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 35424 B1

(43) Date de publication :
01.09.2014

(51) Cl. internationale :
F24J 2/07; F24J 2/05; F24J 2/46; H01J 7/18; F24J 2/14

(21) N° Dépôt :
36800

(22) Date de Dépôt :
06.03.2014

(30) Données de Priorité :
15.09.2011 DE 10 2011 082 767.6

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/EP2012/068091 14.09.2012

(71) Demandeur(s) :
SCHOTT SOLAR AG, HATTENBERGSTRABE 10 55122 MAINZ (DE)

(72) Inventeur(s) :
MÖLLENHOFF, Marc ; SOHR, Oliver ; KUCKELKORN, Thomas

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

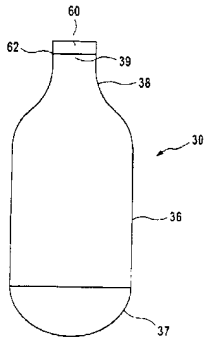
(54) Titre : **TUBE ABSORBEUR**

(57) Abrégé : L'invention concerne un tube absorbeur (1) comprenant un tube métallique (10) et un tube d'enveloppe (20) en verre entourant le tube métallique (10), un espace annulaire (5) étant formé entre le tube métallique (10) et le tube d'enveloppe (20), ledit espace étant sous vide et présentant au moins un contenant rempli d'un gaz inerte. Ce contenant est un récipient sous pression (30) sans soudure.

أنبوب امتصاص

الملخص

يتعلق الاختراع بأنبوب امتصاص (1), يشتمل على أنبوب معدني (10) وأنبوب كمي (20), وهو مصنوع من الزجاج ويحيط بالأنبوب المعدني (10), حيث يتشكل الحيز الحلقي (5) بين الأنبوب المعدني (10) والأنبوب الكمي (20)، ويكون الحيز الحلقي المذكور مفرغاً ويحتوي على وعاء واحد على الأقل مملوء بغاز واقٍ. ويتميز الوعاء المذكور بكونه عبارة عن وعاء ضغطي يخلو من سبيكة اللحام (30).



MA 35424B1

01 SEPT 2014

n°36800
du 06.03.2014

بسم الله الرحمن الرحيم

أنبوب امتصاص

مجال الاختراع

يتعلق الاختراع بأنبوب امتصاص وفقاً لما ذكر في مقدمة عنصر الحماية 1.

خلفية الاختراع

يمكن تجهيز المجمعات الشمسية, بمرآة قطع مكافئ, على سبيل المثال, يطلق عليها أيضاً مرآة تجميع, وتستخدم فيما يسمى بوحدات توليد قدرة حوض مكافئي. وفي وحدات توليد قدرة حوض مكافئي معروفة, يمكن استخدام زيت حراري بصفته وسط ناقل للحرارة, حيث يمكن تسخينه إلى حوالي 400°م عن طريق أشعة الشمس المعكوسة من مرايا القطع المكافئ والمتمركز فوق أنبوب الامتصاص. ويتم تمرير الوسط الناقل للحرارة المسخن خلال أنبوب معدني ويتم إدخاله في عملية تبخير, حيث يمكن بواسطتها تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية.

ويكون أنبوب الامتصاص مصنوع عادةً من أنبوب معدني, حيث يحتوي على طبقة ماصة 10 للإشعاع وأنبوب كميّ, حيث يحيط بالأنبوب المعدني. ويكون الأنبوب الكمي مصنوع من مادة حيث تكون منفذة في المنطقة الطيفية للإشعاع الشمسي, على نحو مفضل مصنوعة من الزجاج. ويكون الحيز الحلقي المتشكل بين الأنبوب المعدني والأنبوب الكمي عموماً مفرغاً ويعمل على تقليل فقد الحرارة إلى أدنى حدّ عند السطح الخارجي من الأنبوب المعدني وبالتالي زيادة دخل الطاقة.

وتعد أنابيب الامتصاص من هذا النوع معروفة, على سبيل المثال, من براءة الاختراع الألمانية رقم DE 10231467 B4.

ومع ازدياد التقادم, يطلق الزيت الحراري المستخدم كوسط ناقل للحرارة الهيدروجين الحر المذاب في الزيت الحراري. وتعتمد كمية الهيدروجين المذاب, من ناحية أخرى, على الزيت الحراري

ومن ناحية أخرى, أيضاً على مقدار الماء المستخدم وعلى ظروف التشغيل لدوران الزيت, الملامس للزيت الحراري. ويمكن حدوث التلامس مع الماء بشكل متكرر أكثر خاصةً نتيجة للتسرب في المبادلات الحرارية. وكنتيجة للتغلغل خلال الأنبوب المعدني, يتم دخول الهيدروجين الذي تم اطلاقه إلى الحيز الحلقي المفرغ, ويزداد معدل النفاذ كذلك مع زيادة درجة حرارة التشغيل للأنبوب المعدني. وكنتيجة لذلك, يزداد أيضاً الضغط في الحيز الحلقي, الذي يكون له كنتيجة لذلك زيادة في التوصيل الحراري خلال الحيز الحلقي, الذي يؤدي بدوره إلى فقد حرارة مرتفع وإلى فعالية أقل لأنبوب الامتصاص أو المجمع الشمسي.

ومن أجل تجنب زيادة الضغط على الأقل في الحيز الحلقي وبالتالي إطالة فترة خدمة أنبوب الامتصاص, يمكن أن يكون الهيدروجين المدخل إلى الحيز الحلقي مرتبط مع المواد المستأصلة. وتعتبر أنابيب الامتصاص المزودة بالمواد المستأصلة في الحيز الحلقي معروفة على سبيل المثال, من براءة الاختراع الدولية بالرقم A1 2004/063640. ومع ذلك تكون سعة الامتصاص للمواد المستأصلة محدودة. وبعد الوصول إلى سعة التحميل القصوى, يزداد الضغط في الحيّز الحلقي إلى أن يصبح في حالة توازن مع الضغط الجزئي للهيدروجين الحرّ المدخل إلى الحيزّ الحلقي من الزيت الحراري. ونتيجة لوجود الهيدروجين, ينشأ توصيل حراري مرتفع في الحيز الحلقي مع عواقب العيوب المذكورة أعلاه لفعالية المجمع الشمسي.

ويعتبر أنبوب الامتصاص معروف من براءة الاختراع الألمانية رقم B3 102005057276, حيث يتم ادخال الغاز الخامل إلى الحيز الحلقي عندما تكون السعة للمادة المستأصلة مستنزفة.

ويوجد الغاز الخامل في وعاء حيث يكون مسدود بسبيكة لحام ويتم فتحه من الخارج في الوقت المناسب. وكنتيجة لذلك, يشكل H_2 موصلية حرارية في الحيز الحلقي, /الغاز الخامل خليط حيث تكون أكبر بقليل فقط بالمقارنة الوضعية المفرغة. ويتطلب وضع الوعاء في الحيز المفرغ لأنبوب الامتصاص أن يتم فتحه بكيفية خالية من التلامس مع الخارج. ويمكن انجاز هذا عن طريق صهر سبيكة اللحام خلال تزويد حرارة. وتتمثل احتمالية أخرى في فتح الوعاء بالحثّ أو عن طريق تسخين الحلقة الوسيطة في المنطقة القريبة حيث يتم تثبيت الوعاء في موضعه. ويتمثل عيب طرق الفتح هذه في أنه لا يمكن توجيه بدرجة كافية الحرارة المزودة بشكل خاص على سبيكة اللحام السادة للوعاء, لكن بدلاً من ذلك يمكن كذلك تسخين كل المكونات في المنطقة القريبة من

مصنوعاً من الزجاج, وتكون نقطة الاتصال من الوعاء. وبالتحديد, عندما يكون الأنبوب الكمي الزجاج والمكونات العدنية (نقطة اتصال زجاج-معدن) معرضة للخطر.

ويكون لوضع الوعاء في الأنبوب الكمي عيوب أساسية حيث يتم تسخين الوعاء عن طريق التشميس ويمكن فتح سبيكة اللحام السادة بدون قصد. وتتمثل عيوب إضافية في وجود تقصف في سبيكة اللحام نتيجة لامتصاص الهيدروجين. وعلاوة على ذلك, يجعل الشكل الهندسي المعقد للوعاء عملية تصنيع الفتحة المسدودة بسبيكة لحام وكذلك الوعاء بأكمله مكلفة.

وتتمثل مشكلة الاختراع في تزويد أنبوب امتصاص يشتمل على وعاء ليس له العيوب المذكورة ويمكن فتحه بطريقة بسيطة.

الكشف عن الاختراع

يتم حل المشكلة بواسطة أنبوب امتصاص بالسمات المذكورة في عنصر الحماية 1.

وينبغي فهم أن الوعاء الضغطي يشير إلى وعاء مغلق الذي يكون له, بالتحديد, شكل كروي أو أسطواني. ويمكن أن يحتوي الوعاء الضغطي على أنبوب. وقد يكون للأنبوب كذلك شكل منحني اعتماداً على حيز التصميم المتاح.

ويشتمل الوعاء الضغطي على قاعدة مقوسة واحدة على الأقل. من المفضل أن تكون عبارة عن قاعدة نصف كروية. وكذلك قد يكون الغطاء, كذلك مقوساً, بالتحديد ذي شكل نصف كروي أيضاً.

وينبغي فهم أن الوعاء الضغطي الخالي من سبيكة اللحام عبارة عن وعاء ضغطي لا يحتوي على سبيكة اللحام, ولا يحتوي على سداد من سبيكة لحام, ولا مادة سادة مصنوعة من سبيكة لحام. ويكون الوعاء الضغطي الخالي من سبيكة اللحام عبارة عن وعاء ضغطي محتوي على سداد خالٍ من سبيكة اللحام. وتكون أجزاء السّد عبارة عن مكونات الوعاء الضغطي وتكون كذلك خالية من سبيكة اللحام.

وتمثل سبيكة اللحام مادة حساسة للحرارة, حيث يكون لها نقطة انصهار أدنى بكثير من المواد الأخرى للوعاء الضغطي. وينبغي فهم أن سبيكة اللحام تشير إلى سبيكة معدنية, حيث اعتماداً على التطبيق المحدد, تتكون من نسبة خليط محددة من المعادن, في المقام الأول رصاص, قصدير, خارصين, فضة, ونحاس. وتلحم سبائك اللحام معاً معادن وسبائك, على سبيل المثال,

والخارصين, نيكل وفضة, فضة, ذهب, مثلاً النحاس, البرونز, النحاس الأصفر, النحاس الرصاص الصلب, الخارصين, الألومنيوم, وكذلك الحديد, عن طريق ربطها أو دمجها على السطح عند صهرها ومن ثم تصلبها عند التبريد. ويعدّ هذا الدمج لسبيكة اللحام مع القطع المعدنية, المواد, العناصر البنيوية, الأسلاك, إلخ. شرط أساسي لنقطة اتصال ملحومة صلبة, مربوطة بشكل وثيق, طويلة الأمد. ويكون لسبيكة اللحام هذه خاصية تتمثل بكون نقطة انصهارها أدنى من القطع المعدنية المراد ربطها معاً. ويقصد بخالٍ من سبيكة اللحام عدم احتواء الوعاء الضغطي على سبيكة اللحام في أي مكان منه, وبالتحديد عند الفتحة.

ويمكن احتواء الوعاء الضغطي على عنق قارورة, حيث يشتمل على فتحة التي يمكن سدّها عن طريق عنصر ساد على سبيل المثال, لوحي الشكل. ويفضل أن يتم تثبيت العنصر الساد بالوعاء الضغطي المملوء بواسطة اللحام. ومن المفضل أن تكون عمليات اللحام عبارة عن لحام احتكاكي, لحام مُقاومي, ولحام ليزري.

ويشترط تجسيد مفضل آخر أن يكون للوعاء، على كلا طرفيه، عنق قارورة ذات عنصر ساد.

ويكون الوعاء الضغطي مغلقاً بالكامل ولا يكون له فتحة مُعدّة يتم سدّها باستخدام مادة حساسة للحرارة، كما هو صحيح، على سبيل المثال، في حالة سداد من سبيكة اللحام.

ويكون للوعاء الضغطي فتحة واحدة على الأقل لملئه بالغاز الواقي، ويتم سدّ الفتحة المذكورة باستخدام جزء ساد. وقد يكون الجزء الساد عبارة عن الغطاء أو القاعدة، على سبيل المثال. وقد يمثل جزء ساد مفضل أيضاً لوحاً، وتحديداً لوحاً مستديراً.

ويكون للمكونات البنيوية المتماثلة دورانياً ميزة أنها يمكن تثبيتها بفتحة الوعاء بطريقة سدّ بسيطة بواسطة لحام بالمقاومة أو لحام احتكاكي.

وقد يكون الوعاء الضغطي مصمماً بشكل قارورة، على سبيل المثال. وفي هذه الحالة، يتم تثبيت الجزء الساد بفتحة عنق القارورة.

وبشكل مفضل، يكون الوعاء الضغطي مصنوعاً من الفولاذ. ووفقاً للمعايير الأوروبية رقم 10020، يكون الفولاذ عبارة عن مادة يكون الجزء الكتلي من الحديد فيها أكبر من ذلك الذي لأي عنصر آخر، ويكون عموماً محتوى الكربون فيها < 2٪، وتحتوي على عناصر أخرى. ويكون

ميكانيكياً، وبذلك يكون مناسباً على وجه التحديد الفولاذ مقاوماً للتآكل، غير منفذ للغاز، ثابتاً كوعاء للغاز الواقي.

وتتمثل الأنواع المفضلة من الفولاذ في تلك التي يفضل إمكانية أن تكون مسحوبة عميقاً، محكمة السد خوائياً، و/أو مقاومة لحرارة تصل إلى حوالي 600°م.

ويمكن فتح الوعاء الضغطي بواسطة طريقة الحفر الليزري. وبوجود طاقة ليزرية مناسبة، يمكن فتح الوعاء الضغطي في وقت قصير جداً. ويكون للطريقة ميزة أنه يمكن فتح الوعاء الضغطي من الخارج دون تسخين المكونات الأخرى لأنبوب الامتصاص وبالتالي إتلافها. ويتم توجيه الحزمة الليزرية على وجه الخصوص على الوعاء، والذي يمكن ترتيبه في الحيز الحلقي أسفل الأنبوب الكمي عند أي نقطة مرغوبة يمكن الوصول إليها بواسطة الحزمة الليزرية المارة عبر الأنبوب الكمي. ويمثل الحفر الليزري طريقة للمعالجة دون قطع يتم فيها إدخال طاقة كافية في القطعة بواسطة الليزر وذلك لصهر وتبخير المادة.

ويمكن ضبط درجة انصهار الفولاذ ضمن مدى واسع يصل إلى حوالي 1500°م. ولذلك، يكون من الممكن ضبط درجة انصهار مادة الوعاء، بما في ذلك سماكة جدار الوعاء الضغطي ووسائط الليزر، مع بعضها البعض، وذلك لفتح الوعاء بطريقة مُثلى.

وبسبب درجة الانصهار المرتفعة للفولاذ، تكون درجة الحرارة المسموحة العظمى للوعاء الضغطي أعلى من تلك التي لوعاء مسدود باستخدام سداد من سبيكة لحام. ولا يكون من الضروري حماية الوعاء الضغطي من إشعاع الشمس على سبيل المثال، والذي يؤدي إلى تسخين الوعاء الضغطي.

وعلى نحو مفضل، يكون الوعاء الضغطي مصنوعاً من فولاذ لا يصدأ. ويشير الفولاذ الذي لا يصدأ إلى مواد فولاذية سبائكية أو غير سبائكية ذات درجة خاصة من النقاوة مثل، على سبيل المثال، المواد الفولاذية التي لا يتجاوز محتوى الكبريت والفسفور فيها 0.025٪ (انظر، المعايير الأوروبية رقم 10020).

ومن مواد الفولاذ الذي لا يصدأ المفضلة المادة رقم 1.4303 (تحديداً X4CrNi18-12)، المادة رقم 1.4541، المادة رقم 1.4571 (تحديداً X2CrNi19-11)، المادة رقم 1.4306 (تحديداً

الأنبوب المعدني أو عند الأنبوب الكمي بواسطة ويمكن ترتيب الوعاء الضغطي عند جهاز تثبيت مناسب. وعلى نحو مفضل، يكون الوعاء الضغطي مرتباً عند مكون بنيوي يربط الأنبوب المعدني والأنبوب الكمي. وقد يكون، على وجه التحديد، جهازاً معادلاً للتمدد.

ويمكن تثبيت الوعاء الضغطي بواسطة اللحام، على سبيل المثال، ويفضل بواسطة اللحام الاحتكاكي. ويمكن ايضاً استعمال عمليات لحام أخرى مثل، على سبيل المثال، اللحام الليزري أو اللحام بالمقاومة.

ويفضل أن تتراوح سماكة جدار الوعاء الضغطي بين 0.5–1 ملم، وتحديداً بين 0.6–0.8 ملم. ويمكن أيضاً أن تقل سماكة الجدار عن 0.5 ملم، ويفضل أن تتراوح من 0.2 إلى <0.5 ملم، وتحديداً 0.45 ملم.

ويكون الوعاء الضغطي مملوء بغاز واقي مثل، على سبيل المثال، غاز خامل ذو توصيل حراري منخفض. ويكون الزنون أو الكربتون مفضلاً على وجه التحديد. ويفضل أن يتراوح الضغط في الوعاء عند درجة حرارة الغرفة بين 5–10 بار.

ويمكن ترتيب الوعاء الضغطي عند الأنبوب المعدني، عند الأنبوب الكمي، أو عند مكون بنيوي يربط أنبوباً كمياً وأنبوباً معدنياً. وعلى سبيل المثال، عند تزويد جهاز معادل للتمدد بين الأنبوب الكمي والأنبوب المعدني، يفضل أن يكون الوعاء الضغطي مرتباً عند هذا الجهاز المعادل للتمدد. ويمكن أن يكون لهذا الجهاز المعادل للتمدد على سبيل المثال، منافيخ وعنصر توصيل ملائم. ويكون الوعاء الضغطي مثبتاً بعنصر التوصيل بواسطة، على سبيل المثال، حامل، عنصر واحد أو مجموعة من عناصر التثبيت، مشبك تثبيت، كتيفة تثبيت، وإلا لوح تركيب. ويمكن أيضاً تزويد لوح تركيب كهذا عند الأنبوب المعدني، على سبيل المثال.

ويفضل أن يحيط الحامل بالوعاء الضغطي على جانب الوعاء الضغطي المواجه للأنبوب المعدني. ويفضل أن يكون للحامل شكل حوضي.

ويكون لهذا التجسيد للحامل ميزة تتمثل، إلى حد كبير، في أنه يمكن حماية الوعاء الضغطي من إشعاع الحرارة من أنبوب الامتصاص، من الإشعاع الشمسي المصطدم غير المركز من مرآة التجميع والإشعاع الشمسي المباشر. ويمكن أن يضعف الإشعاع القوي مادة الوعاء من حيث المتانة تحت ظروف معينة. وعلاوة على ذلك، يرتفع ضغط الغاز في الوعاء الضغطي نتيجة

هذان التأثيران إلى انفجار الوعاء الضغطي. ويتم ارتفاع في درجة الحرارة. ومن الممكن أن يؤدي تقليل هذه المشكلة بواسطة الحاجب الذي يوفره الحامل.

ويتم تبخير مادة الوعاء الضغطي أو إخراجها بعكس الحزمة المصطدمة أثناء القذف بالليزر وتترسب في الحيز الحلقي لأنبوب الامتصاص. وبمجرد اختراق جدار الوعاء الضغطي، يمكن أن يتسرب الغاز الواقي. وفي هذه العملية، يمكن أن تترسب المادة أيضاً على الجانب الداخلي من الأنبوب الكمي تحت بعض الظروف. ويعمل القذف بالليزر المتواصل على تسخين الراسب وبالتالي الأنبوب الكمي أيضاً. ويؤدي تأثير هذا التسخين إلى حدوث انفعالات ميكانيكية في الأنبوب الكمي، والتي يمكن أن تتلف الأنبوب الكمي.

ولذلك يكون من المفضل، ترتيب عنصر بصري في الحيز الحلقي المجاور للوعاء الضغطي، ولهذا ميزة تتمثل في أن مادة الوعاء التي يتم تبخيرها أو إخراجها بعكس الحزمة المصطدمة باتجاه الأنبوب الكمي أثناء القذف بالليزر تترسب على هذا العنصر البصري. ونتيجة لذلك، يُمنع تشكل هذا الراسب على الأنبوب الكمي.

ويمكن ترتيب العنصر البصري عند الأنبوب الكمي، عند الأنبوب المعدني، أو عند الوعاء الضغطي.

ويمكن دمج حاملات العنصر البصري مع حامل الوعاء الضغطي، على سبيل المثال، وإلا يمكن ترتيبها عند حامل للوعاء الضغطي.

ويفضل أن يكون العنصر البصري مرتباً في المنطقة بين الوعاء الضغطي والأنبوب الكمي. ويمكن أن يكون العنصر البصري هذا لوحاً زجاجياً، وتحديداً لوحاً زجاجياً مستوياً. ويمسك هذا اللوح الزجاجي مادة الوعاء وبالتالي يحمي الأنبوب الكمي.

ووفقاً لتجسيد آخر، يمكن أيضاً تصميم هذا العنصر البصري كعدسات، وتحديداً كعدسات مقعرة، وذلك لتصحيح حيود الحزمة الليزرية الناتجة عن الأنبوب الكمي.

ووفقاً لتجسيد آخر، يمكن أن يكون العنصر البصري عبارة عن مقطع من أنبوب زجاجي والذي يتم ترتيب الوعاء الضغطي فيه. ومن الممكن أيضاً معالجة الأنبوب الزجاجي في أحد المقاطع وتزويده هناك، على سبيل المثال، بمقطع مستوٍ أو عدسات.

البصري عبارة عن فجوة. ويفضل أن تكون ويشترط تجسيد آخر أن يكون العنصر الفتحة الفجوية أكبر قليلاً فقط من قطر الحزمة الليزرية. ومن المفضل، أن يكون للفجوة فتحة فجوية دائرية، يفضل أن يكون قطرها ≤ 300 ميكرو متر.

ووفقاً لتجسيد آخر، يمكن ترتيب العنصر البصري أيضاً على نحو جانبي بجوار الوعاء. وفي هذه الحالة، يفضل أن يكون العنصر البصري عبارة عن مرآة، وتحديداً مرآة حارفة ويتم حرف الحزمة الليزرية بواسطة المرآة الحارفة على الوعاء. ولأن مادة الوعاء الناتجة عن القذف بالليزر تنتثر بعكس اتجاه الحزمة، فإنها تصطدم بالمرآة وليس بالأنبوب الكمي.

شرح مختصر للرسوم

ستوصف التجسيدات التمثيلية بالتفصيل بالاعتماد على الرسوم المبينة وهي:

الشكل 1	منظر جانبي لوعاء لغاز واقي,
الشكل 2	مقطع عرضي لأنبوب امتصاص وفقاً لتجسيد أول،
الأشكال 3، 4 و5	مقاطع عرضية لأنابيب ماصة وفقاً لتجسيدات أخرى،
الشكل 6	تجسيد لأنبوب ماص يبين مقطعه الطولي،
الأشكال 7 إلى 12	تجسيدات مختلفة لوسيلة تثبيت الوعاء الضغطي والعنصر البصري، و
الشكل 13	حامل حوضي الشكل مع وعاء ضغطي.

الوصف التفصيلي

يوضح الشكل 1 منظر جانبي لوعاء ضغطي 30. ويكون للوعاء الضغطي تصميم على شكل قارورة ذات غلاف أسطواني 36 وقاعدة مقوسة 37. وتظهر القاعدة على شكل نصف كرة.

ويتحول الغلاف الأسطواني 36 إلى عنق قارورة 38، ويتضمن فتحة 39. وتكون الفتحة 39 مسدودة بواسطة عنصر سد في على شكل لوح مستدير 60. ويتم تثبيت عنصر السد بالوعاء الضغطي المملوء 30 بواسطة لحام احتكاكي، بحيث تتشكل درزة لحام 621.

1. يتضمن الأنبوب الماص 1 أنبوب معدني ويوضح الشكل 2 مقطعاً لأنبوب ماص 10، يتدفق من خلاله مائع التبادل الحراري و، كما وصف في المقدمة، مزود بطبقات ماصة للإشعاع.

ويكون الأنبوب المعدني 10 مرتباً بشكل متحد المركز في أنبوب كمي 20 منفذ لأشعة الشمس ومصنوع من الزجاج، على سبيل المثال. حيث يتشكل حيز حلقي بين الأنبوب المعدني 10 والأنبوب الكمي 20، ويكون مفرغاً. ويحتوي الحيز الحلقي على الوعاء الضغطي 30، الذي يمكن تثبيته بالأنبوب الكمي 20 أو الأنبوب المعدني 10 بواسطة حامل مناسب (انظر الأشكال 6 إلى 12).

ويكون العنصر البصري موضوعاً بين الوعاء الضغطي 30 والأنبوب الكمي 20 على شكل لوح زجاجي مستوي 40، 42. وتمر حزمة ليزرية، التي تصطدم بالأنبوب الكمي 20 بشكل متعامد من الأعلى، من خلال الأنبوب الكمي 20 واللوح الزجاجي المستوي 42 ومن ثم تدخل إلى الوعاء الضغطي. وأثناء عملية الحفر، يتم إطلاق المادة التي في الوعاء وتترسب على الجانب السفلي للوح الزجاجي المستوي 42. وبهذه الطريقة، تمنع المادة التي في الوعاء من الترسب على الأنبوب الكمي 20.

ويوضح الشكل 3 تجسيداً آخر، حيث يكون العنصر البصري فيه مصمماً على شكل عدسة مقعرة 44. ويتم التعويض عن الحيود الذي يحدث بسبب انحناء الأنبوب الكمي 20، بواسطة العدسة 44، بحيث تصطدم النبضة الليزرية، كما ذكر، بجدار الوعاء.

ويتم تزويد الفجوة 46 في الشكل 4 على أنها العنصر البصري، حيث تتضمن فتحة فجوية دائرية 47 أكبر بقليل من قطر الحزمة الليزرية 50.

ويوضح الشكل 5 تجسيداً آخر، حيث لا يكون العنصر البصري مرتباً في المنطقة التي بين الوعاء الضغطي 30 والأنبوب الكمي 20، ولكن مجاور للوعاء الضغطي 30. ويتضمن هذا التجسيد مرآة 48، حيث تكون مرتبة بحيث تعمل بصفتها مرآة حرف. وتصطدم الحزمة الليزرية 50، التي تتغلغل من الخارج، بالمرآة 48 وتنحرف بحيث تصطدم حزمة ليزرية أفقية بالوعاء الضغطي 30. وتترسب المادة الخارجة من الوعاء التي تتشكل أثناء الحفر الليزري للوعاء الضغطي 30 على المرآة 48 وبذلك لا تصل إلى الأنبوب الكمي 20.

لمـرة واحـدة عنـدما يكـون الوعـاء الضـغطي ولأن العناصـر البصـرية تسـتخدم فقـط مفتوحاً، فإن الترسيب الذي يحدث على العناصر البصرية لا يتسبب بأي تداخل. وبعد الحفر الليزري، يدخل الغاز الواقي إلى الحيز الحلقي 5 من الوعاء.

ويوضح الشكل 6 أحد أطراف الأنبوب الماص 1 في منظر مقطعي.

ويتم تثبيت عنصر انتقالي 22 بطرف الجانب الأمامي الحر في الأنبوب الكمي 20، الذي يتضمن حلقة معدنية 23 موجهة بشكل نصف قطري إلى الداخل. ويتم ترتيب جهاز معادل للتمدد 24 على شكل منافيخ 25 في الحيز الحلقي 5 المتشكل بين الأنبوب الكمي 20 والأنبوب المعدني 10، حيث يتم تثبيته من طرفه الخارجي 26 بالحلقة المعدنية 23 في العنصر الانتقالي 22.

وتمتد المنافيخ 25 إلى أسفل العنصر الانتقالي 22 إلى الحيز الحلقي 5 ويتم تثبيتها عند الطرف المقابل بعنصر التوصيل 27، الذي يتضمن قرص حلقي 28 من أجل هذا الغرض. ويتم ترتيب الوعاء الضغطي 30 في هذا القرص الحلقي، الذي يكون مملوء بالغاز الواقي ويكون منحني بشكل يتوافق مع القرص الحلقي ويمتد فوق نصف الدائرة. ويتم تزويد عنصر بصري 40 بين الوعاء الضغطي 30 والأنبوب الكمي 20 على شكل لوح زجاجي 42. ويمكن أن يكون لهذا اللوح الزجاجي تصميم مسطح أو يمكن أن يكون منحنياً.

ويوضح الشكل 7 رسم منظوري لأنبوب الامتصاص 1 وفقاً للشكل 6، بحيث يمكن ملاحظة التصميم المنحني للوعاء الضغطي. ويتم تزويد عنصر احتجاز 32 عند طرفي الوعاء الضغطي المنحني 30، بطريقة يتم فيها تثبيت الوعاء 30 بالقرص الحلقي 28 في عنصر التوصيل 27.

ويوضح الشكل 8 تجسيداً آخر. وهنا أيضاً، يتم تثبيت الوعاء الضغطي، الذي يتخذ شكل قارورة، على القرص الحلقي 28 بواسطة مشبك تثبيت 33. ويمتد الوعاء الضغطي بشكل موازٍ للمحور الطولي للأنبوب الماص 1.

ويوضح الشكل 9 تجسيداً آخر. حيث يمتد الوعاء الضغطي 30 على طول المحور الطولي للأنبوب الضغطي 1 ويتم تثبيته على القرص الحلقي 28 بواسطة عنصر تثبيت مناسب (غير مبين). ويتم ترتيب كتيفة 34 أخرى عند القرص الحلقي 28 حيث تدعم العدسة 44 عند طرفها.

الوعاء الضغطي 30 داخل أنبوب زجاجي 45. ويوضح الشكل 10 تجسيداً يوضع فيه ويتميز هذا التجسيد بأن الوعاء الضغطي 30 محجوب بالكامل بحيث يمكن أن تنحرف الحزمة الليزرية إلى أي نقطة على الوعاء الضغطي 30.

ويوضح الشكل 11 تجسيداً آخر يتم فيه تثبيت لوح تركيب 35 بالقرص الحلقي 28. ويرتكز الوعاء الضغطي 30 على لوح التركيب، الذي يعمل، بشكل إضافي، على دعم حامل 49 للعدسة 44.

ويوضح الشكل 12 تجسيداً آخر يكون لوح التركيب فيه مرتباً على الأنبوب المعدني 10 ويحيط بالوعاء الضغط 30.

ويوضح الشكل 13 حامل حوضي الشكل 70، مرتب عند القرص الحلقي 28 في الجهاز المعادل للتمدد 24، حيث يتم تصميمه على شكل منافيخ 25، بواسطة عنصر التثبيت 78. ويتضمن الحامل حوضي الشكل 70 جدار سفلي 72 مواجه للأنبوب المعدني 10. ويتضمن الحامل حوضي الشكل 70 أيضاً جدران جانبية 42**، تتضمن جدران حاجبة منحنية 76 عند الحافة العلوية. ونتيجة لذلك، يكون الوعاء 30 محاطاً تقريباً بشكل كامل، مع إبقاء جزء فقط من جدار الوعاء حر بحيث يمكن تسليط حزمة ليزرية عليه.

ويعمل الحامل 70 على استيعاب مستأصلة 80.

قائمة الأرقام المرجعية

أنبوب امتصاص	1
حيز حلقي	5
أنبوب معدني	10
أنبوب كمي	20
عنصر انتقالي	22
حلقة معدنية	23
جهاز معادل للتمدد	24
منافيخ	25
طرف خارجي	26
عنصر توصيل	27
قرص حلقي	28
حلقة تثبيت معدنية	29
وعاء ضغطي	30
عنصر تثبيت	32
مشبك تثبيت	33
كتيفة تثبيت	34
لوح تركيب	35
غلاف اسطواني	36
قاعدة مقوسة	37

عنق القارورة	38
فتحة	39
عنصر بصري	40
لوح زجاجي	42
عدسة	44
أنبوب زجاجي	45
فجوة	46
فتحة فجوية	47
مرآة	48
حامل	49
حزمة ليزرية	50
عنصر ساد	60
درزة لحام	62
حامل حوضي الشكل	70
جدار سفلي	72
جدار جانبي	74
جدار حاجب	76
عنصر تثبيت	78
مستأصلة	80

عناصر الحماية

1- أنبوب امتصاص (1) يشتمل على أنبوب معدني (10) وأنبوب كمي (20) يحيط بالأنبوب المعدني (10) وهو مصنوع من مادة منفذة للاشعاع الشمسي، حيث يتشكل الحيز الحلقي (5) بين الأنبوب المعدني (10) والأنبوب الكمي (20)، ويكون الحيز الحلقي المذكور مفرغاً ويحتوي على وعاء واحد على الأقل مملوء بغاز واقٍ، حيث يتميز في أن الوعاء يكون عبارة عن وعاء ضغطي يخلو من سبيكة اللحام (30).

2- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يتميز أيضاً في أن الوعاء الضغطي به فتحة (39) مسدودة بجزء سادّ (60).

3- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصري الحماية 1 و 2، حيث يتميز أيضاً في أن الجزء السادّ (60) يتكون من نفس المادة التي يصنع منها الوعاء الضغطي (30).

4- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 2 و 3، حيث يتميز أيضاً في أن الجزء السادّ (60) يتم تثبيته بالوعاء الضغطي (30) بواسطة اللحام.

5- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 4، حيث يتميز أيضاً في أن الجزء السادّ (60) يتم تثبيته بالوعاء الضغطي (30) بواسطة اللحام الاحتكاكي.

6- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 4، حيث يتميز أيضاً في أن الجزء السادّ (60) يتم تثبيته بالوعاء الضغطي (30) بواسطة اللحام الليزري أو اللحام بالمقاومة.

7- أنبوب الامتصاص وفقاً لواحد من عناصر الحماية 1 إلى 6، حيث يتميز أيضاً في أن الوعاء الضغطي (30) يتكون من الفولاذ.

8- أنبوب الامتصاص وفقاً لواحد من عناصر الحماية 1 إلى 7، حيث يتميز أيضاً في أن الوعاء الضغطي (30) يشتمل على قاعدة مقوسة واحدة على الأقل (37).

9- أنبوب الامتصاص وفقاً لواحد من عناصر الحماية 1 إلى 8، حيث يتميز أيضاً في أن الوعاء الضغطي (30) له سماكة للجدار تتراوح من 0.5 إلى 1 ملم.

10- أنبوب الامتصاص وفقاً لواحد من عناصر الحماية 1 إلى 8، حيث يتميز أيضاً في أن الوعاء الضغطي (30) له سماكة للجدار تتراوح من 0.2 إلى أقل من 0.5 ملم.

11- أنبوب الامتصاص وفقاً لواحد من عناصر الحماية 1 إلى 10، حيث يتميز أيضاً في أن الوعاء الضغطي (30) يُرتب عند الأنبوب المعدني (10) أو الأنبوب الكمي (20).

12- أنبوب الامتصاص وفقاً لواحد من عناصر الحماية 1 إلى 10، حيث يتميز أيضاً في أن الوعاء الضغطي (30) يُرتب عند مكون بنيوي يربط الأنبوب المعدني (10) والأنبوب الكمي (20).

13- أنبوب الامتصاص وفقاً لواحد من عناصر الحماية 1 إلى 12، حيث يتميز أيضاً في أن عنصر بصري واحد على الأقل (40) يُرتب في الحيز الحلقي (5) بجوار الوعاء الضغطي (30).

14- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 13، حيث يتميز أيضاً في أن العنصر البصري (40) يُرتب عند الأنبوب الكمي (20)، عند الأنبوب المعدني (10) أو عند الوعاء الضغطي (30).

15- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 13 أو 14، حيث يتميز أيضاً في أن العنصر البصري (40) يُرتب في المنطقة بين الوعاء الضغطي (30) والأنبوب الكمي (20).

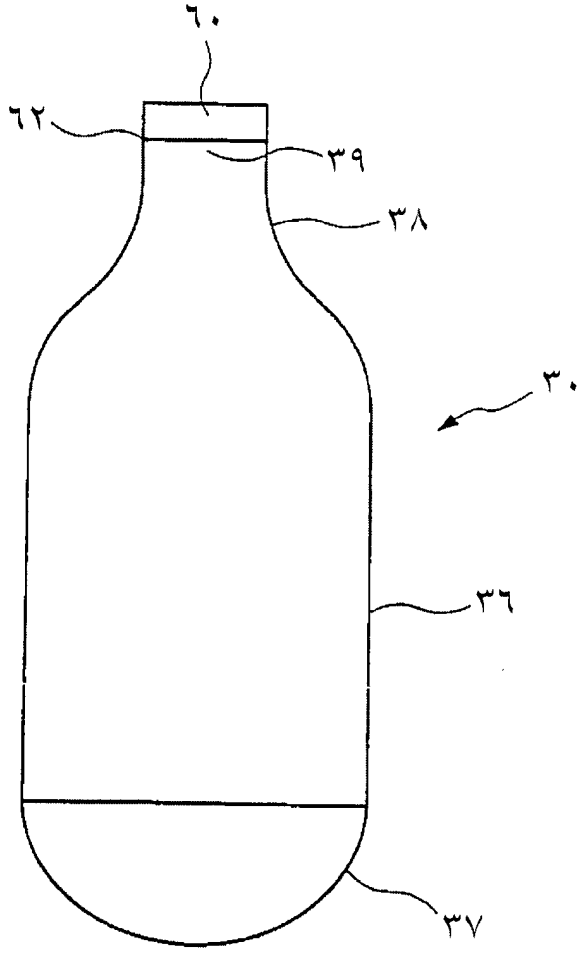
16- أنبوب الامتصاص وفقاً لواحد من عناصر الحماية 13 إلى 15، حيث يتميز أيضاً في أن العنصر البصري (40) يكون عبارة عن لوح زجاجي (42).

17- أنبوب الامتصاص وفقاً لواحد من عناصر الحماية 13 إلى 15، حيث يتميز أيضاً في أن العنصر البصري (40) يكون عبارة عن مقطع من أنبوب زجاجي يُرتب فيه الوعاء الضغطي (30).

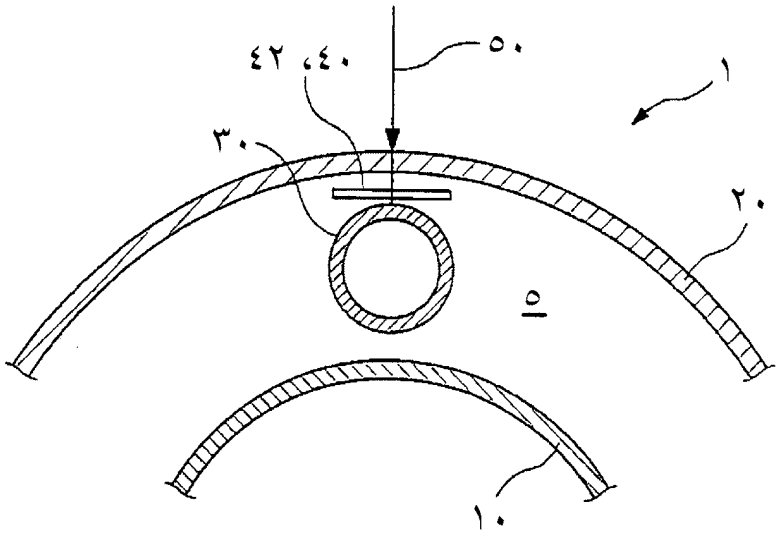
18- أنبوب الامتصاص وفقاً لواحد من عناصر الحماية 13 إلى 15، حيث يتميز أيضاً في أن العنصر البصري (40) عبارة عن فجوة (46).

19- أنبوب الامتصاص وفقاً لواحد من عنصري الحماية 13 أو 15، حيث يتميز أيضاً في أن العنصر البصري (40) يرتب جانبياً بجوار الوعاء الضغطي (30).

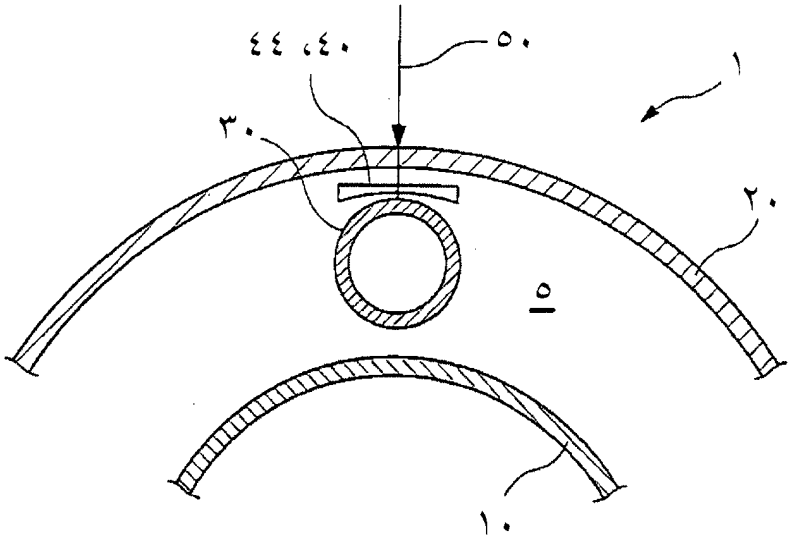
20- أنبوب الامتصاص وفقاً لعنصر الحماية 19، حيث يتميز أيضاً في أن العنصر البصري (40) يكون عبارة عن مرآة (48).



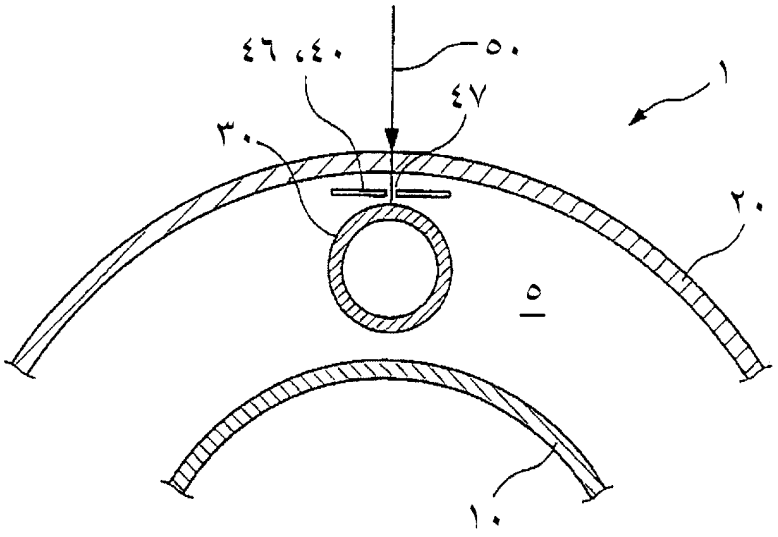
الشكل ١



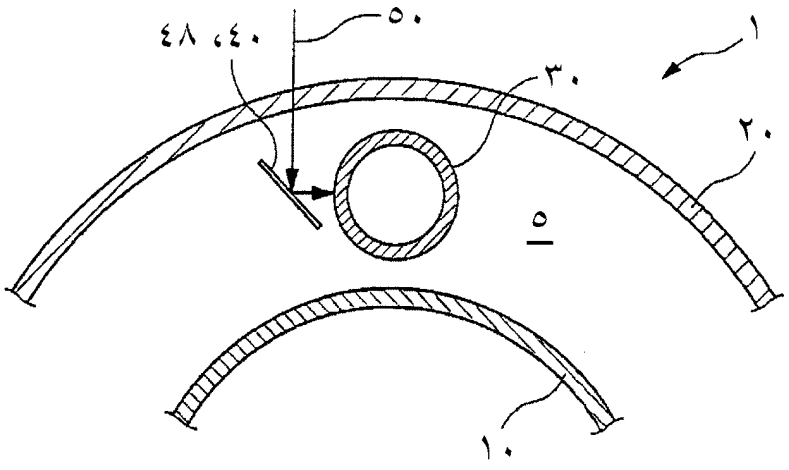
الشكل ٢



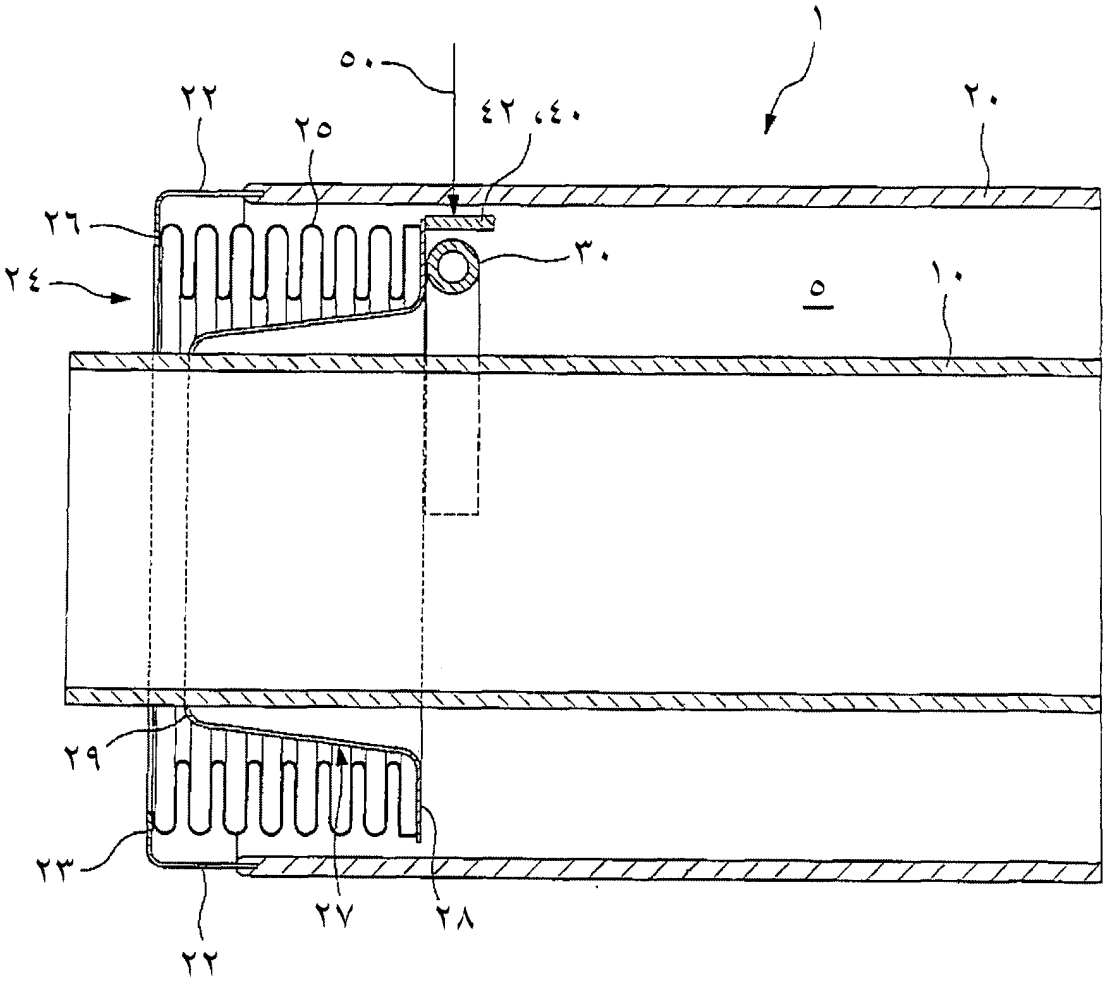
الشكل ٣



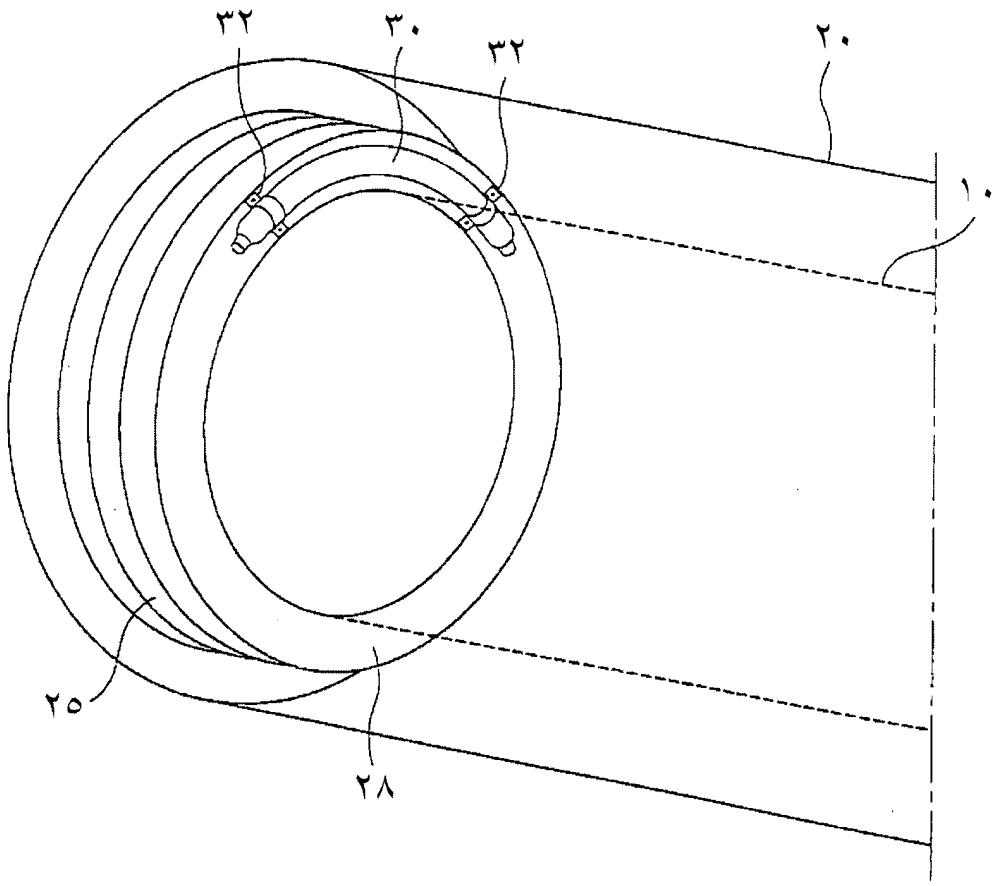
الشكل ٤



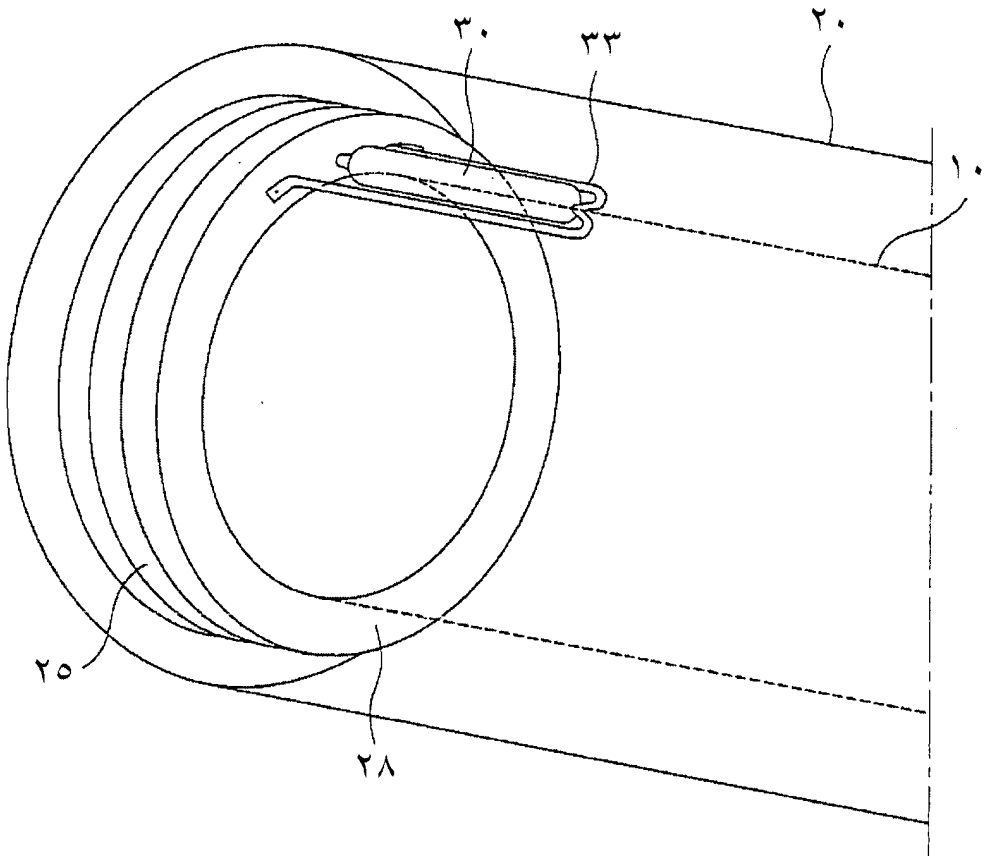
الشكل ٥



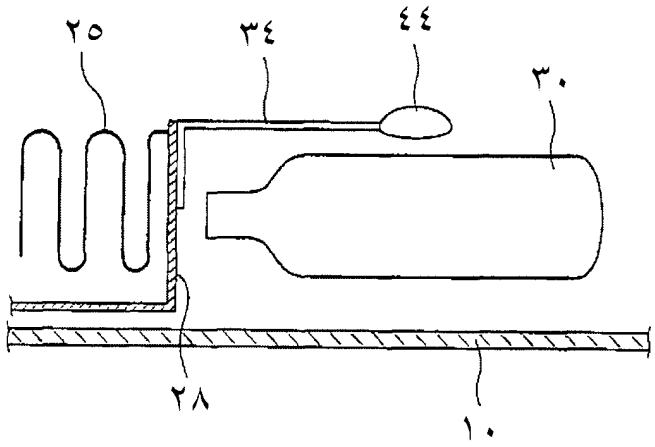
الشكل ٦



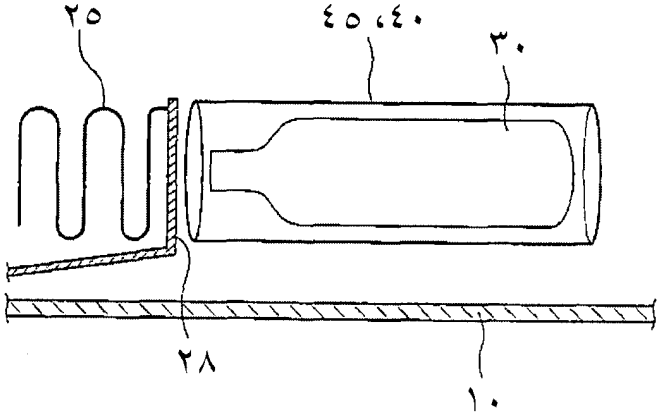
الشكل ٧



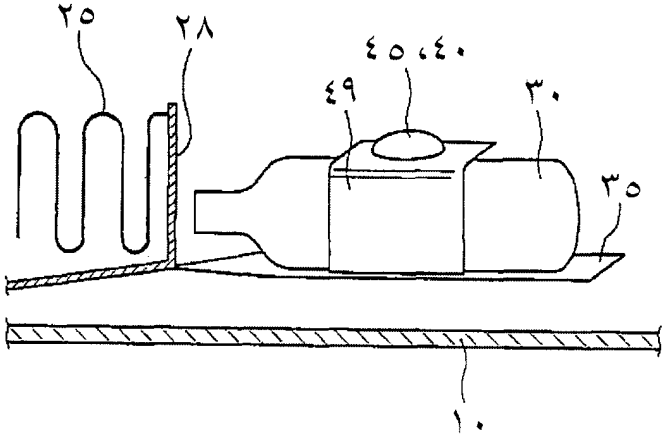
الشكل ٨



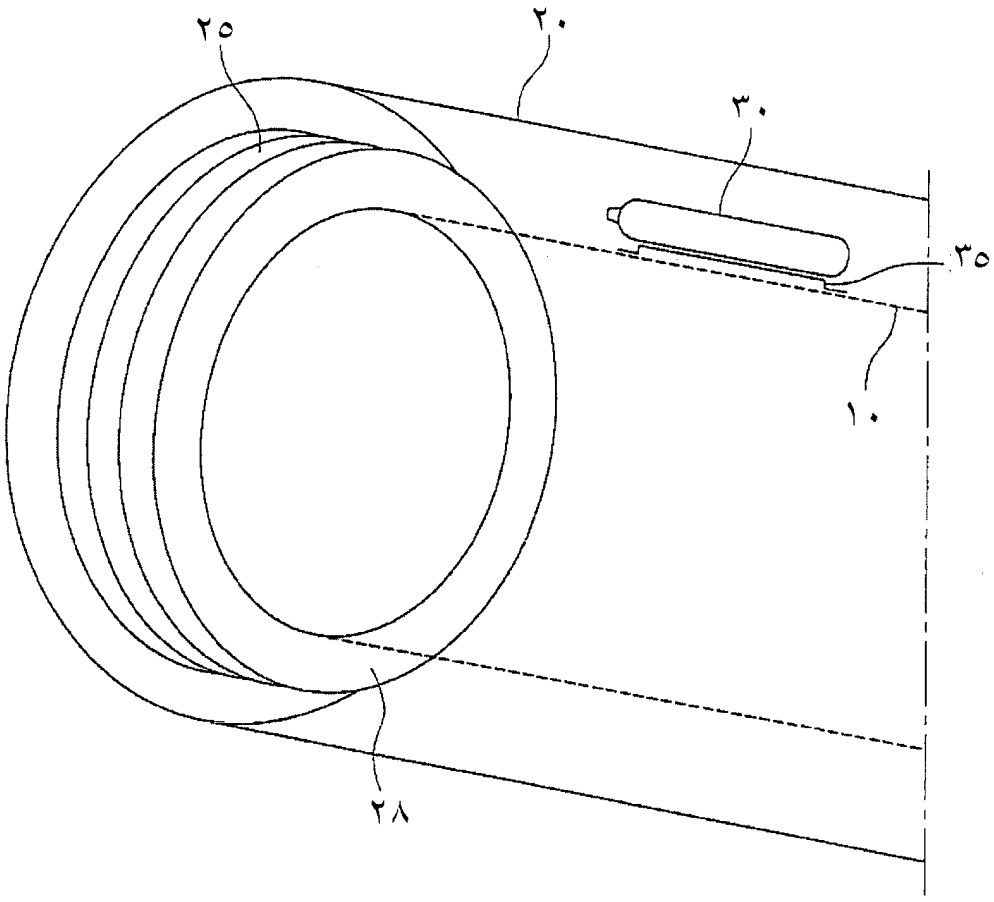
الشكل ٩



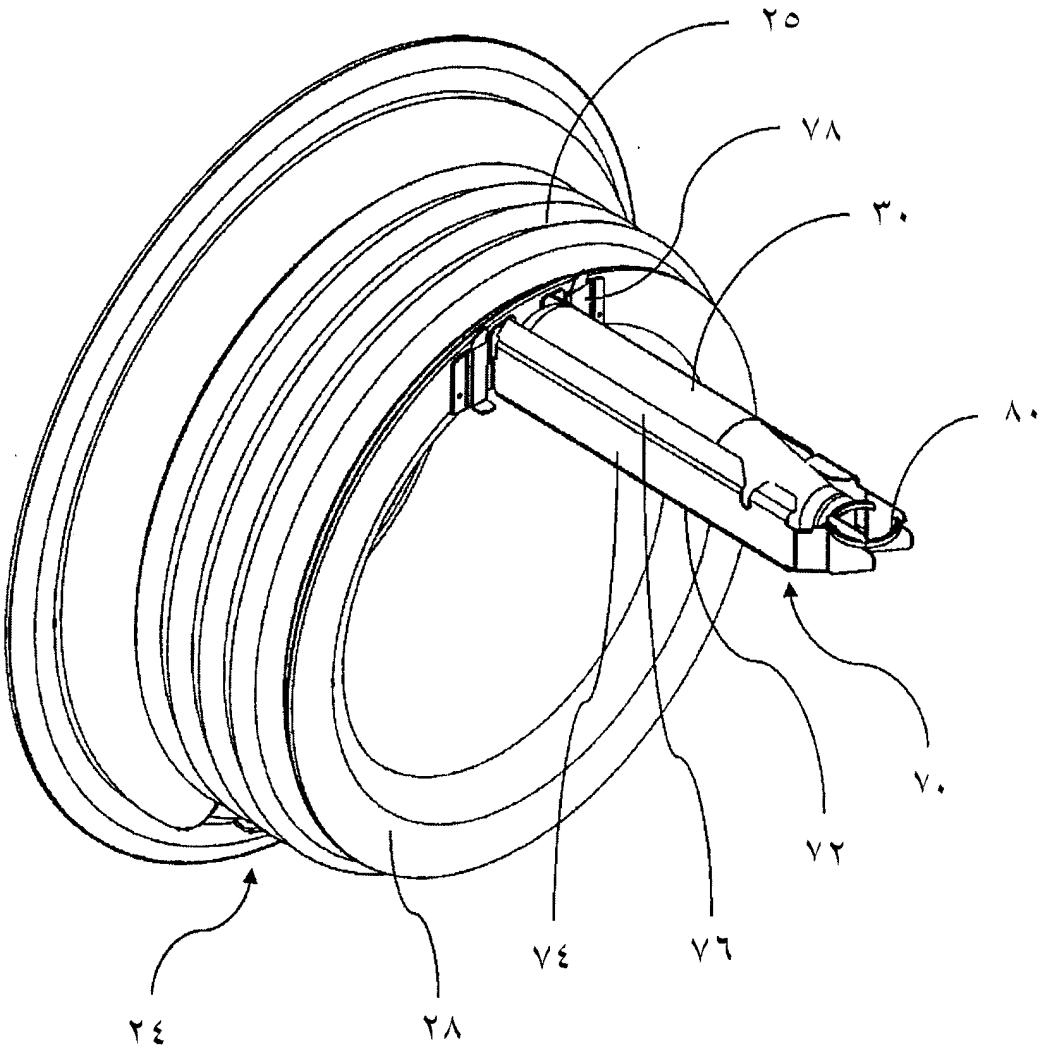
الشكل ١٠



الشكل ١١



الشكل ١٢



الشكل ١٣