



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 33669 B1** (51) Cl. internationale : **F24J 2/05; F24J 2/46**
- (43) Date de publication : **01.10.2012**
-
- (21) N° Dépôt : **34773**
- (22) Date de Dépôt : **13.04.2012**
- (30) Données de Priorité : **05.10.2009 ES P200901950**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/ES2010/000406 04.10.2010**
- (71) Demandeur(s) : **ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A., AVENIDA DE LA BUHAIRA 2-41018 - SEVILLA (ES)**
- (72) Inventeur(s) : **MARTINEZ SANZ, Noelia ; ASENSIO PEREZ ULLIVARRI, Javier ; BOMBIN ORTEGA, Pablo José ; PELAEZ FOMBELLIDA, Javier ; RICO SANCHEZ, José Ángel**
- (74) Mandataire : **CABINET PATENTMARK**
-
- (54) Titre : **PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN TUBE RÉCEPTEUR D'ÉNERGIE SOLAIRE ET TUBE AINSI FABRIQUÉ**
- (57) Abrégé : L'INVENTION CONCERNE UN PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN TUBE RÉCEPTEUR D'ÉNERGIE SOLAIRE ET UN TUBE AINSI FABRIQUÉ DE CEUX QUI COMPRENNENT UN TUBE EXTÉRIEUR DE VERRE, UN TUBE INTÉRIEUR ABSORBEUR DE MÉTAL À TRAVERS LEQUEL CIRCULE LE FLUIDE CALOPORTEUR ET UNE ZONE INTERMÉDIAIRE DANS LAQUELLE SE RÉALISE LE VIDE QUI COMPREND LES ÉTAPES SUIVANTES: I. LA FABRICATION DES TUBES MÉTALLIQUES II. LA FABRICATION DES TUBES DE VERRE: UN TUBE DE VERRE CENTRAL DE LONGUEUR SUPÉRIEURE ET DEUX TUBES DE VERRE POUR LES EXTRÉMITÉS DE LONGUEUR INFÉRIEURE III. LE PROCÉDÉ DE FABRICATION DES ANNEAUX KOVAR OU D'ÉLÉMENTS DE TRANSITION VERRE-MÉTAL IV. LE PROCÉDÉ DE SOUDURE DES ANNEAUX KOVAR SUR LES TUBES V. LE PROCÉDÉ DE FABRICATION DES ENSEMBLES DE DISPOSITIFS COMPENSATEURS D'EXPANSION OU SOUFFLETS D'EXPANSION VI. L'ASSEMBLAGE DES PRODUITS OBTENUS

AU COURS DES ÉTAPES ANTÉRIEURES VII. LA RÉALISATION DU VIDE ET DE L'ANODISÉ DE SOUDURES.

"A"

16

PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN TUBE RÉCEPTEUR D'ÉNERGIE SOLAIRE ET D'UN TUBE AINSI FABRIQUÉ

ABRÉGÉ

L'invention concerne un procédé de fabrication d'un tube récepteur
5 d'énergie solaire et un tube ainsi fabriqué de ceux qui comprennent un tube
extérieur en verre, un tube intérieur absorbeur en métal dans lequel circule le
fluide caloporteur et une zone intermédiaire dans laquelle se réalise le vide
qui comprend les étapes suivantes :

- i. La fabrication des tubes métalliques
- 10 ii. La fabrication des tubes en verre : un tube en verre central de longueur
supérieure et deux tubes en verre pour les extrémités de longueur inférieure.
- iii. Le procédé de fabrication des anneaux Kovar ou d'éléments de transition
verre-métal
- iv. Le procédé de soudure des anneaux Kovar sur les tubes
- 15 v. Le procédé de fabrication des ensembles de dispositifs compensateurs
d'expansion ou soufflets d'expansion
- vi. L'assemblage des produits obtenus au cours des étapes antérieures
- vii. La réalisation du vide et de l'anodisé des soudures

20 (Figure 11)

10 OCT 2012

PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN TUBE RÉCEPTEUR D'ÉNERGIE SOLAIRE
ET D'UN TUBE AINSI FABRIQUÉ

SECTEUR TECHNIQUE DE L'INVENTION

La présente invention a pour objet de présenter la séquence de montage des différents composants individuels qui composent un tube récepteur d'énergie solaire et le tube ainsi obtenu.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE A L'INVENTION

Le principe général de la technologie thermosolaire est basé sur le concept de la concentration de la radiation solaire pour produire généralement de la vapeur, qui est utilisée postérieurement dans des centrales électriques conventionnelles.

La captation d'énergie solaire, qui a une densité relativement faible, est un des défis les plus importants dans le développement de centrales thermosolaires. Il existe deux genres de concentrateurs solaires : des concentrateurs linéaires et des concentrateurs ponctuels. La concentration linéaire est plus facile à installer car elle a moins de degrés de liberté, mais elle a un facteur de concentration plus faible et peut donc atteindre des températures plus basses que la technologie de concentration ponctuelle.

C'est pour cela qu'il s'agit d'avancer dans le développement des tubes récepteurs employés dans la concentration linéaire, pour traiter d'augmenter le facteur de concentration qu'ils atteignent et diminuer les fuites, de façon que le rendement global de la centrale de concentration se voie augmentée.

L'invention qui nous occupe explique le procédé de montage d'un de ces tubes récepteurs, d'une technologie améliorée par rapport à l'existante dans l'état de la technique, ainsi que le tube obtenu.

En général, un tube récepteur comprend deux tubes concentriques entre lesquels se génère le vide. Le tube intérieur, dans lequel circule le fluide qui se chauffe, est métallique et le tube extérieur est en verre, normalement en borosilicate. Entre le tube métallique et le tube en verre seront installés, dans les extrémités du tube, une série d'éléments ou dispositifs chacun avec une fonction déterminée. Les plus communs sont : un dispositif compensateur d'expansion ou soufflet d'expansion, un getter évaporable ou détecteur de vide, un getter non évaporable ou épurateur de vide et des différents éléments de liaison nécessaires entre ces deux dispositifs.

Quant aux antécédents sur ce genre de procédure ce n'est pas la peine d'en citer aucun en particulier, car en fonction des composants du tube spécifique qui va

se fabriquer, le procédé de montage se réalisera d'une façon ou d'une autre. Comme exemple de tube, mais présentant des éléments avec une conception différente et agencés dans un emplacement différent, et n'étant pas l'objet de ce document de les détailler, on peut citer le brevet des États Unis US 20070209658 de SCHOTT.

DESCRIPTION DE L'INVENTION

L'invention consiste en développer un procédé de montage efficient pour un tube récepteur de ceux employés dans les concentrateurs solaires linéaires, bien que ce soit pour des concentrateurs cylindro-paraboliques ou fresnel.

Les parties principales qui composent le tube récepteur :

- Système de compensation d'expansion ou soufflets d'expansion.
- Couvercle
- Vase
- Élément de transition verre-métal ou anneau en alliage standardisé de : fer-cobalt-nickel pour des verrouillages hermétiques verre-métal (dénommé ASTM F-15, UNSK94610 ou alliage 29-17)
- Getter non évaporable avec boucle et système de fermeture
- Getter évaporable avec goupille clip
- Tubes en borosilicate.
- Tube métallique.

Ce sont tous des éléments individuels à exception de l'ensemble du dispositif de compensation d'expansion ou soufflets d'expansion, lequel agglutine, dans un procédé de montage indépendant, la fabrication de tout l'ensemble mécanique de compensation d'expansion, ainsi que l'inclusion des getters évaporables et non évaporables et leurs supports associés.

Pour les getters non évaporables ou épurateurs de vide, le support consiste en un câble sur lequel sont insérées les pastilles de matériau getter à travers d'un orifice qu'elles ont au centre. Le câble a une attache avec une partie femelle et une partie mâle qui se raccorderont dès que toutes les pastilles seront insérées.

Pour le getter évaporable ou détecteur de vide, le support consiste en un clip avec une terminaison circulaire dans laquelle sera introduite la pastille en matériau getter évaporable.

Le procédé de fabrication du tube récepteur complet englobe, donc, les étapes suivantes :

- i. Le procédé de fabrication des tubes métalliques (généralement en acier)

- ii. Le procédé de fabrication des tubes en verre (il y en a trois, le central d'approximativement 3.6 m de longueur et deux pour les extrémités d'approximativement 0.2 m de longueur)
- iii. Le procédé de fabrication des anneaux en ASTM F-15
- iv. Le procédé de soudure des anneaux en ASTM F-15 sur les tubes
- v. Le procédé de fabrication des ensembles de soufflets d'expansion (ils sont deux, un pour chaque extrémité du tube). Les pas à suivre pour monter cet ensemble seront détaillés dans la réalisation préférentielle.
- vi. L'assemblage des ensembles antérieurs
- vii. La réalisation du vide dans la zone intermédiaire, entre le tube en verre et le métallique, et appliquer le spray de traitement anodique sur les soudures.

Par la suite et à l'aide des figures, une explication plus détaillée sera fournie de toutes et chacune des phases que comporte chacune des étapes du procédé.

DESCRIPTION DES DESSINS

Pour compléter la description qui est entrain de se réaliser et afin d'aider à une meilleure compréhension de l'invention, un jeu de dessins l'accompagne où, à titre illustratif et nullement limitatif, sont représentés ce qui suit :

Figure 1 : Procédé de fabrication des ensembles de soufflets d'expansion. Pas 1.

Produit 1.

Figure 2 : Procédé de fabrication des ensembles de soufflets d'expansion. Pas 2.

Produit 2.

Figure 3 : Procédé de fabrication des ensembles de soufflets d'expansion. Pas 3.

Produit 3.

Figure 4 : Procédé de fabrication des ensembles de soufflets d'expansion. Pas 4.

Produit 4

Figure 5 : Procédé de fabrication des ensembles de soufflets d'expansion. Pas 5.

Produit 5

Figure 6 : Procédé de fabrication des ensembles de soufflets d'expansion. Pas 6.

Produit 6

Figure 7 : Procédé de fabrication des ensembles de soufflets d'expansion. Pas 7.

Produit 7

Figure 8 : Procédé de fabrication des ensembles de soufflets d'expansion. Pas 8.

Produit 8

Figure 9 : Procédé de fabrication des ensembles de soufflets d'expansion. Pas 9.

Produit 9

Figure 10 : Pincettes de serrage



Figure 11 : Extrémité du tube complet avec olive pour faire le vide.

Figure 12 : Vue en perspective du tube récepteur complet.

Liste de références

- (1) Dispositif compensateur d'expansion ou soufflet d'expansion
- (2) Vase
- (3) Couvercle
- (4) Pont de fixation
- (5) Support genre clip du getter évaporable
- (6) Pastille en getter évaporable
- (7) Attache du câble du getter non évaporable partie femelle ; (7') partie mâle
- (8) Pastilles en getter non évaporable
- (9) Câble du getter non évaporable
- (10) Pincés de serrage
- (11) Olive pour faire le vide

REALISATION PREFERENTIELLE DE L'INVENTION

Pour une meilleure compréhension de l'invention nous allons décrire ci-dessous le procédé de fabrication selon une réalisation préférentielle.

Comme nous avons dit précédemment, le procédé englobe une série d'étapes principales (i-vii) desquelles vont être étudiées leurs phases respectives.

i. Le procédé de fabrication des tubes métalliques

Dans une réalisation préférentielle il s'agit de tubes en acier qui se polissent, se nettoient et on leur applique un recouvrement sélectif au moyen de la technique de sputtering.

Le tube en acier se chauffe pour qu'il acquière une couche d'oxyde externe sur laquelle seront appliquées les différentes couches.

ii. Le procédé de fabrication des tubes en verre

Le tube en verre dans son ensemble est constitué par trois tubes en borosilicate : le central de 3.6 m de longueur et deux pour les extrémités avec une longueur de 0.2 m. Un des tubes des extrémités aura en plus une olive pour la réalisation du vide au moyen d'une pompe.

iii. Le procédé de fabrication des anneaux Kovar

Les anneaux Kovar sont l'élément de transition pour réaliser l'union de l'acier avec le verre, car il s'agit d'un alliage de fer, cobalt et nickel qui a un coefficient de dilatation très proche à celui du verre.

iv. Le procédé de soudure des anneaux Kovar sur les tubes.

Une fois réceptionnés les trois tubes en verre, ceux-ci peuvent se nettoyer en ce

moment et se soudent à la pièce en Kovar comme suit :

- Soudure du premier tube en verre ayant une longueur de 0.2 m à la pièce en Kovar par une de ses extrémités (soudure verre-métal).
- Soudure du deuxième tube en verre ayant une longueur de 0.2 m à la pièce en Kovar par une de ses extrémités (soudure verre-métal).

Ensuite on réalise une soudure verre-verre entre l'extrémité libre du premier tube en verre ayant une longueur de 0.2 m et une des deux extrémités du tube en verre de 3.6 m de longueur.

Une fois terminé le procédé antérieur, le tube est amené à la station de solgel (recouvrement antireflet) où on nettoie le tube au moyen d'un nettoyage à l'eau ou par ultrasons, on le sèche et on l'immerge dans une cuve pour l'application de l'antireflet. Ensuite on le met dans un four afin de consolider la couche de solgel et libérer les contraintes du verre dues à la soudure. Ce traitement thermique de libération de contraintes, pourrait se réaliser aussi juste après la réalisation de la soudure verre-métal et avant d'amener le tube à la station de solgel.

Ensuite on baisse la température du tube et on lui applique un traitement hydrophobe pour obtenir que la surface devienne imperméable à l'eau.

Ensuite on sèche le tube avec de la chaleur ou de l'air.

v. Le procédé de fabrication des ensembles de soufflets d'expansion

Il s'agit des dispositifs de compensation d'expansion (1) qui ont la forme d'un soufflet plus tous les éléments qui se joignent à eux, comme sont le getter évaporable et les getters non évaporables, avec leurs supports.

Pour le getter évaporable le support consiste en un support genre clip (5) avec une terminaison circulaire dans laquelle sera introduite la pastille (6) en matériau getter évaporable.

Pour les getters non évaporables le support consiste en un câble (9) sur lequel s'insèrent les pastilles (8) en matériau getter à travers d'un orifice qu'elles ont au centre et le câble a un fermoir avec une partie femelle (7) et une partie mâle (7') qui se joindront dès que toutes les pastilles (8) se trouveront sur le câble.

En suivant les figures de façon consécutive depuis la figure 1 jusqu'à la figure 12, les pas de ce procédé sont :

- Pas 1 : Souder les soufflets d'expansion (1) + vase (2) → Produit 1
- Pas 2 : Souder le couvercle (3) + Produit 1 → Produit 2
- Pas 3 : Souder le pont de fixation (4) du getter évaporable dans la partie inférieure du Produit 2 → Produit 3

- Pas 4 : Introduire la pastille (6) en getter évaporable dans le support genre clip (5) → Produit 4
- Pas 5 : Monter le produit 4 dans le produit 3 → Produit 5
- Pas 6 : Montage du câble (9) + partie femelle du fermoir (7) du câble du getter non évaporable → Produit 6
- Pas 7 : Montage du produit 6 + Pastilles getter non évaporable (8) → Produit 7
- Pas 8 : Montage du Produit 7 + partie mâle du fermoir (7') du câble du getter non évaporable → Produit 8
- Pas 9 : Montage du Produit 5 + Produit 8 → Produit 9
- Pas 10 : montage des pinces de serrage (10) du getter non évaporable → Produit 10 ou ensemble complet

vi. L'assemblage des ensembles antérieurs, avec les options suivantes :

- 1) On place le tube absorbeur de métal à l'intérieur du tube en verre (qui comprend des anneaux en ASTM F-15 déjà soudés) et ensuite on soude aux deux extrémités l'ensemble du soufflet d'expansion (produit 10). Pour cela on joint au moyen d'une soudure le vase (2) avec la paroi du tube absorbeur métallique (jonction ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 au tube absorbeur) et le couvercle (3) avec l'anneau en ASTM F-15 (jonction ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 au tube en verre).
- 2) Jonction de l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 en soudant le couvercle (3) à l'anneau en ASTM F-15 du tube en verre à chaque extrémité du tube, ensuite nous introduisons à l'intérieur de l'ensemble le tube absorbeur métallique par une quelconque des extrémités et nous soudons par les deux extrémités la partie du vase (2) de l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 à la paroi du tube absorbeur métallique.
- 3) On soude à une extrémité du tube en verre l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 par son couvercle (3) à l'anneau en ASTM F-15 et ensuite on introduit le tube absorbeur métallique par l'autre extrémité, on soude le tube absorbeur métallique au vase (2) de l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 de la première extrémité et ensuite par l'autre extrémité du tube en verre on soude le vase (2) et le tube absorbeur, le couvercle (3) et l'anneau en ASTM F-15 du tube en verre.
- 4) On soude l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 par son vase (2) à une première extrémité du tube absorbeur métallique, on introduit par l'autre extrémité le tube en verre et on soude le couvercle (3) de l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 à l'anneau en ASTM F-15 de la première extrémité du verre. On place l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 dans l'autre

extrémité et on soude le vase (2) et le tube absorbeur, le couvercle (3) et l'anneau en ASTM F-15.

Note : Dans n'importe lequel des procédés d'assemblage décrits ci-dessus il convient, quoique ce ne soit pas indispensable, de réaliser une précharge de l'ensemble du soufflet d'expansion avant d'effectuer la soudure dudit ensemble avec le tube métallique. Cette précharge implique une série d'avantages, comme le fait de ce qu'elle corrige de possibles déviations de fabrication, elle permet de placer le dispositif compensateur d'expansion dans une position qui le prépare pour recevoir des charges de traction/compression, elle peut s'employer pour pré-contraindre le tube en verre et garantir une flèche en fonctionnement plus réduite, ainsi que pour assurer un meilleur comportement dans des situations exceptionnelles de montage, transport, etc.

Pour réaliser ladite précharge on observe que tous les procédés d'assemblage décrits comprennent une étape de soudure de l'ensemble du soufflet d'expansion au tube métallique qui s'effectue, bien en soudant les deux soufflets d'expansion au tube métallique de façon simultanée ou bien en soudant d'abord un coté et après l'autre. Cette dernière forme d'exécution a l'inconvénient de que pour mettre la précharge dans les soufflets d'expansion, il faut mettre toute la précharge correspondant aux deux soufflets d'expansion d'abord dans l'un d'eux (ce qui implique que ce soufflet d'expansion doit supporter une précharge du double de la nominale) et après procéder à la soudure de l'autre soufflet d'expansion, de sorte que jusqu'à que l'autre soufflet d'expansion ne soit pas en place la précharge ne se distribue pas entre les deux. Par conséquent, au cas d'introduire une précharge dans les soufflets d'expansion, il convient d'employer des montages où les positions des ensembles soufflet d'expansion se coordonnent sur le tube métallique de façon indépendante entre eux, pour ne pas soumettre les soufflets d'expansion à une charge excessive.

vii. La réalisation du vide dans la zone intermédiaire, entre le tube en verre et le métallique et appliquer le spray de traitement anodique sur les soudures. Sur la figure 11 est représentée une olive (11) pour la réalisation de ce vide.

Avec ça on obtient le produit final, le tube récepteur, prêt pour son assemblage dans une centrale de concentration solaire.

Ce système a été spécialement conçu pour son application dans le montage de tubes récepteurs de technologie solaire, mais on n'exclut pas son extension à d'autres domaines de l'industrie requérant des caractéristiques similaires.

"C"

18

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un tube récepteur d'énergie solaire de ceux qui comprennent un tube extérieur en verre, un tube intérieur absorbeur en métal dans lequel circule le fluide caloporteur et une zone intermédiaire dans laquelle se réalise le vide qui **comprend** les étapes suivantes :
- i. La fabrication des tubes métalliques.
 - ii. La fabrication des tubes en verre : un tube en verre central d'une longueur supérieure et deux tubes en verre pour les extrémités d'une longueur inférieure.
 - 10 iii. Le procédé de fabrication des anneaux en ASTM F-15 ou d'éléments de transition verre-métal.
 - iv. Le procédé de soudure des anneaux en ASTM F-15 sur les tubes, où, une fois soudés les tubes en verre aux anneaux en ASTM F-15, il est amené à la station de solgel (recouvrement antireflet) où on nettoie le tube au moyen d'un nettoyage à l'eau ou par ultrasons, on le sèche et on l'immerge dans une cuve pour l'application de l'antireflet ; ensuite on baisse la température du tube et on lui donne un traitement hydrophobe destiné à obtenir que la surface devienne imperméable à l'eau et, finalement on sèche le tube avec de la chaleur ou de l'air.
 - 15 v. Le procédé de fabrication des ensembles des dispositifs compensateurs d'expansion en comprenant chaque ensemble un dispositif d'expansion en forme de soufflet ou soufflet d'expansion (1), un vase (2), un couvercle (3), le getter évaporable (6) et les getter non évaporables ; étant les phases principales de ce procédé : souder le soufflet d'expansion (1) au vase (2) et le tout au couvercle (3), souder sur cet ensemble le getter non évaporable et monter le getter évaporable, en donnant lieu à l'ensemble final.
 - 20 vi. L'assemblage des produits obtenus au cours des étapes antérieures.
 - vii. La réalisation du vide et de l'anodisé des soudures.
2. Procédé de fabrication d'un tube récepteur d'énergie solaire selon la revendication 1 **caractérisée en ce que** le procédé de fabrication des tubes métalliques implique les phases suivantes :
- 30 – Polissage du tube
 - Nettoyage du tube
 - Recouvrement sélectif au moyen de la technique de sputtering

"C"

19

- Chauffage du tube métallique pour qu'il acquière une couche d'oxyde externe sur laquelle seront appliquées les différentes couches.
3. Procédé de fabrication d'un tube récepteur d'énergie solaire selon la revendication 1
5 **caractérisée en ce** qu'un des tubes en verre des extrémités comprendra une olive (11) pour la réalisation du vide au moyen d'une pompe.
 4. Procédé de fabrication d'un tube récepteur d'énergie solaire selon la revendication 1
caractérisée en ce que des anneaux en ASTM F-15 sont fabriqués comme un alliage de fer, cobalt et nickel avec un coefficient de dilatation très proche à celui du verre.
 - 10 5. Procédé de fabrication d'un tube récepteur d'énergie solaire selon la revendication 4
caractérisée en ce que les tubes en verre sont soudés à la pièce en ASTM F-15 de la façon suivante :
 - Soudure du premier tube en verre de longueur inférieure à une extrémité de la pièce en ASTM F-15 par une de ses extrémités, en réalisant une soudure verre-métal.
 - 15 • Soudure du deuxième tube en verre de longueur inférieure à la pièce en ASTM F-15 par une de ses extrémités, en réalisant une soudure verre-métal.
 - Soudure verre-verre entre l'extrémité libre du premier tube en verre de longueur inférieure et une des deux extrémités du tube en verre de longueur supérieure.
 - Soudure verre-verre entre l'extrémité libre du deuxième tube en verre de
20 longueur inférieure et l'extrémité libre du tube en verre de longueur supérieure.
 6. Procédé de fabrication d'un tube récepteur d'énergie solaire selon la revendication 5
5 **caractérisée en ce** qu'une fois soudés les tubes en verre aux anneaux en ASTM F-15 un traitement de libération de contraintes est effectué bien tout de suite après avoir réalisé la soudure verre-métal et avant d'amener le tube à la station de solgel ou bien
25 après avoir amené le tube à la station solgel et appliquer l'antireflet.
 7. Procédé de fabrication d'un tube récepteur d'énergie solaire selon la revendication 1
caractérisée en ce que dans les ensembles des dispositifs compensateurs d'expansion ou soufflets d'expansion, le support des getters évaporables consiste en un câble (9) sur lequel s'insèrent les pastilles en matériau getter (8) et le câble (9) a un
30 fermoir avec une partie femelle (7) et une partie mâle (7') qui se joindront dès que toutes les pastilles (8) se trouveront sur le câble (9), et pour le getter non évaporable le support consiste en un clip (5) avec une terminaison circulaire dans laquelle sera introduite la pastille de matériau getter évaporable (6).

"C"

10

8. Procédé de fabrication d'un tube récepteur d'énergie solaire selon la revendication 7 **caractérisée en ce** que le procédé de fabrication des dispositifs compensateurs d'expansion ou Soufflets d'expansion implique les pas suivant :

- 5
- Pas 1 : Souder les soufflets d'expansion (1) + Vase (2) → Produit 1
 - Pas 2 : Souder le couvercle (3) + Produit 1 → Produit 2
 - Pas 3 : Souder le pont de fixation (4) du Getter évaporable sur la partie inférieure du Produit 2 → Produit 3
 - Pas 4 : Introduire la pastille (6) en getter évaporable dans le support genre clip
- 10 (5) → Produit 4
- Pas 5 : Monter le produit 4 dans le produit 3 → Produit 5
 - Pas 6 : Montage du câble (9) + partie femelle du fermoir (7) du câble du getter non évaporable → Produit 6
 - Pas 7 : Montage du produit 6 + Pastilles en getter non évaporable (8) → Produit
- 15 7
- Pas 8 : Montage du produit 7 + partie mâle du fermoir (7') du câble du Getter non évaporable → Produit 8
 - Pas 9 : Montage du produit 5 + Produit 8 → Produit 9
 - Pas 10 : montage des pinces de serrage (10) → Produit 10 ou ensemble
- 20 complet.

9. Procédé de fabrication d'un tube récepteur d'énergie solaire selon les revendications 1-8 **caractérisée en ce** qu'il existe une première option pour l'assemblage des ensembles antérieurs consistant en situer le tube absorbeur en métal à l'intérieur du tube en verre et ensuite de souder sur les deux extrémités l'ensemble du soufflet d'expansion (produit 10). Pour cela on joint par l'intermédiaire d'une soudure le vase

25 (2) avec la paroi du tube absorbeur métallique (jonction de l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 au tube absorbeur) et le couvercle (3) avec l'anneau en ASTM F-15 (jonction de l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 au tube en verre).

30 10. Procédé de fabrication d'un tube récepteur d'énergie solaire selon les revendications 1-8 **caractérisée en ce** qu'il existe une deuxième option pour l'assemblage des ensembles antérieurs consistant en réaliser la jonction de l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 en soudant le couvercle (3) à l'anneau en ASTM

"C"

~~14~~

F-15 du tube en verre aux deux extrémités du tube, ensuite nous introduisons à l'intérieur de l'ensemble le tube absorbeur métallique par une quelconque des extrémités et nous soudons par les deux extrémités la partie du vase (2) de l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 à la paroi du tube absorbeur métallique.

5 11. Procédé de fabrication d'un tube récepteur d'énergie solaire selon les revendications 1-8 **caractérisée en ce** qu'il existe une troisième option pour l'assemblage des ensembles antérieurs consistant en souder à une extrémité du tube en verre l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 par son couvercle (3) à l'anneau en ASTM F-15 et ensuite on introduit le tube absorbeur métallique par l'autre
10 extrémité, on soude le tube absorbeur métallique au vase (2) de l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 de la première extrémité et ensuite par l'autre extrémité du tube en verre on soude le vase (2) et le tube absorbeur, et le couvercle (3) à l'anneau en ASTM F-15 du tube en verre.

12. Procédé de fabrication d'un tube récepteur d'énergie solaire selon les
15 revendications 1-8 **caractérisée en ce** qu'il existe une quatrième option pour l'assemblage des ensembles antérieurs consistant en souder l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 par son vase (2) à une première extrémité du tube absorbeur métallique, on introduit par l'autre extrémité le tube en verre et on soude le couvercle (3) de l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 à l'anneau en ASTM
20 F-15 de la première extrémité du verre. On place l'ensemble du soufflet d'expansion ou produit 10 dans l'autre extrémité et on soude le vase (2) et le tube absorbeur, et le couvercle (3) avec l'anneau en ASTM F-15.

13. Procédé de fabrication d'un tube récepteur d'énergie solaire selon les revendications 9-12 **caractérisée en ce** qu'on intercale une étape de précharge des
25 ensembles de soufflets d'expansion ou compensateurs d'expansion, avant de souder lesdits ensembles au tube métallique.

14. Tube récepteur d'énergie solaire de ceux qui comprennent un tube extérieur en verre, un tube absorbeur intérieur en métal dans lequel circule le fluide caloporteur et une zone intermédiaire sous vide **caractérisée en ce** qu'il a été fabriqué en suivant le
30 procédé de fabrication décrit dans les revendications précédentes.

"A"
13

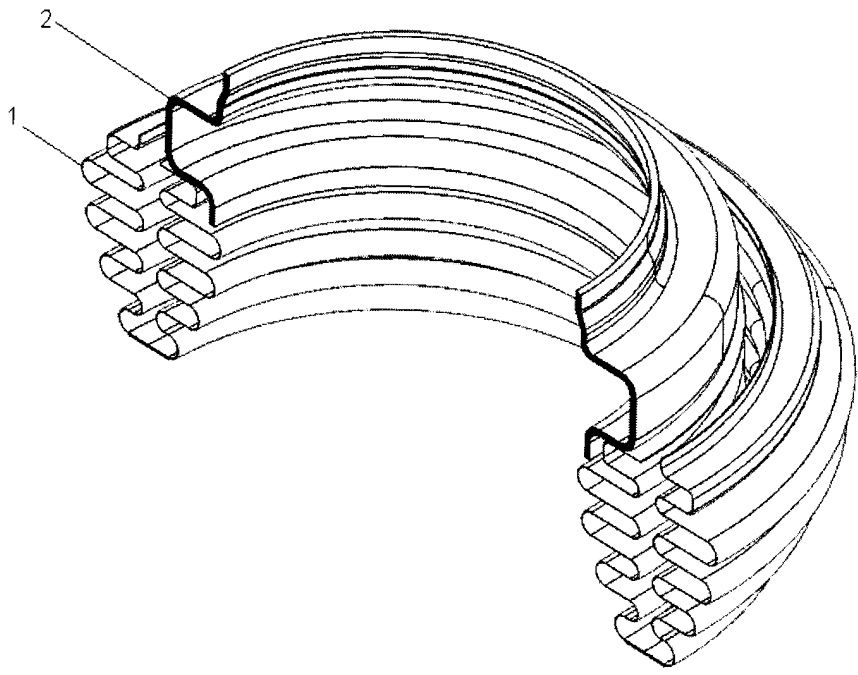


FIGURE 1

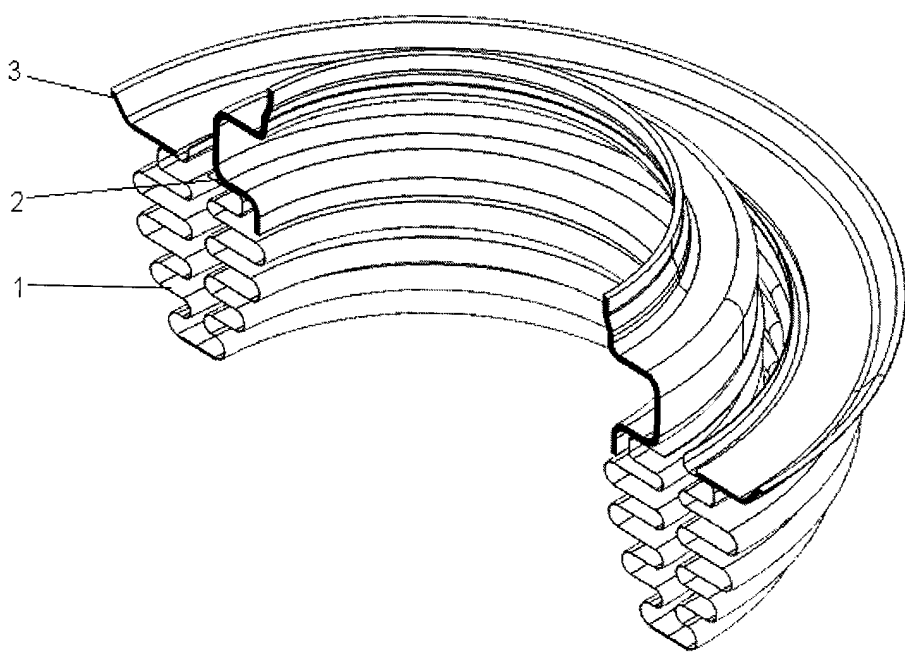


FIGURE 2

"A"

18

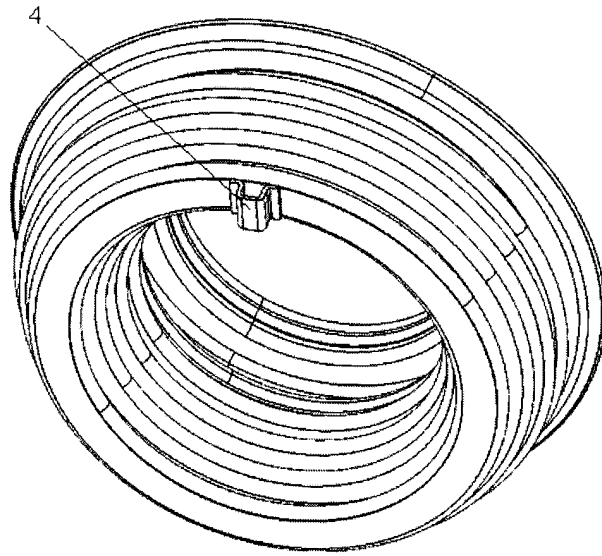


FIGURE 3

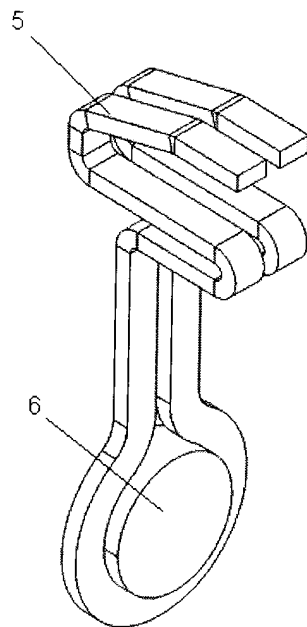


FIGURE 4

"A"
19

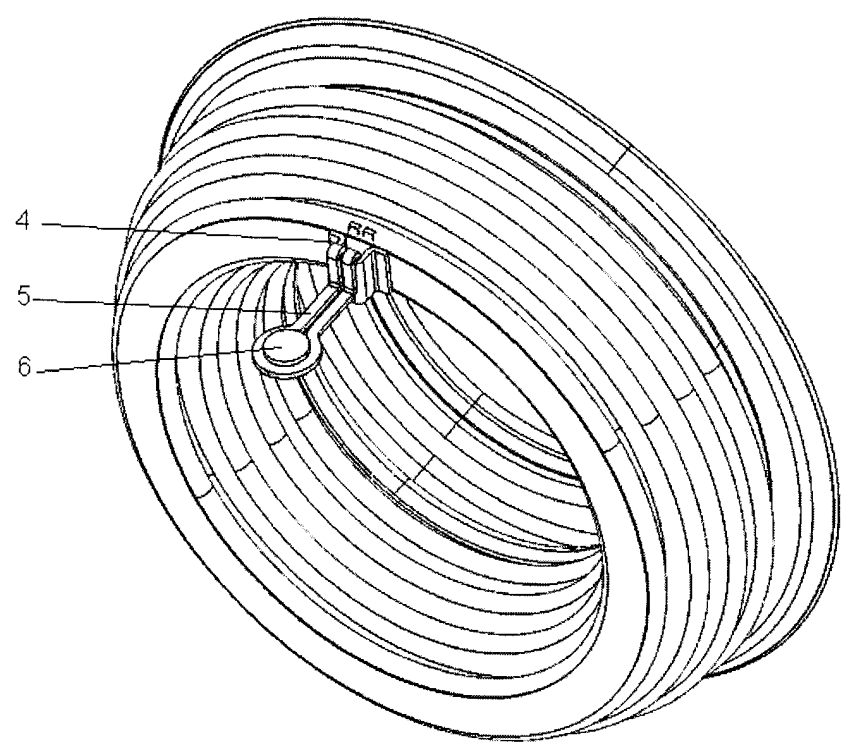


FIGURE 5

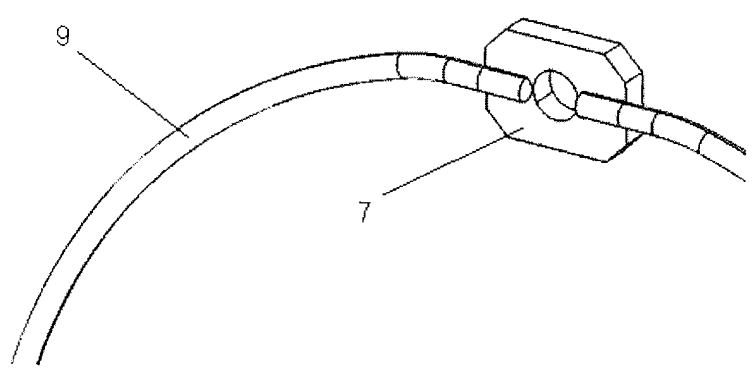


FIGURE 6

"A"

26

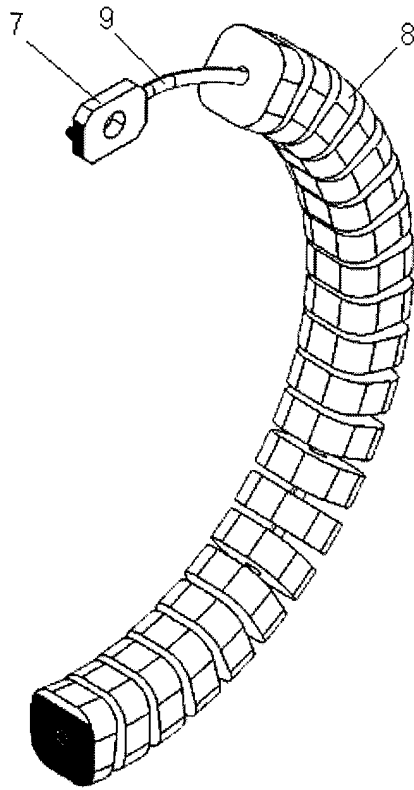


FIGURE 7

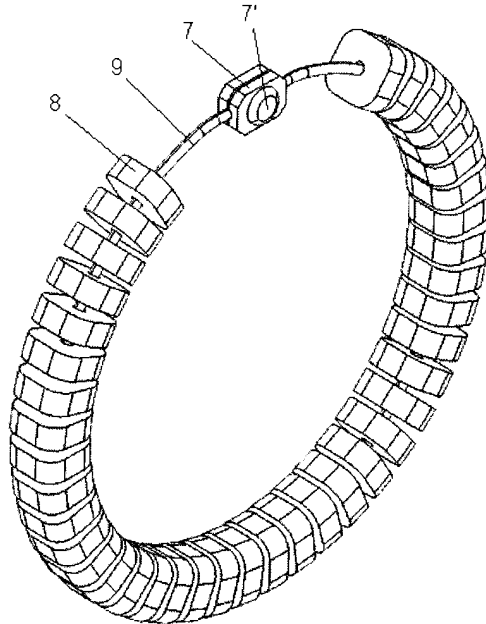


FIGURE 8

"A"
11

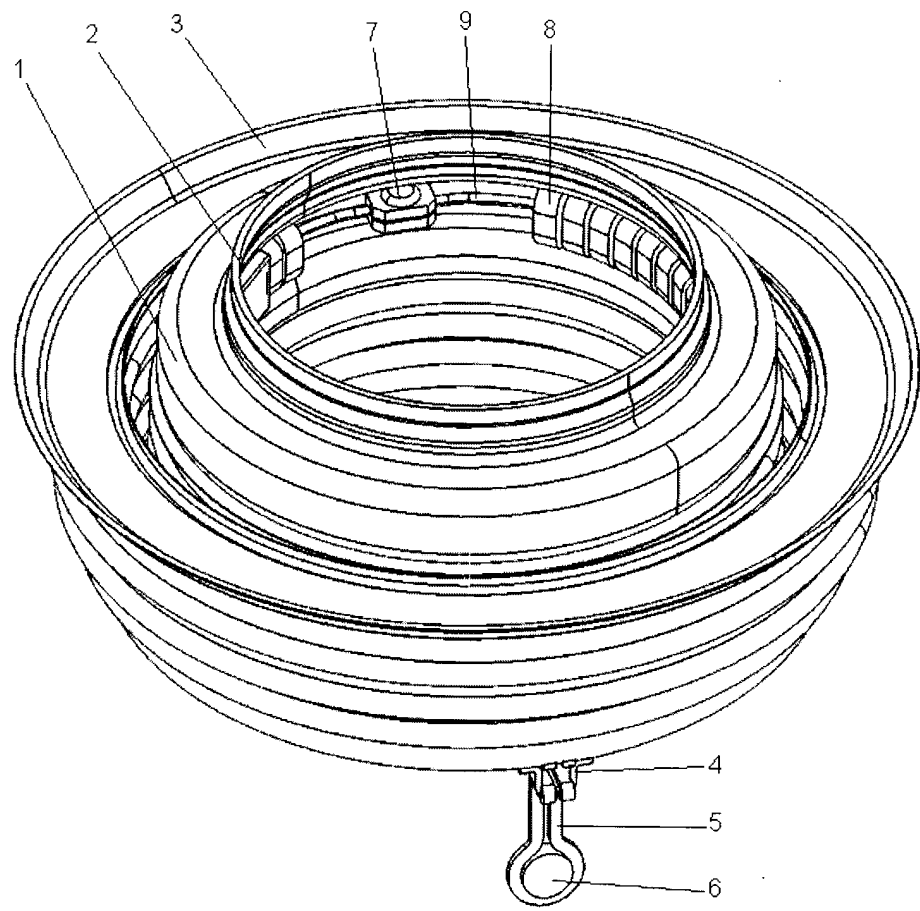


FIGURE 9

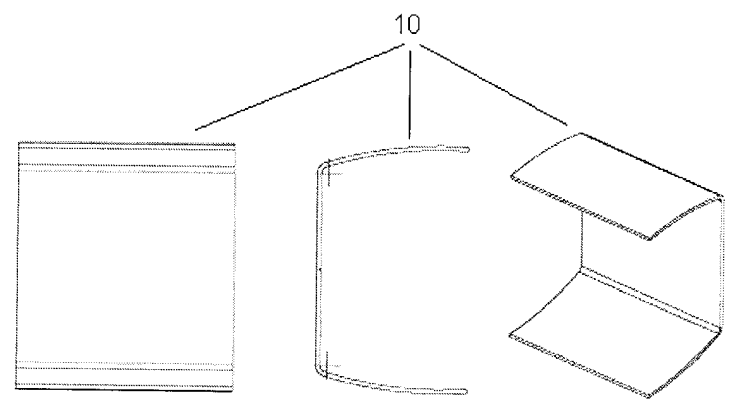


FIGURE 10

"A"

[Handwritten mark]

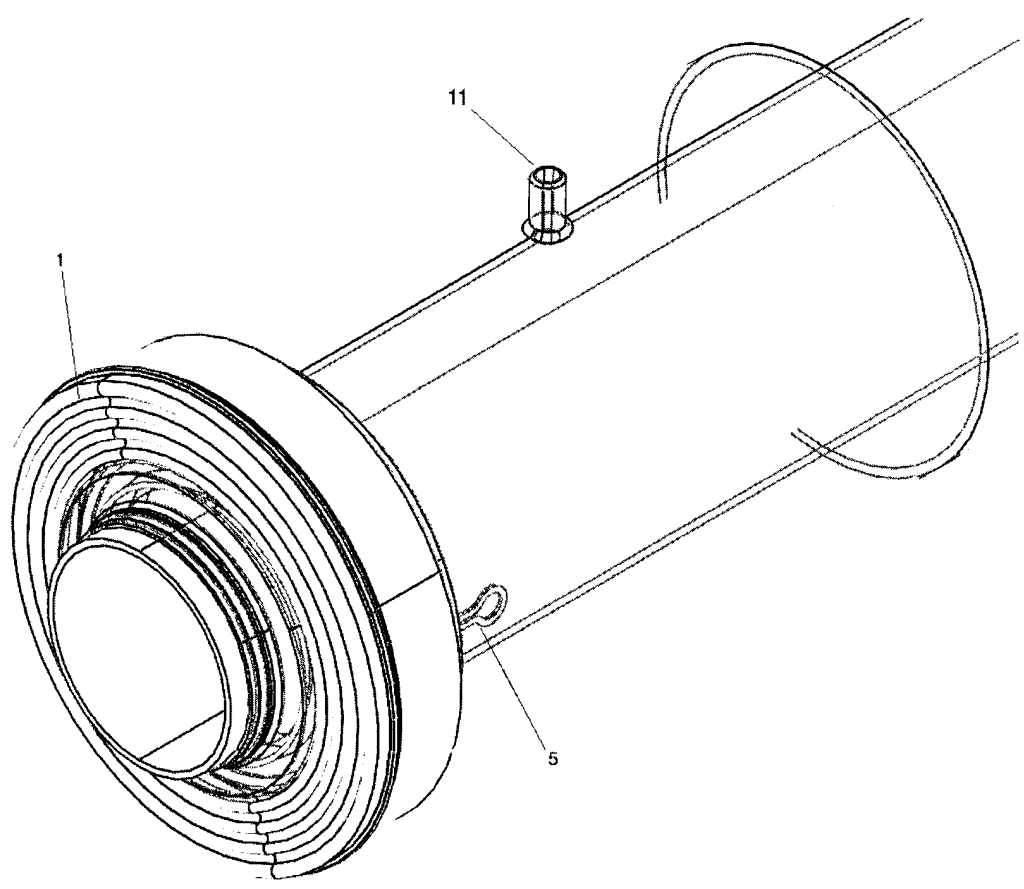


FIGURE 11

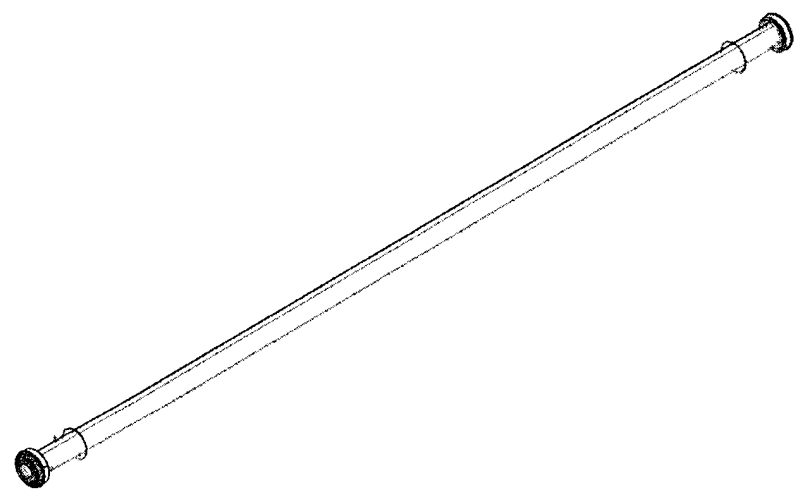


FIGURE 12

[Handwritten mark]