



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 35511 B1**
- (51) Cl. internationale : **C03C 17/34; F22B 1/00; F24J 2/50; F24J 2/07; F24J 2/24; F24J 2/05**
- (43) Date de publication : **02.10.2014**
-
- (21) N° Dépôt : **36850**
- (22) Date de Dépôt : **28.03.2014**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/EP2011/067120 30.09.2011**
- (71) Demandeur(s) : **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, Wittelsbacherplatz 2 80333 München (DE)**
- (72) Inventeur(s) : **BARKAI Menashe**
- (74) Mandataire : **SABA&CO**

(54) Titre : **TUBE DE VERRE À REVETEMENT REFLECHISSANT LA LUMIERE INFRAROUGE, PROCEDE DE FABRICATION DE CE TUBE, TUBE RECEPTEUR DE CHALEUR AVEC TUBE DE VERRE, MIROIR CYLINDRO-PARABOLIQUE AVEC TUBE RECEPTEUR DE CHALEUR ET UTILISATION DE CE MIROIR**

(57) Abrégé : L'invention concerne un tube de verre muni d'une paroi dont la surface intérieure comporte un revêtement réfléchissant la lumière infrarouge. Elle concerne de plus un procédé de fabrication de ce tube de verre, qui comporte les étapes suivantes : a) fabrication d'un tube de verre et b) fixation du revêtement réfléchissant la lumière infrarouge sur la surface intérieure de ce tube. Cette invention présente également un tube récepteur de chaleur permettant d'absorber l'énergie solaire et de transférer celle-ci à un fluide de transfert de chaleur, qui peut se trouver à l'intérieur d'un tube central du tube récepteur de chaleur. Ce tube central comporte une surface munie d'un revêtement absorbant l'énergie solaire permettant d'absorber le rayonnement de lumière du soleil. Ce tube central est enveloppé dans un encapsulage du tube de verre comportant le revêtement réfléchissant. La surface de ce tube central et l'encapsulage sont disposés entre la surface du tube central et la surface intérieure de la paroi de l'encapsulage, la surface réfléchissante étant placée de manière que les radiations de l'absorption solaire puissent pénétrer dans l'encapsulage au travers du revêtement réfléchissant et activer le revêtement absorbant l'énergie solaire. Les radiations IR émises par la surface du tube central sont renvoyées dans le tube central et réduisent ainsi les pertes d'énergie. Un miroir cylindro-parabolique comporte au moins

un tube récepteur de chaleur, disposé en ligne focale d'un miroir parabolique. Ce miroir cylindro-parabolique est utilisé dans une centrale solaire pour convertir l'énergie solaire en énergie électrique.

ABREGÉ

TUBE DE VERRE À REVÊTEMENT RÉFLÉCHISSANT LA LUMIÈRE INFRAROUGE, PROCÉDE DE FABRICATION DE CE TUBE, TUBE RÉCEPTEUR DE CHALEUR AVEC TUBE DE VERRE, MIROIR CYLINDRO-PARABOLIQUE AVEC TUBE RÉCEPTEUR DE CHALEUR ET UTILISATION DE CE MIROIR

5 L'invention concerne un tube de verre muni d'une paroi dont la surface intérieure comporte un revêtement réfléchissant la lumière infrarouge. Elle concerne de plus un procédé de fabrication de ce tube de verre, qui comporte les étapes suivantes : a) fabrication d'un tube de verre et b) fixation du revêtement réfléchissant la lumière infrarouge sur la surface intérieure de ce tube. Cette invention présente également un tube récepteur de chaleur permettant d'absorber l'énergie solaire et de

10 transférer celle-ci à un fluide de transfert de chaleur, qui peut se trouver à l'intérieur d'un tube central du tube récepteur de chaleur. Ce tube central comporte une surface munie d'un revêtement absorbant l'énergie solaire permettant d'absorber le rayonnement de lumière du soleil. Ce tube central est enveloppé dans un encapsulage du tube de verre comportant le revêtement réfléchissant. La surface de ce tube central et l'encapsulage sont disposés entre la surface du tube central et la surface intérieure de

15 la paroi de l'encapsulage, la surface réfléchissante étant placée de manière que les radiations de l'absorption solaire puissent pénétrer dans l'encapsulage au travers du revêtement réfléchissant et activer le revêtement absorbant l'énergie solaire. Les radiations IR émises par la surface du tube central sont renvoyées dans le tube central et réduisent ainsi les pertes d'énergie. Un miroir cylindro-parabolique comporte au moins un tube récepteur de chaleur, disposé en ligne focale d'un miroir

20 parabolique. Ce miroir cylindro-parabolique est utilisé dans une centrale solaire pour convertir l'énergie solaire en énergie électrique.

Figure 1

02 OCT 2014

TUBE DE VERRE À REVETEMENT REFLECHISSANT LA LUMIERE INFRAROUGE, PROCEDE DE FABRICATION DE CE TUBE, TUBE RECEPTEUR DE CHALEUR AVEC TUBE DE VERRE, MIROIR CYLINDRO-PARABOLIQUE AVEC TUBE RECEPTEUR DE CHALEUR ET UTILISATION DE CE MIROIR

1. Domaine de l'invention

5 La présente invention concerne un tube de verre et un procédé de fabrication du tube de verre. En outre, un tube récepteur de chaleur avec tube de verre, un miroir cylindro-parabolique avec tube récepteur de chaleur et utilisation du miroir cylindro-parabolique sont fournis.

2. Description de l'art connexe

Un dispositif permettant de recueillir l'énergie solaire d'une centrale électrique de champ de soleil sur la
10 base de la technique d'énergie solaire concentrée est, par exemple, un miroir cylindro-parabolique avec des miroirs paraboliques et un tube récepteur de chaleur. Le tube de récepteur de chaleur est disposé dans une ligne focale des miroirs. La lumière du soleil est concentrée sur le tube récepteur de chaleur par des surfaces réfléchissantes de la lumière du soleil, qui est rempli d'un fluide de transfert de chaleur, par exemple, une huile thermique ou un sel fondu. A l'aide d'un revêtement de rayonnement solaire
15 absorbant d'un tube de noyau (tube intérieur), le tube récepteur de chaleur absorbe l'énergie du soleil. L'énergie du soleil est couplée de manière efficace dans le fluide de transfert de chaleur. L'énergie solaire est convertie en énergie thermique.

Afin de minimiser la perte d'énergie thermique, le tube récepteur de chaleur comprend une encapsulation sur verre (tube de verre). Le tube de verre, qui est transparent pour la lumière du soleil,
20 est disposé de manière coaxiale autour d'un tube inox intérieur central du tube récepteur de chaleur. L'espace entre le tube intérieur et le tube de verre est évacué.

RESUME DE L'INVENTION

Il est un objet de l'invention de fournir une réduction supplémentaire de perte thermique d'un tube de verre, qui peut être utilisé comme une encapsulation d'un tube récepteur de chaleur.

C'est un autre objet de l'invention de fournir un procédé de fabrication d'un tel tube de verre.

- 5 D'autres objets de l'invention sont la fourniture d'un miroir cylindro-parabolique avec tube récepteur de chaleur comprenant un enrobage avec un tel tube de verre et la fourniture d'une utilisation du miroir cylindro-parabolique.

Ces buts sont atteints par l'invention indiquée dans les revendications.

- 10 Un tube de verre avec une paroi de tube de verre est pourvu, dans lequel une surface intérieure de la paroi du tube de verre comprend au moins partiellement au moins un revêtement réfléchissant la lumière infrarouge.

Un procédé de fabrication du tube de verre est pourvu, aussi. Le procédé comprend les étapes suivantes: a) fournir un tube de verre et

b) fixer le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge sur une surface intérieure du tube de verre.

- 15 En outre, un tube récepteur de chaleur destiné à absorber l'énergie solaire et pour transférer de l'énergie solaire absorbée par un fluide de transfert de chaleur, qui peut être situé à l'intérieur d'un tube d'âme du tube du récepteur de chaleur, est fourni. Le tube de noyau comprend une surface de tube central avec une énergie d'absorption revêtement absorbant le rayonnement solaire pour le coefficient d'absorption solaire de la lumière du soleil. Le tube de noyau est enveloppé par une encapsulation avec
20 tube de verre avec le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge. La surface du tube d'âme et l'enrobage sont disposées dans une distance entre la surface du tube d'âme et la surface intérieure de la

paroi d'encapsulation avec la surface réfléchissant les infrarouges telle, que le rayonnement d'absorption solaire peut pénétrer à l'encapsulation avec le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge et peut empiéter revêtement absorbant l'énergie solaire.

En outre, un miroir cylindro-parabolique est prévu comprenant au moins un miroir parabolique ayant
5 une surface réfléchissante de lumière solaire pour concentrer la lumière du soleil dans une ligne focale de la surface de la lumière du soleil réfléchissant et au moins un tube récepteur de chaleur, qui est disposé dans la ligne focale du miroir parabolique. En variante, un capteur solaire avec la technologie de Fresnel linéaire peut être réalisé. Donc, un Fresnel linéaire miroir collecteur avec au moins un miroir de Fresnel ayant une lumière solaire surface réfléchissante pour concentrer la lumière solaire sur une ligne
10 focale de la lumière du soleil surface et au moins un tube récepteur de chaleur, qui est disposé dans la ligne focale du miroir de Fresnel réfléchissante.

La paroi du tube de verre est transparente pour une gamme de longueurs d'onde des rayons du soleil. De préférence, la paroi du tube de verre du tube de verre comprend du verre (SiO_x). D'autres matières transparentes sont possibles, aussi. Le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge, qui est fixé à la
15 surface intérieure du tube de verre, agit comme un miroir pour la lumière infrarouge. Par cela, la lumière infrarouge, qui est rayonnée par le tube central d'un tube récepteur de chaleur, est réfléchi vers le tube d'âme. La perte thermique globale du tube récepteur de chaleur par rayonnement infrarouge de la lumière du tube central du tube du récepteur de chaleur est réduite.

La surface intérieure peut comprendre le revêtement réfléchissant les infrarouges, sur sa circonférence
20 complète. Mais il est également possible, que la surface intérieure de la paroi du tube de verre comprend le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge est juste sur une partie de la circonférence

de la surface du tube de verre intérieur. Ainsi la surface interne du tube de verre est à moitié recouverte par le revêtement réfléchissant les infrarouges.

En utilisant la technologie de l'auge, le tube récepteur de chaleur est disposé dans une ligne focale des miroirs paraboliques. Depuis l'incident de soleil à la parabole vers le bas en forme d'auge, les rayons de la lumière du soleil sont collimatés sur une moitié inférieure de la circonférence du tube de noyau. Une moitié supérieure de la circonférence du tube de noyau est directement frappé par les rayons du soleil (estimée à environ 1,2% par rapport à rayons incidents au total) et de rayons parasites, qui proviennent de la distorsion du miroir et de l'aberration statistique (estimée à environ 0% à 2% (Cela dépend des deux revêtements segmentaires) du total en-cident rayons). Donc, il est préférable de diviser la surface intérieure de la paroi du tube de verre en deux zones. Un domaine, qui est situé en face à face à la lumière du soleil surface du miroir réfléchissant, a une transmission élevée pour le rayonnement de la lumière du soleil complet. Contrairement à cela, la zone qui est en face à face au soleil et qui est évitée à la lumière du soleil surface du miroir réfléchissant, a une haute réflectivité de la lumière infrarouge. Il ya une perte mineure concernant le rayonnement infrarouge direct provenant du soleil. Mais la réduction de la perte thermique par l'intermédiaire de l'émission de rayonnement infrarouge du tube de base compense la perte mineure de multiplication.

Dans un mode de réalisation du tube de verre du revêtement réfléchissant la lumière infrarouge comprend une transmission pour le rayonnement solaire avec une longueur d'onde inférieure à 1200 nm, qui est choisie dans la plage comprise entre 0,5 et 0,99 et de préférence la forme choisie est la plage comprise entre 0,8 et 0,95. Le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge est plus ou moins transparent pour le rayonnement de la lumière solaire, dans ce domaine de longueur d'onde.

De préférence, le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge comprend un revêtement transparent (électriquement) conducteur (revêtement conducteur transparent, TCO). Dans un mode de réalisation, le revêtement conducteur transparent comprend un oxyde d'étain (ZnO). L'oxyde d'étain comprend de préférence au moins un élément, qui est choisi dans le groupe constitué par l'aluminium, le gallium et l'indium. Cet élément peut être un composant principal de l'oxyde d'étain. Par exemple, l'élément est l'indium et l'oxyde d'étain est l'oxyde d'indium et d'étain (InZnO, IZO). L'élément peut être un dopant, aussi. Par exemple, un tel oxyde d'étain est dopé par de l'aluminium et de l'oxyde d'aluminium (Al₂O₃), respectivement.

Une couche supplémentaire peut être fixée sur le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge. La couche supplémentaire couvre au moins partiellement ou complètement le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge. La couche supplémentaire est de presque transparent pour la lumière infrarouge du soleil. Par exemple, une telle couche est une couche comprenant un matériau à faible indice de réfraction aluminium Al₂O₃) de l'oxyde ou de l'oxyde de silicium (SiO₂), etc.

Entre la surface de la paroi du tube de verre et le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge ne peut y avoir une couche intermédiaire. Cette couche intermédiaire peut avoir des fonctions différentes. Par exemple, une telle couche intermédiaire renforce l'adhérence du revêtement réfléchissant la lumière infrarouge sur la surface interne du tube de verre.

Pour la fixation du revêtement réfléchissant le rayonnement infrarouge, il peut être appliqué de différentes technologies. De préférence, la fixation du revêtement réfléchissant la lumière infrarouge est effectuée à l'aide d'au moins une technologie, qui est choisi dans le groupe constitué d'un revêtement par immersion, revêtement par pulvérisation et de dépôt de couches atomiques. Attendu que le revêtement par immersion ou en forme de revêtement par pulvérisation à une fixation partiellement le

revêtement réfléchissant la lumière infrarouge sur la surface interne du tube de verre (le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge recouvre partiellement la surface intérieure du tube de verre) le dépôt de couches atomiques (ALD) s'adapte au recouvrement complet de la surface interne du tube de verre. Les couches supplémentaires à côté du TCO (Al_2O_3 ou SiO_2) sont utilisées afin d'optimiser les couches anti-réflexion coincées dans le spectre solaire tout en réflectance dans la région IR n'est pas interrompu (ou modifié). Une couche finale de matériau de faible indice (par exemple SiO_x) sera déposée (par exemple par revêtement par immersion) sur les deux côtés du tube de verre.

Enfin une utilisation du miroir cylindro-parabolique dans une centrale électrique pour convertir l'énergie solaire en énergie électrique est décrite.

10 BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention sont produits à partir de la description d'un exemple de réalisation en référence aux dessins. Les dessins sont schématiques.

La figure 1 montre une coupe transversale d'un tube de verre à partir du côté.

La figure 2 montre une coupe transversale d'un collecteur parabolique à travers le tube récepteur de chaleur comprenant un enrobage avec tube de verre.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

Étant donné est un tube de verre 1 avec une paroi du tube de verre 10. La surface intérieure 11 de la paroi du tube de verre 10 comprend au moins partiellement au moins une lumière infrarouge revêtement réfléchissant 12. Le tube de verre 1 est une encapsulation 20 d'un tube récepteur de chaleur

20 2.

Le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge 12 comprend en oxyde d'indium-étain. L'épaisseur du revêtement réfléchissant la lumière infrarouge 12 est d'environ 135 nm.

La lumière revêtement réfléchissant le rayonnement infrarouge 12 est recouverte par une couche supplémentaire 13. Cette couche additionnelle 13 comprend de l'oxyde de silicium. Dans un autre exemple supplémentaire de la couche 13 comprend de l'oxyde d'aluminium. L'épaisseur de cette couche additionnelle 13 est d'environ 120 nm.

Une séquence alternative suivante est mise en œuvre: côté intérieur du verre tube/ Al_2O_3 (30 nm) / TCO (150 nm) / Al_2O_3 (50 nm) / SiO_x (revêtement 120 nm-Dip).

Entre le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge 12 et la surface intérieure 11 de la paroi du tube de verre 10 se trouve une couche intermédiaire 14. Cette couche intermédiaire comprend de l'oxyde d'aluminium. L'épaisseur de cette couche intermédiaire est d'environ 85 nm.

Le tube noyau 21 du tube récepteur de chaleur 2, qui est enveloppé par le tube de verre 1, est fait d'acier. En outre, la surface du tube de base du tube de noyau comprend un revêtement absorbant destiné à absorber la lumière du soleil (non représenté).

15 Exemple 1:

En utilisant la moitié de revêtement de la surface interne du tube de verre (par immersion et un revêtement par pulvérisation), α (absorptivité de la lumière du soleil) est réduite seulement par petite fraction (0,2 %) en raison de la réduction du facteur de transmission de verre sur le segment supérieur de la vitre tube. Les pertes de chaleur dues au rayonnement seront réduites de 20% à 10% (de 1000 Watt/tube à 800-900 Watt/tube)

Exemple 2:

- La surface intérieure 11 complète de la paroi du tube de verre 10 est recouverte par le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge 12. Pour la fabrication d'un procédé ALD est mis en œuvre. En ce α sera réduit de 1% à 1,5% en raison de diminuer de transmissivité solaire approfondie du tube de verre. Mais d'autre part, des pertes de chaleur dues au rayonnement seront réduites de 40% à 60% (de 1000
- 5 Watt/tube à 600-400 Watt/tube. Le tube récepteur de chaleur 2 est le cadre d'un bac collecteur parabolique 1000. L'collecteur de dépression parabolique 1000 comprend au moins un miroir parabolique 3 avec une surface de réflexion de la lumière du soleil 31. La surface réfléchissant la lumière du soleil 31 est concentrée dans la ligne focale 32 du miroir parabolique 3. Le rayonnement solaire concentré est absorbé par le tube récepteur de chaleur 2.
- 10 Le miroir cylindro-parabolique (et le miroir collecteur de Fresnel, respectivement) est utilisé dans une centrale d'énergie solaire pour convertir l'énergie solaire en énergie électrique. Le fluide caloporteur chauffé est utilisé pour produire de la vapeur par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur. La vapeur conduit une turbine qui est reliée à un générateur. Le générateur produit un courant.

REVENDICATIONS

1. Tube de verre avec une paroi de tube de verre, dans lequel une surface intérieure de la paroi du tube de verre comprend au moins partiellement au moins un revêtement réfléchissant la lumière infrarouge.
- 5 2. Tube de verre selon la revendication 1, dans lequel le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge comprend une transmission pour le rayonnement solaire avec une longueur d'onde inférieure à 1200 nm, qui est choisie dans la plage comprise entre 0,5 et 0,99 et choisie de préférence dans une plage comprise entre 0,8 et 0,95.
3. Tube de verre selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel la surface intérieure de la
10 paroi du tube de verre comprend le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge sur une partie de sa circonférence.
4. Tube de verre selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge comprend un revêtement conducteur transparent.
5. Tube de verre selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel une couche supplémentaire couvre le
15 revêtement réfléchissant la lumière infrarouge.
6. Tube de verre selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel une couche intermédiaire est disposée entre la surface intérieure de la paroi du tube de verre et le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge.
7. Tube de verre selon la revendication 6, dans lequel l'oxyde d'étain comprend au moins un élément,
20 qui est choisi dans le groupe constitué d'aluminium, de gallium et d'indium.

8. Tube récepteur de chaleur (2) pour absorber l'énergie solaire et transférer l'énergie solaire absorbée par un fluide de transfert de chaleur, qui peut être situé à l'intérieur d'un tube noyau (21) du tube récepteur de chaleur (2), dans lequel

- Le tube central présente une surface de tube noyau avec un revêtement absorbant l'énergie solaire pour absorber le rayonnement d'absorption solaire de la lumière du soleil;
- Le tube central est enveloppé par une encapsulation avec un tube de verre selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, et
- La surface du tube central et l'enrobage sont disposés dans une distance entre la surface du tube noyau et la surface intérieure de la paroi d'encapsulation avec la surface réfléchissant les rayons infrarouges, de sorte que le rayonnement d'absorption solaire peut pénétrer l'encapsulation avec le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge et peut affecter le revêtement absorbant l'énergie solaire.

9. Miroir cylindro-parabolique (1000) comprenant

- Au moins un miroir parabolique (3) présentant une surface réfléchissant la lumière du soleil (31) pour concentrer la lumière du soleil dans une ligne focale (32) de la surface réfléchissant la lumière du soleil (31); et
- Au moins un tube récepteur de chaleur (2) selon la revendication 8, qui est disposé dans la ligne focale (32) du miroir parabolique (3).

10 Procédé de fabrication d'un tube de verre selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, le procédé comprenant les étapes suivantes:

- a) fournir un tube de verre; et

b) fixer le revêtement réfléchissant la lumière infrarouge sur une surface intérieure du tube de verre.

11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel la fixation du revêtement réfléchissant la lumière infrarouge est effectuée à l'aide d'au moins une technologie, qui est choisie dans le groupe constitué d'un revêtement par immersion, revêtement par pulvérisation et dépôt de couches atomiques.

5 12. Utilisation du miroir cylindro-parabolique (1000) selon la revendication 11 dans une centrale électrique pour convertir l'énergie solaire en énergie électrique.

1/1

FIG 1

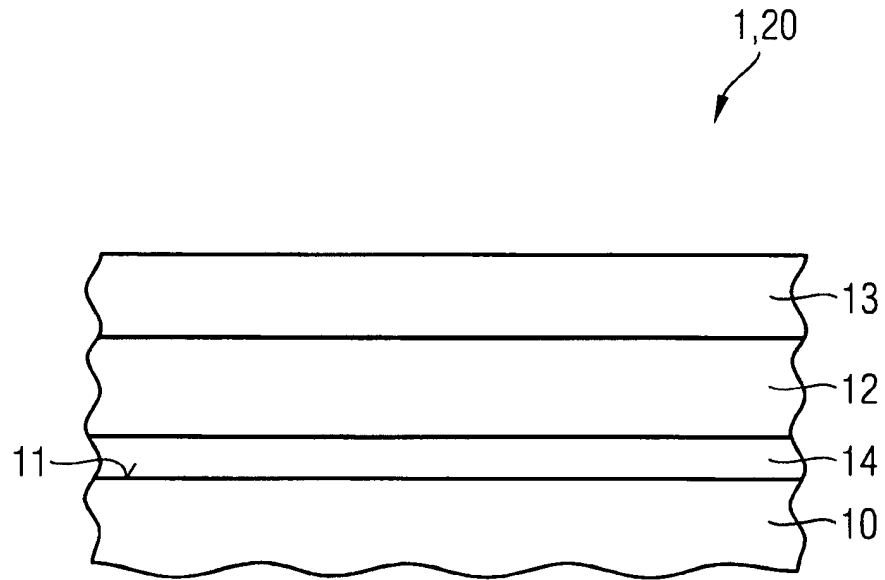


FIG 2

