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 33461 B1

(43) Date de publication :
03.07.2012

(51) Cl. internationale :
F24J 2/00; F22B 1/00; F24J 2/12; F24J 2/14; F24J 2/42; F28D 20/00

(21) N° Dépôt :
34576

(22) Date de Dépôt :
27.01.2012

(30) Données de Priorité :
30.06.2009 AU 2009903028

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/AU2010/000835 30.06.2010

(71) Demandeur(s) :
WIZARD POWER PTY LTD, 44 Sydney Avenue Forrest Australian Capital Territory 2603 (AU)

(72) Inventeur(s) :
COVENTRY, Joseph Sydney

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

(54) Titre : **RECYCLAGE DE FLUIDE DE TRANSFERT DE CHALEUR À L'ÉTAT DE VAPEUR SEULE POUR ACCUMULATION THERMIQUE D'ÉNERGIE SOLAIRE**

(57) Abrégé : La présente invention concerne un fluide de transfert de chaleur à l'état de vapeur seule, recyclé via un ou plusieurs collecteurs solaires (12), ainsi qu'un milieu d'accumulation de chaleur sensible (14), destiné à transférer la chaleur provenant du ou des collecteurs solaires (12) au milieu d'accumulation de chaleur sensible (14). Le fluide de transfert de chaleur se trouve à l'état liquide à température ambiante, mais essentiellement à l'état de vapeur durant tout le cycle, lors du fonctionnement.

(تدوير البخار فقط لمائع ناقل للحرارة للتخزين الحراري للطاقة الشمسية)

الملخـــــص

يتعلق الاختراع الحالي بتدوير مائع ناقل للحرارة في حالة البخار فقط من خلال مُجمع (مُجمعات) طاقة شمسية (12) ووسط تخزين حرارة محسوسة (14) لنقل الحرارة من مُجمع (مُجمعات) الطاقة الشمسية (12) إلى وسط تخزين الحرارة المحسوسة (14). يكون المائع الناقل للحرارة عبارة عن سائل عند درجة الحرارة المحيطة، لكنه يكون في حالة البخار إلى حدٍ كبير خلال الدورة ككل أثناء التشغيل.

03 JUIL 2012

(تدوير البخار فقط لمائع ناقل للحرارة للتخزين الحراري للطاقة الشمسية)

الوصف الكامل

المجال التقني:

يتعلق الاختراع الحالي بمحطات قدرة شمسية وبشكل أكثر تحديداً يتعلق بمحطات قدرة شمسية يتم فيها استخدام الماء كمائع ناقل للحرارة في توليفة مع وسط تخزين حرارة محسوسة.

الخلفية التقنية:

تم اقتراح محطات قدرة شمسية تستخدم وسط تخزين حرارة محسوسة، بصورة نمطية ملح منصهر، لتخزين الطاقة الشمسية التي تم احتجازها. بعد ذلك يمكن استخدام وسط تخزين الحرارة المحسوسة لتوليد البخار لتشغيل أنظمة مولد توربيني للبخار.

يعتبر من المفيد تخزين الطاقة عند درجات حرارة أعلى حيث أنها تقلل كتلة وسط التخزين لوسط تخزين الطاقة المحسوسة إلى الحد الأدنى، وتتيح استخلاص الطاقة من التخزين عند درجة حرارة أعلى، مما يؤدي إلى فاعاليات تحويل أعلى في دورة توليد القدرة.

يتم نقل الطاقة من مُجمع الطاقة الشمسية إلى وسط تخزين الطاقة المحسوسة بواسطة مائع ناقل للحرارة. تم اقتراح الزيوت المُخلقة كمائع ناقل للحرارة ولكنها تكون ثابتة بصورة نمطية فقط عند درجة حرارة تبلغ حوالي 400 م، مما يقيد الحد الأقصى لدرجة حرارة وسط تخزين الحرارة المحسوسة. بصورة نمطية يتم استخدام الزيت كوسط ناقل للحرارة وحدات طاقة شمسية على شكل حوض، بما في ذلك الوحدات المزودة بمخزن حراري به ملح منصهر. مع ذلك يتم الحد من الأحواض الشمسية عند درجة حرارة أعلى حيث يمكنها أن تعمل بفاعلية مقبولة،

حيث أنها تتبع الشمس على محور واحد وبالتالي يكون لها نسبة تركيز طاقة شمسية أقل مقارنةً مُجمعات الطاقة الشمسية التي تتبع الشمس على محورين، مثل الأطباق. يؤدي استخدام الزيت لوحدات الطاقة الشمسة التي على شكل حوض إلى تقييد الحد الأقصى لدرجة الحرارة الذي يمكن أن تعمل عنده، من حوالي 450°م إلى حوالي 400 م.

يكون لتقنيات أطباق وأبراج الطاقة الشمسية القدرة على الوصول إلى درجات حرارة أعلى، تزيد عن 600 م، حيث يكون لها الميزة المذكورة أعلاه المتعلقة بتقليل كتلة وسط التخزين إلى الحد الأدنى وتسهيل فاعاليات تحويل أعلى في دورة توليد القدرة. على نحو غير ملائم، لا يبقى مائع في الحالة السائلة عند كل من درجة الحرارة العالية وعند درجة الحرارة المحيطة (باستثناء سبيكة صوديوم – بوتاسيوم (NaK) والتي تعتبر خطيرة جداً لشبكة الأنابيب الشمسية حيث أنها تتفاعل بشدة مع الماء ويمكن أن تنفجر عند تلامسها مع الماء أو الهواء).

تعمل تقنيات الأبراج الشمسية النمطية، التي تشتمل على مستقبل طاقة شمسية مثبت، على تسخين الملح المنصهر مباشرةً عند نقطة البؤرة الموجودة بالقرب من أوعية التخزين. يكون تشابك الملح، الذي يعمل كوسط لتخزين الطاقة والمائع الناقل للحرارة، بسيط نسبياً، ويؤكد التصريف العكسي بفعل الجاذبية أنه يتم تفريغ الملح من شبكة الأنابيب أثناء الليل أو الفترات الضبابية الممتدة وبالتالي لا يتجمد في الأنابيب أو المستقبل. بالنسبة لتقنيات الأطباق الشمسية، يُمثل محلول التسخين المباشر مُشكلة حيث أن كل طبق يكون له نقطة البؤرة الخاصة به ويمكن توزيع الأطباق على مساحة كبيرة جداً. يمكن أن يكون تفريغ الأنابيب غير عملي أو غير قابل للتنفيذ. تكون خلائط الملح المستخدمة للتخزين الحراري صلبة عند درجات الحرارة المحيطة، وبالتالي يكون تسخين مجال شمسي موزع باستخدام الملح كمائع ناقل للحرارة وكوسط تخزين مطلوباً في كل الأوقات، نهاراً وليلاً. يمكن أن يؤدي أي خلل في نام التسخين إلى تجمد الملح في شبكة الأنابيب.

يمكن استخدام الماء كمائع ناقل للحرارة. عندما يتم استخدام الماء كمائع ناقل للحرارة في نطاق درجة حرارة مرتفعة يكون هناك تغيير في الطور بصورة نمطية عند قيم ضغط التشغيل العملية. وحيث أنه يتم تبريد الماء ويغير الطور من بخار فائق التسخين إلى ماء سائل توجد مشكلة معروفة جيداً تُعرف بـــ "نقطة التضييق" مصاحبة لنقل الطاقة من البخار إلى وسط تخزين حرارة محسوسة مفرد. تعمل مشكلة "نقطة التضييق" المذكورة على الحد من الحد الأقصى لدرجة حرارة مخزن الحرارة حتى في حالة توفر بخار مرتفع درجة الحرارة.

ليتم نقل الحرارة من الماء (سواء كان بخار أو سائل) إلى وسط التخزين، يجب ن يكون الماء عند درجة حرارة أعلى من وسط التخزين عند كل النقاط بامتداد المبادل الحراري. عند تكثيف البخار إلى سائل تظل درجة الحرارة كما هي (عند ضغط ثابت) بين 100% بخار و100% سائل. يتسبب ذلك في نقطة التضييق عند نقطة بخار تبلغ 100% مما يحد من درجة الحرارة القصوى التي يمكن الوصول إليها في وسط التخزين. تم توضيح مشكلة نقطة التضييق في رسم بياني يوضح درجة الحرارة إلى المحتوى الحراري في وحدة الكتلة في شكل 1، الذي يوضح المحتوى الحراري في وحدة الكتلة للماء 2 عند 165 بار من 300°م إلى 600°م والمحتوى الحراري في وحدة الكتلة لوسط تخزين الحرارة المحسوسة 4 المُسخن بالماء. على الرغم من ارتفاع درجة حرارة البخار الداخل في هذا المثال، إلا أنه يتم الحد من درجة الحرارة القصوى لوسط التخزين بواسطة 'التضييق' إلى حوالي 380°م.

تم اقتراح فصل تدفق البخار إلى ثلاثة أقسام: تيار سائل نقي، تيار مزدوج الطور سائل وبخار، وتيار بخار نقي. في تلك الطريقة، تكون هناك حاجة إلى ثلاثة أوساط مختلفة لتخزين الحرارة. يكون هناك مخزن حرارة محسوسة لكل من طور السائل وطور البخار، وتغيير في مادة الطور (مثل ملح مناسب) بالنسبة لمنطقة مزدوجة الطور. على الرغم من أن ذلك يمنع مشكلة نقطة التضييق إلا أنه قد ينتج عنه نظام تخزين طاقة معقد نسبياً.

تعمل وحدات القدرة الشمسية التي تستخدم الأطباق الشمسية على تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء بضعف فاعلية التقنيات الأخرى تقريباً (برج أو حوض) بسبب دمج قدرة درجة الحرارة المرتفعة والفاعلية الضوئية. مع ذلك، يُمثل توليد القدرة باستخدام الأطباق الشمسية عند دمجها مع مخزن الملح المنصهر مُشكلة عند استخدام الموائع الناقلة للحرارة بطريقة تقليدية للأسباب المذكورة أعلاه.

الكشف عن الاختراع:

يوفر الاختراع الحالي مصدر طاقة مثل محطة قدرة شمسية تعمل على تدوير مائع ناقل للحرارة، يفضل الماء، في حالة البخار فقط عندما يتم نقل الطاقة إلى مخزن الحرارة المحسوسة. يؤدي تدوير الماء في حالة البخار (تسخين فائق) إلى تجنب مشكلة نقطة التضييق، بالإضافة إلى المشكلات المصاحبة لأنواع المائع الأخرى التي تتميز بثبات عالي في درجة الحرارة والأطوار الصلبة عند درجة الحرارة المحيطة، كما تم وصفه أعلاه.

في صورة مفضلة للاختراع يتم توفير مخزن حرارة محسوسة لتخزين الحرارة. يفضل لمخزن الحرارة المحسوسة أن يستخدم وسط تخزين حرارة محسوسة مفرد، على نحو نمطي خليط من مركب واحد أو أكثر. مع ذلك، يمكن في مجال الاختراع استخدام اثنين أو أكثر من الأوساط المختلفة، يشتمل كل منها على جزء مميز منفصل لمخزن الحرارة المحسوسة يمكنه أن يتبادل الحرارة مع المائع الناقل للحرارة من خلال أنظمة فرعية منفصلة لتبادل الحرارة. على سبيل المثال يمكن استخدام أوساط تخزين حرارة محسوسة ذات درجة حرارة "عالية" و"منخفضة" لمد نطاق درجة حرارة المائع الناقل للحرارة بين دخوله وخروجه من نظام التبادل الحراري. يمكن أن تكون الأوساط المختلفة عبارة عن مركبات مختلفة، أو خلائط مختلفة من المركبات أو خلائط من مركبات مختلفة. كما هو مستخدم في هذا الوصف يتم تعريف مصطلح "مخزن

حرارة محسوسة" بصورة غير محددة ويمكن أن يشتمل على اثنين أو أكثر من أوساط تخزين الحرارة المحسوسة.

عندما يتم نقل الحرارة من مُجمعات الطاقة الشمسية لمحطة القدرة إلى مخزن الحرارة المحسوسة، يدخل البخار المُسخن على نحو فائق عند درجة حرارة مرتفعة إلى نظام المبادل الحراري ويخرج البخار الذي يكون له درجة حرارة أقل الذي يكون أعلى، أو أسفل أو بالقرب من منحنى التركيز من آلية المبادل الحراري ليرجع إلى مُجمعات الطاقة الشمسية.

كما يوفر الاختراع أيضاً محطة قدرة شمسية تشتمل على:

مخزن حرارة محسوسة؛

مُجمع طاقة شمسية واحد على الأقل؛

مائع ناقل للحرارة يكون في الحالة السائلة عند درجة الحرارة المحيطة؛

مبادل حراري لنقل الحرارة من المائع الناقل للحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة،

يكون للمحطة نمط تشغيل أول حيث يتم نقل الحرارة من المائع الناقل للحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة ويتم إرجاع المائع الناقل للحرارة الذي يكون في حالة البخار إلى حدٍ كبير إلى مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل.

على نحو مفضل تشتمل محطة القدرة وسيلة للحد من، أو منع أو إيقاف التبادل الحراري من المائع الناقل للحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة عندما تكون قيم درجة حرارة وضغط المائع الناقل للحرارة عند موضع أول أقل من مجموعة قيم حدية أولى.

يفضل أن يكون الموضع الأول بعد مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل.

يمكن الحد من نقل الحرارة من المائع الناقل للحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة، أو منعه أو إيقافه بواسطة إيقاف تدفق واحد من الموائع الناقلة للحرارة أو كلاهما ووسط (أوساط) تخزين الحرارة المحسوسة (عندما يكون في صورة مائع) خلال نظام المبادل الحراري.

عندما يتم ضخ واحد أو أكثر من أوساط تخزين الحرارة المحسوسة السائلة خلال نظام المبادل الحراري فإنه يمكن تحقيق ذلك بواسطة إيقاف ضخ وسط (أوساط) تخزين الحرارة المحسوسة السائلة. يمكن أن يستمر المائع الناقل للحرارة بالمرور خلال المبادل الحراري ويمكن أن يتم إمراره بجانب المبادل الحراري.

يفضل أن يتم تسخين المائع الناقل للحرارة بصورة فائقة مباشرةً بعد التبادل الحراري مع مخزن الحرارة المحسوسة. ومع ذلك يمكن تبريد المائع الناقل للحرارة إلى منحنى التركيز أو قل منه ولكن يظل بالقرب من منحنى التركيز. عندما يتم نقل الحرارة من المائع الناقل للحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة يفضل أن يظل المائع الناقل للحرارة في حالة البخار إلى حدٍ كبير في الدورة ككل.

على نحو مفضل أكثر يظل المائع الناقل للحرارة مُسخن بدرجة فائقة بين تركه للمبادل الحراري ورجوعه إلى مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل. يفضل أن يقوم واحد أو أكثر من من الضواغط بتدوير البخار عندما يكون في نمط التشغيل الأول.

يفضل أن تشتمل محطة القدرة الشمسية على وسيلة تسخين التي تعمل على نحو انتقائي على تسخين المائع الناقل للحرارة عندما تكون قيمة المائع الناقل للحرارة أقل من مجموعة القيم الحدية الأولى. يمكن أن تكون وسيلة التسخين عبارة عن واحد أو أكثر من مُجمعات الطاقة

الشمسية التي تعمل على تسخين المائع الناقل للحرارة إلى قيمة أعلى من مجموعة القيم الحدية الأولى. أثناء مرحلة التسخين، يفضل ألا يتم نقل الحرارة من المائع الناقل للحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة.

يفضل أن تشتمل وسيلة منع التبادل الحراري على وسيلة تدوير لإرجاع المائع الناقل للحرارة إلى مدخل مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل عندما تكون قيمة المائع الناقل للحرارة أقل من مجموعة القيم الحدية الأولى.

على نحو مفضل تشتمل محطة القدرة على نظام ضخ فرعي قابل للتشغيل لضخ المائع الناقل للحرارة الذي يكون في صورة بخار أو سائل خلال مُجمع طاقة شمسية واحد على الأقل.

يفضل أن يشتمل نظام الضخ الفرعي على جهاز لفصل خليط من طور سائل وطور بخار، ويُطلق علية عامةً وحدة فصل البخار عندما يتم استخدامها مع الماء. كما هو مستخدم في هذا الوصف لا ينبغي أن يتم فهم المصطلح "وحدة فصل البخار" بأنها تتطلب استخدام الماء كمائع ناقل للحرارة.

على نحو مفضل يمكن أن يتم تشغيل نظام الضخ الفرعي لضخ المائع البخاري الناقل للحرارة خلال مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل عندما تكون ظروف درجة الحرارة والضغط أعلى من مجموعة قيم حدية ثانية والمائع السائل الناقل للحرارة عندما يتكون ظروف درجة الحرارة والضغط أقل من مجموعة القيم الحدية الثانية.

في صورة مفضلة للاختراع يتم استخدام الماء كمائع ناقل للحرارة ويشتمل نظام الضخ الفرعي على وحدة لفصل البخار، ضاغط للبخار ومضخة للسائل. يتم تدوير البخار المُسخن بصورة فائقة الذي تكون قيمته أعلى من مجموعة القيم الحدية الأولى من مُجمعات الطاقة الشمسية إلى

وسط تخزين الحرارة المحسوسة بواسطة الضاغط. بين مجموعة القيم الحدية الأولى والثانية يكون المائع الناقل للحرارة مُسخناً، يفضل بواسطة الضاغط الذي يقوم بتدوير البخار خلال مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل ورجوعاً إلى وحدة فصل البخار ولكن لا يتم نقل الحرارة من المائع الناقل للحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة. في الصورة المفضلة يتم تحقيق ذلك بواسطة إيقاف ضخ وسط تخزين حرارة محسوسة خلال نظام المبادل الحراري ويتم إمرار المائع الناقل للحرارة من مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل، خلال نظام المبادل الحراري ثم رجوعاً إلى مُجمع (مُجمعات) الطاقة الشمسية، يفضل عبر وحدة فصل البخار. يمكن أن يتسبب هذا النظام في مرور المائع الناقل للحرارة بجانب نظام المبادل الحراري.

عند أقل من مجموعة القيم الحدية الثانية يتم تسخين المائع الناقل للحرارة، يفضل بواسطة مضخة للسائل التي تعمل على ضخ الماء السائل إلى مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل ورجوعاً إلى وحدة فصل البخار لكنه لا يتم نقل الحرارة من المائع الناقل للحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة. في الصورة المفضلة يتم تحقيق ذلك بواسطة إيقاف ضخ مخزن الحرارة المحسوسة خلال المبادل الحراري ويتم إمرار المائع الناقل للحرارة من مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل، خلال نظام المبادل الحراري ثم إلى وحدة فصل البخار. يمكن أن يتسبب هذا النظام في مرور المائع الناقل للحرارة بجانبنظام المبادل الحراري. لمنع تدفق الطورين خلال المُجمعات فإنه يفضل استخدام ضاغط واحد فقط ومضخة واحدة فقط في وقت واحد ويفضل عدم استخدامها معاً.

يمكن تصميم النظام لتمرير وحدة فصل البخار جانبياً أثناء التشغيل العادي.

في الأنظمة التي تتسبب في مرور المائع الناقل للحرارة بجانب نظام المبادل الحراري يفضل أن يكون لوحدة فصل البخار مدخل أول يستقبل المائع الناقل للحرارة المُحول ومدخل ثاني

يستقبل المائع الناقل للحرارة الذي تم تبريده بواسطة نقل الحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة. في الأنظمة التي لا تشتمل على نمط تمرير جانبي يكون مدخل واحد كافياً.

يمكن أن يشتمل مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل على مجموعة فرعية من مجموعة من مُجمعات الطاقة الشمسية.

عندما تكون قيمة المائع الناقل للحرارة أقل من إما مجموعة القيم الحدية الأولى والثانية أو كلاهما فإنه لا توجد حاجة إلى تدويره خلال كل مُجمعات الطاقة الشمسية.

كما يوفر الاختراع طريقة لتشغيل محطة قدرة شمسية تشتمل على مخزن حرارة محسوسة يتم تسخينه انتقائياً بواسطة مائع ناقل للحرارة تم تسخينه بواسطة مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل، حيث تشتمل الطريقة على:

تحديد درجة حرارة وضغط المائع الناقل للحرارة عند موضع أول وإذا كانت درجة حرارة وضغط المائع الناقل للحرارة:

(أ) أعلى من مجموعة القيم الحدية الأولى، يتسبب ذلك في قيام المائع الناقل للحرارة بتسخين مخزن الحرارة المحسوسة، أو

(ب) أقل من مجموعة القيم الحدية الأولى، مما يتسبب في تسخين المائع الناقل للحرارة بينما يتم منع نقل الحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة.

يفضل أن يكون الموضع الأول بعد مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل، أي بعد التسخين.

يفضل اختيار مجموعة القيم الحدية الأولى بحيث يكون المائع الناقل للحرارة عبارة عن بخار قبل وبعد نقل الحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة.

يمكن أن تشتمل الخطوة (أ) على توفير أو فتح مسار تدفق بين مخرج مُجمع الطاقة الشمسية ونظام المبادل الحراري.

على نحو مفضل تشتمل الخطوة (ب) على تسخين المائع الناقل للحرارة بإمرار المائع الناقل للحرارة خلال مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل.

عندما يتم استخدام وسط تخزين حرارة محسوسة الذي يكون في صورة مائع والذي يتم ضخه خلال نظام المبادل الحراري فإن الخطوة (ب) يمكن أن تشتمل على إيقاف ضخ وسط تخزين حرارة محسوسة الذي يكون في صورة مائع خلال نظام المبادل الحراري. يمكن أن يستمر إمرار المائع الناقل للحرارة خلال نظام المبادل الحراري.

يمكن أن تشتمل الخطوة (ب) على إزالة أو إغلاق مسار تدفق بين مُجمع الطاقة الشمسية ونظام المبادل الحراري. يمكن أيضاً أن تشتمل الخطوة (ب) على توفير أو فتح مسار تدفق بين مخرج مُجمع الطاقة الشمسية ونظام ضخ فرعي يقوم بضخ مائع ناقل للحرارة إلى مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل بحيث يمر بجانب نظام المبادل الحراري.

عندما تكون القيمة أقل من القيمة الحدية الأولى يمكن أن تشتمل الطريقة أيضاً على تحديد درجة حرارة وضغط المائع الناقل للحرارة عند موضع ثاني و:

(ج) إذا كانت درجة حرارة وضغط المائع الناقل للحرارة أعلى من مجموعة قيم حدية ثانية، مما يتسبب في إمداد المائع الناقل للحرارة الذي يكون في صورة بخار فقط إلى حدٍ كبير إلى مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل، و

(د) إذا كانت درجة حرارة وضغط المائع الناقل للحرارة أقل من مجموعة القيم الحدية الثانية لكن أعلى من مجموعة قيم حدية ثالثة، مما يتسبب في إمداد المائع الناقل للحرارة الذي يكون في صورة سائلة إلى مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل.

على نحو مفضل يتم إمداد المائع الناقل للحرارة الذي يكون إما في صورة بخار فقط إلى حدٍ كبير أو في صورة سائل فقط إلى حدٍ كبير إلى مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل. بالتالي، تؤدي الخطوة (د) على نحو مفضل إلى إمداد المائع السائل الناقل للحرارة فقط إلى حدٍ كبير.

يمكن أن يكون الموقعين الأول والثاني متشابهين أو مختلفين.

يمكن أن تشتمل الطريقة أيضاً على إمداد المائع الناقل للحرارة إلى مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل إذا كانت درجة حرارة وضغط المائع الناقل للحرارة أقل من القيمة الحدية الثالثة.

يمكن استخدام متغيرات أخرى لتحديد نمط التشغيل، مثل الوقت من النهار و شدة الإشعاع الشمسي في موضع واحد أو أكثر.

يفضل أن تشتمل الطريقة على وحدة لفصل البخار وتشتمل الخطوة (ج) على سحب البخار من وحدة فصل البخار وتشتمل الخطوة (د) على سحب السائل من وحدة فصل البخار.

يفضل ضبط كمية المائع الناقل للحرارة الذي يتم تدويره للحفاظ على قيمة المائع الناقل للحرارة بحيث يكون أعلى من قيم حدية محددة، بناءً على كمية طاقة الدخول (أي الإشعاع الشمسي) المتاحة.

ما لم يرد خلاف ذلك، في الوصف ككل وعناصر الحماية وما شابه فإنه يتم تفسير المصطلح 'يشتمل '، و'مشتمل على'، وما شابه بالمعنى الضمني بخلاف المعنى الحصري والشامل؛ أي، أن تشير إلى "بما في ذلك، على سبيل المثال وليس الحصر".

الوصف المختصر للأشكال:

شكل 1 عبارة عن رسم بياني يوضح درجة الحرارة إلى المحتوى الحراري في وحدة الكتلة للماء ووسط تخزين الحرارة المحسوسة عندما يتم تبريد البخار المُسخن بدرجة فائقة إلى الماء السائل.

شكل 2 عبارة عن رسم بياني يوضح درجة الحرارة إلى المحتوى الحراري في وحدة الكتلة للمائع الناقل للحرارة ووسط تخزين الحرارة المحسوسة لمحطة القدرة الشمسية وفقاً لأحد الأمثلة الواردة في الاختراع.

شكل 3 عبارة عن شكل تخطيطي لمحطة قدرة شمسية وفقاً لمثال أول وارد في الاختراع.

شكل 4 عبارة عن شكل تخطيطي لمحطة قدرة شمسية وفقاً لمثال ثانٍ وارد في الاختراع.

الوصف التفصيلي للاختراع:

بالإشارة إلى الأشكال 2 و3 يتم توضيح محطة قدرة شمسية 10 وفقاً لمثال أول وارد في الاختراع. يشتمل النظام الشمسي 10 على واحد أو أكثر مُجمعات الطاقة الشمسية، مصفوفات لمُجمع طاقة شمسية أو مجال (مجالات) لمُجمع طاقة شمسية، يتم التعبير عنها تخطيطياً بواسطة مُجمع طاقة شمسية 12. بينما لا يتم تقييد مُجمع الطاقة الشمسية 12 الموضح في صورة مُجمع من نوع أطباق مكافئية المقطع على هذه المُجمعات. يمكن لنظام التجميع أن يستخدم مُجمع من النوع الحوضي، ويمكن أن يكون عبارة عن مجال لمُجمع من نوع البرج

تعمل فيه مجموعة من المرايا على تركيز ضوء الشمس على نقطة تجميع عامة أو أي نظام تجميع آخر. لا تكون الطبيعة الدقيقة لنظام مُجمع الطاقة الشمسية حاسمة بالنسبة للاختراع.

تستخدم محطة القدرة الشمسية الماء (H_2O) كمائع ناقل للحرارة لنقل الحرارة التي تم تجميعها من ضوء الشمس بواسطة المُجمعات 12 إلى مخزن الحرارة المحسوسة، يُشار إليها بصفة عامة بالرقم 13. يستخدم مخزن الحرارة المحسوسة 13 وسط تخزين حرارة محسوسة 14. يقوم وسط مخزن الحرارة 14 بتخزين الحرارة ويتم استخدامه لإمرار الحرارة عند الطلب.

في صورة مفضلة للاختراع يشتمل مخزن الحرارة المحسوسة 13 على زوج واحد على الأقل من الخزانات 16، 18 لتخزين وسط تخزين الحرارة المحسوسة 14، الذي يفضل أن يكون مائع، ويفضل سائل، في نطاق من درجات حرارة التشغيل. تكون الخزانات 16، 18 عبارة عن خزانات "ساخنة" و"باردة"، لكن ذلك يكون نسبي. يمكن استخدام خزان واحد يشتمل على منحدر حراري. يمكن استخدام المواد الصلبة كوسط لتخزين الحرارة لكنها لا تكون مفضلة. يقوم النظام باستخدام نوع وسط تخزين حرارة واحد ولا يكون هناك حاجة إلى استخدام اثنينأو أكثر من الأنواع المختلفة (مثل وسط تخزين الحرارة الكامنة بالإضافة إلى وسط تخزين الحرارة المحسوسة)، لكنه لا يتم استبعاد استخدام الأنواع المختلفة لوسط تخزين الحرارة المحسوسة.

في نموذج مفضل يتم استخدام الحرارة المخزنة في مخزن الحرارة 13 لتوليد البخار لنظام لتوليد الكهرباء. وفقاً لذلك، يشتمل النظام 10 على واحد أو أكثر من وحدات القدرة التقليدية 6، التي تشتمل كل منها على مجموعة مولد توربيني للبخار واحدة عل الأقل. يتم توليد البخار لوحدات القدرة 6 بواسطة تبادل الحرارة باستخدام وسط تخزين الحرارة المحسوسة 14. يتم ضخ السائل الساخن من الخزان 'الساخن' 16 إلى الخزان 'البارد' 18 عبر نظام التبادل الحراري

8، حيث يتم تسخين الماء إلى البخار. يمكن أن يشتمل نظام التبادل الحراري 8 على واحد أو أكثر المبادلات الحرارية المنفصلة.

لا يقتصر النظام على توليد الكهرباء ويمكن استخدامه في تطبيقات أخرى تتطلب مصدر حرارة.

تكون خلائط الأملاح مفضلة لتخزين الطاقة المحسوسة في توليفة حيث أنها تكون في صورة سائلة في نطاق درجات حرارة التشغيل المحيطة المذكورة أعلاه، مما يتيح النقل الجيد للحرارة إلى الماء ولتوليد البخار عند قيم درجات حرارة وضغط مناسبة لتحقيق عملية تحويل طاقة حرارية إلى طاقة كهربية بفاعلية عالية. بالإضافة إلى ذلك، تكون خلائط الملح كثيفة، ويكون لها قدرة منخفضة على التفاعل الكيميائي، ويكون لها ضغط بخار منخفض وتكلفة منخفضة نسبياً.

يتمثل خليط الملح المستخدم بصورة شائعة لتخزين الطاقة في خليط من ملح النترات الذي يشتمل على 60% بالوزن من نترات الصوديوم و40% بالوزن من نترات البوتاسيوم. يمكن استخدام هذا الملح في نطاق درجة حرارة يتراوح من حوالي 260°م إلى 620°م. يوجد أيضاً أملاح أخرى ملائمة لتخزين الطاقة، مثل أملاح النترات وأملاح الكربونات، ويكون لها حدود درجة حرارة تشغيل علوية وسفلية مختلفة.

أثناء التشغيل العادي، باستخدام ظروف توفر خرج قيمته أعلى من القيمة الحدية من المُجمعات 12، يخرج الماء الذي يكون في صورة بخار مُسخن بدرجة فائقة من المُجمعات 12 ويدخل في نظام التبادل الحراري 20 عند 22. يمكن أن يشتمل نظام التبادل الحراري 20 على واحد أو أكثر منالمبادلات الحرارية المنفصلة. يتم نقل الحرارة إلى وسط تخزين الحرارة 14 الذي تم ضخه خلال نظام التبادل الحراري 20 من الخزان البارد 18 إلى الخزان الساخن 16 بواسطة المضخة 60. يفضل أن يظل الماء في صورة بخار "جاف" خلال نظام التبادل الحراري 20 ويخرج عند

24 عند درجة حرارة أعلى من درجة حرارة التشبع للضغط الموجود داخل النظام. على سبيل المثال، عند ضغط مطلق يبلغ 165 بار ودرجة حرارة التشبع تبلغ حوالي 350 °م. باستخدام حالة البخار فقط، يمكن تبريد البخار المُسخن بدرجة فائقة الداخل إلى المبادل الحراري عند حوالي 600 °م إلى حوالي 370 °م (السماح ببعض التغيير) بينما يتم تسخين وسط تخزين الحرارة المحسوسة من حوالي 290 °م إلى حوالي 590 °م، مما يوفر فرق في درجة الحرارة بين الخزان الساخن والبارد يبلغ حوالي 300 °م.

على العكس من ذلك، بالإشارة إلى شكل 1، يتيح استخدام الماء عن ضغط يبلغ 165 بار ثم تسخينه إلى 600 °م ثم تكثيفه إلى الماء السائل تسخين مخزن حرارة محسوسة واحد فقط إلى حوالي 380 °م. في هذا النظام تبلغ درجة الحرارة الأقل لوسط مخزن الحرارة حوالي 290 °م، مما يوفر فرق درجة حرارة بين الخزان الساخن والبارد أقل من 100 °م.

على الرغم من أن النظام الذي يحافظ على المائع الناقل للحرارة في حالة تسخين فائق يعتبر محتمل في الحالة المستقرة أو شبه المستقرة، تعتبر الطاقة الشمسية مصدر متقطع للطاقة كما يجب تصميم النظام الذي تم تصميمه لاستخدام البخار المُسخن بدرجة فائقة ليتوافق مع الظروف التي يكن فيها توليد البخار المُسخن بدرجة فائقة غير ممكن. على سبيل المثال، في بداية اليوم، يمكن أن يكون النظام عند درجة الحرارة المحيطة. على نحو مماثل، تشير الظروف الشمسية الانتقالية بسبب الغيوم إلى أنه لا يمكن أن تكون ظروف 'التصميم' للبخار المُسخن بدرجة فائقة ملائمة.

في نظام يشتمل على ضاغط بسيط لضخ البخار المُسخن بدرجة فائقة، إذا لم يتم الحفاظ على درجة حرارة الماء بحيث تكون أعلى من درجة حرارة التشبع يبدأ البخار في التكثف. وهذا بدوره يؤدي إلى تقليل الضغط. يمكن أن تتسبب تغذية البخار الرطب إلى الضاغط في إحداث

تلف.. بالإضافة إلى درجات الحرارة المنخفضة عندما يكون كل الماء الموجود في النظام عبارة عن سائل إلى حدٍ كبير يكون ضغط البخار منخفض جداً.

بالإضافة إلى ذلك، في حالة "دافئة" متوسطة، عند يكون النظام عند درجة حرارة تشبع الماء، يمكن أن يكون هناك ظروف من طورين داخل شبكة الأنابيب. لا تكون الظروف من الطورين مفضلة في الضاغط ولا في تدوير المائع الناقل للحرارة إلى المُجمعات. من الأفضل أن يتم الحصول على إما تيار بخار أو تيار سائل في الأنبوب ولكن ليس كلاهما.

يوفر الاختراع الحالي نمط "تسخين"، يفضل نمط تسخين من مرحلتين، يتم تنشيطه كلما كانت ظروف درجة الحرارة (الضغط) الخاصة بالتصميم غير ممكنة. في نمط "التسخين" لا يتم نقل الحرارة التي تم تجميعها بواسطة مُجمعات الطاقة الشمسية إلى وسط تخزين الحرارة المحسوسة ولكن يتم استخدامها للحفاظ على المحتوى الحراري في وحدة الكتلة للمائع الناقل للحرارة ويفضل زيادته. يتم تحقيق ذلك بواسطة توفير نظام ضخ فرعي 30 الذي يضخ إما الماء أو البخار على النحو حسبما تقتضي الظروف خلال مُجمعات الطاقة الشمسية ولكن ليس نقل الحرارة التي تم تجميعها إلى وسط تخزين الحرارة المحسوسة.

في المثال الوارد في شكل 3 يتم تحقيق ذلك بواسطة إيقاف المضخة 60، بحيث لا يستطيع مائع ناقل للحرارة الذي يمر خلال نظام التبادل الحراري 20 أن يقوم بنقل أي كمية من الحرارة إلى وسط تخزين الحرارة المحسوسة. سيتم إدراك أن أي وسط تخزين حرارة محسوسة متبقي في نظام التبادل الحراري 20 يمكن تسخينه ولكن ذلك يعتبر ضئيل. ومع التصريف العكسي لنظام التبادل الحراري 20 لن يظل وسط تخزين حرارة محسوسة متبقي في نظام التبادل الحراري 20. يمر المائع الناقل للحرارة خلال نظام التبادل الحراري 20 ويدخل نظام الضخ الفرعي 30 عبر المدخل 32.

يشتمل نظام الضخ الفرعي 30 على وحدة لفصل البخار 50، وضاغط 52 ومضخة للسائل 54. في وحدة فصل البخار يتم فصل البخار الرطب إلى طور سائل وطور بخار. تشتمل وحدة فصل البخار 50 على حيز للماء السائل 56 وحيز للبخار 57.

أثناء العمليات العادية يدخل المائع الناقل للحرارة الخارج من المبادل الحراري 20 في وحدة فصل البخار عبر المدخل 32. إذا كان البخار رطباً يتم فصل أي سائل وتجميعه في الحيز 56 ويتم إمرار البخار فقط إلى حدٍ كبير إلى الضاغط 52 عبر مخرج البخار 58. يمكن تمرير وحدة فصل البخار 50 جانبياً عبر خط (غير موضح) إلى كان البخار لا يزال مُسخناً بدرجة فائقة عند هذه النقطة. عند الممارسة أثناء التشغيل العادي يظل البخار الداخل إلى وحدة فصل البخار 50 مُسخناً بدرجة فائقة. يشتمل النظام على خزان ناتج تكثيف 62 يتم استخدامه لتعديل كمية المائع الدائرة، كما ستتم مناقشته فيما يلي. يتيح ذلك إمرار المائع الناقل للحرارة خلال وحدة فصل البخار عند درجة حرارة أعلى من درجة حرارة التشبع في ظل نطاق من مستويات مختلفة من مدخل الطاقة (طاقة شمسية).

بافتراض أن شدة الطاقة الشمسية تقل بعض الشيء بسبب وضع الشمس أو السحب الخفيفة. ستنفض درجة حرارة البخار الناتج عن كل أو بعض المُجمعات 12. ويمكن تعويض ذلك بتغيير التدفق الكتلي خلال مُجمعات الطاقة الشمسية. على نحو مشابه يتم تبريد كمية البخار بمروره خلال نظام التبادل الحراري 20 ويمكن أن تختلف باختلاف التدفق الكتلي لوسط مخزن الحرارة خلال نظام التبادل الحراري 20.

مع ذلك، يمكن أن تؤدي القيم الحدية المحددة لدرجة حرارة وضغط لتوليفة البخار الناتجة عن مُجمعات الطاقة الشمسية إلى تكثيف الماء في المبادل الحراري 20. يعتبر ضمن مجال الاختراع أن يكون المائع الناقل للحرارة عند منحنى التركيز أو تحته مباشرةً (أي مُكثف جزئياً) عند تركه

نظام التبادل الحراري 20. ويرجع ذلك إلى أنه في التشغيل العادي أن درجة حرارة وسط تخزين الحرارة المحسوسة البارد الداخل إلى نظام المبادل الحراري يكون أسفل درجات حرارة منحنى التركيز حيث يمكن أن يتم نقل الحرارة بدون حدوث مشكلة نقطة التضييق. مع ذلك، يتحول النظام إلى نمط تسخين أول عندما تقع توليفة درجة الحرارة والضغط أسفل القيمة الحدية الأولى. في نمط التسخين الأول المذكور يتم إيقاف المضخة 60 ويتم إمرار البخار إلى مدخل وحدة فصل البخار 34 غير مُبرد إلى حدٍ كبير. باستخدام درجات الحرارة المنخفضة والضغط المنخفضة يمكن أن يتكثف بعض البخار للوصول إلى التوازن. يتم فصل أي سائل موجود في البخار ويتراكم في الخزان 56. يستمر تشغيل الضاغط 52 وتكون مضخة السائل 54 غير فعالة. يستمر البخار في الدوران خلال مُجمعات الطاقة الشمسية 12.

بافتراض مرور سحابة فوق جزء من مجال المُجمع. ستظل المُجمعات تجمع في بعض الطاقة وستظل درجة حرارة وضغط البخار مرتفعة بشكل كافٍ للسماح بدوران البخار المستمر. وفور مرور السحابة، تزيد الطاقة المُجمعة. وتزيد درجة حرارة البخار الخارج من المُجمعات 12. ومع زيادة الطاقة في النظام سيتم تحويل كمية أكبر من السائل الموجود في الخزان إلى بخار.

يستمر إمرار البخار غير المُبرد خلال نظام المبادل الحراري 20 تصل درجة حرارة وضغط البخار الناتج عن مُجمعات الطاقة الشمسية 12 إلى القيمة الحدية، عند هذه النقطة تتم إعادة تشغيل المضخة 60 ويبدأ التشغيل "العادي" مرة أخرى.

إذا كانت درجة حرارة وضغط البخار الناتج عن مُجمعات الطاقة الشمسية 12 أقل من القيمة الحدية الثانية يتم تشغيل النظام في نمط تسخين ثاني. يتم استخدام هذا النمط بصورة نمطية في بداية اليوم عندما تكون هناك حاجة إلى تجميع بعض الطاقة الشمسية ولكنها لا تكون كافية

للسماح بتسخين وسط تخزين الحرارة المحسوسة أو لإمداد البخار إلى مُجمعات الطاقة الشمسية. مع ذلك، يمكن أن يحدث هذا النمط أثناء اليوم في حالة مرور سحابة كبيرة فوق المجال وتصبح درجة الحرارة أقل من القيمة الحدية الثانية. في نمط التسخين الثاني المذكور يتم إغلاق المضخة 60 بحيث لا يتم نقل الحرارة من المائع الناقل للحرارة إلى وسط تخزين الحرارة المحسوسة. يفضل إغلاق الضاغط 50 ويتم تشغيل مضخة السائل 54 لضخ الماء السائل من وحدة فصل البخار عبر المخرج 61 إلى مُجمعات الطاقة الشمسية 12. يمكن أن يكون هناك حالات يتم فيها تشغيل كل من الضاغط 50 والمضخة 54 (لفترة قصيرة) أثناء الانتقال بين النمطين.

يتم استخدام خزان ناتج التكثيف 62 لتعديل كمية المائع الناقل للحرارة الدوار للحفاظ على النظام ضمن متغيرات التشغيل للتمكين من التشغيل المبدئي. و يمكن ضبط مدخل الطاقة الذي يعمل على تغيير كمية المائع التي يتم تدويرها بإضافة أو إزالة المائع من وحدة فصل البخار 50.

عند بدء التشغيل تكون هناك حاجة إلى كتلة أكبر من المائع لملء حجم الأنابيب إلى واحد أو أكثر من الأطباق لإتاحة ضخ المائع. يمكن ضخ كمية إضافية من السائل من خزان ناتج التكثيف.

مع إمداد الطاقة تتبخر كمية أكبر من المائع الناقل للحرارة وبالتالي يزيد الضغط في النظام. وفرو وصول الضغط في النظام إلى القيمة الحدية يتم تصريف البخار من وحدة فصل البخار 50 إلى خزان ناتج تكثيف 62، حيث يتم تكثيفه، بحيث يتم تقليل الكتلة الدائرة. يستمر ذلك حتى يتحول كل المائع الناقل للحرارة إلى بخار. يمكن أن تتم إزالة المائع الناقل للحرارة عندما يتحول كل المائع إلى بخار حيث أن الطاقة في النظام تزيد للحد من ظروف التشغيل،

مثل ضغط التشغيل. تتيح الصمامات المناسبة (غير موضحة) عزل خزان ناتج التكثيف 62 من وحدة فصل البخار.

يتم إيقاف نظام الضخ الفرعي 30 بالكامل عندما لا يكون هناك حاجة إلى إبقائها في حالة تشغيل، على سبيل المثال أثناء الليل أو في حالات شدة الإشعاع الشمسي المنخفضة. بسبب متطلبات الطاقة المطلوبة للضخ، في حالات شدة الإشعاع الشمسي المنخفضة يمكن أن يكون هناك صافي فقد في الطاقة. يمكن للنظام أن يقيس شدة الإشعاع الشمسي بالإضافة إلى متغيرات أخرى واستخدامها في تحديد ما إذا كان هناك حاجة للضخ أو لا.

يتم ضخ الماء السائل إلى المُجمعات 12 وتسخينة بواسطة المُجمعات. تتم إعادة الماء إلى وحدة فصل البخار ويقوم بتسخين الماء السائل في الخزان 56. ومع زيادة درجة حرارة السائل، بالإضافة إلى ضغط البخار، يستمر الماء السائل في الدوران. في بداية اليوم مع شروق الشمس تزداد شدة الطاقة الشمسية. تزداد درجة حرارة وضغط النظام حتى يصبح ضغط البخار الموجود في وحدة الفصل أعلى من القيمة الحدية. عند القيمة الحدية المذكورة ينتقل النظام إلى نمط التسخين الأول، ويتم تشغيل الضاغط 52 ويتم إيقاف المضخة 54. تظل المضخة 60 مغلقة. بعد ذلك يتم تدوير البخار حتى يتم الوصول إلى درجة حرارة 'التصميم' للسماح بالتشغيل العادي كما تم وصفه أعلاه حيث يتم البدء في نقل الحرارة من البخار المُسخن بدرجة فائقة إلى وسط تخزين طاقة الحرارة المحسوسة مرة ثانية عن طريقة تشغيل المضخة 60.

بالتالي يتميز النظام بالبساطة النسبية لاستخدام تركيب مخزن حرارة محسوسة واحد بينما يتم توفير درجة حرارة تخزين مرتفعة باستخدام تركيبات متعددة لمخزن الحرارة.

على الرغم من أن النظام يمكنه إمرار المائع الناقل للحرارة خلال كل مُجمعات الطاقة الشمسية 12 لمصفوفة ما في أنماط التسخين، إلا أن ذلك يعتبر غير أساسي. يفضل أن يقوم النظام بإمرار

المائع الناقل للحرارة فقط خلال عدد صغير من المُجمعات عند وجوده في أي من أنماط التسخين.

شكل 4 يوضح بشكل تخطيطي مثال ثانٍ وارد في الاختراع. يكون للأجزاء المماثلة نفس الأرقام المستخدمة في المثال الأول. يعمل هذا المثال باستخدام ثلاث أنماط مختلفة مثل المثال الأول لكن أثناء أنماط التسخين يتم تمرير نظام التبادل الحراري جانبياً لتجنب نقل الحرارة من المائع الناقل للحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة.

يكون لنظام الضخ الفرعي 30 مدخلين 32 و34 ومخرج واحد 36. يتم توصيل المدخل 32 بمخرج المبادل الحراري 20 بينما يتم توصيل المدخل 34 عبر صمام ثلاثي المسالك 38 (او توليفة أخرى مناسبة من الصمامات) إلى مخرج مُجمع الطاقة الشمسية/أنبوب مدخل المبادل الحراري 40. والمخرج 36 يؤدي إلى أنبوب المدخل 42 الخاص بمُجمعات الطاقة الشمسية.

في النمط العادي يتيح الصمام 38 مرور البخار المُسخن بدرجة فائقة من مُجمعات الطاقة الشمسية إلى نظام المبادل الحراري 20 ويتم إغلاق المدخل 34 إلى نظام الضخ الفرعي 30.

في أنماط التسخين يقوم الصمام بتحويل المائع الناقل للحرارة الناتج عن مُجمع الطاقة الشمسية 12 إلى المدخل 34 الخاص بنظام الضخ الفرعي 30 وبالتالي لا يتدفق المائع الناقل للحرارة خلال نظام التبادل الحراري 20. يتم استخدام نفس القيم الحدية التي تم وصفها أعلاه لتحديد ما إذا كانت مضخة السائل 54 أو الضاغط 52 في حالة تشغيل. يكون فتح وإغلاق الصمام 38 مناظراً لتشغيل وإيقاف المضخة 60.

سيتضح لأصحاب المهارة في المجال أنه يمكن إجراء العديد من التعديلات والتغييرات على النماذج التي تم وصفها هنا بدون الابتعاد عن فحوى ومجال الإختراع.

عناصر الحماية

1- محطة قدرة شمسية تشتمل على:

وسط تخزين حرارة محسوسة؛

مُجمع طاقة شمسية واحد على الأقل؛

مائع ناقل للحرارة يكون في صورة سائل عند درجة الحرارة المحيطة؛

مبادل حراري لنقل الحرارة من المائع الناقل للحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة،

يكون للمحطة نمط تشغيل أول حيث يتم نقل الحرارة من المائع الناقل للحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة ويتم إرجاع المائع الناقل للحرارة الذي يكون في حالة البخار إلى حدٍ كبير إلى مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل.

2- محطة القدرة الشمسية وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث أنه في النمط الأول تكون درجة حرارة المائع الناقل للحرارة أعلى أو أقل من منحنى تركيز المائع الناقل للحرارة ولكن بالقرب منه مباشرةً بعد التبادل الحراري مع مخزن الحرارة المحسوسة.

3- محطة القدرة الشمسية وفقاً لعنصر الحماية 1 أو عنصر الحماية 2 حيث أنه في النمط الأول يكون المائع الناقل للحرارة مُسخناً بصورة فائقة مباشرةً بعد التبادل الحراري مع مخزن الحرارة المحسوسة.

4- محطة القدرة الشمسية وفقاً لأي من عناصر الحماية 1 إلى 3 حيث أنه في النمط الأول يظل المائع الناقل للحرارة مُسخناً بصورة مكافئة بين ترك المبادل الحراري والرجوع إلى مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل.

5- محطة القدرة الشمسية وفقاً لأي من عناصر الحماية 1 إلى 4 تشتمل على نظام ضخ فرعي أول قابل للتشغيل لإمداد المائع الناقل للحرارة إلى مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل إما في صورة بخار أو في صورة سائل.

6- محطة القدرة الشمسية وفقاً لعنصر الحماية 5 حيث يشتمل نظام الضخ الفرعي على مضخة للسائل و ضاغط للبخار.

7- محطة القدرة الشمسية وفقاً لعنصر الحماية 5 أو عنصر الحماية 6 حيث يشتمل نظام الضخ الفرعي على وحدة فصل البخار.

8- محطة القدرة الشمسية وفقاً لأي من عناصر الحماية 1 إلى 7، حيث يكون لها نمط تشغيل ثاني عندما تكون درجة حرارة وضغط المائع الناقل للحرارة عند موضع أول أقل من مجموعة قيم حدية أولى وحيث يتم إمداد الحرارة إلى المائع الناقل للحرارة ولكن بدون أن يتم تبادل حراري من المائع الناقل للحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة .

9- محطة القدرة الشمسية وفقاً لعنصر الحماية 8 حيث يشتمل مخزن الحرارة المحسوسة على وسط تخزين حرارة محسوسة واحد على الأقل يكون في صورة مائع وفي النمط الثاني لا يتدفق وسط تخزين الحرارة المحسوسة خلال المبادل الحراري.

10- محطة القدرة الشمسية وفقاً لعنصر الحماية 8 حيث تشتمل على مضخة لضخ وسط تخزين حرارة محسوسة خلال المبادل الحراري وفي النمط الثاني يتم إغلاق المضخة .

11- محطة القدرة الشمسية وفقاً لأي من عناصر الحماية 8 إلى 10 حيث أنه في النمط الثاني يستمر المائع الناقل للحرارة في المرور خلال المبادل الحراري.

12- محطة القدرة الشمسية وفقاً لأي من عناصر الحماية 8 إلى 10 حيث أنه في النمط الثاني لا يتدفق المائع الناقل للحرارة خلال المبادل الحراري.

13- محطة القدرة الشمسية وفقاً لعنصر الحماية 12 حيث أنه في النمط الثاني يتم تمرير المائع الناقل للحرارة بجانب المبادل الحراري.

14- محطة القدرة الشمسية وفقاً لأي من عناصر الحماية 8 إلى 13 حيث تشتمل على مصدر للحرارة يقوم في النمط الثاني بتسخين المائع الناقل للحرارة على نحو انتقائي.

15- محطة القدرة الشمسية وفقاً لعنصر الحماية 14 حيث يشتمل مصدر الحرارة على واحد على الأقل من مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل.

16- محطة القدرة الشمسية وفقاً لأي من عناصر الحماية 8 إلى 15 عند الاعتماد على عنصر الحماية 5 حيث أنه في النمط الثاني يكون نظام الضخ الفرعي الأول قابل للتشغيل لإمداد المائع البخاري الناقل للحرارة إلى مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل عندما تكون درجة حرارة وضغط المائع الناقل للحرارة أعلى من مجموعة قيم حدية ثانية والمائع السائل الناقل للحرارة عندما تكون درجة حرارة وضغط المائع الناقل للحرارة أقل من مجموعة القيم الحدية الثانية.

17- محطة القدرة الشمسية وفقاً لأي من عناصر الحماية 8 إلى 16 حيث تشتمل على مجموعة من مُجمعات الطاقة الشمسية وحيث أنه في النمط الثاني يتم تدوير المائع الناقل للحرارة خلال أقل من كل مُجمعات الطاقة الشمسية.

18- محطة القدرة الشمسية وفقاً لأي من عناصر الحماية 1 إلى 17 حيث تشتمل على:

دائرة مغلقة تقوم بربط مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل والمبادل الحراري؛

خزان لتخزين المائع الناقل للحرارة بشكل منفصل عن الدائرة، و

آلية نقل ليتم على نحو انتقائي نقل المائع الناقل للحرارة بين الدائرة والخزان،

حيث تكون بواسطتها كتلة المائع الناقل للحرارة قابلة للضبط.

19- محطة القدرة الشمسية وفقاً لعنصر الحماية 18 حيث يقوم الخزان بتخزين المائع الناقل للحرارة في صورة سائلة.

20- محطة القدرة الشمسية وفقاً لعنصر الحماية 18 أو 19 عند الاعتماد على عنصر الحماية 7 حيث تكون آلية النقل قابلة للتشغيل لنقل المائع الناقل للحرارة في صورة بخار من وحدة فصل البخار إلى الخزان وفي صورة سائل من الخزان إلى وحدة فصل البخار.

21- محطة القدرة الشمسية وفقاً لأي من عناصر الحماية 1 إلى 20 حيث يشتمل مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل على مجموعة مُجمعات الطاقة الشمسية من نوع الطبق.

22- طريقة لتشغيل محطة قدرة شمسية تشتمل على مخزن حرارة محسوسة يتم تسخينه على نحو انتقائي بواسطة المائع الناقل للحرارة الذي يكون في صورة سائل عند درجة الحرارة المحيطة والذي تم تسخينه بواسطة مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل، حيث تشتمل الطريقة على:

تحديد درجة حرارة وضغط المائع الناقل للحرارة عند موضع أول وإذا كانت درجة حرارة وضغط المائع الناقل للحرارة:

(أ) أعلى من مجموعة القيم الحدية الأولى، مما يتسبب في تشغيل المحطة في النمط الأول حيث يتم نقل الحرارة من المائع الناقل للحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة، أو

(ب) أقل من مجموعة القيم الحدية الأولى، مما يتسبب في تشغيل المحطة في النمط الثاني حيث يكون المائع الناقل للحرارة مُسخناً بينما لا يتم نقل الحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة.

23- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 22 حيث يتم اختيار مجموعة القيم الحدية الأولى بحيث تتم إعادة المائع الناقل للحرارة في حالة البخار إلى حدٍ كبير إلى مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل.

24- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 22 أو عنصر الحماية 23 حيث يتم اختيار مجموعة القيم الحدية الأولى بحيث يكون المائع الناقل للحرارة أعلى أو أقل من منحنى تشبع المائع الناقل للحرارة أو بالقرب منه مباشرةً بعد التبادل الحراري مع مخزن الحرارة المحسوسة.

25- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية 22 إلى 24 حيث يتم اختيار مجموعة القيم الحدية الأولى بحيث يكون المائع الناقل للحرارة عبارة عن بخار مُسخن على نحو فائق بعد نقل الحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة.

26- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية 22 إلى 25 حيث يتم، عندما يتم التشغيل في النمط الثاني، تحديد:

(ج) ما إذا كانت درجة حرارة وضغط المائع ناقل للحرارة أعلى من مجموعة قيم حدية ثانية، وإذا كان الأمر كذلك، يتم إمداد المائع الناقل للحرارة الذي يكون في صورة بخار فقط إلى حدٍ كبير إلى مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل، و

ما إذا كانت درجة حرارة وضغط المائع ناقل للحرارة أقل من مجموعة القيم الحدية الثانية لكن أعلى من مجموعة قيم حدية ثالثة، وإذا كان الأمر كذلك، يتم إمداد المائع الناقل للحرارة الذي يكون في صورة سائل إلى حدٍ كبير إلى مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على الأقل.

27- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية 22 إلى 26 حيث تشتمل المحطة على مبادل حراري لنقل الحرارة من المائع الناقل للحرارة إلى مخزن الحرارة المحسوسة ويتضمن النمط الأول إمرار المائع الناقل للحرارة خلال المبادل الحراري.

28- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 27 حيث يتضمن النمط الأول إمرار وسط تخزين حرارة محسوسة في صورة مائع خلال المبادل الحراري.

29- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 27 أو عنصر الحماية 28 حيث يشتمل النمط الثاني على إيقاف إمرار وسط تخزين الحرارة المحسوسة الذي يكون في صورة مائع خلال المبادل الحراري.

30- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية 27 إلى 29 حيث يتضمن النمط الثاني إمرار المائع الناقل للحرارة خلال المبادل الحراري.

31- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية 27 إلى 29 حيث يتضمن النمط الثاني عدم إمرار المائع الناقل للحرارة خلال المبادل الحراري.

32- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية 22 إلى 31 حيث يتضمن النمط الثاني تسخين المائع الناقل للحرارة بإمرار المائع الناقل للحرارة خلال مُجمع الطاقة الشمسية الواحد على

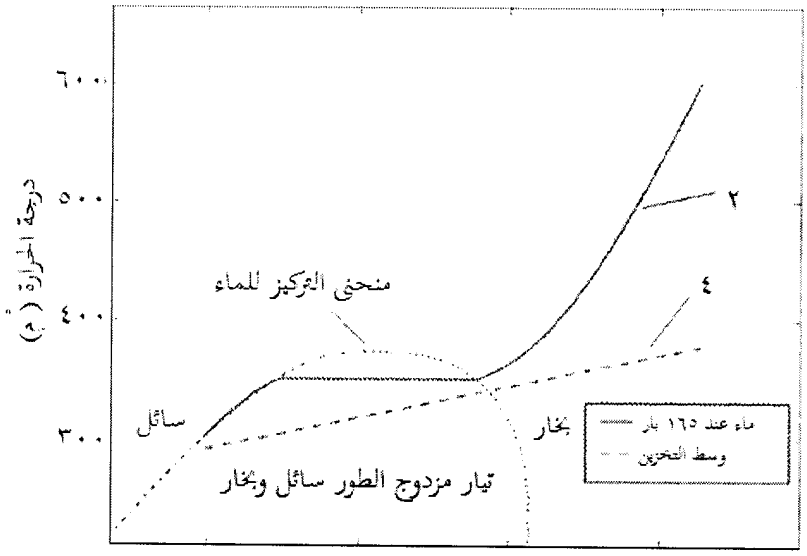
الأقل.

33- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية 22 إلى 32 حيث يتم ضبط كمية المائع الناقل للحرارة الذي يتم تدويره مع مدخل الطاقة إلى المائع الناقل للحرارة.

34- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية 27 إلى 33 عند الاعتماد على عنصر الحماية 26 تشتمل على توفير وحدة لفصل البخار وتشتمل الخطوة (ج) على سحب البخار من وحدة فصل البخار وتشتمل الخطوة (د) على سحب السائل من وحدة فصل البخار.

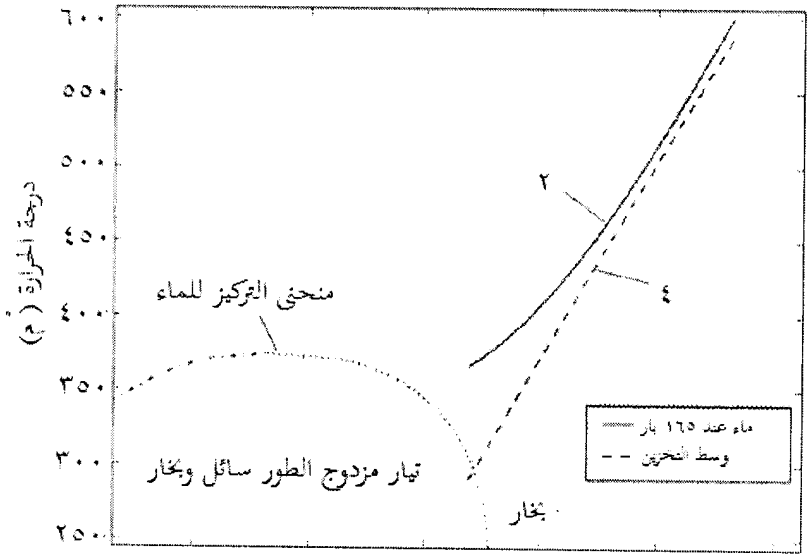
35- محطة قدرة شمسية، حيث تكون ما تم وصفها في هذه الوثيقة إلى حدٍ كبير بالإشارة إلى الأشكال.

36- طريقة لتشغيل محطة قدرة شمسية، حيث تكون كما تم وصفها في هذه الوثيقة إلى حدٍ كبير بالإشارة إلى الأشكال.



معدل المحتوى الحراري في وحدة الكتلة

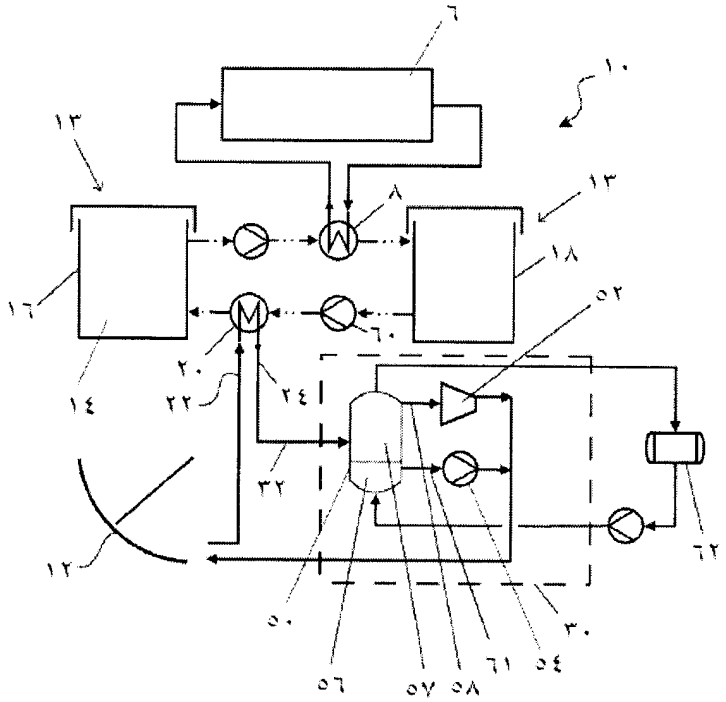
شكل ١



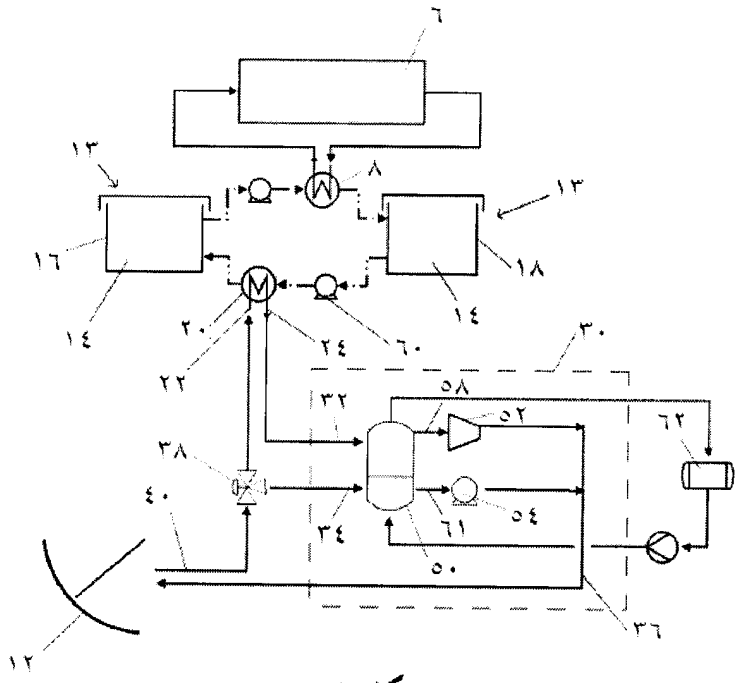
معدل المحتوى الحراري في وحدة الكتلة

شكل ٢

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



شكل ٣



شكل ٤

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