسافة قصيرة نسبيًا، على سبيل المثال، قدم إلى أربعة أقدام، لتوجيه توليفة من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي إلى الوجهة المطلوبة. في عملية تيار نمطي، تكون القناة المؤدية من مصدر ثاني أكسيد الكربون السائل إلى الفوهة المعزولة بشكل جيد؛ ومع ذلك، في العمليات المتقطعة، سوف تقوم القناة بالتدفئة إلى حد ما، اعتمادًا على درجة الحرارة المحيطة والزمن بين الاستخدامات. إذا كان الزمن بين الاستخدامات طويلاً بما يكفي، يمكن أن تتم التدفئة بدرجة كافية بحيث أنه عند إطلاق دفعة جديدة من ثاني أكسيد الكربون السائل في القناة، يتم تحويل ثاني أكسيد الكربون في القناة إلى غاز بين الدورات وسيتم تحويل بعض ثاني أكسيد الكربون الذي سيتم إطلاقه في القناة إلى ثاني أكسيد الكربون غازي، وغالبًا ما يكون ثاني أكسيد الكربون الأول الذي يخرج من الفوهة يمثل فقط ثاني أكسيد الكربون الغازي. يستمر هذا حتى يقوم ثاني أكسيد الكربون السائل بتبريد القناة إلى درجة حرارة منخفضة بدرجة كافية بحيث يتم الاحتفاظ بها في صورة سائلة من مصدرها إلى الفوهة، وعند هذه النقطة، يتم توصيل الخليط المطلوب من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي. ومع ذلك، فإن الجزء الأول من ثاني أكسيد الكربون سيكون بشكل كلي أو بشكل كلي في الغالب ثاني أكسيد كربون غازيًا، وسيكون كبيرًا نسبيًا لأن طول القناة يمتد من مصدر ثاني أكسيد الكربون إلى نقطة الاستخدام. للاستخدام في، على سبيل المثال، تصنيع الأغذية وعمليات أخرى من هذا القبيل. هذه الدفعة الأولية لثاني أكسيد الكربون الغازي لا تمثل مشكلة، نظرًا لأن التحديد الدقيق لجرعات الخليط الصلب/الغازي غير مطلوب وبما أن التطبيقات تتم على فترات لا تتيح سوى القليل من الوقت لتوازن القناة مع درجة الحرارة الخارجية.

[0016] مع ذلك، هناك تطبيقات تكون فيا الجرعة الدقيقة من ثاني أكسيد الكربون، التي يتم توصيلها بنسبة مطلوبة من ثاني أكسيد الكربون الصلب إلى الغازي، بجرعات منخفضة وبطريقة متقطعة، مطلوبة. يتطلب هذا الحفاظ على ثاني أكسيد الكربون من المصدر الذي يصل إلى الفوهة في صورة سائلة بكمية صغيرة بما فيه الكفاية من الغاز المتكون بحيث لا يؤثر بشكل كبير على الجرعات. من الممكن القيام بذلك من خلال جهاز ثقيل مثل فواصل الغاز السائل في الخط، أو آلية التيار المعاكس في البوق الثلجي نفسه للحفاظ على ثاني أكسيد الكربون في شكل سائل قبل أن يصل إلى الفوهة (انظر، على سبيل المثال، براءة الاختراع الأمريكية رقم 3,667,242). ومع ذلك، تتطلب مثل هذه الطرق تصريف الغاز أو إعادة التسييل، وكل منها غير مُجدي وغير فعال ومكلف في التطبيق. يمثل هذا إهدارًا وانعدام للجدوى بشكل خاص عندما تكون المسافة من مصدر ثاني أكسيد الكربون إلى الفوهة، والتي يتم وضعها عمومًا بالقرب من الهدف المطلوب للثلج الناتج عن طريق البوق الثلجي، طويلة، حيث يوفر هذا فرصة كبيرة لثاني أكسيد الكربون السائل للتحول إلى غاز. هناك العديد من التطبيقات لا يُسمح فيها بتصميم أجهزة مختلفة في الموقع بمسافة قصيرة بين مصدر ثاني أكسيد الكربون السائل، على سبيل المثال، خزان ثاني أكسيد الكربون السائل، والوجهة النهائية لثاني أكسيد الكربون. على سبيل المثال، عند التشغيل الخرساني، على سبيل المثال، التشغيل الخرساني للخليط الجاهز أو عملية الصب المسبق، إذا كان من المطلوب لتوصيل جرعة من ثاني أكسيد الكربون للخلط الخرساني في خلاط، يجب وضع خزان ثاني أكسيد الكربون سائل غالبًا على مسافة من نقطة التوصيل، على سبيل المثال، غالبًا 50 قدم أو أكثر من نقطة التوصيل.

[0017] يتم توفير الطرق والتركيبات التي 1) تسمح بنقل ثاني أكسيد الكربون السائل من مصدر، على سبيل المثال، خزان، إلى فوهة حيث يتم تحويله إلى ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي، مع زيادة النسبة المئوية لصول ثاني أكسيد الكربون السائل إلى أقصى حد إلى الفوهة، دون الحاجة إلى تصريف ثاني أكسيد الكربون أو استخدام خط معزول؛ 2) زيادة مقدار ثاني أكسيد الكربون الذي يظل صلبًا إلى أقصى حد أثناء انتقاله من الفوهة إلى نقطة استخدامه؛ و3) يسمح بالجرعات المتكررة والقابلة للتكرار في ظل

مجموعة متنوعة من الظروف المحيطة وبجرعات منخفضة من ثاني أكسيد الكربون.

[0018] في الطرق والتركيبات المقدمة هنا، فإن القناة الأولى، المشار إليها أيضًا هنا على أنها قناة نقل أو خط نقل، تحمل ثاني أكسيد الكربون السائل من خزان احتجاز إلى فوهة مفتوحة للضغط الجوي أو بالقرب من الغلاف الجوي، حيث تم تصميمها لتحويل ثاني أكسيد الكربون السائل إلى ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي. تم تصميم القناة الأولى لتقليل مقدار ثاني أكسيد الكربون الغازي إلى الحد الأدنى الذي يتم إنتاجه بصورة أولية في دورة التشغيل، وأثناء مسار دورة التشغيل. وبالتالي، فإن طول القناة الأولى من مصدر ثاني أكسيد الكربون السائل إلى الفوهة التي تنتج خليط من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي يظل قصيرًا، ويفضل أن يكون قصيرًا قدر الإمكان و/أو إلى مجموعة، وطول معاير، وقطر يتم الاحتفاظ به عند قيمة تسمح بحجم إجمالي صغير في القناة الأولى دون أن يكون ضيقًا جدًا بحيث يؤدي إلى انخفاض الضغط بشكل كافٍ للتسبب في تحويل السائل إلى ثاني أكسيد كربون غازي داخل القناة. تعد القناة الأولى غير معزولة بشكل عام، وهي مصنوعة من مادة، على سبيل المثال، الفولاذ المقاوم للصدأ المضفر، التي يمكنها تحمل درجة حرارة وضغط ثاني أكسيد الكربون السائل. نظرًا لأن الطول قصير، فإن السعة الحرارية الإجمالية للقناة الأولى تعد منخفضة، وتتوازن القناة بسرعة مع درجة حرارة ثاني أكسيد الكربون السائل عندما تدخل القناة في البداية. سيتم إدراك أنه في درجات الحرارة المحيطة المنخفضة للغاية، أي، درجات الحرارة المحيطة أقل من درجة حرارة ثاني أكسيد الكربون في خزان التخزين (والتي يمكن أن تختلف اعتمادًا على الضغط في الخزان)، ستكون القناة عند درجة حرارة منخفضة بحيث لن يتحول أي من ثاني أكسيد الكربون السائل فعليًا إلى غاز عند بداية دورة التشغيل، ولكن عند درجات حرارة محيطة أعلى من تلك التي سيظل فيها ثاني أكسيد الكربون سائلاً في القناة، يكون هناك حتماً بعض تكوين الغاز؛ ويعتمد مقدار الغاز المتشكل على درجة الحرارة التي وصلت إليها القناة بين الأشواط والسعة الحرارية للقناة. ومع ذلك، حتى إذا كانت درجة الحرارة المحيطة مرتفعة نسبيًا (على سبيل المثال، أعلى من 30 درجة مئوية) وكان الزمن بين عمليات التشغيل كافياً لتوازن القناة مع درجة

الحرارة المحيطة، فلا يلزم سوى وقت قصير للغاية لتبريد القناة حتى درجة حرارة ثاني أكسيد الكربون السائل الذي يتدفق من خلاله، على سبيل المثال، أقل من 10 أو 8 أو 7 أو 6 أو 5 أو 4 أو 3 أو 2 أو ثانية واحدة. عندما يتدفق ثاني أكسيد الكربون السائل عبر القناة، سيتم فقد مزيد من الحرارة عبر جدار القناة إلى الهواء الخارجي (بافتراض درجة حرارة محيطة أعلى من درجة حرارة ثاني أكسيد الكربون السائل) أثناء زمن التدفق، ولكن نظرًا لأن قطر القناة وطولها يظلان منخفضين، يكون التدفق سريعًا ويتم فقد قدر ضئيل نسبيًا من الحرارة مع تدفق ثاني أكسيد الكربون إلى الفوهة. وبالتالي، في غضون ثوانٍ قليلة، على سبيل المثال، في غضون 10 ثوانٍ، أو في غضون 8 ثوانٍ، أو في غضون 5 ثوانٍ، تظل نسبة كبيرة من ثاني أكسيد الكربون سائلة حتى تصل إلى الفوهة، على سبيل المثال، 80، 90، 92، 95، 96، 97، 98، أو 99%. لأن نسبة ثاني أكسيد الكربون الصلب إلى الغازي الخارج من الفوهة تكون مرتبطة، جزئيًا على الأقل، بنسبة ثاني أكسيد الكربون السائل عند وصوله إلى الفوهة، في غضون ثوانٍ، تم الوصول إلى النسبة التي تقترب من 1: 1 من المادة الصلبة: الغاز (بالوزن).

[0019] يمكن أن تكون القناة الأولى بأي طول مناسب، ولكن يجب أن تكون قصيرة بما يكفي بحيث لا تتراكم كمية كبيرة من الغاز في القناة (وتتطلب إزالتها قبل أن يصل ثاني أكسيد الكربون السائل إلى الفوهة). وبالتالي، يمكن أن يكون طول القناة الأولى أقل من 30، 25، 20، 17، 15، 14، 13، 12، 11، 10، 9، 8، 7، 6، 5، 4، 3، 2، 1، 0.5 أو 0.25 قدم و/أو لا يزيد عن 25، 20، 17، 15، 14، 13، 12، 11، 10، 9، 8، 7، 6، 5، 4، 3، 2، 1، 0.5، 0.25، 0.1، أو 0.01 قدم، على سبيل المثال، 0.1-25 قدم، أو 0.1-15 قدم، أو 0.1-10 قدم، أو 1-15 قدم. يمكن أن تحتوي الأنظمة المختلفة، على سبيل المثال، الأنظمة المقدمة لعملاء مختلفين، على نفس الطول والقطر و/أو مادة القناة الأولى، على سبيل المثال، قناة بطول 10 أقدام، أو أي طول مناسب آخر، بحيث يمكن تطبيق منحنيات المعايرة المصنوعة باستخدام نفس طول ونوع القناة على أنظمة مختلفة.

[0020] يمكن أن يكون القطر الداخلي (I.D.) للقناة الأولى أي قطر مناسب؛ بشكل عام، يُفضل القطر الأصغر، لتقليل الكتلة وزمن

الانتقال إلى الفوهة، ولكن لا يمكن أن يكون القطر صغيرًا لدرجة أنه يتسبب في انخفاض ضغط بشكل كافٍ على طول القناة ليتحول ثاني أكسيد الكربون السائل إلى غاز. وبالتالي، لا يمكن أن يكون القطر الداخلي للقناة الأولى 0.1، 0.2، 0.3، 0.4، 0.5، 0.6، 0.7، 0.8، 0.9 أو 1.0 بوصة على الأقل، ولا يزيد عن 0.2، 0.3، 0.4، 0.5، 0.6، 0.7، 0.8، 0.9 و1.0، 1.5 أو 2 بوصة، على سبيل المثال، 0.1-0.8 أو 0.1-0.6 أو 0.2-0.7 أو 0.2-0.6 أو 0.2-0.5 بوصة، على سبيل المثال، حوالي 0.25 بوصة أو 0.30 بوصة أو 0.375 بوصة، أو 0.5 بوصة. لا يلزم عزل القناة الأولى التي تقوم بتوصيل ثاني أكسيد الكربون إلى الفوهة بدرجة كبيرة، ويمكن في الواقع أن تكون مصنوعة من مادة ذات موصلية حرارية عالية، على سبيل المثال، قناة معدنية ذات جدران رقيقة. على سبيل المثال، يمكن استخدام خط الفولاذ المقاوم للصدأ المضفر، على سبيل المثال، الموجود داخل خط غلاف التفريغ (ولكن بدون غلاف التفريغ). يمكن أن تكون القناة صلبة أو مرنة. نظرًا لأن القناة قصيرة وقطرها صغير، فإن لها سعة حرارية منخفضة، وبالتالي، مع إطلاق ثاني أكسيد الكربون السائل في القناة، يتم تبريده حتى درجة حرارة ثاني أكسيد الكربون السائل بسرعة كبيرة، ويمر ثاني أكسيد الكربون السائل أيضًا طوله سريعًا، بحيث لا يكون هناك سوى فترة تأخير قصيرة من بداية توصيل ثاني أكسيد الكربون إلى الوقت الذي يكون فيه ثاني أكسيد الكربون الذي يتم توصيله إلى الفوهة عبارة عن ثاني أكسيد الكربون سائل تقريبًا، أو على الأقل 80، 85، 90، 95، 96، 97، 98 أو 99% من ثاني أكسيد الكربون السائل. ربما يكون زمن التأخر أقل من 20 أو 15 أو 10 أو 9 أو 8 أو 7 أو 6 أو 5 أو 4 أو 3 أو 2 أو ثانية واحدة. سيعتمد زمن التأخير على درجة الحرارة المحيطة والزمن بين دورات التشغيل؛ عند درجة الحرارة المحيطة المنخفضة و/أو الزمن القصير فيما بينها، ستكون هناك حاجة إلى زمن قليل للغاية أو لا يوجد زمن لجلب القناة الأولى حتى درجة حرارة ثاني أكسيد الكربون السائل. عند درجة حرارة محيطة منخفضة بدرجة كافية، أي، عند درجة حرارة ثاني أكسيد الكربون السائل أو أقل منها عند الضغط المستخدم، لا يلزم أي وقت فعليًا لتوازن القناة الأولى، حيث إنها بالفعل عند درجة حرارة لن تنتج أي ثاني أكسيد كربون غازي عند مرور ثاني أكسيد الكربون السائل من خلالها. هناك قناة توضيحية تمثل 8/3

بوصة X120 في خرطوم مضفر OA 321SS من الفولاذ C/W St. عند كل طرف.

[0021] بشكل نمطي، ستحتوي القناة الأولى على صمام لبدء وإيقاف تدفق ثاني أكسيد الكربون إلى الفوهة، مع وضع الصمام بالقرب من الفوهة. يمكن أن يخضع قطاع القناة بين الصمام والفوهة و/أو القناة الموجودة بعد الفوهة للتجمد بين دورات التشغيل. في تجسيدات معينة، يتم تشغيل قناة غاز منفصلة من مصدر ثاني أكسيد الكربون إلى قطاع القناة الأولى بين الصمام والفوهة، ويتم إرسال ثاني أكسيد الكربون الغازي عبر هذا القطاع والفوهة لإزالة ثاني أكسيد الكربون السائل المتبقي بين دورات التشغيل.

[0022] في تجسيدات بديلة، لا يلزم وجود قناة غاز. في هذه التجسيدات، يوجد مصدر حرارة بحيث يمكن تسخين قطاع من القناة بين الصمام والفوهة، و/أو الفوهة نفسها، و/أو قطاع من القناة بعد الفوهة بشكل كافٍ بين دورات التشغيل بحيث يمكن تسخين أي مادة سائلة أو مادة صلبة في هذه القطاعات و/أو يتم تحويل الفوهة إلى غاز (يمكن أن يكون هذا مطلوبًا بشكل عام فقط عندما يكون الملف اللولبي مغلقًا وينخفض الضغط، مما يتسبب في انخفاض ثاني أكسيد الكربون إلى جزء الطور الغازي/الصلب في مخطط الطور، مما ينتج عنه بعض الغازات والثلج الصلب الذي يجب تحويله إلى غاز عن طريق إدخال الحرارة قبل دورة التشغيل التالية). بالإضافة إلى ذلك، يمكن تضمين مادة مناسبة كافية مع مصدر الحرارة بحيث يتم إنشاء المجمع الحراري ذي السعة الكافية لتحويل أي ثلج جاف يتكون بين الصمام والفوهة بين الدورات. عندما يتم تشغيل ثاني أكسيد الكربون السائل من خلال الصمام، فإن درجة حرارة الصمام تقترب من درجة حرارة تعادل السائل؛ يؤدي إغلاق الصمام بشكل فعال إلى تحول السائل المحتجز بين الملف اللولبي والفوهة إلى غاز وثلج جاف بنسبة 1: 1 تقريبًا مع الثلج الجاف عند، على سبيل المثال، -78.5 درجة مئوية. يتسبب هذا في مزيد من التبريد للصمام، ولكن للمعالجة، يجب أن تكون هناك كتلة كافية في المجمع الحراري لتحمل هذا التبريد ولا يزال لديها القدرة على تحويل الثلج الجاف، الذي يحتوي على محتوى حراري للتحويل يبلغ 571 كيلو جول/كجم (25.2 كيلو جول)/مول) قبل أن تصل إلى -78.5 درجة مئوية. يمكن إنشاء المجمع الحراري التوضيحي بتصميم ذي زعانف ويشتمل على أي مادة مناسبة، على

سبيل المثال، الألومنيوم. تساعد الزعانف المجمع الحراري على اكتساب الحرارة من المناطق المحيطة بسرعة ويمكن استخدام الألومنيوم نظرًا لخواصه في التوصيل الحراري السريع، مما يسمح للحرارة بالانتقال بسرعة إلى الصمام وتحويل الثلج الجاف. في تجسيدات معينة، يمكن استخدام التسخين الحثي. يسمح هذا التصميم بدورات في فترات زمنية قصيرة، على سبيل المثال، فاصل زمني أدنى يبلغ 10 أو 8 أو 7 أو 6 أو 5 أو 4 أو 3 أو 2 أو دقيقة واحدة، على سبيل المثال، أدنى فاصل زمني حوالي 5 دقائق. يمكن استخدام نطاقات التسخين في المناطق الأكثر برودة ولتقديم بعض التكرارات، على سبيل المثال، سخانات النطاق المطلوب حمايتها، على سبيل المثال، سخان النطاق الأول المطلوب حمايته ملفوف حول المجمع الحراري الموجود أسفل الصمام السائل وسخان النطاق الثاني المطلوب حمايته ملفوف حول الفوهة. في تجسيدات محددة، يمكن استخدام سخان حثي واحد أو أكثر. في تجسيدات معينة، يمكن تضمين واحد أو أكثر (على سبيل المثال، 2) من مستشعرات الضغط المتكررة، على سبيل المثال، بحيث إذا تعطل أحدهما يمكن للآخر البدء في القراءة.

[0023] في هذه التجسيدات، يتم تجنب الحاجة إلى خط الغاز، مما يؤدي إلى تقليل المواد في النظام. بالإضافة إلى ذلك، نظرًا لأن مصدر ثاني أكسيد الكربون الغازي غير مطلوب بالإضافة إلى مصدر لثاني أكسيد الكربون السائل، فقد يتم تشغيل النظام باستخدام خزانات أصغر لم يتم تصميمها لسحب ثاني أكسيد الكربون الغازي، على سبيل المثال، خزانات mizer أو حتى أجهزة ديوار المحمولة غير المصممة لإنتاج معدلات تدفق للغاز مرتفعة للغاية، على سبيل المثال، خزانات نافورة الصودا. تعد هذه متاحة بسهولة للتركيب الفوري في مثل هذه المرافق، مما يحد من الحاجة إلى تشغيل الخزانات المخصصة التي تكون صغيرة بما يكفي للعملية حيث يتم تركيبها، ولكنها مزودة أيضًا بخط غاز.

[0024] يتم توضيح مثال على نظام لا يتطلب خط غاز منفصل في شكل 1. تشتمل تجميعة أنابيب ثاني أكسيد الكربون 100 CO2 على تركيب 102 (على سبيل المثال، 2/1 بوصة من MNPT إلى 4/1 بوصة من FNPT)، وصمام 104 (على سبيل المثال، 2/1 بوصة من FNPT صمام الملف اللولبي من الفولاذ غير القابل للصدأ، تصنيف سائل التبريد)، تركيبة 106 (على سبيل المثال، 2/1 بوصة من MNPT ×

2/1 بوصة من 2FNPT Tee)، فوهة 108 (على سبيل المثال، فوهة من الفولاذ المقاوم للصدأ)، سخان 110، تركيبة 112 (على سبيل المثال، 2/1 بوصة من MNPT Thermowell)، مسبار 114 (على سبيل المثال، 2/1 بوصة من مسبار درجة الحرارة MNPT)، جهاز إرسال 116 (على سبيل المثال، 4/1 بوصة من مستشعر ضغط MNPT وجهاز إرسال)، تركيبة 118 (على سبيل المثال، 2/1 بوصة منMNPT × 4 بوصة من وصلة بين أنبوبتين)، تركيبة 120 (على سبيل المثال، 2/1 بوصة منFNPT × 4/3 بوصة من FNPT)، وجهاز إرسال 122 (على سبيل المثال، جهاز إرسال درجة الحرارة، والذي يمكن أن يسمح للمسبار بقراءة درجات حرارة أقل من صفر درجة مئوية)، ومجمع الحرارة 124.

[0025] يمكن أن يحتوي الجهاز على مجموعة من المستشعرات، والتي يمكن أن تتضمن الضغط و/أو مستشعرات درجة الحرارة. على سبيل المثال، يمكن أن يكون هناك مستشعر ضغط أول قبل الصمام، مما يشير إلى ضغط الخزان، ومستشعر ضغط ثانٍ بعد الصمام، ولكن قبل الفوهة، و/أو مستشعر ضغط ثالث بعد الفوهة مباشرةً. يمكن استخدام واحد أو أكثر من مستشعرات درجة الحرارة، على سبيل المثال، بعد الصمام، ولكن قبل الفوهة، و/أو بعد الفوهة. يمكن استخدام التغذية الاسترجاعية من واحد أو أكثر من هذه المستشعرات، على سبيل المثال، لتحديد معدل تدفق ثاني أكسيد الكربون. يمكن تحديد معدل التدفق من خلال الحساب باستخدام واحد أو أكثر من قيم الضغط أو درجة الحرارة. انظر، على سبيل المثال، براءة الاختراع الأمريكية رقم 9,758,437 .

[0026] بالإضافة إلى ذلك أو بشكل بديل، يمكن تحديد معدل التدفق من خلال المقارنة بمنحنيات المعايرة، حيث يمكن الحصول على هذه المنحنيات عن طريق قياس التدفق، على سبيل المثال، عن طريق قياس التغير في وزن خزان ثاني أكسيد الكربون السائل، أو أي طريقة مناسبة أخرى، باستخدام قناة وفوهة مماثلة أو مطابقة لتلك المستخدمة في التشغيل، عند درجات حرارة محيطة مختلفة وضغوط الخزان. في كلتا الحالتين، يمكن إجراء قياسات الضغط و/أو درجة الحرارة الملائمة في النظام على فترات، على سبيل المثال، على الأقل كل من 0.01، 0.1، 0.2، 0.3، 0.4، 0.5، 0.6، 0.7، 0.8، 0.9، 1، 1.5، 2، 3، 4، أو 5 ثوانٍ و/أو لا يزيد عن كل من 0.1، 0.2، 0.3، 0.4، 0.5، 0.6، 0.7، 0.8، 0.9، 1، 1.5، 2،

3، 4، 5 أو 6 ثوانٍ. يمكن أن يقوم نظام التحكم أيضًا بحساب كمية ثاني أكسيد الكربون التي يتم توصيلها، بناءً على معدل التدفق والوقت. في تجسيدات معينة، على سبيل المثال، بالنسبة للتشغيل الخرساني، يمكن أن يتم تصميم نظام التحكم لإرسال إشارة إلى وحدة تحكم مركزية للتشغيل الخرساني في كل مرة تتدفق فيها كمية معينة من ثاني أكسيد الكربون عبر النظام؛ يمكن أن يتم تصميم وحدة التحكم المركزية، على سبيل المثال، لحساب الإشارات وإيقاف تدفق ثاني أكسيد الكربون بعد تلقي عدد محدد مسبقًا من الإشارات، المناظرة للجرعة المطلوبة من ثاني أكسيد الكربون. يعد هذا مماثلًا للطريقة التي يمكن أن تنظم بها وحدات التحكم هذه مقدار المزيج المضاف إلى خليط الخرسانة. في بعض الأنظمة، يتم ترجيح المزيج في المسام، وفي هذه الحالة، يحاكي النظام التجميع إلى وزن معين عن طريق محاكاة ناتج خلية التحميل، ثم عند الإشارة إلى إنخفاض ثاني أكسيد الكربون في الخلاط، يقوم النظام بالحساب التنازلي من الجرعة المستهدفة باستخدام ثاني أكسيد الكربون من التصريف الفعلي. يتضمن هذا استقبال إشارة وتوفير جهد التغذية الاسترجاعية بناءً على الوزن في مقياس المحاكاة (الشبحي).

[0027] بشكل بديل، يمكن مطابقة درجات حرارة وضغوط النظام مع واحد أو أكثر من منحنيات المعايرة المناسبة، أو مجموعة من المنحنيات التي يتم إقحامها لتطوير معادلة الحقن، وبالنسبة لجرعة معينة، يعتمد الزمن المخصص لتوصيل تلك الجرعة على معادلة أو معادلات الحقن المناسبة. يمكن أن يقوم نظام التحكم بإيقاف تدفق ثاني أكسيد الكربون بعد انقضاء الزمن المناسب. يمكن أن يختلف منحنى المعايرة المستخدم في أي وقت اعتمادًا على درجة الحرارة و/أو قراءات الضغط لذلك الوقت.

[0028] في تجسيدات معينة، يتم استخدام مستشعر درجة الحرارة الذي يقدم تغذية استرجاعية فورية أو شبه فورية لدرجة حرارة ثاني أكسيد الكربون السائل ويسمح بزيادة الدقة عند القياس. ويمكنه أيضًا أن يكشف بسرعة عندما يتدفق الغاز فقط عبر النظام أو إذا كان الخزان قريبًا من النفاد. من دون التقيد بالنظرية، من المُعتقد أنه بعد حدوث تكوين لثلج الفوهة عند درجات حرارة أقل من -70 درجة مئوية وتبدأ منطقة تكوين المادة الصلبة في التأثير على درجة حرارة السائل قبل الفوهة، وبالتالي زيادة معدل التدفق. يمكن أن يشير نموذج تدفق مستشعر درجة الحرارة

هذا أيضًا عندما يكون خزان التخزين خارج التوازن (على سبيل المثال، بعد ملء الخزان، عندما تكون درجات الحرارة المحيطة أقل من درجة حرارة المادة السائلة، عندما تكون وسيلة إنشاء الضغط في الخزان مغلقة، وما إلى ذلك). يمكن أن يسمح هذا النموذج بـ CVs منخفضة للغاية، على سبيل المثال، أقل من 5%، أو أقل من 3%، أو أقل من 2%، أو أقل من 1%. يسمح هذا النموذج بإزالة افتراضات خزان ثاني أكسيد الكربون والتوازن بين ضغط ودرجة حرارة ثاني أكسيد الكربون السائل. يقرأ هذا النموذج ضغط الخزان في بداية الحقن ويحسب درجة الحرارة المتوقعة لثاني أكسيد الكربون السائل بناءً على معادلة منحنى الغليان المشتقة من مخطط طور ثاني أكسيد الكربون. يأخذ النظام أيضًا قراءة أولية لدرجة الحرارة ويحسب زمن الانتقال والذي يمثل الزمن من فتح صمام السائل إلى تدفق السائل المتدفق. خلال فترة الانتقال، من المتوقع استخدام خليط من الغاز وثاني أكسيد الكربون السائل ومعادلة تدفق الغاز/السائل؛ بعد ذلك يتم استخدام معادلة تدفق السائل لحساب تدفق ثاني أكسيد الكربون. يستخدم النموذج معادلة خطية مشتقة من عدة حقن (على سبيل المثال، أكثر من 10، 100، 500، أو أكثر من 1000 حقنة) عبر مجموعة من ضغوط الخزان وتعتمد على الضغط القبلي. يحتوي النموذج أيضًا على مضاعف ضغط حيث يحسب ضغط الإسقاط من مستشعر ضغط سائل المدخل إلى مستشعر الضغط القبلي ويعدل التدفق حيث ينحرف الاختلاف بين هذين المستشعرين. إذا كان هناك أي عائق في أنابيب النظام، فسيقوم المضاعف بضبط التدفق وفقًا لذلك. يقرأ مضاعف درجة الحرارة مستشعر درجة الحرارة وتتم مقارنته بدرجة حرارة ثاني أكسيد الكربون السائل المحسوبة. نظرًا لأن المستشعر يقرأ درجات حرارة أقل من القيمة المحسوبة أو أعلى، فإن مضاعف درجة الحرارة يعدل التدفق وفقًا لذلك. يمكن أن تحتوي الأنظمة الحالية على مستشعرات ضغط جديدة، وحاوية أطول للصمام لإجراء إصلاحات سريعة وسهلة، ولزيادة المتانة، يوجد فحص جديد وحامل تركيبة هيدروليكي على مستشعر الضغط البعدي لإزالة المستشعر من المنطقة الباردة لتكوين الثلج بعد الفوهة. أثبت الحامل الهيدروليكي قدرته على تقليل معدل تعطيل مستشعرات الضغط البعدي بشكل كبير.

[0029] يتم تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى خليط من ثاني أكسيد الكربون الغازي والصلب عند الفوهة؛ تعتمد نسبة المواد الصلبة

إلى الغازات الناتجة عند الفوهة على نسبة ثاني أكسيد الكربون السائل التي تصل إلى الفوهة. إذا كان ثاني أكسيد الكربون الذي يصل إلى الفوهة سائلًا بنسبة 100%، فإن نسبة المادة الصلبة إلى ثاني أكسيد الكربون الغازي في خليط من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي الخارج من الفوهة يمكن أن تقترب من 50%. يمكن أن تكون الفوهة عبارة عن أي قطر مناسب، على سبيل المثال، 64/1 أو 64/2 أو 64/3 أو 64/4 أو 64/5 أو 64/6 أو 64/7 بوصة و/أو لا يزيد عن 64/2، 64/3، 64/4، 64/5، 64/6، 64/7، 64/8، 64/9، 64/10، 64/11، أو 64/12 بوصة، على سبيل المثال، حوالي 64/5 بوصة، أو حوالي 64/7 بوصة. يجب أن يكون طول الفوهة كافياً حتى لا يتجمد مرور ثاني أكسيد الكربون السائل من خلالها؛ بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تتفجر الفوهة لمنع الانسداد. في أنظمة معينة، يتم استخدام كتلة مزدوجة متشعبة الفوهات تسمح لصمام واحد بتغذية فوهتين وخطي تصريف.

[0030] في أنظمة الفوهات المزدوجة، يمكن إرسال تدفق معين من ثاني أكسيد الكربون إلى الوجهة في وقت أقصر، و/أو يمكن إرسال التدفقات إلى وجهتين مختلفتين، و/أو يمكن إرسال التدفق إلى وجهة أحادية عند نقطتين مختلفتين في الوجهة (على سبيل المثال، نقطتان مختلفتان في خلاط، على سبيل المثال، خلاط خرساني)، والتي يمكن أن تسمح بامتصاص أكثر كفاءة لثاني أكسيد الكربون في الوجهة. يمكن أن يؤدي ذلك إلى تفادي مشاكل الموثوقية والدقة في أنظمة معينة، على سبيل المثال، في عمود مزدوج أو خلاط إسطواني للخرسانة، أو أنظمة أخرى ذات أزمنة دورات قصيرة للغاية. وبالتالي، يمكن أن يسمح نظام الفوهة المزدوجة بتوصيل أكبر في زمن معين (على سبيل المثال، إلى ما يصل إلى 1.8 X من نظام فوهة أحادي؛ نظرًا للتغيرات الديناميكية الحرارية داخل النظام، فإنه لا يصل إلى X2 نظري) والتوصيل الأكثر استهدافًا (إلى، على سبيل المثال، نقطتين مختلفتين في خلاط) مما يسمح، على سبيل المثال، بزيادة كفاءة الامتصاص. يمكن تصنيع نظام الفوهة المزدوجة واستخدامه بأي طريقة مناسبة. على سبيل المثال، يمكن تشكيل مشعب فولاذي، على سبيل المثال، الفولاذ المدلفن أو مشعب الفولاذ المقاوم للصدأ، آليًا بالكامل ويحتوي على مدخل واحد ومخرجين، مع فوهات مناسبة، على سبيل المثال، فوهات ذات أحجام تم وصفها هنا، على سبيل المثال، فوهات 64/7".

يمكن أن يكون للمشعب وصلات لاثنين من مستشعرات الضغط البعدي ووصلة مستشعر درجة الحرارة ومستشعر الضغط القبلي لتقليل كتلة النظام والزمن الذي يتلامس فيه السائل والفلز. يحسب نظام الحقن المزدوج معدل التدفق من خلال كل من الفوهتين. يمكن أن يحتوي نظام الحقن المزدوج أيضًا على خرطوم تصريف ذي ثقب أملس إضافي (القناة الثانية، كما تم وصفه هنا)، وفوهة حقن إضافية، ومستشعر ضغط قبلي إضافي مزود بحامل، و/أو نقطتي تصريف في الخلاط.

[0031] يتم بعد ذلك توجيه خليط من ثاني أكسيد الكربون الغازي والصلب من الفوهة إلى مكان استخدامه، على سبيل المثال، في حالة التشغيل الخرساني، على سبيل المثال، عملية الخلط الجاهز أو عملية الصب السابق، إلى موضع لتوصيل الخليط إلى خلاط يحتوي على خليط أسمنت يشتمل على أسمنت هيدروليكي وماء، على سبيل المثال، إسطوانة شاحنة الخلط الجاهز أو خلاط مركزي، بواسطة قناة ثانية، يُشار إليها أيضًا هنا باسم قناة توصيل أو خط توصيل. تم تصميم القناة الثانية لتوصيل خليط من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي إلى مكان استخدامه مع التحويل القليل للغاية من المادة الصلبة إلى ثاني أكسيد الكربون الغازي، بحيث يظل خليط من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي الذي تم توصيله عند نقطة الاستخدام عند نسبة عالية من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية، على سبيل المثال، نسبة من ثاني أكسيد الكربون الصلب في هذا الخليط يمكن أن تكون على الأقل عبارة عن 35، 36، 37، 38، 39، 40، 41، 42، 43، 44، 45، 46، 47، 48 أو 49% من الإجمالي.

[0032] يتم تصميم القناة الثانية بشكل نمطي لتقليل الاحتكاك على طولها وتقليل التبادل الحراري أيضًا إلى الحد الأدنى مع الغلاف الجوي المحيط، وكذلك توفير حجم إجمالي صغير بحيث تتم زيادة معدل التدفق إلى الحد الأقصى. على سبيل المثال، يمكن أن تكون القناة الثانية عبارة عن قناة ذات ثقب أملس ذات قطر صغير نسبيًا. يمكن استخدام أي وسيلة مناسبة لتوفير ثقب أملس للقناة الثانية، على سبيل المثال، ضمان عدم حدوث اضطرابات على السطح الداخلي للقناة وعدم وجود الالتفافات في القناة. يمكن استخدام مادة لها غلاف على سبيل المثال، بولي ترا فلورو إيثيلين (PTFE)، والتي تعمل على الحفاظ على ثقب القناة أملسًا، طالما لا

توجد اضطرابات أو التفافات كبيرة. تكون الكتلة الحرارية للخرطوم منخفضة بسبب PTFE دقيق ومقدار صغير من تضفير الفولاذ المقاوم للصدأ. ويمكن عزلها، على سبيل المثال، مع عزل الأنابيب التقليدية. ينبغي أن تكون القناة بشكل عام ملساء (غير ملتفة) للسماح بالتدفق الأملس، ويجب أن تكون قادرة على تحمل درجات الحرارة المنخفضة؛ أي، سوف يكون الجليد الجاف (الثلج) الذي يمر عبر الخرطوم عند درجة حرارة -78 درجة مئوية. تعد القنوات الثانية التوضيحية عبارة عن سلسلة SmoothFlex التي تم إنتاجها بواسطة PureFlex, Kentwood, MI. تجعل المواد المستخدمة في سلسلة SmoothFlex والوزن هذه المواد المرشحة الجيدة لضمان الحد الأدنى من التدفئة أثناء انتقالها من الفوهة إلى وجهتها. يؤدي هذا إلى زيادة جزء ثاني أكسيد الكربون الصلب إلى الحد الأقصى حيث يتم الحفاظ على معدل التحول منخفضًا. يمكن أن تكون القناة الثانية مرنة أو صلبة أو توليفة منهما؛ في تجسيدات معينة، يمكن أن يكون جزء على الأقل مرنًا ليتم وضعه بسهولة أو لتغيير الموضع. يمكن للقناة الثانية إجراء خليط من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي لمسافة طويلة مع القليل من تحويل المادة الصلبة إلى الغازية، حيث يكون زمن الانتقال عبر القناة قصيرًا نسبيًا بسبب القوة الناتجة عن التحويل المفاجئ لثاني أكسيد الكربون السائل إلى الغازي والتوسع اللاحق بمقدار 500 ضعف أو أكثر، مما يدفع بخليط المادة الغازية والصلبة عبر القناة. يمكن أن يكون القطر الداخلي للقناة الثانية عبارة عن أي قطر داخلي مناسب للسماح بمرور سريع لثاني أكسيد الكربون، على سبيل المثال، على الأقل 0.1، 0.2، 0.3، 0.4، 0.5، 0.6، 0.7، 0.8، 0.9، أو 1.0 بوصة و/أو لا يزيد عن 0.2، 0.3، 0.4، 0.5، 0.6، 0.7، 0.8، 0.9، 1.0، 1.5، أو 2 بوصة، على سبيل المثال، 0.5 بوصة أو 0.625 بوصة أو 0.750 بوصة. يمكن أن تكون القناة الثانية، على سبيل المثال، على الأقل 5، 10، 15، 20، 25، 30، 35، 40، 45، 50، 55، 60، 65، 70، 80، 90، أو 100 قدم، من أجل الوصول إلى النقطة النهائية حيث سيتم استخدام ثاني أكسيد الكربون؛ سيعتمد طول القناة الثانية بشكل عام على الإعداد التشغيلي المعين حيث يتم فيه استخدام ثاني أكسيد الكربون. نظرًا لأن القناة الأولى بشكل نمطي تكون قصيرة قدر الإمكان، ويجب أن تكون القناة الثانية بطول مناسب للوصول إلى

نقطة الاستخدام، والتي غالبًا ما تكون بعيدة عن فوهة الحاقن، فإن نسبة طول القناة الثانية إلى القناة الأولى يمكن أن تكون 0.5 أو 0.7 أو 1.0 أو 1.2 أو 1.5 أو 2.0 أو 2.5 أو 3.0 أو 3.5 أو 4.0 أو 4.5 أو 5.0 أو 6 أو 7 أو 8 أو 9 أو 10 أو أكبر من 10. على سبيل المثال، لا يمكن أن يزيد طول القناة الأولى عن 10 أقدام بينما يمكن ألا يقل طول القناة الثانية عن 20 أو 30 أو 40 أو 50 قدم. يمكن أن يتم وضع القناة الثانية داخل قناة أخرى، على سبيل المثال، خرطوم بلاستيكي لتركيبة سائبة، على سبيل المثال، لمنع الالتواء أثناء التثبيت. يمكن أن يتم عزل القناة الثانية بشكل أكبر، على سبيل المثال، مع عزل الأنابيب، لتقليل زيادة الكسب الحراري بين الحقن من مصادر خارجية.

[0033] في تجسيدات معينة، يمكن إضافة خليط إلى تيار ثاني أكسيد الكربون عند توصيله. يمكن أن يكون الخليط، على سبيل المثال، سائلًا. يمكن تصريف كمية صغيرة من المزيج السائل إلى خط التصريف بعد الفوهة. يمكن أن يتجمد السائل بسرعة في صورة صلبة ويتم حمله مع ثاني أكسيد الكربون في الخلاط. يتم نقل المزيج المجمد في خليط الخرسانة مع ثاني أكسيد الكربون، ويذوب أو يتحول في خليط الخرسانة. تعد هذه الطريقة مفيدة على وجه التحديد عند إضافة مزيج له تأثير تآزري مع ثاني أكسيد الكربون و/أو خليط يمكن أن يؤثر على تفاعل تمعدن ثاني أكسيد الكربون. على سبيل المثال، يمنح المزيج TIPA فوائد بجرعات صغيرة للغاية، ولكن يتم إضافته بشكل نمطي في صورة خليط سائل بحيث تكون الجرعة الصغيرة مصحوبة بكمية أكبر من المائع الناقل. إذا تمت إضافة المكون النشط فقط، فيمكن توزيع الكمية الصغيرة على جرعة من ثاني أكسيد الكربون. يمكن أن تكون أنظمة الأمزجة أصغر إذا لم تكن هناك حاجة إلى إضافة المواد الكيميائية في المحاليل المخففة.

[0034] يمكن إلحاق القناة الثانية (التوصيل) بقناة ثالثة، تتم الإشارة إليها أيضًا هنا كقناة استهداف. يمكن أن تكون القناة الثالثة ذات قطر أكبر من القناة الثانية، للسماح لثاني أكسيد الكربون الصلب/الغازي بالإبطاء والخلط، بحيث يتجمع ثاني أكسيد الكربون الصلب معًا في حبيبات أكبر. يعد هذا مفيدًا، على سبيل المثال، في عملية الخرسانة حيث تتم إضافة ثاني أكسيد الكربون إلى خليط من أسمنت الخلط، بحيث تكون الحبيبات كبيرة بما يكفي

ليتم دمجها في الأسمنت المختلط قبل تحويله بدرجة كبيرة. يمكن أن تكون القناة الثالثة عبارة عن أي قطر داخلي مناسب، طالما أنه يسمح بالتباطؤ والتكتل الكافي للاستخدام المطلوب، على سبيل المثال، على الأقل 0.5، 0.6، 0.7، 0.8، 0.9، 1.0، 1.1، 1.2، 1.3، 1.4، 1.5، 1.6، 1.7، 1.8، 1.9، 2، 2.1، 2.2، 2.3، 2.4، 2.5، 2.6، 2.7، 2.8، 2.9، 3، 3.2، 3.4، 3.8، أو 4 بوصات، و/أو لا يزيد عن 0.6، 0.7، 0.8، 0.9، 1.0، 1.1، 1.2، 1.3، 1.4، 1.5، 1.6، 1.7، 1.8، 1.9، 2، 2.1، 2.2، 2.3، 2.4، 2.5، 2.6، 2.7، 2.8، 2.9، 3، 3.2، 3.4، 3.8، 4 أو 4.5 بوصة، على سبيل المثال، 0.5-4 بوصات، أو 0.5-3 بوصات، أو 0.5-2.5 بوصة، أو حوالي بوصتين. يمكن أن تكون القناة الثالثة بأي طول مناسب للسماح بالتكتل المرغوب دون إبطاء ثاني أكسيد الكربون كثيرًا، أو لفترة طويلة، بحيث تلتصق المادة بالجدران أو تتحول بدرجة كبيرة، على سبيل المثال، طول يبلغ على الأقل 6، 8، 10، 12، 14، 16، 18، 20، 22، 24، 28، 32، 36، 40، 44، أو 48 بوصة، و/أو لا يزيد عن 8، 10، 12، 14، 16، 18، 20، 22، 24، 28، 32، 36، 40، 44، 48، 54، 60، 72، 84 بوصة، على سبيل المثال، 2-8 أقدام، أو 2-6 أقدام، أو 3-6 أقدام، أو 3-5 أقدام. بشكل نمطي، تكون القناة الثالثة مصنوعة من مادة صلبة ومتينة بما يكفي لتحمل الظروف التي يتم استخدامها فيها. على سبيل المثال، في عملية خلط الخرسانة، غالبًا ما يتم وضع القناة الثالثة في المجرى الذي يتم من خلاله تمرير المواد، بما في ذلك نواتج التكتل، إلى الخلاط، وتلامسها بشكل متكرر مع نواتج التكتل المتحركة، وينبغي أن تكون ذات مقاومة ومتانة كافية لتحمل التلامس المتكرر مع نواتج التكتل على أساس يومي. يمكن أن يصل هذا إلى 20 طن من المواد لكل شاحنة، و400-500 شاحنة شهريًا. لن تصمد مواد البوق الثلجي التقليدية في مثل هذا الوسط. تكون المادة المناسبة عبارة عن فولاذ مقاوم للصدأ، بقطر مناسب، على سبيل المثال، 8/1 إلى 4/1 بوصة. في بعض الحالات، يمكن أن يكون من المطلوب تركيب درع، على سبيل المثال، في موضع مرتفع التآكل، لزيادة السمك، على سبيل المثال، إلى 2/1 بوصة أو حتى أكثر سمكًا. وبشكل نمطي، تكون القناة الثالثة عبارة عن عنصر مرتفع التآكل ويمكن صيانته بشكل دوري، على سبيل المثال، كل 3-6 أشهر حسب الإنتاج. في عمليات معينة، على سبيل المثال، عندما لا تتحرك القناة

الثالثة، أو نادرًا ما يتم تحريكها أو نقلها قليلاً فقط بين دورات التشغيل، يمكن أن تكون القناة الثالثة عبارة عن القناة النهائية في النظام. هذا هو الحال، على سبيل المثال، في الخلاطات الثابتة، على سبيل المثال، الخلاطات المركزية المستخدمة، على سبيل المثال، في عمليات الخلط الجاهزة.

[0035] في بعض العمليات، على سبيل المثال، عمليات خلط الخرسانة التي يتم فيها إلقاء مواد الخلط في إسطوانة شاحنة الخلط الجاهز، حيث يتم إسقاط المواد من خلال مجرى ينتهي بجزء مرن، للسماح بوضع المجرى في قادوس الإسطوانة ثم إزالتها. في مثل هذه الحالة، يمكن أن يتم توصيل قناة رابعة من مادة مرنة، والتي تسمى أيضًا بالقناة الطرفية هنا، بالقناة الثالثة من أجل التحرك مع المجرى المرن المستخدم لإسقاط المواد الخرسانية. يُثبت القطر الداخلي للقناة المرنة بإحكام على القطر الخارجي للقناة الثالثة. يمكن استخدام أي مادة ذات مرونة ومتانة مناسبة في القناة الرابعة، على سبيل المثال، السيليكون.

[0036] في تجسيدات معينة، يتم استخدام نظام الرمز المميز كإجراء أمان. على سبيل المثال، على فترات (على سبيل المثال، شهريًا) يتم توليد مفتاح فريد (أو "رمز مميز") وتوزيعه على العميل إذا لم يكن للعميل رسوم مستحقة؛ إذا كانت هناك رسوم مستحقة أو مخالفات أخرى، يمكن أن يتم حجب الرمز المميز. يقوم العميل بإدخال الرمز المميز في النظام، على سبيل المثال، عبر شاشة تعمل باللمس أو على شاشة عرض الواجهة البينية للشبكة (يعمل كشاشة لمس، ولكنه يعرض على جهاز كمبيوتر مستمر، أي، المناسب للتثبيت المحتمل للأنظمة بدون شاشة تعمل باللمس). في نهاية الفترة الزمنية (على سبيل المثال، شهر) يقوم برنامج النظام بتعطيل النظام ما لم يتم إدخال المفتاح الفريد، على سبيل المثال، بدون المفتاح الفريد ينتقل النظام إلى وضع الخمول، وحتى إذا تم إرسال إشارة بدء الحقن إلى النظام، يتم تجاهله. يمكن أن يحدث الشيء نفسه إذا، على سبيل المثال، فقد اتصال الشبكة للنظام لفترة زمنية (على سبيل المثال، إذا قام أحد العملاء بتعطيل إشارة الشبكة في محاولة لتشغيل النظام بدون المفتاح الفريد). بالإضافة إلى ذلك أو بشكل بديل، يمكن استخدام الموصلات الخارجية في وسيلة الإغلاق للمدخلات والمخرجات التي تسمح لمزود الخدمة بتعطيل النظام يدويًا أو تلقائيًا إذا تم إجراء أي

محاولة لتغيير وسيلة الإغلاق. لا يوجد سبب يدعو العميل أو عامل التركيب إلى فتح وسيلة الإغلاق؛ في حالة تعطل الوحدة، يمكن أن يُطلب من العميل فك الوصلات الخارجية ويمكن إرسال وحدة استبدال لتبديلها مع الوحدة المعطلة.

مثال 1

[0037] توفر وحدة الخرسانة الجاهزة دفعات جافة في شاحناته؛ على سبيل المثال، يتم وضع المكونات الخرسانية الجافة في إسطوانة شاحنة بالماء ويتم خلط الخرسانة في الشاحنات. من المطلوب توصيل ثاني أكسيد الكربون إلى الشاحنات أثناء خلط الخرسانة، حيث يكون ثاني أكسيد الكربون عبارة عن خليط من ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي بنسبة عالية من ثاني أكسيد الكربون الصلب، على سبيل المثال، على الأقل 40% من ثاني أكسيد الكربون الصلب. لا يوجد مكان في المرفق الدفعي لخزان من ثاني أكسيد الكربون السائل لتغذية الخط إلى الشاحنة، لذلك يقع خزان ثاني أكسيد الكربون السائل على بعد 50 قدم أو أكثر من الوجهة النهائية. من المطلوب توصيل جرعة 1% من ثاني أكسيد الكربون بالوزن من الأسمنت (bwc) إلى دفعات متتالية من الخرسانة في شاحنات مختلفة على مدار اليوم. يمكن أن تكون الشاحنات ذات حمولات كاملة تبلغ 10 ياردات مكعبة من الخرسانة، أو حمولات جزئية لا تزيد عن 1 ياردة مكعبة من الخرسانة. تستخدم الدفعة التوضيحية من الخرسانة 15% بالوزن من الاسمنت، ويبلغ وزن الياردة المكعبة النمطية من الخرسانة 4000 رطل، لذلك ستحتوي الياردة المكعبة من الخرسانة على 600 رطل من الأسمنت. وبذلك تصل الجرعة الأقل من ثاني أكسيد الكربون إلى 6 أرطال والجرعة الأعلى إلى 60 رطل. يكون متوسط الزمن بين الجرعات على الأقل 10 دقائق.

[0038] يتم نقل ثاني أكسيد الكربون السائل من خزان إلى فوهة تم تصميمها لتحويل ثاني أكسيد الكربون السائل إلى ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي عند إطلاقه إلى الضغط الجوي عبر خط طوله 10 أقدام من الفولاذ المقاوم للصدأ المضفر بقطر داخلي يبلغ 8/3 بوصة. عند إطلاقه من خلال الفوهة، يتم توجيه خليط ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي نحو إسطوانة من شاحنة خلط جاهز عبر خط طوله 50 قدمًا لقطر داخلي يبلغ 8/5 بوصة، وثقب أملس ومعزول. ينتهي هذا الخط في أنبوب فولاذي مقاوم للصدأ بقطر داخلي يبلغ 2

بوصة وطول 2 قدم موجود داخل المجرى الذي ينقل المكونات الخرسانية من حاويات التخزين الخاصة بكل منها إلى إسطوانة الشاحنة؛ خط الفولاذ المقاوم للصدأ الذي بدوره ينتهي في القطاع المرن المجهز فوق أنبوب من الفولاذ الذي يتحرك باستخدام قاعدة من المطاط عند نهاية المجرى الذي يتدحرج في قادوس الشاحنة جاهزة الخلط.

[0039] تتم معايرة النظام مقابل نظام معايرة باستخدام نفس الطول والقطر ومادة القناة الأولية، التي تم اختبارها لمعدل التدفق تحت مجموعة من درجة الحرارة وظروف الضغط. يتم أخذ الضغوط ودرجات الحرارة المناسبة أثناء تشغيل النظام لدفعة معينة ومطابقتها لمنحنى أو منحنيات المعايرة المناسبة لتحديد معدل التدفق وطول الزمن اللازم لتوصيل الجرعة المطلوبة، ويتوقف تدفق ثاني أكسيد الكربون عندما يقوم النظام بتحديد أن جرعة تبلغ 1% من وزن الجسم تم توصيلها إلى الشاحنة.

[0040] تتراوح درجات الحرارة المحيطة بين 10 و25 درجة مئوية. تظل كل شاحنة في منطقة التحميل أثناء تحميل المواد لمدة 90 ثانية كحد أقصى، ويكون زمن التوصيل لثاني أكسيد الكربون أقل من 45 ثانية.

[0041] يوصل النظام جرعات مناسبة لتحقيق 1% من ثاني أكسيد الكربون من الجسم، بنسبة من ثاني أكسيد الكربون الصلب/الإجمالي لا تقل عن 0.4، على مدار 8 ساعات، بمتوسط 5 أحمال في الساعة (بإجمالي 40 حمولة)، بدقة أقل من 10% من معامل الاختلاف.

[0042] بينما تم توضيح ووصف التجسيدات المفضلة للاختراع الحالي هنا، سيكون من الواضح لذوي المهارة في هذا المجال أن مثل هذه التجسيدات يتم توفيرها على سبيل المثال فقط. سيحدث الآن العديد من الاختلافات والتغييرات والبدائل لذوي المهارة في هذا المجال دون الابتعاد عن الاختراع الحالي. وينبغي أن يكون مفهومًا أن البدائل المختلفة لتجسيدات الاختراع الحالي الموصوفة هنا يمكن استخدامها عند ممارسة الاختراع الحالي. من المقرر أن تحدد عناصر الحماية التالية نطاق الاختراع الحالي وأن يتم تغطية الطرق والهياكل الموجودة في نطاق عناصر الحماية هذه وما يكافئها.

عناصر الحماية

1. طريقة لتوصيل جرعة متقطعة من ثاني أكسيد الكربون في صورة صلبة وغازية إلى وجهة ما، حيث تشتمل على:

(1) نقل ثاني أكسيد الكربون السائل من مصدر لثاني أكسيد الكربون السائل إلى فوهة عبر قناة أولى، حيث

(أ) تشتمل القناة الأولى على مادة يمكنها تحمل درجة حرارة وضغط ثاني أكسيد الكربون السائل، و

(ب) إسقاط الضغط خلال الفوهة وتصميم الفوهة بحيث يتم إنتاج ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي عندما يخرج ثاني أكسيد الكربون من الفوهة؛

(2) نقل ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي عبر قناة ثانية، حيث تكون نسبة طول القناة الثانية إلى طول القناة الأولى 1: 1 على الأقل؛ و

(3) توجيه ثاني أكسيد الكربون الذي يخرج من القناة الثانية الى قناة ثالثة، حيث تشتمل القناة الثالثة على جزء تم تصميمه لإبطاء تدفق ثاني أكسيد الكربون عبر جزء القناة الثالثة بما فيه الكفاية للتسبب في تكتل ثاني أكسيد الكربون الصلب قبل الخروج من القناة الثالثة عبر فتحة إلى وجهة ما.

2. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يكون كذلك طول وقطر ومادة القناة الأولى بحيث يصل ثاني أكسيد الكربون السائل الذي يدخل القناة الأولى إلى الفوهة بنسبة 90% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون السائل، بعد فترة انتقالية، عندما تكون درجة الحرارة المحيطة أقل من 30 درجة مئوية.

3. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يكون للقناة الثانية كذلك ثقب أملس.

4. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث لا تكون القناة الأولى معزولة.

5. الطريقة وفقا لعنصر الحماية 1، حيث يكون جزء القناة الثالثة االذي تم تصميمه لإبطاء تدفق ثاني أكسيد الكربون جزءًا ممتدًا نسبة إلى القناة الثانية.

6. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تكون نسبة طول القناة الثالثة إلى طول القناة الثانية أقل من 0.1: 1.

7. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يتراوح طول القناة الثالثة بين 1 و10 أقدام.

8. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يتراوح القطر الداخلي للقناة الثالثة بين 1 بوصة و3 بوصات.

9. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تبلغ نسبة طول القناة الثانية إلى طول القناة الأولى 2: 1 على الأقل.

10. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يكون طول القناة الأولى أقل من 15 قدم.

11- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يتراوح القطر الداخلي للقناة الأولى بين 0.25 و 0.75 بوصة.

12- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل القناة الأولى على مادة داخلية من الفولاذ المقاوم للصدأ المضفر.

13- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يبلغ طول القناة الثانية 30 قدم على الأقل.

14- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يتراوح القطر الداخلي للقناة الثانية بين 0.5 و0.75 بوصة.

15- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل القناة الثانية على مادة داخلية من PTFE.

16- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل القناة الثالثة على مادة صلبة، ويتم توصيلها بشكل عملي بقناة رابعة تشتمل على مادة مرنة.

17- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 17، حيث يتراوح الطول المجمع للقنوات الثالثة والرابعة بين 2 و10 أقدام.

18- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل القناة الأولى على صمام لتنظيم تدفق ثاني أكسيد الكربون، وحيث تشتمل الطريقة أيضًا على تحديد الضغط ودرجة الحرارة بين الصمام والفوهة، وتحديد معدل تدفق لثاني أكسيد الكربون على أساس درجة الحرارة والضغط.

19- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 19، حيث يتم تحديد معدل التدفق بمقارنة الضغط ودرجة الحرارة بمجموعة من منحنيات المعايرة لمعدلات التدفق عند مجموعة من درجات الحرارة والضغوط.

20- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تكون الوجهة التي يتم توجيه ثاني أكسيد الكربون إليها موجودة داخل خلاط.

21- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 21، حيث يكون الخلاط عبارة عن خلاط خرسانة.

22- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 22، حيث يتم توجيه ثاني أكسيد الكربون إلى مكان في الخلاط حيث إنه، عندما يقوم الخلاط بخلط خليط خرساني، يتم طي موجة من الخرسانة فوق خرسانة الخلط.

23- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 22، حيث يكون الخلاط الخرساني عبارة عن خلاط ثابت.

24- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 22، حيث يكون الخلاط عبارة عن خلاط قابل للنقل.

25- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 25، حيث يكون الخلاط عبارة عن إسطوانة لشاحنة الخلط الجاهز.

26- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث لا تزيد السعة الحرارية الإجمالية للقناة الأولى و/أو للقناة الثانية عن X.

27- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يتم تصميم الفوهة بحيث يخرج ثاني أكسيد الكربون الصلب والغازي من الفوهة في خليط يشتمل على 40% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون الصلب عندما تكون جرعة ثاني أكسيد الكربون عبر الفوهة أقل من X من الوزن/الكتلة ويمكن أن تصل القناة الأولى إلى درجة حرارة لا تقل عن Y درجة مئوية قبل إدخال ثاني أكسيد الكربون السائل في القناة الأولى.

28- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 17، حيث يتم توجيه القنوات لإضافة ثاني أكسيد الكربون إلى خلاط الخرسانة، وحيث يضاف الأسمنت إلى الخلاط من خلال قناة أسمنت تشتمل على جزء أول يشتمل على مجرى صلب متصل بجزء ثانٍ يشتمل على قاعدة مرنة تم تصميمها للسماح لشاحنة خلط جاهز بتحريك قادوس على الخلط الجاهز إلى القاعدة بحيث تتخبط القاعدة في القادوس، مما يسمح للأسمنت والمكونات الأخرى بالوقوع في إسطوانة شاحنة الخلط الجاهز من خلال القاعدة، حيث يتم وضع القناة الثالثة بجانب الجزء الأول من قناة الأسمنت ويتم وضع القناة الرابعة لتحريكها وتوجيهها مع الجزء الثاني من قناة الأسمنت.

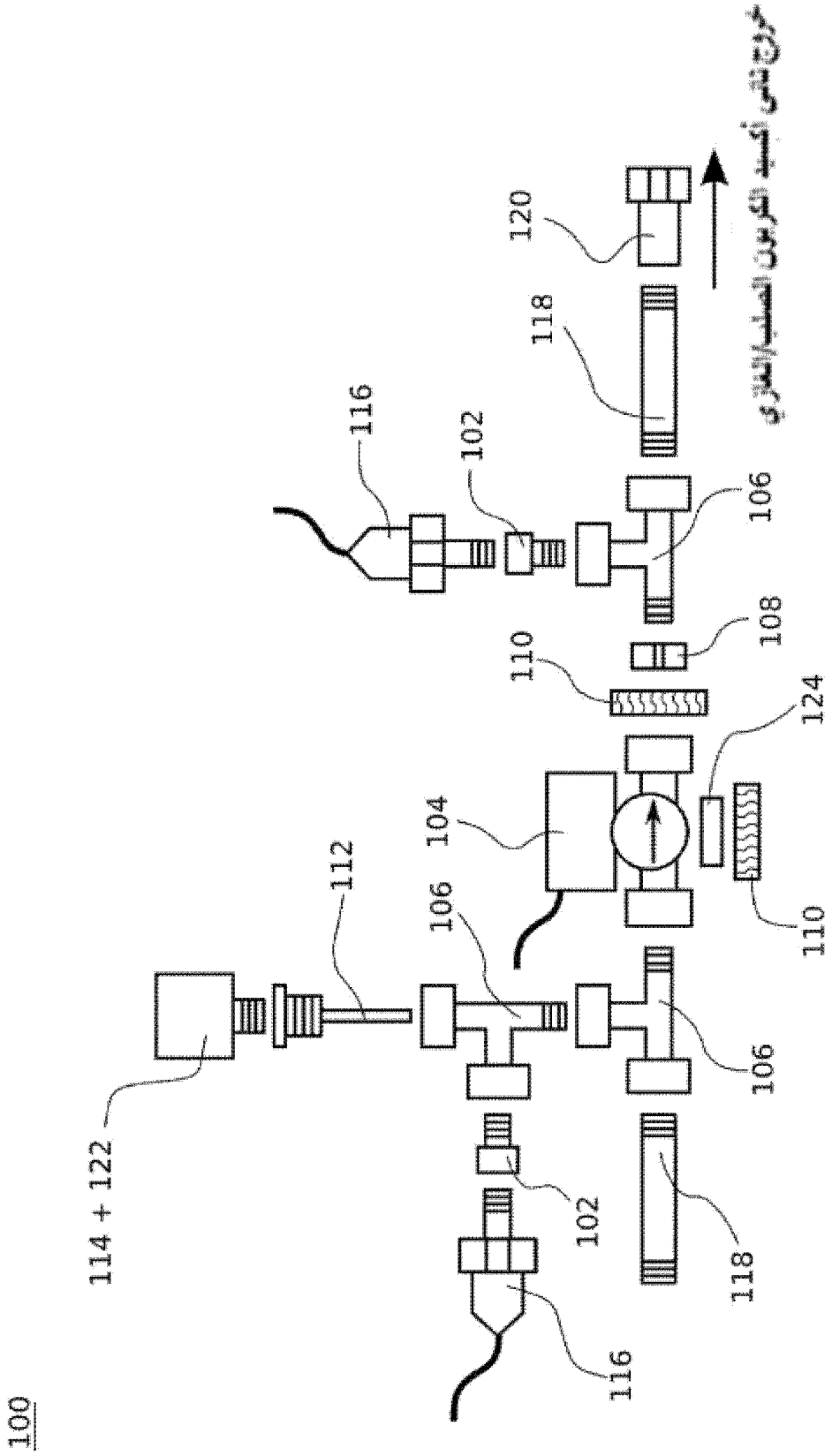
29- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 29، حيث يتم إضافة ناتج التكتل إلى الخلاط من خلال مجرى ناتج التكتل المجاور لمجرى الأسمنت، وحيث يتم وضع الجزء الأول من القناة الثالثة لتقليل التلامس مع ناتج التكتل عند خروجه من مجرى ناتج التكتل.

30- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 29، حيث يمتد الجزء الأول من القناة الثالثة إلى الجزء السفلي من الجزء الأول من مجرى الأسمنت ويتم توصيل القناة الرابعة بنهاية القناة الثالثة، ويمتد من نهاية القناة الثالثة أسفل

القاعدة المطاطية أو بالقرب من الجزء السفلي للقاعدة المطاطية عند تحدي موضع القاعدة المطاطية داخل قادوس شاحنة الخلط الجاهز.

31- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 29، حيث يتم وضع القناة الرابعة في النطاق x سم من مركز القاعدة المطاطية، في المتوسط، حيثx = 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، 10، 12، 15، 20، 25، 30، 35، 40، 45، 50، 60، 70، 80، أو 90 سم عندما يتم تحديد موضع القاعدة المطاطية لتحميل المواد الخرسانية في إسطوانة شاحنة الخلط الجاهز.

شكل


100
114 + 122
112
104
106
102
116
118
120
124
110
108
خروج نقي أكسيد الكربون الصلب/الغازي

MA 53762B1

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

OMPIC

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE

Établi conformément à l'article 43.2 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 53762	Date de dépôt : 13/12/2019 Date d'entrée en phase nationale : 08/07/2021
Déposant : CARBONCURE TECHNOLOGIES INC.	Date de priorité: 13/12/2018
Intitulé de l'invention : PROCÉDÉS ET COMPOSITIONS POUR L'ADMINISTRATION DE DIOXYDE DE CARBONE	
Classement de l'objet de la demande : CIB : C01B32/55, C01B32/50, F17C7/00, F17C9/02, B65G53/66, B67D1/00 CPC : B28C5/4237, B28C5/4203, B28C5/02	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants : Partie 1 : Considérations générales ☒ Cadre 1 : Base du présent rapport ☐ Cadre 2 : Priorité Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité ☐ Cadre 3 : Remarques de clarté ☐ Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée ☐ Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention ☐ Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité ☒ Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examinateur: Abdelfettah EL KADIRI	**Date d'établissement du rapport** : 09/06/2023
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	

Partie 1 : Considérations générales

Cadre 1 : base du présent rapport

Les pièces suivantes servent de base à l'établissement du présent rapport :

☒ Demande telle qu'initialement déposée

☒ Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :

- Revendications
  1-31

☐ Observations à l'appui des revendications maintenues

☐ Observations des tiers suite à la publication de la demande

☐ Réponses du déposant aux observations des tiers

☐ Nouveaux documents constituant des antériorités :

- Suite à la recherche complémentaire *(Couvrant les documents de l'état de la technique qui n'étaient pas disponibles à la date de la recherche préliminaire)*
- Suite à la recherche additionnelle *(couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)*

☐ Observations à l'encontre de la décision de rejet

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité

Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté	Revendications 1-31 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications 1-31 Revendications aucune	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-31 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants:

D1 : US2003070448A1
D2 : US2016280610A1

1. Nouveauté

Aucun document de l'état de l'art cité ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques contenues dans les revendications 1-31. Par conséquent, l'objet des revendications 1-31 est nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive

Le document D1, considéré comme l'état de l'art le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue un procédé pour délivrer par intermittence une dose de dioxyde de carbone sous forme solide et gazeuse à une destination comprenant :
(i) transporter du dioxyde de carbone liquide d'une source de dioxyde de carbone liquide vers un orifice via un premier conduit, dans lequel
(a) le premier conduit comprend un matériau qui peut résister à la température et à la pression du dioxyde de carbone liquide, et
(b) la chute de pression à travers l'orifice et la configuration de l'orifice sont telles que du dioxyde de carbone solide et gazeux est produit lorsque le dioxyde de carbone sort de l'orifice;
(ii) transporter le dioxyde de carbone solide et gazeux à travers un second conduit,
(iii) diriger le dioxyde de carbone qui sort du second conduit vers une destination.

L'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que dans le rapport de la longueur du second conduit à la longueur du premier conduit est d'au moins 1 : 1 et en ce que la présente méthode consiste en outre à diriger le dioxyde de carbone solide et gazeux de l'extrémité du deuxième conduit vers un troisième conduit, dans lequel le troisième conduit comprend une partie configurée pour ralentir l'écoulement du dioxyde de carbone à travers la partie du troisième conduit suffisamment pour que le dioxyde de carbone solide s'agglutine avant de sortir du troisième conduit par une ouverture.

Le problème à résoudre peut être considéré comme la fourniture d'une méthode alternative pour délivrer par intermittence une dose de dioxyde de carbone sous forme solide et gazeuse à une destination.

La solution proposée par la présente demande est considérée comme inventive, vu que l'homme du métier ne trouve aucune incitation de D1 ou/et D2, lui permettant de prévoir l'étape de diriger le dioxyde de carbone solide et gazeux de l'extrémité du deuxième conduit vers un troisième conduit, dans lequel le troisième conduit comprend une partie configurée pour ralentir l'écoulement du dioxyde de carbone à travers la partie du troisième conduit suffisamment pour que le dioxyde de carbone solide s'agglutine avant de sortir du troisième conduit par une ouverture, dans la méthode de D1 sans l'exercice d'une activité inventive.

L'objet des revendications 1-31 implique une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.