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 38389 A1

(43) Date de publication :
30.09.2016

(51) Cl. internationale :
F01K 3/12; F22B 1/00; F03G 6/06

(21) N° Dépôt :
38389

(22) Date de Dépôt :
08.09.2015

(30) Données de Priorité :
20.03.2013 ZA 2013/02103

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/IB2014/059899 17.03.2014

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

(72) Inventeur(s) :
HELLER, Lukas

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

(54) Titre : **INSTALLATION DE CAPTEUR SOLAIRE COMPORTANT UN STOCKAGE THERMIQUE**

(57) Abrégé : L'invention concerne une installation de capteur solaire à concentration, dans laquelle un récepteur d'énergie solaire sous pression comportant une turbine à gaz associée et un récepteur d'énergie solaire à basse pression sont utilisés conjointement avec un système commun de stockage d'énergie thermique. L'échappement de la turbine à gaz est relié au système de stockage d'énergie thermique afin de fournir à celui-ci la chaleur résiduelle, en plus de celle reçue en provenance du récepteur d'énergie solaire à basse pression. Le récepteur d'énergie solaire sous pression peut être une unité séparée du récepteur à basse pression, et au moins certains héliostats sont commandés afin de rediriger l'énergie solaire réfléchie par un récepteur d'énergie solaire vers l'autre récepteur. Dans une autre variante, le récepteur d'énergie solaire sous pression peut être combiné au récepteur à basse pression pour former une unité unique comportant une partie réception de chaleur d'un récepteur à haute pression et un passage d'écoulement, pour chauffer l'air se situant entre un orifice d'entrée et un orifice de sortie, et former le récepteur à basse pression.

المستخلص

14. عبارة عن محطة توليد مركزة على تجميع الطاقة الشمسية يكون فيها مستقبل طاقة شمسية مضغوط متصل بتوربين غاز و مستقبل طاقة شمسية ذو ضغط منخفض و يستخدمان معاً مع نظام تخزين طاقة حرارية. يتم توصيل العادم من التوربينات الغازية بنظام تخزين الطاقة الحرارية لتوصيل الحرارة المتبقية لنظام تخزين الطاقة الحرارية بالإضافة إلى تلك الطاقة التي تم استقبالها مسبقاً من مستقبل الطاقة الشمسية ذو الضغط المنخفض. قد يكون مستقبل الطاقة الشمسية المضغوط وحدة منفصلة و مستقلة عن مستقبل الضغط المنخفض و يتم على الأقل التحكم ببعض الهليوستات لإعادة توجيه الطاقة الشمسية المنعكسة من مستقبل طاقة شمسية واحد إلى الآخر. بدلاً من ذلك، من الممكن أن يتصل مستقبل الطاقة الشمسية المضغوطة مع مستقبل الضغط المنخفض في وحدة منفردة ذات طرف مستقبل للحرارة ذو مستقبل ضغط عالي و كممر لتدفق الهواء الساخن بين المدخل و المخرج ليشكل مستقبل الضغط المنخفض.

MA 38389A1

N°38389
du 08.09.2015

محطة تجميع طاقة شمسية بنظام تخزين حراري

حقل الاختراع

يتعلق هذا الاختراع بمحطة تجميع الطاقة الشمسية من النوع العام التي يتم فيها تركيز الإشعاع الشمسي على مستقبل مركزي واحد أو أكثر عبر مرايا تتبع متعددة تعُرف باسم الهليوستات و تستخدم الطاقة الحرارية التي تم جمعها في توربينات الغاز مع الطاقة المتبقية التي يجري تخزينها في منشأة تخزين حرارية لاستخدامها لاحقاً. توضع المستقبلات المركزية عادةً على برج واحد أو أكثر من الابراج المتمركزة عادة في وسط حقل الهليوستات، على الأقل بمعنى هليوستات متعددة خدمية مستقبلة مركزياً.

خلفية عن الاختراع

تم تصنيع مستقبلات الطاقة الشمسية في عدد من التكوينات المختلفة تم اختبار كل من مستقبلات الطاقة الشمسية غير المضغوطة (عالية الضغط) و المفتوحة (منخفضة الضغط) اختباراً ناجحاً في مرافق البحوث و تم بناء محطات التوليد ما قبل التجارية. تولد مستقبلات الطاقة الشمسية السابقة الهواء المضغوط الساخن على مستقبلات أنبوبية و مستقبلات حجمية مغلقة.

ويطلق على المستقبلات الأنبوبية مستقبلات مشعة غير مباشرة تتكون عادة من أنانبي مرجل و سبائك معدنية متعددة مقاومة للحرارة العالية يتم من خلالها تمرير سائل التشغيل غير المضغوط مثل الهواء المضغوط والماء /البخار، وثاني أكسيد الكربون أو أي سائل تشغيلي مناسب.

من ناحية أخرى، يتم اعتبار المستقبلات الحجمية المغلقة على أنها مباشرة الإشعاع. تستخدم المستقبلات الحجمية المغلقة عادة نافذة مضغوطة من الكوارتز تمر عبرها الأشعة الشمسية و تشكل وسطاً مسامياً داخل غرفة احتراق مضغوطة يسهل اختراقه. يتحرك الغاز المضغوط من خلال الوسط المسامي وبالتالي يكتسب طاقة حرارية أثناء تبريد الوسط الامتصاصي.

تُعتبر المستقبلات الحجمية المفتوحة (الضغط المنخفض) أيضاً على أنها مستقبلات مشعة مباشرة. في هذا المثال، يتم سحب الهواء المحيط، بدلاً من الغاز المضغوط، من خلال وسط ماص يتعرض لأشعة الشمس المركزة. يمكن القول أن هناك عيب واحد في المستقبلات الحجمية المفتوحة و هو أنها، و في الوقت الراهن من التطور التكنولوجي ، يمكن أن تستخدم بأعداد محدودة من التطبيقات مثل دورة رانكين لإنتاج الطاقة الكهربائية.

وصف باك وآخرون في مقال بعنوان "مفهوم ثنائي الاستقبال للأبراج الشمسية" (الطاقة الشمسية 80 (2006)

1249-1254) نوعاً من مستقبلات الطاقة الشمسية منخفضة الضغط التي يتم فيها القيام بالتبخير في أنابيب امتصاص مباشرة، الإشعاع في حين يتم تغذية المياه قبل التدفئة و تسخين البخار في مبادل حراري يتغذى على الهواء الساخن من مستقبل حجمي مفتوح. يعمل الترتيب بأكمله على دورة رانكين.

يقترح قانون براءة الاختراع الأوروربي US20110185742 لـ هايدي و آخرون نماذج متعددة لمحطات توليد الطاقة الشمسية المركزة على الدورات المركبة و تحدد دورة وسط تحويل حراري منفصل حول المستقبل و نظام تخزين حراري في هذه الدورة و ناقل حرارة إلى دورة برايتون ودورة بخار رانكين ذات مصدرين للتسخين. واحد من هذين المصدرين هو المرجل الشمسي التي تولد في درجة الحرارة العالية البخار و يتم تشغيل الآخر من غازات العادم الخاصة بالتوربينات الغازية.

يصف قانون براءة الاختراع الأوروربي 2013/0207402 محطة توليد طاقة مركبة بمستويان مختلفان للضغط الغازي. يذكر هذا القانون مستقبلات هواء على مستويات ضغط مختلفة وفي أماكن عمودية مختلفة. إلا أن جميع هذه المستقبلات غير مضغوطة و تعمل على تغذية توربينات الغاز.

قدّم أيوما و آخرون أربعةأمثلة مختلفة على محطة تدوير مركبة تعمل بالطاقة الشمسية. تميز هذه الأمثلة مستقبلات الهواء غير المضغوط و مستقبلات البخار عالي الحرارة حيث يتم إنشاء البخار عن طريق غازات العادم في توربينات الغاز. في بعض المقترحات، يتم تبريد مستقبل الهواء عن طريق البخار المسخن. يضم مثال واحد تجسيداً يبين مستهلك مساعد للوقود و واحد آخر لديه فقط مستقبل هواء غير ضغوط. في حالة وجود جهازي استقبال، جاء فيها أنه في حمولة المنخفضة، لا يتم استخدام مستقبل الهواء وتتركز الطاقة على مستقبل البخار، ذو أقل مُعدل.

يقترح قانون براءة الاختراع الأوروربي US8312703 لـ أيوما و آخرون أربعة أمثلة مختلفة على محطة تدوير مركبة تعمل بالطاقة الشمسية. تميز هذه الأمثلة مستقبلات الهواء غير المضغوط و مستقبلات البخار عالي الحرارة حيث يتم إنشاء البخار عن طريق غازات العادم في توربينات الغاز. في بعض المقترحات، يتم تبريد مستقبل الهواء عن طريق البخار المسخن. يضم مثال واحد تجسيداً يبين مستهلك مساعد للوقود و واحد آخر لديه فقط مستقبل هواء غير ضغوط. في حالة وجود جهازي استقبال، جاء فيها أنه في حمولة المنخفضة، لا يتم استخدام مستقبل الهواء وتتركز الطاقة على مستقبل البخار، ذو أقل مُعدل.

يصف قانون براءة الاختراع الأوروربي 2525051 لآغا و آخرون مستقبل توليد البخار وجهاز استقبال منفصل لشحن نظام تخزين طاقة حرارية بالملح المنصهر. أثناء وضع التفريغ، يتم توفير الطاقة لتوليد البخار عن طريق الملح المنصهر عن طريق مبادل حراري. و تم ذكر التركيز على هليوستات على أي واحد من أجهزة الاستقبال تقع على برج واحد أو عدة أبراج.

ومن المعروف أن توربينات الغاز التي تديرها سوائل تشغيلية عالية الضغط و الحرارة تعمل بشكل أكثر فعالية ضمن نطاقات محدودة مقارنة بمداخل الطاقة الحرارية عن طريق سائل التشغيل المضغوط. و بناء على ذلك، يجب أخذ توازن ما في الاعتبار عند تصميم نظام تشغيل توربينات الغاز من أجل استهداف كفاءة التصميم. يجب تشغيل زيادة مصدر الحرارة الشمسية إلى مستوى معين تتمكن معه توربينات الغاز من العمل لأكبر وقت ممكن، مع التقليل من ضرورة إزالة التباور المرايا من المستقبل.

ملخص الاختراع

وفق الاختراع المبين، يتضمن الاختراع محطة توليد مركزة على تجميع الطاقة الشمسية تتألف من حقل هليوستات لتوجيه الإشعاع الشمسي المنعكس نحو مستقبل الطاقة الشمسية المضغوطة المزود بتوربينات غاز و نحو مستقبل طاقة شمسية ذو ضغط منخفض مزوّد بنظام تخزين الطاقة الحرارية. تتصل محطة التوليد المركزة على تجميع الطاقة الشمسية و المميزة بوجود عادم من التوربينات الغازية مع نظام تخزين الطاقة الحرارية من أجل توصيل الحرارة المتبقية إلى نظام تخزين الطاقة الحرارية بالإضافة إلى تلك الطاقة التي تم استقبالها مسبقاً من مستقبل الطاقة الشمسية ذو الضغط المنخفض.

في الإصدار الأول من الاختراع، قد يكون مستقبل الطاقة الشمسية غير المضغوط وحدة مستقلة عن مستقبل الطاقة الشمسي منخفض الضغط و التي ترتبط بها بعض الهليوستات مع محطة تجميع الطاقة الشمسية بوحدة تحكم تعيد توجيه الطاقة الشمسية المنعكسة من مستقبل طاقة شمسية إلى آخر و بالطريقة التي تحفظ مدخول الطاقة و الطاقة الشمسية المحدد سلفاً و عموماً إلى مستقبل الطاقة الشمسية غير المضغوط.

يمكن توجيه الطاقة الشمسية الفائضة عن الحاجة عن طريق مستقبلات الطاقة الشمسية غير المضغوطة إلى مستقبلات الطاقة الشمسية ذات الضغط المنخفض لتخزين الطاقة الحرارية في المسار العادي للأحداث، أو بدلاً من ذلك، للاستخدام الفوري في محطة توليد الكهرباء في دورة رانكين. يمكن تحقيق ذلك ببعض الهليوستات المرتبطة مع محطة تجميع الطاقة الشمسية بوحدة تحكم تعيد توجيه الطاقة الشمسية المنعكسة من مستقبل طاقة شمسية إلى آخر و بالطريقة التي تحفظ مدخول الطاقة و الطاقة الشمسية المحدد سلفاً و عموماً إلى مستقبل الطاقة الشمسية غير المضغوط. وهذا يعني أنه تم تحديد حقل الهليوستات و بالتالي يُمكن تشغيل توربينات الغاز بأقرب ما يكون إلى من الحمل الأمثل (المرادف عادة للحمولة القصوى) لفترات طويلة و يتم برمجة وحدة التحكم لتعيد توجيه المباشر الطاقة الشمسية المنعكسة في ظروف إشعاعية عالية بعيداً عن لا يطلب من مستقبل الضغط العالي و نحو مستقبل الضغط المنخفض في الاوقات التي لا تكون الطاقة الشمسية فيها ضرورية للحفاظ على توربينات الغاز بحمل قريب من الحمل الأمثل.

يتم توجيه الطاقة الشمسية التي تتجاوز تلك المطلوبة للحفاظ على توربينات الغاز بحمل قريب من الحمل الأمثل

محطة توليد الكهرباء في دورة رانكين.

في الإصدار الثاني للاختراع يتم دمج مستقبل الطاقة الشمسية غير المضغوط مع مستقبل الطاقة الشمسية منخفض الضغط في وحدة واحدة يتم فيها توجيه الطاقة المشعة إلى الجزء المستقبل للحرارة في مستقبل الضغط العالي و يتم تمرير مقدار متغير من الضغط المنخفض (اعتماداً على كمية من الطاقة المشعة المتاحة) على ذلك الجزء بحيث تتدفق بين مدخل الهواء ومخرج الهواء، وبالتالي تصبح ساخنة من حرارة الجزء المستقبل للحرارة و بالتالي تشكل مستقبل الضغط المنخفض. يوصف هذا الترتيب بشكل أكبر في طلب براءة دولية منشور WO2013160872 التي يتم تضمين محتواها هنا بالإشارة. و من الجدير بالملاحظة أنه في مثل هذا الترتيب يُمكن أن يتم تغذية مخرج مستقبل الضغط العالي من خلال مزيد من مستقبلات الطاقة الشمسية من أجل زيادة حرارة الغاز المضغوط.

بالإشارة المفصلة إلى الرسومات التوضيحية (2) و (3)، يتكون المستقبل المركزي من مستقبل الطاقة الشمسية المضغوطة (4) و الذي يوجد في اتجاه الضاغط (5) و عكس اتجاه غرفة الاحتراق الاختيارية (6) للوقود و لوحدة التوسعة الخاصة بتوربينات الغاز (7). يتم ترتيب توربينات الغاز لتعمل على تشغيل الضاغط و المولد الكهربائي (8). يمكن أن يعمل هذا الترتيب على دورة برايتون.

يتكون المستقبل المركزي أيضاً من مستقبل هواء غير مضغوط (ذو ضغط منخفض) الذي من الممكن أن يشحن نظام تخزين الطاقة الشمسية (11) و الذي يمكن أن يكون عادة على شكل فرشة معبأة من صخرة مناسبة، أو غيرها من الأنواع المناسبة من الفرشات ذات وحدات مناسبة للاحتفاظ بالحرارة. وفقا للطلب و الظروف المحيطة السائدة، يمكن أن يقدم مستقبل الهواء غير المضغوط (ذو ضغط منخفض) (9) دورة رانكين في محطة توليد الكهرباء (12) في نفس الوقت.

من الميزات الاخرى للاختراع هو توفيره لتوزيين الغاز الذي من الممكن دمجه مع مولد كهربائي و ضاغط لتزويد الغاز غير المضغوط لمستقبل الطاقة الشمسية غير المضغوط، للغاز المضغوط ليكون الهواء؛ لغرفة الاحتراق إلى أن يتم توسيطها اختيارياً بين مخرج مستقبل الطاقة الشمسية غير المضغوط ومدخل لتوربينات الغاز، لمستقبل الطاقة الشمسية غير المضغوط ليكون من النوع الأنبوبي، لنظام تخزين الطاقة الحرارية ليكون فرشة معبأة بوحدات التخزين الحراري المقاومة للحرارة ، و التي تكون عادة وحدات صخرية مثل الجرانيت أو دولريت، لنظام تخزين الطاقة الحرارية ليشكل جزءاً من تركيب دورة رانكين في محطة توليد الكهرباء، و للحرارة المتبقية في الهواء تاركة المجال لاستعادة دورة رانكين عن طريق إعادة تدوير الهواء إلى نقطة مناسبة في محطة جمع الطاقة الشمسية من أجل الحفاظ ، على الأقل، على بعض من هذه الحرارة المتبقية عن طريق توجيه الهواء نحو مدخل مناسب لمستقبل الضغط المنخفض.

إصدارين مختلفين من الاختراع مع الإشارة إلى الرسومات المرفقة.

وصف مختصر للرسومات

في الرسومات:

الرسم التوضيحي (1): هو توضيح تخطيطي لترتيب حقل هيليوستات وبرج مركزي يدعم مُستقبل مركزي.

الرسم التوضيحي (2): هو مخطط رسم البياني للإصدار الأول من محطة مركزة على تجميع الطاقة الشمسية وفقا للاختراع.

الرسم التوضيحي (3): هو مخطط لدائرة التحكم.

الرسم التوضيحي (4): هو تخطيط قطاعي جانبي يُبين البناء العام للضغط لمستقبل طاقة شمسية مضغوطة و لمستقبل طاقة شمسية ذات ضغط منخفض.

الرسم التوضيحي (5): مخطط رسم البياني للإصدار الثاني من محطة مركزة على تجميع الطاقة الشمسية وفقا للاختراع.

الرسم التوضيحي (6): هو مخطط بياني لما موضح في الرسم التوضيحي (5).

توصيف دقيق و مفصل بالإشارة إلى المخططات و الرسومات

في المثال الخاص بالاصدار الأول الخاص بالاختراع و الموضح في الرسومات التوضيحية من (1) إلى (3) من الرسومات الموجودة، يتم تركيب مستقبل مركزي (1) لمنشأة توليد الطاقة الشمسية على النهاية العلوية لبرج (2) موضوع في حقل من الهليوستات (3). تجدر الملاحظة أنه و بينما يتم استخدام الهواء على أنه السائل العامل في المثال الخاص بالاختراع الموضح أدناه، يمكن استخدام أي نوع سائل عامل آخر مناسب يبدو واضحاً للأشخاص ذوي المهارات العادية في هذا المجال.

بالإشارة المفصلة إلى الرسومات التوضيحية (2) و (3)، يتكون المستقبل المركزي من مستقبل الطاقة الشمسية المضغوطة (4) و الذي يوجد في اتجاه الضاغط (5) و عكس اتجاه غرفة الاحتراق الاختيارية (6) للوقود و لوحدة التوسعة الخاصة بتوربينات الغاز (7). يتم ترتيب توربينات الغاز لتعمل على تشغيل الضاغط و المولد الكهربائي (8). يمكن أن يعمل هذا الترتيب على دورة برايتون.

يتكون المستقبل المركزي أيضاً من مستقبل هواء غير مضغوط (ذو ضغط منخفض) الذي من الممكن أن يشحن نظام تخزين الطاقة الشمسية (11) و الذي يمكن أن يكون عادة على شكل فرشة معبأة من صخرة مناسبة، أو غيرها من الأنواع المناسبة من الفرشات ذات وحدات مناسبة للاحتفاظ بالحرارة. وفقا للطلب و الظروف المحيطة السائدة، يمكن أن يقدم مستقبل الهواء غير المضغوط (ذو ضغط منخفض) (9) دورة رانكين في محطة توليد الكهرباء (12) في نفس الوقت.

ومع ذلك، كقاعدة عامة، فإنه من المتوقع أن يتم استخدام تصميم دورة رانكين في محطة توليد الكهرباء عندما لا تكون منشأة توليد الكهرباء المرتبطة مع مستقبل الهواء المضغوط غير فعالة أو لا تعمل بكامل طاقتها.

بطبيعة الحال، و كما هو مفهوم، أن نظام تخزين الطاقة الحرارية يهدف إلى توفير الطاقة الحرارية عندما يكون هناك نقص من أشعة الشمس، وخصوصا في الليل، بالطريقة المعتادة. و بالتالي فإن دورة رانكين في محطة توليد الكهرباء قد لا تعمل عادة أثناء النهار عندما يكون تعرض كافي لأشعة الشمس يُتيح لمستقبل الهواء المضغوط توفير الطاقة الكهربائية اللازمة.

قد يكون دورة رانكين في محطة توليد الكهرباء من أي نوع مناسب مثل واحد يتألف من المبادلات الحرارية (13)، و التوربينات البخارية (14) الذي تشغل المولدات (15)، و مكثف (16) يصب في التوربينات البخارية. يمكن أن يشمل نظام المبادلات الحرارية على أي و كل من المقتصد، أو المبخر، أو رافع الحرارة، أو معيد التسخين، أو مولد البخار فوق الحرج و ذلك اعتماداً على سائل التشغيل. وتجدر الإشارة إلى أن دورة رانكين و عندما يتم تشغيلها في الليل، من المرجح أن تكون ذات كفاءة أعلى عند إجراء التبريد الجاف للمكثف. على الأقل يمكن إعادة تدوير بعض الحرارة المتبقية في الهواء بعد دورة رانكين ، على سبيل المثال نحو مدخل إلى مستقبل الضغط المنخفض (9) كما هو مبين من خلال الرقم (17) في الرسم التوضيحي رقم 2.

وتجدر الإشارة إلى أن حلقة عودة الهواء في مستقبل الهواء الطلق تعمل بنفس الطريقة التي يتم فيها ضخ الهواء العادم من مولد البخار وصولاً إلى البرج. يكون منفذ الهواء قريب جداً إلى مستقبل الهواء بحيث يتم سحب جزء من الهواء إلى المستقبل مرة أخرى. يُمكن الاستفادة من الحلقة، حتى مع وجود الهواء الذي لم يتم سحبه مرة أخرى إلى المستقبل، لأن البرج يعمل أيضاً كحزمة تحمل تأثير الطفو و الذي قد يؤدي إلى الحاجة إلى طاقة ضخ أقل. يمكن استخدام "تأثير الحزمة" هذا في حالة عدم استخدام مستقبل الهواء الطلق من أجل التقليل من ضغط المخرج توربينات الغاز الضرورية.

على النحو المنصوص عليه في هذا الاختراع، ستتوفر غازات عادمة من التوربينات الغازية لشحن نظام تخزين الطاقة الحرارية (11) أو سيتم استخدامها مباشرة في محطة توليد الكهرباء في دورة رانكين (12) في حال كان هذا هو المطلوب. وفي هذا الصدد، تجدر الإشارة إلى أنه قد يكون من المفيد لعمر المحطة و موثوقيتها أن يتم تشغيل التوربينات البخارية و مولّدات البخار بشكل مستمر.

عندما يتم تجاوز تصنيف الحرارة الاسمي للمستقبل المضغوط، في الإصدار الأول من الاختراع، يتم التحكم ببعض هليوستات (المرايا المركزة) من خلال وحدة تحكم (18) لتحويل تركيزها من المستقبل المضغوط (4) لمستقبل الضغط المنخفض. و بالتالي تعمل وحدة التحكم على إعادة توجيه الطاقة الشمسية من مستقبل واحد للطاقة الشمسية إلى آخر بطريقة تحافظ على الطاقة والطاقة الشمسية المحددة سلفاً و عموماً و مدخل الطاقة إلى داخل مستقبل الطاقة الشمسية غير المضغوط مع الطاقة الشمسية الفائضة من جراء إعادة توجيهها إلى مستقبل الطاقة الشمسية منخفض الضغط لتخزين الطاقة الحرارية في المسار العادي للأحداث، أو بدلاً من ذلك، لاستخدامها في محطة توليد الكهرباء في دورة رانكين.

ببساطة و على سبيل المثال، يمكن أن تكون درجة حرارة الهواء المغادرة للضاغط (5) تساوي 400 مئوية أو في أي حال عموماً ما بين 200 و 500 درجة مئوية و من الممكن أن تكون درجة حرارة الهواء المغادر للمستقبل المضغوط 100 درجة مئوية أو في أي حال عموماً ما بين 700 و 1000 درجة مئوية و من الممكن أن تكون درجة حرارة الهواء المغادر لتوربينات الغاز حوالي 540 درجة مئوية أو في أي حال عموماً ما بين 5250 و 720 درجة مئوية و من الممكن أن تكون درجة حرارة الهواء المغادر للمستقبل ذو الضغط المنخفض 540 درجة مئوية أو في أي حال عموماً ما بين 250 و 1000 درجة مئوية.

يمكن التحكم بتشغيل محطة تجميع الطاقة الشمسية بحيث تكون درجات حرارة الغازات الخارجة من التوربينات و تلك المغادرة لمستقبل الضغط المنخفض هي نفسها. قد يكون الضغط في مستقبل الضغط العالي بترتيب 15 بار، لكنه يبلغ على أي حال، عادة ما بين 5 و 22 بار.

لأغراض استرجاع الحرارة في نظام تخزين الطاقة الحرارية، هناك منفاخ (19أ) يوجد في طريق المبادلات الحرارية (13) لسحب الهواء من خلال الفرشة المعبأة و المبادل الحراري مع هدف من تحقيق درجة حرارة هواء كما نظام تخزين الطاقة الحرارية نظام تخزينتبلغ حرارته حوالي 530 درجة مئوية، ولكن في أي حال عموماً تكون ما بين 250 و 800 درجة مئوية.

يمكن أن يتوفر منفاخ آخر (19ب) على الجانب الأكثر برودة في نظام تخزين الطاقة الحرارية (11) لامتصاص الهواء الساخن عبر نظام تخزين الطاقة الحرارية كما قد تسمح الظروف والخروج من خلال منفذ الهواء (31) إلى الغلاف الجوي مع إبقاء جزء من هذا الهواء في مستقبل الهواء غير المضغوط (الضغط المنخفض) (9) وفق الضرورة و الاقتضاء.

اختيارياً، يمكن أن ينتج مستقبل الضغط المنخفض درجات حرارة أعلى من توربينات الغاز على الأقل في بعض الحالات التشغيلية. يُمكن أن يختلط هواء الضغط المنخفض ذو الحرارة الأعلى مع تيار خروج الهواء من توربينات الغاز أو الهواء المحيط أو من الممكن أن تغذي و مباشرة نظام تخزين الطاقة الحرارية. يمكن أن تكون الميزة الوحيدة من نظام التخزين هذا أنه قد يكون مشحوناً بهواء أكثر سخونة حيث تكون كثافة الطاقة أعلى وتتطلب حجم أصغر. و هناك ميزة أخرى هي أنه يمكن تشغيل دورة رانكين في درجات حرارة أعلى من منفذ توربينات الغاز الأمر الذي من شأنه أن يسمح عادة بزيادة الكفاءة. قد تكون هناك حاجة إلى تحريات في الطاقة و أخرى ميكانيكية و اقتصادية لإثبات جدوى هذا المفهوم.

في أي حالة أو موقف، من المتصور أنه يمكن استخدام مجموعة متنوعة من وسائط التشغيل المختلفة باستخدام الترتيب الموضح أعلاه. في وضع مشترك عموماً، من الممكن أن يعمل مستقبل الهواء المضغوط في ظل ظروف شمس عالية وتحت هذه الظروف، يمكن أن يعمل مستقبل الهواء غير المضغوط ببساطة على تغذية الهواء الساخن إلى منظار التخزين الحراري (11) من مستقبل الهواء غير المضغوط منظار التخزين الحراري (11)

جزء لدورة رانكين (12) أو في حال كان الطلب على الكهرباء مرتفع بما فيه الكفاية، يمكن تغذية مخرجات كل من مستقبل الهواء غير المضغوط لدورة رانكين (12) بغرض توليد الكهرباء.

ويمكن أيضاً استخدام غازات العادم من توربينات الغاز (7) بثلاث طرق مختلفة، وهي على سبيل الذكر، من أجل شحن نظام التخزين الحراري وحده مع الحرارة المتبقية؛ أو أجل شحن نظام التخزين الحراري جزئياً و من أجل تغذية دورة رانكين جزئياً أو لتغذية دورة رانكين لوحدها. سيعتمد المزيج الدقيق من الإجراءات على النظام و على الظروف المحيطة و أية متغيرات أخرى تنطبق على محطة تجميع الطاقة الشمسية.

كلما كان الهواء القادم من المستقبل غير المضغوط أو من نظام تخزين الطاقة الحرارية حار جداً للهدف المذكور، الغرض منها، يمكن أن يكون الهواء المحيط خليطاً من الهواء الساخن عن طريق صمام خلط (20). و يمكن القيام بذلك في جميع وسائل التشغيل. سيتم تحديد ضرورة هذا الإجراء عن طريق درجات الحرارة المتولدة و يجوز استخدام صمام الخلط هذا لربط مدخل الهواء الساخن من المستقبل غير المضغوط و مخرج توربينات الغاز مع نظام تخزين الطاقة الحرارية و / أو دورة رانكين بطرق مختلفة وفق الحاجة أو لربط نظام تخزين الطاقة الحرارية مع دورة رانكين أثناء أداء نظام التخزين.

في مثال واحد للاصدار الثاني للاختراع الذي تم توضيحه في الرسمين التوضيحيين (4) و (5)، قد يكون للمستقبل المضغوط أي تكوين لمحبس تسخين الهواء و التي تم ، و لأغراض بحتة متعلقة بالتوضيح، توضيحها على أنها ترتيب من أنابيب عرضية لامتصاص الحرارة (21) الموجود في غرفة (22) وجود إطارات النافذة (23) المستخدمة من أجل الحصول على أشعة الشمس التي يعكسها مجال هليوستات. و يجوز أن تنشأ مستقبلات الضغط المنخفض للطاقة الشمسية عن طريق ممر يسمح بتدفق الهواء الذي تم توجيهه إلى محبس التسخين في المستقبلات الأنبوبية للضغط العالي و يتم تمرير الهواء حول المحبس بحيث يتدفق بين مدخل هواء أمامي (24) و منفذ هواء خلفي (25)، وفي الوقت نفسه تبرد المحبس على الأقل إلى الحد الذي يصبح معه الهواء نفسه ساخناً. يمكن الشفط من منفاخ متغير قد يكون أي من المنفاخين، (19أ) و (19ب) من أجل نقل كمية مناسبة من هواء ذو ضغط منخفض من خلال مرور تدفق الهواء وفقاً لمدخلات الطاقة الشمسية في المستقبل أو كليهما.

يوجد تعديل موضح بالتفصيل في الرسم التوضيحي (6) و التي يتم فيها إضافة مستقبل الضغط العالي (27) الثاني إلى مخرج هواء ساخن إضافي من مستقبل الضغط العالي الأول.

في من الرسومات التوضيحية (5) و (6) تم عرض مكونات أخرى بنفس الإشارة المرجعية الرقمية المستخدمة في الرسم التوضيحي (2).

يعتقد مقدم الطلب و كقاعدة عامة، أن محطات توليد الكهرباء العاملة بنظام الدورة المركبة توفر كفاءة كلية

أعلى من محطات التوليد ذات الدورة الواحدة. ومع ذلك، إذا كان هناك حاجة و سعي مستمر إلى تشغيل توربينات الغاز ضمن الحمولة الأمثل بقدر الإمكان، فإن هناك حاجة إلى زيادة حجم مجال الهليوستات و يوفر هذا الاختراع وسيلة مفيدة يمكن فيها إعادة توجيه فائض الطاقة الشمسية التي تلقاها حقل الهليوستات المتضخم في درجات إشعاعية عالية بشكل مفيد وتخزينها في نهاية المطاف لاستخدامها لاحقاً. ومن الجدير بالملاحظة أن الحمل الأمثل يعتبر عموماً الحمولة الكاملة على الأقل في معظم الحالات.

في ساعات الصباح، و عندما لا تكون الشمس قوية بما يكفي لتشغيل مستقبل الضغط، من الممكن أن يقوم مستقبل الضغط المنخفض بتسخين الهواء الذي يمكن استخدامه لتسخين الأنابيب والآلات. ومن الجدير بالملاحظة أن مستقبلات الضغط تتطلب حقل مناسب من الهليوستات الأمثل، مما يعني أن استخدام الأرض للطاقة الشمسية ليس عالياً جداً. يمكن أن تشكل مستقبلات الضغط المنخفض الثانوية هدفاً بديلاً للمستقبلات التي لا تستطيع التركيز على مستقبلات الضغط العالي تركيزاً فعالاً بسبب زاوية موقع الشمس.

يمكن أن يكون السائل الناقل للحرارة في توربينات الغاز و مستقبلات الضغط المنخفض عبارة عن هواء أو أي غاز آخر و يمكن أن تكون دورة تشغيل المستقبلات مفتوحة أو مغلقة.

15

يمكن أن يتكون نظام المستقبل المضغوط من العديد من أجهزة الاستقبال (على سبيل المثال، ذات حرارة منخفضة او متوسطة أو مرتفعة). يمكن أن يقترن واحد أو أكثر من هذه الأجهزة (المستقبلات) مع نظام مستقبل الضغط المنخفض. قد تنفصل دورة القاع تماماً عن بقية المحطة، وبالتالي يمكن أن تتضمن أي دورة حرارية و سائل تشغيلي، بما في ذلك البخار المشبع أو المسخن جداً أو فوق الدرجة الحرجة و ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج أو سوائل في دورة رانكين العضوية أو السوائل في دورة برايتون القاعية .

يمكن تطبيق اختلافات عديدة على الأمثلة المتعلقة بالاختراع المذكور أعلاه دون الخروج عن نطاق هذا القانون.

عناصر الحماية:

1. محطة توليد مركزة على تجميع الطاقة الشمسية تتألف من حقل هليوستات لتوجيه الإشعاع الشمسي المنعكس نحو مستقبل الطاقة الشمسية المضغوط المزود بتوربينات غاز و نحو مستقبل طاقة شمسية ذو ضغط منخفض مزوّد بنظام تخزين الطاقة الحرارية. تتصل محطة التوليد المركزة على تجميع الطاقة الشمسية و المميزة بوجود عادم من التوربينات الغازية مع نظام تخزين الطاقة الحرارية من أجل توصيل الحرارة المتبقية إلى نظام تخزين الطاقة الحرارية بالإضافة إلى تلك الطاقة التي تم استقبالها مسبقاً من مستقبل الطاقة الشمسية ذو الضغط المنخفض.
2. محطة توليد مركزة على تجميع الطاقة الشمسية كما هي مبينة في عنصر الحماية 1 و التي يُعتبر فيها مستقبل الطاقة الشمسية المضغوط وحدة مستقلة عن مستقبل الطاقة الشمسية ذو الضغط المنخفض و التي، على الأقل، تتصل فيها بعض الهليوستات التابعة لمحطة التوليد المركزة على تجميع الطاقة الشمسية مع بعضها البعض بطريقة تضمن الحفاظ على مدخول الطاقة و الطاقة الشمسية المقدرّة بشكل عام داخل مستقبل الطاقة الشمسية ذو الضغط المنخفض.
3. محطة توليد مركزة على تجميع الطاقة الشمسية كما هي مبينة في عنصر الحماية 2 و التي يُحدد فيها الحقل الهليوستاتي و التي يُمكن فيها تشغيل توربينات الغاز إلى الحمل الأقرب إلى الأمثل لفترات زمنية طويلة و يتم فيها برمجة الضابط لتوجيه الطاقة الشمسية الفائضة المنعكسة في كثافات إشعاعية عالية بعيداً عن مستقبل الطاقة الشمسية ذو الضغط العالي و باتجاه مستقبل الطاقة الشمسية ذو الضغط المنخفض في الأوقات التي لا تكون فيها الطاقة الشمسية الفائضة المنعكسة ضرورية لإبقاء توربين الغاز أقرب ما يكون إلى الحمل المثالي.
4. محطة توليد مركزة على تجميع الطاقة الشمسية كما هي مبينة في عنصر الحماية 3، و التي يتم فيها توجيه الطاقة الشمسية الفائضة عن الحاجة الضرورية لإبقاء التوربينات الغازية أقرب ما تكون إلى الحمل المثالي إلى مستقبل الطاقة الشمسية ذو الضغط المنخفض للتخزين الحراري أو بدلاً من ذلك للاستخدام المُباشر في دورة رانكين في منشأة لتوليد الكهرباء.
5. محطة توليد مركزة على تجميع الطاقة الشمسية كما هي مبينة في عنصر الحماية1 و التي يتم فيها دمج مستقبل الطاقة الشمسية المضغوط مع مستقبل الطاقة الشمسية ذو الضغط المنخفض في وحدة مستقلة يتم فيها توجيه الطاقة الإشعاعية على الجزء المستقبل للحرارة من مستقبل الطاقة الشمسية ذو الضغط العالي و التي يتم فيها تمرير كمية متغيرة من هواء الضغط المنخفض على ذلك الجزء حتى يتسنى تدفق الهواء بين مدخل الهواء و مخرجه و حتى يُصبح الهواء ساخناً بفعل الجزء المستقبل للحرارة ليُستبدل فيما بعد مستقبل الضغط المنخفض.
6. محطة توليد مركزة على تجميع الطاقة الشمسية كما هي مبينة في عنصر الحماية 1 و التي يمر فيها منفذ من مستقبل الضغط العالي عبر مستقبل طاقة شمسية من أجل تسخين الغاز المضغوط المنبعث من مستقبل الضغط العالي.

7. محطة توليد مركزة على تجميع الطاقة الشمسية كما هي مبينة في عنصر الحماية 1 و التي يُدمج فيها توربين الغاز مع مولد كهربائي و ضاغط ليزود مستقبل الطاقة الشمسية المضغوطة بغاز مضغوط.

8. محطة توليد مركزة على تجميع الطاقة الشمسية كما هي مبينة في عنصر الحماية 1 و التي يكون فيها الغاز المضغوط هو الهواء.

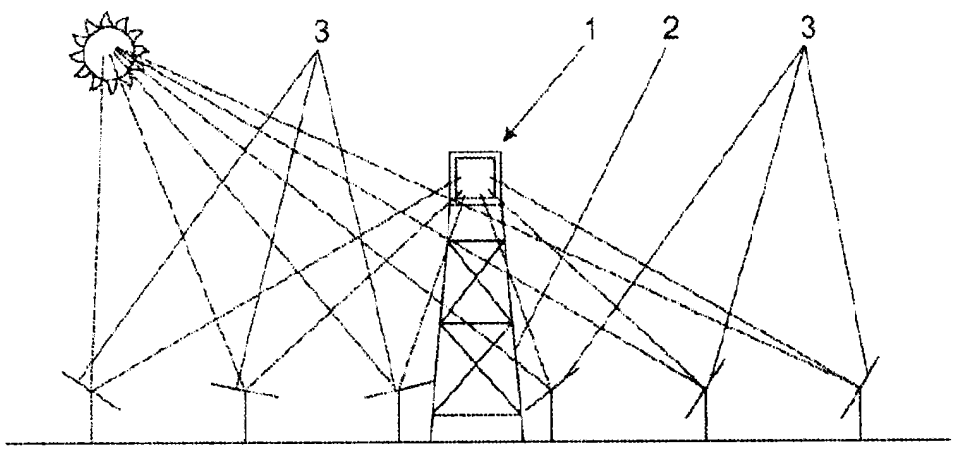
9. محطة توليد مركزة على تجميع الطاقة الشمسية كما هي مبينة في عنصر الحماية 1 و التي تتوسط فيها غرفة الاحتراق بين مخرج من مستقبل الطاقة الشمسية المضغوطة و مدخل لتوربينات الغاز.

10. محطة توليد مركزة على تجميع الطاقة الشمسية كما هي مبينة في عنصر الحماية 1 و التي يكون فيها مستقبل الطاقة الشمسية المضغوطة من النوع الأنبوبي.

10. محطة توليد مركزة على تجميع الطاقة الشمسية كما هي مبينة في عنصر الحماية 1 و التي يكون فيها نظام تخزين الطاقة الحرارية عبارة عن فرشة معبأة بوحدات تخزين حرارية مقاومة للحرارة.

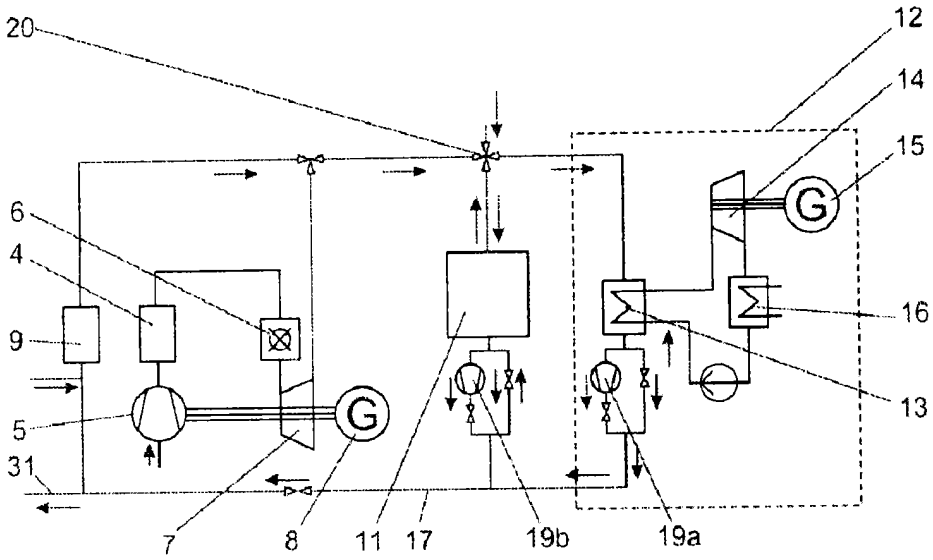
12. محطة توليد مركزة على تجميع الطاقة الشمسية كما هي مبينة في عنصر الحماية 1 و التي يُشكل فيها نظام تخزين الطاقة الحرارية جزءاً من دورة رانكين في منشأة لتوليد الكهرباء.

13. محطة توليد مركزة على تجميع الطاقة الشمسية كما هي مبينة في عنصر الحماية12 و التي يتم فيها استرداد الحرارة المتبقية في الهواء المُغادر لدورة رانكين عن طريق إعادة تدوير الهواء إلى مدخل مناسب لمستقبل الضغط المنخفض.



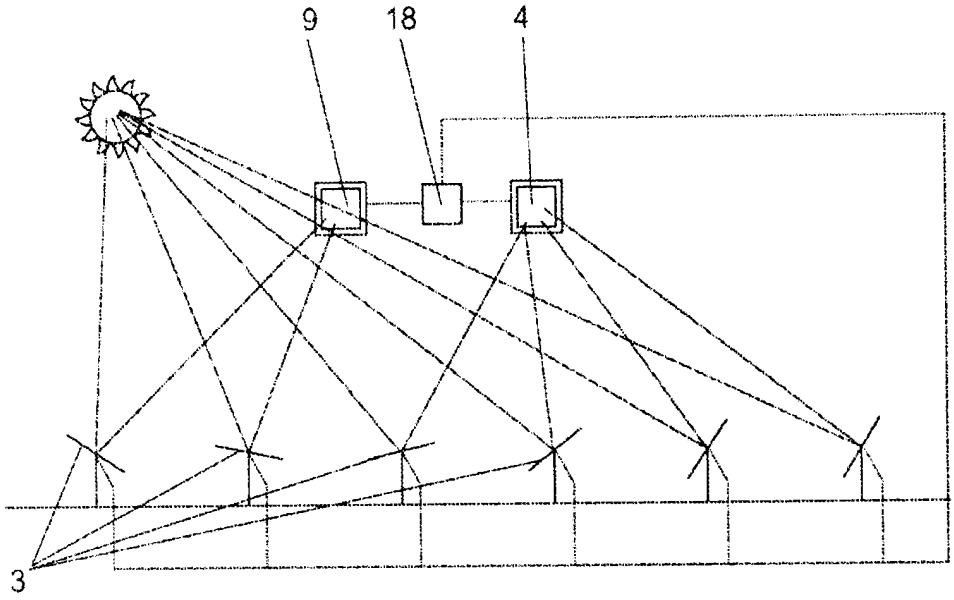
5

الشكل (1)

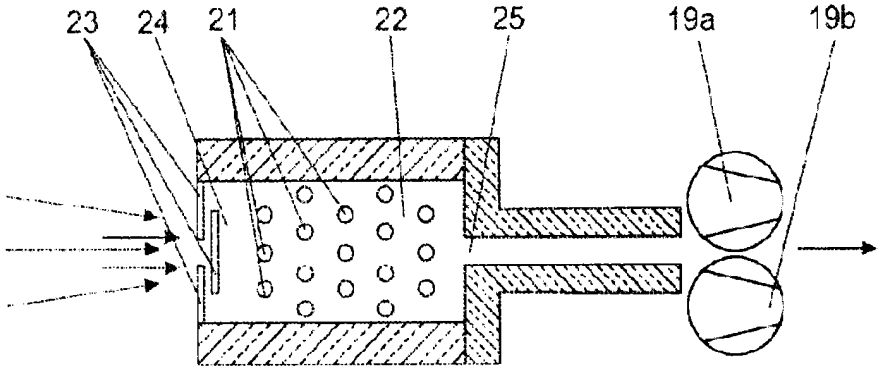


5

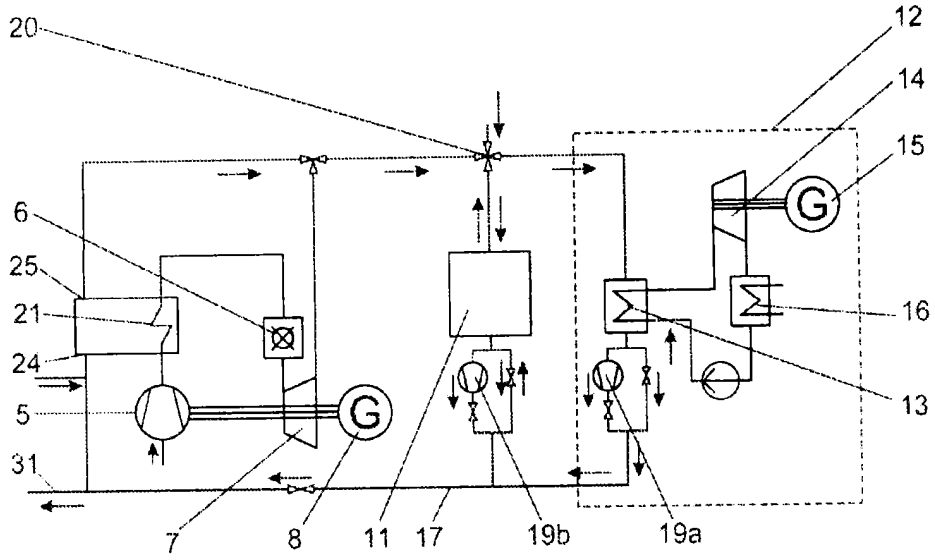
الشكل (2)



الشكل (3)

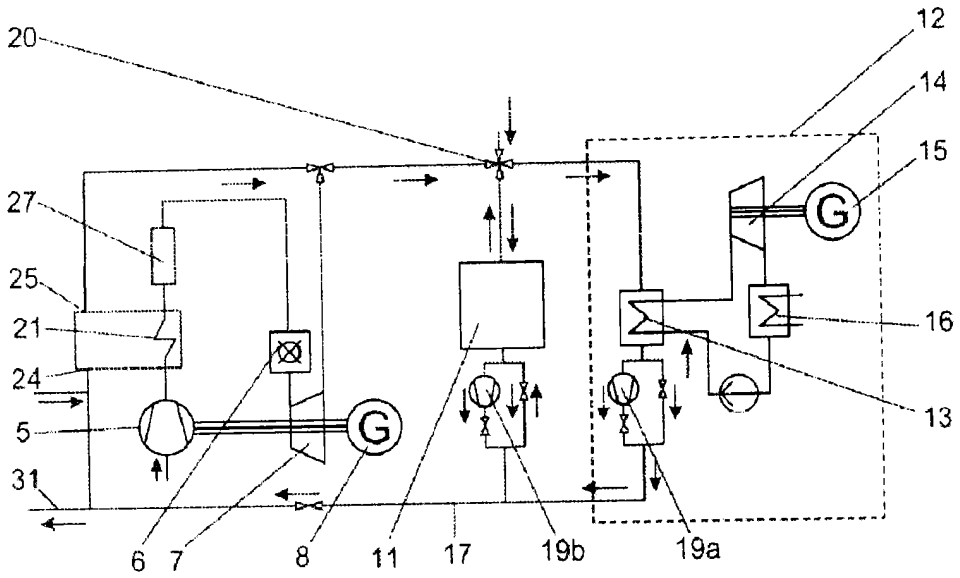


الشكل (4)



5

الشكل (5)



5

الشكل (6)

MA 38389A1

ROYAUME DU MAROC
****
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
****

OMPIC

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

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 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 38389	Date de dépôt : 17/03/2014 ; Date d'entrée en phase nationale : 08/09/2015
Déposant : STELLENBOSCH UNIVERSITY	Date de priorité: 20/03/2013 (ZA)
Intitulé de l'invention : INSTALLATION DE CAPTEUR SOLAIRE COMPORTANT UN STOCKAGE THERMIQUE	

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: M.TAHIRI	**Date d'établissement du rapport** : 02/06/2016
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	

ROYAUME DU MAROC OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE Unité Brevets, Dessins et Modèles

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
  9 Pages
- Revendications
  13
- Planches de dessin
  4 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : F 01K 3/12, F 03G 6/06, F 22B 1/00
CPC : F01K3/12; F03G6/064; F22B1/006; Y02E10/46

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	**EP2525051 A1;ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]; 21 November 2012 (2012-11-21)** Abrégé ; figure 4 ; paragraphes [0041] , [0042]	1-13
A	BUCK R ET AL: "**Dual-receiver concept for solar towers**", SOLAR ENERGY, PERGAMON PRESS. OXFORD, GB, vol. 80, no. 10, 1 Octobre 2006 (2006-10-01), pages 1249-1254, XP027986188, ISSN: 0038-092X Tout le document	1-13
A	**DE102007 013430 A1 ;DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE] ;18 Septembre 2008 (2008-09-18)** Tout le document	1-13
A	**DE102011004263 A1 (SIEMENS AG [DE] ; 23 aout 2012 (2012-08-23)** Tout le document	1-13

***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 3-5,9-13 Revendications 1,2, 6-8	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications aucune Revendications 1-13	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-13 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 : **EP2525051 A1**

1. **Nouveauté (N) :**

1.1 Le document D1 divulgue: Une installation de collecteur d'énergie solaire à concentration (voir fig. 4) comprenant un champ d'héliostats 24 pour diriger le rayonnement solaire réfléchi vers un récepteur d'énergie solaire sous pression (54) ayant une turbine à gaz associé et à un récepteur d'énergie solaire à basse pression 56 (voir les paragraphes 41 et 42) ayant un système de stockage d'énergie thermique associée, dans lequel l'échappement de la turbine à gaz est reliée au système de stockage d'énergie thermique pour fournir de la chaleur résiduelle dans le système de stockage d'énergie thermique en plus de celles reçues par le récepteur d'énergie solaire à basse pression (voir les paragraphes 41 et 42).
Donc, l'objet de la revendication 1 n'est pas nouveau selon les dispositions de l'Article 26 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

1.2 Les caractéristiques supplémentaires de revendications 2 et 6-8 sont également décrits dans D1, voir notamment fig. 4 en combinaison avec les paragraphes 4 et 42 de la description. Donc, lesdites revendications ne satisfont pas aux exigences de nouveauté selon l'Article 26 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

1.3 Aucun des documents trouvés ne divulgue les caractéristiques mentionnées dans les revendications 3 à 5 et 9 à13. Donc, l'objet desdites revendications est nouveau selon les dispositions de l'Article 26 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. **Activité inventive (AI) :**

2.2 Le document D1 est considéré comme étant l'art antérieur le plus proche de l'objet de la revendication 3. Celle-ci diffère en ce que le contrôleur est programmé pour diriger l'excès d'énergie

solaire réfléchie loin du récepteur à haute pression et vers le récepteur à basse pression. Ceci au moment auquel l'énergie solaire réfléchie n'est pas nécessaire pour maintenir la turbine à gaz à proximité de la charge optimale. L'effet technique de cette différence réside dans le fait de garder la même température des gaz sortant des turbines et entrant au récepteur à basse pression.

Le problème technique à résoudre est l'amélioration du stockage thermique dans une installation de capteurs solaires.

La solution proposée dans la revendication 3 n'est qu'une solution de développement ordinaire que l'homme de métier peut l'appliquer sans faire preuve d'esprit inventif. Par conséquent, l'objet de la revendication 3 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.

2.3 le même raisonnement est applicable aux revendications dépendantes 4-5,9-13.

Par conséquent, l'objet des revendications 4-5,9-13 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.

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.