



## (12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 30303 B1** (51) Cl. internationale : **H01L 31/052; F24J 2/18**
- (43) Date de publication : **01.04.2009**

- 
- (21) N° Dépôt : **31102**
- (22) Date de Dépôt : **11.07.2008**
- (30) Données de Priorité : **19.12.2005 IT RM2005A000635**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/IT2006/000850 14.12.2006**
- (71) Demandeur(s) : **ERIC RESEARCH S.R.L., VIA G. GRIMALDI, 25 96010 FRIOLO GARGALLO SR (IT)**
- (72) Inventeur(s) : **NAVANTERI, Marcello**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**

- 
- (54) Titre : **DISPOSITIF ET USINE PHOTOVOLTAIQUES AVEC CONCENTRATION SELECTIVE DE LA RADIATION INCIDENTE.**
- (57) Abrégé : **DISPOSITIF ET USINE PHOTOVOLTAIQUES AVEC CONCENTRATION SELECTIVE DE LA RADIATION INCIDENTE** L'invention concerne un dispositif photovoltaïque (1) du type comprenant au moins un panneau photovoltaïque (3), pour transformer la radiation solaire incidente en courant électrique continue, au moins une surface réfléchissante (2) et un élément focal réfléchissant (8) pour concentrer la radiation solaire incidente, disposés sur un châssis (4) supporté par un support (5) ayant un système de poursuite électromécanique (7), en azimuth et/ou en élévation, de la direction d'origine des rayons solaires, caractérisée en ce que ledit élément focal réfléchissant (8) est ultérieurement fourni de moyens de filtrage de la radiation solaire incidente réfléchie vers lesdits panneaux photovoltaïques (3).

**DISPOSITIF ET USINE PHOTOVOLTAIQUES AVEC CONCENTRATION  
SELECTIVE DE LA RADIATION INCIDENTE**

**ABREGE**

5 L'invention concerne un dispositif photovoltaïque (1) du type  
comprenant au moins un panneau photovoltaïque (3), pour transformer la  
radiation solaire incidente en courant électrique continue, au moins une  
surface réfléchissante (2) et un élément focal réfléchissant (8) pour  
10 concentrer la radiation solaire incidente, disposés sur un châssis (4)  
supporté par un support (5) ayant un système de poursuite  
électromécanique (7), en azimuth et/ou en élévation, de la direction  
d'origine des rayons solaires, caractérisée en ce que ledit élément focal  
réfléchissant (8) est ultérieurement fourni de moyens de filtrage de la  
15 radiation solaire incidente réfléchi vers lesdits panneaux photovoltaïques  
(3).



## DISPOSITIF ET USINE PHOTOVOLTAIQUES AVEC CONCENTRATION SELECTIVE DE LA RADIATION INCIDENTE

5 La présente invention concerne un dispositif photovoltaïque avec concentration sélective de la radiation incidente et une installation dont ledit dispositif est une partie intégrale dans des modules répétés.

L'invention se rapporte au domaine de la production d'énergie électrique par l'utilisation de la radiation solaire comme source primaire.

10 Il est connu, à présent, que les systèmes de transformation photovoltaïque avec concentration d'énergie incidente représente un des domaines d'exploitation d'énergie renouvelable qui mérite la plus grande attention sur une échelle globale, de la part de la recherche et de l'industrie.

15 La raison pour un intérêt si grand sur cette technologie peut être rapportée à l'abaissement des coûts totaux de la production (essentiellement le coût du kilowatt-heure produit) dus à l'effet combiné de l'augmentation de l'énergie produite durant les heures de pleine insolation et de l'augmentation du nombre d'heures d'insolation qui sont utilisables dans la pratique.

20 Il est évident que ces systèmes montrent leurs meilleurs avantages quand ils sont installés dans des sites caractérisés par des valeurs élevées du rayonnement solaire direct.

Les systèmes qui sont connus à présent peuvent être subdivisés dans des différentes catégories.

25 La plupart des applications photovoltaïques actuelles sont caractérisées par un fonctionnement et par une géométrie très simple de l'installation. En pratique elles sont composées de panneaux plats, orientés vers un point fixe et supportés en une position fixe par une surface fixe de support. De préférence, ces panneaux sont orientés vers le  
30 point de passage du soleil à midi, c'est-à-dire vers un point dont l'azimuth se trouve dans une position intermédiaire entre la position de l'azimuth à l'aube et la position de l'azimuth au coucher du soleil et dont la hauteur se trouve dans une position intermédiaire entre celle du soleil à midi dans le solstice d'été et celle du soleil à midi dans le solstice d'hiver. En pratique,  
35 on choisit une position qui peut être irradiée par les rayons solaires pendant le plus de temps dans la journée, tout en essayant de minimiser la résultante des angles incidents des rayons solaires avec la surface du panneau au cours de la journée. Cependant, le plus souvent la position du

panneau dépend de facteurs extérieurs, tels que la direction d'orientation et l'angle d'un élément architectural ou naturel qui peut être utilisé de façon pratique comme support du panneau. Un exemple de ce type d'installations est constitué par les panneaux qui couvrent des parois et toits de bâtiments.

5 Dans un second type d'application (particulièrement utilisée dans des grandes installations de production), les panneaux sont supportés par des structures qui ont la possibilité de tracer le soleil durant son cours dans le ciel, soit en azimuth (tracement Est-Ouest), soit en azimuth et élévation en même temps. Le but de telles structures de tracement est évidemment celui de maximiser la quantité d'énergie électrique produite, au moyen de la maximisation de la radiation solaire incidente qui résulte de l'alignement des panneaux par rapport à la direction d'origine des rayons solaires.

10  
15  
20  
25  
30  
35

15 Finalement, dans un autre type d'application (qui a été appliqué jusqu'à maintenant dans la pratique seulement dans des installations thermodynamiques à haute température), on a aussi réalisé la concentration solaire des rayons incidents, c'est-à-dire la cellule photovoltaïque elle-même est constituée par un élément placé en correspondance du foyer d'un ou plusieurs miroirs de concentration. Cette solution permet l'obtention de valeurs de concentration de la radiation solaire incidente qui est égale à des centaines de fois la valeur naturelle. Les hautes températures associées avec lesdites valeurs de la radiation solaire contraignent à utiliser des cellules photovoltaïques spéciales. De telles cellules, caractérisées par un haut rendement de transformation de l'énergie solaire en énergie électrique, sont essentiellement différentes des cellules mono ou polycrystallines en silicium communément disponibles sur le marché.

30 Il en suit que, bien que ce dernier type d'application résulte être beaucoup plus avantageux que les applications sans concentration de la radiation, d'autre part elle présente des difficultés de réalisation et implique des coûts élevés.

35 Finalement, il est possible d'exposer à la radiation solaire concentrée également la cellule traditionnelle mono- ou polycrystalline en silicium tout en obtenant les avantages de rendement de transformation élevés, toutefois une série de problèmes technologiques, dus à l'utilisation de la cellule à des conditions limites, doit être résolue auparavant.

En effet, si d'un coté ce type de solution permet à la cellule photovoltaïque de travailler à ses valeurs optimales d'irradiation, de l'autre coté une concentration excessive, par exemple durant les heures du midi, pourrait causer un dépassement des limites électromécaniques des mêmes cellules, en particulier de la limite maximale pour la température de fonctionnement et de la limite pour le courant de court-circuit.

Pour éviter que cette situation puisse arriver, ce type d'application devrait fournir des solutions qui peuvent éviter le dépassement de ces limites, permettant au système de contrôler continuellement la radiation solaire incidente sur la cellule photovoltaïque: la valeur instantanée sera juste au-dessous de la valeur maximale admissible pour la cellule photovoltaïque utilisée.

En pratique, dans le but de maximiser le rendement de la cellule photovoltaïque au cours de la journée, le système d'exposition devrait être à même de s'adapter à la variation des conditions de l'irradiation solaire.

Dans ce contexte, il est propose la solution selon la présente invention avec le but de fournir une solution innovatrice pour installations qui permet la poursuite de la radiation solaire incidente sur la cellule photovoltaïque et sa concentration, au moyen d'un traitement préliminaire de la radiation solaire avant qu'elle n'arrive à la cellule photovoltaïque.

Ces résultats et d'autres sont obtenus selon la présente invention en proposant un dispositif photovoltaïque et une installation qui constituent une combinaison des solutions selon l'art antérieure, et en surmontant les désavantages qui seraient inévitablement causés par une telle combinaison, par l'introduction de dispositif de contrôle et transformation de la radiation solaire recueillie et concentrée sur la cellule photovoltaïque.

Plus en détail, le dispositif selon la présente invention comprends les étapes successives de transformation de la radiation solaire, comme suit: un système électromécanique pour le tracement de la direction d'origine des rayons solaires, un système fait par des réflecteurs/concentrateurs pour la réflexion et le traitement optique de la radiation solaire recueillie, des panneaux photovoltaïques sur cellules en matériau semi-conducteur, telle le silicium, pour transformer la radiation solaire incidente en courant électrique continue, un onduleur état solide pour transformer l'énergie électrique continue en énergie électrique

alternée à basse tension (380 volts, 50 Hz), des transformateurs, des organes de protection et des instruments de mesure pour le transfert contrôlé de l'énergie électrique produite au réseau de distribution.

5 La présente invention concerne donc un dispositif photovoltaïque du type comprenant une pluralité de panneaux photovoltaïques, pour transformer la radiation solaire incidente en courant électrique direct, au moins une surface réfléchissante et un élément focal réfléchissant pour concentrer la radiation solaire incidente, disposés sur un châssis supporté par un support ayant un système de tracement  
10 électromécanique, en azimuth et/ou en élévation, de la direction d'origine des rayons solaires, ledit élément focal réfléchissant étant ultérieurement fourni de moyens de filtrage de la radiation solaire incidente réfléchi vers lesdits panneaux photovoltaïques.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, lesdits  
15 moyens de filtrage de la radiation incidente sont constitués par une ou plusieurs surfaces dudit élément focal réfléchissant, fournies de différents degrés d'opacité à la radiation solaire et/ou de différentes caractéristiques de transparence à différentes longueurs d'onde de la radiation solaire, qui constituent des zones ayant des différents degrés d'opacité et/ou  
20 réflexivité, ledit élément focal réfléchissant étant à même d'être pivoté de façon à exposer à la radiation incidente de temps à autre une zone ayant différents degrés d'opacité et/ou réflexivité selon les besoins.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, lesdites zones ayant un différent degré d'opacité et/ou réflexivité sont réalisées par  
25 l'application de revêtements, à base d'aluminium et/ou d'oxydes de métal, sur ledit élément focal réfléchissant, supportés de façon facultative sur des pellicules en matériau plastique.

En particulier, selon un mode de réalisation de la présente invention, lesdites zones ayant un différent degré d'opacité et/ou réflexivité  
30 ont un différent degré de filtration des radiations dont la longueur d'onde est comprise entre 0,4 et 0,8 nm.

Une telle couche de revêtement permet, par conséquent, en fonction des paramètres de déposition du métal, non seulement un degré plus élevé ou moins élevé de passage de lumière visible, mais aussi la  
35 réflexivité plus élevée ou moins élevée des radiations U.V. ou infrarouges.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, ladite surface réfléchissante est réalisée par le moyen d'une couche

d'aluminium, qui a été soumise à un traitement de polissage mécanique avant d'être formé à froid dans sa forme parabolique finale, e par la suite est recouverte par une peinture acrylique transparente.

5 Selon un mode de réalisation de la présente invention, ledit élément focal réfléchissant est fait en verre.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, ledit élément focal réfléchissant est constitué par un prisme, dont chaque face est traitée afin d'avoir un degré différent d'opacité et/ou de réflexivité.

10 Selon un mode de réalisation de la présente invention, sur chaque face dudit prisme est appliqué un différent laminé, qui est constitué par une couche intermédiaire réalisée par une pellicule plastique, qui supporte différents revêtements à base d'aluminium et/ou d'oxydes de métal, par une couche adhésive interne pour l'adhésion à ladite face et par une couche de protection extérieure.

15 De plus, selon un mode de réalisation de la présente invention, le dispositif comprend ultérieurement un onduleur état solide pour transformer la puissance électrique continue en puissance électrique alternée à basse tension, des transformateurs, des éléments de protection et des instruments de mesure pour le transfert contrôlé de l'énergie

20 électrique produite au réseau de distribution.

L'invention concerne ultérieurement une installation photovoltaïque constituée par un ou plusieurs dispositifs photovoltaïques comme définis ci-dessus, connecté l'un à l'autre de façon à former un seul circuit, comprenant un système électronique automatique pour la

25 surveillance et le contrôle.

Les caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront mieux après la description qui suit donnée à titre explicatif et nullement limitatif. Cette description se réfère à des dessins annexes sur lesquels:

- 30 - la figure 1 est une vue de coté d'un dispositif photovoltaïque selon la présente invention, dans une position d'élévation maximale,
- la figure 2 est une vue de coté du dispositif photovoltaïque de la figure 1, dans une position d'élévation minimale,
- la figure 3 est une vue postérieure du dispositif photovoltaïque
- 35 de la figure 1,

- la figure 4 est une vue de coté du dispositif photovoltaïque de la figure 1, avec illustration du chemin de différents rayons solaires incidents,

5 - la figure 5 est un schéma des courbes caractéristiques tension/courant du dispositif photovoltaïque de la présente invention, en fonction de la température à une valeur préétablie de radiation incidente,

- la figure 6 est le schéma des courbes caractéristiques tension/courant en fonction de la radiation incidente à une valeur de température préétablie, et

10 - la figure 7 est un schéma dans lequel la ligne des valeurs de la radiation solaire incidente en fonction de la longueur d'onde est comparée avec la ligne des valeurs de l'énergie effectivement transformée par la cellule photovoltaïque, à des valeurs fixées de longueur d'onde.

15 En référence aux figures 1 à 4, le dispositif photovoltaïque selon la présente invention est repéré dans son ensemble par 1 et il est constitué par une surface réfléchissante 2 et par une pluralité de panneaux photovoltaïques 3, positionnés sur un châssis 4 supporté par un support 5 qui est disposé sur une base 6 fournie d'un système électromécanique 7 pour la poursuite de la direction d'origine des rayons solaires. Le dispositif photovoltaïque 1 comprend en outre un élément focal réfléchissant 8, qui a la tâche de recueillir la radiation réfléchie par la surface réfléchissante 2, la soumettre à un traitement optique, illustré en plus grand détail plus loin dans la description, et la diriger aux panneaux photovoltaïques 3 pour transformer la radiation solaire incidente en courant électrique continue. Le dispositif comprend ultérieurement d'autres dispositifs qui sont nécessaires pour son fonctionnement et qui ne sont pas illustrés ici, en particulier un onduleur état solide qui a le but de transformer l'énergie électrique continue en énergie alternée à basse tension (380 volts, 50 Hz), des transformateurs, des éléments de protection et des instruments de mesure pour le transfert contrôlé de l'énergie électrique produite au réseau de distribution.

20 Une installation selon la présente invention est constituée par un ou plusieurs dispositifs photovoltaïques 1 connectés l'un à l'autre de telle façon à former un seul circuit.

35 L'ensemble de l'installation peut être surveillé et contrôlé par un système de supervision assisté par ordinateur.



Analysant en particulier les différentes composantes du dispositif de la présente invention, le système électromécanique 7 pour la poursuite de la direction d'origine des rayons solaires permet d'orienter le châssis 4 et donc la surface réfléchissante 2 et des panneaux photovoltaïques 3 du dispositif 1 en azimuth et en élévation. Le mouvement est assuré par un actionneur électromécanique contrôlé par un contrôleur logique programmable (PLC). Le signal de référence est mémorisé dans la mémoire du PLC.

Qui plus est, en fonction des signaux révélés par un capteur de vibration approprié, le système électromécanique 7 peut disposer le dispositif dans une position de sécurité quand la vitesse du vent dépasse une valeur de seuil préétablie.

Le châssis 4 est rigide et, par exemple, peut être constitué par des tubes soudés l'un à l'autre. Dans ce cas, une très bonne façon de réaliser l'ensemble du corps peut être réalisée par le moyen de soudure à arc submergé en atmosphère inerte à fil continue. Un tel type de soudure garantit la prévisibilité de l'efficacité mécanique des joints soudés ( $Z=1$ ) et le respect des limites de tolérance dimensionnelle prévues pour les valeurs nominales géométriques.

Il est en outre bonne règle celle de soumettre la structure finie à un cycle de peinture protectrice. Par exemple, la structure du châssis 4 peut être soumise à un cycle qui prévoit: sablage avec air comprimé degré Sa 2-1/2 selon le standard ISO 8501-1:1988, ayant un profile de sablage de 25-30  $\mu\text{m}$ , application d'une couche d'un apprêt anti-corrosif (tel l'éthyle silicate enrichi avec zinc), pour obtenir une épaisseur finale de la pellicule sec d'au moins 75  $\mu\text{m}$ , successive application d'une couche d'une peinture chloro-caoutchouc, afin de former une seconde couche intermédiaire qui, dans un état sec, a une épaisseur finale d'au moins 40  $\mu\text{m}$ . Application finale d'une couche d'une peinture chloro-caoutchouc modifié alkydique, afin de former une couche externe ayant une épaisseur finale d'au moins 40  $\mu\text{m}$ . L'épaisseur finale de la pellicule sèche multicouche sera par conséquent égale à au moins 155  $\mu\text{m}$ .

Le support des panneaux photovoltaïques 3 sur le châssis 4 est assuré, par exemple, par des éléments métalliques constitués par profils soudés, alors que le support des éléments de réflexion/concentration est représenté par des nervures façonnées.

A

La mise en rang constante des panneaux avec la direction d'origine des rayons solaires est permise par la présence sur le support 5 de deux joints articulés, un premier joint articulé 9 avec axe de rotation horizontal et un second joint articulé 10 avec axe de rotation vertical.

5 En particulier, les deux joints, le joint articulé 9 avec axe horizontal et le joint articulé 10 avec axe vertical sont tous deux constitués par des pivots construits autour de manchons coaxiaux et paliers-butée plats. Le matériel de construction desdits manchons et paliers est le téflon chargé avec fibres de verre. Une telle solution a été adoptée surtout en  
10 considérant les conditions de fonctionnement du cinématisme. En fait, dans le cas d'une rotation complète de  $60^\circ$  en élévation, un tel mouvement doit être effectué dans une période d'environ six heures. Par le moyen d'une action de pointage toutes les dix minutes, 2,5 degrés sexagésimaux sont impliqués par chaque mouvement et une vitesse de  
15 contact de quelques centimètres par second. La même situation s'applique à l'action de tracement en azimuth: dans le cas d'une moyenne totale par jour de  $150^\circ$  en une période de dix heures et actionnement toutes les dix minutes, cela implique une une largeur unitaire de moins de 5 degrés sexagésimaux par chaque mouvement.

20 Lesdits paliers permettent de transférer des efforts radiaux quelconques, des efforts axiaux et des moments de basculement aux fondations. De tels efforts sont ceux qui résultent du poids du dispositif et de l'action du vent qui de temps à autre cogne contre le dispositif.

25 Pour ce qui est de la base 6, afin de réduire l'impact sur le site (en termes de modifications permanentes), le type des fondations choisies selon la forme de réalisation illustrée en référence aux figures, est une semelle en béton armé.

Selon une logique de protection du territoire, la dalle des fondations est jetée sur le terrain sans excavation.

30 Faisant référence à la concentration de la radiation solaire incidente, il a été déjà dit qu'elle est obtenue par le moyen d'une surface réfléchissante particulière 2 ayant une courbure parabolique. La radiation ainsi obtenue est distribuée sur les cellules photovoltaïques 3 par un élément focal réfléchissant 8, disposé en une position très proche de celle  
35 du foyer géométrique de la parabole constituée par la surface réfléchissante 2. La surface réfléchissante 2 présente un profil parabolique avec l'axe qui est parallèle par rapport à la normale de la surface des

panneaux photovoltaïques, et elle est solidaire avec le châssis 4, afin d'être constamment alignée à la direction des rayons solaires. La radiation solaire est ainsi concentrée sur une surface réfléchissante disposée juste à côté du foyer géométrique de la parabole et, de là, elle est réfléchie vers la surface des panneaux photovoltaïques 3.

La valeur de la radiation qui est réfléchie et distribuée sur les cellules photovoltaïques est plus que le double de la valeur à température ambiante (la valeur exacte, selon la forme de réalisation préférée du dispositif de la présente invention, est un rapport de concentration de 1:2,3; c'est-à-dire 1 m<sup>2</sup> de cellules photovoltaïques 3 directement exposées au soleil pour 2,3 m<sup>2</sup> de surfaces réfléchissantes 2 de récolte additionnelle). En définitive, la radiation solaire à laquelle la cellule photovoltaïque est soumise est égale à environ trois fois l'intensité de radiation instantanée.

Il est clair que ces rapports sont sujets à être modifiés afin d'adapter parfaitement l'installation à la latitude du site d'installation.

L'énergie électrique produite par la cellule photovoltaïque suit proportionnellement la valeur de l'énergie solaire incidente.

Pour atteindre les meilleures performances du dispositif de la présente invention, selon la forme de réalisation illustrée dans les figures 1 à 4, la surface réfléchissante 2 est réalisée par le moyen d'une couche d'aluminium, qui a subi un traitement de polissage mécanique avant d'être formée à froid dans sa forme parabolique finale. La surface réfléchissante est finalement couverte par une peinture acrylique transparente. L'élément focal 8 est fait en verre sur lequel des éléments laminés, pour le contrôle de la valeur de réflexivité totale et de celle due à la quote-part de radiation infrarouge/visible/UV, avaient été appliqués auparavant.

En correspondance avec les heures d'irradiation solaire maximale, l'effet combiné de l'exposition directe et de la radiation concentrée réfléchie peut dépasser la valeur d'exploitation maximale projetée de la cellule photovoltaïque. Dans ce cas, l'effet immédiat serait une augmentation de la température de la cellule en silicium et la diminution verticale successive de l'énergie électrique produite.

Pour éviter que cela n'arrive, dans le dispositif photovoltaïque de la présente invention, un mécanisme actionné automatiquement subvient au filtrage de la radiation solaire incidente sur les cellules

photovoltaïques 3 par l'action des moyens de filtrage. Le signal de contrôle du mécanisme est déclenché par un PLC comparant les données de la puissance électrique générée de temps à autre par un seul module avec ceux mémorisés en une matrice résidante dans une mémoire et caractéristique de la cellule photovoltaïque utilisée; l'ensemble étant apprécié par la température opérative instantanée de la cellule photovoltaïque.

Les moyens de filtrage sont constitués par une pellicule ayant un différent degré d'opacité (c'est-à-dire de réflexion) de la radiation solaire, disposée sur l'élément focal réfléchissant 8 de manière à définir des zones avec différent degré de réflexion. Par la rotation de l'élément focal réfléchissant 8, celui-ci interpose, le long du chemin des rayons de l'élément parabolique à la cellule photovoltaïque, une surface avec réflexion variable qui détermine la quantité et la qualité de la radiation solaire incidente sur la cellule photovoltaïque. De cette manière, même quand la radiation solaire atteint des valeurs qui, faute d'un obscurcissement partiel, dépasseraient le seuil d'exploitation de la cellule photovoltaïque, la valeur de la radiation solaire effectivement incidente sur la cellule photovoltaïque est arrêtée à la limite supérieure de projet (dans le cas de la forme de réalisation illustrée, une valeur de réglage initial de  $1.489 \text{ watt/m}^2$ ).

La valeur maximale de fonctionnement de la cellule incorporée dans le dispositif photovoltaïque selon la présente invention est considérablement plus grande de celle normalement déclarée par les producteurs de cellules photovoltaïques (c'est-à-dire  $1.000 \text{ watt/m}^2$  d'irradiation nominale). Selon la présente invention, en effet, la cellule photovoltaïque est à même d'opérer régulièrement avec une irradiation de  $1.400 \text{ watt/m}^2$ , pourvu que sa température soit maintenue au-dessous de la température limite de fonctionnement de la cellule.

La figure 5 illustre les courbes caractéristiques tension/courant attendues en fonction de la température à une valeur pré-définie de la radiation incidente. Il est évident que l'augmentation de la température de fonctionnement de la cellule photovoltaïque implique la réduction de la tension aux bornes.

La figure 6 illustre les courbes caractéristiques tension/courant en fonction de la radiation incidente à une valeur pré-définie de la température. La figure montre comment une augmentation de l'irradiation

de la cellule photovoltaïque implique une augmentation du courant fourni aux bornes.

5 La tendance des courbes caractéristiques explique l'avantage du fait d'exposer la cellule photovoltaïque à la valeur maximale possible d'irradiation, de façon compatible avec ses limites électromagnétiques, que l'on peut essentiellement résumer par les deux valeurs maximales de projet pour la température d'exploitation et pour le courant de court-circuit.

10 Les moyens de filtrage de la radiation solaire incidente sur la cellule photovoltaïque ont, selon la présente invention, encore une autre prérogative: celle d'avoir différentes caractéristiques de « transparence » pour des différentes longueurs d'onde de la radiation lumineuse qui les traverse.

15 Ce résultat peut être achevé par le moyen de pellicules en plastique sur lesquels on applique une couche mince d'aluminium et d'oxydes de métal, les oxydes de métal étant différents par rapport à leur typologie et concentration, et permet à la radiation solaire incidente d'être conditionnée de façon à baisser le contenu en énergie de la région avec longueur d'onde comprise entre 0,4 et 0,8 nm.

20 En effet, il a été établi que pour radiations avec longueur d'onde dans cette région, le rapport de l'énergie dispersée et de celle transformée par la cellule photovoltaïque, et par conséquent celle qui est utile, est particulièrement défavorable, comme il est évident de la figure 7, qui montre la courbe de la radiation solaire incidente pour une longueur d'onde quelconque conjointement avec la courbe de l'énergie effectivement transformée par la cellule photovoltaïque.

25 Les tendances illustrées par la figure 7, dans laquelle il est également illustré un remarquable abaissement des valeurs de la radiation solaire à des longueurs d'onde plus grandes que 1,5 nm, peuvent être comprises en considérant les phénomènes physiques impliqués. En effet, 30 l'énergie de chaque photon à lui peut ne pas être suffisante pour casser la liaison entre l'électron et le noyau (longueurs d'ondes du spectre plus grandes que 1,5 nm), avec pour conséquence le fait que le photon incident, par le moyen de son action, ne soit pas à même de rendre disponible un électron libre aux bornes de la cellule photovoltaïque; ou bien, elle peut être trop élevée (longueurs d'ondes du spectre comprises 35 entre 0,4 et 0,8 nm) quand l'énergie du photon est suffisante pour générer des paires électron-trou, ainsi dispersant en forme de chaleur la quantité

d'énergie qui dépasse celle nécessaire à éloigner l'électron du noyau. Dans le second cas, la chaleur due aux photons est parmi les causes de l'augmentation de température de la cellule photovoltaïque et la conséquent perte de son efficacité.

5 L'utilisation d'une pellicule avec propriétés d'obscurcissement sélectif vise à baisser le contenu en énergie de ces longueurs d'onde, afin d'utiliser de manière la plus complète l'énergie solaire en entrée.

10 Les avantages du dispositif photovoltaïque selon la présente invention sont évidents, en particulier pour ce qui est de la maximisation de l'énergie extraite. Pendant la période d'irradiation maximale, l'effet combiné de la concentration et du filtrage sélectif permet à la cellule photovoltaïque de travailler à ses meilleures conditions de pointe, juste au-dessous d'une des deux limites physiques de la cellule en silicium: la température de la cellule ou la radiation solaire maximale tolérable en  
15 considérant la valeur maximale du courant circulant.

Qui plus est, en raison de la concentration élevée qui peut être obtenue, le dispositif de l'invention est particulièrement efficace dans la maximisation de l'énergie extraite dans des conditions d'irradiation limitées (temps nuageux).

20 De plus, on peut ajouter que le résultat de l'action sélective de la pellicule de filtrage réduit la chaleur qui résulte en conséquence de la dissipation des bandes spectrales ayant plus grandes quantités d'énergie.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation ci-dessus décrits et représentés, à partir desquels on pourra  
25 prévoir d'autres modes et d'autres formes de réalisation, sans pour cela sortir du cadre de l'invention.

## REVENDEICATIONS

5 1. Dispositif photovoltaïque (1) du type comprenant au moins un panneau photovoltaïque (3), pour transformer la radiation solaire incidente en courant électrique continue, au moins une surface réfléchissante (2) et un élément focal réfléchissant (8) pour concentrer la radiation solaire incidente, disposés sur un châssis (4) supporté par un support (5) ayant un système de poursuite électromécanique (7), en azimuth et/ou en élévation, de la direction d'origine des rayons solaires, ledit élément focal réfléchissant (8) étant ultérieurement fourni de moyens de filtrage de la radiation solaire incidente réfléchi vers lesdits panneaux photovoltaïques (3), caractérisé en ce que lesdits moyens de filtrage de la radiation incidente sont constitués par une ou plusieurs surfaces dudit élément focal réfléchissant (8), fournies de différents degrés d'opacité à la radiation solaire et/ou de différentes caractéristiques de transparence à différentes longueurs d'onde de la radiation solaire, et qui constituent des zones ayant des différents degrés d'opacité et/ou réflexivité, ledit élément focal réfléchissant (8) étant à même d'être pivoté de façon à exposer à la radiation incidente, de temps à autre, une zone ayant différents degrés d'opacité et/ou réflexivité selon les besoins.

20 2. Dispositif photovoltaïque (1) selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdites zones ayant un différent degré d'opacité et/ou réflexivité sont réalisées par l'application de revêtements, à base d'aluminium et/ou d'oxydes de métal, sur ledit élément focal réfléchissant (8).

25 3. Dispositif photovoltaïque (1) selon la revendication 2, caractérisée en ce que lesdits revêtements à base d'aluminium et/ou d'oxydes de métal sont supportés sur des pellicules en matériau plastique.

30 4. Dispositif photovoltaïque (1) selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que lesdites zones ayant un différent degré d'opacité et/ou réflexivité ont un différent degré de filtration des radiations dont la longueur d'onde est comprise entre 0,4 et 0,8 nm.

35 5. Dispositif photovoltaïque (1) selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite surface réfléchissante (2) est réalisée par le moyen d'une couche d'aluminium, qui a été soumis à un traitement de polissage mécanique avant d'être formé à froid dans sa forme parabolique finale.

6. Dispositif photovoltaïque (1) selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit élément focal réfléchissant (2) est recouvert par une peinture acrylique transparente.

5 7. Dispositif photovoltaïque (1) selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit élément focal réfléchissant (8) est fait en verre.

10 8. Dispositif photovoltaïque (1) selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit élément focal réfléchissant (8) est constitué par un prisme, dont chaque face est traitée afin d'avoir un degré différent d'opacité et/ou de réflexivité.

15 9. Dispositif photovoltaïque (1) selon la revendication 8, caractérisée en ce que sur chaque face dudit prisme est appliqué un différent laminé, qui est constitué par une couche intermédiaire réalisée par une pellicule plastique et qui supporte différents revêtements à base d'aluminium et/ou d'oxydes de métal, par une couche adhésive interne pour l'adhésion à ladite face et par une couche de protection extérieure.

20 10. Dispositif photovoltaïque (1) selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'il comprend ultérieurement un onduleur état solide pour transformer la puissance électrique continue en puissance électrique alternée à basse tension, des transformateurs, des éléments de protection et des instruments de mesure pour le transfert contrôlé de l'énergie électrique produite au réseau de distribution.

25 11. Installation photovoltaïque constituée par un ou plusieurs dispositifs photovoltaïques comme définis dans les revendications 1 à 10, connectés l'un à l'autre de façon à former un seul circuit.

12. Installation photovoltaïque selon la revendication 11, caractérisée en ce qu'elle comprend un système électronique assisté par ordinateur pour la surveillance et le contrôle.



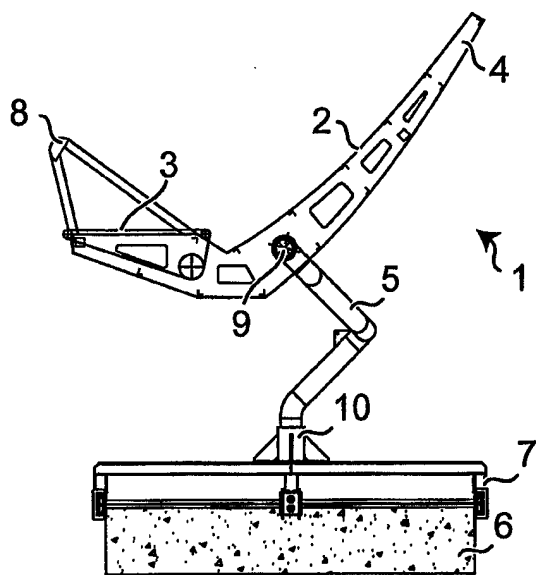


Fig. 1

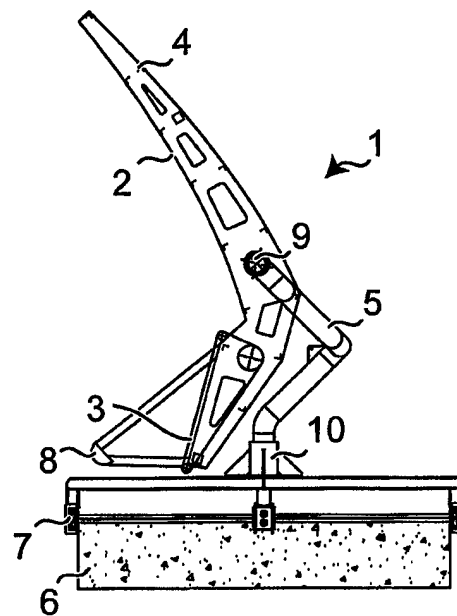


Fig. 2

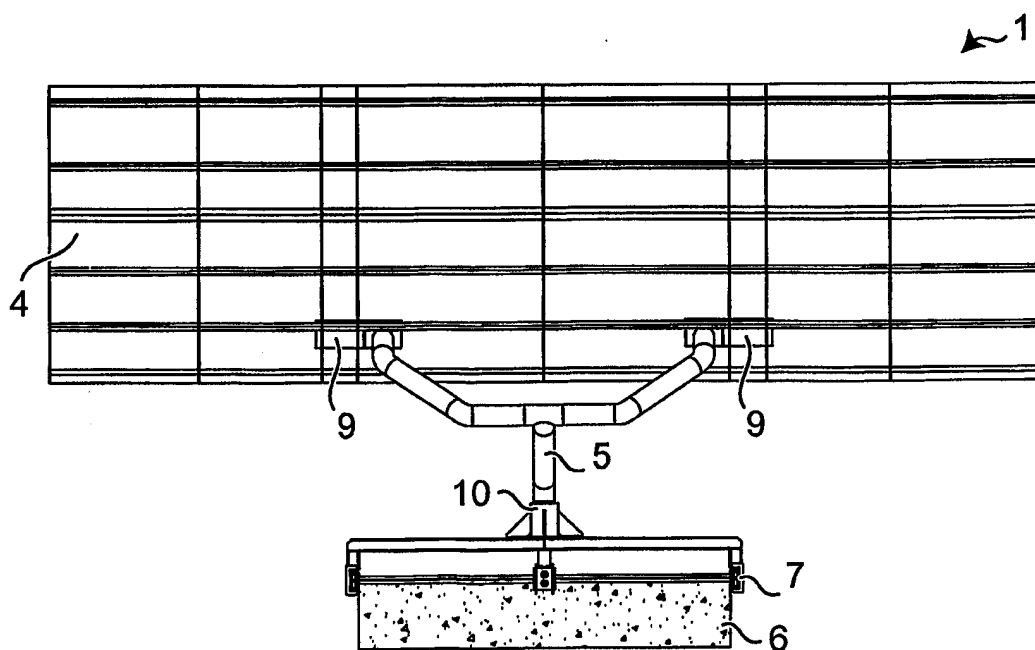


Fig. 3

7

2/5

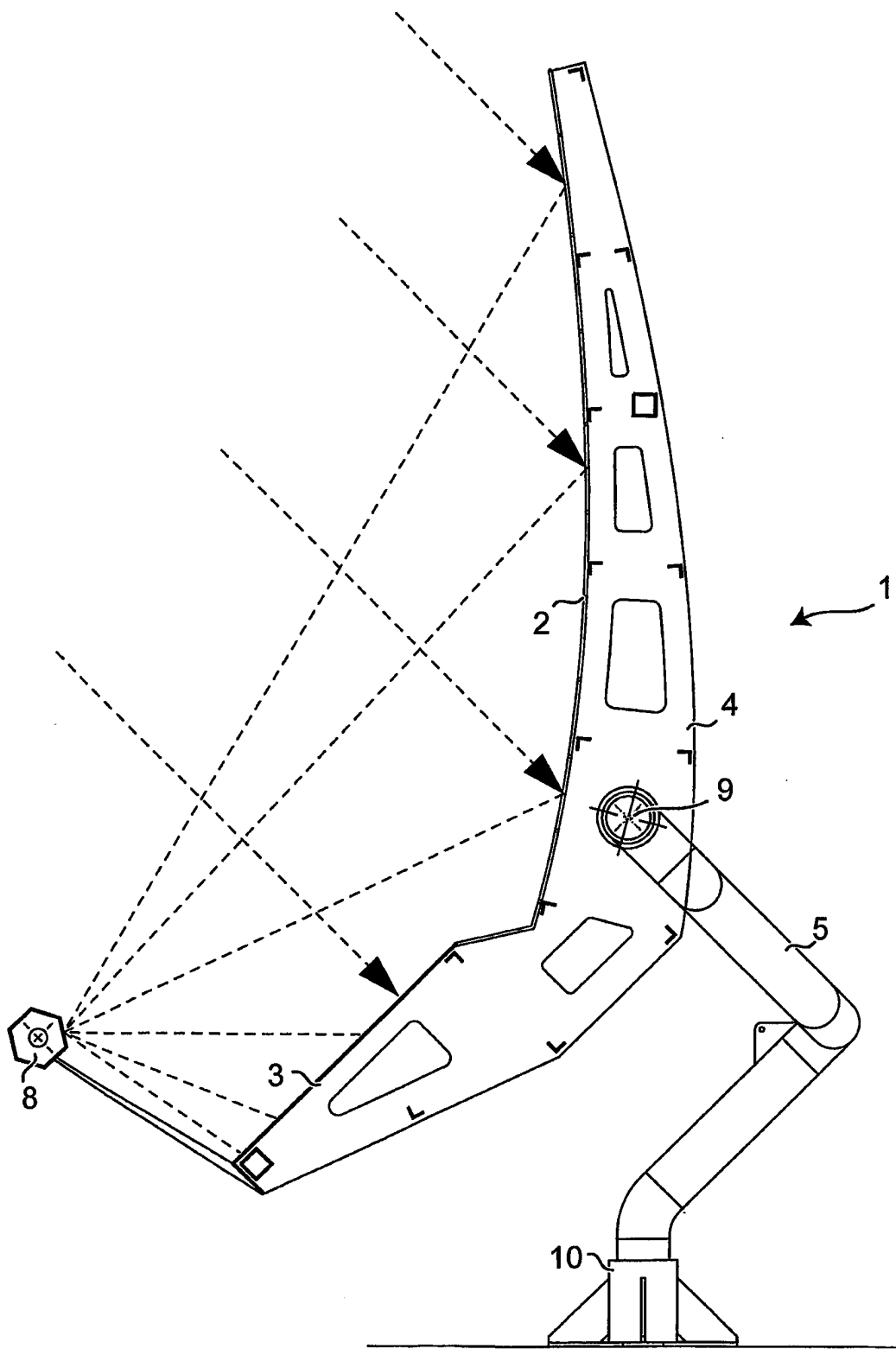


Fig. 4

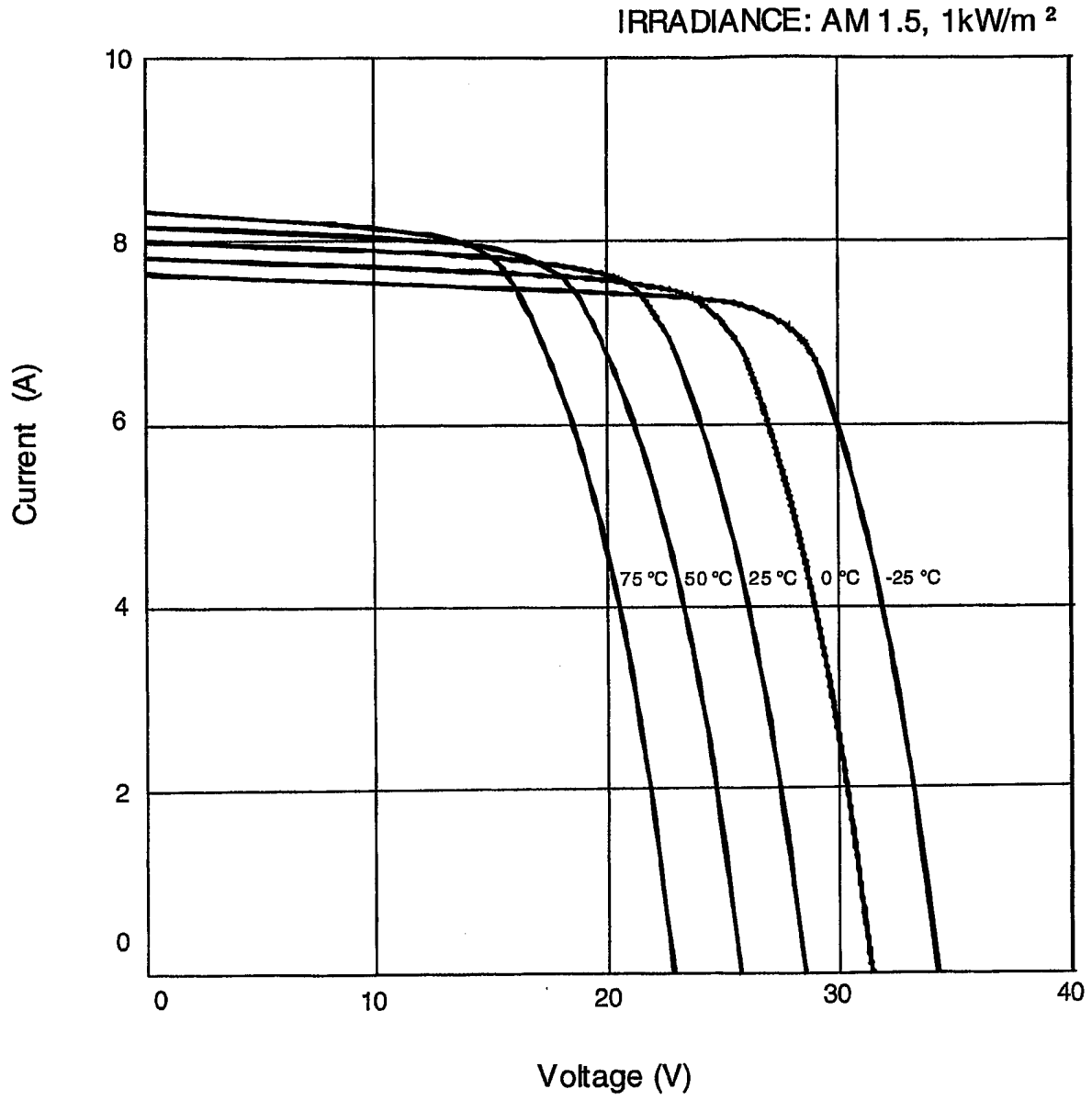


Fig. 5

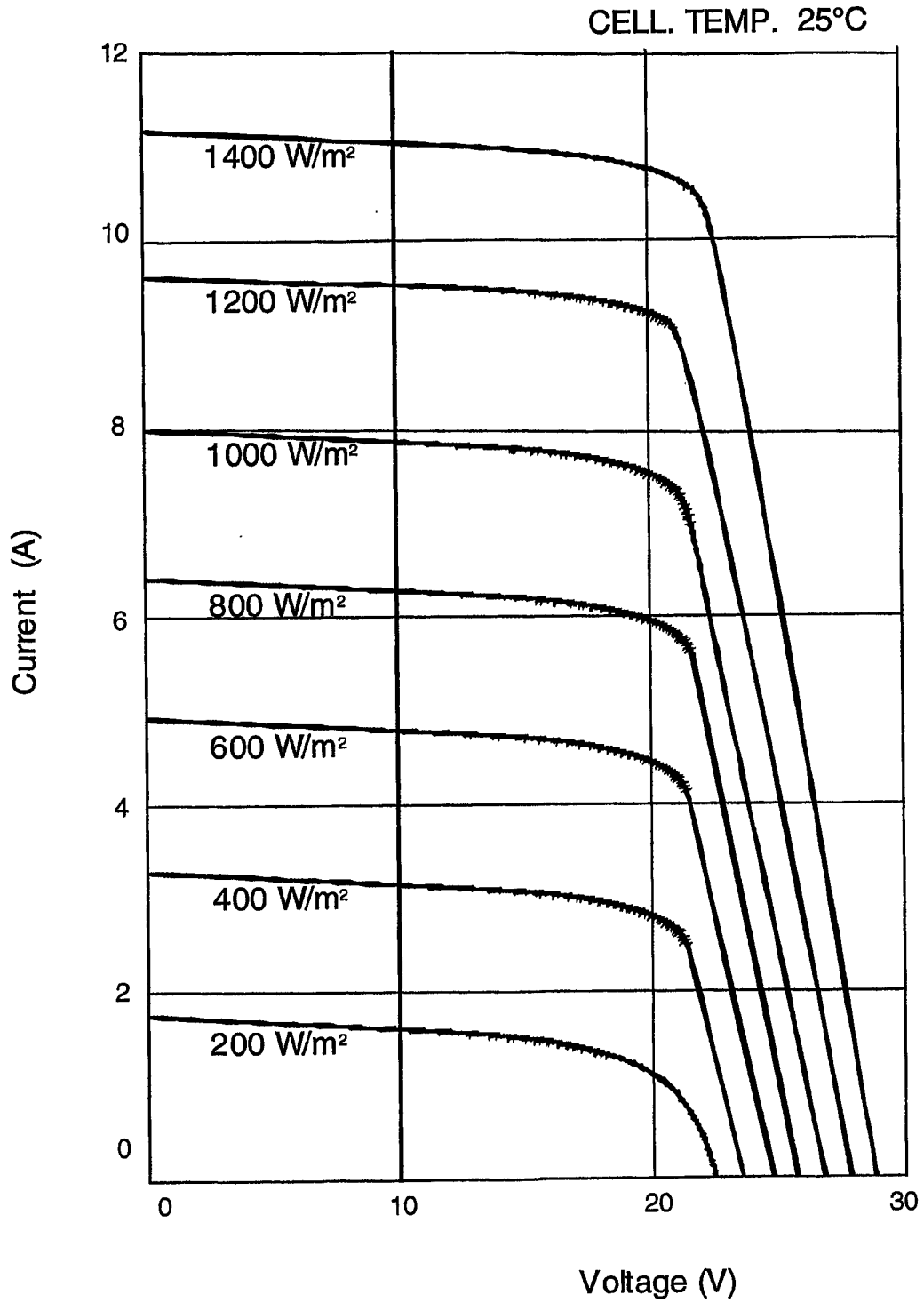


FIG. 6

# Dispersed/transformed incident energy

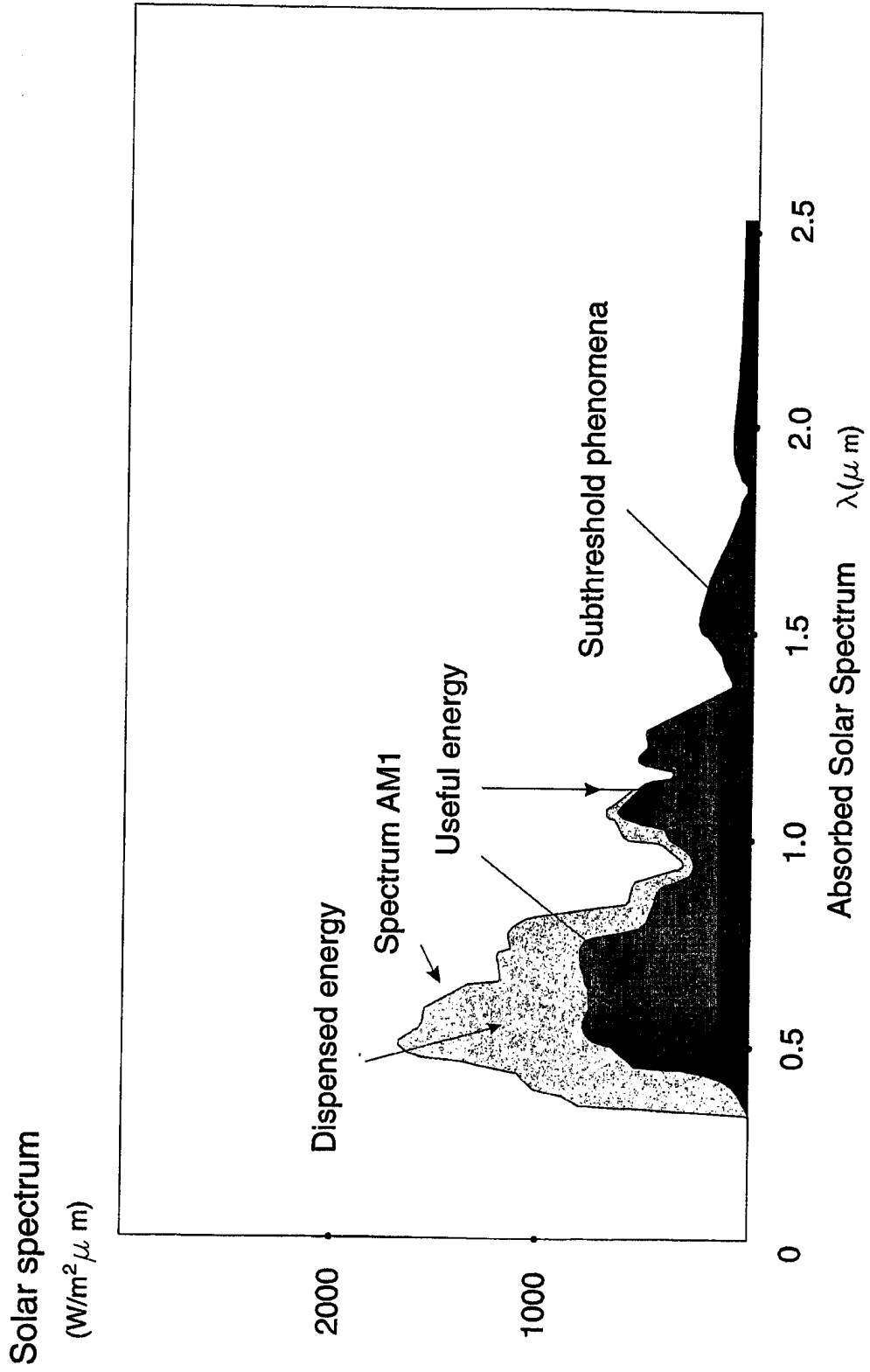


Fig. 7