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 35786 B1**

(51) Cl. internationale :
**F24J 2/00**

(43) Date de publication :
**01.12.2014**

(21) N° Dépôt :
**35648**

(22) Date de Dépôt :
**08.02.2013**

(71) Demandeur(s) :
**SENER INGENIERIA Y SISTEMAS S.A, AVDA DE ZUGAZARTE 56 E-48930 LAS ARENAS GETXO VIZCAYA (ES)**

(72) Inventeur(s) :
**LATA PEREZ, Jesus Maria ; BAYON SANZ, Pedro Angel**

(74) Mandataire :
**SMAS INTELLECTUAL PROPERTY**

(54) Titre : **PANNEAU DE RECEPTION D'ENERGIE SOLAIRE**

(57) Abrégé : L'invention se rapporte à des cellules de réception de l'énergie solaire.

# خلايا استقبال طاقة شمسية

## الملخص

يتعلق الاختراع الراهن بخلايا استقبال طاقة شمسية تشمل جسم مشعب (مجمع توزيع) (18، 18′) يحتوي على جدار مشعب يحيط حجرة داخلية (11، 11′)، فتحة منفذ واحدة على الأقل (21، 21′) على اتصال بالحجرة الداخلية (11، 11′) بشكل كروي بشكل أساسي لوصل أنبوب مائع، ومجموعة فوهات توصيل (16، 16′) مزودة في جدار المشعب تكون قابلة للاتصال مع أنابيب امتصاص طاقة شمسية معنية (14) حيث توجد فوهة توصيل واحدة على الأقل (16، 16′) في جزء كروي من الحجرة الداخلية (11، 11′) المقابلة بالعرض لفتحة المنفذ المذكورة (21، 21′)، لكن فتحة المنفذ (21، 21′)، الحجرة الداخلية (11، 11′) والفوهات (16، 16′) مرتبة للسماح لمائع حراري بالتدفق عبرها.

01 DEC 2019

*بسم الله الرحمن الرحيم*

# خلايا استقبال طاقة شمسية

## مجال الاختراع

يقع الاختراع الراهن ضمن المجال الفني لخلايا امتصاص طاقة شمسية تشمل مجامع توزيع وبشكل خاص تتعلق بخلايا امتصاص طاقة شمسية تشمل مجامع توزيع تُستخدم لتوزيع وتجميع أنابيب امتصاص طاقة شمسية لخلايا استقبال طاقة شمسية، نموذجياً مجمع طاقة شمسية من ملح منصهر، رغم أنه قابل للتطبيق مع خلايا امتصاصية باستخدام موائع منفذة عالية درجة الحرارة.

## خلفية الاختراع

استخدم مجمع توزيع أو مشعب أسطواني رقيق الجدران بمقاطع عرضية ثابتة ومجمع توزيع بمقاطع عرضية متغيرة في خلايا امتصاص طاقة شمسية مستقبلة تشمل ملحاً منصهراً، تتصل بها أنابيب امتصاص طاقة شمسية بواسطة أكمام أو فتحات صُنعت سابقاً بمكنات ثم تم لحامها. في حالات معينة، شُكلت الفتحات بالبثق مباشرة من المجمع. بُينت تجسيدات من هذا القبيل في براءة اختراع أمريكية رقم 6736134-B2 ومثيلتها نشرة (أو طلب) براءة اختراع دولية رقم 03/021159 A2، وفي براءة الاختراع الأمريكية رقم 2009/250051 A1 ومثيلتها الإسبانية رقم 2263394-B1، على التوالي.

تعرض بعض تركيبات من هذا النوع المناطق التي تصل جسم مجمع التوزيع (أو المشعب) إلى أنابيب امتصاص الطاقة الشمسية إلى انفعالات حرارية عالية. تنتج هذه الانفعالات الحرارية عن تغيرات سريعة لدرجة الحرارة في الأملاح المنصهرة المتدفقة خلال مجمع التوزيع بسبب مرور غيوم فوق مجال المتتبعة الشمسية لوحدة الطاقة الشمسية. قد توهن هذه الانفعالات الحرارية بسبب تغيرات فجائية في درجة الحرارة بوضع غلاف أو (تركيبة) وقاية حرارية على الفتحات التي تصل أنابيب امتصاص الطاقة الشمسية إلى مجمع التوزيع. مع ذلك، تشمل تركيبات الوقاية هذه أشكال هندسية تكون معقدة بالنسبة إلى التصنيع وصعبة التجميع. بدون ذلك تكون مدة الصلاحية التشغيلية الوقائية لهذه الوحدة الصناعية قصيرة جداً.

من ناحية أخرى، يتطلب مجمع التوزيع هذا مقطعاً عرضياً صغرياً للمرور ليتم توزيع منتظم لتدفق أملاح أو موائع نفاذ آخر عبر جميع أنابيب امتصاص الطاقة الشمسية المتصلة

بمجمع التوزيع، عند الفقد الأدنى الممكن للضغط. من المعلوم مع ذلك أن تدفق ملح منصهر أو مائع نفاذ غير منتظم على امتداد المجمع وأن توزيع تدفق متغير من هذا القبيل يعتمد على ترتيبة التوصيلات على مجمع التوزيع للأنبوب أو الأنابيب المغذية له وعلى أنابيب امتصاص الطاقة الشمسية التي توزع الأملاح أو مائع النفاذ.

في مجمع توزيع أسطواني بمقاطع عرضية ثابتة ويُغذى أساسياً بواسطة أجزائها المركزية، تصبح سرعة مائع النفاذ جوهرياً مخفضة في المناطق الجانبية عندما يوزع هذا المائع عبر أنابيب الامتصاص للطاقة الشمسية التي تتصل بالجزء المركزي من مجمع التوزيع، مسببة بذلك انفعالات حرارية حادة في الفتحات التي تصل أنابيب الامتصاص للطاقة الشمسية المتصلة مع الأجزاء الجانبية للمجمع.

لا يستمثل هذا التصميم المتضمن لمجمع توزيع أسطواني بمقطع عرضي ثابت توليفة مولدات انفعالات حرارية بواسطة غيوم مارة على نحو عارض مع الانفعالات الميكانيكية التي ينبغي أن يمتصها مجمع التوزيع أيضاً على شكل وعاء يبقى تحت ضغط في هذه الأجزاء البعيدة عن أنابيب تغذية المجمِّع، متضمنة بذلك أن جسمه الرئيسي يحتاج تخانات (سمك) جدارية أكبر مما هو مرغوب، وهذا بدوره مضاد للانفعالات الحرارية لأنها تُستمد إلى الفوهات الموصلة لمجمع التوزيع إلى الأنابيب.

في تصميم مجمع توزيع بمقطع عرضي متغير وجدران رقيقة، يكون الهدف هو تزويد تصميم مجمع توزيع محسن مناسب للاستخدام في خلايا استقبال طاقة شمسية لأملاح منصهرة أو أي مائع نفاذ آخر، بالصمود بفعالية أكبر أمام الانفعالات الحرارية الناتجة عن الفوهات الموصلة لمجمع التوزيع إلى أنابيب الامتصاص للطاقة الشمسية.

لذا يتمثل هدف رئيسي للاختراع الراهن في تزويد مجمع توزيع (أو مشعب) مصمم للاستخدام في خلايا استقبال طاقة شمسية تشمل ملحاً منصهراً أو مائع نفاذ آخر تتعامل بفعالية أكبر مع الانفعالات الحرارية الناتجة عند الفتحات الموصلة لمجمع التوزيع مع أنابيب الامتصاص للطاقة الشمسية دون الحاجة إلى استخدام تركيبات وقاية حرارية معقدة وباهظة الثمن.

ويتمثل هدف آخر للاختراع الراهن في تزويد تصميم مجمع توزيع للاستخدام في خلايا استقبال طاقة شمسية تشمل ملحاً منصهراً أو مائع نفاذ آخر يسمح باستخدام نفس مفهوم فوهة تصل مجمع التوزيع وأنبوب امتصاص الطاقة الشمسية، لجميع الأنابيب المتصلة بها بما يشمل

تلك المناطق لكل من أملاح أو موائع عالية أو منخفضة التدفق، لمجمع التوزيع، محققاً بذلك الفوائد الناتجة الخاصة بالتصنيع والتكلفة.

الكشف عن الاختراع

يُقصد من الاختراع الراهن أن يتوافق مع الأهداف المذكورة أعلاه بواسطة خلايا امتصاص تشمل مشعباً أو مجمع توزيع. يشمل مجمع التوزيع لخلايا امتصاص طاقة شمسية وفقاً للاختراع جسم مجمع توزيع يضم جدار مجمع توزيع يحيط حجرة داخلية، فتحة منفذ واحدة على الأقل تتصل مع الحجرة الداخلية لوصل أنبوب مائع، وفوهات توصيل مزودة في جدار مجمع التوزيع تكون قابلة للاتصال مع أنابيب امتصاص الطاقة الشمسية المعنية، وتُرتب فتحة المنفذ، الحجرة الداخلية والفوهات للسماح لمائع حراري بالتدفق عبرها، وتتميز في أن:

الحجرة الداخلية تشمل شكلاً كروياً بشكل رئيسي؛

واحدة على الأقل من فوهات التوصيل توجد في جزء كروي من الحجرة الداخلية تكون متقابلة بالعرض مع فتحة المنفذ المذكورة.

يشمل مصطلح "مائع حراري" كما استخدم هنا أملاحاً منصهرة وموائع نفاذ حرارية أخرى معروفة في التقنية.

على نحو مفضل، يشمل جسم مجمع التوزيع للخلايا شكلاً كروياً أيضاً بشكل أساسي، نظراً لأن الخلايا الشمسية تكون عادة متصلة على التوالي ومن ثم تولد ضغوطاً هامة على مجمّعاتها لتوكيد أن المائع يتدفق بمعدل التدفق المرغوب. ينبغي أن تكون هذه الضغوط، الناتجة من الحقيقة المذكورة، والأنابيب المكشوفة للخارج، صغيرة لمقاومة الأحمال الحرارية العالية وبالتالي تتطلب تخانات جدارية عالية في المجمع، والتي تعارض خطوات حرارية عابرة ناتجة عن غيوم مثلاً، محكومة بعطالة (قصور ذاتي) حرارية تفاضلية بين الأنابيب (رقيقة مع كتلة منخفضة) والمجمع (ثقيل بكتلة كبيرة). بهذا المعنى، يكون كل من الشكل الهندسي الكروي للمشعب والحجم صغيراً بالقدر الممكن ويساوي أو أقل من 1.5 ضعف مجموع قطاعات الممرات الداخلية لأنابيب امتصاص الطاقة الشمسية المتصلة مع مجمع التوزيع، المتوافق مع توزيع تدفق منتظم، أساسية لتحقيق مجمع ثابت أو دائم وهو ما تحتاجه وحدة صناعية بخلايا شمسية متصلة على التوالي ويبلغ ما يزيد عن 30 سنة.

وفقاً للاختراع، يمكن تشكيل فوهة توصيل واحدة أو أكثر بالبثق من جدار مجمع التوزيع. على نحو بديل، قد تكون فوهة توصيل واحدة أو أكثر عنصراً مستقلاً مثبتاً في ثقوب في جدار مجمع التوزيع، باللحام مثلاً. على نحو مفضل، تكون فوهات التوصيل موزعة بانتظام

في جدار مجمع التوزيع. من ناحية أخرى، يمكن أن تكون فتحة المنفذ الواحدة على الأقل فوهة منفذ مشكلة بالبثق من جدار مجمع التوزيع، أو على نحو بديل، فوهة منفذ مثبتة في ثقب منفذ في جدار مجمع التوزيع.

من وجهة نظر نظرية، الكرة هي الشكل الأمثل لمتلق (أو مستقبل) عليه أن يقاوم ضغطاً داخلياً على شكل مشمول يمكن أن يُصنع بجدار يكون أرق من مستقبلات تشمل أشكالاً أخرى. وعليه يؤدي شكل كروي إلى توفير في المادة، المعاينات، والزمن خلال عملية الصنع. كذلك، يسمح بتخفيض أساسي للفرق بين سمك جدار جسم مجمع التوزيع وسمك جدران أنابيب الامتصاص، كي يُستمثل الانفعال الحراري بين فوهات التوصيل الموجودة ويُمدد العمر التشغيلي لمجمع التوزيع.

ينبغي أن تُنتقى مواد مناسبة لصنع مجمع التوزيع من تلك المواد التي تقدم صفات مناسبة عند درجات حرارة عالية، مثلاً، فوق 600°م، مثل مقاومة ميكانيكية عالية، مقاومة عالية لإجهاد ناتج عن درجة حرارة، مقاومة مناسبة لتاكل تحت ضغط ودرجة حرارة عالية ضد موائع حرارية مثل ملح منصهر مثل أملاح نترات على سبيل المثال أو موائع نفاذ حرارية، معامل تمدد حراري منخفض كي يمكن تجنب إجهادات ناتجة عن تشوهات حرارية أو تخفض على الأقل، قابلية لحام، قابلية تشكيل وأن تكون مادة شائعة الاستخدام. سبائك أساسها نيكل عالية الأداء (سبائك فائقة) مثل INCONEL 625 أو سبائك مماثلة تعتبر مرشحة بشكل مناسب لذلك.

قد تُشكل فوهات التوصيل، على سبيل المثال بالبثق من مادة الجسم الكروي، أو قد تكون عناصر مستقلة مصنوعة عن طريق التشكيل بالضغط مثلاً، التشكيل بالبثق أو بالمكنات، وتُدخل في ثقوب مصنوعة في الجسم الكروي.

تتمثل وظيفة هامة لمجمع التوزيع (أو المشعب) في تزويد توزيع منتظم لتدفقات المائع الحراري إلى أنابيب امتصاص الطاقة الشمسية مع أقل فقد ضغط ممكن. لتحقيق هذا، من المفيد أن يكون مجموع قطاعات الممرات الداخلية لأنابيب امتصاص الطاقة الشمسية مساوياً على الأقل لقطاع الممر الداخلي لأنبوب الإدخال الذي يغذي المائع الحراري إلى مجمع التوزيع، أو عند تزويد أكثر من أنبوب إدخال واحد، لمجموع قطاعات الممرات الداخلية لأنابيب الإدخال.

ينبغي أن يكون المقطع العرضي الأقصى لجسم مجمع التوزيع والذي هو القطر الداخلي الأقصى للكرة، المقطع العرضي الأصغر بالقدر الممكن الذي يسمح بتشكيل فوهات التوصيل خارج مادة جسم مجمع التوزيع، أو حيث يمكن تطبيقه، يسمح بتوافق ولحام فوهات التوصيل في جسم المشعب، لكنه ينبغي أن يساوي على الأقل 1.5 مرة مجموع مقاطع الممرات الداخلية

لأنابيب امتصاص الطاقة الشمسية المتصلة بالمشعب (مجمع التوزيع). لأسباب تتعلق بتوزيع التدفق، يمكن جعل القطر أصغر بفضل الشكل الهندسي الكروي، الذي يساند انتظام الضغوط ضمن المجمع وعليه انتظام معدل التدفق إلى جميع الأنابيب المتصلة به، مع جميع الفوائد التي يستلزمها، والذي لا يحدث في مجمع أسطواني حيث تخفيض القطر يكون محدوداً للحصول على توزيع تدفق منتظم بالقدر الممكن بين جميع أنابيب الوصل كي لا يمكن إجراء تخفيض آخر في القطر.

يزود مجمع التوزيع الكروي وفقاً للاختراع عدداً من الفوائد يفوق مجمع التوزيع الأسطواني التقليدي بمقاطع عرضية ثابتة أو متغيرة.

يحسن المشعب الكروي انتظامية توزيع تدفق مائع حراري عبر أنابيب امتصاص الطاقة الشمسية المتصلة به كي تُخفض إجهادات حرارية تتولد عند حدوث تغيرات عارضة في فوهات التوصيل التي تصل المشعب مع أنابيب امتصاص الطاقة الشمسية، كي تُخفض توترات ميكانيكية بسبب الضغط في المناطق المطابقة نتيجة لتخفيض المقطع العرضي للممر لأن توتراً أقل ينتج عند حمل ضغط مساوٍ بطريقة أخرى. بالمقابل، يتضمن هذا فوائد أخرى ذات صلة مثل احتمالية استخدام جدران مشعب أرق لجسم المشعب تمكن المشعب من مقاومة الإجهاد الحراري الحاد في المناطق حيث يوصل المشعب بأنبوب الإدخال أو الإخراج ومع فوهات التوصيل التي تتصل أنابيب امتصاص الطاقة الشمسية بها، خلال المرور العارض لغيوم فوق مجال المتتبعة الشمسية لوحدة الطاقة الشمسية حيث يُستخدم المشعب (أو مجمع التوزيع).

تتمثل فائدة أخرى للمشعب وفقاً للاختراع في أن نفس مبدأ فوهة التوصيل قد يُستخدم لجميع أنابيب امتصاص الطاقة الشمسية المتصلة بالمشعب. يؤدي هذا إلى فوائد مثل تصنيع أقل تعقيداً وأقل كلفة، وفي أن الاستخدام، الصنع والتجميع لتصميمات معقدة وتركيبات وقاية حرارية باهظة الثمن لفوهات موجودة في مناطق تدفق مائع منخفض للمائع الحراري قد يُستغنى عنها.

بشكل عام، كلما كان من الضروري أن يكون المشعب وفقاً للاختراع أكبر بسبب الحاجة إلى توصيل أعداد كبيرة من أنابيب امتصاص للطاقة الشمسية، كلما زادت فائدة استخدامه، لأنه يتطلب سماكة جدارية أقل من السماكة اللازمة في مشعب تقليدي وبالتالي يكون أكثر موافقة أو ملاءمة بما يخص جدران رقيقة لأنابيب امتصاص الطاقة الشمسية التي يتصل بها. يؤدي هذا إلى تدرجات درجات حرارة أقل وبالتالي إلى إجهاد حراري أقل في مناطق فوهات التوصيل الناتجة عن تغيرات درجات حرارة عارضة في المائع الحراري الناشئة عن مرورو غيوم، كي يزيد العمر التشغيلي بشكل أساسي.

تشمل خلايا استقبال الطاقة الشمسية مشعباً أول مع مدخل لمائع حراري، مشعباً ثانٍ مع مخرج لمائع حراري، ومجموعة أنابيب امتصاص طاقة شمسية متصلة بالمشعب المذكور حيث يكون واحد على الأقل من المشعبين، يُفضل كل منهما، مشعباً كما وصف أعلاه.

شرح مختصر للرسوم

في ما يلي، سيتم وصف مظاهر وفقاً للاختراع على أساس الرسوم، حيث:

الشكل 1 : يمثل منظراً تخطيطياً قطاعياً جزئياً لخلايا امتصاص طاقة شمسية تنتمي إلى مستقبل شمسي مركزي مع مشاعب طبقاً لتجسيد وفقاً للاختراع؛

الشكل 2 : يمثل منظراً جانبياً لمشعب موجود في لوحة الخلايا المبينة في الشكل 1؛

الشكل 3 : يمثل منظر مقطع علوي للمشعب المبين في الشكل 2؛

الشكل 4 : يُظهر رسوماً منظورية علوية وسفلية لتجسيد آخر لمشعب كروي يحتوي على مجموعة فوهات.

الوصف التفصيلي–تجسيدات الاختراع

يُظهر الشكل 1 خلايا استقبال طاقة شمسية 12 تتكون من مجموعة أنابيب امتصاص طاقة شمسية، متوازية 14، تتصل أطرافها المعنية بأجسام رئيسية كروية جوفاء 18، 18′ لمشعبين 10، 10′ بواسطة فوهات توصيل معنية 16، 16′. على نحو مفضل، تتصل أطراف الأنابيب 14 بفوهات التوصيل 16، 16′ بلحام، وأكثر تفضيلاً لحام تناكبي. إلى حد كبير، تُكيف اعتمادية المشعب 10، 10′ بواسطة اللحام المذكور، وبالنسبة إليه يُفضل لحام أوتوماتي.

يدخل دفق إدخال لملح منصهر أو مائع نفاذ آخر إلى خلايا امتصاص الطاقة الشمسية 12 عبر فتحة أولى 21، فوهة إدخال مثلاً للجسم الكروي الأجوف 18 حيث يوزع التدفق بواسطة الفوهات 16 إلى أنابيب مختلفة 14. تمر التدفقات المجزأة هكذا عبر أنابيب امتصاص 14 باتجاه الفوهات 16 للجسم الكروي الأجوف 18′ لمشعب ثانٍ 10′ حيث تُجمع التدفقات المجزأة في تدفق إخراج واحد يترك الجسم الكروي الثاني 10′ عبر فتحة 21′، فوهة إخراج مثلاً. تمتص التدفقات المجزأة طاقة حرارية لإشعاع شمسي 22 قادم من مجال متتبعة شمسية (غير مبينة في الرسوم) منعكسة على الأنابيب 14 كي يسخن الملح المنصهر أو مائع النفاذ الآخر. تزود تركيبة وقاية حرارية تقليدية بحد ذاتها 23 لتحسين الفعالية الحرارية لخلايا امتصاص الطاقة الشمسية 12. تعزل تركيبة الوقاية الحرارية 23 خلايا الامتزاز 12 والمشعب 10، 10′ فيما عدا في منطقة جانب أنابيب امتصاص الطاقة الشمسية 14 التي تستقبل إشعاعاً شمسياً منعكساً 22.

تظهر الأشكال 2، 3 و4 تجسيداً مفضلاً لمشعب كروي 10، 10′ وفقاً للاختراع، حيث يشمل الجسم الرئيسي الكروي 18، 18′ مقطعاً عرضياً متغيراً. في هذا التجسيد، تبثق فتحة، أي، فوهة الإدخال أو الإخراج 21، 21′ و/أو فوهة توصيل 16 على نحو مفضل مباشرة من الجسم الرئيسي 18، 18′.

يُظهر الشكل 5 تجسيداً للمشعب الكروي 10، 10′ حيث تكون الفوهات 21، 21′، 16، 16′ عناصر مصنوعة بشكل مستقل تم إدخالها في ثقوب مصنوعة مسبقاً في الجسم الرئيسي الكروي 18، 18′ ولحمت فيه.

## عناصر الحماية

1- خلايا استقبال طاقة شمسية (12) تشمل مشعباً (مجمع توزيع) أول (10) مع مدخل لمائع حراري، مشعباً ثانٍ (10′) مع مخرج للمائع الحراري، ومجموعة أنابيب امتصاص من طاقة شمسية (14) متصلة بالمشعب المذكور (10، 10′)، تتميز في أن واحداً على الأقل من المشعبين (10، 10′) يكون مشعباً يشمل جسم مشعب (18، 18′) يحتوي على:

- جدار مشعب يحيط حجرة داخلية (11، 11′) بشكل كروي أساسياً بمقطع عرضي أقصى يساوي أو يقل عن 1.5 مرة من مجموع مقاطع الممرات الداخلية لأنابيب امتصاص الطاقة الشمسية (14) التي سيتم توصيلها بفوهات التوصيل المذكورة (16، 16′)،

- فتحة منفذ واحدة على الأقل (21، 21′) تتصل مع الحجرة الداخلية (11، 11′) لوصل أنبوب مائع، و

- مجموعة فوهات توصيل (16، 16′) مزودة في جدار المشعب قابلة للتوصيل مع أنابيب امتصاص الطاقة الشمسية المعنية (14)، حيث توجد فوهة توصيل واحدة على الأقل (16، 16′) في جزء شبه كروي للحجرة الداخلية (11، 11′) يكون مقابلاً بالعرض لفتحة المنفذ المذكورة (21، 21′)، تُرتب فتحة المنفذ (21، 21′)، الحجرة الداخلية (11، 11′) والفوهات (16، 16′) للسماح لمائع حراري بالتدفق عبرها.

2- خلايا استقبال طاقة شمسية وفقاً لعنصر الحماية 1، تتميز في أن جسم المشعب (18، 18′) يشمل شكلاً خارجياً كروياً بشكل أساسي.

3- خلايا استقبال طاقة شمسية وفقاً لعنصر الحماية 1 أو 2، تتميز في بعض فوهات التوصيل (16، 16′) تُشكل بالبثق من جدار المشعب.

4- خلايا استقبال طاقة شمسية وفقاً لعنصر الحماية 1، 2 أو 3، تتميز في أن بعض فوهات التوصيل على الأقل (16، 16′) تكون عناصر مستقلة في ثقوب في جدار المشعب.

5- خلايا استقبال طاقة شمسية، وفقاً لعنصر الحماية 4، تتميز في أن فوهات التوصيل (16،

16′) تُثبت بلحام.

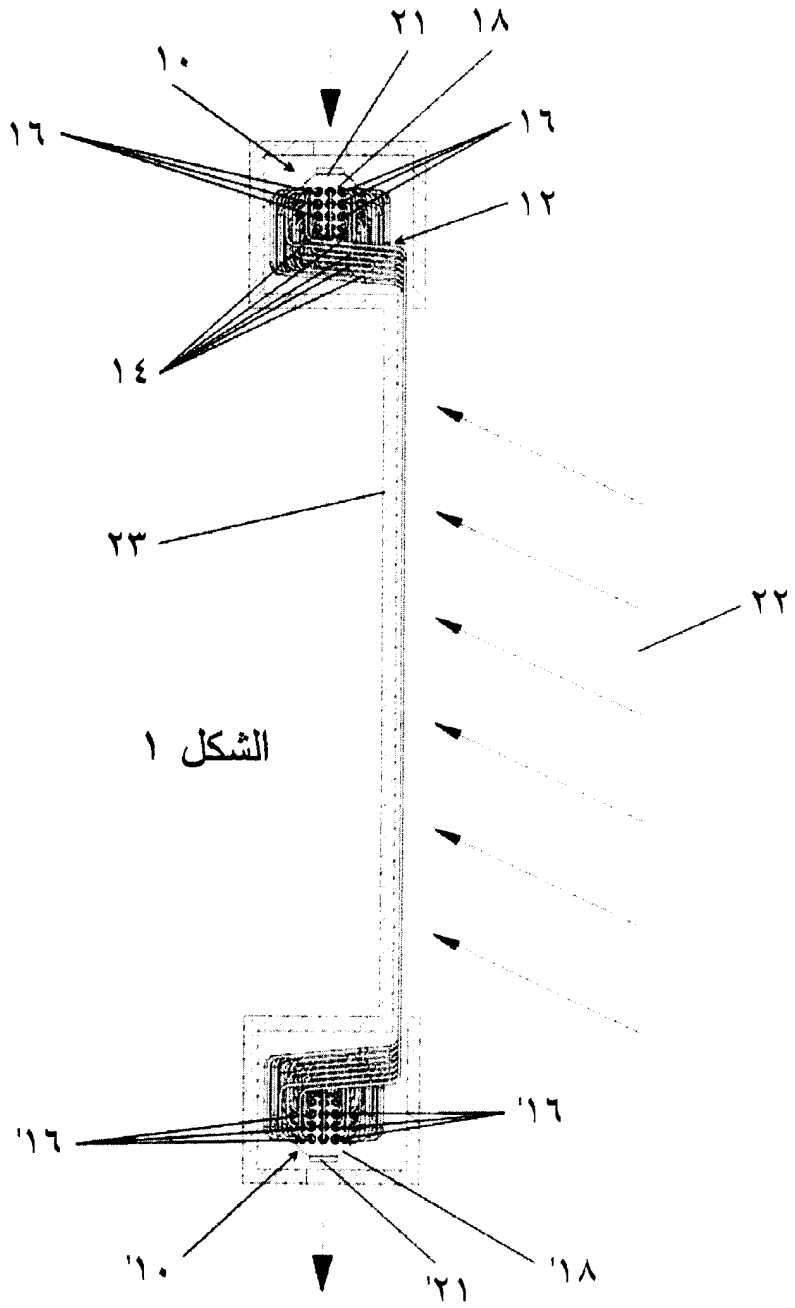
6- خلايا استقبال طاقة شمسية وفقاً لأي من عناصر الحماية 1 إلى 5، تتميز في أن فتحة منفذ واحدة على الأقل (21، 21′) عبارة عن فوهة منفذ مشكلة بالبثق من جدار المشعب.

7- خلايا استقبال طاقة شمسية وفقاً لأي من عناصر الحماية 1 إلى 5، تتميز في أن فتحة منفذ واحدة على الأقل (21، 21′) عبارة عن فوهة منفذ مثبتة في ثقب منفذ في جدار المشعب.

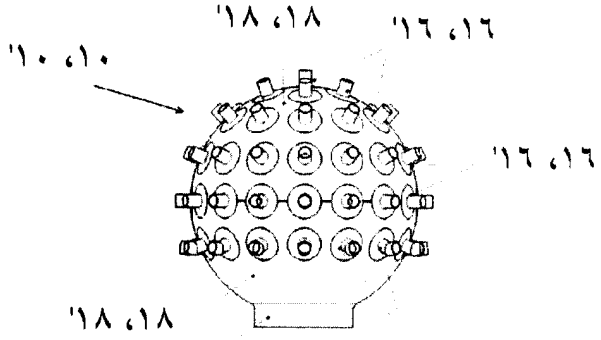
8- خلايا استقبال طاقة شمسية وفقاً لأي من عناصر الحماية 1 إلى 7، تتميز في أنها تشمل فتحة منفذ مفردة واحدة (21) وأن مجموع قطاعات الممرات الداخلية لأنابيب امتصاص الطاقة الشمسية (14) تساوي على الأقل قطاع الممر الداخلي لأنبوب المائع الذي سيتم توصيله بفتحة المنفذ (21، 21′).

9- خلايا استقبال طاقة شمسية وفقاً لأي من عناصر الحماية 1 إلى 7، تتميز في أنها تشمل فتحتي منفذ اثنتين على الأقل (21) وأن مجموع مقاطع الممرات الداخلية لأنابيب امتصاص الطاقة الشمسية (14) تساوي على الأقل مجموع قطاعات الممر الداخلي لأنبوب المائع الذي سيتم توصيله بفتحة المنفذ (21، 21′).

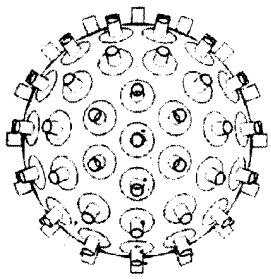
10- خلايا استقبال طاقة شمسية وفقاً لأي من عناصر الحماية 1 إلى 8، تتميز في أن فوهات التوصيل (16، 16′) موزعة بانتظام في جدار المشعب.



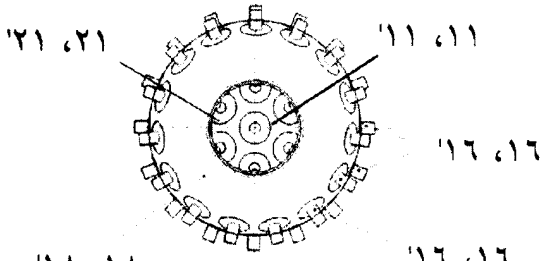

الشكل ١



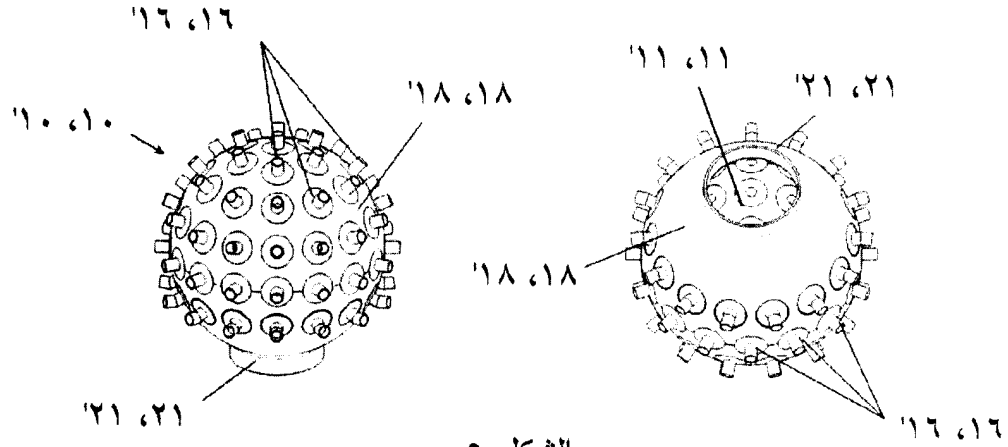

الشكل ٢




الشكل ٣




الشكل ٤




الشكل ٥