



## (12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 34668 B1**
- (51) Cl. internationale : **F24J 2/46; F24J 2/48; C09D 5/32**
- (43) Date de publication : **02.11.2013**
- 
- (21) N° Dépôt : **35906**
- (22) Date de Dépôt : **14.05.2013**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/EP2010/067831 19.11.2010**
- (71) Demandeur(s) : **SIEMENS CONCENTRATED SOLAR POWER LTD, 3 Ha -Hac'shara 99107 Beit Shemesh (Industrial Area West) (IL)**
- (72) Inventeur(s) : **BARKAI, Menashe ; GETTE, Alexander**
- (74) Mandataire : **SABA & CO**
- 
- (54) Titre : **REVÊTEMENT ABSORBANT L'ÉNERGIE SOLAIRE, AGENCEMENT DU REVÊTEMENT SUR UN SUBSTRAT, PROCÉDÉ DE FABRICATION DE L'AGENCEMENT ET UTILISATION DE L'AGENCEMENT**
- (57) Abrégé : LA PRÉSENTE INVENTION CONCERNE UN REVÊTEMENT ABSORBANT L'ÉNERGIE SOLAIRE DESTINÉ À ABSORBER L'ÉNERGIE DE LA LUMIÈRE SOLAIRE, LEQUEL REVÊTEMENT COMPREND UN EMPILEMENT MULTICOUCHE PRÉSENTANT LA SÉQUENCE D'EMPILEMENT SUIVANTE : AU MOINS UNE PREMIÈRE COUCHE ABSORBANTE DESTINÉE À ABSORBER UN RAYONNEMENT D'ABSORPTION D'UN CERTAIN SPECTRE DE LA LUMIÈRE SOLAIRE; AU MOINS UNE COUCHE DIÉLECTRIQUE DE TRANSMISSION DESTINÉE À TRANSMETTRE LE RAYONNEMENT D'ABSORPTION; ET AU MOINS UNE SECONDE COUCHE ABSORBANTE DESTINÉE À ABSORBER LE RAYONNEMENT D'ABSORPTION; AU MOINS UN DES MATÉRIAUX DES COUCHES ABSORBANTES PRÉSENTANT UN INDICE DE RÉFRACTION NA POUR LE RAYONNEMENT D'ABSORPTION, QUI EST SÉLECTIONNÉ DANS LA PLAGE COMPRISE ENTRE 1,5 ET 4,0, ET UN COEFFICIENT D'ATTÉNUATION KA POUR LE RAYONNEMENT D'ABSORPTION, QUI EST SÉLECTIONNÉ DANS LA PLAGE COMPRISE ENTRE 0,8 ET 3,0; ET LE MATÉRIAU DE COUCHE DIÉLECTRIQUE DE TRANSMISSION PRÉSENTANT UN INDICE DE RÉFRACTION ND POUR LE RAYONNEMENT D'ABSORPTION, QUI

EST SÉLECTIONNÉ DANS LA PLAGE COMPRISE ENTRE 1,0 ET 3,0, ET UN COEFFICIENT D'ATTÉNUATION  $K_D$  POUR LE RAYONNEMENT D'ABSORPTION, QUI EST SÉLECTIONNÉ DANS LA PLAGE COMPRISE ENTRE 0,0 ET 0,2. LEDIT SPECTRE DE LA LUMIÈRE SOLAIRE EST COMPRIS ENTRE 350 NM ET 2500 NM. DE PLUS, LA PRÉSENTE INVENTION CONCERNE UN PROCÉDÉ DE FABRICATION DE L'AGENCEMENT. AFIN DE FIXER L'EMPILEMENT MULTICOUCHE SUR LA SURFACE DU SUBSTRAT, UN DÉPÔT DE COUCHES MINCES, PAR EXEMPLE PAR PULVÉRISATION CATHODIQUE, EST UTILISÉ. L'AGENCEMENT EST UTILISÉ DANS UNE CENTRALE ÉLECTRIQUE AFIN DE CONVERTIR L'ÉNERGIE SOLAIRE EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE.

## ABRÉGÉ

La présente invention concerne un revêtement absorbant l'énergie solaire destiné à absorber l'énergie de la lumière solaire, lequel revêtement comprend un empilement multicouche présentant la séquence d'empilement suivante: au moins une première  
5 couche absorbante destinée à absorber un rayonnement d'absorption d'un certain spectre de la lumière solaire; au moins une couche diélectrique de transmission destinée à transmettre le rayonnement d'absorption; et au moins une seconde couche absorbante destinée à absorber le rayonnement d'absorption; au moins un des matériaux des couches absorbantes présentant un indice de réfraction  $n_a$  pour le rayonnement d'absorption, qui  
10 est sélectionné dans la plage comprise entre 1,5 et 4,0, et un coefficient d'atténuation  $k_a$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 0,8 et 3,0; et le matériau de couche diélectrique de transmission présentant un indice de réfraction  $n_d$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 1,0 et 3,0, et un coefficient d'atténuation  $k_d$  pour le rayonnement d'absorption, qui  
15 est sélectionné dans la plage comprise entre 0,0 et 0,2. Ledit spectre de la lumière solaire est compris entre 350 nm et 2500 nm. De plus, la présente invention concerne un procédé de fabrication de l'agencement. Afin de fixer l'empilement multicouche sur la surface du substrat, un dépôt de couches minces, par exemple par pulvérisation cathodique, est utilisé. L'agencement est utilisé dans une centrale électrique afin de convertir l'énergie  
20 solaire en énergie électrique.

(QUATORZE PAGES)

SIEMENS CONCENTRATED SOLAR POWER LTD  
P. P. SABA & CO., Casablanca

23/11/13  
02 NOV 2013

Pr/35906

**REVÊTEMENT ABSORBANT L'ÉNERGIE SOLAIRE, AGENCEMENT DU  
REVÊTEMENT SUR UN SUBSTRAT, PROCÉDÉ DE FABRICATION DE  
L'AGENCEMENT ET UTILISATION DE L'AGENCEMENT**

**DESCRIPTION**

5 CONTEXTE DE L'INVENTION

1. Domaine de l'invention

La présente invention a pour objet un revêtement absorbant l'énergie solaire destiné à absorber l'énergie de la lumière solaire, un agencement de la couche sur la surface d'un substrat et un procédé de fabrication de l'agencement. En outre, une utilisation de l'agencement est fournie.

2. Description de l'art connexe

Un agencement permettant de recueillir de l'énergie solaire d'une centrale électrique de champ solaire basée sur la technique de l'énergie solaire concentrée comprenant par exemple une auge avec des miroirs paraboliques et un tube récepteur de chaleur. Le tube récepteur de chaleur est disposé dans une ligne focale des miroirs. Dans les miroirs, la lumière solaire est focalisée sur le tube récepteur de chaleur, qui est rempli d'un fluide de transfert de chaleur, par exemple une huile thermique. Via le tube récepteur de chaleur, l'énergie de la lumière solaire est couplée dans le fluide de transfert de chaleur. L'énergie solaire est convertie en énergie thermique.

Afin de maximiser l'efficacité avec laquelle l'énergie de la lumière solaire est couplée dans le fluide de transfert de chaleur, un revêtement absorbant l'énergie solaire est fixé sur une surface du tube récepteur de chaleur. Un tel revêtement absorbant comprend généralement un empilement multicouche avec des couches minces déposées de manière séquentielle ayant des caractéristiques optiques différentes.

Une caractéristique optique globale essentielle du revêtement absorbant est l'absorbance solaire élevée (la réflectivité solaire faible) pour les longueurs d'onde du spectre solaire (rayonnement d'absorption).  
En outre, une faible émissivité (haute réflectivité) pour le rayonnement infrarouge est avantageuse.

Un revêtement absorbant avec des couches absorbantes ayant des matériaux de couches absorbantes est connu de la demande US 5,523,132. Les couches absorbantes comprennent des cermets comme des matériaux de couches absorbantes. Le cermet est un matériau composite avec au moins deux phases physiques. Une phase est formée par au moins un matériau composite à matrice, qui est un matériel diélectrique. Une seconde phase est formée par au moins un type de particules métalliques. La quantité de particules métalliques réparties à l'intérieur du matériau composite à matrice est donnée par le

coefficient de remplissage (C.R.). Un coefficient d'atténuation du matériau de la couche absorbante augmente avec le coefficient de remplissage des particules métalliques. En conséquence, l'absorbance de la couche absorbante croît avec l'augmentation du coefficient de remplissage, aussi (une épaisseur de couche absorbante est la même). En outre, ces couches absorbantes sont transparentes ou presque transparentes pour les ondes électromagnétiques de la région infrarouge.

**Résumé de l'invention**

C'est un objet de l'invention de fournir un revêtement absorbant efficace de l'énergie solaire. Le revêtement doit avoir une absorbance solaire élevée pour la lumière solaire et une faible émissivité pour le rayonnement infrarouge. Ces caractéristiques optiques doivent être remplies à des températures élevées de 300°C – 500°C et plus.

Il est un autre objet de l'invention de fournir un agencement avec le revêtement absorbant l'énergie solaire.

D'autres objets de l'invention comprennent une méthode de fabrication et de l'utilisation de l'agencement.

Ces objectifs sont atteints par les inventions spécifiées dans les revendications.

Un revêtement absorbant l'énergie solaire destiné à absorber l'énergie de la lumière solaire est décrit, lequel revêtement comprend un empilement multicouche présentant la séquence d'empilement suivante: au moins une première couche absorbante destinée à absorber un rayonnement d'absorption d'un certain spectre de la lumière solaire; au moins une couche diélectrique de transmission destinée à transmettre le rayonnement d'absorption; et au moins une seconde couche absorbante destinée à absorber le rayonnement d'absorption; au moins un des matériaux des couches absorbantes présentant un indice de réfraction  $n_a$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 1,5 et 4,0, et un coefficient d'atténuation  $k_a$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 0,8 et 3,0; et le matériau de couche diélectrique de transmission présentant un indice de réfraction  $n_d$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 1,0 et 3,0, et un coefficient d'atténuation  $k_d$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 0,0 et 0,2. Ledit spectre de la lumière solaire est compris entre 350 nm et 2500 nm.. Un rapport des caractéristiques optiques (absorbance A et transmission T) de chacune des couches est donné par l'équation  $A = 1 - T$ . A partir de l'empilement multicouche avec la séquence d'empilement décrite, la lumière solaire est couplée de manière efficace dans l'empilement multicouche et piégée à l'intérieur de l'empilement multicouche.

Outre le revêtement absorbant l'énergie solaire, un agencement du revêtement absorbant l'énergie solaire sur une surface d'un substrat est décrit, dans lequel une des couches absorbante est fixée sur la surface du substrat. Cette couche absorbante est de préférence fixée directement sur la surface du substrat. La surface du substrat comprend de

préférence une surface réfléchissante de la lumière infrarouge. Par exemple, la surface réfléchissante de la lumière infrarouge est mise en œuvre par une couche mince de cuivre (200 nm) sur un corps, par exemple un tube récepteur de chaleur. D'autres métaux comme l'argent ou l'aluminium ou les alliages de métaux sont également possibles.

- 5 Dans un autre mode de réalisation préféré, un revêtement antireflet de la lumière solaire est fixé sur un côté de l'empilement multicouche, qui est écarté à la surface du substrat. Ainsi, la perte de lumière solaire pour le couplage dans le fluide de transfert de chaleur est réduit. Presque toute la lumière solaire atteint le revêtement absorbant optiquement actif. Le revêtement antireflet comprend, par exemple, l'oxyde d'aluminium ou l'oxyde de silicium. D'autres matériaux ou un mélange de différents matériaux est également possible. Une épaisseur du revêtement antireflet est choisie dans la plage comprise entre 10 30 nm et 200 nm et de préférence choisie dans la plage comprise entre 60 nm et 120 nm.

15 Dans un mode de réalisation préféré, le substrat est une partie d'un tube récepteur d'une centrale électrique afin de convertir l'énergie solaire en énergie électrique. Le tube récepteur peut transporter un liquide de transfert de chaleur. L'énergie solaire absorbée (lumière solaire) est convertie en énergie thermique du fluide de transfert de chaleur. A l'aide de la couche absorbante, l'énergie de la lumière solaire est couplée de manière efficace dans le liquide de transfert de chaleur.

20 Afin de résoudre les problèmes, un procédé additionnel de fabrication de l'agencement est prévu, comprenant les étapes suivantes: a) la fourniture du substrat avec la surface du substrat, et b) la fixation de l'empilement multicouche sur la surface du substrat. Afin de fixer l'empilement multicouche sur la surface du substrat, une technique de dépôt de couches minces est utilisée de préférence. La technique de dépôt de couches mince est choisie du groupe comprenant un dépôt de couches atomiques, un dépôt chimique en phase vapeur et un dépôt physique en phase vapeur. Dans un mode de réalisation préféré, 25 une pulvérisation cathodique est utilisée en tant que dépôt physique en phase vapeur. la pulvérisation cathodique peut être réalisée par un procédé de pulvérisation radiofréquence. La pulvérisation cathodique est de préférence réalisée à l'aide d'une alimentation en courant continu. Une pulvérisation cathodique à l'aide d'une alimentation 30 en courant continu est possible pour les cibles contenant des métaux. Pour les cibles électriquement isolés, la pulvérisation radiofréquence est utilisée.

35 Enfin, une utilisation de l'agencement dans une centrale électrique de champ solaire afin de convertir l'énergie solaire en énergie électrique est décrite, dans laquelle un absorbant de l'énergie de la lumière solaire est réalisé à l'aide de l'agencement. Par exemple, le substrat de l'agencement est formé par un tube récepteur de chaleur d'une unité de collecte de l'énergie solaire d'une centrale électrique de champ solaire. Le tube récepteur de chaleur est disposé dans une ligne focale des miroirs paraboliques d'une auge. Par les miroirs, la lumière solaire est focalisée sur le tube récepteur de chaleur, qui est rempli 40 d'un fluide de transfert de chaleur. Le fluide de transfert de chaleur est une huile thermique ou un sel thermique fondu. Via le tube récepteur de chaleur, l'énergie de la lumière solaire est couplée dans le fluide de transfert de chaleur. En raison du revêtement

absorbant l'énergie solaire sur la surface du tube récepteur de chaleur, l'énergie solaire est couplée de manière efficace dans le fluide de transfert de chaleur.

5 L'empilement multicouche possède une nouvelle couche du revêtement absorbant. De ce fait, les couches sont directement fixées les unes sur les autres. Des couches adjacentes de l'empilement se recouvrent au moins partiellement. En particulier, une couche recouvre complètement la couche sous-jacente.

10 Les couches absorbantes individuelles absorbent le rayonnement d'absorption. Contrairement, la couche diélectrique de transmission est transparente ou presque transparente pour le rayonnement d'absorption. L'empilement de ces couches conduit à un revêtement absorbant très efficace ayant des bonnes caractéristiques optiques  
15 générales pour l'application dans une centrale électrique de champ solaire. A des températures dépassants 300°C, le revêtement absorbant absorbe presque tout le rayonnement de la lumière solaire. En plus, l'émissivité du rayonnement infrarouge à ces températures élevées est très faible. En conséquence, l'énergie absorbée peut presque être complètement transférée au liquide de transfert de chaleur.

L'empilement multicouche ne peut comprendre que ces trois couches. Mais il est  
avantageux d'empiler plus que ces trois couches. Cela mène à une plus grande sélectivité  
du revêtement absorbant. Par conséquent, dans un mode de réalisation préféré,  
20 l'empilement multicouche comprend au moins un matériau de couche diélectrique de transmission supplémentaire, lequel matériau de diélectrique de transmission supplémentaire présentant un indice de réfraction  $n_{df}$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 1,0 et 3,0, et un autre coefficient d'atténuation  $k_{df}$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 0,0 et 0,2; et la couche diélectrique de transmission supplémentaire est  
25 directement fixée sur une des couches absorbantes tel que ce revêtement absorbant est disposé entre la couche de diélectrique de transmission et la couche diélectrique de transmission supplémentaire.

Dans un autre mode de réalisation préféré, l'empilement multicouche comprend en outre  
au moins une autre couche absorbante avec au moins un matériau de couche absorbante,  
30 lequel matériau présentant un indice de réfraction  $n_{af}$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 1,5 et 4,0, et un autre coefficient d'atténuation  $k_{af}$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 0,8 et 3,0, et l'autre couche absorbante est directement fixée sur la couche diélectrique de transmission supplémentaire tel que la couche diélectrique de transmission supplémentaire est disposée entre la première couche absorbante et la  
35 couche absorbante supplémentaire, ou la couche absorbante supplémentaire est directement fixée sur la couche diélectrique de transmission supplémentaire tel que la couche diélectrique de transmission est disposée entre la deuxième couche absorbante et la couche absorbante supplémentaire. A la suite des options exposées, les couches absorbantes et les couches diélectriques sont empilées en alternance.  
40

Dans un mode de réalisation préféré, au moins un des matériaux du revêtement absorbant est un cermet. Ainsi, deux ou plusieurs couches absorbantes peuvent comprendre des cermets. Un cermet comprend un composite ayant un composite à matrice avec au moins un matériau de matrice diélectrique et des particules de métalliques avec au moins un métal, lesquelles particules métalliques sont réparties dans le composite à matrice. Le matériau de matrice diélectrique est de préférence choisi du groupe constitué de l'oxyde d'aluminium ( $Al_2O_3$ ), l'oxyde de silicium ( $SiO_2$ ), l'oxyde de titane ( $TiO_2$ ) et l'oxyde de zirconium ( $ZrO_2$ ). D'autres matériaux sont possibles aussi. Les matériaux de matrice de cermet des différentes couches absorbantes peuvent être identiques. Mais les différents matériaux de la matrice des couches absorbantes sont également possibles.

L'oxyde d'aluminium est un matériau transparent et peut être utilisé comme matériau de la couche diélectrique de transmission ou comme un matériau de la couche diélectrique de transmission supplémentaire. En général, les matériaux de la matrice diélectrique des couches absorbantes peuvent être utilisés comme matériaux de la couche diélectrique de transmission. Ceci a l'avantage que la probabilité de la survenue du stress thermique dû à des différents coefficients de dilatation thermique est réduite. Ainsi, de préférence, le matériau de la couche diélectrique de transmission est choisi du groupe constitué de l'oxyde d'aluminium, l'oxyde de silicium, l'oxyde de titane et l'oxyde de zirconium. Il est avantageux, que ces matériaux sont les mêmes matériaux, mais il n'est pas nécessaire que les matériaux de matrice diélectrique et les matériaux de la couche diélectrique de transmission soient les mêmes matériaux.

Pour l'absorption des couches absorbantes, la teneur en particules métalliques est décisive. Les particules métalliques conduisent à une absorption élevée. Dans un mode de réalisation préféré, le métal est choisi du groupe constitué de molybdène, de tantale et de wolfram. D'autres métaux tels que le cuivre, le platine et l'argent ou des alliages de métaux sont également possibles. Les matériaux des couches absorbantes des différentes couches absorbantes peuvent comprendre des particules métalliques avec le même métal ou alliage métallique. Mais de différents métaux ou alliages métalliques sont également possibles.

L'absorbance augmente avec l'augmentation du coefficient de remplissage (fraction volumique métallique par volume total). Dans un mode de réalisation préféré, une teneur en métal des particules métalliques dans le composite est choisie de la plage comprise entre 25% vol et 50% vol et de préférence choisie de la plage comprise entre 30% vol et 45% vol. Des fractions supérieures ou inférieures sont également possibles. Ainsi, les coefficients de remplissage des différents matériaux de couches absorbantes peuvent être identiques ou presque identiques. Mais différents coefficients de remplissage sont également possibles.

De plus, l'épaisseur des couches est importante pour les caractéristiques optiques des couches individuelles et donc importante pour les caractéristiques optiques générales du revêtement absorbant. Dans un mode de réalisation préféré, au moins une des couches absorbantes comprend une épaisseur de couche absorbante choisie de la plage comprise entre 1 nm et 100 nm et en particulier choisie de la plage comprise entre 5 nm et 50 nm.



Les couches absorbantes peuvent avoir la même épaisseur de la couche absorbante. Mais dans un mode de réalisation préféré, l'épaisseur de la couche absorbante diffère. Ainsi, les caractéristiques optiques générales du revêtement absorbant sont optimisées. En particulier, l'épaisseur de la couche absorbante d'au moins une des couches absorbantes est choisie de la plage comprise entre 5 nm et 30 nm et l'épaisseur de la couche absorbante d'au moins une des autres couches absorbantes est choisie de la plage comprise entre 30 nm et 50 nm.

### **Brève description des dessins**

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention sont produits à partir de la description des exemples de réalisation en référence à la figure.

La figure 1 montre une coupe transversale d'un exemple d'agencement du revêtement absorbant l'énergie solaire sur une surface d'un substrat.

La figure 2 montre une coupe transversale d'un deuxième exemple d'agencement du revêtement absorbant l'énergie solaire sur une surface d'un substrat.

La figure 3 montre une réflexion optique globale d'un revêtement absorbant l'énergie solaire basée sur le premier exemple.

### **Description détaillée de l'invention**

Le suivant est un agencement d'un revêtement absorbant l'énergie solaire sur une surface d'un substrat. Le substrat est constitué par un tube récepteur de chaleur. A l'intérieur du tube récepteur de chaleur, un fluide de transfert de chaleur peut être organisé. Le fluide de transfert de chaleur est une huile thermique. Dans un autre mode de réalisation, le fluide de transfert de chaleur est un sel fondu.

Le tube récepteur de chaleur est revêtu d'une couche de barrière de diffusion et d'une couche de réflexion de la lumière infrarouge. La couche de réflexion de la lumière infrarouge a une épaisseur d'environ 200 nm et se compose de cuivre. La couche de barrière de diffusion comprend l'oxyde de silicium ou l'oxyde d'aluminium. L'épaisseur de la couche de barrière de diffusion est égale à environ 100 nm. La couche de barrière de diffusion, qui est disposée entre la paroi du tube récepteur de chaleur et la couche de réflexion de la lumière infrarouge, arrête la diffusion du cuivre de la couche de réflexion de la lumière infrarouge dans la paroi du tube récepteur de chaleur.

La couche de réflexion de la lumière infrarouge forme la surface de substrat sur laquelle le revêtement absorbant l'énergie solaire est fixé.

Exemple 1:

Le revêtement absorbant l'énergie solaire destiné à absorber l'énergie de la lumière solaire comprend un empilement multicouche, présentant la séquence d'empilement suivante:

une première couche absorbante 16 avec un premier matériau de couche absorbante, une couche diélectrique de transmission 17 avec un matériau diélectrique de transmission et une deuxième couche absorbante 18, avec un second matériau de couche absorbante. Les matériaux de la couche absorbante sont des cermets. Ainsi, un profil "CDC" est donné.

- 5 La première couche absorbante 16 possède une première épaisseur de couche absorbante d'environ 30 nm. La deuxième couche absorbante 18 possède une deuxième épaisseur de couche absorbante d'environ 5 nm.

10 Le coefficient de remplissage de la première couche absorbante (première couche de cermet) est égale à environ 45%. L'indice de réfraction  $n_a$  du matériau de la première couche absorbante pour le rayonnement d'absorption est compris entre 1,5 et 4,0. Le coefficient d'atténuation  $k_a$  du matériau de la première couche absorbante pour le rayonnement d'absorption est compris entre 1,0 et 1,5. Le matériau de la deuxième couche absorbante possède les mêmes caractéristiques optiques. En ce qui concerne les autres modes de réalisation, les caractéristiques de la première et de la deuxième couches absorbantes sont différentes, par exemple, les épaisseurs des couches, les coefficients de remplissage, les matériaux de la matrice et les matériaux métalliques des particules métalliques. Ces différentes caractéristiques conduisent à des propriétés optiques différentes des couches absorbantes.

15

20 La couche diélectrique de transmission intermédiaire possède un matériau de couche de transmission avec un indice de réfraction  $n_d$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 1,0 et 3,0, et un coefficient d'atténuation  $k_d$  du matériau de la couche diélectrique pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 0,0 et 0,2 .

25 L'épaisseur de cette couche est d'environ 20 nm. Le matériau diélectrique de transmission est l'oxyde d'aluminium.

L'empilement multicouche se termine par une couche antireflet 19, qui est détournée de la surface du substrat. L'épaisseur de cette couche est d'environ 60 nm. Cette couche est constituée de l'oxyde de silicium. Alternativement, cette couche est constituée de l'oxyde d'aluminium.

30 Pour la fabrication de l'empilement multicouche sur la surface du tube récepteur de chaleur, une technique de pulvérisation cathodique est effectuée. Ainsi, pour les cibles contenant des métaux, la pulvérisation cathodique à l'aide d'une alimentation en courant continu est utilisée.

35 Dans la figure 3, la dépendance en longueur d'onde calculée de la réflexion du revêtement absorbant l'énergie solaire peut être vue.

Exemple 2:

5 Une couche diélectrique de transmission supplémentaire 20 est fixée sur la deuxième couche absorbante 18 de telle sorte que la deuxième couche absorbante 18 est disposée entre la couche de transmission 17 et la couche de transmission supplémentaire 20. La couche de transmission supplémentaire présente les mêmes caractéristiques que la couche de transmission 17. Cela signifie que les matériaux de la couche diélectrique de transmission sont les mêmes, ainsi que les épaisseurs de ces couches.

10 En outre, une couche absorbante supplémentaire 21 est fixée sur la couche diélectrique de transmission supplémentaire 20 de telle sorte que la couche diélectrique de transmission supplémentaire est disposée entre la deuxième couche absorbante 18 et la couche absorbante supplémentaire 21. La couche absorbante supplémentaire comprend un cermet, aussi. Les caractéristiques de la couche absorbante supplémentaire 21 sont les mêmes que celles de la deuxième couche absorbante 18. Concernant l'exemple 2, un profile "CDCDC" est effectué.

**REVENDICATIONS**

1. Un revêtement absorbant l'énergie solaire (1 afin d'absorber l'énergie de la lumière solaire, dans lequel le revêtement comprend un empilement multicouche (15) présentant la séquence d'empilement suivante:

- Au moins une première couche absorbante (16, 18) avec au moins un premier matériau de couche absorbante pour absorber un rayonnement d'absorption d'un certain spectre de la lumière solaire;

10 - Au moins une couche diélectrique de transmission (17) avec au moins un matériau de couche diélectrique de transmission pour transmettre le rayonnement d'absorption; et

- Au moins une deuxième couche absorbante (18, 16) avec au moins un deuxième matériau de couche absorbante pour absorber le rayonnement d'absorption;

dans laquelle

15 - Au moins un des matériaux de la couche absorbante présente un indice de réfraction  $n_a$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 1,5 et 4,0, et un coefficient d'atténuation  $k_a$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 0,8 et 3,0, et

20 - Le matériau de la couche diélectrique de transmission présente un indice de réfraction  $n_d$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise 1,0 et 3,0, et un coefficient d'atténuation  $k_d$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 0,0 et 0,2,

2. Un revêtement absorbant l'énergie solaire selon la revendication 1, dans lequel l'empilement multicouche comprend au moins une couche diélectrique de transmission supplémentaire (29) avec au moins un matériau de la couche diélectrique de transmission supplémentaire, dans lequel

- Le matériau de la couche diélectrique de transmission supplémentaire présente un indice de réfraction  $n_{df}$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 1,0 et 3,0, et un coefficient d'atténuation  $k_{df}$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 0,0 et 0,2; et

30 - La couche diélectrique de transmission supplémentaire est directement fixée sur l'une des couches absorbantes de sorte que cette couche absorbante soit disposée entre la couche diélectrique de transmission et la couche de diélectrique de transmission supplémentaire.

3. Un revêtement absorbant l'énergie solaire selon la revendication 2, dans lequel l'empilement multicouche comprend au moins une couche absorbante supplémentaire (21) avec au moins un matériau de couche absorbante supplémentaire, dans lequel
- 5 - Le matériau de couche absorbante supplémentaire présente un indice de réfraction  $n_{af}$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage comprise entre 1,5 et 4,0, et un coefficient d'atténuation  $k_{af}$  pour le rayonnement d'absorption, qui est sélectionné dans la plage 0,8 et 3,0; et
  - 10 - La couche absorbante supplémentaire est directement fixée sur la couche diélectrique de transmission supplémentaire de sorte que la couche diélectrique de transmission supplémentaire est disposée entre la première couche absorbante et la couche absorbante supplémentaire, ou la couche absorbante supplémentaire est directement fixée sur la couche diélectrique de transmission supplémentaire de sorte que la couche diélectrique de transmission supplémentaire est disposée entre la deuxième couche absorbante et la couche absorbante supplémentaire.
- 15 4. Un revêtement absorbant l'énergie solaire selon une des revendications précédentes, dans lequel au moins un des matériaux de la couche absorbante est un cermet.
- 20 5. Un revêtement absorbant l'énergie solaire selon la revendication 4, dans lequel le cermet comprend un composite ayant un composite à matrice avec au moins un matériau de matrice diélectrique et des particules métalliques avec au moins un métal, dans lequel les particules métalliques sont réparties dans le composite à matrice.
6. Un revêtement absorbant l'énergie solaire selon une des revendications précédentes, dans lequel le matériau de la couche diélectrique de transmission et/ou le matériau de la matrice diélectrique est/sont choisi(s) du groupe constitué de l'oxyde d'aluminium, l'oxyde de silicium, l'oxyde de titane et l'oxyde de zirconium,
- 25 7. Un revêtement absorbant l'énergie solaire selon la revendication 5 ou 6, dans lequel le métal est choisi du groupe constitué du molybdène, du tantale et du wolfram.
- 30 8. Un revêtement absorbant l'énergie solaire selon une des revendications précédentes, dans lequel la teneur en métal des particules métalliques dans le composite est sélectionnée dans la plage comprise entre 25% vol et 50% vol et de préférence sélectionnée dans la plage comprise entre 30% vol et 45% vol.
9. Un revêtement absorbant l'énergie solaire selon une des revendications précédentes, dans lequel au moins une des couches absorbantes comprend une épaisseur de couche absorbante sélectionnée dans la plage comprise entre 1 nm et 100 nm, et en particulier sélectionnée dans la plage comprise entre 5 nm et 50 nm.
- 35 10. Un revêtement absorbant l'énergie solaire selon la revendication 9, dans lequel l'épaisseur de la couche absorbante d'au moins une des couches absorbantes est sélectionnée dans la plage comprise entre 5 nm et 30 nm et l'épaisseur de la couche

absorbante d'au moins une des couches absorbantes est sélectionnée dans la plage comprise entre 30 nm et 50 nm.

- 5 11. Un agencement (11) du revêtement absorbant l'énergie solaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 sur une surface d'un substrat (14) d'un substrat (1, 10), dans lequel une des couches absorbantes est directement fixée sur la surface du substrat.
12. Un agencement selon la revendication 11, dans lequel la surface du substrat comprend une surface de réflexion de la lumière infrarouge.
- 10 13. Un agencement selon la revendication 11 ou 12, dans lequel un revêtement antireflet (19) pour le rayonnement d'absorption est fixé sur un côté de l'empilement multicouche, qui est détourné de la surface du substrat.
14. Un agencement selon une des revendications 11 à 13, dans lequel le substrat est une partie d'un tube récepteur de chaleur d'une centrale électrique afin de convertir l'énergie solaire en énergie électrique, dans lequel le tube récepteur de chaleur peut transporter un liquide thermique pour absorber l'énergie de la lumière solaire.
- 15 15. Un procédé de fabrication d'un agencement selon une des revendications 11 à 14, le procédé comprend les étapes suivantes a) la fourniture du substrat avec la surface du substrat, et b) la fixation de l'empilement multicouche sur la surface du substrat.
- 20 16. Un procédé selon la revendication 15, dans lequel, pour la fixation de l'empilement multicouche sur la surface du substrat, une technique de dépôt de couches minces est utilisée.
17. Un procédé selon la revendication 16, dans lequel la technique de dépôt de couches minces est sélectionnée du groupe constitué du dépôt de couches atomiques, du dépôt chimique en phase vapeur et du dépôt physique en phase vapeur.
- 25 18. Un procédé selon la revendication 17, dans lequel une pulvérisation cathodique est utilisée en tant que dépôt physique en phase vapeur.
19. Un procédé selon la revendication 18, dans lequel la pulvérisation cathodique est effectuée à l'aide d'une alimentation en courant continu.
- 30 20. L'utilisation de l'agencement selon une quelconque des revendications 11 à 14 dans une centrale électrique de champ solaire pour convertir l'énergie solaire en énergie électrique, dans lequel un absorbant de l'énergie de la lumière solaire est réalisé à l'aide de l'agencement.

FIG 1

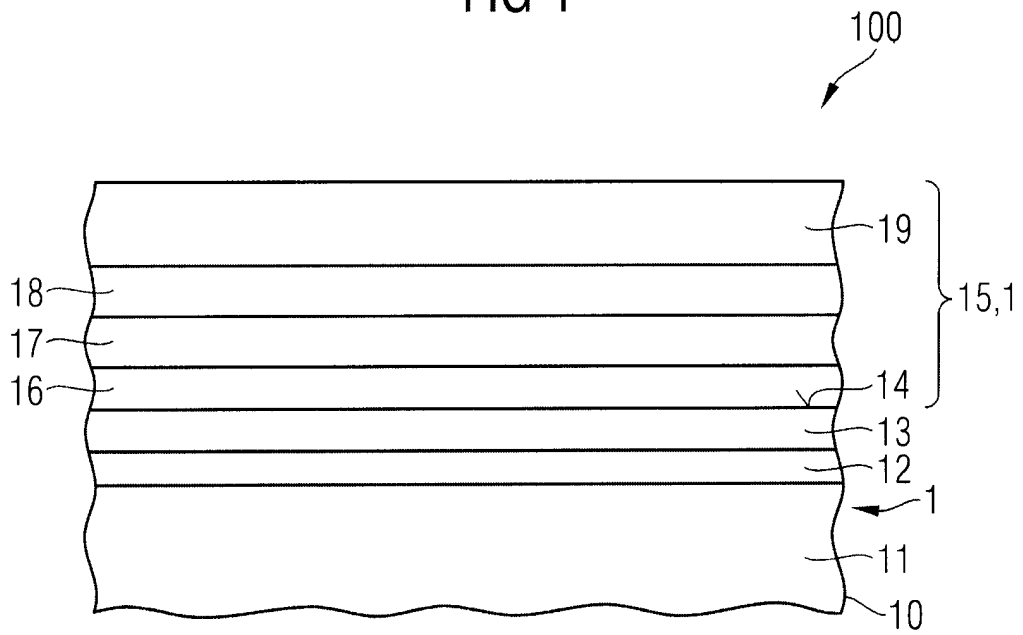
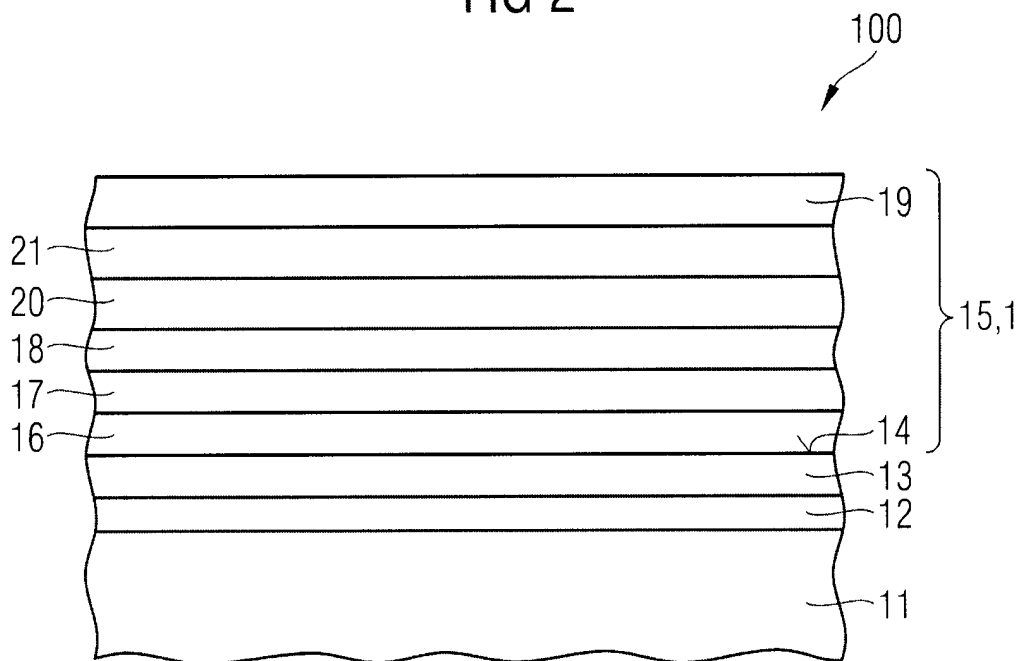


FIG 2



201015150

2/2

FIG 3

