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 38384 A1

(51) Cl. internationale :
F28D 20/00

(43) Date de publication :
29.01.2016

(21) N° Dépôt :
38384

(22) Date de Dépôt :
08.09.2015

(30) Données de Priorité :
26.04.2013 ZA 2013/03068

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/IB2014/059918 18.03.2014

(71) Demandeur(s) :
STELLENBOSCH UNIVERSITY, Admin B, Victoria Street, Stellenbosch, 7600 Western Cape Province (ZA)

(72) Inventeur(s) :
KROGER, Detlev, Gustav

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

(54) Titre : **INSTALLATION DE STOCKAGE D'ÉNERGIE THERMIQUE À LIT DE ROCHES TASSÉES**

(57) Abrégé : L'invention concerne une installation de stockage d'énergie thermique à lit de roches tassées mise en œuvre sous la forme d'une pile de roches non contraintes en mesure de subir une expansion et une contraction en fonction d'une température changeante sans création de contrainte considérable. Un espace d'entrée et de sortie de fluide chaud est mis en œuvre au-dessus du lit et un espace d'entrée et de sortie de fluide froid est formé par une grille et de plus grandes roches, ou par les plus grandes roches uniquement, qui supportent la pile vers un fond du lit. L'écoulement du fluide peut se produire vers le bas au travers du lit de roches lors du chauffage du lit et vers le haut au travers du lit de roches lors du refroidissement du lit lors d'un cycle de récupération de chaleur. Le lit est entièrement recouvert d'un toit incurvé isolé. Le lit de roches peut être une enceinte ayant un toit, des parois et un plancher avec une région centrale inférieure et des régions latérales légèrement inclinées s'étendant en pente douce vers des parois latérales supportant le toit.

(مرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة)

الملخص

يتعلق الاختراع الحالي بمرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة في صورة ركام من صخر غير مقيَّد وحر التمدد والانقباض حسب تغير درجة الحرارة دون إحداث إجهاد كبير. ويتم توفير حيز إدخال وإخراج مائع ساخن أعلى الطبقة ويتم تكوين حيز إدخال وإخراج مائع بارد بواسطة شبكة وصخور أكبر، أو بواسطة صخور أكبر فقط تحمل الركام باتجاه قاع الطبقة. ويمكن أن يتدفق المائع إلى أسفل من خلال الطبقة الصخرية أثناء تسخين الطبقة وإلى أعلى من خلال الطبقة الصخرية أثناء تبريد الطبقة في دورة استرجاع حراري. وتتم تغطية الطبقة كليةً بواسطة سقف مقوس معزول. وقد تكون الطبقة الصخرية عبارةً عن سياج له سقف وجدران وأرضية، مع منطقة مركزية سفلية ومناطق جانبية مائلة إلى حد ما تمتد بانحدار خفيف باتجاه الجدران الجانبية الحاملة للسقف.

N° 38384
du 08.09.2015

(مرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة)

الوصف الكامل

29 JAN 2016

المجال التقني

يتعلق هذا الاختراع بمنشأة تخزين طبقة صخرية حرارية معبئة لاستخدامها في تخزين طاقة حرارية مشتقة من مصدر مناسب .

الخلفية التقنية للاختراع

يتم وبشكل كبير توليد القدرة من مصادر باستخدام أنواع وقود حفري تقليدية باستخدام طاقة متجددة من نوع أو آخر. فيما يتعلق بطلب البراءة الحالي، يعد الاختراع مناسباً بصفة خاصة لاستخدامه مع وحدات قدرة شمسية مركزة أو وحدات قدرة ذات دورات مجمعة، على الرغم من عدم اقتصاره على هذه التطبيقات.

يرتبط استخدام الطاقة الشمسية بالحاجة إلى تخزين الطاقة الشمسية المجمعة لاستخدامها في وقت لاحق بحيث تتوافر الطاقة ليلاً أو عند حجب الشمس، نمطياً بواسطة سحابة. ومن بين الطرق العملية لتخزين الطاقة في صورة حرارة (طاقة حرارية) يمكن استخدامها لاحقاً توليد الكهرباء، عن طريق دورة توليد البخار وتوربين ومولِّد مرتبطين.

اقتُرح مختلف مرافق تخزين الطاقة الحرارية وتُستخدم حالياً، إلى حد ما على الأقل. وتتضمن هذه المرافق تخزين الطاقة الحرارية في أملاح مصهورة أو بدلاً من ذلك، على نحو أساسي في صورة حرارة كامنة في حالة المواد متغيرة الأطوار . على الرغم من أنها ناجحة بدرجة تقل أو تزيد، إلا أن هناك درجةً كبيرة من التحسن، لاسيما انخفاض التكلفة.

تم استخدام الطبقات المتراكمة من الخزف لتخزين الحرارية عند درجات حرارة مرتفعة (أكبر من 500 درجة مئوية)، على سبيل المثال مجدِّدات في مصانع الزجاج ومواقد كوبر في مصاهر حديد . لاقى نظرياً استخدام الطبقات الحرارية المعبئة، من ناحية أخرى، اهتماماً كبيراً، لكنه، حسب مقدم الطلب، لم ينفَّذ عملياً بأي مدى يمكن قبوله عند درجات حرارة مرتفعة على الرغم من أنه من المفهوم أنه يجرى حالياً إنشاء منشأة تخزين صخور كبيرة تعمل عند درجات حرارة مرتفعة في المغرب. ومن الأرجح أن عدم الاستخدام بشكل عام هو المقترحات الحالية التي تشير إلى أن مرافق تخزين الطبقات الصخرية المعبئة باهظة التكلفة نسبياً أو غير عملية، أو كلتيهما. ومن بين المقترحات تكوين طبقة صخرية معبأة في الحفر في الأرض باستخدام الأرض كوسط عزل على نحو أساسي.

الكشف عن الاختراع

وفقاً لجانب أول من جوانب هذا الاختراع تم توفير مرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة يشتمل على ركام غير مقيد إلى حد كبير من صخر حر التمدد والانقباض حسب تغير درجة الحرارة دون إحداث إجهاد كبير؛ ومع حيز إدخال وإخراج مائع ساخن أعلى الطبقة وحيز إدخال وإخراج مائع بارد تدعمه شبكة وصخور أكبر، أو بواسطة صخور أكبر فقط، أسفل الطبقة، التي قد يتدفق بينها مائع إلى أسفل أثناء تسخين الطبقة وإلى أعلى أثناء تبريد الطبقة، حيث تتم تغطية الطبقة كلياً بسقف مقوس معزول.

وفقاً لجانب ثان من جوانب هذا الاختراع تم توفير مرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة يشتمل على فراغين أول وثان تفصلهما طبقة صخرية لوحدات صخر فردية بحيث يمكن تدفق مائع معالجة بين الفراغين الأول والثاني عن طريق صدوع بين وحدات الصخر المكونة للطبقة الصخرية للمساعدة على انتقال في الحرارة من أو إلى الطبقة الصخرية، أثناء الاستخدام،

ومجرى توصيل واحد على الأقل مرتبط بكل من الفراغين الأول والثاني لمائع معالجة كي يتدفق داخل أو خارج الفراغين الأول والثاني، حيث تتميز منشأة تخزين الطاقة بأن الطبقة الصخرية تكون في صورة ركام صخري حيث يتم تكوين الفراغ الأول بين السطح العلوي للركام والسياج المتباعد إلى أعلى من السطح العلوي للركام، ويتم تكوين الفراغ الثاني بشكل عام باتجاه قاع الركام الصخري .

هناك مزايا أخرى للاختراع تتمثل في أن السياج له سقف يفضل عزله عن الحرارة، جدران وأرضية؛ حيث يكون للأرضية منطقة مركزية سفلية وجانب مائل نوعاً ما ومناطق طرفية ممتدة إلى أعلى بانحدار خفيف باتجاه الجدران الجانبية المنخفضة الحاملة للسقف، أو جدران طرفية؛ يتم تحديد الفراغ الأول المحاط بسطح علوي من الركام الصخري والسقف؛ يتم تحديد الفراغ الثاني بسطح غرفة داخلية تكون عبارةً عن واحد أو أكثر من الممرات أو الأنفاق التي يحددها جزء من السطح السفلي للركام الصخري وجزء من أرضية السياج حيث قد يتضمن السطح السفلي للركام الصخري شبكةً حاملة وصخوراً أكبر لحمل صخور الطبقة المعبأة والإبقاء على الفراغ الثاني؛ ويرتبط أحد أو كلا الفراغين الأول والثاني باثنين على الأقل أو أكثر من مجاري توصيل يمكن استخدامها بصورة منتقاة لعملية امتصاص الطاقة الحرارية وعملية استخدام الطاقة الحرارية .

هناك ميزات أخرى للاختراع تتمثل في أن الطبقة الصخرية تتألف من صخور مختارة من أنواع صخرية مثل (على الرغم من عدم اقتصارها على ذلك) الجرانيت، الدوليريت، النايس والهورنفلس؛ تكون الصخور متشابهةً بشكل عام من حيث الحجم، ويفضل أن يتراوح حجمها من 10 إلى 50 مم؛ تكون الصخور إما مستديرةً أو مطحونة؛ ويكون للركام الصخري قمة

وجوانب مسطحة منحدرة إلى أسفل عند زاوية الاستقرار الطبيعية . ويبلغ ارتفاع الركام الصخري نمطياً 1 - 15 م.

قد تبلغ زاوية الاستقرار 20 - 50 درجة. فيما يتعلق بأغلب الصخور المطحونة تبلغ عادةً 30 - 40 °، على الرغم من أن ذلك قد يتباين حسب خصائص الجسيمات.

يعتمد حجم المنشأة كلياً على القدرة المطلوبة (الطاقة المخزنة وأقصى خرج قدرة حرارية) ومصدر الطاقة الحرارية المتاح لتغيير الطبقة.

يمكن أن تغطي المنشأة مساحةً تتراوح من بضعة، أو عدة آلاف متر مربع أو أكثر. وتؤدي زيادة الحجم إلى زيادة التكلفة بصورة غير خطية نظراً لمتطلبات بنية الاحتجاز، لذا فإنه يمكن إنشاء عدد من الطبقات الأصغر بدلاً من طبقة واحدة كبيرة. بهذه الطريقة، حسب الرغبة، يمكن الحصول على خرج قدرة حرارية تبلغ آلاف الميجا وات، لقدرات حرارية تبلغ آلاف الميجا وات في الساعة.

لفهم الميزات السابقة للاختراع وغيرها فهماً أتم ستوصف الآن النماذج المقترحة للاختراع بالإشارة إلى الرسومات المصاحبة.

الوصف المختصر للأشكال والرسومات

في الرسومات:

الشكل 1 عبارة عن مسقط رأسي عرضي تخطيطي لنموذج أول لمنشأة تخزين الطاقة الحرارية وفقاً لهذا الاختراع.

الشكل 2 عبارة عن مسقط رأسي قطاعي طولي تخطيطي لنموذج الاختراع الموضح في الشكل 1؛

الشكل 3 عبارة عن مسقط رأسي عرضي تخطيطي لنموذج ثان أو أكبر لمنشأة تخزين طاقة حرارية وفقاً للاختراع؛

الشكل 4 عبارة عن مسقط رأسي قطاعي طولي تخطيطي لنموذج الاختراع الموضح في الشكل 3؛

الشكل 5 عبارة عن مسقط رأسي عرضي تخطيطي لنموذج ثالث لمنشأة تخزين طاقة حرارية وفقاً للاختراع؛

الشكل 6 عبارة عن مسقط قمي عرضي تخطيطي مأخوذ تقريباً بامتداد الخط VI - VI في الشكل 5؛

الشكل 7 عبارة عن مسقط قمي عرضي تخطيطي مشابه للشكل 6 لكن متغير من حيث الترتيب، و

الشكل 8 عبارة عن رسم بياني تخطيطي يوضح إحدى الترتيبات التي يمكن فيها استخدام منشأة تخزين الطاقة الحرارية الواردة بالاختراع.

الوصف التفصيلي للاختراع

بالإشارة الآن إلى الرسومات، يشتمل أحد نماذج مرفق تخزين الطاقة الحرارية ذات الطبقات الصخرية المعبئة (1) على ركام (2) من وحدات صخر فردية وفراغين أول وثان، (3) و(4) على الترتيب، تفصلهما الطبقة الصخرية بحيث يمكن تدفق مائع معالجة بين الفراغين الأول والثاني عن طريق صدوع بين وحدات الصخر المكونة للطبقة الصخرية. في القيام بذلك، يمكن نقل الحرارة من مائع المعالجة إلى الطبقة الصخرية في لتخزين الحرارة في الطبقة الصخرية أو يمكن نقلها من الطبقة الصخرية إلى مائع معالجة لاستعادة الحرارة المخزنة في الطبقة الصخرية وذلك بامتصاصها في مائع المعالجة، حسبما تقتضيه الحالة.

يتم تكوين الفراغ الأول (3) بين السطح العلوي (5) للركام الصخري والسقف المقوس (6) للسياج المتباعد إلى أعلى من السطح العلوي للركام. وبالتالي يتم تعريض السطح العلوي الكلي من الركام للفراغ الأول . في نموذج الاختراع هذا، يكون للركام الصخري قمة مسطحة وجوانب محيطة ونهاية منحدرة إلى أسفل عند زاوية الاستقرار الطبيعية للوحدات الصخرية .

يكون السقف معزولاً حرارياً عن طريق طبقة عزل مناسبة (7). ويكون أيضاً للسياج جدران جانبية منخفضة (8) بامتداد كل جانب يحمل السقف المقوس. ويكون للأرضية منطقة سفلية مسطحة مركزية (11) ومناطق جانبية (12) مائلة إلى أعلى بانحدار خفيف باتجاه الجدران الجانبية المنخفضة الحاملة للسقف، وباتجاه الجدران الطرفية (13).

تكون منشأة تخزين الطبقات الصخرية المعبئة، في نموذج الاختراع هذا بشكل مستطيل على نحو عام له شكل مقوس في قطاع عرضي، على النحو المبين تخطيطياً والأكثر وضوحاً في الشكل 1. ويتم إيضاح القطاع الطولي للمنشأة تخطيطياً في الشكل 2.

يتم تكوين الفراغ الثاني (4) في نموذج الاختراع هذا بشكل عام في قاع الركام الصخري بواسطة غرفة داخلية تكون في صورة ممر أو نفق يحدده جزء من أرضية السياج والشبكة الحاملة (16) التي تدعم صخوراً أكبر (17) لاحتجاز صخور الطبقة الصخرية المعبئة الأصغر والإبقاء على الفراغ الثاني .

يرتبط الفراغ الأول (3) باثنين من مجاري التوصيل (21، 22) يمكن استخدامهما بصورة منتقاة . في نموذج الاختراع هذا يعمل مجرى التوصيل (21) كمدخل للهواء الساخن بغرض تسخين الطبقة الصخرية في عملية امتصاص الطاقة الحرارية . بناءً على الاستخدام، يعمل مجرى التوصيل (21) أو (22) كمخرج للهواء المسخَّن المتدفق في اتجاه عكسي من خلال الطبقة

يكون للفراغ الثاني (4) مجرى توصيل مفرد (25) لتوصيل الهواء خارج المنشأة فور مروره من خلال الطبقة الصخرية أثناء دورة عملية امتصاص الطاقة الحرارية أو في المنشأة أثناء دورة استرجاع الطاقة الحرارية.

نظراً لأن تدفق الهواء يتطلب مجاري توصيل قطاعية عرضية كبيرة قد تكون المفقودات الحرارية نتيجة عمل المجاري كبيرةً، حتى وإن تم عزلها، لأن مجاري التوصيل الحاملة للهواء تكون قصيرةً قدر الإمكان.

قد يكون للحمل الحراري الطبيعي تأثير كبير على الطبقات الحرارية المعبئة. ويتم بالتالي شحن الطبقة الصخرية وذلك بإدخال الهواء الأكثر سخونةً أعلى الطبقة الصخرية وتتم إزالة الهواء الأكثر برودةً أسفلها. على نحو مشابه، يتم إدخال الهواء أكثر برودةً في قاع الطبقة الصخرية وتتم إزالة الهواء المسخَّن في القمة أثناء دورة استرجاع الطاقة الحرارية للحرارة المخزنة في الطبقة الصخرية. ويؤدي ذلك جزئياً إلى منع تفكك الطبقات بتأثير الحمل الحراري الطبيعي .

يجب ملاحظة أن السطح العلوي للطبقة الصخرية لا تتم إعاقته بحيث يمكنه التمدد والانقباض أثناء تسخينه وتبريده. وينبغي أن تعمل الجوانب المائلة غير المعاقة للطبقة الصخرية على منع الإجهاد على بنية الاحتجاز الناشئ عن التغير، أي عملية تمدد وانقباض الجسيمات بتأثير التسخين والتبريد، وبالتالي تعبئتها معاً على نحو أكثر إحكاماً وبذل جهد على الحاوية.

أثناء تسخين الطبقة الصخرية المعبئة، يدخل الهواء الساخن أو غازات الاحتراق في الفراغ الذي يكون أعلى الطبقة من خلال مجرى التوصيل قبل التدفق بشكل منتظم من خلال الطبقة. أثناء تدفق الغازات من خلال الطبقة يتم تبريدها قبل خروجها من منشأة التخزين من خلال مجرى التوصيل من الفراغ الثاني . أثناء استرجاع الحرارة المخزنة من الطبقة، يتم عكس التدفق، حيث

منتظم من خلال الطبقة المعبأة الساخنة ويخرج من أعلى الطبقة إلى الفراغ الأول ويخرج في هذا المثال من خلال مجرى التوصيل (21 أو 22).

يمكن استخدام منشأة تخزين طاقة حرارية وفقاً للاختراع في العديد من مختلف الحالات. ويتم إيراد دائرة الشكل 8 لإيضاح التطبيق العملي للاختراع. في هذا المثال قد تتضمن الدائرة ضاغطاً (26) للإمداد بالهواء إلى مستقبل شمسي مركزي (29) في مجال هيليوستات (30). ويتم تشغيل الضاغط بواسطة توربين أول (27) يتم تشغيله بواسطة الخرج من حارق (28) تتم تغذيته، بدوره، بالهواء المسخَّن من المستقبل الشمسي المركزي . وتعمل الغازات الداخلة في التوربين الأول على تشغيل المولِّد الأول (31) الذي يقوم بتوليد الطاقة الكهربائية. ويتم تمرير العادم الغازي من التوربين عند درجة حرارة تبلغ حوالي 500 درجة مئوية أو أكثر من خلال الطبقة المعبأة للصخر والتي ورد وصفها أعلاه لزيادة درجة حرارة الصخر وتخزين الطاقة الحرارية به.

لاستعادة الحرارة المخزنة من الطبقة المعبأة للصخر، يتم تمرير الهواء المحيط من خلال الطبقة المعبأة في الاتجاه العكسي بحيث يداخل في الفراغ الثاني عن طريق مجرى التوصيل (25)، ويمر من خلال الطبقة الصخرية المعبئة المسخَّن، وبالتالي إلى مرجل (32) دورة رانكين تتضمن توربين ثانياً (33) يعمل على تشغيل مولِّد كهربائي ثان (34). ويمكن تمرير البخار المستهلك من خلال مكثف (35) قد يكون من النوع الجاف أو الهجين ويمكن إعادة تدوير ناتج التكثيف إلى المرجل. قد يكون كلا المولدين الكهربائيين الأول والثاني (31) و(34) على تغذية الطاقة الكهربائية للشبكة (36).

ينبغي عدم تفتيت الصخر المستخدم لتخزين الطاقة الحرارية وبالتالي ربما يعيق ممرات الهواء في الطبقة المعبأة ويزيد من قدرة الضخ المطلوبة. وينبغي ألا تتحلل كيميائياً أو تتفتت عند درجة

حرارة التخزين القصوى، ويجب أن تتحمل إجهاد الدوران الحراري . وتتفتت الصخور البركانية أو التحولية التي تكونت عند درجات حرارة أعلى من درجة حرارة التخزين عند تسخينها، في حين أن الصخور الرسوبية قد تحتوي على مركبات تتحلل بالحرارة، ويرجح أن تكون غير مناسبةً.

قد تتألف منشأة التخزين الحرارية وفقاً لهذا الاختراع من طبقة معبأة في صورة ركام من صخر مستدير أو مطحون جيداً في طبقة تعمل عند درجات حرارة مرتفعة (أكبر من أو يساوي 500 درجة مئوية). نظراً لأن تكلفة مادة الصخر منخفضة نسبياً فإنها يتسنى استبدالها بسهولة بعد عدة سنوات إذا ما ظهرت أي مشكلات. كي يكون الصخر فعالاً (له توزيع عند درجة حرارة ثابتة نسبياً بداخل كل وحدة)، يفضل أن يبلغ رقم البيوت بناءً على قطر الصخر الفعال $(2k_r)/hd_r = Bi$ أقل من أو يساوي 0.1 - 0.2، حيث تشير h إلى معامل انتقال الحرارة من جانب الهواء، وتشير d_r إلى قطر الصخر الفعال وتشير k_r إلى الموصلية الحرارية للصخر.

على الرغم من ذلك، فإنه يمكن إجراء عدة تغييرات على نموذج الاختراع الموصوف أعلاه دون الحيود عن نصه. وببساطة من خلال الأمثلة، يوضح الشكلان 3 و4 ترتيبةً يمكن استخدامها لمنشأة تخزين طاقة حرارية أكبر بكثير وفي هذا المثال يتم ترتيب المنشأة بصورة أقرب ما يكون إلى ورد وصفه باستثناء تطويق الفراغ الثاني بعدة أنفاق متوازية (41) ممتدة بطول المنشأة .

بالطبع قد تكون الطبقة الصخرية المعبئة دائرةً في المسقط القمي كما في مثال نموذج الاختراع الموضح في الشكلين 5 و6. في ذلك المثال يمكن تطويق الفراغ الثاني بعدة أنفاق متوازية (45) تمتد على أرضية (46) الطبقة الصخرية في اتجاه قطرها. كبديل، وكما هو موضح في الشكل 7، قد تتمدد الأنفاق التي تشكل الفراغ الثاني قطرياً من مركز أرضية (51) الطبقة الصخرية.

في إحدى الحالتين، قد يكون الفراغ الأول (47)، على النحو الموضح في الشكل 5، مجرى مفرداً (48) ممتداً من أعلى السقف الذي يكون على شكل قبة (49).

يتم تقييد مادة الطبقة الصخرية والخاصة بهذا الاختراع بحيث تكون حرة التمدد والانقباض مع تغير درجات الحرارة دون إحداث إجهاد كبير وحركتها المناظرة التي قد تؤدي إلى تشوه الطبقة واحتجاز، أو تآكل وانكسار الصخر. وتؤدي ممرات الهواء الأكبر المحيطة بالصخر إلى منع الانسداد؛ إلا أنه يمكن أيضاً تكوين مجاري ذاتية التدعيم بواسطة الصخور الأكبر.

يمكن إجراء عدة تغييرات أخرى على تركيب المنشأة بصفة خاصة.

عناصر الحماية

1- مرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة يشتمل على ركام من صخر غير مقيَّد وحر التمدد والانقباض حسب تغير درجة الحرارة دون إحداث إجهاد كبير؛ وله حيز إدخال وإخراج مائع ساخن أعلى الطبقة وحيز إدخال وإخراج مائع بارد تدعمه شبكة وصخور أكبر، أو بواسطة صخور أكبر فقط، باتجاه قاع الطبقة، التي قد يقع بينها مائع متدفق إلى أسفل أثناء تسخين الطبقة وإلى أعلى أثناء تبريد الطبقة، حيث تتم تغطية الطبقة كلياً بواسطة سقف مقوس معزول.

2- مرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة يشتمل على فراغين أول وثان تفصلهما طبقة صخرية لوحدات صخر فردية بحيث يمكن تدفق مائع معالجة بين الفراغين الأول والثاني عن طريق صدوع بين وحدات الصخر المكونة للطبقة الصخرية للمساعدة على انتقال في الحرارة من أو إلى الطبقة الصخرية، أثناء الاستخدام، ومجرى توصيل واحد على الأقل مرتبط بكل من الفراغين الأول والثاني لمائع معالجة كي يتدفق داخل أو خارج الفراغين الأول والثاني، حيث تتميز منشأة تخزين الطاقة بأن الطبقة الصخرية تكون في صورة ركام صخري حيث يتم تكوين الفراغ الأول بين السطح العلوي للركام والسياج المتباعد إلى أعلى من السطح العلوي للركام، ويتم تكوين الفراغ الثاني بشكل عام باتجاه قاع الركام الصخري .

4- مرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة وفقاً لعنصر الحماية 3 تشتمل فيه الأرضية منطقة مركزية سفلية وجانب مائل نوعاً ما ومناطق طرفية ممتدة إلى أعلى بانحدار خفيف باتجاه الجدران الجانبية المنخفضة الحاملة للسقف، أو باتجاه جدران طرفية .

5- مرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة وفقاً لعنصر الحماية 3 أو 4 يتم فيه تطويق الفراغ الأول المحاط بسطح علوي للركام الصخري والسقف.

6- مرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة وفقاً لأي من عناصر الحماية من 3 إلى 5 يتم فيه تطويق الفراغ الثاني بسطح غرفة داخلية في صورة واحد أو أكثر من الممرات أو الأنفاق التي يطوقها جزء من السطح السفلي للركام الصخري وجزء من أرضية السياج.

7- مرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة وفقاً لعنصر الحماية 6 يتضمن فيه السطح السفلي للركام الصخري شبكةً حاملة وصخوراً أكبر كي تحمل صخور الطبقة المعبأة والإبقاء على الفراغ الثاني .

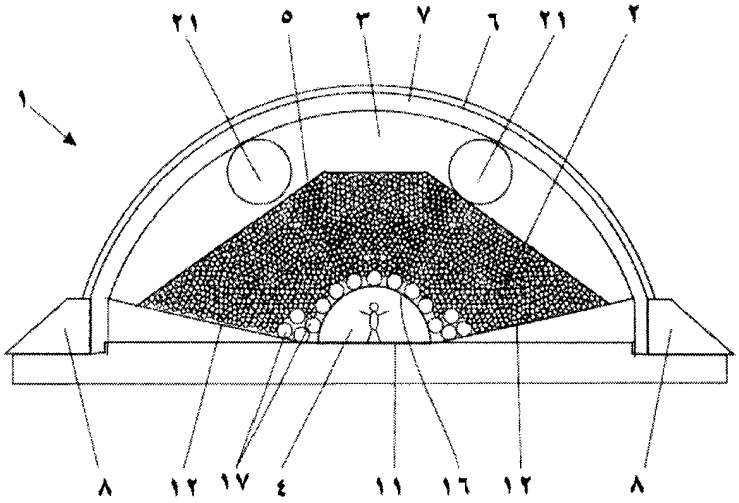
8- مرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة يرتبط فيه أحد الفراغين الأول والثاني أو كليهما باثنين على الأقل أو أكثر من مجاري التوصيل التي يمكن استخدامها بصورة منتقاة لعملية امتصاص الطاقة الحرارية وعملية استخدام الطاقة الحرارية .

9- مرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة تشتمل فيه الطبقة الصخرية من صخور مختارة من أنواع صخرية مثل الجرانيت، الدوليريت، النايس والهورنفلس .

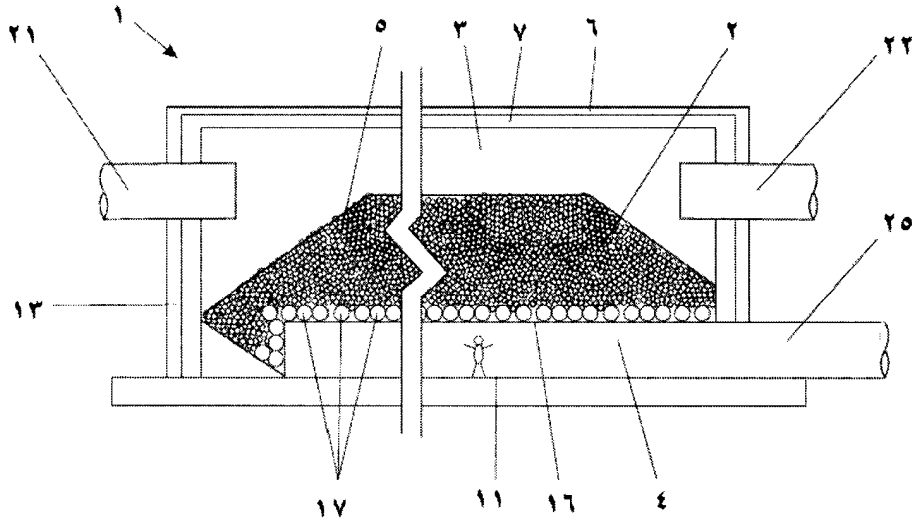
10- مرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة تكون فيه الصخور متشابهةً من حيث الحجم بشكل عام والذي يتراوح من من 10 إلى 50 مم .

11- مرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة تكون فيه الصخور مستديرةً أو مطحونة .

12- مرفق لتخزين طاقة حرارية ذات طبقة صخرية معبأة وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة يشتمل فيه الركام الصخري على قمة وجوانب مسطحة منحدرة إلى أسفل عند زاوية الاستقرار الطبيعية .

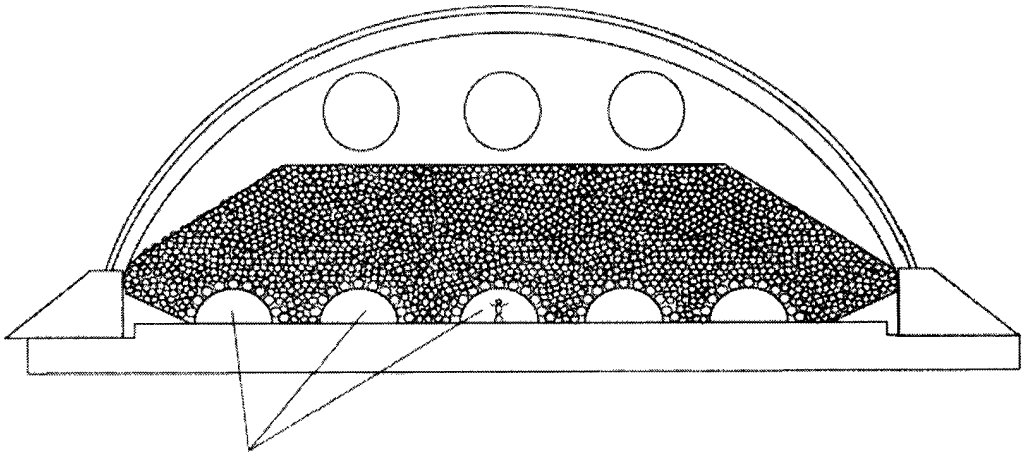


شكل ١

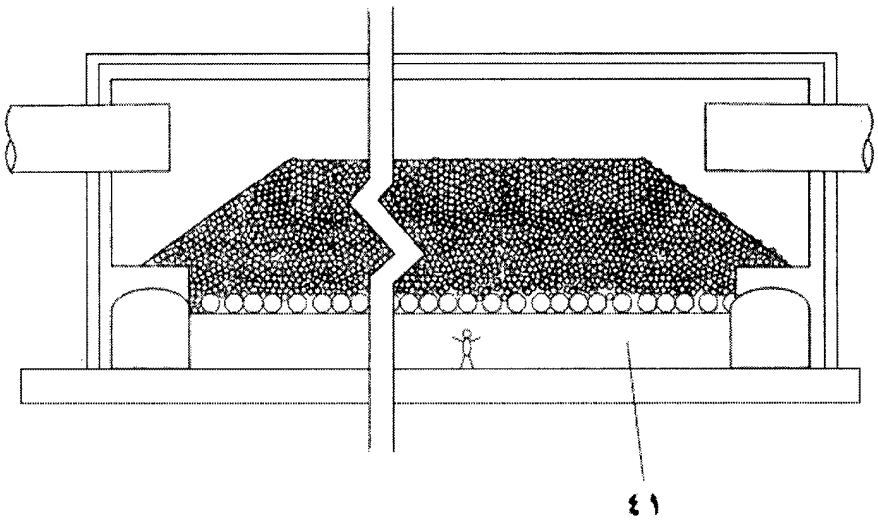


شكل ٢

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	5	رقم اللوحة	1
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			

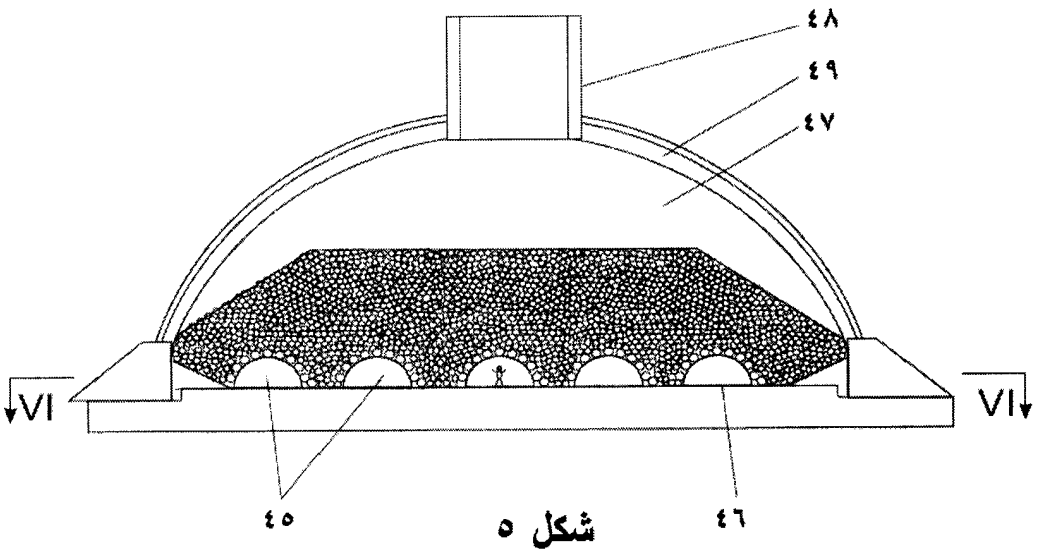


شكل ٣

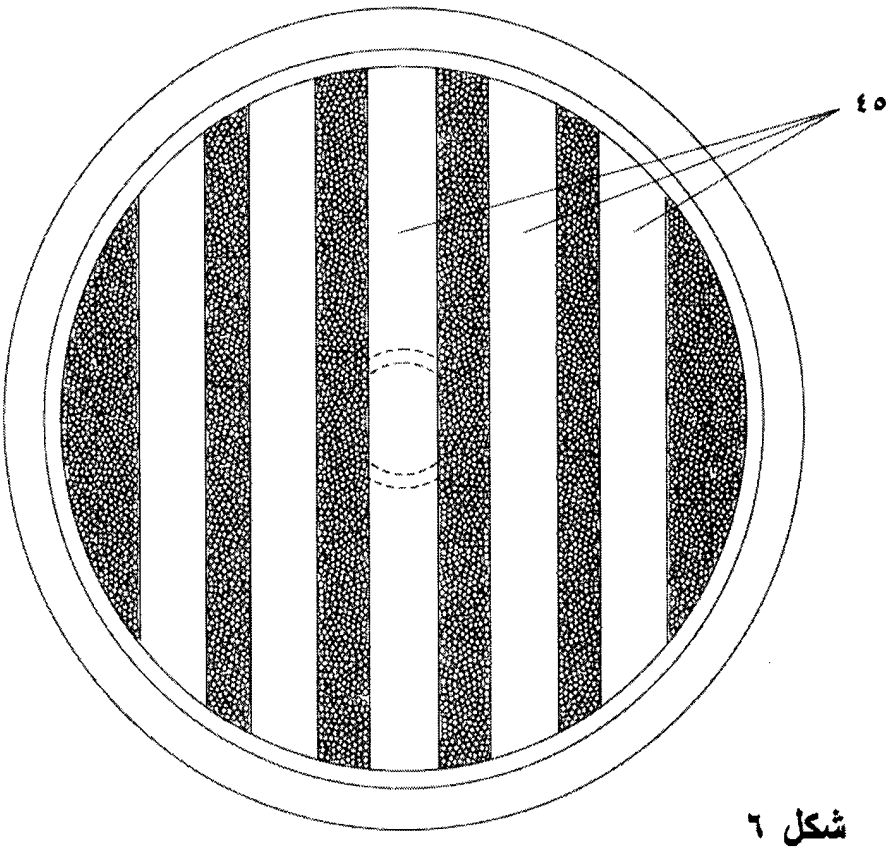


شكل ٤

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	5	رقم اللوحة	2
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			

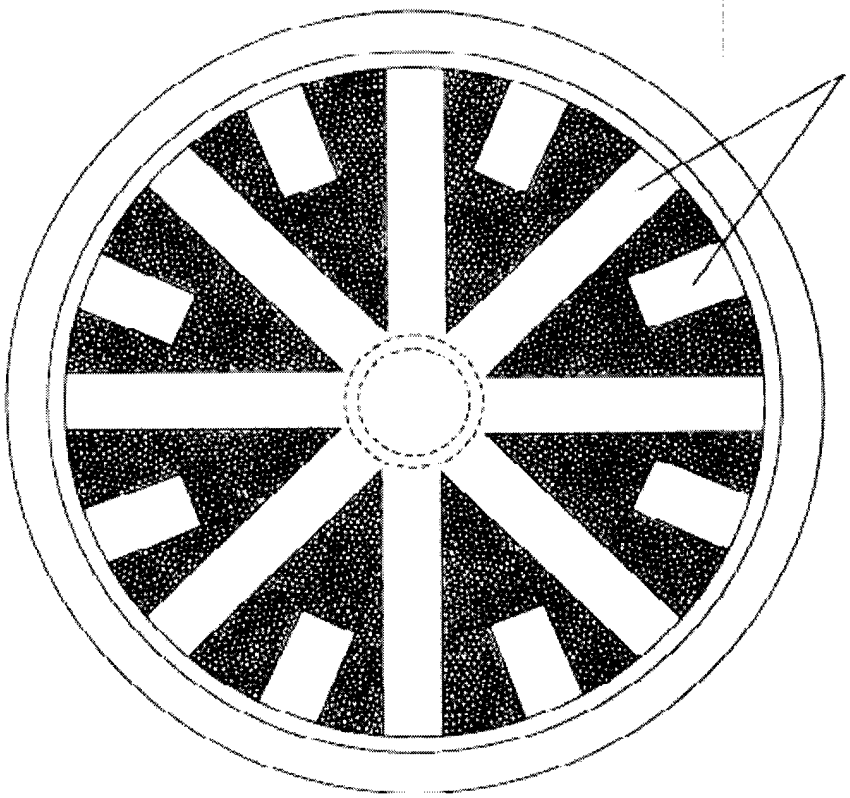


شكل ٥



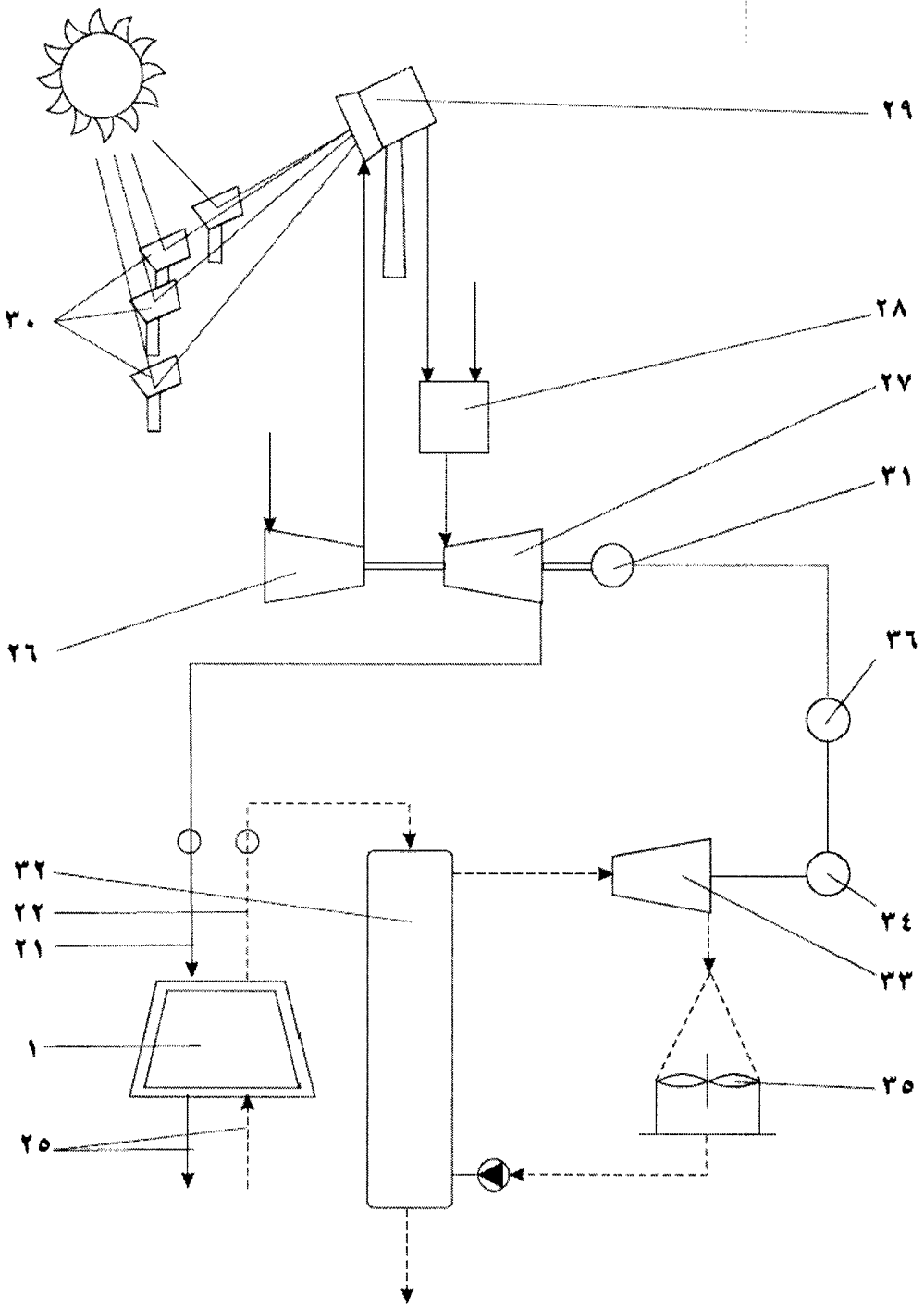
شكل ٦

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	5	رقم اللوحة	3
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			



شكل ٧

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	5	رقم اللوحة	4
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			



شكل ٨

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	5	رقم اللوحة	5
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			

MA 38384A1

ROYAUME DU MAROC
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

OMPIC

المملكة المغربية
المكتب المغربي للملكية الصناعية والتجارية

RAPPORT DE RECHERCHE AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE

(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 38384	Date de dépôt : 18/03/2014 ; Date d'entrée en phase nationale : 08/09/2015
Déposant : STELLENBOSCH UNIVERSITY	Date de priorité: 26/04/2013
Intitulé de l'invention : INSTALLATION DE STOCKAGE D'ÉNERGIE THERMIQUE À LIT DE ROCHES TASSÉES	

Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les documents cités par l'examinateur dans la partie rapport de recherche sont joints au présent document

Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :

Partie 1 : Considérations générales
- ☒ Cadre 1 : Base du présent rapport
- ☐ Cadre 2 : Priorité
- ☐ Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés

Partie 2 : Rapport de recherche

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité
- ☐ Cadre 4 : Remarques de clarté
- ☒ Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle
- ☐ Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée
- ☐ Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention

Examinateur: FERHANE Mohamed Amine
Téléphone: **212 5 22 58 64 14/00**
Email : **ferhane@ompic.ma**

Date d'établissement du rapport : 07/01/2016

Partie 1 : Considérations générales

Cadre 1 : base du présent rapport

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

- Description
  10 Pages
- Revendications
  12
- Planches de dessin
  5 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : F28D 20/00

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

EPOQUE, Orbit

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X A	US 5477703 A (HANCHAR PETER [US]) (1995-12-26) figure4	1-6,8-11 7-12
X	US 4362149 A (THOMSON WALLACE B),(1982-12-07) figure 2	1-3
X	US 4299270 (MCGRATH WILLIAM H) (1981-11-10) figures 1,2	1-3
X	US 4139321(WERNER FRANK D) (1979-02-13) figure4	1-3

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« **X** » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
-« **Y** » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
-« **A** » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
-« **P** » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
-« **E** » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité

Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté (N)	Revendications 7,12 Revendications 1-6,8-11	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications 7,12 Revendications 1-6,8-11	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-12 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : US 5477703 A (HANCHAR PETER [US]) (1995-12-26).
D2 : US 4362149 A (THOMSON WALLACE B),(1982-12-07).
D3 : US 4299270 (MCGRATH WILLIAM H) (1981-11-10).
D4 : US 4139321(WERNER FRANK D) (1979-02-13).

1. **Nouveauté (N) :**

1.1 Le document D1 divulgue une installation de stockage de l'énergie thermique à lit de roche comprenant :

- un lit de roche, libre de se dilater et se contracter sous la forme d'un tas de roches avec un premier espace étant formé entre une surface supérieure de la pile et une enceinte espacée vers le haut, et le second espace est formé généralement vers le bas de la pile de roche.
- une entrée et une sortie de fluide chaud au-dessus du lit.
- une entrée de fluide froid.
- un espace de sortie au fond du lit, entre lesquelles un écoulement de fluide peut se produire en bas au cours du cycle de chauffage du lit et vers le haut pendant le refroidissement du lit, le lit étant complètement recouvert par un toit en arc isolé.
- un canal de communication associé avec chacun des premier et second espaces pour l'écoulement du fluide de travail dans ou hors les premier et second espaces.
- une région centrale inférieure et des régions latérales inclinées.

D'où l'objet de la revendication 1-6 ,8-11 n'est pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

1.2 Aucun des documents brevets mentionnés ci-dessus ne divulgue une installation de stockage de l'énergie thermique à lit de roche comprenant l'ensemble des caractéristiques techniques citées dans les revendications 7 et 12 d'ou l'objet desdites revendications est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive (AI) :

2.1 l'objet de la revendication 1-6 ,8-11 n'implique pas une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

2.2 Le document D1 est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 7, il divulgue une installation de stockage de l'énergie thermique à lit de roche comprenant :

- un lit de roches libre de se dilater et se contracter sous la forme d'un tas de roches avec un premier espace étant formé entre une surface supérieure de la pile et une enceinte espacée vers le haut depuis la surface supérieure de la pile, et le second espace est formé généralement vers le bas de la pile de roches.
- une entrée et une sortie de fluide chaud au-dessus du lit et une entrée de fluide froid
- un espace de sortie qui est soutenu par une grille et les grandes roches au fond du lit, entre lesquelles un écoulement de fluide peut se produire en bas au cours du cycle de chauffage du lit et vers le haut pendant le refroidissement du lit, le lit étant complètement recouvert par un toit en arc isolé.
- un canal de communication associé avec chacun des premier et second espaces pour l'écoulement du fluide de travail dans ou hors les premier et second espaces.
- une région centrale inférieure et des régions latérales inclinées et d'extrémité.
- une grille de support pour des roches plus grandes

Par conséquent, l'objet de la revendication 7 diffère de ce dispositif en ce qu'il comprend une grille et des grandes roches dans l'espace de sortie, vers le fond du lit, entre lesquelles un écoulement de fluide peut se produire en bas au cours du cycle de chauffage du lit et vers le haut pendant le refroidissement du lit,

l'effet technique apporté par cette différence est le soutien et le maintien du second espace de sortie.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme maitriser et améliorer la température de sortie.

La solution à ce problème, proposée dans la revendication 7 de la présente demande est considérée comme impliquant une activité inventive pour les motifs suivants :l'homme de métiers ne trouve aucune incitation pour combiner un document de l'état de la technique avec le document D1, pour résoudre le problème objectif cité ci dessus on se servant des caractéristiques de la revendication 7.Par conséquent, l'objet de la revendication 7 implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :

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.