



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 35047 B1** (51) Cl. internationale : **F24J 2/48; F24J 2/07; F24J 2/05; F24J 2/46**
- (43) Date de publication : **03.04.2014**

-
- (21) N° Dépôt : **36338**
- (22) Date de Dépôt : **11.10.2013**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/EP2011/054810 29.03.2011**
- (71) Demandeur(s) :
- **SIEMENS CONCENTRATED SOLAR POWER LTD, 3 Ha -Hac'shara 99107 Beit Shemesh (Industrial Area West) (IS)**
 - **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, Wittelsbacherplatz 2 80333 München (DE)**
- (72) Inventeur(s) : **ARAN, Hagai ; BARKAI, Menashe ; COHEN, Gabriel ; EZER, Rami ; LIPMAN, Eli**
- (74) Mandataire : **SABA & CO**

(54) Titre : **TUBE RÉCEPTEUR DE CHALEUR, PROCÉDÉ DE FABRICATION DE TUBE RÉCEPTEUR DE CHALEUR, COLLECTEUR SOLAIRE À MIROIR CYLINDRO-PARABOLIQUE DOTÉ DU TUBE RÉCEPTEUR, ET UTILISATION DU COLLECTEUR SOLAIRE À MIROIR CYLINDRO-PARABOLIQUE**

- (57) Abrégé : La présente invention concerne un tube récepteur de chaleur, servant à absorber l'énergie solaire et à transférer l'énergie solaire absorbée vers un fluide de transfert de chaleur, qui peut être situé à l'intérieur d'un tube central du tube récepteur de chaleur. Le tube récepteur comprend une première surface de tube récepteur de chaleur partielle, une deuxième surface de tube récepteur de chaleur partielle, et une surface de tube récepteur de chaleur partielle supplémentaire. La première surface de tube récepteur de chaleur partielle et la surface de tube récepteur de chaleur supplémentaire sont formées par des revêtements d'absorption solaire déposés sur des surfaces partielles du tube central. La deuxième surface de tube récepteur de chaleur partielle est formée par un revêtement d'inhibition de rayonnement par émission servant à inhiber une émissivité pour un rayonnement infrarouge. Le revêtement d'inhibition de rayonnement par émission est déposé sur une seconde surface de tube central. La surface de tube récepteur de chaleur partielle supplémentaire est agencée dans une fenêtre de rayonnement de la seconde surface de tube récepteur de chaleur partielle de façon à ce que la lumière

solaire directe puisse pénétrer sur la surface de tube récepteur de chaleur partielle supplémentaire. L'invention concerne également un collecteur solaire à miroir cylindro-parabolique comportant au moins un tube récepteur de chaleur, agencé le long d'une droite focale d'un miroir parabolique. La première surface de tube récepteur de chaleur partielle et la surface de réflexion de lumière solaire du miroir sont agencées en se faisant face, alors que la deuxième surface de tube récepteur de chaleur partielle et la surface de tube récepteur de chaleur partielle supplémentaire sont détournées vers la surface réfléchissante du miroir. Le collecteur solaire à miroir cylindro-parabolique est utilisé dans une centrale solaire servant à convertir l'énergie solaire en énergie électrique.

Abrégé

La présente invention concerne un tube récepteur de chaleur, servant à absorber l'énergie solaire et à transférer l'énergie solaire absorbée vers un fluide de transfert de chaleur, qui peut être situé à l'intérieur d'un tube de carottage du tube récepteur de chaleur. Le tube récepteur comprend une première surface de tube récepteur de chaleur partielle, une deuxième surface de tube récepteur de chaleur partielle, et une surface de tube récepteur de chaleur partielle supplémentaire. La première surface de tube récepteur de chaleur partielle et la surface de tube récepteur de chaleur supplémentaire sont formées par des revêtements d'absorption solaire déposés sur des surfaces partielles du tube central. La deuxième surface de tube récepteur de chaleur partielle est formée par un revêtement d'inhibition de rayonnement par émission servant à inhiber une émissivité pour un rayonnement infrarouge. Le revêtement d'inhibition de rayonnement par émission est déposé sur une seconde surface de tube central. La surface de tube récepteur de chaleur partielle supplémentaire est agencée dans une fenêtre de rayonnement de la seconde surface de tube récepteur de chaleur partielle de façon à ce que la lumière solaire directe puisse pénétrer sur la surface de tube récepteur de chaleur partielle supplémentaire. L'invention concerne également un collecteur solaire à miroir cylindro-parabolique comportant au moins un tube récepteur de chaleur, agencé le long d'une droite focale d'un miroir parabolique. La première surface de tube récepteur de chaleur partielle et la surface de réflexion de lumière solaire du miroir sont agencées en se faisant face, alors que la deuxième surface de tube récepteur de chaleur partielle et la surface de tube récepteur de chaleur partielle supplémentaire sont détournées vers la surface réfléchissante du miroir. Le collecteur solaire à miroir cylindro-parabolique est utilisé dans une centrale solaire servant à convertir l'énergie solaire en énergie électrique.

01 AVR 2014

TUBE RÉCEPTEUR DE CHALEUR, PROCÉDÉ DE FABRICATION DE TUBE RÉCEPTEUR DE CHALEUR, COLLECTEUR SOLAIRE À MIROIR CYLINDRO-PARABOLIQUE DOTÉ DU TUBE RÉCEPTEUR, ET UTILISATION DU COLLECTEUR SOLAIRE À MIROIR CYLINDRO-PARABOLIQUE

CONTEXTE DE L'INVENTION

1. Domaine de l'invention

10 La présente invention concerne un tube récepteur de chaleur et un procédé de fabrication du tube récepteur de chaleur. De plus un collecteur cylindro-parabolique avec le tube récepteur de chaleur et une utilisation du collecteur cylindro-parabolique sont fournis.

2. Description de l'art antérieur

15 Un dispositif permettant de recueillir l'énergie solaire d'une centrale électrique de champ soleil sur la base de la technique de l'énergie solaire concentrée comprend par exemple un capteur cylindro-parabolique, avec au moins un miroir parabolique et au moins un tube récepteur de chaleur. Le tube récepteur de chaleur est disposé dans une ligne focale du miroir. Par les surfaces du miroir reflétant la lumière, la lumière du soleil
20 est focalisée sur le tube de réception de chaleur, qui est rempli d'un fluide de transfert de chaleur, par exemple une huile thermique ou un sel fondu. Via le tube récepteur de chaleur, l'énergie de la lumière du soleil 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 du soleil est couplée
25 dans le fluide de transfert de chaleur, un revêtement absorbant de l'énergie solaire est fixé sur une surface de tube de carottage du tube du récepteur de chaleur. Un tel revêtement absorbant comprend habituellement un empilement de couches avec des couches minces déposées séquentiellement et ayant des caractéristiques optiques différentes. Par exemple, le dépôt de couches de couches minces est réalisé par un
30 procédé de pulvérisation.

Une caractéristique optique globale essentielle du revêtement absorbant est une absorbance solaire élevée (faible réflectivité solaire) pour les longueurs d'onde du spectre solaire (rayonnement d'absorption). En outre, une faible émissivité (haute réflectivité) pour le rayonnement infrarouge est essentielle aussi. Un revêtement avec
35 ces caractéristiques optiques est appelé revêtement solaire sélectif.

RESUME DE L'INVENTION

Un objet de l'invention est de fournir un tube récepteur de chaleur avec un rendement énergétique, qui est amélioré par rapport à l'état de l'art. Cela devrait être réalisé à des températures élevées de 400°C et plus.

- 5 Un autre objet de l'invention est de fournir un capteur cylindro-parabolique avec le tube récepteur de chaleur.

Un autre objet de l'invention est de fournir une utilisation du capteur cylindro-parabolique.

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

- 10 Un tube récepteur de chaleur destiné à absorber l'énergie solaire et à transférer l'énergie solaire absorbée par un fluide de transfert de chaleur, qui peut être situé à l'intérieur d'un tube de carottage du tube récepteur de chaleur, est prévu. Le tube récepteur de chaleur comprend au moins une première surface du tube récepteur de chaleur partielle, au moins une deuxième surface de tube récepteur de chaleur partielle
- 15 et au moins une autre surface du tube récepteur de chaleur partielle. La première surface de tube récepteur de chaleur partielle est formée par une première couche d'absorption de l'énergie solaire destinée à absorber un premier rayonnement d'absorption d'un certain premier spectre de la lumière du soleil, dans lequel le premier revêtement absorbant de l'énergie solaire est déposé sur une première surface de tube
- 20 de carottage partielle de tube de carottage. La seconde surface du tube récepteur de chaleur partielle est formée par au moins un revêtement d'inhibition d'émission de rayonnements destiné à inhiber une émissivité de rayonnement infrarouge, dans lequel le revêtement d'inhibition d'émission de rayonnements est déposé sur une seconde surface du tube de carottage du tube de carottage. L'autre surface de tube récepteur
- 25 de chaleur partiel est formé par au moins une autre couche d'absorption de l'énergie solaire destinée à absorber un rayonnement supplémentaire d'absorption d'un autre spectre de la lumière du soleil, dans lequel l'autre revêtement absorbant de l'énergie solaire est déposé sur une autre surface de tube de carottage partielle de tube de carottage. L'autre surface de tube récepteur de chaleur partielle est disposée dans une
- 30 fenêtre de rayonnement de la seconde surface du tube récepteur de chaleur partielle, tel que le rayonnement supplémentaire d'absorption peut heurter la surface de l'autre tube récepteur de chaleur partielle.

Par exemple, la première surface partielle est formée par un premier segment avec une première circonférence (angle de segment) entre 90° et 270°, tandis que la seconde

35 surface partielle est formée par un deuxième segment avec une deuxième circonférence entre 270° et 90°. Dans le second segment, un autre segment avec une autre circonférence entre 10° et 40° est disposé.

En outre, un procédé de fabrication d'un tube récepteur de chaleur est décrit. Le procédé comprend les étapes suivantes:

a) Fournir un tube de carottage non couvert pour un tube récepteur de chaleur avec une première surface partielle de tube de carottage, une deuxième surface partielle du tube de carottage et une autre surface partielle du tube de carottage , et

5 b) Fixer un premier revêtement absorbant de l'énergie solaire sur le premier surface partielle de tube de carottage, fixer un revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements de sur la deuxième surface partielle du tube de carottage et fixer un autre revêtement absorbant de l'énergie solaire sur l'autre surface partielle du tube de carottage. La fixation du revêtement inhibiteur de l'émission et la fixation de l'autre revêtement absorbant de l'énergie solaire sont réalisées telles que le revêtement
10 supplémentaire d'absorption de l'énergie solaire est disposé dans une zone latérale interne du revêtement inhibiteur de rayonnement d'émission. L'autre revêtement absorbant de l'énergie solaire est au moins partiellement entouré par le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements telle que l'incidente de l'autre rayonnement de l'absorption dans l'autre couche d'absorption de l'énergie solaire est possible.

15 L'invention concerne également un capteur cylindro-parabolique, comprenant au moins un miroir parabolique ayant une surface reflétant de la lumière solaire pour concentrer la lumière du soleil dans une ligne focale du miroir parabolique et au moins un tube récepteur de chaleur qui est disposé dans la ligne focale du miroir parabolique. Le tube récepteur de chaleur est disposé dans la ligne focale telle que la surface partielle du
20 premier tube récepteur de chaleur de la première couche d'absorption solaire est au moins partiellement située en face de la surface reflétant la lumière du soleil du miroir parabolique, tandis que la seconde surface partielle du tube du récepteur de chaleur avec le revêtement inhibiteur de l'émission et l'autre surface partielle du tube du récepteur de chaleur dans la fenêtre de rayonnement de la deuxième surface partielle
25 du tube du récepteur de chaleur sont au moins en partie écartés du surface reflétant de la lumière du soleil du miroir parabolique. De préférence, beaucoup de tubes récepteurs de chaleur et de miroirs paraboliques sont disposés ensemble.

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

30 La lumière du soleil (rayonnement d'absorption) en termes de la présente invention signifie en particulier un rayonnement électromagnétique d'environ 270 nm à 2500 nm du (certain) spectre visible de la lumière du soleil. Mais l'émission de rayonnements avec des longueurs d'onde de plus de 2.500 nm est couverte aussi.

35 Le concept de l'invention est d'optimiser les caractéristiques thermiques du tube récepteur de chaleur en maximisant un couplage de l'énergie solaire (énergie de rayonnement concentré) dans le tube récepteur de chaleur par l'intermédiaire de la première surface partielle du tube récepteur de chaleur et par l'intermédiaire de l'autre surface partielle de tube récepteur de chaleur, alors qu'une réduction de perte d'énergie thermique par l'intermédiaire de la deuxième surface partielle de tube
40 récepteur de chaleur est mise en œuvre. La première couche d'absorption de l'énergie

solaire, qui forme la première surface partielle de tube récepteur de chaleur, et l'autre revêtement absorbant de l'énergie solaire, qui forme l'autre la surface partielle du tube récepteur de chaleur, sont conçus pour absorber le rayonnement solaire, autant que possible (absorbance supérieure à 90 % et de préférence plus de 92%, voire plus de 95%). Ces revêtements absorbants de l'énergie solaire sont des «revêtements sélectifs». Contrairement, l'émissivité via le second tube récepteur de chaleur partiel, qui est formée par le revêtement d'inhibition de rayonnement d'émission, est réduite. Le revêtement d'inhibition d'émission de rayonnements est un revêtement "non sélectif".

De préférence, un second revêtement sélectif de l'énergie solaire pour l'absorption d'un second rayonnement d'absorption d'un second spectre de la lumière est disposé entre la deuxième surface partielle du tube de carottage et le revêtement inhibiteur d'émission. Le revêtement inhibiteur de rayonnement est de préférence directement fixé à la seconde couche d'absorption de l'énergie solaire qui conduit à un empilement de couches disposées sur la seconde surface partielle du tube de carottage du tube de carottage. Cet empilement de couches comprend la seconde couche d'absorption de l'énergie solaire et le revêtement inhibiteur de rayonnement d'émission.

De préférence, la première couche d'absorption de l'énergie solaire et/ou la seconde couche d'absorption de l'énergie solaire et/ou l'autre couche d'absorption de l'énergie solaire forment un revêtement absorbant de l'énergie solaire commun. Il est seulement un type de revêtement absorbant de l'énergie solaire attaché à la surface latérale du tube de carottage. Ce revêtement absorbant commun de l'énergie solaire a partout des caractéristiques chimiques et physiques identiques ou presque identiques. En conséquence, le premier rayonnement d'absorption du premier spectre de la lumière du soleil, le second rayonnement d'absorption du second spectre de la lumière du soleil et/ou l'autre absorption du rayonnement d'un autre spectre de la lumière du soleil sont identique ou presque identiques. L'utilisation d'un seul type du revêtement absorbant de la lumière solaire est avantageuse pour la fabrication du tube récepteur de chaleur. Il est plus facile de déposer un seul type de revêtement absorbant de l'énergie solaire sur la surface de tube de carottage du tube de carottage que de déposer plus de types de revêtements d'absorption de l'énergie solaire sur des autres surfaces partielles de tube de carottage.

Dans un mode de réalisation préféré concernant la fabrication, la fixation de la première couche d'absorption de l'énergie solaire, la fixation de la seconde couche d'absorption de l'énergie solaire et/ou la fixation de l'autre revêtement absorbant de l'énergie solaire est réalisées en une seule étape. Par exemple, la fabrication de d'un tube récepteur de chaleur est réalisé comme suit: Dans une première étape, le revêtement d'absorption solaire commun est déposé sur la zone latérale (complète) du tube de carottage. Dans une deuxième étape le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements est déposé sur le revêtement absorbant de l'énergie solaire commun seulement dans la zone de la deuxième surface partielle du tube de carottage. Dans la zone de la première surface partielle du tube de carottage, le revêtement d'absorption solaire commun reste non couvert par le revêtement inhibiteur du rayonnement.

Quand le dépôt du revêtement d'inhibition de rayonnement d'émission, la surface partielle supplémentaire de tube de carottage peut être recouverte d'une manière que la fenêtre de rayonnement dans le revêtement d'inhibition d'émission de rayonnements est formée. Pour cette étape un procédé de détection de masquage est utilisé.

- 5 En variante, le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements est déposé sur toute la zone de la deuxième surface partielle du tube de carottage. Après le dépôt du revêtement inhibiteur de rayonnement d'émission, la fenêtre de rayonnement est travaillée dans le revêtement inhibiteur de rayonnement d'émission. Ceci est réalisé par l'enlèvement de matière du revêtement inhibiteur de rayonnement d'émission. Le
10 revêtement d'absorption de l'énergie solaire ordinaire sous-jacente se découvre et forme l'autre surface partielle du tube récepteur de chaleur.

Dans un mode de réalisation préférée du tube récepteur de chaleur, la deuxième surface partielle du tube de carottage est sensiblement recouverte par la première couche d'absorption de l'énergie solaire et/ou est sensiblement non couverte par le
15 revêtement supplémentaire d'absorption de l'énergie solaire. Le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements est de préférence déposé directement sur la seconde surface du tube de carottage. Bien entendu, au moins une couche intermédiaire, qui est différente de la première couche d'absorption solaire et/ou qui est différente de l'autre revêtement absorbant l'énergie solaire, pouvant être disposée entre le revêtement
20 inhibiteur d'émission de rayonnements et la deuxième surface partielle du tube de carottage. Une telle couche intermédiaire peut être un TRI (rayonnement infrarouge) couche, qui fait partie de piles de couches de la première surface partielle du tube récepteur de chaleur, la deuxième surface partielle de tube récepteur de chaleur, et l'autre surface partielle du tube récepteur de chaleur. Une telle couche intermédiaire
25 peut améliorer l'adhérence des couches déposées ultérieurement. Par exemple, la couche intermédiaire améliore l'adhérence du revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements sur la deuxième surface partielle du tube de carottage.

Le tube récepteur de chaleur peut être disposé dans la ligne focale d'un miroir parabolique telle que le rayonnement solaire, qui est concentré par une surface
30 réfléchissante d'un miroir parabolique, vient frapper la première couche d'absorption solaire de la première surface du tube récepteur de chaleur partielle. La zone du tube récepteur de chaleur, qui n'est pas chauffée par ce rayonnement solaire concentré (c'est-à-dire : cette zone, qui est généralement, en face du soleil), est recouverte par le revêtement d'inhibition de rayonnement d'émission. En outre, l'autre surface partielle
35 de réception de chaleur de la fenêtre du revêtement inhibiteur de rayonnement fait face au soleil, aussi. Ainsi, le rayonnement solaire direct peut ébranler l'autre surface partielle réceptrice de chaleur.

De préférence, la première surface partielle de tube récepteur de chaleur et/ou la deuxième surface partielle de tube récepteur de chaleur et/ou l'autre surface partielle
40 du tube récepteur de chaleur soient alignées le long d'un alignement longitudinal du tube récepteur de chaleur. Cette caractéristique est appliquée sur les surfaces du

premier tube de carottage et/ou la surface du deuxième tube de carottage ou sur la surface d'un tube de carottage supplémentaire, aussi. L'alignement le long de l'alignement longitudinal du tube récepteur de chaleur et l'alignement le long de l'alignement longitudinal du tube de carottage, respectivement, est avantageuse car
5 pour un agencement du tube récepteur de chaleur dans la ligne focale du miroir parabolique.

Le couplage de l'énergie de rayonnement concentrée du soleil dans le tube récepteur de chaleur est maximisé et la perte de l'énergie thermique du tube récepteur de chaleur est minimisée.

10 Dans un mode de réalisation préféré, la première surface partielle de tube récepteur de chaleur comprend un premier segment d'une surface latérale du tube récepteur de chaleur avec une première circonférence, qui est choisi entre 150° et 300° et de préférence entre 180° et 270°. Dans un autre mode de réalisation préféré, la seconde surface partielle du tube récepteur de chaleur comprend un deuxième segment de la
15 surface latérale du tube récepteur de chaleur avec une seconde circonférence, qui est choisi entre 210° et 60° et de préférence entre 180° et 90°. Dans un mode de réalisation encore préféré de la surface partielle du tube récepteur de chaleur en outre comprend un autre segment de la surface latérale du tube récepteur de chaleur avec une autre circonférence, qui est choisi entre 10° et 40° et de préférence entre 15° et 30°. L'autre
20 segment est disposé à l'intérieur du deuxième segment. Les angles des segments sont optimisés en ce qui concerne le bilan énergétique du tube du récepteur de chaleur (par exemple par l'intermédiaire de l'angle RIM).

Par le revêtement inhibiteur de rayonnement d'émission, une magnitude de l'émission de rayonnement infrarouge est réduite. L'émissivité pour le rayonnement infrarouge du revêtement inhibiteur de rayonnement est inférieure à 30%. De préférence, le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements comprend une émissivité de rayonnement infrarouge qui est inférieure à 20%.

Dans un mode de réalisation préféré, le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements comprend un métal qui est sélectionné parmi le groupe existant
30 d'aluminium, cuivre, argent, or et molybdène. D'autres métaux ou alliages sont également possibles. Le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements peut être métallique et peut comprendre un métal ou plusieurs métaux. Par exemple, le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements est une couche constituée de cuivre. Un tel revêtement avec le cuivre bloque un rayonnement de chaleur (émissivité)
35 sur la partie "supérieure" du tube de réception de chaleur, qui est sollicitée par le rayonnement solaire direct. Cela permet de réduire fortement la perte de chaleur globale du tube récepteur de chaleur tout en perdant une partie du rayonnement total empiétant.

Les zones des surfaces partielles des tubes récepteurs de chaleur ne peuvent pas avoir la
40 même mesure. Les extensions des surfaces partielles des tubes récepteurs de chaleur

sont aisément optimisées ainsi que leur emplacement sur la surface latérale du tube récepteur de chaleur (par exemple en raison de RIM).

Les surfaces partielles des tubes récepteurs de chaleur individuelles peuvent être divisées en deux parties ou plus. Par exemple, la seconde surface partielle de tube récepteur de chaleur est divisée en deux parties par la fenêtre de rayonnement formé par l'autre surface du tube récepteur de chaleur. Mais de préférence ces surfaces partielles ne sont pas divisées. Par conséquent, au moins l'une des surfaces partielles du tube récepteur de chaleur forme une zone contiguë. Le tube récepteur de chaleur est disposé dans la ligne focale parallèle à l'alignement longitudinal du miroir. Par ce l'absorption de l'énergie solaire est très efficace. Le rayonnement solaire concentré frappe toujours le revêtement d'absorption solaire de la première surface partielle du tube récepteur de chaleur (intensité d'environ 52 soleils). De plus, un rayonnement solaire direct, qui peut être concentré, (voir ci-dessous), vient frapper l'autre surface partielle de réception de chaleur. La deuxième surface partielle du tube récepteur de chaleur n'est pas empiétée par le rayonnement solaire concentré (intensité d'environ 0,6 soleils). Une très petite quantité d'énergie pourrait être gaspillée tout en gagnant beaucoup plus de pertes de chaleur dues à l'émissivité globale.

Dans un mode de réalisation préféré, un dispositif de concentration de lumière est disposé dans une distance concentrant sur le tube de réception de la chaleur tel que le rayonnement supplémentaire d'absorption peut être concentré sur l'autre surface partielle du tube récepteur de chaleur. Par exemple, un tel dispositif de concentration lumière est une lentille. De préférence, le dispositif de concentration de la lumière du soleil est une lentille de Fresnel. D'autres types de lentilles sont également possibles. Avec l'aide de l'appareil de concentration de la lumière du soleil, la lumière solaire directe (rayonnement d'absorption plus solaire) est centrée sur l'autre surface du tube récepteur de chaleur avec l'autre revêtement d'absorption solaire. Cela augmente l'absorption du rayonnement solaire par le revêtement supplémentaire d'absorption solaire.

Par cette mesure, le taux global d'absorption de l'émissivité du tube récepteur de chaleur est augmenté. La perte du rayonnement direct du soleil pour l'absorption est diminuée, ce qui se produirait sans l'autre surface du tube récepteur de chaleur partielle.

Afin d'améliorer la stabilité physique et chimique et les caractéristiques thermiques du tube récepteur de chaleur d'autres mesures sont en outre mises en œuvre. De préférence, le tube récepteur de chaleur comporte au moins une encapsulation pour envelopper au moins l'une des surfaces partielles du tube récepteur de chaleur, dans lequel l'encapsulation comprend au moins une paroi d'encapsulation transparente, qui est au moins partiellement transparent pour le premier rayonnement d'absorption et/ou au moins partiellement transparent pour la deuxième absorption rayonnement et/ou au moins partiellement transparent pour le rayonnement d'absorption. Au moins

partiellement transparente est donnée dans le cas, que pour une transmission des radiations d'absorption est supérieure à 80% et de préférence plus de 90%.

5 Par exemple l'encapsulation est un tube consistant en un verre acrylique. Dans un mode préféré de réalisation, l'encapsulation est un (SiO_2) tube de verre et la paroi d'encapsulation est une paroi de tube de verre. Il s'agit d'une encapsulation très efficace en ce qui concerne la stabilité physico-chimique du tube récepteur de chaleur, ainsi que concernant la transparence pour les rayonnements d'absorption.

10 Dans un autre mode de réalisation préféré, la paroi d'encapsulation comprend le dispositif de concentration de la lumière du soleil. Par ce, une haute stabilité chimique et physique et une forte efficacité concentrant la lumière du soleil est possible.

15 Entre la surface du tube récepteur de chaleur du tube récepteur de chaleur et la paroi d'encapsulation il existe un écart de récepteur. Cet écart de récepteur est de préférence évacué. Cela signifie que la pression du gaz dans le gab récepteur est inférieure à 10^{-2} mbar et de préférence inférieure à 10^{-3} mbar. Ceci a un avantage, qui consiste en une réduction dans le transfert d'une chaleur thermique à une distance à partir du tube récepteur de chaleur avec le fluide de transfert de chaleur par convection. L'énergie thermique ne dissipe pas, et est pratiquement totalement disponible pour le chauffage du fluide de transfert de chaleur.

20 Pour la fixation d'au moins une partie de l'énergie solaire d'absorption des revêtements et/ou pour la fixation du revêtement d'inhibition d'émission de rayonnements d'une technique de dépôt de couches minces est utilisée. La technique de dépôt de film mince est de préférence choisie dans le groupe constitué par le dépôt de couches atomiques, le dépôt chimique en phase vapeur et le dépôt de vapeur physique. Le dépôt physique en phase vapeur est, par exemple par pulvérisation.

25 Afin d'obtenir des revêtements structurés, des techniques de dépôt sont utilisées. Au moins une des couches structurée est déposée. Dans un mode de réalisation préféré, la fixation d'au moins d'une des couches d'absorption de l'énergie solaire et/ou la fixation du revêtement d'inhibition d'émission de rayonnements sont réalisées à l'aide d'un procédé de masquage. En variante, un revêtement peut être déposé et non structuré, après le dépôt de la couche non structurée d'une structuration est réalisée, par exemple par l'enlèvement de matière déposée.

Les avantages suivants sont connectés à l'invention:

35 - Le couplage supplémentaire de rayonnement de la lumière solaire direct dans le tube récepteur de chaleur par l'intermédiaire des résultats partiels des autres tubes récepteurs de chaleur dans une utilisation accrue de l'énergie solaire pour chauffer un fluide de transfert de chaleur.

- L'utilisation de différents types de revêtements pour les différentes zones du tube récepteur de chaleur ce qui résulte dans un rapport global plus élevé d'absorption de l'émissivité du tube récepteur de chaleur.

5 - Une grande variété de matériaux disponibles est accessible pour le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements de la seconde surface partielle de tube récepteur de chaleur.

- Un blocage élevé de rayonnement de la chaleur aux résultats de la pièce revêtue non sélective (par l'intermédiaire du revêtement inhibiteur de rayonnement d'émission).

Brève description des dessins

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention sont produits à partir de la description des modes de réalisation en référence aux dessins. Les dessins sont schématiques.

La figure 1 montre une vue en coupe d'un premier exemple du tube récepteur de chaleur et un parabolique à travers un collecteur avec le tube récepteur de chaleur.

15 La figure 2 montre le tube récepteur de chaleur du premier exemple dans une vue de côté.

La figure 3 montre une coupe transversale d'un deuxième exemple du tube récepteur de chaleur et un parabolique à travers le collecteur avec le tube récepteur de chaleur.

20 La figure 4 montre une coupe transversale du tube récepteur de chaleur du premier exemple d'une encapsulation.

DESCRIPTION DETAILLÉE DE L'INVENTION

25 Chaque exemple comporte un tube récepteur de chaleur 1 pour absorber l'énergie solaire et pour transférer l'énergie solaire absorbée par un fluide de transfert de chaleur 2, qui peut être situé à l'intérieur d'un tube de carottage 10 du tube récepteur de chaleur. Le tube de carottage est constitué d'une paroi 103 avec un tube en acier de base.

Le tube de carottage 10 comporte une première surface partielle de tube de carottage 101, une seconde surface partielle de tube récepteur 12 et une autre surface partielle de tube récepteur de chaleur 13.

30 La première surface partielle de tube récepteur de chaleur 11 est formée par un premier revêtement d'absorption de l'énergie solaire 111 destiné à absorber un premier rayonnement d'absorption d'un premier spectre de la lumière du soleil. De ce fait, le premier revêtement d'absorption de l'énergie solaire est déposé sur la surface partielle d'un premier tube de carottage 101 du tube de carottage 10. La première couche
35 d'absorption de l'énergie solaire est un dispositif multicouche constitué de couches différentes avec des caractéristiques optiques différentes.

La seconde surface partielle de tube récepteur de chaleur 12 est formée par un revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements 14 pour inhiber une émissivité de rayonnement infrarouge. De ce fait, le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements 14 est déposé sur une seconde surface de tube de carottage 102 du tube de carottage 10. Le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements 14 est constitué de cuivre. Alternativement, le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements comprend un aluminium métallique.

L'autre surface de tube récepteur de chaleur partiel 13 est formée par au moins un autre revêtement absorbant de l'énergie solaire 131 pour absorber un rayonnement supplémentaire d'absorption d'un autre spectre de la lumière solaire. De ce fait l'autre revêtement absorbant de l'énergie solaire 131 est déposé sur une autre surface partielle de tube de carottage 103 du tube de carottage 10.

Une surface partielle du tube récepteur de la chaleur 13 est disposée dans une fenêtre de rayonnement 1211 de la seconde surface thermique partielle du tube récepteur de la chaleur 12 de telle façon que l'autre rayonnement d'absorption 1311 peut heurter la surface partielle de l'autre tube récepteur de chaleur 13.

La première surface partielle de tube récepteur de chaleur 11 forme un premier segment 161 de la zone latérale 16 du tube récepteur de chaleur 1 avec une première circonférence 1611 d'environ 180°. La seconde surface partielle de tube récepteur de chaleur 12 forme un second segment 162 de la zone latérale 16 du tube récepteur de chaleur 1 avec une deuxième circonférence 1612 d'environ 180°. L'autre surface partielle de tube récepteur de chaleur 13 forme un autre segment 163 de la zone latérale 16 du tube récepteur de la chaleur 1 avec une circonférence 1613 à 30°. De ce fait les surfaces partielles de la chaleur du récepteur de tube 11, 12 et 13 sont alignées le long d'un alignement longitudinal 15 du tube récepteur de chaleur 1 (figure 2).

Exemple 1:

Le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements 14 n'est pas directement fixé à la seconde surface partielle du tube de carottage 102 (figure 1). La seconde surface de tube de carottage 102 est partiellement recouverte par un deuxième revêtement d'absorption solaire 121 pour absorber un second rayonnement d'absorption d'un second spectre de la lumière solaire. Le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements 14 est déposé sur la seconde couche de l'énergie solaire sélective 121 d'une telle façon que le deuxième revêtement d'absorption solaire 121 est disposé entre la deuxième surface partielle du tube de carottage 102 et le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements 14.

Les caractéristiques physiques et chimiques de la première couche d'absorption de l'énergie solaire 111, le deuxième revêtement d'absorption de l'énergie solaire 121 et les autres revêtements d'absorption de l'énergie solaire 131 sont les mêmes. La première couche d'absorption de l'énergie solaire 111, la deuxième couche d'absorption de l'énergie solaire 121 et les autres revêtements d'absorption de l'énergie solaire

A

131, forment un revêtement d'absorption commun contiguë 200, qui est déposé sur toute la surface latente de la surface du tube de carottage.

Exemple 2:

5 Le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements 14 est directement fixé à la deuxième surface partielle du tube de carottage 102 (figure 3). La seconde surface partielle de tube de carottage 12 est sensiblement recouverte par le premier revêtement d'absorption de l'énergie solaire 111 et est sensiblement découverte par l'autre revêtement d'absorption de l'énergie solaire 131.

10 Ce type de tube récepteur peut être fabriqué comme suit: sur la surface latérale d'un tube de carottage, un revêtement contigu absorbant est déposé (par exemple à l'aide d'un procédé de pulvérisation cathodique). Après l'enlèvement de la matière du processus de dépôt du revêtement d'absorption dans la zone de la seconde surface partielle du tube de carottage conduisant à une seconde surface partielle du tube de carottage. Le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements 14 est déposé sur la surface partielle du tube de carottage.

15 La figure 4 montre des mesures structurelles supplémentaires.

Ces mesures sont mises en œuvre pour les deux exemples, bien que la figure 4 se réfère simplement à l'exemple 1: Le tube de récepteur de chaleur comprend une encapsulation 17 avec une paroi d'encapsulation pour envelopper toutes les surfaces partielles de tube récepteur 11, 12 et 13.

20 L'encapsulation 17 est un tube de verre et la paroi d'encapsulation 171 est une paroi de tube de verre. La paroi du tube de verre est transparente pour le premier rayonnement d'absorption avec une transmission de plus de 90%. Entre la paroi du tube en verre et la surface réceptrice 16 une espace de réception est située. Cet écart de récepteur est évacué. Une pression de gaz est d'environ 10^{-3} mbar.

25 En outre, une lumière solaire dispositif 500 de concentration est disposé à une distance de la concentration de 501 à la surface du tube récepteur de chaleur du tube récepteur de chaleur 1 tel que la poursuite de l'irradiation d'absorption 1311 peut être concentrée sur l'autre surface du tube récepteur de chaleur partiel 13 du tube récepteur de chaleur

30 1. La lumière du soleil dispositif 500 de de concentration comprend une lentille de Fresnel, qui est située dans la paroi d'encapsulation (verre paroi tubulaire) 171. Par cette mesure, la concentration de la lumière du soleil directe est possible.

35 Le tube récepteur de chaleur concernant l'exemple 1 ou concernant l'exemple 3 fait partie d'un capteur cylindro-parabolique 1000. Le collecteur cylindro-parabolique 1000 comprend au moins un miroir parabolique 3 avec une surface de réflexion de lumière 31. Par la surface réfléchissante 31 la lumière du soleil est concentrée dans la ligne focale 32 sur le miroir parabolique 3.

Le tube récepteur de chaleur 1 est situé dans la ligne focale 32 de miroir parabolique 3. De ce fait la surface partielle du premier tube récepteur de chaleur 11 du tube du récepteur de chaleur (partie "inférieure" du tube récepteur 1) est disposée opposée à la surface réfléchissante de la lumière 31 du miroir 3. La deuxième surface partielle de la chaleur de réception de tube 12 et l'autre surface partielle de la chaleur de tube récepteur 13 dans la fenêtre de rayonnement 1211 de la seconde surface partielle du tube du récepteur de chaleur 12 (partie "supérieure" du tube récepteur de chaleur 1) sont évitées à la surface réfléchissante de la lumière du soleil 31 sur le miroir 3.

A l'intérieur du tube de carottage 10 du tube récepteur de chaleur 1, un fluide de transfert de chaleur 2 est situé. Le fluide de transfert de la chaleur 2 est une huile thermique. En variante, le fluide de transfert de chaleur est un sel fondu.

Le collecteur cylindro-parabolique est utilisé dans une centrale d'énergie solaire pour convertir l'énergie solaire en énergie électrique.

15

Revendications

1. Tube récepteur de chaleur(1) pour absorber l'énergie solaire et pour le transfert de l'énergie solaire absorbée par un fluide de transfert de chaleur (2), qui peut être situé à l'intérieur d'un tube de carottage (10) du tube récepteur de chaleur (1), dans lequel

5 - Le tube récepteur (1) comprend au moins une première surface partielle de la chaleur de réception de tube (11), au moins une deuxième surface partielle de tube récepteur de chaleur (12) et au moins une autre surface partielle du tube récepteur de chaleur (13);

10 - La première surface partielle de tube récepteur de chaleur (11) est formée par un premier revêtement d'absorption de l'énergie solaire (111) pour

L'absorption d'un premier rayonnement d'absorption d'un certain premier spectre de la lumière solaire, dans lequel le premier revêtement absorbant l'énergie solaire est déposé sur la surface partielle d'un premier tube de carottage partielle (101) du tube de carottage (10);

15 - La seconde surface partielle de tube récepteur de chaleur (12) est formée par au moins un revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements (14) pour inhiber une émissivité de rayonnement infrarouge, dans lequel le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements (14) est déposé sur une seconde surface du tube de carottage (102) du tube de carottage (10);

20 - L'autre surface partielle de tube récepteur de chaleur (13) est formée par au moins un autre revêtement d'absorption de l'énergie solaire (131) pour absorber un rayonnement supplémentaire d'absorption (1311) d'un autre certain spectre de la lumière du soleil, dans lequel l'autre revêtement absorbant l'énergie solaire (131) est déposé sur une autre surface partielle de tube de carottage (103) du tube de carottage (10), et

25 - L'autre surface partielle du tube récepteur de chaleur (13) est disposée dans une fenêtre de rayonnement (1211) de la seconde surface partielle du tube récepteur de chaleur (12) de telle sorte que le rayonnement supplémentaire d'absorption (1311) peut frapper la surface partielle supplémentaire de tube récepteur de chaleur (13).

30 2. Tube récepteur de chaleur selon la revendication 1, dans lequel un second revêtement de l'énergie solaire sélectif (121) pour absorber un deuxième rayonnement d'absorption d'un second certain spectre de la lumière est disposé entre la deuxième surface partielle du tube de carottage (102) et le revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements (14).

35 3. Tube récepteur de chaleur selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel le premier revêtement de l'énergie solaire d'absorption (111) et/ou le second revêtement absorbant l'énergie solaire (121) et/ou l'autre couche d'absorption de

l'énergie solaire (131) forment un revêtement absorbant l'énergie solaire commune (200).

4. Tube récepteur de chaleur selon la revendication 1, dans lequel la seconde surface partielle du tube de carottage (12) est sensiblement recouverte par la première couche de l'énergie solaire d'absorption (111) et/ou est sensiblement non couverte par le revêtement supplémentaire d'absorption d'énergie solaire (131).
5. Tube récepteur de chaleur selon la revendication 4, dans lequel le revêtement d'inhibition d'émission de rayonnements (14) est directement déposé sur la seconde surface du tube de carottage (102).
- 10 6. Tube récepteur de chaleur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la première surface partielle du tube du récepteur de chaleur (11) et/ou la deuxième surface partielle de tube récepteur de chaleur (12) et/ou l'autre surface partielle du tube récepteur de chaleur (13) sont alignées le long d'un alignement longitudinal (15) du tube récepteur de chaleur (1).
- 15 7. Tube récepteur de chaleur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la première surface partielle de tube récepteur de chaleur (11) comprend un premier segment (161) d'une zone latérale (16) du tube récepteur de chaleur (1) avec une première circonférence (1611), qui est choisi dans entre 150° et 300° et de préférence entre 180° et 270°.
- 20 8. Tube récepteur de chaleur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la seconde surface partielle du tube récepteur de chaleur (12) comprend un second segment (162) de la surface latérale (16) du tube récepteur de chaleur (1) avec un second circonférence (1621), qui est choisi entre 210° et 60° et de préférence entre 180° et 90°.
- 25 9. Tube récepteur de chaleur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'autre surface partielle du tube récepteur de chaleur (13) comporte un autre segment (163) de la surface latérale (16) du tube récepteur de chaleur (1) avec une autre circonférence (1631), qui est choisi entre 10° et 40° et de préférence entre 15° et 30°.
- 30 10. Tube récepteur de chaleur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le revêtement inhibiteur de l'émission (14) comprend une émissivité de rayonnement infrarouge, qui est inférieure à 20%.
11. Tube récepteur de chaleur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le revêtement inhibiteur de l'émission (14) comprend un métal qui est choisi dans le groupe existant d'aluminium, cuivre, argent, or et molybdène.
- 35 12. tube récepteur de chaleur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins l'une des surfaces partielles des tubes récepteurs de chaleur (11, 12, 13) forme une zone contiguë.

- 5 13. Tube récepteur de chaleur selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle un dispositif de concentration de la lumière solaire (500) est disposé à une distance de concentration (501) vers le tube récepteur de chaleur(1) de telle sorte que le rayonnement supplémentaire d'absorption peut être concentrée sur l'autre partie de surface de tube récepteur de la chaleur (13) du tube récepteur de chaleur(1).
14. Tube récepteur de chaleur selon la revendication 13, dans lequel le dispositif de concentration de la lumière solaire (500) est une lentille de Fresnel.
- 10 15. Tube récepteur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le tube récepteur de chaleur(1) comprend au moins une encapsulation (17) pour envelopper au moins l'une des surfaces partielles du tube récepteur de chaleur (11, 12, 13), dans lequel l'encapsulation (17) comprend au moins un paroi transparent de l'encapsulation (171), qui est au moins partiellement transparent pour le premier rayonnement d'absorption et/ou au moins partiellement transparent pour la deuxième absorption de rayonnement et/ou au moins partiellement transparent pour le rayonnement supplémentaire d'absorption (1311).
- 15 16. Tube récepteur de chaleur selon la revendication 15, dans lequel l'encapsulation (17) est un tube de verre et la paroi d'encapsulation (171) est une paroi de tube de verre.
17. Tube récepteur de chaleur selon l'une des revendications 13 à 15, dans lequel la paroi d'encapsulation (171) comprend le dispositif de concentration de lumière (500).
- 20 18. Procédé de fabrication d'un tube récepteur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 17, le procédé comprenant les étapes suivantes:
- 25 a) fournir un tube de carottage pas couvert (10) pour un tube récepteur de chaleur(1) avec une première surface partielle de tube de carottage(101), une seconde surface partielle du tube de carottage (102) et une autre surface partielle du tube de carottage (103), et b) fixer 'un premier revêtement d'absorption d'énergie solaire (111) sur la première surface partielle du tube de carottage (101), fixer revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements (14) sur la seconde surface partielle du tube de carottage (102) et fixer un autre revêtement absorbant l'énergie solaire (131) sur l'autre surface du tube de carottage partielle (103).
- 30 19. Procédé selon la revendication 18, dans lequel la fixation de la première couche d'absorption de l'énergie solaire, la fixation de la seconde couche d'absorption de l'énergie solaire et/ou la fixation de l'autre revêtement absorbant l'énergie solaire est réalisées en une seule étape.
- 35 20. Procédé selon la revendication 18 ou la revendication 19, dans lequel, pour la fixation d'au moins un des revêtements d'absorption d'énergie solaire (111, 121, 131, 200) et/ou pour la fixation du revêtement d'inhibition d'émission de rayonnements (14) une technique de dépôt de film mince est utilisée.

21. Procédé selon la revendication 20, dans lequel la technique de dépôt de film mince est choisie dans le groupe constitué par le dépôt de couches atomiques, le dépôt chimique en phase vapeur et le dépôt physique en phase vapeur.
22. Procédé selon l'une des revendications 18 à 21, dans lequel la fixation d'au moins une des couches d'absorption d'énergie solaire (111, 121, 131, 200) et/ou la fixation du revêtement inhibiteur d'émission de rayonnements (14) sont réalisées à l'aide d'un procédé de masquage.
23. Capteur cylindro-parabolique (1000) comprenant
- au moins un miroir parabolique (3) comportant une lumière solaire
- 10 - au moins un tube récepteur de chaleur (1) selon la revendication 1 à la revendication 17, qui est disposé dans la ligne focale (32 et, la surface (31) pour la lumière solaire se concentrant dans une ligne focale (32) du miroir parabolique (31) qui reflète) du miroir parabolique (3);
- dans laquelle
- 15 - Le tube récepteur de chaleur(1) est disposé dans la ligne focale (32) de telle sorte que, la première surface partielle de tube récepteur de chaleur (11) avec la première couche d'absorption solaire (131) est au moins partiellement situé en face de la surface réfléchissante de la lumière solaire (31) du miroir parabolique (30) et la deuxième
- 20 surface partielle du tube récepteur de chaleur (12) avec le revêtement d'inhibition de l'émission (14) et avec la fenêtre de rayonnement (1211) sont au moins en partie écarté de la lumière solaire la surface réfléchissante (31) du miroir parabolique (30).
24. Utilisation du capteur cylindro-parabolique (1000) selon la revendication 23 dans une centrale électrique pour convertir l'énergie solaire en énergie électrique.

FIG 1

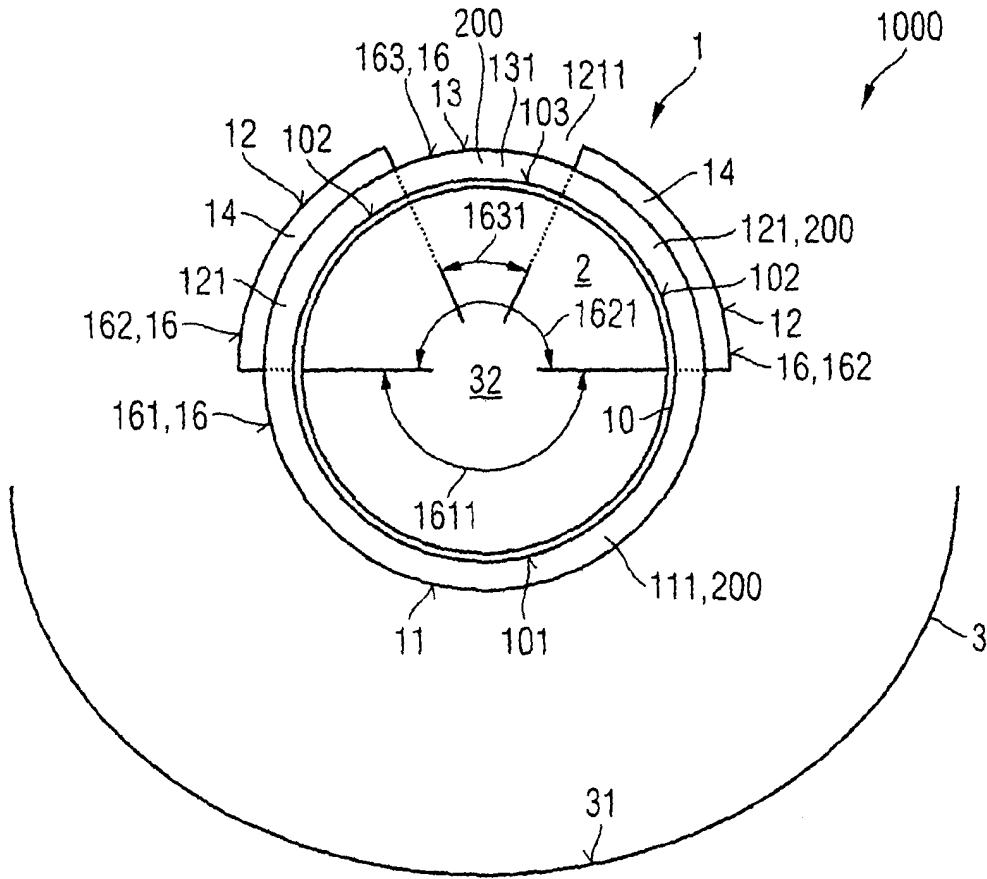


FIG 2

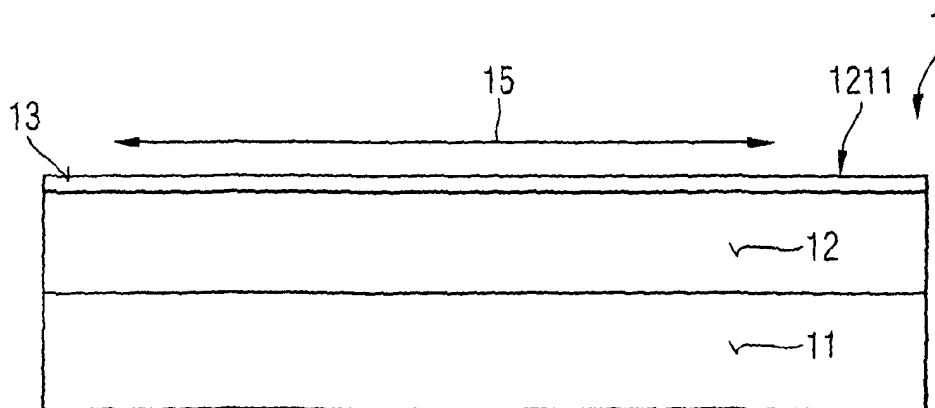


FIG 4

