



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 35261 B1**
- (43) Date de publication : **03.07.2014**
- (51) Cl. internationale : **F24J 2/46; F24J 2/48; C23C 8/14; C23C 8/18; C23C 8/02**

-
- (21) N° Dépôt : **36654**
- (22) Date de Dépôt : **07.01.2014**
- (30) Données de Priorité : **09.06.2011 FR 1101773**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/FR2012/000229 07.06.2012**
- (71) Demandeur(s) : **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES, 25 RUE LEBLANC BATIMENT "LE PONANT D" F-75015 PARIS (FR)**
- (72) Inventeur(s) : **FLEURY, Gatien ; COUTURIER, Raphaël ; DUBARRY, Christophe ; MOLLARD, Carole ; SICARDY, Olivier**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**

(54) Titre : **PROCEDE DE REALISATION D'UN ELEMENT ABSORBEUR DE RAYONNEMENTS SOLAIRES POUR CENTRALE SOLAIRE THERMIQUE A CONCENTRATION**

- (57) Abrégé : Un élément absorbeur de rayonnements solaires, pour centrale solaire thermique à concentration est réalisé en formant un revêtement sélectif (5) sur une surface extérieure d'un substrat (2) en acier inoxydable, choisi parmi les aciers inoxydables présentant une teneur en aluminium supérieure à 0,5% en poids. La formation du revêtement sélectif (5) comporte une étape de traitement de surface, par polissage, du substrat et une étape de traitement thermique, en atmosphère oxydante, du substrat dans une gamme de températures comprises entre 550°C et 650°C. Le traitement thermique permet, en particulier, de former à la surface extérieure du substrat, au moins une couche mince superficielle (1) intrinsèquement sélective.

Abréger

Un élément absorbeur de rayonnements solaires, pour centrale solaire thermique à concentration est réalisé en formant un revêtement sélectif (5) sur une surface extérieure d'un substrat (2) en acier inoxydable, choisi parmi les aciers inoxydables présentant une teneur en aluminium supérieure à 0,5% en poids. La formation du revêtement sélectif (5) comporte une étape de traitement de surface, par polissage, du substrat et une étape de traitement thermique, en atmosphère oxydante, du substrat dans une gamme de températures comprises entre 550°C et 650°C. Le traitement thermique permet, en particulier, de former à la surface extérieure du substrat, au moins une couche mince superficielle (1) intrinsèquement sélective.

Procédé de réalisation d'un élément absorbeur de rayonnements solaires pour centrale solaire thermique à concentration.

5 **Domaine technique de l'invention**

L'invention est relative à un élément absorbeur de rayonnements solaires, pour centrale solaire thermique à concentration et à son procédé de réalisation, avec notamment la formation d'un revêtement sélectif sur une
10 surface extérieure d'un substrat en acier inoxydable.

État de la technique

15 Une centrale solaire thermique à concentration, également appelée centrale solaire thermodynamique (CSP pour « Concentrating Solar Power Plant ») est une centrale destinée à concentrer les rayons du soleil, à l'aide de miroirs pour chauffer un fluide caloporteur. Le fluide caloporteur sert alors de source chaude dans un cycle thermodynamique en vue de produire de l'électricité.
20 La concentration des rayonnements solaires permet d'atteindre des températures plus élevées et de bénéficier d'une conversion thermodynamique importante.

Il existe différentes techniques pour concentrer les rayonnements solaires, pour transporter et éventuellement stocker la chaleur et pour convertir la
25 chaleur en électricité. Dans tous les cas, un des éléments essentiels d'une centrale solaire thermique à concentration est l'élément absorbeur de rayonnements solaires qui forme une partie du récepteur.

30 Afin de maximiser le rendement de l'absorbeur, celui-ci comporte en général un revêtement, appelé revêtement sélectif ou traitement sélectif. Le revêtement sélectif est destiné à permettre une absorption maximale de

l'énergie solaire incidente tout en réémettant le moins possible de rayonnements infrarouges (principe du corps noir). En particulier, un tel revêtement sélectif est considéré comme parfait s'il absorbe toutes les longueurs d'ondes inférieures à une longueur d'onde de coupure et réfléchit
5 toutes les longueurs d'ondes supérieures à cette même longueur d'onde de coupure. La longueur d'onde de coupure optimale dépend de la température de fonctionnement de l'élément absorbeur considéré et elle est en général comprise entre $1,5\mu\text{m}$ et $2,5\mu\text{m}$. Elle est, par exemple, d'environ $1,8\mu\text{m}$ pour une température de l'ordre de 650 K .

10

Il existe différents types de revêtements sélectifs, chacun comportant en général une couche antireflet destinée à limiter la réflexion des rayons solaires incidents.

15

En particulier, un type de revêtement sélectif consiste à venir déposer, sur la surface de l'absorbeur, un matériau possédant intrinsèquement les propriétés souhaitées. Ce type de matériau est plutôt rare et le plus performant d'entre eux est le ZrB_2 , notamment lorsqu'il est associé à une couche antireflet en Si_3N_4 , en SiO_2 ou en Al_2O_3 .

20

Une autre voie consiste à structurer la surface de l'absorbeur, pour créer les conditions favorables d'une absorption (principe de la réflexion multiple ou gradient d'indice de réfraction, en fonction de l'échelle de la structuration de surface), tout en limitant les émissions infrarouges. Le principal frein à ce
25 type de traitement sélectif est d'ordre technologique : il n'existe actuellement pas de moyen de production industriel à grande échelle d'une structuration submicronique adaptée.

30

Le revêtement sélectif peut aussi consister en un filtre interférentiel, formé par un empilement de plusieurs couches minces d'épaisseurs soigneusement contrôlées, typiquement de l'ordre de quelques nanomètres.

Ce type de traitement sélectif permet d'obtenir d'excellentes performances, mais sa réalisation est relativement difficile à mettre en œuvre.

À titre d'exemple, la demande de brevet WO-A-2009/051595 propose un revêtement sélectif solaire de cette famille de revêtement pour recouvrir la surface extérieure d'un tube absorbeur de rayonnement solaire, typiquement en acier inoxydable. Le revêtement sélectif comporte un empilement de plusieurs couches ayant chacune une fonction et une épaisseur déterminées par simulation optique. Dans un mode particulier de réalisation, le tube absorbeur de rayonnement solaire est successivement recouvert par une succession de bicouches constitués par une couche en matériau réfléchissant les rayonnements IR et par une couche en matériau absorbant le rayonnement solaire, suivie par l'application d'une couche antireflet. Le tube absorbeur de rayonnement solaire est, par exemple, en acier inoxydable de structure austénitique, par exemple de type AISI 316, 321, 347 ou 304L.

Enfin, une autre option concerne un empilement non interférentiel, de quelques couches minces ayant chacune une fonction optique complémentaire. On retrouve en général un empilement de trois couches :

- la première couche située à l'interface avec le substrat fait office de miroir infrarouge,
- la deuxième couche destinée à absorber le rayonnement solaire tout en ayant une faible émissivité infrarouge,
- et la troisième couche ayant une fonction d'anti-reflet.

De nombreuses solutions permettant de réaliser des traitements sélectifs performants selon ce principe ont été rapportées dans la littérature. En particulier, il existe des empilements incluant des couches anti-diffusives qui permettent d'allonger la durée desdits empilements.

30

L'ensemble de ces types de revêtements sélectifs ne permet pas de répondre simultanément aux besoins de performance et de tenue dans le

temps, notamment sous une atmosphère oxydante. En effet, les revêtements actuellement disponibles commercialement, pour des températures d'utilisation élevées (typiquement supérieures à 400°C), nécessitent l'utilisation d'une enveloppe de protection sous vide, qui d'une part augmente
5 les coûts de fabrication et d'autre part pose des problèmes de stabilité dans le temps.

Objet de l'invention

10

L'objet de l'invention tend à proposer un élément absorbeur de rayonnements solaires, pour centrale solaire thermique à concentration, comprenant un revêtement sélectif performant, durable et stable, non seulement pour des températures d'utilisation supérieures à 400°C, mais
15 aussi dans une atmosphère oxydante tel que l'air.

20

Selon l'invention, cet objet est atteint par un procédé de réalisation d'un élément absorbeur de rayonnements solaires, pour centrale solaire thermique à concentration, comprenant la formation d'un revêtement sélectif sur une surface extérieure d'un substrat en acier inoxydable,
caractérisé en ce que la formation du revêtement sélectif comporte les étapes successives suivantes :

25

- le traitement de surface par polissage du substrat
- et le traitement thermique, en atmosphère oxydante, du substrat dans une gamme de températures comprises entre 550°C et 650°C, pour former à la surface extérieure du substrat, au moins une couche mince superficielle intrinsèquement sélective,

30

et en ce que l'acier inoxydable du substrat est choisi parmi les aciers inoxydables présentant une teneur en aluminium supérieure à 0,5% en poids.

Selon l'invention, cet objet est également atteint par un élément absorbeur de rayonnements solaires pour centrale solaire thermique à concentration, susceptible d'être obtenu par un tel procédé de réalisation.

5

Description sommaire des dessins

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention
10 donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

- les figures 1 à 5 représentent schématiquement et en coupe différentes étapes d'un procédé de réalisation d'un élément absorbeur de rayonnement solaire, selon l'invention.

15 - la figure 6 représente le spectre de réflexion sur une gamme de longueurs d'onde comprise entre 200nm et 2000nm, d'un substrat en acier de nuance Cr Al 22 5 (Y), traité thermiquement après polissage mécanique, à des températures de traitement thermique respectives de 450°C (Courbe A), 600°C (Courbe B) et 800°C (Courbe C), en comparaison au spectre solaire
20 normé ASTM G173-03 (Courbe D).

- la figure 7 représente le spectre de réflexion sur une gamme de longueurs d'onde comprise entre 200 et 20000nm, d'un substrat en acier de nuance Cr Al 22 5 (Y), traité thermiquement après polissage mécanique, à des
25 températures de traitement thermique respectives de 450°C (Courbe A'), 600°C (Courbe B') et 800°C (Courbe C'), en comparaison à celui du corps noir à 600K (Courbe D').

Description de modes préférentiels de l'invention

30

Il est proposé de réaliser un élément absorbeur de rayonnements solaires convenant particulièrement aux centrales solaires thermiques à

concentration et remédiant aux inconvénients de l'art antérieur, en sélectionnant spécifiquement l'acier inoxydable entrant dans la composition du substrat, sur lequel est formé le revêtement sélectif.

5 La sélection particulière de l'acier inoxydable composant le substrat est, en effet, réalisée pour permettre la formation, dans des conditions opératoires particulières, d'une couche mince superficielle intrinsèquement sélective, à la surface extérieure du substrat.

10 Il a, en effet, été trouvé que le fait que le substrat soit composé par un acier inoxydable présentant une teneur en aluminium supérieure à 0,5% en poids permet de former, dans des conditions opératoires particulières, une couche mince superficielle intrinsèquement sélective, à la surface extérieure dudit substrat.

15 Par couche mince superficielle intrinsèquement sélective, on entend une couche mince superficielle qui, de part sa nature intrinsèque, est capable d'absorber un maximum d'énergie solaire incidente et de réémettre un minimum de rayonnement infrarouge.

20 Par teneur en aluminium d'un acier inoxydable, on entend le pourcentage en poids d'aluminium, par rapport au poids total des éléments constituant l'acier inoxydable en question. Il s'agit de la teneur ou du pourcentage minimum généralement rapporté pour une nuance particulière d'acier inoxydable,
25 selon les normes en vigueur et notamment la norme européenne EN 10088-1 :2005.

30 Comme illustré sur les figures 1 à 4, la couche mince superficielle 1 est, en particulier, obtenue en faisant subir au substrat 2, les étapes successives suivantes :

- traitement de surface par polissage mécanique (flèches F1 sur la figure 2)
et

- traitement thermique (flèches F2 sur la figure 3), en atmosphère oxydante (en particulier sous air sec ou faiblement humide), dans une gamme de températures comprise entre 550°C et 650°C.

5 Par atmosphère oxydante, on entend d'une manière générale de l'air, de l'air enrichi en dioxygène ou encore de l'air enrichi en eau. L'atmosphère contient au moins 5% en volume d'un précurseur en oxygène, par exemple O₂.

10 Le substrat 2, en acier inoxydable ayant une teneur supérieure à 0,5%, présente, notamment, une surface extérieure 3 sur laquelle est réalisée le revêtement sélectif. Il peut être de tout type de forme, adapté pour son utilisation comme élément absorbeur de rayonnements solaires sélectif, pour centrale solaire thermique à concentration (par exemple centrale solaire de type Fresnel ou cylindro-parabolique).

15 Par ailleurs, l'acier inoxydable du substrat 2 peut être, plus spécifiquement, choisi parmi les aciers inoxydables présentant une teneur en chrome comprise entre 15% en poids et 25% en poids. De plus, selon un développement particulier, l'acier inoxydable du substrat présente
20 avantageusement une teneur en aluminium comprise entre 4% en poids et 6% en poids.

Ainsi, l'acier inoxydable est, avantageusement, un alliage de type FeCrAl (alliage à base de fer, contenant du chrome et entre 4% et 6% en poids
25 d'aluminium), qui fait partie de la famille des alliages alumino-formeurs, c'est-à-dire les alliages permettant la formation d'alumine. Parmi les aciers de type FeCrAl, on peut citer l'acier de désignation numérique 1.4767, notamment celui commercialisé sous le nom commercial d'Aluchrom Y (également connu sous la nuance Cr Al 22 5 (Y)) par la société ThyssenKrupp VDM. La
30 composition de l'acier commercialisé sous le nom d'Aluchrom Y est donnée dans le tableau ci-dessous. Avantageusement, l'acier inoxydable présente une teneur en chrome comprise entre 20% en poids et 22% en poids.

		Ni	Cr	Fe	C	Mn	Si	Al	Ti	Zr	Y
(% en poids)	Min	-	20,0	balance	0,01	-	-	5,0	0,01	0,01	0,05
	Max	0,30	22,0		0,10	0,50	0,30	6,0	0,10	0,10	0,15

Tableau

- 5 Il est à noter que, selon d'autres développements particuliers, l'acier inoxydable du substrat 2 peut aussi être choisi :
- parmi les aciers inoxydables ferritiques, dès lors qu'ils comportent une teneur en aluminium supérieure à 0,5%. On citera, par exemple, les aciers inoxydables ferritiques désignés respectivement par les symboles
- 10 X10CrAlSi13, X10CrAlSi18, X10CrAlSi25, X3CrAlTi18-2 et X10CrAlSi7, selon la norme EN 10027-1.
- parmi les aciers inoxydables austénitiques, dès lors qu'ils comportent une teneur en aluminium supérieure à 0,5%.
- 15 Pour la réalisation du revêtement sélectif recouvrant la surface extérieure 3 du substrat 2, ladite surface extérieure 3 est donc, au préalable, polie selon des procédés de polissage classiques (mécanique, électrolytique,...). L'opération de polissage est symbolisée par les flèches F1 sur la figure 2. Le polissage est, en particulier, réalisé par polissage mécanique. A titre
- 20 d'exemple, le polissage mécanique peut être réalisé à l'aide d'un papier à polir de taille de grains décroissante (de P220 à P1200) et d'un feutre imbibé d'une suspension contenant les particules d'alumine ayant typiquement 3 µm de diamètre.
- 25 Cette opération de traitement de surface par polissage permet, notamment, de maîtriser l'état d'oxydation de la surface extérieure 3 du substrat 2, avant l'opération de traitement thermique et elle a une influence sur l'émissivité de la surface extérieure 3 dans la gamme des infrarouges.

La rugosité Ra de la surface extérieure 3 du substrat 2, après polissage, est, préférentiellement, comprise entre $0,05\mu\text{m}$ et $0,4\mu\text{m}$, selon la norme NF ISO 4287, ce qui permet d'obtenir une couche présentant une bonne absorption tout en présentant une faible émissivité. Par bonne absorption, on entend
5 une absorption supérieure à 0,75 et par faible émissivité, une émissivité inférieure à 0,25. Plus la rugosité est faible et plus l'émissivité et l'absorption seront faibles. Une rugosité comprise entre $0,05\mu\text{m}$ et $0,4\mu\text{m}$ permet d'obtenir à la fois une faible émissivité et une bonne absorption du rayonnement solaire reçu tout en étant facilement réalisable d'un point de
10 vue industriel.

Ensuite, le substrat 2 subit une opération de traitement thermique afin de former, à l'interface avec la surface extérieure 3 du substrat 2, une couche mince superficielle 1. Cette opération de traitement thermique est symbolisée
15 par les flèches F2 sur la figure 3. Cette couche mince superficielle 1 est, en particulier, obtenue par oxydation de certains éléments, et notamment de l'aluminium, contenus dans l'acier inoxydable composant le substrat 2. Elle est donc essentiellement composée d'oxyde. De plus, son épaisseur est très faible, typiquement inférieure $2\mu\text{m}$. Avantageusement, l'épaisseur est
20 supérieure à 70nm. Ainsi, la couche mince superficielle 1 présente des propriétés intrinsèquement sélectives. Plus particulièrement, l'épaisseur de la couche mince superficielle 1 est comprise entre 100 et 1000nm.

Préférentiellement, la couche mince superficielle 1 est donc en contact direct
25 avec le substrat 2 en acier inoxydable. Cette couche mince superficielle 1 étant formée par oxydation du substrat, elle possède une excellente adhérence comparée notamment à d'autres couches déposées par dépôts en couches minces comme par exemple par dépôt physique en phase vapeur (ou PVD pour l'anglais physical vapor deposition) ou encore par
30 dépôt chimique en phase vapeur (ou CVD pour l'anglais chemical vapor deposition).

De plus, la couche mince superficielle 1 peut être revêtue de manière classique par une couche antireflet 4, l'ensemble formant alors le revêtement sélectif 5 de l'élément absorbeur de rayonnements solaires. La couche antireflet 4 est, par exemple, une couche en oxyde de silicium, en alumine ou en nitrure de silicium. Elle est, par exemple, formée par une technique de dépôt sous vide, telle que le dépôt physique en phase vapeur (pulvérisation cathodique ou évaporation) ou en encore par dépôt chimique en phase vapeur. Cette couche aura avantageusement un indice de réfraction compris entre 1,5 et 3,5 et avantageusement un coefficient d'extinction très faible afin d'éviter une augmentation d'émissivité. Avantageusement, la présence de la couche antireflet 4 ne doit pas augmenter de plus de 5% l'émissivité du revêtement sélectif 5 de l'élément absorbeur. L'épaisseur de cette couche est avantageusement comprise entre 50nm et 200nm afin d'obtenir les meilleures performances.

15

À titre d'exemple, la surface extérieure d'un substrat en acier de désignation numérique 1.4767, commercialisé sous le nom commercial d'Aluchrom Y par la société ThyssenKrupp VDM, a été polie à l'aide d'une polisseuse Tegrasystem 21/5 et des disques de polissage magnétique d'un grain variant de P220 à P1200, puis à l'aide d'un feutre imprégné d'une suspension d'alumine de taille de grain de $3\mu\text{m}$. Le substrat est ensuite soumis à un traitement thermique, sous air sec, pendant 48 heures à une température de 600°C . L'opération de traitement thermique provoque la formation d'une couche mince superficielle oxydée, directement à la surface extérieure du substrat.

25

Cette couche mince superficielle présente un caractère intrinsèquement sélectif. En effet, comme illustré sur les figures 6 et 7, une fois le traitement thermique réalisé, la réflectivité totale dudit substrat a été mesurée sur une gamme de longueur d'onde allant de 320nm à 20000nm (Courbes B et B').

30

Ces mesures de réflectivité permettent de calculer les grandeurs d'absorption et d'émissivité, qui sont les propriétés de surface recherchées. Les mesures ont été réalisées dans la gamme du rayonnement visible (0,32 μ m -2,5 μ m), grâce à un spectrophotomètre lambda 950 de Perkin
5 Elmer, qui possède une sphère d'intégration de 150 mm de diamètre, revêtue de BaSO₄. Dans la gamme 2,5-25 μ m, la réflectance est mesurée grâce à un spectrophotomètre Equinox 55, fabriqué par Bruker et qui possède une sphère d'intégration revêtue d'or qui est fortement réflecteur pour ces longueurs d'onde.

10

À titre de comparaison, les spectres de réflexion sont également reportés sur les figures 6 et 7 pour deux autres substrats en acier de désignation numérique 1.4767, ayant subi le même polissage mécanique et le même traitement thermique, mais à des températures de traitement différentes :
15 450°C pour le premier substrat (courbes A et A') et 800°C pour le second substrat (courbes C et C'). De plus, la figure 6 comporte le spectre solaire (Courbe D) tandis que le spectre d'émissivité d'un corps noir est reporté sur la figure 7 (Courbe D').

20

On observe, notamment, sur la figure 6 que pour les substrats ayant subi des traitements d'oxydation à 450°C et 800°C (courbes A et C), la réflectivité autour du maximum du rayonnement solaire (vers 500 nm) est relativement haute (respectivement d'environ 28% et 35%), alors que l'échantillon oxydé à 600°C (courbe B) possède une réflectivité faible (~8%) à cette longueur
25 d'onde. Par ailleurs, le substrat ayant subi un traitement d'oxydation à 600°C (courbe B') possède une réflectivité supérieure à celui des substrats ayant subi un traitement d'oxydation à 450°C et 800°C (courbes A' et C'), à partir des longueurs d'onde de 900 nm. Une réflectivité plus importante dans la gamme 6000-14000nm de longueur d'onde signifie par ailleurs que l'on
30 aura une émissivité infrarouge plus faible.

Il a également été constaté que l'oxyde formé à la surface extérieure du substrat est un oxyde stable à des températures supérieures à la température d'utilisation de l'élément absorbeur de rayonnements solaires (typiquement supérieure à 400°C) et dans des conditions oxydantes pour le substrat (notamment sous air). Des mesures réalisées par XPS (spectrométrie de photoélectrons X) ont notamment mis en évidence la présence d'une couche mince superficielle composée d'oxydes de fer, aluminium et chrome à la surface extérieure de l'alliage.

Dans la mesure où la couche responsable des bonnes propriétés optiques de la surface a été formée à plus haute température que sa température d'utilisation, l'oxyde ainsi obtenu, qui contient notamment du fer et de l'aluminium, est stable au cours de son utilisation, y compris pour un usage en atmosphère oxydante.

Ainsi, la formation d'une telle couche mince superficielle permet au revêtement sélectif, qui la comprend, d'être performant, durable et stable pour des températures d'utilisation supérieures à 400°C, jusqu'à typiquement 500°C et, y compris en atmosphère oxydante notamment dans l'air. De plus, la réalisation d'une telle couche mince superficielle est facile à mettre en œuvre et peu onéreuse, puisque le traitement thermique permettant de réaliser l'oxydation superficielle du substrat est un traitement simple à mettre en place à l'échelle industrielle.

Il est également proposé de réaliser une centrale solaire thermique à concentration selon un procédé comportant les étapes suivantes :

- fournir un substrat 2 en acier inoxydable ayant une surface extérieure 3 recouverte par un revêtement sélectif 5 au rayonnement solaire, le substrat 2 étant destiné à être parcouru par un fluide échangeur de chaleur, par exemple le substrat est sous la forme d'un tube,
- prévoir un miroir agencé pour concentrer une partie du rayonnement solaire reçu sur le substrat 2.

Selon un mode de réalisation préférentiel, le procédé de réalisation d'une centrale solaire thermique à concentration comporte également les étapes suivantes :

- 5 - fournir un substrat 2 en acier inoxydable ayant une teneur en aluminium supérieure à 0,5% en poids,
- polir la surface extérieure 3 du substrat,
- former un oxyde sur la surface extérieure 3 polie du substrat 2 au moyen d'un traitement thermique compris entre 550°C et 650°C dans une atmosphère oxydante de manière à ce que l'oxyde soit intrinsèquement
10 sélectif au rayonnement solaire.

Revendications

1. Procédé de réalisation d'un élément absorbeur de rayonnements solaires,
5 pour centrale solaire thermique à concentration, comprenant la formation
d'un revêtement sélectif (5) sur une surface extérieure (3) d'un substrat (2)
en acier inoxydable,
caractérisé en ce que la formation du revêtement sélectif (5) comporte les
étapes successives suivantes :

- 10 - le traitement de surface par polissage du substrat (2)
- et le traitement thermique, en atmosphère oxydante, du substrat (2) dans
une gamme de températures comprises entre 550°C et 650°C, pour
former à la surface extérieure du substrat (2), au moins une couche
superficielle (1) ayant une épaisseur supérieure à 70nm de manière à
15 être intrinsèquement sélective,
et en ce que l'acier inoxydable du substrat (2) présente une teneur en
aluminium supérieure à 0,5% en poids.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'acier inoxydable
20 du substrat (2) est choisi parmi les aciers inoxydables présentant une teneur
en chrome comprise entre 15% en poids et 25% en poids.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'acier inoxydable
du substrat (2) est choisi parmi les aciers inoxydables présentant une teneur
25 en chrome comprise entre 20% en poids et 22% en poids.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'acier
inoxydable du substrat (2) est un acier inoxydable ferritique.

30 5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'acier inoxydable
du substrat (2) est choisi parmi les aciers inoxydables ferritiques désignés

respectivement par les symboles X10CrAlSi13, X10CrAlSi18, X10CrAlSi25, X3CrAlTi18-2 et X10CrAlSi7.

5 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que l'acier inoxydable du substrat (2) est un acier inoxydable austénitique.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 3, caractérisé en ce que l'acier inoxydable du substrat (2) présente une teneur en aluminium comprise entre 4% en poids et 6% en poids.

10

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'acier inoxydable du substrat (2) est un acier de type FeCrAl.

15 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'acier de type FeCrAl est un acier de désignation numérique 1.4767.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la couche superficielle (1) a une épaisseur comprise entre 100nm et 1000nm.

20

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la rugosité de la surface extérieure (3) du substrat (2), après polissage, est comprise entre 0,05 μ m et 0,4 μ m.

25 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la formation du revêtement sélectif (5) comporte une étape de formation d'une couche anti-reflet (4) sur la couche mince superficielle (1).

30 13. Élément absorbeur de rayonnements solaires pour centrale solaire thermique à concentration, comportant :

- un substrat (2) en acier inoxydable, présentant une teneur en aluminium supérieure à 0,5% en poids,
- une couche superficielle (1) sur la surface extérieure (3) dudit substrat, ladite couche (1) ayant une épaisseur supérieure à 70nm de manière à être intrinsèquement sélective.

5

14. Élément absorbeur selon la revendication 13, caractérisé en ce que la couche superficielle (1) est en contact direct avec le substrat (2) en acier inoxydable.

10

15. Procédé de réalisation d'une centrale solaire thermique à concentration comportant les étapes suivantes :

15

- fournir un substrat (2) en acier inoxydable ayant une surface extérieure (3) recouverte par un revêtement sélectif (5) au rayonnement solaire, le substrat (2) étant destiné à être parcouru par un fluide échangeur de chaleur,
- prévoir un miroir agencé pour concentrer une partie du rayonnement solaire reçu sur le substrat (2),

procédé caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

20

- fournir un substrat (2) en acier inoxydable ayant une teneur en aluminium supérieure à 0,5% en poids,
- polir la surface extérieure (3) du substrat,
- former un oxyde sur la surface extérieure (3) polie du substrat (2) au moyen d'un traitement thermique compris entre 550°C et 650°C dans une atmosphère oxydante de manière à ce que l'oxyde soit intrinsèquement sélectif au rayonnement solaire.

25

1/2

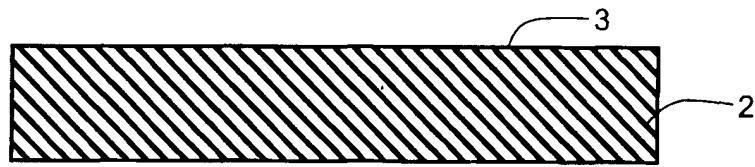


Figure 1

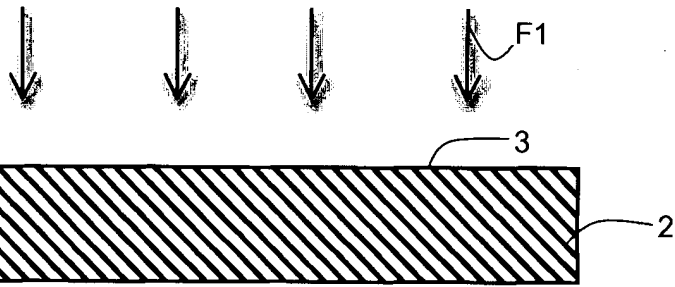


Figure 2

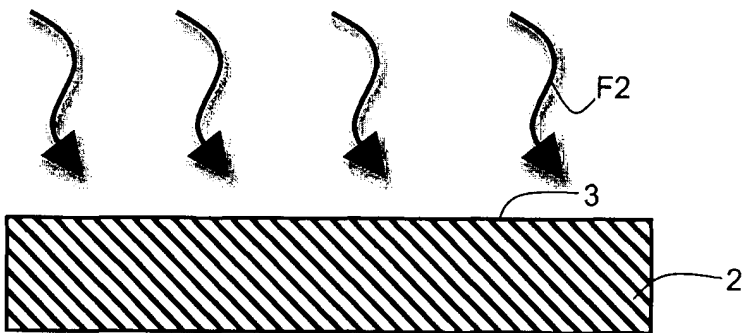


Figure 3

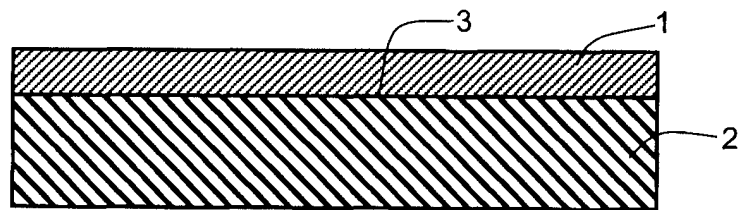


Figure 4

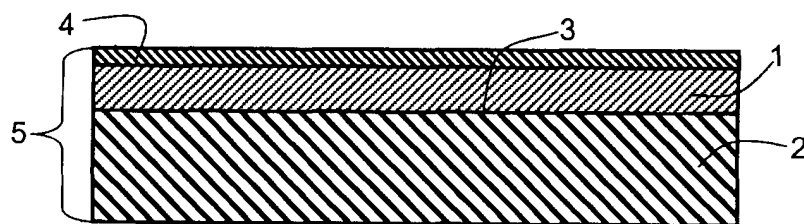


Figure 5

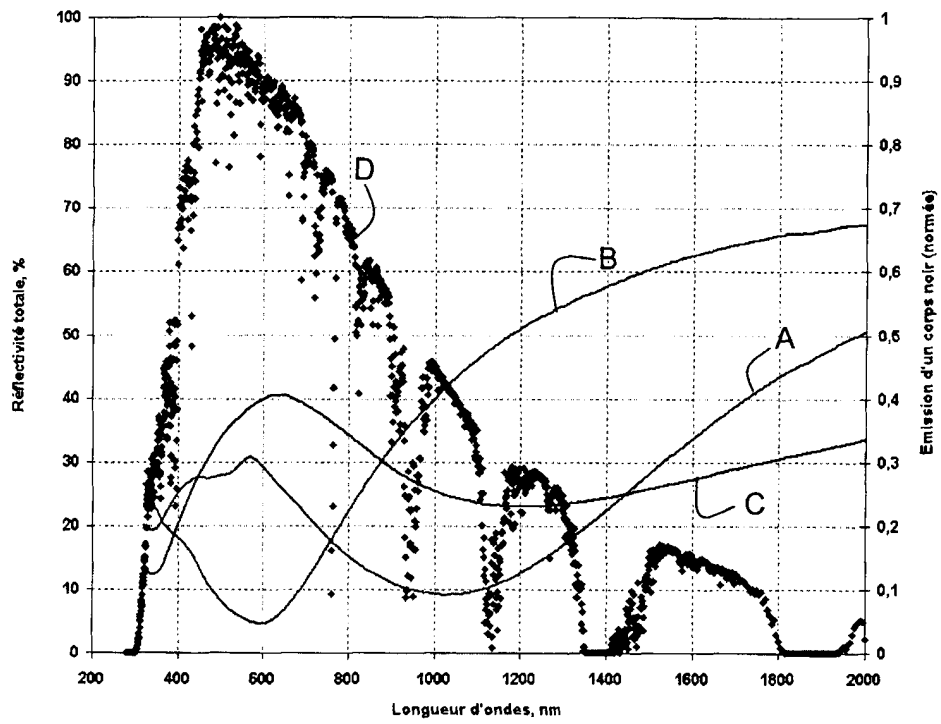


Figure 6

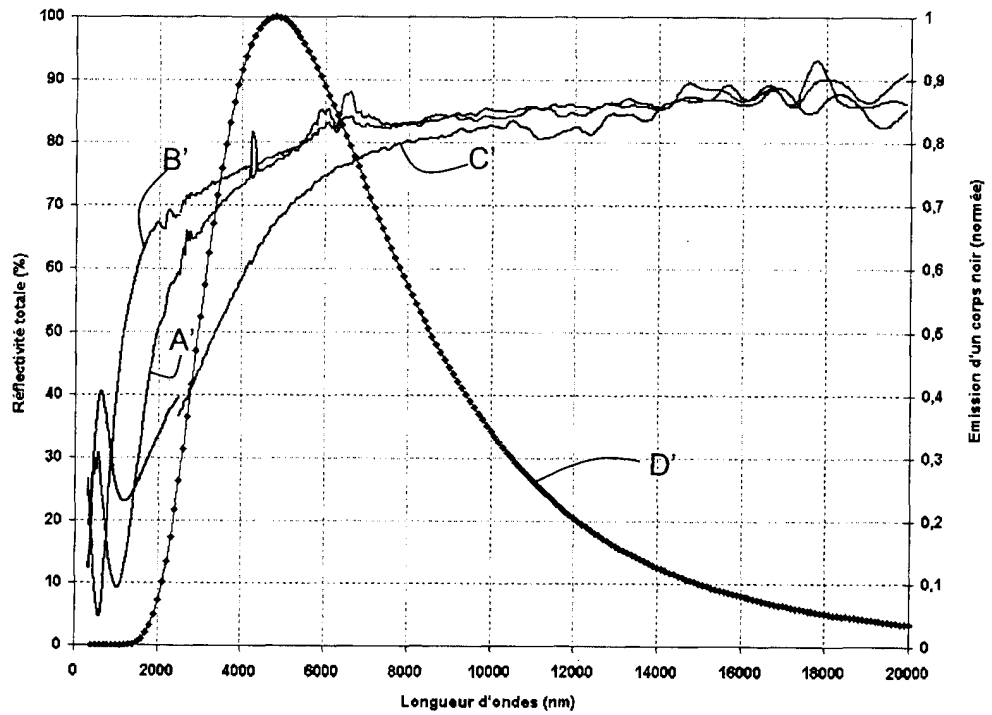


Figure 7