



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 33773 B1** (51) Cl. internationale : **F24J 2/07; F24J 2/14; F24J 2/48**
- (43) Date de publication : **01.11.2012**

-
- (21) N° Dépôt : **34909**
- (22) Date de Dépôt : **31.05.2012**
- (30) Données de Priorité : **01.12.2009 US 61/265,494**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/EP2010/068653 01.12.2010**
- (71) Demandeur(s) : **SIEMENS CONCENTRATED SOLAR POWER LTD, 3 Ha -Hac'shara 99107 Beit Shemesh (Industrial Area West) (IL)**
- (72) Inventeur(s) : **EZER, Rami ; LIPMAN, Eli ; BARKAI, Menashe**
- (74) Mandataire : **SABA & CO**

-
- (54) Titre : **TUBE RÉCEPTEUR DE CHALEUR, PROCÉDÉ POUR FABRIQUER LE TUBE RÉCEPTEUR DE CHALEUR, COLLECTEUR À MIROIR PARABOLIQUE COMPORTANT LE TUBE RÉCEPTEUR ET UTILISATION DU COLLECTEUR À MIROIR PARABOLIQUE**
- (57) Abrégé : Cette invention porte sur un tube récepteur de chaleur destiné à absorber l'énergie solaire et à transmettre l'énergie solaire absorbée à un fluide de transmission de chaleur qui peut être placé à l'intérieur du tube récepteur de chaleur. Le tube récepteur de chaleur comprend au moins une première surface partielle qui est recouverte par un revêtement absorbant l'énergie solaire pour absorber un rayonnement d'absorption d'un certain spectre de la lumière solaire, et au moins une seconde surface partielle qui est sensiblement non recouverte par le revêtement absorbant. L'invention porte aussi sur un collecteur à miroir parabolique comprenant au moins un miroir parabolique ayant une surface qui réfléchit la lumière solaire pour concentrer la lumière solaire sur 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 étant disposé dans la ligne focale de telle sorte que la première surface partielle portant le revêtement absorbant l'énergie solaire est au

moins partiellement placée à l'opposé de la surface réfléchissant la lumière solaire et que la seconde surface partielle est au moins partiellement écartée de la surface réfléchissant la lumière solaire. La première surface partielle portant le revêtement absorbant l'énergie solaire et la surface réfléchissant la lumière solaire du miroir sont disposées face à face. Le collecteur à miroir parabolique est utilisé dans une installation d'énergie solaire pour convertir l'énergie solaire en énergie électrique.

ABREGE

Cette invention porte sur un tube récepteur de chaleur destiné à absorber l'énergie solaire et à transmettre l'énergie solaire absorbée à un fluide de transmission de chaleur qui peut être placé à l'intérieur du tube récepteur de chaleur. Le tube récepteur de chaleur comprend au moins une première surface partielle qui est recouverte par un revêtement absorbant l'énergie solaire pour absorber un rayonnement d'absorption d'un certain spectre de la lumière solaire, et au moins une seconde surface partielle qui est sensiblement non recouverte par le revêtement absorbant. L'invention porte aussi sur un collecteur à miroir parabolique comprenant au moins un miroir parabolique ayant une surface qui réfléchit la lumière solaire pour concentrer la lumière solaire sur 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 étant disposé dans la ligne focale de telle sorte que la première surface partielle portant le revêtement absorbant l'énergie solaire est au moins partiellement placée à l'opposé de la surface réfléchissant la lumière solaire et que la seconde surface partielle est au moins partiellement écartée de la surface réfléchissant la lumière solaire. La première surface partielle portant le revêtement absorbant l'énergie solaire et la surface réfléchissant la lumière solaire du miroir sont disposées face à face. Le collecteur à miroir parabolique est utilisé dans une installation d'énergie solaire pour convertir l'énergie solaire en énergie électrique.

(DIX PAGES)

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

1 01 NOV 2012

Description

TUBE RECEPTEUR DE CHALEUR, PROCEDE POUR FABRIQUER LE TUBE
RECEPTEUR DE CHALEUR, COLLECTEUR A MIROIR PARABOLIQUE
COMPORTANT LE TUBE RECEPTEUR ET UTILISATION DU COLLECTEUR A
5 MIROIR PARABOLIQUE

CONTEXTE DE L'INVENTION

1. Domaine de l'invention

Cette invention concerne un tube récepteur de chaleur et un
procédé de fabrication d'un tube récepteur de chaleur.

10 L'invention concerne aussi un collecteur à miroir parabolique
et l'utilisation dudit collecteur à miroir parabolique.

2. Description de la technique antérieure

Une unité collectrice de l'énergie solaire d'une centrale
solaire basée sur la technique de l'énergie solaire
15 concentrée est par exemple un collecteur à miroir parabolique
muni de miroirs paraboliques et d'un tube récepteur de
chaleur. Le tube récepteur de chaleur est placé sur une ligne
focale des miroirs. Grâce aux surfaces réfléchissant la
lumière du soleil des miroirs, la lumière solaire est
20 concentrée sur le tube récepteur de chaleur, qui est rempli
d'un fluide de transmission de chaleur, par exemple une
thermo-huile. Via le tube récepteur de chaleur, l'énergie de
la lumière solaire est couplée au fluide de transmission de
chaleur. L'énergie solaire est convertie en énergie
25 thermique.

Afin de maximiser l'efficacité, avec laquelle l'énergie de la
lumière solaire est couplée au fluide de transmission de
chaleur, un revêtement absorbant l'énergie solaire est
rattaché à une surface du tube récepteur de chaleur. Un tel
30 revêtement absorbant comprend habituellement un empilement
multicouche constitué de couches de films minces déposées en
séquence ayant différentes caractéristiques optiques.

Une caractéristique optique globale essentielle du revêtement
absorbant est une absorbance solaire élevée (une faible
35 réflectivité solaire) pour les longueurs d'onde du spectre
solaire (rayonnement solaire). Par ailleurs, une faible
émissivité (une réflectivité élevée) pour le rayonnement
infrarouge est avantageuse. Un tel revêtement est appelé
revêtement solaire sélectif.

40 Pour la fabrication du tube récepteur de chaleur, le
revêtement absorbant l'énergie solaire est rattaché à la
surface du tube récepteur de chaleur en forme d'une séquence
de minces films déposés au moyen d'un procédé tel la
45 pulvérisation cathodique.

RESUME DE L'INVENTION

Un objectif de l'invention concerne un tube récepteur de
chaleur ayant un rendement énergétique qui est amélioré par
comparaison à l'état de la technique.

P

Un autre objectif de l'invention concerne un collecteur à miroir parabolique muni du tube récepteur de chaleur.

Un autre objectif de l'invention concerne l'emploi du collecteur à miroir parabolique.

5 Ces objectifs sont réalisés par les divulgations spécifiées dans les revendications.

L'invention concerne un tube récepteur de chaleur qui sert à absorber l'énergie solaire et à transmettre l'énergie solaire absorbée à un fluide de transmission de chaleur qui peut être
10 situé à l'intérieur du tube récepteur de chaleur. Le tube récepteur de chaleur comprend au moins une première surface partielle, qui est couverte d'un revêtement absorbant l'énergie solaire qui est destiné à absorber un rayonnement
15 solaire d'un certain spectre de la lumière solaire, et au moins une seconde surface partielle, qui est sensiblement non couverte par le revêtement absorbant. La première surface partielle et la seconde surface partielle sont des segments de la zone latérale du tube récepteur de chaleur. Par
20 exemple, la première surface partielle est formée d'un segment ayant une circonférence (angle de segment) comprise entre 90° et 270° tandis que le second segment est formé d'un segment ayant une circonférence comprise entre 180° et 90° .

Par ailleurs, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un tube récepteur de chaleur. Le procédé comprend les
25 étapes suivantes :

a) munir un tube récepteur de chaleur non couvert de la première surface partielle et de la seconde surface partielle ;
et b) attacher un revêtement absorbant l'énergie solaire sur
30 la première surface partielle du tube récepteur de chaleur où la seconde surface partielle demeure sensiblement non couverte.

L'invention concerne aussi un collecteur à miroir parabolique comprenant au moins un miroir parabolique ayant une surface réfléchissant la lumière solaire pour concentrer la lumière
35 solaire sur une ligne focale du miroir parabolique et au moins un tube récepteur de chaleur qui est placé dans la ligne focale du miroir parabolique, où le tube récepteur de chaleur est placé dans la ligne focale de façon à ce que la première surface partielle couverte du revêtement absorbant
40 l'énergie solaire soit au moins en partie placée opposée à la surface réfléchissant la lumière solaire et que la seconde surface partielle soit au moins en partie écartée de la surface réfléchissant la lumière solaire. La première
45 surface partielle couverte du revêtement absorbant l'énergie solaire et la surface réfléchissant la lumière solaire du miroir sont placées face à face.

Finalement, l'invention révèle l'emploi du collecteur à miroir parabolique d'une centrale électrique pour la conversion de l'énergie solaire en énergie électrique.

50 Le concept de l'invention consiste à couvrir juste une première surface partielle du tube récepteur de chaleur avec

un revêtement absorbant l'énergie solaire. Le tube récepteur de chaleur est placé dans la ligne focale du miroir parabolique de façon à ce que le rayonnement solaire concentré heurte le revêtement absorbant l'énergie solaire.

- 5 La partie du tube récepteur de chaleur qui n'est pas chauffée par le rayonnement solaire concentré (c'est-à-dire la partie qui fait habituellement face au soleil et qui est ainsi soumise uniquement au rayonnement solaire direct) n'est pas revêtue ou est recouverte d'un revêtement non sélectif.
- 10 De préférence, la première surface partielle et/ou la seconde surface partielle sont alignées le long d'un alignement longitudinal du tube récepteur de chaleur.

- Dans un mode de réalisation préféré, la première surface partielle comprend un premier segment d'une zone latérale du
- 15 tube récepteur de chaleur ayant une circonférence qui est sélectionnée de la plage comprise entre 150° et 300° et, de préférence, entre 180° et 270° . Dans un mode de réalisation préféré davantage, la seconde surface partielle comprend un
- 20 second segment de la zone latérale du tube récepteur de chaleur ayant une circonférence qui est sélectionnée de la plage comprise entre 210° et 60° et, de préférence, entre 180° et 90° . Ces angles sont optimisés sur le plan des caractéristiques thermiques du tube récepteur de chaleur.

- De préférence, au moins une des surfaces partielles forme une
- 25 zone contiguë. Le tube récepteur de chaleur est placé dans la ligne focale parallèlement à l'alignement longitudinal du miroir. De ce fait, l'absorption de l'énergie solaire est très efficace. Le rayonnement solaire concentré tombe toujours sur le revêtement absorbant l'énergie solaire
- 30 (intensité environ 52 suns) tandis que la seconde surface partielle n'est pas touchée par le rayonnement solaire concentré (intensité environ 0.6 suns). Une très petite quantité d'énergie est sans doute perdue alors que les pertes de chaleur dues à l'émissivité totale sont réduites.

- 35 La seconde surface partielle peut être couverte ou non. La faible émissivité de la seconde surface partielle est avantageuse.

- De préférence, la seconde surface partielle comprend une émissivité pour le rayonnement infrarouge, à une température
- 40 supérieure à 350°C , qui est inférieure à 20%. Dans un mode de réalisation préféré, la seconde surface partielle comprend un métal qui est sélectionné du groupe existant d'aluminium, de cuivre, d'argent, d'or et de molybdène. D'autres métaux ou alliages sont possibles aussi. Par exemple, la seconde
- 45 surface partielle du tube récepteur de chaleur est couverte d'une couche en cuivre. Un tel revêtement en cuivre bloque le rayonnement de la chaleur (l'émissivité) sur la partie supérieure du tube récepteur de chaleur qui est touchée par le rayonnement solaire direct. Ceci réduit fortement les
- 50 pertes de chaleur globales du récepteur tout en perdant un peu du rayonnement total l'atteignant. Le rapport global de l'absorption à l'émissivité du tube récepteur de chaleur

s'élève ainsi même si une partie du rayonnement solaire direct est perdue. Les zones de la première surface partielle et de la seconde surface partielle n'ont pas nécessairement la même ampleur. Les amplitudes des surfaces partielles sont facilement optimisées ainsi que leur emplacement sur la surface latérale du tube récepteur de chaleur (par exemple en raison de RIM).

Pour attacher le revêtement absorbant l'énergie solaire sur la première surface partielle du tube récepteur de chaleur, on applique la technique de dépôt de films minces. La technique de dépôt de films minces est sélectionnée du groupe comprenant un dépôt de couche atomique, un dépôt chimique en phase vapeur et un dépôt physique en phase vapeur. Le dépôt physique en phase vapeur est par exemple la pulvérisation cathodique.

Afin d'obtenir une surface revêtue sélectivement, le raccord du revêtement absorbant l'énergie solaire est effectué à l'aide du procédé de masquage. D'autres procédés adéquats sont possibles aussi.

20 Les avantages suivants se rapportent à l'invention :

- une plage plus grande de matières disponibles est accessible pour la seconde surface partielle du tube récepteur de chaleur. Par exemple, une telle matière ne peut pas être utilisée pour un revêtement sélectif.
- 25 - ceci réalise un blocage supérieur du rayonnement de chaleur sur la partie revêtue de façon non sélective en raison de matières mieux adaptées.
 - ceci produit un rapport global supérieur d'absorption à l'émissivité du tube récepteur de chaleur entier.
- 30 - l'invention offre une solution à la manipulation de fluides de transmission de chaleur à l'intérieur du tube récepteur de chaleur, par exemple la vapeur, où les caractéristiques de transmission de chaleur du fluide causent la flexion du tube récepteur de chaleur, puisque la partie supérieure du
- 35 récepteur subit une dilatation thermique à une vitesse inférieure à la partie inférieure du tube récepteur de chaleur. La faible émissivité du revêtement non sélectif atténue ceci en maintenant la température de la partie supérieure du tube récepteur de chaleur à une température
- 40 élevée en raison d'une émission inférieure de cette partie. Le revêtement à absorption sélective tout autour du tube récepteur de chaleur, même s'il est dynamiquement contrôlé pour avoir différentes épaisseurs de couche ou différents spectres d'absorption sur les deux côtés, est limité par sa
- 45 capacité à surmonter ce problème.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention sont produits à partir de la description de modes de réalisation

exemplaires en référence aux figures. Les figures sont schématiques.

La figure 1 montre une section transversale du tube récepteur de chaleur.

- 5 La figure 2 montre une section transversale d'un collecteur à miroir parabolique.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

- La figure 1 illustre un tube récepteur de chaleur 1 ayant une première surface partielle 10 et une seconde surface partielle 11. La première surface partielle est couverte d'un revêtement absorbant l'énergie solaire (revêtement sélectivement absorbant) 101. Le revêtement absorbant l'énergie solaire est un arrangement multicouche avec différentes couches aux différentes caractéristiques optiques.

La seconde surface partielle est couverte d'un revêtement non sélectif 111 (pointillé). Ce revêtement est fait en cuivre par exemple.

- Le tube récepteur de chaleur fait partie d'un collecteur à miroir parabolique 100. Le collecteur à miroir parabolique comprend au moins un miroir parabolique 201 qui est une surface réfléchissant la lumière solaire 2011. Grâce à la surface réfléchissante, la lumière solaire est concentrée dans la ligne focale 1012 du miroir parabolique 201.

- 25 Le tube récepteur de chaleur est situé dans la ligne focale du miroir parabolique. De ce fait, la première surface partielle du tube récepteur de chaleur (la partie inférieure du tube récepteur) est opposée à la surface réfléchissant la lumière solaire du miroir. La seconde surface partielle (la partie supérieure du tube récepteur de chaleur) est écartée de la surface réfléchissant la lumière solaire du miroir.

- Un fluide de transmission de chaleur est situé à l'intérieur du tube récepteur de chaleur. Grâce au revêtement absorbant l'énergie solaire, la lumière solaire est absorbée et convertie en chaleur. Cette chaleur est transmise au fluide de transmission de chaleur.

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

40

45

50

5

10

15

20

Revendications

1. Un tube récepteur de chaleur (1) qui est destiné à absorber l'énergie solaire et à transmettre l'énergie solaire absorbée à un fluide de transmission de chaleur qui peut être
25 situé à l'intérieur du tube récepteur de chaleur, où le tube récepteur de chaleur comprend

- au moins une première surface partielle (10), qui est couverte d'un revêtement absorbant l'énergie solaire (101) qui sert à absorber un rayonnement solaire d'un certain
30 spectre de la lumière solaire, et

- au moins une seconde surface partielle, qui est sensiblement non couverte par le revêtement absorbeur.

2. Un tube récepteur de chaleur conformément à la revendication 1, où la première surface partielle et/ou la
35 seconde surface partielle sont alignées le long d'un alignement longitudinal du tube récepteur de chaleur.

3. Un tube récepteur de chaleur conformément aux revendications 1 ou 2, où la première surface partielle comprend un premier segment d'une zone latérale du tube
40 récepteur de chaleur ayant une circonférence qui est sélectionnée de la plage comprise entre 150° et 300° et, de préférence, entre 180° et 270°.

4. Un tube récepteur de chaleur conformément à l'une des revendications précédentes, où la seconde surface partielle
45 comprend un second segment de la zone latérale du tube récepteur de chaleur ayant une circonférence qui est sélectionnée de la plage comprise entre 210° et 60° et, de préférence, entre 180° et 90°.

5. Un tube récepteur de chaleur conformément à l'une des
50 revendications précédentes, où la seconde surface partielle comprend une émissivité pour le rayonnement infrarouge qui est inférieure à 20%.

6. Un tube récepteur de chaleur conformément à l'une des revendications précédentes, où la seconde surface partielle comprend un métal qui est sélectionné du groupe existant d'aluminium, de cuivre, d'argent, d'or et de molybdène.
- 5 7. Un tube récepteur de chaleur conformément à l'une des revendications précédentes, où au moins une des surfaces partielles forme une zone contiguë.
8. Un procédé de fabrication d'un tube récepteur de chaleur conformément à l'une des revendications 1 à 7, le procédé
10 comprenant les étapes suivantes :
- a) fournir un tube récepteur de chaleur non couvert par la première surface partielle et la seconde surface partielle ;
et
b) attacher un revêtement absorbant l'énergie solaire sur la
15 première surface partielle du tube récepteur de chaleur où la seconde surface partielle demeure sensiblement non couverte.
9. Un procédé conformément à la revendication 8, où pour attacher le revêtement absorbant l'énergie solaire sur la première surface partielle du tube récepteur de chaleur on a
20 recours à une technique de dépôt de films minces.
10. Un procédé conformément à la revendication 9, où la technique de dépôt de films minces est sélectionnée du groupe comprenant le dépôt de couche atomique, le dépôt chimique en phase vapeur et le dépôt physique en phase vapeur.
- 25 11. Un procédé conformément à l'une des revendications 8 à 10, où le raccord est effectué à l'aide du procédé de masquage.
12. Un collecteur à miroir parabolique comprenant
- au moins un miroir parabolique ayant une surface
30 réfléchissant la lumière solaire qui sert à concentrer la lumière solaire dans une ligne focale du miroir parabolique ;
et
- au moins un tube récepteur de chaleur conformément aux revendications 1 à 5 qui est placé dans la ligne focale du
35 miroir parabolique ;
où le tube récepteur de chaleur est placé dans la ligne focale de façon à ce que la première surface partielle couverte du revêtement absorbant l'énergie solaire soit au moins en partie située opposée à la surface réfléchissant la
40 lumière solaire et la seconde surface partielle soit au moins en partie écartée de la surface réfléchissant la lumière solaire.
13. L'utilisation du collecteur à miroir parabolique conformément à la revendication 12 dans une centrale
45 électrique pour convertir l'énergie solaire en énergie électrique.

Nombre de lignes : 375

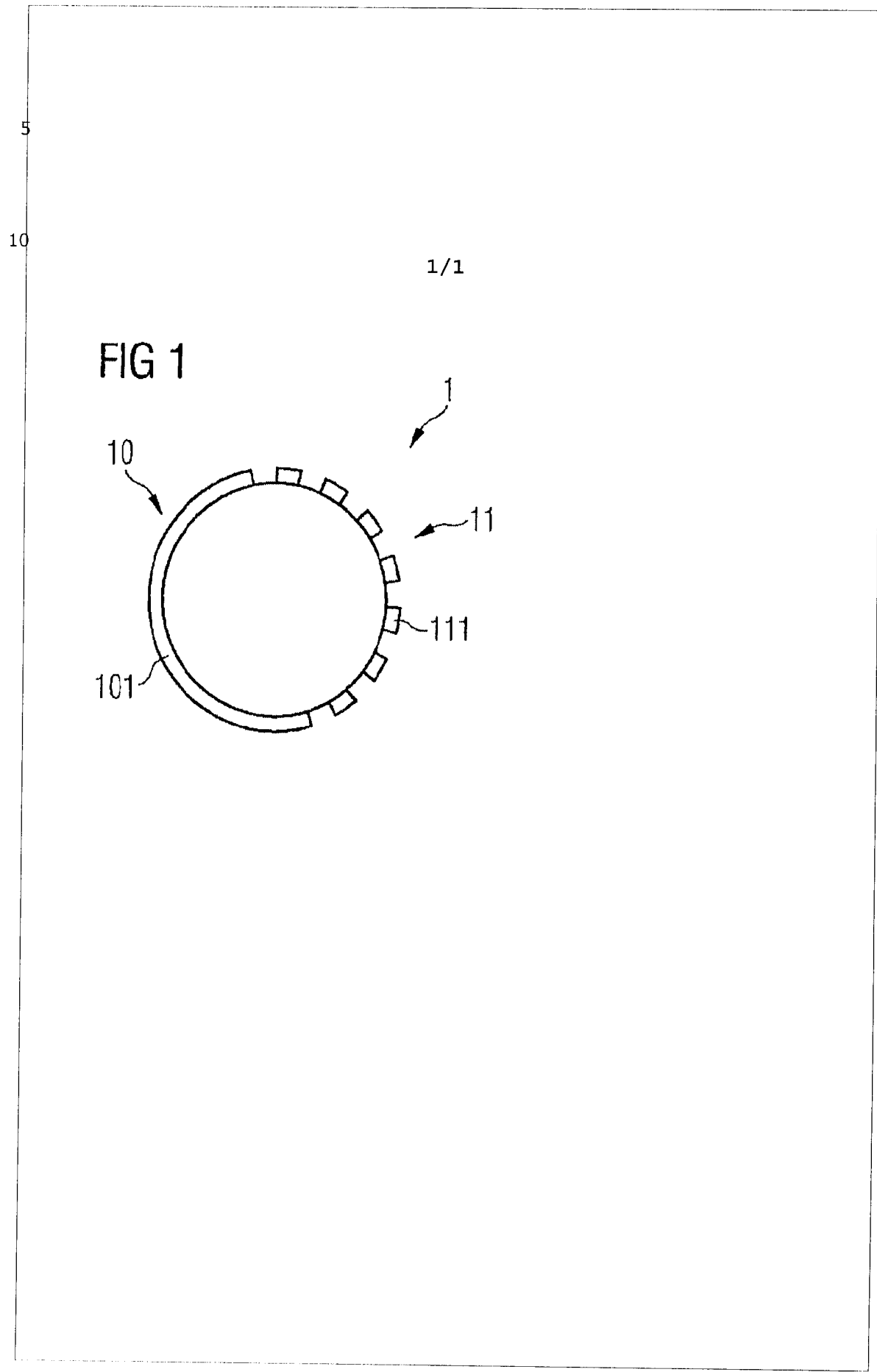
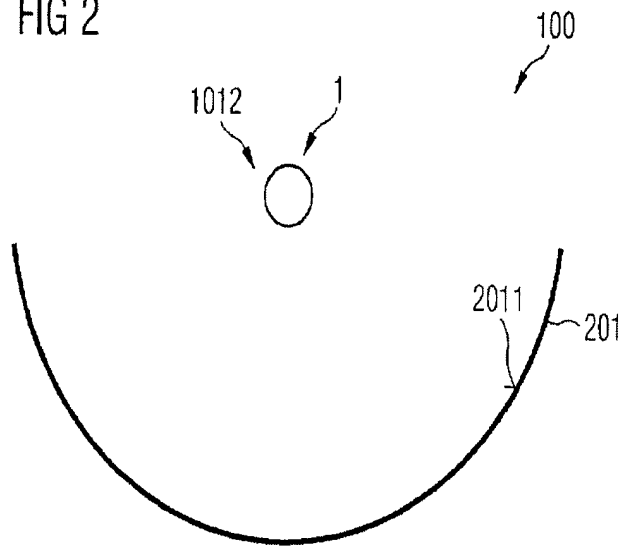


FIG 2



5
FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLEMENT 26)

/