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 33762 B1

(43) Date de publication :
01.11.2012

(51) Cl. internationale :
F24J 2/05; F24J 2/14; F24J 2/46; F24J 2/24

(21) N° Dépôt :
34886

(22) Date de Dépôt :
22.05.2012

(30) Données de Priorité :
27.10.2009 DE 10 2009 046 064.0

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/EP2010/066191 26.10.2010

(71) Demandeur(s) :
SCHOTT SOLAR AG, Hattenbergstraße 10 55122 Mainz (DE)

(72) Inventeur(s) :
KUCKELKORN, Thomas

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

(54) Titre : **TUBE ABSORBEUR ET PROCÉDÉ DE CHARGE ET DE DÉCHARGE RÉVERSIBLES D'UN MATÉRIAU GETTER**

(57) Abrégé : La présente invention concerne un tube absorbeur, notamment pour des capteurs solaires (10) de centrales thermiques solaires, équipés d'au moins un miroir (12), comprenant un tube métallique (22) pour acheminer et chauffer un agent d'échange de chaleur, une gaine (24) entourant le tube métallique (22) et destinée à former un espace annulaire (26) sous vide, une paroi (32) s'étendant entre la gaine (24) et le tube métallique, et destinée à étanchéifier l'espace annulaire (26), et un matériau getter (38) pour lier l'hydrogène libre se trouvant dans l'espace annulaire (26), le tube absorbeur (18) comportant un dispositif de modification de température (42) pour modifier la température du matériau getter (38) et de la paroi (32).

أنبوب امتصاص وطريقة لتحميل وتفريغ مادة مستأصلة بشكل عكوس

الملخص

يتعلق الاختراع بأنبوب امتصاص, وبالتحديد لمجمعات شمسية (10) في محطات توليد قدرة حرارية شمسية, مع مرآة تجميع واحد على الأقل (12), ويشتمل الأنبوب المذكور على أنبوب معدني (22) لإمداد وتسخين وسط ناقل للحرارة, أنبوب غلافي (24) وأنبوب معدني (22), لتشكيل حيز حلقي (26) حيث يمكن تفريغه, وجدار يمتد خلال الأنبوب الغلافي (24) والأنبوب المعدني, لإحكام سدّ الحيز الحلقي (26), ومادة مستأصلة (38) لربط الهيدروجين الحرّ في الحيز الحلقي (26). ويكون لأنبوب الامتصاص (18) وسيلة تغيير درجة الحرارة (42) لتغيير درجة حرارة المادة المستأصلة (38) والجدار (32).

MA 33762B1

01 NOV 2012

بسم الله الرحمن الرحيم

أنبوب امتصاص وطريقة لتحميل وتفريغ مادة مستأصلة بشكل عكوس

مجال الاختراع

يتعلق الاختراع الحالي بأنبوب امتصاص, وبالتحديد لمجمعات شمسية في وحدات توليد قدرة حرارية شمسية, مشتملة على أنبوب معدني لإمداد وتسخين وسط ناقل للحرارة, أنبوب غلافي محيط بالأنبوب المعدني لتشكيل حيز حلقي حيث يمكن تفريغه, جدار يمتد بين الأنبوب الغلافي والأنبوب المعدني لإحكام سدّ الحيز الحلقي, ومادة مستأصلة لربط الهيدروجين الحرّ الموجود في الحيز الحلقي. وبالإضافة إلى ذلك, يتعلق الاختراع بطريقة لتحميل وتفريغ المادة المستأصلة بشكل عكوس مع هيدروجين حرّ. وكذلك, يتعلق الاختراع بوسيلة لتصريف الهيدروجين الحرّ من الحيز الحلقي لأنبوب الامتصاص فضلاً عن طريقة مقابلة.

خلفية الاختراع

يمكن تجهيز المجمعات الشمسية, على سبيل المثال, بمرآة قطع مكافئ, يطلق عليها أيضاً مرآة تجميع, وتستخدم فيما يسمى بوحدات توليد قدرة حوض مكافئي. وفي وحدات توليد قدرة حوض مكافئي معروفة, يمكن استخدام زيت حراري حيث يمكن تسخينه إلى حوالي 400°م عن طريق اشعة الشمس المعكوسة من مرايا القطع المكافئ والمتمركز فوق أنبوب الامتصاص كوسط ناقل للحرارة. وبالتالي يكون أنبوب الامتصاص مصنوع عادةً من أنبوب معدني, حيث يحتوي على طبقة ماصة للإشعاع وأنبوب غلافي مصنوع عادةً من الزجاج, حيث يحيط بالأنبوب المعدني. ويتم وصل الوسط الناقل للحرارة المسخن خلال الأنبوب المعدني, فعلى سبيل المثال, يتم إدخاله في وسيلة لإنتاج بخار, حيث يتم تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية في عملية حرارية. ويتم إدارة الأنبوب المعدني والأنبوب الغلافي بشكل متوازي ومتمركز لبعضها البعض. ويكون الحيز الحلقي المحكم السدّ بشكل محوري بواسطة جدار مصنوع من فلز, مشكل بين الأنبوب المعدني والأنبوب الغلافي. ويتم لحم أنابيب الامتصاص المنفصلة معاً تقريباً عند أطوال تصل إلى 4 م وتشكل في صورة حلقات مجال شمسي بإجمالي طول يصل إلى 200 م. وتعد أنابيب الامتصاص من هذا النوع معروفة, على سبيل المثال, من براءة الاختراع الألمانية رقم 10231467 B4.

ويطلق الزيت الحراري المستخدم كوسط ناقل للحرارة مع ازدياد التقادم الهيدروجين الحر المذاب في الزيت الحراري. وتعتمد كمية الهيدروجين الذي تم اطلاقه, من ناحية أخرى, على الزيت الحراري المستخدم وعلى مدى المحافظة على الزيت الحراري من قبل المشغل, ولكن من ناحية أخرى, أيضاً عن طريق مقدار الماء الملامس للزيت الحراري. وكنتيجة للتغلغل خلال الأنبوب المعدني, يتم الوصول إلى مكاسب الهيدروجين الذي تم اطلاقه إلى الحيز الحلقي المفرغ, ويزداد معدل النفاذ خلال الأنبوب المعدني أيضاً مع زيادة درجة حرارة التشغيل للأنبوب المعدني. وكنتيجة لذلك, يزداد أيضاً الضغط في الحيز الحلقي بدءاً من ضغط بين 0.0001 ملي بار و 0.001 ملي بار, الذي يكون له كنتيجة لذلك زيادة في التوصيل الحراري خلال الحيز الحلقي, الذي يؤدي بدوره إلى فقد حرارة مرتفع وإلى فعالية أصغر لأنبوب الامتصاص أو المجمع الشمسي.

ومن أجل تجنب زيادة الضغط في الحيز الحلقي وبالتالي إطالة فترة خدمة أنبوب الامتصاص, ويمكن أن يكون الهيدروجين المدخل إلى الحيز الحلقي مرتبط مع ما يسمى بالمواد المستأصلة. ومع ذلك تكون سعة الامتصاص للمواد المستأصلة محدودة. وبعد الوصول إلى السعة المحددة, يزداد الضغط في الفجوة الحلقية إلى أن يصبح في حالة توازن مع ذلك في الهيدروجين الحر المذاب من الزيت الحراري. ووفقاً للتحقيقات السابقة, يكون ضغط الاتزان عبارة عن بضعة ملي بارات. ونتيجة للوجود الهيدروجين, ينشأ توصيل حراري مرتفع في الفجوة الحلقية مع عواقب العيوب المذكورة أعلاه لفعالية المجمع الشمسي. وتعتبر أنابيب الامتصاص المزودة بالمواد المستأصلة في الحيز الحلقي معروفة, على سبيل المثال, من براءة الاختراع الدولية بالرقم 2004/063640 A1.

ويعتبر أنبوب الامتصاص معروف من براءة الاختراع الألمانية رقم B3 102005057276, حيث يتم ادخال الغاز النبيل إلى الحيز الحلقي عندما تكون السعة للمادة المستأصلة مستنزفة. ويكون للغازات النبيلة موصلية حرارية ضئيلة, حيث يمكن تقليل التوصيل الحراري خلال الفجوة الحلقية على الرغم من وجود الهيدروجين الحر.

وفي الوسيلتين المذكورتين أعلاه, يتم ربط الهيدروجين الحر الذي تم الوصول إليه إلى الحيز الحلقي فقط حتى يتم استنزاف السعة الامتصاصية للمادة المستأصلة. ويكون مقدار الغاز النبيل الذي يمكن إدخاله إلى الحيز الحلقي محدداً أيضاً وفقاً لبراءة الاختراع الألمانية رقم B3 102005057276, حيث يمكن أن يزيد كلا القياسين من فترة خدمة أنبوب الامتصاص فقط بحدود معينة.

وتبين براءة الاختراع الأوروبية رقم 0286281 أنبوب امتصاص يشتمل على غشاء, حيث يمكن من خلاله نقل الهيدروجين الحر من الحيز الحلقي نحو الخارج, ومن أجل الحفاظ على تركيز ضئيل من الهدروجين الحر في الحيز الحلقي.

وبالتالي, تتمثل مشكلة الاختراع الحالي بتزويد أنبوب امتصاص له فترة خدمة مرتفعة مقارنة مع أنابيب الامتصاص المعروفة من التقنية السابقة.

الكشف عن الاختراع

يتم حل المشكلة بواسطة أنبوب امتصاص من النوع المذكور في البداية, حيث يحتوي على وسيلة تغيير درجة الحرارة لتغيير درجة حرارة المادة المستأصلة والجدار.

وينبغي فهم أن وسيلة تغيير درجة الحرارة عبارة عن أي وسيلة لها المقدرة على تغيير, على حد سواء بالزيادة أو النقصان, في درجة حرارة المادة المستأصلة و/أو الجدار.

وتعتمد سعة الامتصاص للمادة المستأصلة للهيدروجين الحر على درجة الحرارة. وللمواد المستأصلة التي تستخدم عادةً, تزداد سعة الامتصاص مع انخفاض درجة الحرارة. ووفقاً للاختراع, من الممكن زيادة سعة الامتصاص أثناء تشغيل أنبوب الامتصاص عن طريق تبريد المادة المستأصلة. ولاختيار المادة المناسبة, من ناحية أخرى, يزداد معدل نفاذ الهيدروجين الحر خلال الجدار بشكل كبير مع زيادة درجة حرارة الجدار, بينما يقوم الجدار بإحكام سدّ الحيز الحلقي بطريقة كتيمة للغاز عند درجات الحرارة العادية السائدة أثناء العملية.

وعندما يتم استنزاف سعة الامتصاص للمادة المستأصلة ولم يعد بالإمكان زيادتها بشكل مناسب عن طريق التبريد, وفقاً للاختراع, تزداد درجة الحرارة للمادة المستأصلة والجدار عن طريق وسيلة تغيير درجة الحرارة. وتطلق المادة المستأصلة, نتيجة لانخفاض سعتها الامتصاصية الآن, الهيدروجين الحر إلى الحيز الحلقي, حيث يمكن أن ينتشر خارج الحيز الحلقي وخلال الجدار. وتدعم عملية الانتشار هذه حقيقة أن الضغط في الحيز الحلقي يزداد مع زيادة تركيز الهيدروجين الحر.

وحالما يتم تصريف الهيدروجين الذي تم اطلاقه من المادة المستأصلة من الحيز الحلقي, تعود درجة الحرارة ثانيةً عند القيمة الأصلية, أي, تنخفض إلى درجة حرارة التشغيل, بحيث ينخفض معدل النفاذ خلال الجدار ثانيةً وتزداد سعة الامتصاص للمادة المستأصلة للهيدروجين. والآن, يمكن ثانيةً ربط الهيدروجين الحر الذي تم اطلاقه حديثاً من الوسط الناقل للحرارة والواصل إلى الحيز الحلقي بواسطة المادة المستأصلة حتى يتم استنزاف السعة الامتصاصية. ومن ثم يتم إجراء التغيير في درجة الحرارة الموصوفة أعلاه ثانيةً. ويمكن تكرار هذه العملية

إذا تطلب الأمر, بحيث تزداد فترة خدمة أنبوب الامتصاص بوضوح, التي يمكن أن تجعل عملية تشغيل وحدات توليد القدرة الحرارية الشمسية أكثر فعالية على نحو لافت.

ويتم عادةً ضغط المادة المستأصلة معاً في أجزاء اسطوانية الشكل (حبوب). وعندما يتم تحميل المادة المستأصلة مع الهيدروجين, وفي شكل هيدريدات, التي تؤدي إلى تغير في حجم وبالتالي بتشكيل الجسيمات. ووفقاً للاختراع, من الممكن إجراء تغيير في درجة الحرارة وتصريف المادة المستأصلة حتى قبل الوصول إلى الدرجة الحرجة للتحميل من أجل منع المادة المستأصلة من تشكيل الجسيمات. ويعتبر تشكل الجسيمات عائق, بما أن الجسيمات الصغيرة على الأقل, التي لا يمكن الاحتفاظ بها, يمكنها التحرك بحرية في الحيز الحلقي وتؤدي فيها إلى ارتفاع موضعي في درجة الحرارة (بقع ساخنة), أو يمكن أن تعيق الانتقال عن طريق تشكيل طلية من الغبار, حيث تؤثر سلبياً على فترة الخدمة وفعالية أنبوب الامتصاص.

وفي تجسيد مفضل وفقاً للاختراع الراهن, حيث تكون المادة المستأصلة موضوعة في الحيز الحلقي, وتكون وسيلة تغيير درجة الحرارة موضوعة خارج الحيز الحلقي ومقابل المادة المستأصلة. وعن طريق ترتيبة لوسيلة تغيير درجة الحرارة خارج الحيز الحلقي, التي يمكن الوصول إليها بشكل جيد, بحيث يمكن تركيبها وتصليحها بطريقة بسيطة دون الحاجة إلى التدخل في الحيز الحلقي. وتثبت ترتيبة المادة المستأصلة في الحيز الحلقي المقابلة لوسيلة تغيير درجة الحرارة بأن التغييرات في درجة الحرارة التي يتم اجراؤها تعمل أيضاً في الواقع وفقاً للمادة المستأصلة.

ويتميز التجسيد المفيد وفقاً للاختراع الراهن بغشاء حيث يمكن للهيدروجين الحرّ النفاذ لتصريف الهيدروجين الحر من الحيز الحلقي. ويكون الغشاء غير منفذ للأنواع الأخرى من غازات. وعلى نحو مفضل يكون الغشاء مصنوعاً من البلاديوم, النيوبيوم أو الحديد النقي أو من سبائك محتوية على المواد المذكورة. ويمكن على نحو إضافي حمايته من التآكل بواسطة طليات مناسبة. ويمكن إدخال الغشاء في الجدار ويشكل بحيث يتم استمثال درجة الحرارة التي تعتم على معدل النفاذ للهيدروجين إلى درجات الحرارة السائدة أثناء العملية وفقاً لأنبوب الامتصاص. ويتم كبت فعالية أغشية البلاديوم عند درجة حرارة أدنى من 200°م. ويمكن تفعيل الغشاء عن طريق التسخين. وفي الحلول المعروف مسبقاً, تم دمج الأغشية في الغلاف الزجاجي أو في المنطقة الانتقالية بين الزجاج منافيخ التمدد الفلزية (انظر براءة الاختراع الأوروبية رقم 286281 أو براءة الاختراع الأمريكية رقم 4892142). وفي هذه الحالة, يعمل الغشاء على انفاذ بشكل متواصل للهيدروجين من الفجوة الحلقية إلى الجو مع اختلاف بسيط في الضغط (أقل من

0.0001 ملي بار في الفجوة الحلقية, 0.00005 ملي بار في الجو). ويكون لهذه الحلول عيوب تتمثل في أن درجة الحرارة تكون غير محددة. ومن ناحية أخرى, يمكن بالتالي أن ينتج كبت الفعالية عندما لا يتجاوز حدّ درجة الحرارة الحرجة للغشاء, حيث يزداد الضغط الداخلي. ومن ناحية أخرى, قد يحث تسخين بدرجة كبيرة نتيجة للأشعة المباشرة, حيث يؤدي ذلك بدوره إلى إجهادات مرتفعة في الزجاج أو في المنطقة الانتقالية ويحدث كسر في الأنبوب الغلافي. ويكون ارتفاع عدد حالات الكسر لهذا التصميم معروفاً من عملية تشغيل وحدة توليد قدرة وصل كرامر في كاليفورنيا. وعند اختيار غشاء له معدل نفاذ يعتمد بدرجة كبيرة على درجة الحرارة, يكون الارتفاع الضئيل في درجة حرارة الغشاء كافياً لتصريف الهيدروجين الحرّ من الحيز الحلقي دون نفاذ الغازات من الخارج إلى داخل الحيز الحلقي. وبالتالي يمكن أن تبقى نفقات الطاقة للتسخين ضئيلة.

وتغير وسيلة تغيير درجة الحرارة على نحو مفضل درجة حرارة الغشاء. وفي المثال الموصوف مسبقاً وفقاً للتجسيد, يتم تغيير درجة حرارة الغشاء عن طريق تغيير درجة حرارة الجدار, وبالتالي يكون هناك تغيير غير مباشر لدرجة حرارة الغشاء نتيجة للتوصيل الحراري من الجدار إلى الغشاء. وفي هذا المثال وفقاً للتجسيد, تتغير درجة الحرارة الغشاء بشكل مباشر, ويعدّ هذا مفيدا من ناحية الطاقة. وتتغير درجة الحرارة للمادة المستأصلة بشكل غير مباشر عبر الغشاء. وبالتالي يكون هناك تغير في درجة الحرارة من وسيلة تغيير درجة الحرارة عبر الغشاء إلى المادة المستأصلة.

وفي مثال مفضل وفقاً للتجسيد, حيث يشتمل الجدار على عنصر انتقالي وحلقة خارجية, يكون الغشاء موضوعاً في أو عند العنصر الانتقالي و/أو الحلقة الخارجية. وتكون العناصر الانتقالية والحلقات الخارجية عبارة عن مكونات مألوفة لوسائل معادلة التمدد المعروفة, حيث يتم معادلة التمددات المختلفة للأنبوب الغلافي والأنبوب المعدني ويتم إحكام سدّ الحيز الحلقي بطريقة كتيمة للغاز في منطقة أنبوب الامتصاص. ولا توجد ضرورة لتصنيع كامل الحلقة الخارجية أو كامل العنصر الانتقالي كغشاء, وعوضاً عن ذلك, يكفي لهذا الغرض قسم خاص, وبذلك يمكن خفض تكاليف التصنيع. وعلاوة على ذلك, قد يتم استخدام وسائل معادلة التمدد التجارية, التي تحتاج إلى أن يتم تزويدها بغشاء, بحيث تكون الزيادة في الانفاق للتصنيع التقني ضئيلة.

وفي تجسيد مفضل إضافي وفقاً للاختراع الراهن, حيث يحتوي أنبوب الامتصاص على منافيخ تمدد لمعادلة التمددات المختلفة للأنبوب الغلافي والأنبوب المعدني, ويكون الغشاء

موضوع في أو على منافيخ التمدد. ويمكن أيضاً بهذه الطريقة الحصول على تجسيد مجدي اقتصادياً وفقا لمبدأ الاختراع.

ويفضل أن يتكون الغشاء من حديد، بلاديوم أو نيوبيوم. وتتميز هذه العناصر الثلاثة باعتماد معدل نفاذ الهيدروجين الخاص بها على درجة الحرارة الذي يعتبر مناسباً للظروف السائدة أثناء تشغيل أنبوب الامتصاص.

وعلى نحو مستحسن، تشتمل منافيخ التمدد و/أو الجدار على منطقة مستخلصة معدة لزيادة النفاذية نحو الهيدروجين الحر. فعلى سبيل المثال، يمكن هنا إضافة ذرات البلاديوم إلى المادة الأساسية منافيخ التمدد أو الجدار. ويمكن إجراء طريقة الاستخلاص حالياً بكيفية مجدية من حيث التكلفة، على سبيل المثال، بواسطة الانتشار، التسامي من الطور الغازي أو الرشق بواسطة مرشات الجسيمات ذات الطاقة العالية تحت خواء. وبالنسبة للاستخلاص، يتم إضافة كميات صغيرة جداً من الذرات الغريبة إلى مادة الأساس، إنما تعتبر هذه الكميات كافية للتأثير على معدل النفاذ بشكل كبير. وعليه، يمكن الحفاظ على كمية البلاديوم أو النيوبيوم المستخدم صغيرة جداً ويتم تحقيق توفيرات في التكلفة حيث توازن تكاليف طريقة الاستخلاص الإضافية.

وفي شكل محسن آخر للاختراع، يتم تعبئة المادة المستأصلة في وعاء حيث يكون مرتبطاً بالحلقة الخارجية و/أو بالعنصر الانتقالي. وتكبس المادة المستأصلة سوياً على شكل حبات. ومع زيادة تحميل المادة المستأصلة بالهيدروجين الحر، تتشكل الهيدريدات، التي تمزق الأجزاء اسطوانية الشكل، بحيث تتحلل إلى العديد من الجسيمات الصغيرة. وفي الواقع، بالإضافة لذلك، يمكن ترسيب الهيدروجين الحر كذلك على المادة المستأصلة ولا تتغير سعة الامتصاص للمادة المستأصلة. وبالطبع، توزع الجسيمات الصغيرة بكيفية غير مضبوطة في الحيز الحلقي، حيث يتم تسخينها بواسطة الأشعة الشمسية المنعكسة وتشكيل البقع الحارة الموضعية في الحيز الحلقي، التي يمكن جعلها جديرة بالملاحظة بشكل سلبي فيما يخص المـُخرج الحراري ومدة صلاحية أنبوب الامتصاص. وبواسطة الوعاء، تثبت المادة المستأصلة بشكل دائم في موقع واحد، بحيث لا تحدث السيئات المذكورة أعلاه. وبشكل محدد، يمكن كذلك استخدام المادة المستأصلة على شكل مسحوق. وإضافة لذلك، يمكن تعبئة الأوعية بالمادة المستأصلة قبل تركيبها عندما تكون خارج الحيز الحلقي، بحيث تستلزم الأوعية المعبئة بعد ذلك مجرد إيلاجها في الحيز الحلقي، ولهذا السبب، يتم تبسيط عملية تصنيع أنبوب الامتصاص. كما أنه يمكن توصيلها مع الحلقة الخارجية أو العنصر الانتقالي، على سبيل المثال، بواسطة اللصق أو اللحام قبل التركيبة المكونة من أنبوب الامتصاص.

وعلى نحو مفضل، يشتمل الوعاء على ثقوب معدة لزيادة قابلية وصول المادة المستأصلة للهيدروجين الحر الموجود في الحيز الحلقي. ويمكن أن تكون هذه الثقوب عبارة عن ثقوب دقيقة ليزرية يمكن من خلالها أن يمر الهيدروجين بسهولة، إنما لا يمكن ذلك للمادة المستأصلة. وبهذه الكيفية، يمكن أن يترسب الهيدروجين بشكل جيد على المادة المستأصلة وأن ينزع منها ثانية، دون أن تكون المادة المستأصلة، عندما تكون على شكل مسحوق تحديداً، قابلة للتوزيع بشكل غير مضبوط في الحيز الحلقي.

وفي أحد التجسيدات المستحسنة، يشكل الوعاء في صورة جورب نسيجي. ويكون الجورب النسيجي مرناً ويمكن إيلاجه في الحيز الحلقي دون استخدام وسائل تثبيت إضافية. ويستحسن هنا أنه يمكن تعبئته بالمادة المستأصلة في حالة ممدودة، إنما يمكن تثبيته في الحيز الحلقي في حالة مثنية أو محنية. ولتحقيق هذا الغرض، يشتمل الجورب النسيجي على وسيلة ربط قابلة للإغلاق على كلا الطرفين، حيث يمكن بواسطتها وضعه حول منافيخ التمدد، على سبيل المثال حيث يثبت في الموضع الصحيح بفعل الاحتكاك. ولا يوجد هناك حاجة للحفاظ على الجورب النسيجي في موقع تركيب محدد؛ وبدلاً من ذلك، يمكن وضعه في أي مكان في الحيز الحلقي.

وعلى نحو مفضل، تشتمل الحلقة الخارجية على بروز حيث يمتد إلى المادة المستأصلة وتوضع وسيلة تغيير درجة الحرارة في المنطقة التي يوجد بها البروز. وبهذه الطريقة، يتم تكبير السطح القابل للاستخدام المعد للنقل الحراري، بحيث يمكن جعل التغيرات في درجة حرارة المادة المستأصلة أكثر فعالية.

وفي شكل محسن مفضل آخر للاختراع، تشتمل الحلقة الخارجية على تجويف في المنطقة التي يوجد بها البروز، حيث توضع وسيلة تغيير درجة الحرارة. وتجعل هذه التشكيلة من الممكن وضع المصدر الحراري أو المبدد الحراري بشكل قريب جداً من المادة المستأصلة، بحيث يمكن استمثال النقل الحراري بشكل إضافي.

ويتم تحسين أنبوب الامتصاص وفقاً للاختراع بحيث تشتمل الحلقة الخارجية على فتحة تتجه نحو المادة المستأصلة، بحيث يتم إحكام سد هذه الفتحة بواسطة الغشاء. ويمكن وضع الغشاء في الفتحة بحد ذاتها في هذه الحالة، أو يمكن تشكيله في صورة غطاء يعمل على إحكام سد الفتحة. وفي الشكل المحسن هذا، يمكن تكييف الغشاء مسبقاً وفقاً لأبعاد الفتحة، بحيث يستلزم مجرد دفعه فوقها أو إيلاجه فيها، مما يعتبر مستحسناً من وجهة نظر التصنيع التقني.

وفي تجسيد مفضل للاختراع الراهن، تشتمل الحلقة الخارجية و/أو العنصر الانتقالي على قسم حيث يحيط بالمادة المستأصلة بشكل جزئي على الأقل. وبهذه الطريقة، يتم تكبير السطح القابل للاستخدام المعد للنقل الحراري، بحيث يمكن جعل التغيرات في درجة حرارة المادة المستأصلة أكثر فعالية. وعند النظر إليه من الحيز الحلقي، يمكن أن يكون القسم منحنياً إلى الخارج، بحيث يتم تكبير السطح الذي يمكن استخدامه للنقل الحراري من أو على الوسط المحيط بأنبوب الامتصاص.

ويفضل وضع الغشاء في هذا القسم. ويمكن تصريف نقل الهيدروجين الحر، الذي يتم اطلاقه من المادة المستأصلة، بشكل فعال من الحيز الحلقي بهذه الطريقة.

ويفضل أن تكون وسيلة تغيير درجة الحرارة بجوار هذا القسم. وبهذه الطريقة، يمكن استخدام التغيرات في درجة الحرارة الناتجة بواسطة وسيلة تغيير درجة الحرارة طوال السطح المكبر بواسطة القسم المعد للنقل الحراري، بحيث يمكن تغيير درجة حرارة المادة المستأصلة بكيفية أكثر فعالية.

وفي تجسيد آخر للاختراع الراهن، حيث تشتمل منافيخ التمدد على طية واحدة أو أكثر، وتمتد وسيلة تغيير درجة الحرارة جزئياً على الأقل في طيات منافيخ التمدد. وتكون نفقات التصنيع اللازمة لهذا صغيرة؛ وبالإضافة لذلك، لا تستلزم أية وسائل تثبيت إضافية. ونظراً لأنه تكون منافيخ التمدد مجاورة للحيز الحلقي جزئياً على الأقل، فإنه يكون من الممكن هنا حدوث تغيير كبير في درجة حرارة المادة المستأصلة.

ويفضل تصميم وسيلة تغيير درجة الحرارة على شكل وسيلة تسخين. وفي الواقع، في هذا التجسيد، لا يمكن حدوث أي تبريد للغشاء أو الجدار؛ غير أنه، يمكن إجراء عملية تحميل وتفريغ المادة المستأصلة وفقاً للاختراع بشكل فعال باستخدام وسيلة تجارية بسيطة تقنياً.

ويفضل أن تشتمل وسيلة التسخين على فتيلة التسخين. ويكون لفتيلة التسخين الميزة التي تتمثل في أنه يمكن تركيبها بكيفية مرنة ويمكن تكييف النسب الهندسية وفقاً لأنبوب الامتصاص. وبالتحديد، يمكن تركيبها بشكل جيد في تجويف الحلقة الخارجية.

وفي تجسيد مفضل لأنبوب الامتصاص وفقاً للاختراع، يشتمل جهاز التسخين على ملف كهربائي وقرص معدني لإجراء التسخين الحثي للمادة المستأصلة. ونظراً لأنه يتم إحكام سد الحيز الحلقي بكيفية كتيمة للغاز وتفريغه خوائياً، يكون من غير الممكن توجيه الخطوط والأسلاك من الخارج إلى داخل الحيز الحلقي دون تعريض السداد المحكم للخطر أو يكون ذلك ممكناً باستخدام نفقات عالية على نحو غير متلائم. وباستخدام الملف الكهربائي، يمكن تسخين

القرص المعدني حثياً دون التلامس، بغض النظر عن وجود القرص المعدني في أو خارج الحيز الحلقي. وباستخدام ترتيبة مناظرة للقرص المعدني، يكون من الممكن تسخين المادة المستأصلة مباشرة، بحيث يتم تسخين الغشاء آنذاك بشكل غير مباشر. وفي هذه الحالة، يحدث هناك تغير في درجة الحرارة من وسيلة تغيير درجة الحرارة عبر المادة المستأصلة إلى الغشاء.

وتشتمل وسيلة تغيير درجة الحرارة على نحو مفضل على أنبوب حراري و/أو وحدة فلطائية حرارية. وفي هذا التصميم، من أحد الجوانب، يمكن نقل الحرارة طوال مسافات أطول. وعليه، يكون من الممكن توليد الحرارة في أي موضع وتوجيهها حيثما تلزم. ومن جانب آخر، يمكن كذلك أن تطلق الحرارة من المواضع التي يستلزم تبريدها. ويكون لهذا الأمر ميزات بنيوية، حيث أنه لا يستلزم وضع وسيلة تغيير درجة الحرارة مباشرة على أنبوب الامتصاص، وبذلك يمكن تجنب المشكلات الناتجة عن عدم وجود حيز بنيوي. وبالإضافة لذلك، يمكن تزويد الحرارة بطريقة مرغوبة وصديقة للبيئة باستخدام الوحدة الفلطائية الحرارية.

وفي تجسيد مفضل بشكل خاص لأنبوب الامتصاص، تشتمل وسيلة تغيير درجة الحرارة على وسيلة تبريد. وتتمثل الميزة هنا في أنه يتم إطلاق الحرارة بشكل فعال من أنبوب الامتصاص ويمكن ضبط درجة حرارة المادة المستأصلة.

ويتعلق وجه آخر للاختراع في طريقة تستخدم لتحميل المادة المستأصلة بالهيدروجين الحر وتفريغها منه بشكل عكوس في أنبوب الامتصاص، حيث تشتمل على الخطوات التالية:

- تحميل المادة المستأصلة عند درجة حرارة أولى،
- تغيير درجة حرارة المادة المستأصلة لدرجة حرارة ثانية بواسطة وسيلة تغيير درجة الحرارة،
- تفريغ المادة المستأصلة عند درجة الحرارة الثانية، و
- تغيير درجة حرارة المادة المستأصلة لدرجة الحرارة الأولى بواسطة وسيلة تغيير درجة الحرارة.

ويمكن تطبيق هذه الطريقة كلما كان ذلك مرغوباً، بحيث أنه يمكن استخدام المادة المستأصلة بشكل متكرر وعليه من المؤكد أنها تستخدم بشكل أكثر فعالية من ذلك المعروف في حالة استخدام أنابيب الامتصاص المعروفة من التقنية السابقة، حيث يتم تحميل المادة المستأصلة مرة واحدة فقط إلى أن يتم استنفاد سعتها لامتصاص الهيدروجين الحر. ويمكن إطالة مدة صلاحية أنبوب الامتصاص بوضوح باستخدام الطريقة وفقاً للاختراع، ولهذا السبب يمكن تشغيل الوحدات الصناعية لتوليد القدرة باستخدام الطاقة الحرارية الشمسية بشكل أكثر فعالية.

وبالنسبة للمواد المستأصلة التي تستخدم عادة، تنخفض سعة الامتصاص نحو الهيدروجين الحر مع زيادة درجة الحرارة. وعليه، يتم التفريغ بفعل حدوث زيادة في درجة حرارة المادة المستأصلة. ونتيجة لذلك، تكون درجة الحرارة الثانية أعلى عادة من درجة الحرارة الأولى. وتتمثل درجة الحرارة الأولى في هذه الحالة عموماً في درجة الحرارة التشغيلية لأنبوب الامتصاص السائدة في الموقع الذي يتم فيه تركيب المادة المستأصلة. غير أنه، يمكن إيصال درجة الحرارة الأولى إلى ما دون درجة الحرارة التشغيلية لأنبوب الامتصاص بواسطة وسيلة تغيير درجة الحرارة، بحيث تتم زيادة سعة الامتصاص للمادة المستأصلة بشكل إضافي.

ويتعلق وجه آخر لهذا الاختراع بطريقة تستخدم لتغيير درجة حرارة المادة المستأصلة في حيز حلقي موجود في أنبوب الامتصاص، حيث تشتمل على الخطوات التالية:

- تغيير درجة حرارة الغشاء أو الجدار بواسطة وسيلة تغيير درجة الحرارة، و
- تغيير درجة حرارة المادة المستأصلة لدرجة الحرارة الأولى بواسطة الغشاء.

وفي هذه الحالة، يحدث التغير في درجة حرارة المادة المستأصلة على طول المسار من وسيلة تغيير درجة الحرارة عبر الغشاء و/أو الجدار إلى المادة المستأصلة. وعليه، تسخن المادة المستأصلة بشكل غير مباشر باستخدام الوصلة الوسيطة للغشاء و/أو الجدار.

ويتعلق وجه آخر بطريقة تستخدم لتغيير درجة حرارة غشاء و/أو جدار أنبوب الامتصاص، حيث تشتمل على الخطوات التالية:

- تغيير درجة حرارة المادة المستأصلة بواسطة وسيلة تغيير درجة الحرارة، و
- تغيير درجة حرارة الغشاء و/أو الجدار بواسطة المادة المستأصلة.

وفي هذه الحالة، يحدث التغير في درجة حرارة الغشاء و/أو الجدار على طول المسار من وسيلة تغيير درجة الحرارة عبر المادة المستأصلة إلى الغشاء و/أو الجدار. وعليه، تسخن المادة المستأصلة بشكل غير مباشر باستخدام الوصلة الوسيطة للغشاء و/أو الجدار.

ويتعلق وجه آخر لهذا الاختراع بوسيلة تستخدم لتصريف الهيدروجين الحر من حيز حلقي موجود في أنبوب الامتصاص، حيث تشتمل على ما يلي:

- أنبوب امتصاص وفقاً لأحد التجسيدات المذكورة أعلاه،
- وحدة لقياس درجة الحرارة تستخدم لتحديد قيمة درجة الحرارة للأنبوب الغلافي، و
- وحدة مقارنة تستخدم لمقارنة قيمة درجة الحرارة للأنبوب الغلافي التي تم تحديدها مع قيمة درجة الحرارة الحرجة التي يمكن اختيارها.

وباستخدام هذه الوسيلة، يكون من الممكن السماح بتحميل وتفريغ المادة المستأصلة بشكل أوتوماتي. وعليه، يتم تشغيل أنابيب الامتصاص دائماً في المدى الأمثل ولا يستلزم وجود طاقم الصيانة الذي يراقب التحميل والتفريغ.

ويتعلق وجه آخر بطريقة تستخدم لتصريف الهيدروجين الحر من حيز حلقي موجود في أنبوب امتصاص، حيث تشتمل على الخطوات التالية:

- تحديد قيمة درجة الحرارة للأنبوب الغلافي بواسطة وحدة قياس درجة الحرارة،
- مقارنة قيمة درجة الحرارة للأنبوب الغلافي التي تم تحديدها مع قيمة درجة الحرارة الحرجة التي يمكن اختيارها بواسطة وحدة مقارنة، و
- تغيير درجة حرارة المادة المستأصلة والجدار و/أو الغشاء بواسطة وسيلة تغيير درجة الحرارة بكيفية تكفل اطلاق الهيدروجين المرتبط بالمادة المستأصلة وتصريفه من الحيز الحلقي.

وتجرى الطريقة وفقاً للاختراع على نحو مفضل وفقاً للتسلسل المبين، إنما يمكن تصور تسلسلات أخرى. وتتوافق مزايا هذه الطريقة مع تلك المشروحة بالنسبة للوسيلة المناظرة وفقاً للاختراع المستخدمة لتصريف الهيدروجين الحر من حيز حلقي موجود في أنبوب امتصاص.

وصف مختصر للرسوم

سيوصف الاختراع الآن بالتفصيل بناء على الأمثلة المفضلة للتجسيد بالرجوع إلى الأشكال، وهنا:

الشكل 1 : يوضح رسماً توضيحياً تخطيطياً لمجمع شمسي،

الشكل 2 : يوضح مثالاً أولاً لتجسيد خاص بأنبوب امتصاص وفقاً للاختراع برسم توضيحي نصف مقطعي،

الشكل 3 : يوضح مثالاً ثانياً لتجسيد خاص بأنبوب امتصاص وفقاً للاختراع برسم توضيحي نصف مقطعي،

الشكل 4 : يوضح مثالاً ثالثاً لتجسيد خاص بأنبوب امتصاص وفقاً للاختراع برسم توضيحي نصف مقطعي،

الشكل 5 : يوضح مثالاً رابعاً لتجسيد خاص بأنبوب امتصاص وفقاً للاختراع برسم توضيحي نصف مقطعي،

الشكل 6 : يوضح مثالاً خامساً لتجسيد خاص بأنبوب امتصاص وفقاً للاختراع برسم توضيحي نصف مقطعي،

الشكل 7 : يوضح مثالاً سادساً لتجسيد خاص بأنبوب امتصاص وفقاً للاختراع برسم توضيحي نصف مقطعي،

الشكل 8 : يوضح مثالاً سابعاً لتجسيد خاص بأنبوب امتصاص وفقاً للاختراع برسم توضيحي نصف مقطعي،

الشكل 9 : يوضح مثالاً ثامناً لتجسيد خاص بأنبوب امتصاص وفقاً للاختراع برسم توضيحي نصف مقطعي، و

الشكل 10 : يوضح رسماً توضيحياً بيانياً لطريقة التحميل والتفريغ العكوس للمادة المستأصلة مع الهيدروجين الحر.

الوصف التفصيلي

يوضح الشكل 1 مجمعاً شمسياً 10 من النوع المعروف. إذ يشتمل المجمع الشمسي 10على مرآة تجميع 12، تعكس الأشعة الشمسية 14 وتوجه الأشعة الشمسية المنعكسة 16 على أنبوب الامتصاص 18. ومرآة التجميع 12 مشكلة على شكل حوض، بحيث تؤدي إلى تركيز الأشعة الشمسية المنعكسة على طول الخط البؤري الذي يمتد عبره المحور الطولي 20 لأنبوب الامتصاص 18. ويشتمل أنبوب الامتصاص 18 على أنبوب معدني 22 وأنبوب غلافي 24. ويتم طلاء الأنبوب المعدني 22 بطبقة ماصة للأشعة إذ يتدفق الوسط الناقل للحرارة خلالها. ويحيط الأنبوب الغلافي 24 بالأنبوب المعدني 22، بحيث يتشكل حيز حلقي 26 بين الأنبوب المعدني 22 والأنبوب الغلافي 24. ويتكون الأنبوب الغلافي 24 عادة من زجاج. وبناء على الشكل الحوضي لمرآة التجميع 12، يمكن تجزئة أنبوب الامتصاص 18 إلى شطرين أحدهما 28 مواجه لمرآة التجميع 12 والشطر الآخر 30 بعيداً عنها.

ويشار إلى اتجاه تدفق الوسط الناقل للحرارة بالسهم P. وعن طريق التدفق خلال الأنبوب المعدني يسخن الوسط الناقل للحرارة بواسطة الأشعة الشمسية المنعكسة 16. وتبلغ درجة الحرارة التي يمكن الوصول إليها 400°م تقريباً. ويتم إدخال الوسط الناقل للحرارة المسخن في عملية غير موضحة بالتفصيل هنا، حيث يتم الحصول على الطاقة الكهربائية. ويبرد الشطر 30 لأنبوب الامتصاص 18 البعيد عن مرآة التجميع 12 بالحمل الحراري المخلط، أي عن طريق الحمل الحراري الطبيعي والحمل الحراري القسري بسبب الريح مثلاً الأمر الذي يؤدي إلى فقدان الحرارة والتأثير عكسياً على عملية التسخين للوسط الناقل للحرارة. وبالتالي تجرى محاولات لتقليل التوصيل الحراري من الأنبوب المعدني 22 نحو الخارج قدر الإمكان،

عن طريق مثلاً الحيز الحلقي 26 المشكل من خلال الأنبوب الغلافي 24. حيث يتم تفريغ هـذا الأنبوب وبذلك يقل التوصيل الحراري عبر الحيز الحلقي 26 فيتم الحد من فقدان الحرارة.

ويوضح الشكل 2 مثالاً أولاً لتجسيد خاص بأنبوب امتصاص 18 وفقاً للاختراع بمنظر نصف مقطعي. ويشتمل أنبوب الامتصاص 18 على جدار 32، مكون من عنصر انتقـالي 34 وحلقة خارجية 36 في مثال وفقاً لتجسيد موضح، ويكـون العنـصر الانتقـالي 34 موصـولاً بالأنبوب الغلافي 24. ويسد هذا الجدار 32 الحيز الحلقي 26 بكيفية كتيمة للغاز فـي الاتجـاه المحوري للمحور الطولي 20 لأنبوب الامتصاص.

ويتم تثبيت الوعاء 40 المملوء بالمادة المستأصلة 38 بحلقة خارجية 36، عن طريـق التثبيت بمسمار، اللحم أو اللصق. ويمكن أيضاً تثبيت العنصر الانتقالي 34. وخـارج الحيـز الحلقي 26، وبجوار الوعاء 40، يتم إدخال وسيلة تغيير درجة الحرارة 42، التي يتم وضـعها بحيث يمكن تغيير درجة حرارة الجدار 32، وفي المثال الموضـح، درجـة حـرارة الحلقـة الخارجية 36. ولهذا الغرض، تشتمل وسيلة تغيير درجة الحرارة 42 على وسيلة تـسخين 48 ووسيلة تبريد 49. ونظراً لأنه يتم تثبيت الوعاء 40 بالحلقة الخارجية 36، يؤدي أيضاً تغييـر درجة حرارة الحلقة الخارجية 36، بالتحديد إلى تغيير درجة حرارة المادة المستأصلة 38 بسبب التوصيل الحراري.

وعلاوة على ذلك، يشتمل أنبوب الامتصاص 18 على عنصر توصيل 44، موصـول بالأنبوب المعدني 22، ومنافيخ تمدد 46، تعادل الفروق في تمدد الأنبوب الغلافي 24 والأنبوب المعدني 22 أثناء تشغيل أنبوب الامتصاص 18. وفي هذا التجسيد، يتم استخدام الحلقة الخارجية 36 مع عنصر التوصيل 44 ولكن يمكن وضعها بشكل محوري عليه.

ويوضح الشكل 3 مثالاً ثانياً لتجسيد خاص بأنبوب الامتصاص 18 وفقاً للاختراع. ويتم تصميم وسيلة تغيير درجة الحرارة 42 كوسيلة تسخين 48، تشتمل علـى فتيلـة تـسخين 50، مركبة بدورها في طيات 52 لمنافيخ التمدد 46. وهنا، لا توضع الحلقة الخارجيـة 36 علـى عنصر التوصيل 44، وبالتالي يمكن الوصول إلى منافيخ التمدد 46 على الجانب البعيـد عـن الحيز الحلقي 26. ويصمم الوعاء 40 الذي تتواجد فيه المادة المستأصلة 38، كجراب نـسيجي 54، مركب في الحيز الحلقي 26 على منافيخ التمدد 46. ويتم وضع غشاء 56، يمكـن مـن خلاله أن ينتشر الهيدروجين الحر عند تغير درجة حرارة الغشاء 56 في العنصر الانتقالي 34. وتسخّن فتيلة التسخين 50 أولاً المادة المستأصلة 38 عن طريق منافيخ التمـدد 46، وتـسخّن المادة المستأصلة بدورها الغشاء 56، بحيث يتم تسخين الغشاء 56 بشكل غير مباشر.

ويوضح الشكل 4 مثالاً ثالثاً لتجسيد خاص بأنبوب الامتصاص 18. وهنا توجد المادة المستأصلة 38 بدورها في الوعاء 40، الذي يشتمل على عدد من الثقوب 58 التي يتم تكييف أبعادها بحيث يمر من خلالها الأكسجين الحر بسهولة، ولكن تبقى المادة المستأصلة 38 في الوعاء 40. ويشتمل كل من عنصر التوصيل 34 والحلقة الخارجية على غشاء 56. ويتم تصميم وسيلة تغيير درجة الحرارة 42 في هذه الحالة كأنبوب حراري أو كوحدة فلطائية ضوئية 59. وتعمل هذه على نقل الحرارة على امتداد المسافات الطويلة. وبالتالي، يمكن من خلالها إنتاج الحرارة في أي موقع وتوجيهها إلى حيث يلزم. ومن جهة أخرى، يمكن أيضاً من خلالها تصريف الحرارة من الأماكن التي ينبغي تبريدها. وفي الحالة الراهنة، يتم إنتاج الحرارة عند أحد الأطراف 57 للأنبوب الحراري 59 وإطلاقها بالقرب مباشرة من الغشاء 56 للحلقة الخارجية 36. ويتم تسخين الحلقة الخارجية أولاً بحيث يتم تسخين المادة المستأصلة 38 بشكل غير مباشر هنا. وهذا يطبق بشكل مماثل على خفض درجة الحرارة. ويمكن من خلال الوحدة الفلطائية الضوئية 59 كذلك إتاحة إنتاج الحرارة المفضل للغاية والصديق للبيئة.

وفي المثال الرابع للتجسيد، الموضح في الشكل 5، يكون للحلقة الخارجية 36 بروز 60 يمتد نحو المادة المستأصلة 38 وتجويف 62، يتواجد في المنطقة المجاورة مباشرة للبروز 60. وتمتد فتيلة التسخين 50 لوسيلة التسخين 48 في هذا التجويف 62، بحيث يمكن زيادة درجة حرارة المادة المستأصلة 38 بشكل فعال للغاية. وعلاوة على ذلك، تشتمل الحلقة الخارجية 36 على منطقة مستخلصة 64، موجودة أيضاً في المنطقة المجاورة مباشرة للبروز 60 وتشمل البروز 60.

ويوضح الشكل 6 مثالاً خامساً لتجسيد أنبوب الامتصاص 18 وفقاً للاختراع في الشكل 6. وهنا، تشتمل الحلقة الخارجية 36 على فتحة 66 تبرز نحو المادة المستأصلة 38 ويتم سدها بالغشاء 56. وفي المثال الموضح، يتم تصميم الغشاء 56 كغطاء 68 يسد الفتحة 66. وتوضع وسيلة تغيير درجة الحرارة 42 في المنطقة المجاورة المباشرة للفتحة 66، بحيث يمكن تغيير درجة حرارة الغشاء 56 والمادة المستأصلة 38.

وفي المثال السادس لتجسيد أنبوب الامتصاص 18، الموضح في الشكل 7، تشتمل وسيلة تغيير درجة الحرارة 42 على ملف كهربائي 70 وقرص معدني 72. ويتم محاذاة القرص المعدني 72 والملف الكهربائي 70 بحيث يمكن تسخين القرص المعدني 72 بصورة حثية بالملف الكهربائي 70. وفي هذه الحالة، يوضع القرص المعدني 72 في المادة المستأصلة 38،

بحيث يمكن تسخين المادة المستأصلة 38 بشكل مباشر. وفي هذا المثال للتجسيد، يوضع الغشاء 56 في منافيخ التمدد 46 ويسخن بشكل غير مباشر بواسطة المادة المستأصلة 38.

والوسيلة 74 المعدة لتصريف الهيدروجين الحر من الحيز الحلقي 26 لأنبوب الامتصاص 18 موضحة بشكل تخطيطي في الشكل 8. وهي تشتمل على أنبوب امتصاص 18 وفقاً للمثال السادس للتجسيد، الموضح في الشكل 2، ويمكن استخدام كافة الأمثلة الأخرى للتجسيد. ويتم توصيل وسيلة تغيير درجة الحرارة 42 بوحدة المقارنة 76 الموصولة بدورها مع وحدة قياس درجة الحرارة 78. وتزود هذه التوصيلة في هذه الحالة من خلال الكبل 80، ويمكن أيضاً استخدام توصيلة لاسلكية. ويمكن أن يعمل الكمبيوتر أو الكمبيوتر الصغري كوحدة مقارنة 76؛ ويمكن تصميم وحدة قياس درجة الحرارة 78 بصفتها كاميرا تصوير حرارية أو مجس لدرجة الحرارة.

وتحدد وحدة قياس درجة الحرارة 78 قيمة درجة الحرارة للأنبوب الغلافي 24 وتوجه أيضاً القيمة المحددة إلى وحدة المقارنة 76 التي تقارن هذه القيمة مع قيمة درجة الحرارة الحرجة التي يمكن اختيارها وإدخالها في وحدة المقارنة 76. وإذا تجاوزت قيمة درجة الحرارة المحددة للأنبوب الغلافي 24 قيمة درجة الحرارة الحرجة، فهذه علامة على تراكم الهيدروجين الحر في الحيز الحلقي 26 لأنبوب الامتصاص 18 وأنه يتم استنفاد سعة الامتصاص للمادة المستأصلة 38 للهيدروجين الحر. وفي هذه الحالة، يمكن أن تدفع وحدة المقارنة 76 وسيلة تغيير درجة الحرارة 42 إلى تقليل درجة حرارة المادة المستأصلة 38 من أجل زيادة سعة الامتصاص الخاصة بها. وبشكل بديل، قد تؤدي وحدة المقارنة 76 إلى زيادة درجة حرارة المادة المستأصلة 38 والجدار 32، وبذلك يتم إطلاق الهيدروجين المقيد من المادة المستأصلة 38 كما يتم تصريفه من الحيز الحلقي 26 خلال الغشاء 56.

وفي مثال التجسيد الموضح في الشكل 9، تشتمل الحلقة الخارجية 36 على قسم 82 يغلف بشكل جزئي على الأقل المادة المستأصلة 38. ويوضع الغشاء 56 في منطقة 82 في المثال الموضح. وتوضع وحدة تغيير درجة الحرارة 42، المصممة مثلاً كوسيلة تسخين 48 أيضاً في هذه المنطقة 82.

وطريقة التحميل والتفريغ العكوس للمادة المستأصلة 38 مع الهيدروجين الحر موضحة تخطيطياً في الشكل 10. وهنا، تم تمثيل تبعية الضغط p في الحيز الحلقي 26 مع الزيادة المتواصلة بشكل متساوي درجة الحرارة لتركيز الهيدروجين الحر في المادة المستأصلة 38 لدرجة الحرارة الأولى T_1 ودرجة الحرارة الثانية T_2 للمادة المستأصلة 38. وهكذا تكون درجة

الحرارة الأولى T_1 أقل من درجة الحرارة الثانية T_2. وفي هذه الحالة، يعلّم الخط L سعة الامتصاص القصوى للمادة المستأصلة 38 للهيدروجين الحر. ويمكن ملاحظة أن سعة الامتصاص للمادة المستأصلة 38، عندما تكون درجة الحرارة T_1 منخفضة، أعلى مقارنة بالحالة التي تكون عندها درجة الحرارة T_2 مرتفعة (نقاط تقاطع خطوط تساوي درجة الحرارة مع الخط L).

ويرتبط الهيدروجين الداخل إلى الحيز الحلقي بالمادة المستأصلة 38 إلى أن يتم التوصل إلى سعة الامتصاص القصوى للمادة المستأصلة 38. ويحدث هذا التحميل عند درجة الحرارة T_1 في المثال الموضح. وعند التوصل إلى سعة الامتصاص القصوى بالنسبة لدرجة الحرارة الأولى T_1 أو، كما هو موضح، قبلها مباشرة، عن طريق تفعيل وسيلة تغيير درجة الحرارة 42، تزداد درجة حرارة المادة المستأصلة 38 من درجة الحرارة الأولى T_1 إلى درجة الحرارة الثانية T_2. وهذه الزيادة في درجة الحرارة قبل التوصل إلى سعة الامتصاص القصوى تمنع التشكل الجسيمي للمادة المستأصلة. وعند درجة الحرارة الثانية T_2، يكون للمادة المستأصلة 38 سعة امتصاص قليلة، بحيث يتم إطلاق الهيدروجين الحر المقيد إلى أن يتم التوصل إلى سعة الامتصاص القصوى للمادة المستأصلة 38 بالنسبة لدرجة الحرارة الثانية T_2. وعند هذه النقطة (نقطة تقاطع خط تساوي درجة الحرارة T_2 مع L) يتم خفض درجة حرارة المادة المستأصلة 38 إلى درجة الحرارة الأولى T_1 التي تكون عندها سعة الامتصاص عالية، وبالتالي يمكن أن تمتص المادة المستأصلة 38 المزيد من الهيدروجين الحر.

ويرافق التغيرات في درجة حرارة المادة المستأصلة 38 تغيرات في درجة حرارة الجدار 32 و/أو الغشاء 56 و/أو منافيخ التمدد 46. ولأن الجدار 32 عادة ما يتم إنتاجه بشكل جزئي على الأقل من معدن، وبالتحديد من مواد محتوية على حديد، فإنه يتمتع بنفاذية تعتمد على درجة الحرارة تزيد مع زيادة درجة الحرارة. وينطبق الأمر ذاته على منافيخ التمدد 46، طالما أنه يتم إنتاجها من مواد معدنية وكذلك الحال بالنسبة للغشاء 56 والمنطقة المستخلصة 64 للجدار 32 أو منافيخ التمدد 46.

وُصف الاختراع بالتفصيل بناء على عدة أمثلة للتجسيد المفضل. والتعديلات أو التغيرات الناتجة عن تصور واضح للمتمرس في التقنية للوصف لا تحيد عن المفهوم الذي هو أساس الاختراع كما أنها مشمولة ضمن نطاق الحماية، المعرّف بعناصر الحماية التالية.

قائمة الرموز المرجعية

10 المجمع الشمسي

12 مرآة التجميع

14 الأشعة الشمسية

16 الأشعة الشمسية المنعكسة

18 أنبوب الامتصاص

20 المحور الطولي

22 الأنبوب المعدني

24 الأنبوب الغلافي

26 الحيز الحلقي

28 شطر أنبوب الامتصاص المواجه لمرآة التجميع

30 شطر أنبوب الامتصاص البعيد عن مرآة التجميع

32 الجدار

34 العنصر الانتقالي

36 الحلقة الخارجية

38 المادة المستأصلة

40 الوعاء

42 وسيلة تغيير درجة الحرارة

44 عنصر التوصيل

46 منافيخ التمدد

48 وسيلة التسخين

49 وسيلة التبريد

50 فتيلة التسخين

52 الطيات

54 الجراب النسيجي

56 الغشاء

57 الطرف

58 الثقوب

59	الأنبوب الحراري، الوحدة الفلطائية الضوئية
60	البروز
62	التجويف
64	المنطقة المستخلصة
66	فتحة الحلقة الخارجية
68	الغطاء
70	الملف الكهربائي
72	القرص المعدني
74	الوسيلة
76	وحدة المقارنة
78	وحدة قياس درجة الحرارة
80	الكبل
82	القسم
L	الخط
T_1	درجة الحرارة الأولى
T_2	درجة الحرارة الثانية

عناصر الحماية

1- أنبوب امتصاص, بالتحديد لمجمعات شمسية (10) في محطات توليد قدرة حرارية شمسية يشتمل على :

- أنبوب معدني (22) لوصل وتسخين وسط ناقل للحرارة,
- أنبوب غلافي (24) محيط بالأنبوب المعدني (22) لتشكيل حيز حلقي (26) حيث يمكن تفريغه,
- جدار (32) يمتد بين الأنبوب الغلافي (24) والأنبوب المعدني لإحكام سدّ الحيز الحلقي (26), و
- مادة مستأصلة (38) لربط الهيدروجين الحرّ الموجود في الحيز الحلقي (26), تتميز بوسيلة تغيير درجة الحرارة (42) لتغيير درجة حرارة المادة المستأصلة (38) والجدار (32).

2- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 1, حيث تكون المادة المستأصلة (38) موضوعة في الحيز الحلقي (26), الذي يتميز كذلك بأنه تكون وسيلة تغيير درجة الحرارة (42) موضوعة خارج الحيز الحلقي (26) ومقابل المادة المستأصلة (38).

3- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 1 أو 2, الذي يتميز كذلك بغشاء (56) حيث يمكن للهيدروجين الحرّ النفاذ لتصريف الهيدروجين الحر من الحيز الحلقي (26).

4- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 3, الذي يتميز كذلك بأنه تقوم وسيلة تغيير درجة الحرارة (42) بتغيير درجة حرارة الغشاء (56).

5- أنبوب الامتصاص وفقاً لأي من عنصري الحماية 3 أو 4, حيث يشتمل الجدار (32) على عنصر انتقالي (34) وحلقة خارجية (36), الذي يتميز كذلك بأنه يكون الغشاء (56) موضوع في أو على العنصر الانتقالي (34) و/أو الحلقة الخارجية (36).

6- أنبوب الامتصاص وفقاً لأي من عناصر الحماية 3 إلى 5, حيث يحتوي أنبوب

الامتصاص (18) على منافيخ تمدد (46) لمعادلة التمددات المختلفة للأنبوب الغلافي (24) و الأنبوب المعدني (22), الذي يتميز كذلك بأنه يكون الغشاء (56) موضوع في أو على منافيخ التمدد (46).

7- أنبوب الامتصاص وفقاً لأي من عناصر الحماية 3 إلى 6, الذي يتميز كذلك بأن الغشاء (56) يحتوي على الحديد, البلاديوم أو النيوبيوم.

8- أنبوب الامتصاص وفقاً لأي من عنصري الحماية 6 أو 7, الذي يتميز كذلك بأن يشتمل (تشتمل) منافيخ التمدد (46) و/أو الجدار (32) على منطقة مستخلصة (64) لزيادة النفاذية للهيدروجين الحر.

9- أنبوب الامتصاص وفقاً لأي من عناصر الحماية 5 إلى 8, الذي يتميز كذلك بأنه يتم تعبئة المادة المستأصلة (38) في الوعاء (40), المثبت بالحلقة الخارجية (36) و/أو العنصر الانتقالي (34).

10- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 9, الذي يتميز كذلك بأن الوعاء (40) يحتوي على ثقوب (58) لزيادة إمكانية الوصول إلى المادة المستأصلة (38) للهيدروجين الحر في الحيز الحلقي (26).

11- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 9, الذي يتميز كذلك بأنه يتم تصميم الوعاء (40) كجراب نسيجي (54).

12- أنبوب الامتصاص وفقاً لأي من عناصر الحماية 5 إلى 11, الذي يتميز كذلك بأن الحلقة الخارجية (36) تحتوي على بروز (60) يمتد إلى المادة المستأصلة (38) ووسيلة تغيير درجة الحرارة (42) موضوعة في منطقة البروز (60).

13- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 12, الذي يتميز كذلك بأن الحلقة الخارجية (36) تحتوي على تجويف (62) في منطقة البروز (60), حيث يوضع فيها وسيلة تغيير درجة

الحرارة (42).

14- أنبوب الامتصاص وفقاً لأي من عناصر الحماية 5 إلى 13, الذي يتميز كذلك بأن الحلقة الخارجية (36) تحتوي على فتحة (66) تشير إلى المادة المستأصلة (38) وتكون محكمة السد بواسطة الغشاء (56).

15- أنبوب الامتصاص وفقاً لأي من عناصر الحماية 5 إلى 11, الذي يتميز كذلك باحتواء الحلقة الخارجية (36) و/أو العنصر الانتقالي (34) على قسم (82) يحيط جزئياً على الأقل بالمادة المستأصلة (38).

16- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 15, الذي يتميز كذلك بأنه يكون الغشاء (56) موضوع في القسم (82).

17- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 15 أو 16, الذي يتميز كذلك بأنه تكون وسيلة تغيير درجة الحرارة (42) مجاورة للقسم (82).

18- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 6 أو 17, حيث تحتوي منافيخ التمدد (46) على طية واحدة أو أكثر (52), الذي يتميز كذلك بأنه يتم إدارة وسيلة تغيير درجة الحرارة (42) جزئياً على الأقل في الطيات (52) لمنافيخ التمدد (46).

19- أنبوب الامتصاص وفقاً لأحد عناصر الحماية السابقة، الذي يتميز كذلك بأنه تصمم وسيلة تغيير درجة الحرارة (42) على شكل وسيلة تسخين (48).

20- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 19، الذي يتميز كذلك بأنه تشتمل وسيلة التسخين (48) على فتيلة للتسخين (50).

21- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 20، الذي يتميز كذلك بأنه يشتمل جهاز التسخين (48) على ملف كهربائي (70) وقرص معدني (72) لإجراء التسخين الحثي للمادة

المستأصلة (38).

22- أنبوب الامتصاص وفقاً لأحد عناصر الحماية السابقة، الذي يتميز كذلك بأنه تشتمل وسيلة تغيير درجة الحرارة (42) على أنبوب حراري (59) و/أو وحدة فلطائية حرارية (59).

23- أنبوب الامتصاص وفقاً لأحد عناصر الحماية السابقة، الذي يتميز كذلك بأنه تشتمل وسيلة تغيير درجة الحرارة (42) على وسيلة تبريد (49).

24- طريقة لتغيير درجة حرارة المادة المستأصلة (38) في حيز حلقي (26) موجود في أنبوب الامتصاص (18)، حيث تشتمل على الخطوات التالية:

- تغيير درجة حرارة الغشاء (56)، و/أو الجدار (32) بواسطة وسيلة تغيير درجة الحرارة (42)، و
- تغيير درجة حرارة المادة المستأصلة (38) بواسطة الغشاء (56).

25- طريقة لتغيير درجة حرارة غشاء (56) أنبوب الامتصاص، حيث تشتمل على الخطوات التالية:

- تغيير درجة حرارة المادة المستأصلة (38) بواسطة وسيلة تغيير درجة الحرارة (42)، و
- تغيير درجة حرارة الغشاء (56) بواسطة المادة المستأصلة (38).

26- طريقة لتحميل المادة المستأصلة (38) بالهيدروجين الحر وتفريغها منه بشكل عكوس في أنبوب الامتصاص، حيث تشتمل على الخطوات التالية:

- تحميل المادة المستأصلة (38) عند درجة حرارة أولى (T1)،
- تغيير درجة حرارة المادة المستأصلة (38) لدرجة حرارة ثانية (T2) بواسطة وسيلة تغيير درجة الحرارة (42)،
- تفريغ المادة المستأصلة عند درجة الحرارة الثانية (T2)، و
- تغيير درجة حرارة المادة المستأصلة (38) لدرجة الحرارة الأولى (T1)

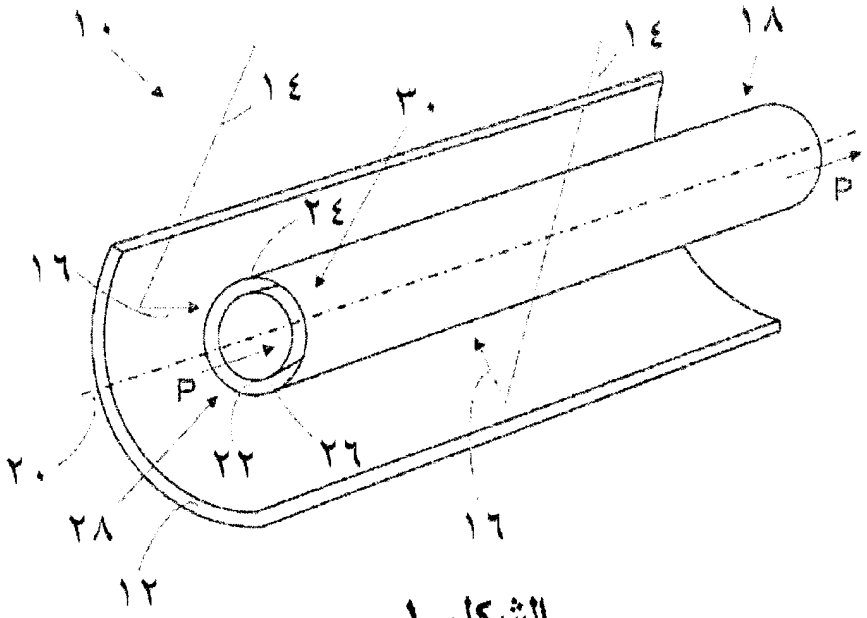
بواسطة وسيلة تغيير درجة الحرارة (42).

27- وسيلة لتصريف الهيدروجين الحر من حيز حلقي (26) موجود في أنبوب الامتصاص، حيث تشتمل على ما يلي:

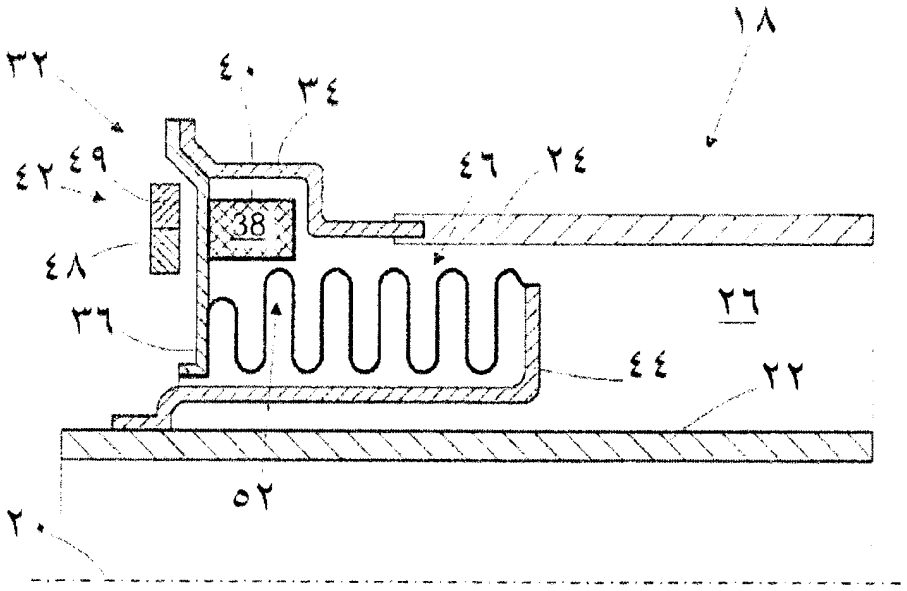
- أنبوب امتصاص (18) وفقاً لأحد عناصر الحماية السابقة،
- وحدة لقياس درجة الحرارة (78) تستخدم لتحديد قيمة درجة الحرارة للأنبوب الغلافي (24)، و
- وحدة مقارنة (76) تستخدم لمقارنة قيمة درجة الحرارة للأنبوب الغلافي (24) التي تم تحديدها مع قيمة درجة الحرارة الحرجة التي يمكن اختيارها.

28- طريقة لتصريف الهيدروجين الحر من حيز حلقي (26) موجود في أنبوب امتصاص، حيث تشتمل على الخطوات التالية:

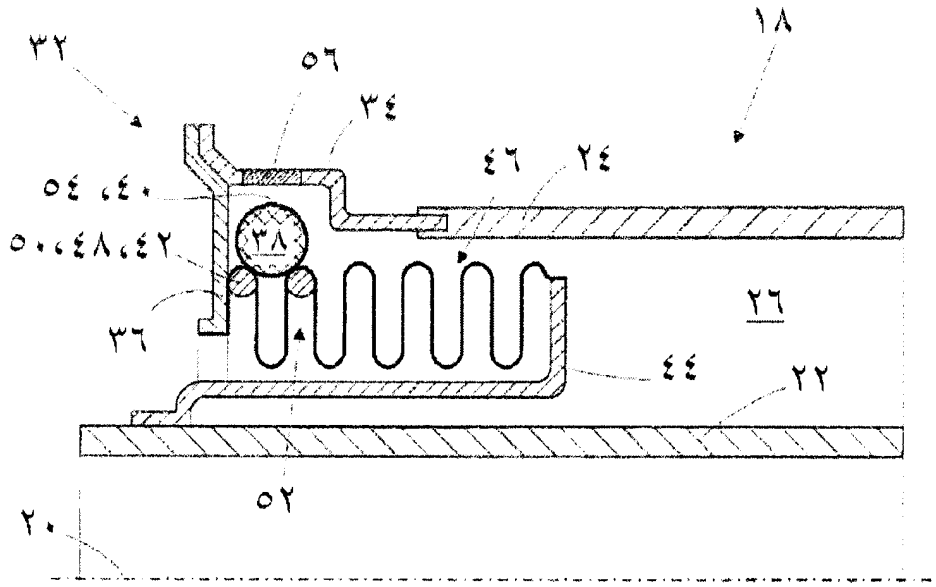
- تحديد قيمة درجة الحرارة للأنبوب الغلافي (24) بواسطة وحدة لقياس درجة الحرارة (78)،
- مقارنة قيمة درجة الحرارة للأنبوب الغلافي التي تم تحديدها مع قيمة درجة الحرارة الحرجة التي يمكن اختيارها بواسطة وحدة مقارنة (76)، و
- تغيير درجة حرارة المادة المستأصلة (38) والجدار (32) و/أو الغشاء (56) بواسطة وسيلة تغيير درجة الحرارة (42) بكيفية تكفل اطلاق الهيدروجين المرتبط بالمادة المستأصلة (38) وتصريفه من الحيز الحلقي (26).



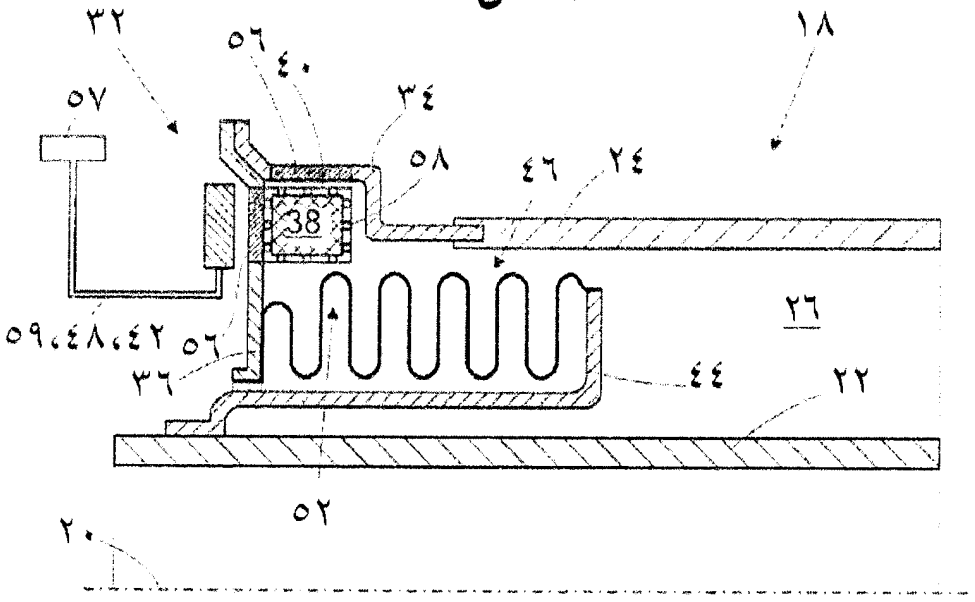
الشكل ١



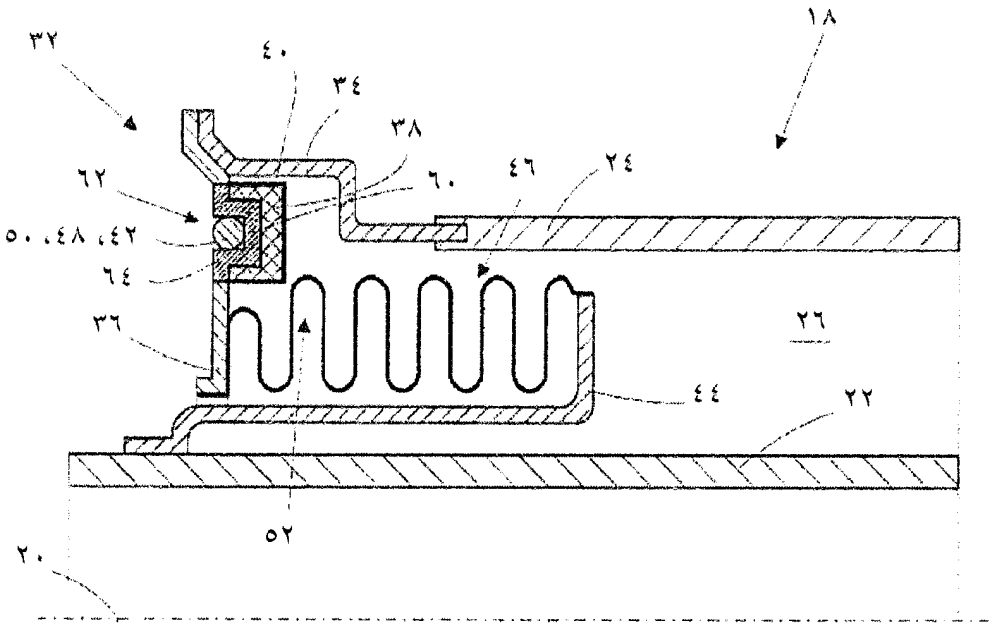
الشكل ٢



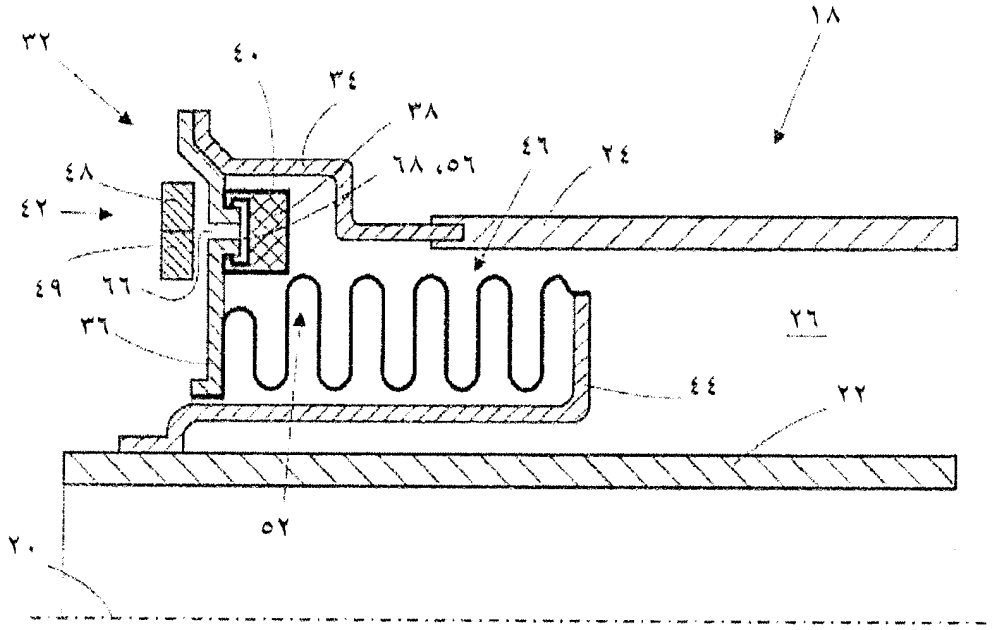
الشكل ٣



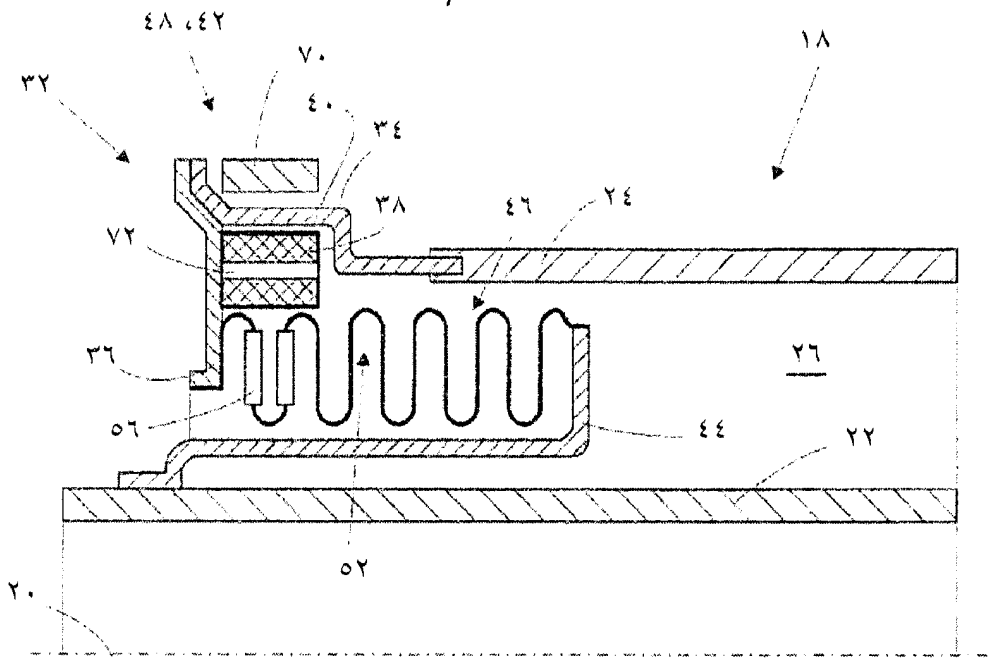
الشكل ٤



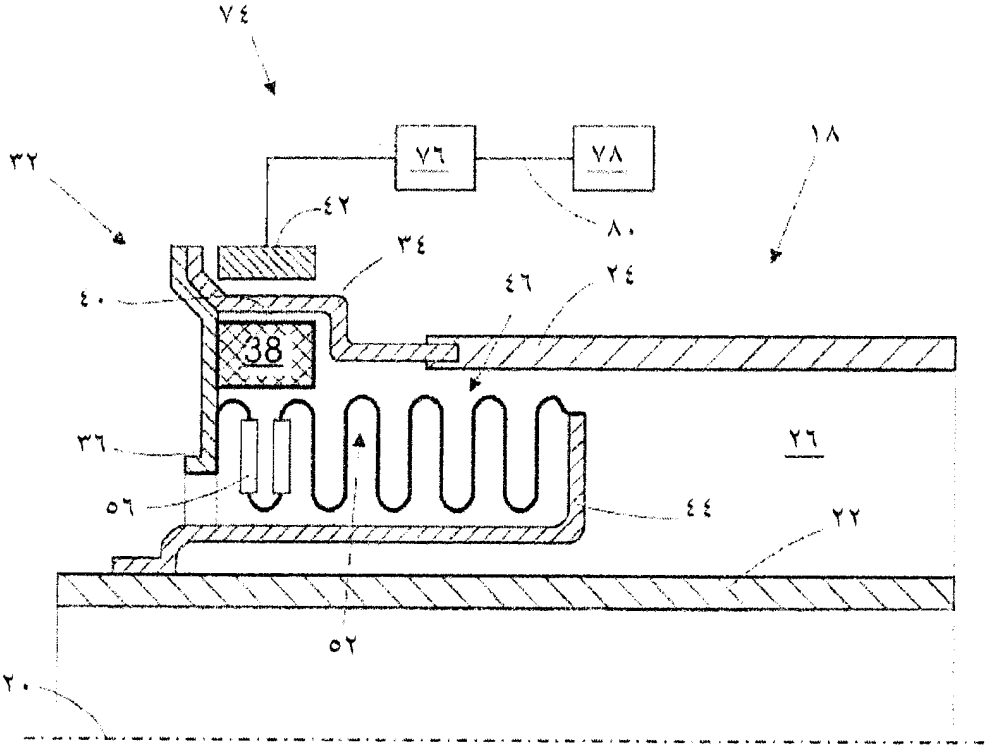
الشكل ٥



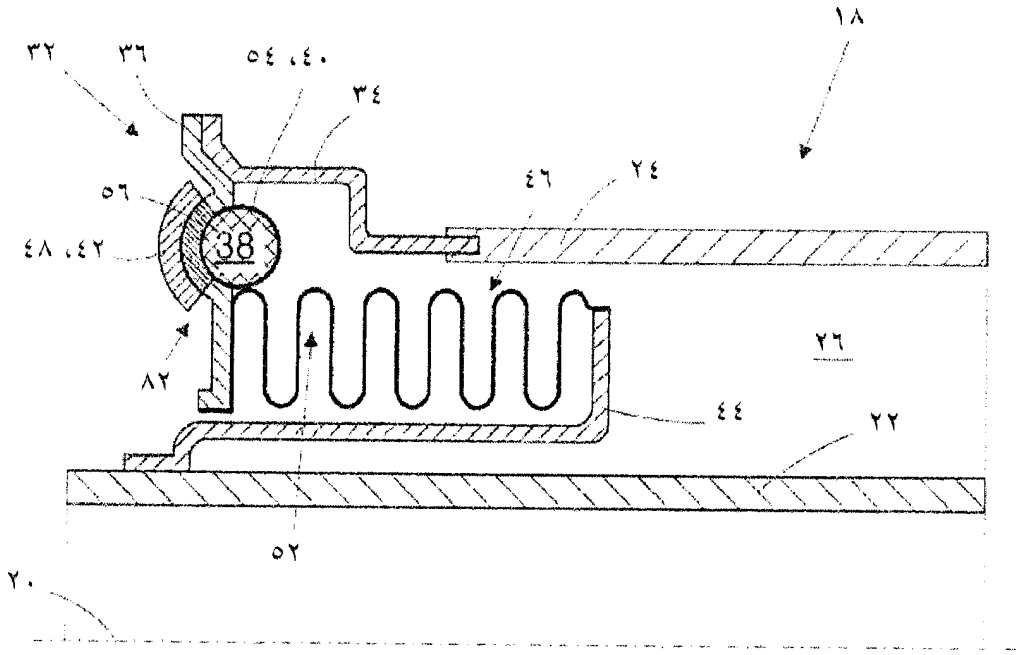
الشكل ٦



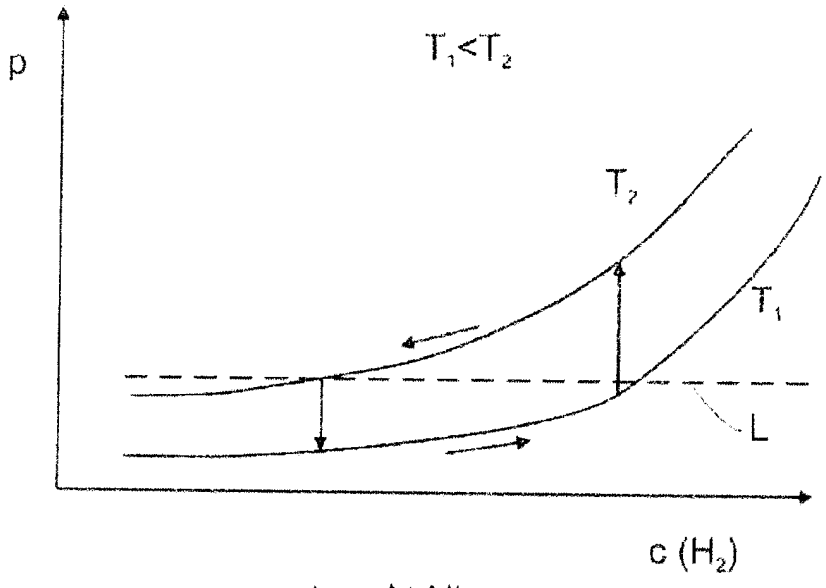
الشكل ٧



الشكل ٨



الشكل ٩



الشكل ١٠