ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية
المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 44553 A1

(43) Date de publication :
31.08.2020

(51) Cl. internationale :
F24J 2/07; F24J 2/48; C23C 28/02

(21) N° Dépôt :
44553

(22) Date de Dépôt :
12.07.2017

(30) Données de Priorité :
15.07.2016 US 15/211,195

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/EP2017/067641 12.07.2017

(71) Demandeur(s) :
GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH, Brown Boveri Strasse 7 5400 Baden (CH)

(72) Inventeur(s) :
BOSSMANN, Hans-Peter ; HASANI, Maryam Bahraini

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

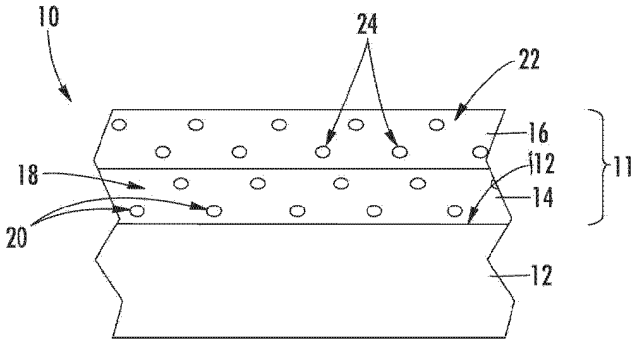
(54) Titre : **REVÊTEMENT CÉRAMIQUE-MÉTAL POUR TUBES D'ÉCHANGEUR DE CHALEUR DE RÉCEPTEUR SOLAIRE CENTRAL ET SES PROCÉDÉS DE PRÉPARATION**

(57) Abrégé : L'invention concerne des revêtements céramique-métal (11) pour des tubes d'échangeur de chaleur (10) d'un récepteur solaire central (120), et ses procédés de préparation. Les revêtements céramique-métal (11) comprennent au moins une phase céramique dispersée dans une matrice métallique et sont disposés le long des tubes d'échangeur de chaleur (10) afin d'améliorer le transfert de chaleur et de réduire l'oxydation des tubes d'échangeur de chaleur (10). L'invention concerne également des procédés de préparation des revêtements céramique-métal, et des systèmes pour leur utilisation.

طلاء خزفي معدني لأنابيب مبادلات حرارية لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية وطرق تحضيره

الملخص

يتعلق الاختراع الحالي بطلاءات خزفية معدنية (١١) لأنابيب مبادلات حرارية (١٠) لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية (١٢٠) وطرق لتحضيرها. تشتمل الطلاءات الخزفية المعدنية (١١) على طور خزفي واحد على الأقل تم تشتيته في مصفوفة معدنية ويتم وضعها على طول أنابيب المبادلات الحرارية (١٠) لتحسين نقل الحرارة وتقليل أكسدة أنابيب المبادل الحراري (١٠). يتم تقديم طرق تحضير طلاءات خزفية معدنية وأنظمة لاستخدامها.



الشكل 1

طلاء خزفي معدني لأنابيب مبادلات حرارية لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية وطرق تحضيره

المجال التقني للاختراع

تتعلق تجسيدات الاختراع الحالي الموصوفة هنا بصفة عامة بطلاءات لأنابيب المبادلات الحرارية لأجهزة الاستقبال المركزية للطاقة الشمسية وطرق لتحضيرها.

الخلفية التقنية للاختراع

تركز التكنولوجيا الحرارية الشمسية على الإشعاع الشمسي باستخدام المرايا (التي يُشار إليها أيضًا باسم "هليوستات") لتوجيه الإشعاع الشمسي إلى جهاز استقبال برجي مركزي. في جهاز الاستقبال البرجي المركزي (الذي يُشار إليه أيضًا باسم "جهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية")، يتم امتصاص الطاقة الشمسية كحرارة وتحويلها إلى كهرباء. يوجد داخل جهاز الاستقبال البرجي المركزي مبادلات حرارية لنقل الحرارة إلى مائع نقل حرارة، والذي يُستخدم بعد ذلك لإنتاج البخار لتشغيل التوربين واستخلاص الشغل لإنتاج الكهرباء. وبالنظر إلى كمية الطاقة الموجهة إلى جهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية، يجب أن تكون المواد الخاصة بجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية قادرة على تحمل درجات حرارة التشغيل البالغة ٧٠٠ درجة مئوية أو أكثر ولا تزال تتمتع بامتصاص عالي. ولتحسين ثبات المواد عند درجات الحرارة العالية وامتصاص المواد، تم وضع الطلاء على مكونات جهاز استقبال الطاقة الشمسية المركزي، مثل أنابيب المبادلات الحرارية.

يمكن أن تؤثر الطلاءات الخاصة بالمبادلات الحرارية لمستقبلات الطاقة الشمسية بشكل كبير على أداء محطة طاقة شمسية لأن الطلاء يمكن أن يؤثر بشكل كبير على كفاءة امتصاص الطاقة الشمسية. ومع ذلك، على الرغم من أن هذه الطلاءات قد تتمتع بامتصاص عالي، فإن الطلاء لا يكون مقاومًا للأكسدة. بعد التعرض لدرجات الحرارة المرتفعة، تؤدي أكسدة أنابيب المبادلات الحرارية إلى منتجات أكسدة تتداخل مع أداء المبادل الحراري. على سبيل المثال، قد تؤدي طبقة أكسيد مكونة على السطح البيني بين طبقة المبادل الحراري والطلاء إلى تقليل الخواص الميكانيكية ونقل الحرارة الحراري للنظام. على سبيل المثال، لا توفر الطلاءات البوليمرية التي يتم تزجيجها بعد المعالجة بالحرارة مقاومة للأكسدة. عادة، لا تتم عملية التزجيج بشكل كامل مما تترك الطلاء بمقاومة منخفضة للأكسدة. يمكن للأكسدة أن تؤدي إلى تشققات في الطلاء، وبمرور الوقت، زيادة الفرق في التمدد الحراري للطلاء ومواد المبادل الحراري مما يؤدي إلى تشظي الطلاء.

وبناءً على ذلك، لا تزال هناك حاجة لتحسين الطلاءات الخاصة بأنابيب المبادلات الحرارية وطرق تحضير مثل هذه الطلاء لزيادة امتصاص الأشعة الشمسية مع تقليل أكسدة أنابيب المبادلات الحرارية.

الكشف عن الاختراع

سيتم تحديد جوانب ومزايا الاختراع جزئيًا في الوصف التالي، أو قد تكون واضحة من الوصف، أو يمكن تعلمها من خلال ممارسة الاختراع.

يتم توفير أنبوب مبادل حراري لجهاز استقبال طاقة شمسية مركزي له طلاء خزفي معدني بشكل عام، بالإضافة إلى طرق تحضير مبادل حراري لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية مطلي بخزف معدني. في أحد التجسيدات، يتضمن المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية أنبوب مبادل حراري يحدد سطحًا، حيث يتضمن أنبوب المبادل الحراري مادة أساسية؛ وطلاء خزفي معدني يتم وضعه على طول سطح أنبوب المبادل الحراري، حيث يشتمل الطلاء الخزفي المعدني على مصفوفة معدنية ذات طور خزفي واحد على الأقل يتم تشتيته في المصفوفة المعدنية. في بعض التجسيدات، يتضمن الطور الخزفي الواحد على الأقل مادة خزفية غير أكسيدية، وتتضمن المادة الخزفية غير الأكسيدية SiC، Si_3N_4، Ti_3SiC_2، Ti_4SiC_3، Ti_2AlC، Ti_3AlC_2، Cr_2AlC أو توليفات منها. في بعض التجسيدات، يتضمن طور خزفي واحد على الأقل مادة خزفية أكسيدية، وتتضمن المادة الخزفية الأكسيدية Co_3O_4، TiO_2، SiO_2، Fe_2O_3، Fe_3O_4، Mn_2O_3 أو توليفات منها.

في أحد التجسيدات، يشتمل الطلاء الخزفي المعدني على طور خزفي أول وطور خزفي ثاني تم تشتيته في المصفوفة المعدنية، ويتضمن الطور الخزفي الأول مادة خزفية غير أكسيدية، ويتضمن الطور الخزفي الثاني مادة خزفية أكسيدية. في تجسيدات أخرى، يتضمن الطلاء الخزفي المعدني طبقة خزفية معدنية أولى وطبقة خزفية معدنية ثانية. تتضمن الطبقة الخزفية المعدنية الأولى مصفوفة معدنية أولى ومادة خزفية غير أكسيدية مشتتة في المصفوفة المعدنية الأولى، وتتضمن الطبقة الخزفية المعدنية الثانية مصفوفة معدنية ثانية ومادة خزفية أكسيدية مشتتة في المصفوفة المعدنية الثانية.

في تجسيدات معينة، تتضمن المصفوفة المعدنية و/أو المادة الأساسية لأنبوب المبادل الحراري صُلب أو سبيكة فائقة أساسها النيكل.

يحتوي أنبوب المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية، في بعض التجسيدات، على طلاء خزفي معدني ذي موصلية حرارية أكبر من أو يساوي حوالي ٢٥ واط متر/كلفن، و، في بعض التجسيدات، معامل امتصاص للإشعاع الشمسي بنسبة ٩٠% على الأقل.

في تجسيدات معينة، يتم تهيئة الطلاء الخزفي المعدني على المادة الأساسية لأنبوب المبادل الحراري لتقليل أكسدة المادة الأساسية لأنبوب المبادل الحراري، ويمكن وضعه على طول الجزء الإشعاعي للمادة الأساسية لأنبوب المبادل الحراري.

في بعض التجسيدات، يحتوي الطور الخزفي للطلاء الخزفي المعدني على جزء بالحجم من حوالي ٠,٢ إلى حوالي ٠,٨ من الطلاء الخزفي المعدني. على سبيل المثال، في بعض التجسيدات، يكون للطبقة الخزفية المعدنية الأولى و/أو الطبقة الخزفية المعدنية الثانية جزء بالحجم من المادة الخزفية يتراوح من حوالي ٠,٢ إلى حوالي ٠,٨ من الطبقة الخزفية المعدنية الأولى.

كما يتم توجيه جوانب الكشف الحالي إلى طرق لتحضير مبادل حراري لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية مغطى بخزف معدني. في بعض التجسيدات، تتضمن الطريقة خطوات لوضع طلاء خزفي معدني على سطح أنبوب مبادل حراري، حيث يتضمن أنبوب المبادل الحراري مادة أساسية، وحيث يتضمن الطلاء الخزفي المعدني مصفوفة معدنية ذات طور خزفي واحد على الأقل مشتت في المصفوفة المعدنية. في تجسيدات معينة، تتضمن خطوة وضع الطلاء الخزفي المعدني طبقة خزفية معدنية أولى ووضع طبقة خزفية معدنية ثانية، حيث تتضمن الطبقة الخزفية المعدنية الأولى على مادة خزفية غير أكسيدية وتتضمن الطبقة الخزفية المعدنية الثانية مادة خزفية أكسيدية. يمكن أن تتضمن المادة الخزفية غير الأكسيدية على SiC، Si_3N_4، Ti_3SiC_2، Ti_4SiC_3، Ti_2AlC، Ti_3AlC_2، Cr_2AlC أو توليفات منها، وقد تشتمل المادة الخزفية الأكسيدية على Co_3O_4، TiO_2، SiO_2، Fe_2O_3، Fe_3O_4، Mn_2O_3 أو توليفات منها. في بعض التجسيدات، تتضمن المصفوفة المعدنية صُلب أو سبيكة فائقة أساسها النيكل.

كما يتم توجيه جوانب الكشف الحالي إلى أنظمة لنقل الحرارة الشمسية. في تجسيدات معينة، يتضمن النظام جهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية يتضمن واحد أو أكثر من أنابيب المبادلات الحرارية، حيث يتضمن واحد أو أكثر من أنابيب المبادلات الحرارية مادة و طلاء خزفي معدني يتم وضعه على طول سطح أنبوب المبادل الحراري، حيث يتضمن الطلاء الخزفي المعدني مصفوفة معدنية ذات طور خزفي واحد على الأقل مشتت في المصفوفة المعدنية.

سيتم فهم هذه الميزات والخصائص والجوانب والمزايا الأخرى للاختراع الحالي فهمًا أفضل بالإشارة إلى الوصف التالي وعناصر الحماية الملحقة. توضح الرسومات المرفقة، التي تم دمجها في جزء من هذا الوصف وتشكّل جزءًا منه، تجسيدات وفقًا للاختراع، وتعمل، جنبا إلى جنب مع الوصف، على شرح مبادئ الاختراع.

الوصف المختصر للرسومات

يتم ذكر كشف كامل وفعال للاختراع الحالي، بما في ذلك أفضل طريقة منه، الموجه إلى أحد أصحاب المهارات العادية في المجال، في هذا الوصف، والذي يشير إلى الرسومات الملحقة، وفيها:

الشكل ١ عبارة عن مسقط مقطعي عرضي تخطيطي لسطح أنبوب مبادل حراري تمثيلي لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأحد تجسيدات الكشف الحالي؛

الشكل ٢ عبارة عن مسقط مقطعي عرضي تخطيطي لمجموعة من أنابيب مبادلات حرارية لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأحد تجسيدات الكشف الحالي؛

الشكل ٣ عبارة عن مسقط مقطعي عرضي تخطيطي لمجموعة من أنابيب مبادلات حرارية لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأحد تجسيدات الكشف الحالي؛

الشكل ٤ عبارة عن رسم تخطيطي لنظام يتضمن أنبوب مبادل حراري لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأحد تجسيدات الكشف الحالي؛ و

الشكل ٥ عبارة عن مخطط سير عملية لطريقة تحضير أنابيب مبادلات حرارية مطلية لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأحد تجسيدات الكشف الحالي.

الوصف التفصيلي للاختراع

سيتم الإشارة الآن بالتفصيل إلى تجسيدات الاختراع، ويتم توضيح مثال واحد أو أكثر منها في الرسومات. يتم توفير كل مثال عن طريق شرح الاختراع، وليس تحديد الاختراع. في الواقع، سيكون من الواضح لأولئك المهرة في المجال أنه يمكن إجراء تعديلات وتنويعات مختلفة في الاختراع الحالي دون الخروج عن نطاق الاختراع أو روحه. على سبيل المثال، يمكن استخدام الميزات الموضحة أو الموصوفة كجزء من تجسيد واحد مع تجسيد آخر لإعطاء تجسيد إضافي. وبالتالي، فإن الغرض من الاختراع الحالي هو تغطية هذه التعديلات والاختلافات التي تدخل في نطاق عناصر الحماية الملحقة وما يكافئها.

عادةً ما يتم توفير طبقة طلاء خزفي معدني لأنابيب المبادلات الحرارية في أجهزة استقبال الطاقة الشمسية المركزية التي لا تبدي امتصاصًا عاليًا فحسب، ولكنها تبدي أيضًا موصلية حرارية عالية ومقاومة أكسدة عالية ومعامل تمدد حراري عالي ومتانة عالية للكسر. في تجسيدات معينة، قد يشتمل الطلاء الخزفي المعدني على مصفوفة معدنية ذات طور خزفي. قد يوفر الطلاء مقاومة للأكسدة عند درجات حرارة تشغيل عالية، مثل من حوالي ٥٠٠ درجة مئوية إلى حوالي ٧٥٠ درجة مئوية. في بعض التجسيدات، قد يشتمل الطلاء على واحد أو أكثر من المواد الخزفية غير الأكسيدية. قد توفر المواد الخزفية غير الأكسيدية موصلة حرارية عالية، مثل أكبر من حوالي ٣٠ واط متر/كلفن عند ٧٠٠ درجة مئوية. في بعض التجسيدات، قد يشتمل الطلاء على واحد أو أكثر من مواد خزفية

أكسيدية. قد توفر المواد الخزفية الأكسيدية مقاومة عالية للأكسدة وامتصاص للإشعاع الشمسي، مثل أكثر من ٩٠% تقريبًا.

توفر الطلاءات الخزفية المعدنية، في تجسيدات معينة، امتصاصًا عاليًا في الطيف الشمسي، ونقل حراري عالي، وتكون ثابتة في الهواء عند درجات حرارة عالية. على هذا النحو، فإن وضع الطلاء الخزفي المعدني، خاصة الطلاءات الخزفية المعدنية التي تشتمل على مصفوفة معدنية تتضمن أطوار خزفية مشتتة لمواد خزفية غير أكسيدية و/أو أكسيدية، يوفر امتصاص عالي، وبالتالي تحسين كفاءة جهاز استقبال الطاقة الشمسية، ويوفر نقل حراري عالي، ويكون مقاوم للأكسدة، وبالتالي يوفر الثبات في درجات الحرارة العالية.

قد تكون الطلاءات الخزفية المعدنية المتوفرة هنا مناسبة للاستخدام مع أجهزة استقبال الطاقة الشمسية المركزية، على سبيل المثال، لطلاء أنابيب مبادلات حرارية لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية. ومع ذلك، يمكن استخدام الطلاء الحالي أيضًا في العديد من التطبيقات الأخرى المختلفة، خاصة في التطبيقات التي يكون فيها نقل الحرارة، حماية الأكسدة عند درجات الحرارة المرتفعة و/أو تقليل الوزن من الأمور التي تثير القلق. على سبيل المثال، يمكن استخدام الطلاء الذي تم الكشف عنه حاليًا في تطبيقات مثل التوربينات الغازية والتوربينات البخارية والمبادلات الحرارية الأخرى.

كما هو مستخدم هنا، يشير "أنبوب المبادل الحراري" أو "أنابيب المبادلات الحرارية" بشكل عام إلى واحد أو أكثر من الأنابيب الأسطوانية المستخدمة في أجهزة استقبال الطاقة الشمسية المركزية لنقل الطاقة الشمسية إلى مائع النقل الحراري. تمتلك الأنابيب بشكل عام أجسام أسطوانية مطولة، ولكنها قد تكون أشكالًا مناسبة أخرى مثل مقطع عرضي مستطيل أو غير ذلك. يمكن صناعة الأنابيب من المعدن، مثل الصلب أو السبائك الفائقة (على سبيل المثال، السبائك الفائقة التي أساسها النيكل، السبائك الفائقة التي أساسها الكوبالت، أو السبائك الفائقة التي أساسها الحديد) أو مواد مناسبة أخرى لتحمل درجات حرارة عالية. كما هو مستخدم هنا، يشير تعبير "ركيزة أنبوب المبادل الحراري" أو "المادة الأساسية للمبادل الحراري" بشكل عام إلى المادة التي تُصنع منها أنابيب المبادلات الحرارية، مثل المعدن أو المادة المناسبة الأخرى. كما هو مستخدم هنا، يشير "السطح الخارجي لأنبوب (أنابيب) مبادل حراري" بشكل عام إلى السطح الأبعد لواحد أو أكثر من أنابيب المبادلات الحرارية. والسطح الأبعد هو الذي سيتم كشفه للبيئة بدون طلاء خزفي معدني حالي. بمعنى أكثر تحديدًا، سواء كان أنبوب المبادل الحراري يشتمل على طبقة أو أكثر من المواد، فإن السطح الخارجي للطبقة الخارجية سيُعتبر بشكل عام "السطح الخارجي لأنبوب (أنابيب) المبادل الحراري".

كما هو موضح أدناه، قد يكون واحد أو أكثر من أنابيب المبادلات الحرارية مطليًا جزئيًا على الأقل بالطلاء الخزفي المعدني الذي يتم الكشف عنه حاليًا. على سبيل المثال، يمكن للطلاء الخزفي

المعدني الذي تم الكشف عنه أن يطلي واحد أو أكثر من أنابيب مبادلات حرارية بدرجات مختلفة دون الانحراف عن القصد من الكشف الحالي. كما هو مستخدم هنا، يشير "السطح المشع" أو "السطح المشع لأنبوب (الأنابيب)المبادل الحراري" بشكل عام إلى سطح أنبوب (أنابيب) المبادل الحراري الذي يواجه الإشعاع الشمسي القادم، أي، الإشعاع الشمسي الذي يدخل جهاز استقبال الطاقة الشمسية المركزي. يمكن أن يكون السطح المشع لأنبوب (أو أنابيب) المبادل الحراري جزءًا على الأقل من السطح الخارجي لأنبوب (أنابيب) المبادل الحراري أو يمكن أن يكون السطح الخارجي الكامل لأنبوب (أنابيب) المبادل الحراري. في تجسيدات معينة من الكشف الحالي، فإن الطلاء الخزفي المعدني الذي تم الكشف عنه هنا يطلي جزءًا على الأقل من السطح المشع لأنبوب (أنابيب) المبادل الحراري، بينما في التجسيدات الأخرى للكشف الحالي، فإن الطلاء الخزفي يطلي بالكامل السطح المشع للأنبوب (أنابيب) المبادل الحراري.

في بعض التجسيدات، يمكن وضع الطلاء الخزفي المعدني على السطح الخارجي للمبادل الحراري بحيث يكون للطلاء الخزفي المعدني سطح خارجي خشن. قد يزيد السطح الخارجي الخشن من السطح الحقيقي لأنبوب المبادل الحراري بحوالي ١٠٥% أو أكثر، مثل حوالي ١١٠% إلى حوالي ١٣٠%، مقارنةً بالسطح الهندسي لأنبوب المبادل الحراري.

كما هو مستخدم هنا، يشير "طلاء خزفي معدني" إلى تركيبة تشتمل على كلا من معدن وخزف. في بعض التجسيدات، تشتمل التركيبة على مصفوفة معدنية ذات طور خزفي تم تشتيته في جميع أنحاء المصفوفة، والتي يمكن أن يُشار إليها بشكل أكثر تحديدًا باسم "مصفوفة معدنية-مركب خزفي" أو " مصفوفة معدنية-طلاء خزفي". قد يتم تشتت الطور الخزفي بشكل منتظم في جميع أنحاء المصفوفة المعدنية أو تشتيته في أقسام منفصلة من المصفوفة المعدنية. على سبيل المثال، قد يتم تشتت الطور خزفي في قسم خارجي من المصفوفة المعدنية أو تشتيته في قسم داخلي من المصفوفة المعدنية. من الممكن وجود تباينات في تشتيت الطور الخزفي دون الانحراف عن القصد من الكشف الحالي. في هذا التجسيد، يمكن أن يكون الطور خزفي طورًا متقطعًا داخل المصفوفة المعدنية أو طورًا مستمرًا داخل المصفوفة المعدنية.

كما هو مستخدم هنا، يشير التعبير "طبقة خزفية معدنية أولى" و " طبقة خزفية معدنية ثانية" بشكل عام إلى طبقات من التركيبات التي تشتمل على كلا من المعدن والخزف. في بعض التجسيدات، قد توجد كل من الطبقة الخزفية المعدنية الأولى و الطبقة الخزفية المعدنية الثانية. في هذه التجسيدات، يتم وضع الطبقة الخزفية المعدنية الأولى بشكل عام بين أنبوب المبادل الحراري و الطبقة الخزفية المعدنية الثانية. قد يتم وضع الطبقة الخزفية الأولى مباشرة بجوار السطح الخارجي لأنبوب المبادل

الحراري بحيث تلمس الطبقة الخزفية المعدنية بشكل مادي أنبوب المبادل الحراري الذي يقلل من تعرض السطح الخارجي لأنبوب المبادل الحراري إلى البيئة الخارجية.

يمكن أن يشتمل "المعدن" في الطلاء الخزفي المعدني، مثل "المصفوفة المعدنية" على أي معدن مناسب وقد يكون سبيكة معدنية. على سبيل المثال، في تجسيدات معينة، يمكن أن يكون المعدن عبارة عن سبيكة معدنية، مثل سبيكة فائقة أساسها النيكل -(Ni)، سبيكة فائقة أساسها الكوبالت -(Co) ، سبيكة فائقة أساسها الحديد (Fe)، أو سبيكة صُلب عالية. قد يكون المعدن المستخدم في الطلاء الخزفي المعدني مماثلًا أو مشابهًا للمعدن أو تركيبة المادة الأساسية لأنبوب المبادل الحراري.

كما هو مستخدم هنا، تشير "مادة خزفية غير أكسيدية" إلى مادة خزفية التي تفتقر إلى مكون أكسيد. في المقابل، تشير "مادة خزفية أكسيدية" إلى مادة خزفية تشتمل على مكون أكسيد. في بعض التجسيدات، قد يشتمل الطلاء الخزفي المعدني على واحدة أو أكثر من المواد الخزفية غير الأكسيدية، بينما في بعض التجسيدات، قد يشتمل الطلاء الخزفي المعدني على مادة أو أكثر من المواد الخزفية الأكسيدية. بالإضافة إلى ذلك، في بعض التجسيدات، قد يشتمل الطلاء الخزفي المعدني على مادة خزفية غير أكسيدية واحدة على الأقل ومادة خزفية أكسيدية واحدة على الأقل.

تتضمن المواد الخزفية غير الأكسيدية، على سبيل المثال، كربيد السيليكون (SiC)، نيتريد السيليكون (Si_3N_4)، كربيد سيليكون التيتانيوم (على سبيل المثال، Ti_3SiC_2، Ti_4SiC_3)، كربيد ألومنيوم التيتانيوم (على سبيل المثال، Ti_2AIC، Ti_3AlC_2)، كربيد ألومنيوم الكروم (Cr_2AlC) وتوليفات منها.

تتضمن المواد الخزفية الأكسيدية، على سبيل المثال، أكسيد الكوبالت (على سبيل المثال Co_3O_4) وثاني أكسيد التيتانيوم (TiO_2) وأكسيد السيليكون (SiO_2) أكسيد الحديد (على سبيل المثال Fe_2O_3 وFe_3O_4) وأكسيد المنجنيز (على سبيل المثال، Mn_2O_3) وتوليفات منها.

يفضل أن يكون للطلاء الخزفي المعدني موصلية حرارية عالية، مثل أكبر من حوالي ١٠ واط متر/كلفن، أو أكبر من حوالي ١٥ واط متر/كلفن أو حوالي ٢٠ واط متر/كلفن، مثل أكبر من حوالي ٢٥ واط متر/كلفن. على نحو مفضل، يكون معدل الأكسدة للطلاء الخزفي المعدني في درجات حرارة تتراوح بين حوالي ٥٠٠ درجة مئوية إلى حوالي ٧٥٠ درجة مئوية للمركب أقل بنسبة ٣٠% على الأقل من مادة أنبوب المبادل الحراري المقابلة بدون الطلاء الخزفي المعدني. بمعنى أكثر تحديدًا، في تجسيدات معينة، يوفر الطلاء الخزفي المعدني انخفاضًا بنسبة ٣٠% في معدل الأكسدة مقارنةً بمادة أنبوب المبادل الحراري بدون الطلاء الخزفي المعدني. بالإضافة إلى ذلك، يوفر الطلاء الخزفي المعدني، في تجسيدات معينة، معامل امتصاص عالي، مثل على الأقل حوالي ٨٠% (على سبيل

المثال، حوالي ٨٥% إلى حوالي ٩٩%). وجد المخترعون أن الطلاء الخزفي المعدني قد يكون له معامل امتصاص لا يقل عن ٩٠%.

يبين الشكل ١ مسقط مقطعي عرضي تخطيطي لأنبوب مبادل حراري ١٠ لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية (على سبيل المثال، كما هو موضح في الشكل ٤) وفقًا لأحد تجسيدات الكشف الحالي. في التجسيد الموضح في الشكل ١، يتضمن أنبوب المبادل الحراري ١٠ مادة أساسية لمبادل حراري ١٢ لها طلاء ١١ على سطحها ١٢أ. يتضمن الطلاء ١١ من التجسيد الموضح طبقة خزفية معدنية أولى ١٤ و طبقة خزفية معدنية ثانية ١٦. كما هو موضح في الشكل ١، في هذا التجسيد، تتضمن الطبقة الخزفية المعدنية الأولى ١٤ مصفوفة معدنية أولى ١٨ وطور خزفي أول ٢٠. كما هو موضح أيضًا في الشكل ١، في هذا التجسيد، تتضمن الطبقة الخزفية المعدنية الثانية ١٦ مصفوفة معدنية ثانية ٢٢ وطور خزفي ثاني ٢٤. يمكن أن تكون المصفوفة المعدنية الأولى ١٨ والمصفوفة المعدنية الثانية ٢٢ من نفس المادة أو قد تكون من مواد مختلفة. وبالمثل، قد يكون الطور الخزفي الأول ٢٠ و الطور الخزفي الثاني ٢٤ من نفس المادة أو من مواد مختلفة. في تجسيدات معينة، قد يشتمل الطور الخزفي الأول ٢٠ على مادة غير أكسيدية، في حين قد يشتمل الطور الخزفي الثاني ٢٤ على مادة أكسيدية. في تجسيدات أخرى، قد يشتمل الطور الخزفي الثاني ٢٤ على مادة غير أكسيدية، في حين قد يشتمل الطور الخزفي الأول ٢٠ على مادة أكسيدية. بالإضافة إلى ذلك، قد تتضمن تجسيدات أخرى للكشف الحالي كلا من الطورين الخزفيين ٢٠ و ٢٤ الذي يشتمل على توليفة مواد خزفية أكسيدية وغير أكسيدية.

كما هو موضح في الشكل ١، يتم تشتيت كل من الطورين الخزفيين ٢٠ و ٢٤ في المصفوفة المعدنية المعنية ١٨، ٢٢ لكل من الطبقات الخزفية المعدنية ١٤، ١٦ للطلاء. في تجسيدات معينة، يكون الجزء بالحجم من الطور الخزفي للطبقة الخزفية المعدنية المعنية و/أو كامل الطلاء الخزفي المعدني من حوالي ٠,٢ إلى حوالي ٠,٨، مثل حوالي ٠,٢، حوالي ٠,٣، حوالي ٠,٤، حوالي ٠,٥، حوالي ٠,٦ حوالي ٠,٧ أو حوالي ٠,٨.

يمكن وضع الطلاء الخزفي المعدني ١١ (على سبيل المثال، الطبقات الخزفية المعدنية) على أنبوب (أنابيب) المبادل الحراري بأي طريقة مناسبة، مثل رذاذ الغاز البارد (GDCS)، رذاذ اللهب (على سبيل المثال، رذاذ البلازما الجوي (APS)، وقود الأكسجين عالي السرعة (HVOF))، رذاذ قوس الأسلاك، لحام النحاس الرقائقي، الكسوة الليزر، أو توليفات منها.

كما هو مبين في الشكل ١، يتم وضع الطبقة الخزفية المعدنية الأولى ١٤ على طول السطح الخارجي ١٢أ من المادة الأساسية لأنبوب المبادل الحراري ١٢. في بعض التجسيدات، يتم وضع الغلاف ١١ على طول المادة الأساسية لأنبوب المبادل الحراري ١٢ بحيث تكون واحدة على الأقل

من الطبقات ١٤ و ١٦ "غير مسربة للغاز" لتجنب أكسدة المادة الأساسية لأنبوب المبادل الحراري ١٢. بمعنى أكثر تحديدًا، يتم وضع الطلاء الخزفي المعدني ١١ على طول السطح الخارجي ١٢أ للمادة الأساسية لأنبوب المبادل الحراري ١٢ لمنع غازات، مثل الأكسجين، من الدخول إلى السطح البيني بين المادة الأساسية لأنبوب المبادل الحراري و الطلاء الخزفي المعدني ١١ (على سبيل المثال، الطبقة ١٤). هذا التكوين قد يقلل من أكسدة المواد الأساسية لأنبوب المبادل الحراري ١٢، وبالتالي، يحسن من نقل الحرارة والكفاءة. يمكن أن يقلل هذا التكوين أيضًا من حدوث تشظية الطلاء ١١.

في التجسيد الموضح في الشكل ١، يكون أنبوب المبادل الحراري ١٢ مطليا بطبقتين من الطبقات الخزفيات المعدنية هما الطبقة الخزفية المعدنية الأولى ١٤ و الطبقة الخزفية المعدنية الثانية ١٦. في تجسيدات أخرى، قد يشتمل الطلاء ١١ على ثلاثة أو أربعة أو خمسة طبقات خزفية معدنية أو أكثر بحيث تشتمل كل طبقة على تكوينات مختلفة من المعدن والخزف. بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام الطلاء الخزفي المعدني ١١ بالاقتران مع طبقات أخرى من المواد لزيادة تحسين نقل الحرارة وثباتها.

الشكل ٢ عبارة عن مسقط مقطعي عرضي تخطيطي لمجموعة ٢٥ من أنابيب المبادلات الحرارية ٢٦، ٢٨، ٣٠ لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأحد تجسيدات الكشف الحالي. يتضمن التجسيد الموضح في الشكل ٢ مجموعة من أنابيب مبادل الحرارة (العناصر ٢٦ و ٢٨ و٣٠). في التجسيد الموضح في الشكل ٢، يتم فقط طلاء جزء من السطح الخارجي (العناصر ٢٦أ، ٢٨أ، و٣٠أ على التوالي) لكل أنبوب مبادل حراري (العناصر ٢٦، ٢٨، و ٣٠ على التوالي) بالطلاء الخزفي المعدني ٣٢. يتضمن كل أنبوب مبادل حراري ٢٦، ٢٨، ٣٠ أيضًا سطحًا داخليًا (العناصر ٢٦ب، ٢٨ب، و ٣٠ب، على التوالي)، والتي تتلامس مع مائع نقل الحرارة لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية. في هذا التجسيد، يتم طلاء الجزء الذي تم تعريضه للأشعة من السطح الخارجي ٢٦أ، ٢٨أ، و ٣٠أ لكل أنبوب مبادل حراري ٢٦، ٢٨، و ٣٠ باستخدام الطلاء الخزفي المعدني ٣٢. يمكن أن يشتمل الطلاء الخزفي المعدني ٣٢ على طبقة خزفية معدنية أو أكثر (على سبيل المثال، كما هو موضح في الشكل ١) ويمكن أن يشتمل على مجموعة متنوعة من توليفات من المواد الخزفية الأكسيدية وغير الأكسيدية. على نحو مفضل، يشتمل الطلاء الخزفي المعدني ٣٢ على مادة خزفية غير أكسيدية واحدة على الأقل و مادة خزفية أكسيدية واحدة على الأقل تم تشتيتها في مصفوفة معدنية واحدة أو أكثر.

يوضح الشكل ٣ مسقط مقطعي عرضي تخطيطي لمجموعة ٣٥ من أنابيب المبادلات الحرارية (العناصر ٣٤ و ٣٦ و ٣٨) لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأحد تجسيدات الكشف الحالي. يتضمن التجسيد الموضح في الشكل ٣ مجموعة ٣٥ من أنابيب مبادلات حرارية ٣٤

و ٣٦ و ٣٨. في التجسيد الموضح في الشكل ٣، يتم طلاء السطح الخارجي (العناصر ٣٤أ، ٣٦أ، و٣٨أ على التوالي) لكل أنبوب مبادل حراري (العناصر ٣٤، ٣٦، و٣٨ على التوالي) بالطلاء الخزفي المعدني ٤٠. يتضمن كل أنبوب مبادل حراري ٣٤، ٣٦، و ٣٨ أيضًا سطحًا داخليًا (العناصر ٣٤ب، ٣٦ب، و ٣٨ب، على التوالي)، والتي تتلامس مع مائع نقل الحرارة لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية. في هذا التجسيد، يتم طلاء الجزء الذي تم تعريضه للأشعة من السطح الخارجي ٣٤أ، ٣٦أ، و ٣٨أ من كل أنبوب مبادل حراري ٣٤، ٣٦، و ٣٨ بالإضافة إلى جزء من الأنبوب الذي لا يواجه أشعة الشمس الواردة باستخدام الطلاء الخزفي المعدني ٤٠. قد يشتمل الطلاء الخزفي المعدني ٤٠ على طبقة أو أكثر من الطبقات الخزفية المعدنية وقد يشتمل على مجموعة متنوعة من توليفات من المواد الخزفية الأكسيدية وغير الأكسيدية. على نحو مفضل، يشتمل الطلاء الخزفي المعدني ٤٠ على مادة خزفية غير أكسيدية واحدة على الأقل ومادة خزفية أكسيدية واحدة على الأقل تم تشتيتها في مصفوفة معدنية واحدة أو أكثر.

الشكل ٤ عبارة عن رسم تخطيطي لنظام ١٠٠ يتضمن أنبوب مبادل حراري لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية مغلف بطلاء خزفي معدني وفقًا لأحد تجسيدات الكشف الحالي. يتضمن النظام الحراري الشمسي ١٠٠ الموضح في الشكل ٤ على جهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية ١٢٠ يتضمن واحدًا أو أكثر من أنابيب المبادلات الحرارية ١٦٠ الذي يتدفق فيه مائع نقل الحرارة. في التجسيد الموضح في الشكل ٤، يتم طلاء واحد أو أكثر من أنابيب المبادلات الحرارية ١٦٠ باستخدام طلاء خزفي معدني ١٤٠ كما هو موضح هنا. يوضح الشكل ٤ أيضًا اتجاه الطاقة الشمسية المنعكسة على واحدة أو أكثر من الهليوستات ١٨٠ إلى جهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية ١٢٠ حيث تسخن الطاقة مائع نقل الحرارة المتدفق في أنابيب المبادلات الحرارية ١٦٠. بينما لا يظهر ذلك في الشكل ٤، يتم بعد ذلك استخدام مائع نقل الحرارة المسخَّن لتوليد الكهرباء من خلال مجموعة متنوعة من الأساليب المختلفة كما هو معروف في المجال.

الشكل ٥ عبارة عن مخطط سير عملية لطريقة تحضير أنابيب مبادلات حرارية مطلية لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأحد تجسيدات الكشف الحالي. كما هو موضح في الشكل ٥، في هذا التجسيد، تشتمل الطريقة ٢٠٠ على وضع طبقة خزفية معدنية أولى على سطح أنبوب المبادل الحراري ٢٤٠ ووضع طبقة خزفية معدنية ثانية على الطبقة الخزفية المعدنية الأولى ٢٦٠. يمكن وضع الطبقات الخزفية المعدنية بواسطة أي طريقة مناسبة مثل رذاذ الغاز البارد، HVOF، APS، رذاذ القوس السلكي، لحام النحاس الرقائقي، الكسوة بالليزر، أو توليفات منها. قد تشتمل الطريقة على معالجات أخرى لأنابيب المبادلات الحرارية بين كل تطبيق للطبقة الخزفية المعدنية لزيادة تحسين نقل الحرارة وثباتها.

قد تشتمل التجسيدات الأخرى على ثلاثة أو أربعة أو خمسة تطبيقات وضع الطبقات الخزفية المعدنية أو أكثر بحيث تشتمل كل طبقة على توليفات مختلفة من المعدن والخزف. قد يتم وضع الطبقات الخزفية المعدنية على جزء على الأقل من السطح الخارجي لأنابيب المبادلات الحرارية ومن الممكن أن تتباين درجة تغطية أنبوب المبادل الحراري بكل طبقة خزفية معدنية وقد تعتمد على تركيبة الطبقة الخزفية المعدنية. يمكن أن تشتمل الطبقات الخزفية المعدنية على واحدة أو أكثر من المواد الخزفية الأكسيدية وغير الأكسيدية. على نحو مفضل، يشتمل الطلاء الخزفي المعدني الذي يتضمن الطبقات الخزفية المعدنية على مادة خزفية غير أكسيدية واحدة على الأقل و مادة خزفية أكسيدية واحدة على الأقل تم تشتيتها في واحدة أو أكثر من المصفوفات المعدنية.

في حين يركز الوصف أعلاه على وضع طلاء خزفي معدني تم الكشف عنه حاليًا لأنابيب المبادلات الحرارية لأجهزة الاستقبال المركزية الشمسية، يمكن أيضًا استخدام الطلاء الحالي في تطبيقات أخرى مختلفة، خاصة في التطبيقات التي تكون فيها نقل الحرارة، حماية الأكسدة عند درجات الحرارة المرتفعة و/أو تقليل الوزن من الأمور التي تثير القلق. على سبيل المثال، يمكن استخدام الطلاء الذي تم الكشف عنه حاليًا في تطبيقات مثل التوربينات الغازية والتوربينات البخارية والمبادلات الحرارية الأخرى.

يستخدم هذا الوصف المكتوب أمثلة للكشف عن الاختراع، بما في ذلك أفضل وضع، وكذلك تمكين أي شخص ماهر في المجال من ممارسة الاختراع، بما في ذلك صنع واستخدام أي أجهزة أو أنظمة وتنفيذ أية طرق مدمجة. يتم تعريف نطاق الاختراع القابل للاختراع من خلال عناصر الحماية، وقد يتضمن أمثلة أخرى تحدث لأولئك المهرة في المجال. وتهدف هذه الأمثلة الأخرى إلى أن تكون ضمن نطاق عناصر الحماية إذا تضمنت عناصر بنائية لا تختلف عن اللغة الحرفية لعناصر الحماية، أو إذا تضمنت عناصر بنائية مكافئة مع اختلافات غير جوهرية عن اللغة الحرفية لعناصر الحماية.

عناصر الحماية

١. أنبوب مبادل حراري لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية، حيث يشتمل على:

أنبوب مبادل حراري يحدد سطحًا، حيث يشتمل أنبوب المبادل الحراري على مادة أساسية؛ و

طلاء خزفي معدني يتم وضعه على طول سطح المبادل الحراري، حيث يشتمل الطلاء الخزفي المعدني على مصفوفة معدنية ذات طور خزفي واحد على الأقل يتم تشتيته في المصفوفة المعدنية.

٢. أنبوب المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية وفقًا لعنصر الحماية ١، حيث يشتمل طور خزفي واحد على الأقل على مادة خزفية غير أكسيدية، وحيث تشتمل المادة الخزفية غير الأكسيدية على SiC، Si_3N_4، Ti_3SiC_2، Ti_4SiC_3، Ti_2AlC، Ti_3AlC_2، Cr_2AlC أو توليفات منها.

٣. أنبوب المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية وفقًا لعنصر الحماية ١ أو عنصر الحماية ٢، حيث يشتمل طور خزفي واحد على الأقل على مادة خزفية أكسيدية، وحيث تشتمل المادة الخزفية الأكسيدية على Co_3O_4، TiO_2، SiO_2، Fe_2O_3، Fe_3O_4، Mn_2O_3 أو توليفات منها.

٤. أنبوب المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأي عنصر حماية سابق، حيث يشتمل الطلاء الخزفي المعدني على طور خزفي أول و طور خزفي ثانٍ تم تشتيته في المصفوفة المعدنية، وحيث يشتمل الطور الخزفي الأول على مادة خزفية غير أكسيدية ويشتمل الطور الخزفي الثاني على مادة خزفية أكسيدية.

٥. أنبوب المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأي عنصر حماية سابق، حيث يشتمل الطلاء الخزفي المعدني على طبقة خزفية معدنية أولى و طبقة خزفية معدنية ثانية، حيث تشتمل الطبقة الخزفية المعدنية الأولى على مصفوفة معدنية أولى و مادة خزفية غير أكسيدية تم تشتيتها في المصفوفة المعدنية الأولى، وحيث تشتمل الطبقة الخزفية المعدنية الثانية على مصفوفة معدنية ثانية و مادة خزفية أكسيدية تم تشتيتها في المصفوفة المعدنية الثانية.

٦. أنبوب المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأي عنصر حماية سابق، حيث تشتمل المصفوفة المعدنية على صُلب أو سبيكة فائقة أساسها النيكل.

٧. أنبوب المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأي عنصر حماية سابق، حيث تشتمل المادة الأساسية لأنبوب المبادل الحراري على صُلب أو سبيكة فائقة أساسها النيكل.

٨. أنبوب المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأي عنصر حماية سابق، حيث تكون الموصلية الحارية للطلاء الخزفي المعدني أكبر من أو تساوي حوالي ٢٥ واط متر/كلفن.

٩. أنبوب المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأي عنصر حماية سابق، حيث يكون معامل الامتصاص للإشعاع الشمسي للطلاء الخزفي المعدني ٩٠% على الأقل.

١٠. أنبوب المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأي عنصر حماية سابق، حيث يتم تهيئة الطلاء الخزفي المعدني على المادة الأساسية لأنبوب المبادل الحراري لتقليل أكسدة المادة الأساسية لأنبوب المبادل الحراري.

١١. أنبوب المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأي عنصر حماية سابق، حيث يتم وضع الطلاء الخزفي المعدني على طول الجزء الإشعاعي للمادة الأساسية لأنبوب المبادل الحراري.

١٢. أنبوب المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأي عنصر حماية سابق، حيث يشتمل الطور خزفي على جزء بالحجم من الطلاء الخزفي المعدني يتراوح من حوالي ٠,٢ إلى حوالي ٠,٨.

١٣. أنبوب المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأي من عناصر الحماية من ٥ إلى ١٢، حيث تشتمل الطبقة الخزفية المعدنية الأولى على جزء بالحجم من المادة الخزفية للطبقة الخزفية المعدنية الأولى يتراوح من حوالي ٠,٢ إلى حوالي ٠,٨.

١٤. أنبوب المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية وفقًا لأي من عناصر الحماية من ٥ إلى ١٣، حيث تشتمل الطبقة الخزفية المعدنية الثانية على جزء بالحجم من المادة الخزفية للطبقة الخزفية المعدنية الثانية يتراوح من حوالي ٠,٢ إلى حوالي ٠,٨.

١٥. طريقة لتحضير مبادل حراري لجهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية مطلي بالخزف المعدني، حيث تشتمل الطريقة على:

وضع طلاء خزفي معدني على سطح أنبوب مبادل حراري، حيث يشتمل أنبوب المبادل الحراري على مادة أساسية، وحيث يشتمل الطلاء الخزفي المعدني على مصفوفة معدنية ذات طور خزفي واحد على الأقل تم تشتيته في المصفوفة المعدنية.

١٦- طريقة تحضير المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية المطلي بالخزف المعدني وفقًا لعنصر الحماية ١٥، حيث يشتمل وضع الطلاء الخزفي المعدني على وضع طبقة خزفية معدنية أولى ووضع طبقة خزفية معدنية ثانية، حيث تشتمل الطبقة الخزفية المعدنية

الأولى على مادة خزفية غير أكسيدية وتشتمل الطبقة الخزفية المعدنية الثانية على مادة خزفية أكسيدية.

١٧. طريقة تحضير المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية المطلي بالخزف المعدني وفقًا لعنصر الحماية ١٦، حيث تشتمل المادة الخزفية غير الأكسيدية على SiC، Si_3N_4، Ti_3SiC_2، Ti_4SiC_3، Ti_2AlC، Ti_3AlC_2، Cr_2AlC أو توليفات منها.

١٨. طريقة تحضير المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية المطلي بالخزف المعدني وفقًا لعنصر الحماية ١٦ أو عنصر الحماية ١٧، حيث تشتمل المادة الخزفية الأكسيدية على Co_3O_4، TiO_2، SiO_2، Fe_2O_3، Fe_3O_4، Mn_2O_3 أو توليفات منها.

١٩. طريقة تحضير المبادل الحراري لجهاز الاستقبال المركزي للطاقة الشمسية المطلي بالخزف المعدني وفقًا لأي من عناصر الحماية ١٥ إلى ١٨، حيث تشتمل المصفوفة المعدنية على صُلب أو سبيكة فائقة أساسها النيكل.

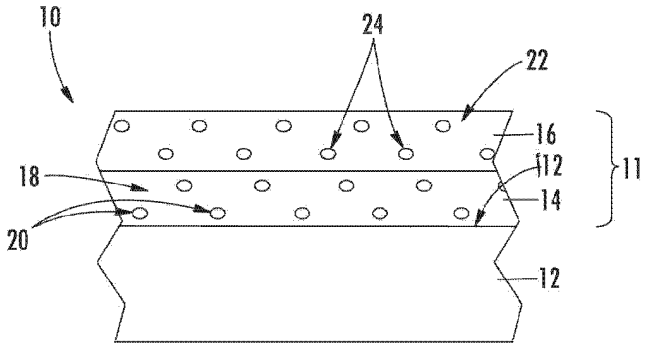
٢٠. نظام لنقل الحرارة الشمسية، حيث يشتمل على:

جهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية يشتمل على واحد أو أكثر من أنابيب المبادلات الحرارية،

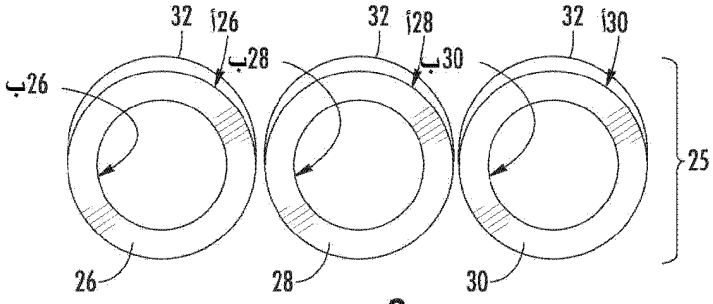
حيث يشتمل واحد أو أكثر من أنابيب المبادلات الحرارية على مادة و طلاء خزفي معدني يتم وضعه على طول سطح أنبوب المبادل الحراري، حيث يشتمل طلاء الخزفي المعدني على مصفوفة معدنية ذات طور خزفي واحد على الأقل تم تشتيته في المصفوفة المعدنية.

٢١. نظام لنقل الحرارة الشمسية، حيث يشتمل على:

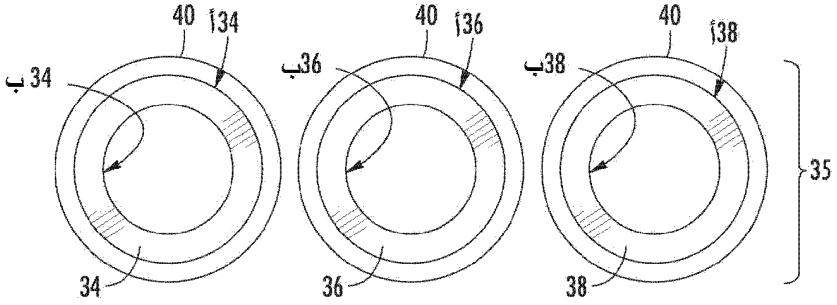
جهاز استقبال مركزي للطاقة الشمسية يشتمل على واحد أو أكثر من أنابيب المبادلات الحرارية وفقًا لأي من عناصر الحماية من ١ إلى ١٤.



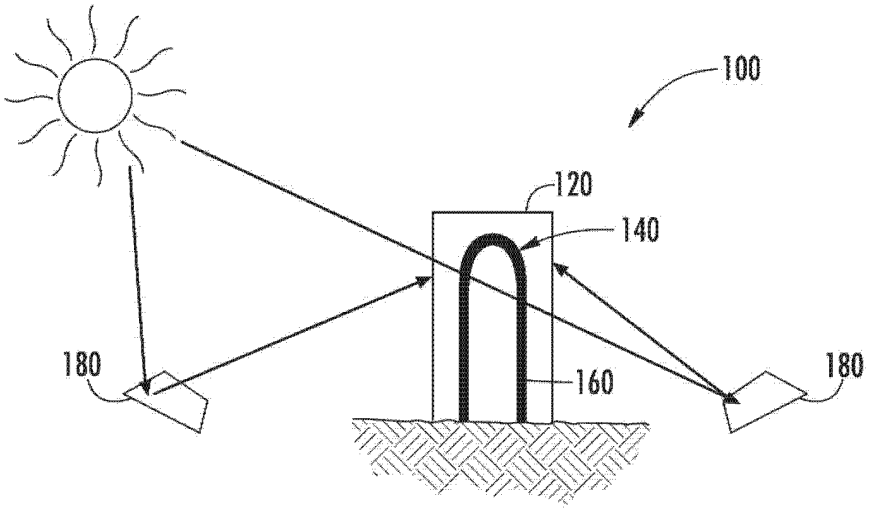
الشكل 1



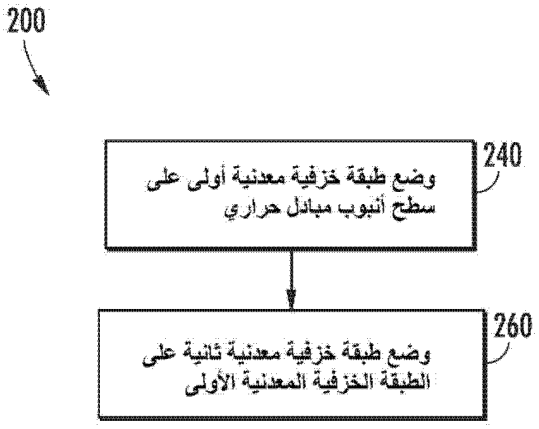
الشكل 2



الشكل 3



الشكل 4



الشكل 5

MA 44553A1

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 : 44553	Date de dépôt:12/07/2017 Date d'entrée en phase nationale : 10/01/2019 Date de priorité: 15/07/2016
Déposant : GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH	
Intitulé de l'invention : REVÊTEMENT CÉRAMIQUE-MÉTAL POUR TUBES D'ÉCHANGEUR DE CHALEUR DE RÉCEPTEUR SOLAIRE CENTRAL ET SES PROCÉDÉS DE PRÉPARATION	

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 brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com, et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.

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 forme et de clarté
- ☐ Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention
- ☐ Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité
- ☒ Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Examinateur: Mohamed EL KINANI	**Date d'établissement du rapport** : 08/07/2020
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	

ROYAUME DU MAROC OFFICE MAROCAIN de la PROPRIETE INDUSTRIELLE et COMMERCIALE CASABLANCA

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
  11 Pages
- Revendications
  1-21
- Planches de dessin
  2 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : C23C28/02, F24J2/48, F24J2/07
CPC : C23C28/02

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, IEEE, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
Y	US 2013344238 A1 ; CLAVIJO RIVERA ERIKA PATRICIA [ES] ET AL ; 26-12-2013	1-21
Y	JPS57155396 A ; MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD; 25-09-1982	1-21
Y	US7740948B1 ; ALVIN MARY ANNE [US]; 22-06-2010	1-21
Y	US5000248 ; NEWKIRK MARC S [US] ET AL ; 19-03-1991	2,3

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

Nouveauté	Revendications 1-21 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications aucune Revendications 1-21	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-21 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 2013344238 A1
D2 : JPS57155396 A
D3 : US7740948 B1
D4 : US5000248 A

1. Nouveauté

Aucun document de l'état de la technique ne divulgue Un tube d'échangeur de chaleur de récepteur solaire central, ni un procédé de préparation d'un échangeur de chaleur de récepteur solaire central revêtu, ni un système de transfert de chaleur solaire telle que décrits dans les revendications 1, 15, 20 et 21.

D'où l'objet des revendications 1, 15, 20 et 21 est considéré comme nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

par conséquent, l'objet des revendications dépendantes 2-14; 16-19 est également considéré comme nouveau.

1. Activité inventive

Le document D1 considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication indépendante 1 divulgue (paragraphe [0001]-paragraphe [0088]; figures 1,2) un tube d'échangeur de chaleur de récepteur solaire central (le récepteur 9 est formé par des tubes (paragraphe [0016] et figure 2), comprenant un tube d'échangeur de chaleur définissant une surface, le tube d'échangeur de chaleur comprenant un matériau de base.

Le tube connu de D1 comprend un revêtement disposé le long de la surface du tube d'échangeur de chaleur, qui est durci et vitrifié (voir paragraphes 0013-0023).

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de ce tube connu en ce que ledit revêtement est un revêtement métal-céramique, le revêtement métal-céramique comprenant une matrice métallique avec au moins une phase céramique dispersée dans la matrice

métallique.

Le problème technique objectif à résoudre par cette caractéristique peut être considéré comme augmenter la résistance à la chaleur du revêtement.

Cependant, il est généralement connu de l'homme du métier d'utiliser un revêtement métal-céramique, le revêtement métal-céramique comprenant une matrice métallique avec au moins une phase céramique dispersée dans la matrice métallique, pour augmenter la résistance à la chaleur d'un revêtement : voir D2 (résumé; figure 2, revendications 1, 2). Il serait donc évident pour l'homme du métier, d'appliquer cette caractéristique, avec un effet correspondant à un tube central d'échangeur de chaleur de récepteur solaire selon D1, afin d'obtenir un tube central d'échangeur de chaleur de récepteur solaire selon la revendication 1.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 n'implique pas d'activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Le même raisonnement s'applique, mutatis mutandis, à l'objet des revendications 15, 20, 21, qui n'implique également pas d'activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications dépendantes 2-14, 16-19 ne contiennent pas de caractéristiques supplémentaires qui satisfont aux exigences de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 en matière d'activité inventive, du fait que lesdites revendications 2-14, resp.16-19, présentent de légers changements de construction dans le tube d'échangeur de chaleur de récepteur solaire central de la revendication 1, resp. la méthode de la revendication 15, qui s'inscrivent dans les pratiques courantes de l'homme du métier, voir par exemple pour les revendications 2, 3 :D4 (colonne 19, lignes 38-64); pour la revendication 7 : voir par exemple D3 (figures 1. 2).

2. Application industrielle

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