

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication : **2 926 676**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **08 50342**

51) Int Cl<sup>8</sup> : **H 01 L 31/058 (2006.01), F 24 J 2/04**

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 18.01.08.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 24.07.09 Bulletin 09/30.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : **NOCERA PIERRE JEAN — FR.**

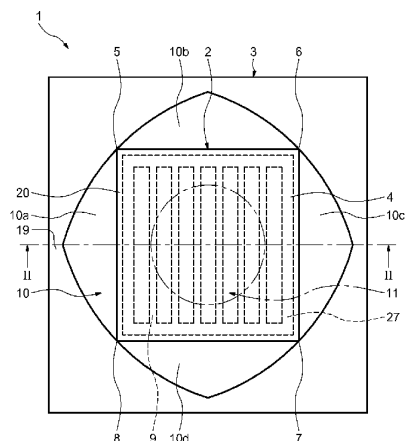
72) Inventeur(s) : **NOCERA PIERRE JEAN.**

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : **CASALONGA ET JOSSE.**

54) **CAPTEUR SOLAIRE HYBRIDE A SUPPORT REFLECHISSANT ET CELLULE PHOTOVOLTAIQUE ARRIERE.**

57) Capteur solaire hybride comprenant un capteur thermique (2) monté à l'intérieur d'un support (3) sur lequel il s'appuie, et dans lequel peut circuler un fluide caloporteur, le capteur thermique (2) et le support (3) présentant une face avant (14a) destinée à être exposée à la lumière, comprenant au moins une cellule photovoltaïque (16) disposée sur une face arrière (14b) du capteur thermique (2), opposée à la face avant (14a).



FR 2 926 676 - A1



B 06/2373 FR – AxC-SKI

Au nom de : Monsieur **NOCERA Pierre-Jean**

**Capteur solaire hybride à support réfléchissant et cellule photovoltaïque arrière.**

Invention de : NOCERA Pierre-Jean

**Capteur solaire hybride à support réfléchissant et cellule photovoltaïque arrière.**

5 L'invention concerne le domaine des capteurs solaires hybrides et en particulier le domaine des capteurs photovoltaïques et thermiques.

La demande de brevet FR 2 852 087 (Nocera) décrit un capteur solaire pour chauffe-eau comprenant un échangeur de chaleur réalisé à partir de deux demi-coques en matière synthétique. Un tel capteur présente l'avantage d'être léger et de recevoir la totalité du flux solaire illuminant la surface du capteur. Un tel capteur est d'autant plus efficace que le fluide échauffé présente une température élevée. En revanche, l'énergie solaire n'est récupérée que sous forme thermique et ne permet pas de produire de l'électricité.

15 Par ailleurs, les capteurs photovoltaïques sont généralement limités par le fait que l'énergie solaire illuminant les cellules photovoltaïques, échauffe le matériau en silicium cristallin. A température élevée, le rendement électrique du capteur photovoltaïque se dégrade. On recherche à refroidir les cellules de silicium.

20 La demande de brevet WO 2005 074 040 (Asteriadis) décrit un générateur solaire photovoltaïque comprenant des modules de ruban photovoltaïques arrangés en face d'un réflecteur. Dans ce type de capteur, le refroidissement des cellules photovoltaïques se fait par convection d'air entourant les modules en forme de ruban. Cela présente l'inconvénient que l'énergie thermique ayant échauffé les cellules photovoltaïques est dispersée dans l'atmosphère et n'est pas récupérée.

25 La demande de brevet WO 99/10 924 (Technische Universiteit Eindhoven) décrit un panneau hybride photovoltaïque et thermique composé de cellules photovoltaïques exposées au soleil et collées sur une plaque absorbante de chaleur reliée thermiquement à des tuyaux de fluide. Ce type de capteur est principalement de type photovoltaïque car  
30 les cellules sont exposées au soleil et font de l'ombre à l'élément

absorbant. De plus, la température du fluide est limitée par la température maximum souhaitable pour les cellules photovoltaïques.

5 L'invention propose un capteur hybride photovoltaïque et thermique qui permet de transmettre des premiers rayons lumineux incidents sur un capteur thermique exposé à la lumière et des  
deuxièmes rayons lumineux adjacents aux premiers rayons lumineux sur l'ensemble des cellules photovoltaïques disposées de façon contiguë sur une même partie plane et localisées à l'arrière du capteur thermique, tout en isolant les cellules du capteur thermique.

10 Elle comporte un capteur solaire hybride comprenant un capteur thermique monté à l'intérieur d'un support sur lequel il s'appuie, et dans lequel peut circuler un fluide caloporteur, le capteur thermique et le support présentant une face avant destinée à être exposée à la lumière, caractérisé par le fait qu'il comprend au moins une cellule  
15 photovoltaïque disposée sur une face arrière du capteur thermique, opposée à la face avant ; le support présentant au moins une surface réfléchissante disposée en regard et à distance de la cellule photovoltaïque ; au moins une ouverture étant prévue pour la pénétration de rayons lumineux jusqu'à la surface réfléchissante et se  
20 situant sur la face avant entre un bord du capteur thermique et un rebord du support.

On conçoit qu'un tel capteur, ne limite pas les caractéristiques du capteur thermique, puisque les cellules photovoltaïques ne font pas d'ombre sur le capteur thermique principal. De plus, le fait que les  
25 cellules soient à l'arrière du capteur thermique permet d'évacuer l'échauffement des cellules photovoltaïques par la circulation d'air rendue possible par une distance ou un espace laissé entre le support et le capteur. Enfin, le fait que la ou les cellules soient à distance du support permet à des faisceaux lumineux venant de l'avant du capteur,  
30 de se propager le long de la face arrière du capteur principal, en étant réfléchis sur les surfaces réfléchissantes jusqu'à atteindre les cellules photovoltaïques.

Le capteur selon l'invention est équipé de plusieurs cellules photovoltaïques disposées de façon contiguë sur une partie plane arrière de la face arrière du capteur, et a une forme générale plane.

5 Avantageusement, le capteur étant centré et en appui ponctuel par ses quatre extrémités sur le support permet de présenter sa face arrière à distance des surfaces réfléchissantes, et d'exposer directement à la lumière incidente une partie réfléchissante.

10 Ainsi, le support comprend une surface convexe réfléchissante disposée sous le capteur principal et une surface concave réfléchissante, entourant la surface convexe, de manière que les faisceaux lumineux, pénétrant par la ou les ouvertures, soient réfléchis vers la surface convexe centrale, puis vers les cellules photovoltaïques.

15 Autrement dit, la surface concave du support comprend une portion de tore et la surface convexe du support comprend une portion de sphère centrée vis-à-vis du capteur selon l'invention.

20 Ainsi, les rayons de courbure des surfaces réfléchissantes, concaves et convexes, sont définis pour former un miroir divergeant afin que les rayons lumineux atteignent l'ensemble des cellules photovoltaïques, le rayon de la surface convexe sphérique étant supérieur au rayon de la section du demi- tore de la surface concave.

25 Les capteurs thermiques pouvant être utilisés sont par exemple les capteurs composites, sous vides ou métalliques. Ils comportent un réseau de tubes transportant le fluide caloporteur, dans lequel un évidement est crée entre la partie plane arrière sur laquelle sont fixées les cellules et une partie inférieure des tubes, cet évidement étant relié à l'extérieur.

30 De façon non limitative, le capteur thermique illustré par la suite est décrit par des tubes formés par deux demi- coques supérieure et inférieure qui comprennent à leurs extrémités une nervure en forme de cadre. Avantageusement, un évidement est créé entre la partie plane sur laquelle sont fixées les cellules et la coque inférieure, cet évidement étant relié à l'extérieur, ce qui permet une isolation des

cellules vis-à-vis des tubes du capteur thermique et en particulier de la coque inférieure par une circulation d'air.

Autrement dit, l'évidement sert à faire circuler de l'air pour refroidir les cellules, par exemple dans le cas où la température maximum souhaitable des cellules a été atteinte et que le capteur thermique est encore plus chaud. On comprend qu'en faisant varier le flux d'air entre le capteur thermique et les cellules photovoltaïques, on peut optimiser le fonctionnement, tant de la partie thermique que de la partie photovoltaïque du capteur, le rendement électrique du capteur photovoltaïque se dégradant à température élevée.

Avantageusement, une couche isolant peut être disposée dans cet évidement pour également éviter que le capteur thermique ne chauffe exagérément le capteur photovoltaïque.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation pris à titre d'exemple non limitatif et illustré par les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue de dessus d'un capteur hybride selon l'invention ;

- la figure 2 représente une vue en coupe suivant l'axe A-A du capteur hybride selon l'invention de la figure 1.

Le terme avant, respectivement arrière, appliqué au capteur selon l'invention, correspond à la face supérieure de ce dernier exposée à la lumière et orientée vers l'extérieur du support, respectivement la face inférieure orientée vers l'intérieur du support.

L'expression 'capteur selon l'invention 1' désigne l'ensemble formé par le capteur thermique équipé des cellules photovoltaïques et le support, et le mot capteur 2 désigne le capteur thermique.

La figure 1 montre une vue de dessus d'une face avant 14A d'un capteur thermique 2 logé dans un support 3.

Ce capteur 2 présente une partie avant 4 plane, et est disposé en appui sur le support 3 par ses quatre extrémités 5, 6, 7, 8. Cette partie avant 4 correspond par exemple à une plaque de couverture translucide. Dans ce capteur 2, est montré un réseau de tubes 9 servant

à transporter le fluide caloporteur, ces tubes 9 se trouvant localisés sous la partie avant 4.

Le support 3 présente, latéralement et vers l'arrière de la partie avant 4, une surface concave 10 réfléchissant la lumière et correspondant à un demi-tore, et une surface convexe sphérique 11 réfléchissant la lumière et centrée à l'intérieur de la partie avant 4, vers l'arrière en dessous de celle-ci comme montré figure 2. La surface concave 10 se raccorde à la surface convexe 11 en l'entourant. La forme précise des surfaces 10 et 11 peut varier dans la mesure où la réflexion des rayons lumineux entre les deux surfaces 10 et 11 est réalisée comme décrit ci-après. Par ailleurs, la surface concave 10 comprend sur la figure 1 quatre surfaces 10a, 10b, 10c, 10d qui correspondent chacune à un espace laissé libre (exposé à la lumière) sur les quatre côtés du capteur 2.

Cette disposition du capteur 2 à l'intérieur du support 3 permet d'une part à la partie avant 4 de recevoir des premiers rayons lumineux 12 incidents transmis directement aux tubes 9 du capteur thermique 2 vu l'exposition directe de ce dernier à la lumière, et d'autre part aux quatre surfaces réfléchissantes 10a, 10b, 10c, 10d de la surface concave 10 du support 3 de recevoir des deuxièmes rayons lumineux 13 incidents non reçus par le capteur thermique 2, comme représenté à la figure 2.

La figure 2 montre une vue en coupe suivant l'axe A-A du capteur hybride 1 selon l'invention de la figure 1, ce capteur 1 présentant une symétrie selon l'axe B-B. Dans le capteur thermique 2, sont logés les tubes 9 pour le fluide caloporteur montés entre la face avant 14a constituée de la partie avant 4, et une face arrière 14b constituée, par exemple, d'une partie plane arrière 15 du type plaque ou grille. Sur la partie plane arrière 15 sont fixées de façon contiguë des cellules photovoltaïques 16. Les cellules 16 sont, de préférence, disposées sur toute la surface inférieure de la partie plane arrière 15, par exemple en rangées parallèles.

Le fonctionnement du capteur 1 selon l'invention est le suivant.

Les premiers rayons lumineux 12 traversent la partie avant 4 du capteur thermique 2 pour venir réchauffer le fluide caloporteur dans les tubes 9. Les deuxièmes rayons lumineux 13 passant par les ouvertures telles que 17 et 18 situées entre un rebord 19 du support 3 et un bord 20 de la partie avant 4 du capteur 2, sont réfléchis sur une partie de la surface concave 10 du support 3, puis sur une partie de la surface convexe sphérique 11 du support 3, avant d'atteindre l'ensemble des cellules photovoltaïques 16 séparées du support 3 par un espace. A noter que suivant l'évolution de la journée, les premiers et deuxièmes rayons lumineux décrivent une inclinaison angulaire 12a, 13a puis 12b, 13b, et que le support 3 présente une position angulaire vis-à-vis du sol fonction de la latitude du lieu où il se situe.

Ainsi, la disposition du capteur 2 vis-à-vis du support 3 permet de présenter les surfaces réfléchissantes 10 et 11 en regard et à distance des cellules photovoltaïques 16. En effet, le capteur 2 étant centré et en appui ponctuel par ses quatre extrémités 5, 6, 7, 8 sur le support 3, comme illustré sur la figure 1, permet de présenter sa face arrière 14B à distance des surfaces réfléchissantes 10 et 11, et d'exposer directement aux deuxièmes rayons lumineux 13 les quatre surfaces réfléchissantes 10a, 10b, 10c et 10d du support 3.

Les rayons de courbure des parties réfléchissantes, concaves et convexes, sont définis pour former un miroir divergeant, c'est-à-dire réfléchir les deuxièmes rayons lumineux 13 sur toutes les cellules photovoltaïques 16.

La surface concave réfléchissante 10 entoure la surface convexe réfléchissante 11, et présente un rayon de la section du demi-tore 10 inférieur au rayon de la sphère 11. Ce choix de rayons permet aux deuxièmes rayons lumineux 13 incidents une plus grande variabilité de trajectoires comme illustré sur la figure 2 (du fait de l'angle qu'ils forment avec la surface 11), et d'atteindre et de couvrir l'ensemble des cellules photovoltaïques 16 afin d'éviter un échauffement localisé sur une ou plusieurs cellules 16 voisines.

Les tubes 9 du capteur thermique 2 peuvent être formés par l'assemblage de deux demi-coques supérieure 23 et inférieure 24

présentant à leur périphérie une nervure 27 en forme de cadre. Avantageusement, la nervure 27 est étanche et remplie d'air de façon à améliorer l'isolation thermique. Pour plus de précisions sur une structure de capteur thermique 2 que l'on peut utiliser à titre  
5 d'exemple dans le capteur hybride 1 de la présente invention, on pourra se reporter à la demande de brevet français FR2852087. La partie plane arrière 15 sur laquelle sont fixées les cellules photovoltaïques 16 est tenue par les nervures 27 inférieures, ce qui permet comme les nervures présentent une largeur élargie vis-à-vis de  
10 la zone centrale des tubes 9 de disposer à distance les cellules photovoltaïques 16 de la demi-coque ou partie inférieure 24 des tubes 9 c'est-à-dire de créer un évidement 28. Avantageusement cet évidement 28 est relié à l'extérieur ce qui permet une circulation d'air entre la demi-coque inférieure 24 et les cellules photovoltaïques 16.

15 Il peut de plus être intéressant de disposer une couche d'isolant dans cet évidement 28 (non représentée sur la figure 2) pour éviter que le capteur thermique 2 ne chauffe exagérément les cellules photovoltaïques.

Par ailleurs, dans un mode de réalisation préféré de l'invention,  
20 le rebord 19 du support 3 est équipé de cellules photovoltaïques 16 qui ne sont pas représentées sur la figure 1 par souci de clarté.

Ainsi, l'invention permet d'utiliser dans un périmètre spatial assez restreint et de façon opposée à l'exposition à la lumière un capteur thermique 2 et des cellules photovoltaïques 16, le capteur  
25 thermique 2 et les cellules fonctionnant de façon indépendante, la température des cellules n'étant pas en particulier liée à celle du capteur thermique 2. On récupère ainsi à la fois de la chaleur par le fluide caloporteur et de l'électricité par les cellules. Une pompe entraînée par un moteur électrique alimenté par les cellules peut  
30 permettre la circulation d'air ou de fluide dans le capteur thermique.

Le capteur 2 décrit ci-avant à titre d'exemple correspond à un capteur composite être formé d'une matière synthétique monobloc, les surfaces réfléchissantes 10 et 11 d'un métal poli (aluminium), et le support 3 d'un matériau moulé.

Les deux autres types de capteurs que sont le capteur sous vide et le capteur métallique sont également utilisables dans le capteur hybride 1 selon l'invention.

5

10

15

20

25

30

35

40

## REVENDICATIONS

1 -Capteur solaire hybride comprenant un capteur thermique (2)  
5 monté à l'intérieur d'un support (3) sur lequel il s'appuie, et dans lequel peut circuler un fluide caloporteur, le capteur thermique (2) et le support (3) présentant une face avant (14a) destinée à être exposée à la lumière, caractérisé par le fait qu'il comprend au moins une cellule photovoltaïque (16) disposée sur une face arrière (14b) du capteur thermique (2), opposée à la face avant (14a) ; le support (3) présentant  
10 au moins une surface réfléchissante (10, 11) disposée en regard et à distance de la cellule photovoltaïque (16) ; au moins une ouverture (17, 18) étant prévue pour la pénétration de rayons lumineux (13) jusqu'à la surface réfléchissante (10, 11), cette ouverture (17, 18) se situant sur la face avant (14a) entre un bord (20) du capteur thermique  
15 (2) et un rebord (19) du support (3).

2 -Capteur selon la revendication 1, dans lequel le support (3) comprend une surface convexe réfléchissante (11) disposée sous le capteur (2) et une surface concave réfléchissante (10), entourant la  
20 surface convexe (11), de manière que les faisceaux lumineux (13), pénétrant par la ou les ouvertures (17, 18), soient réfléchis vers la surface convexe centrale (11), puis vers les cellules photovoltaïques (16).

3- Capteur selon la revendication 2, dans lequel le capteur (2) étant centré et en appui ponctuel par ses quatre extrémités (5, 6, 7, 8)  
25 sur le support (3) permet de présenter sa face arrière (14b) à distance des surfaces réfléchissantes (10, 11), et d'exposer directement à la lumière incidente (13) les quatre surfaces réfléchissantes (10a, 10b, 10c et 10d).

4 -Capteur selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3,  
30 dans lequel le capteur (2) équipé de plusieurs cellules photovoltaïques (16) disposées de façon contiguë sur une partie plane arrière (15) est de forme générale plane.

5 -Capteur selon l'une quelconque des revendications 3, 4, dans lequel la surface concave (10) présentent une forme de demi- tore, et la surface convexe (11) une portion de sphère.

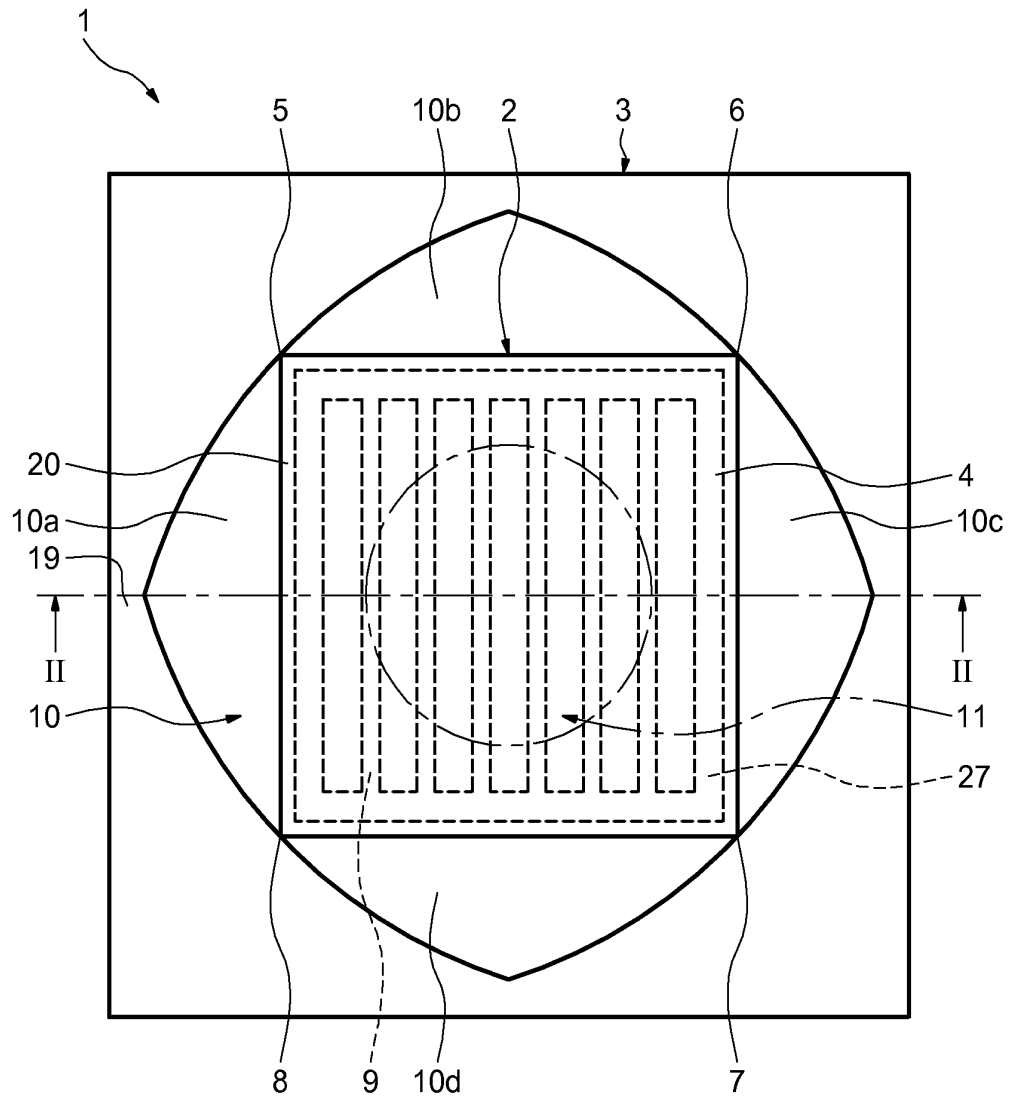
5 6 -Capteur selon l'une quelconque des revendications 2, 3, 4, 5, dans lequel les rayons de courbure des surfaces réfléchissantes (10, 11), sont définis pour former un miroir divergeant afin que les rayons lumineux (13) atteignent l'ensemble des cellules photovoltaïques (16), le rayon de la surface convexe sphérique (11) étant supérieur au rayon de la section du demi- tore de la surface concave (10).

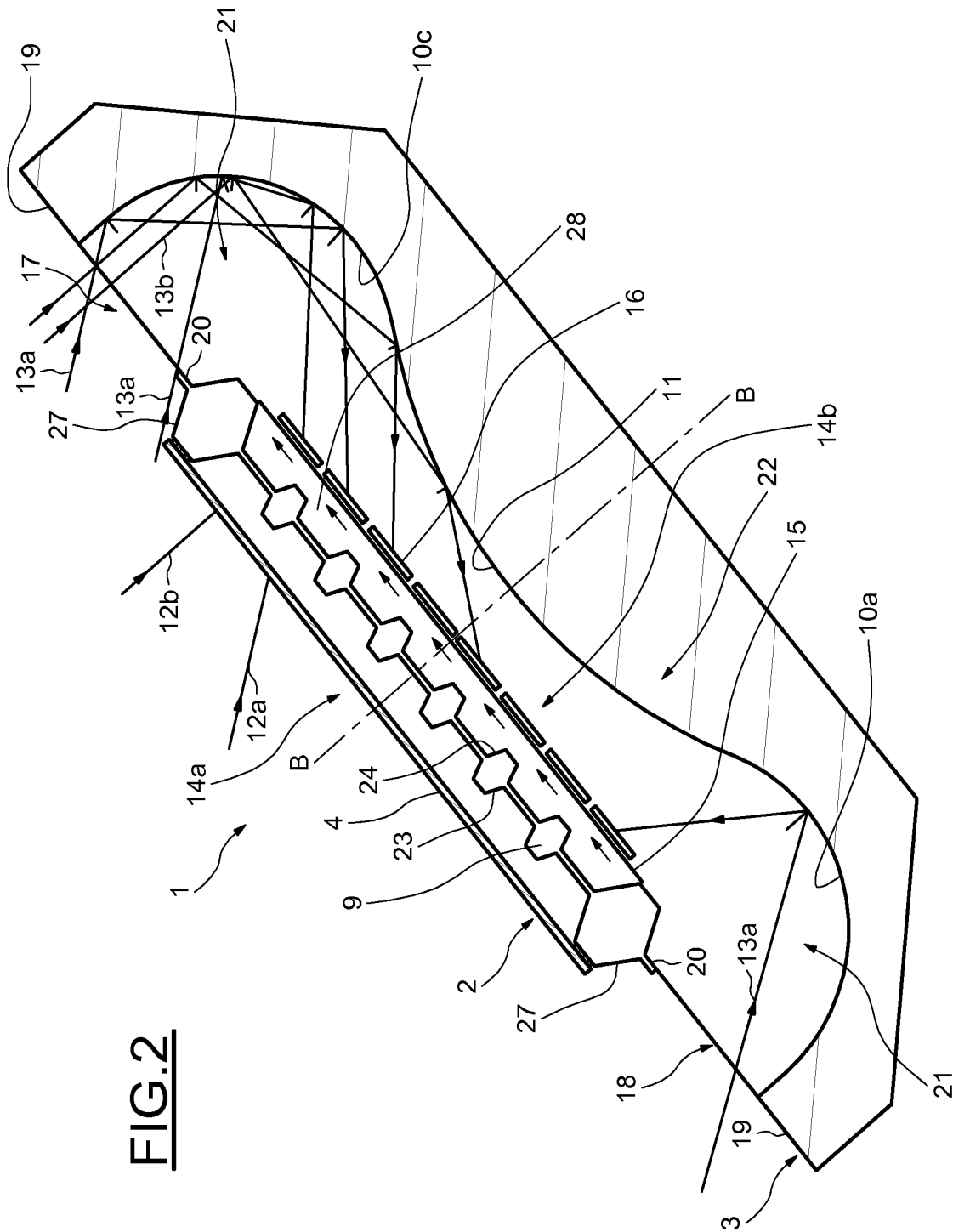
10 7 -Capteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le capteur thermique (2) comporte un réseau de tubes (9) transportant le fluide caloporteur

15 8 -Capteur selon la revendication 7, dans lequel un évidement (28) est crée entre la partie plane arrière (15) sur laquelle sont fixées les cellules (16) et une partie inférieure (24) des tubes (9), cet évidement (28) étant relié à l'extérieur.

9 -Capteur selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'une couche isolant est disposée dans cet évidement (28) pour éviter que le capteur thermique (2) ne chauffe les cellules photovoltaïques (16).

20 10 -Capteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rebord (19) du support (3) est équipé de cellules photovoltaïques (16).

FIG. 1



**FIG. 2**



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 703892  
FR 0850342

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 6 029 656 A (SCHWARZ ALOIS [AT]) 29 février 2000 (2000-02-29) * abrégé; figures 1-4a * * colonne 2, ligne 65 - colonne 4, ligne 15 *	1,4,7-10	H01L31/058 F24J2/04
X	WO 2005/090873 A (MENOVA ENGINEERING INC [CA]; GERWING DAVE [CA]; GRANT NEIL C [CA]; KOU) 29 septembre 2005 (2005-09-29) * abrégé; figures 1-4 * * page 28, ligne 21 - page 29, ligne 2 *	1,4,7-10	
A	DE 44 05 650 C1 (LINHARDT FRITZ DIPL ING [DE]) 14 juin 1995 (1995-06-14) * abrégé; figure 1 *	1	
A	US 4 278 829 A (POWELL ROGER A) 14 juillet 1981 (1981-07-14) * abrégé; figures 2-4,8 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01L F24J F28D
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		3 septembre 2008	Favre, Pierre
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0850342 FA 703892**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 03-09-2008

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6029656 A	29-02-2000	AT 404753 B CA 2236895 A1 EP 0877213 A2	25-02-1999 07-11-1998 11-11-1998
-----			
WO 2005090873 A	29-09-2005	AUCUN	
-----			
DE 4405650 C1	14-06-1995	AUCUN	
-----			
US 4278829 A	14-07-1981	AUCUN	
-----			