(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
7 juin 2012 (07.06.2012)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/072792 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H01L 31/048 (2006.01) *H01L 51/44* (2006.01)
G01M 3/22 (2006.01) *H01L 51/10* (2006.01)
G01M 3/38 (2006.01) *H01L 23/26* (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2011/071615

(22) Date de dépôt international :
2 décembre 2011 (02.12.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1060029 2 décembre 2010 (02.12.2010) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **"APOLLON SOLAR"** [FR/FR]; 66 cours Charlemagne, Immeuble "Le Factory", F-69002 Lyon (FR).

(72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **SAINT-SERNIN, Etienne** [FR/FR]; 36 rue Burdeau, F-69001 Lyon (FR). **LAUVRAY, Hubert** [FR/FR]; 4 avenue Foch, F-92250 La Garenne Colombes (FR).

(74) Mandataires : **COLOMBET, Alain** et al.; Lavoix, 62, rue de Bonnel, F-69003 Lyon (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

(54) **Title** : PHOTOVOLTAIC MODULE WITH A CONTROLLED VACUUM, USE OF AN OXYGEN GETTER IN A PHOTOVOLTAIC MODULE AND METHOD FOR MANUFACTURING SUCH A MODULE

(54) **Titre** : MODULE PHOTOVOLTAÏQUE À DÉPRESSION CONTRÔLÉE, UTILISATION D'UN GETTER D'OXYGÈNE DANS UN MODULE PHOTOVOLTAÏQUE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN TEL MODULE

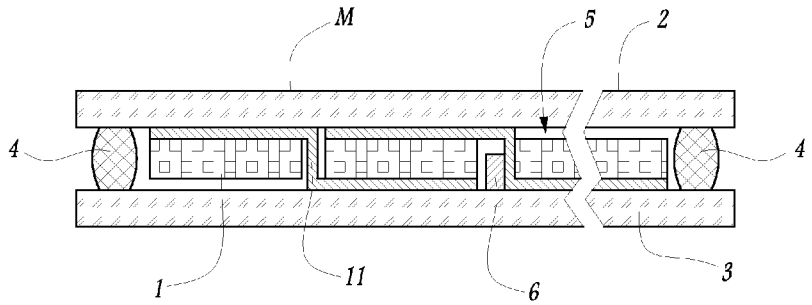


Fig.1

(57) **Abstract** : The invention relates to a photovoltaic module (M) comprising an array of photovoltaic cells (1) arranged between a front plate (2) and a rear plate (3), with non-soldered contacts between cell interconnection means (11) and the cells, and a seal (4) for at least partially sealing the plates (2, 3) from gas and moisture, which seal defines an internal volume (5) that has an oxygen vacuum in relation to atmospheric pressure, characterized in that the internal volume comprises at least one oxygen getter (6). The invention also relates to the use of a getter in a photovoltaic module to maintain or create the vacuum. The invention further relates to a method for manufacturing such a module.

(57) **Abrégé** : L'invention concerne un module photovoltaïque (M) comportant un assemblage de cellules photovoltaïques (1) disposées entre une plaque avant (2) et une plaque arrière (3), avec des contacts entre des moyens d'interconnexion entre les cellules (11) et les cellules non soudés, et un joint de scellement (4) des plaques (2, 3), étanche au moins partiellement aux gaz et à l'humidité

[Suite sur la page suivante]

WO 2012/072792 A1

et délimitant un volume interne (5) en dépression d'oxygène par rapport à la pression atmosphérique, caractérisé en ce que le volume interne comprend au moins un getter d'oxygène (6). L'invention concerne également l'utilisation d'un getter dans un module photovoltaïque pour le maintien ou la création de la dépression. L'invention concerne enfin un procédé de fabrication d'un tel module.

Module photovoltaïque à dépression contrôlée, utilisation d'un getter d'oxygène dans un module photovoltaïque et procédé de fabrication d'un tel module

La présente invention concerne un module photovoltaïque à durée de vie prolongée ainsi que son procédé de fabrication.

Une des difficultés majeures rencontrées lors de la fabrication d'un module photovoltaïque est d'assurer son fonctionnement dans le temps.

Des technologies ont été récemment développées pour la fabrication de modules photovoltaïques sans contacts électriques soudés. WO-A-2004/095586 décrit notamment un procédé de fabrication d'un module photovoltaïque pour lequel les contacts électriques sont obtenus par pression obtenue par l'instauration d'une dépression à l'intérieur du module. Le maintien de la dépression est un des éléments essentiels au bon fonctionnement de ce module. Même si toutes les précautions sont prises pour garantir l'étanchéité du module, la désorption de gaz ou des micro-fuites peuvent engendrer une hausse de la pression interne jusqu'à éventuellement entrainer une perte de contact électrique, le module s'en trouve ainsi dégradé. En effet, il existe une différence de pression entre l'extérieur et l'intérieur du module, les gaz ont alors tendance à passer de la zone dans laquelle leur pression partielle est la plus forte vers la zone dans laquelle leur pression partielle est la plus faible. Dans le cas des modules tels que ceux de WO-A-2004/095586, pour lesquels le contact est obtenu par dépression, la pression à l'intérieur du module, et en particulier la pression partielle d'oxygène à l'intérieur du module, est plus faible que celle à l'extérieure du module. Ainsi, si l'étanchéité n'est pas totale, l'oxygène pénètre à l'intérieur du module, ce qui entraîne une augmentation de la pression interne et par conséquent une altération du fonctionnement et de la durée de vie du module. En effet, dans un mélange gazeux chaque gaz se comporte comme s'il était seul à occuper le volume entier. C'est-à-dire qu'il n'est pas influencé dans son comportement par la présence et la quantité des autres gaz. On définit alors la notion de pression partielle P_i d'un gaz i comme :

$P_i = P \times n_i/n$ où P est la pression totale, n le nombre total de moles de gaz dans le volume considéré, et n_i le nombre de moles du gaz i. L'air est ainsi composé d'environ 78% d'azote, de 21% d'oxygène, et de traces d'autres gaz (dont la vapeur d'eau). Dans l'air à la pression atmosphérique, fixée ici à 0,1 MPa pour simplifier la compréhension, la pression partielle de l'azote est donc de 0,078 MPa, et celle de l'oxygène de 0,021 MPa. Considérons à présent les mécanismes qui régissent les fuites de gaz. Dans notre cas, nous appellerons fuite la pénétration de gaz de l'extérieur vers l'intérieur du module, qui est sous dépression. Une fuite est la plupart du temps induite par une différence de pression entre deux volumes

considérés : les gaz vont avoir tendance à passer de la zone à plus forte pression vers la zone à plus basse pression.

Considérons désormais l'application de ces principes à un module. Remplissons le module d'azote pur, à une pression absolue de 0,078 MPa, et analysons le comportement des gaz. Comme nous l'avons vu précédemment, chaque gaz se comporte comme s'il était seul à occuper le volume entier :

- la pression d'azote à l'intérieur est de 0,078 MPa, et à l'extérieur (dans l'air) de 0,078 MPa. La différence de pression est nulle, il n'y aura aucune fuite d'azote dans ce cas
- la pression d'oxygène à l'intérieur est de 0 MPa, et à l'extérieur (dans l'air) de 0,021 MPa. La différence de pression est de 0,021 MPa, et des molécules d'oxygène gazeux vont avoir tendance à pénétrer à l'intérieur du module, et donc à faire augmenter la pression interne totale de celui-ci.

Afin d'éviter une telle dégradation il est nécessaire de trouver un moyen de maintenir la dépression en oxygène à l'intérieur du module.

Un objectif de la présente invention est de fournir un module photovoltaïque dans lequel la dépression en oxygène de son volume interne peut être maintenue dans le temps. Un autre objectif de la présente invention est de fournir un procédé de fabrication d'un tel module. D'autres objectifs encore apparaîtront à la lecture de la description.

Ces objectifs sont, en tout ou en partie, remplis par la présente invention qui propose l'utilisation d'un getter d'oxygène dans le volume interne d'un module photovoltaïque mettant en œuvre des contacts électriques non soudés entre cellules, permettant d'absorber l'oxygène pouvant se trouver dans ce volume interne et ainsi de maintenir la dépression à un niveau suffisant pour garantir le bon fonctionnement du module.

On entend par « module mettant en œuvre des contacts électriques non soudés entre cellules » des modules dans lesquels les moyens d'interconnexion entre les cellules, par exemple des rubans de cuivre, ne sont pas soudés aux cellules (par des soudures) mais plaqués à celles-ci grâce à la pression. Le contact électrique assurant l'interconnexion des cellules est ainsi réalisé par pression et non plus par soudure.

La présente invention concerne un tel module photovoltaïque comportant un assemblage de cellules photovoltaïques disposées entre une plaque avant et une plaque arrière, des moyens d'interconnexion entre les cellules, avec des contacts entre des moyens d'interconnexion entre les cellules et les cellules non soudés, et un joint de scellement des

plaques, étanche au moins partiellement aux gaz et à l'humidité et délimitant un volume interne en dépression par rapport à la pression atmosphérique, caractérisé en ce que le volume interne comprend au moins un getter d'oxygène.

On entend par getter d'oxygène un composé retenant et fixant l'oxygène. On peut également définir le getter d'oxygène comme un composé piégeur d'oxygène. Dégazeur d'oxygène et composé dégazeur d'oxygène sont également des synonymes de getter d'oxygène selon l'invention. L'oxygène piégé par le getter est l'oxygène initialement présent dans le volume interne du module et/ou l'oxygène issu de fuites dans le volume interne du module.

Le getter d'oxygène permet de maintenir une pression dans le volume interne du module permettant de garantir le fonctionnement du module, c'est-à-dire une pression à laquelle les contacts électriques, c'est-à-dire les contacts entre des moyens d'interconnexion entre les cellules et les cellules, sont maintenus sans devoir être soudés.

Le module selon l'invention peut avantageusement comprendre plusieurs getters d'oxygène de nature identique ou différente.

De nombreux tests de vieillissement accéléré sur des modules photovoltaïques sont effectués en tenant compte de toutes les variables liées à l'environnement. Cependant ces corrélations ne sont pas entièrement fiables et il est difficile de prévoir la durée de vie d'un tel module. Il est donc nécessaire de développer un système permettant de visualiser et de quantifier toute manifestation de non-étanchéité ou toute variation de la pression partielle interne d'oxygène et donc de la dépression à l'intérieur du module.

Cet objectif complémentaire est rempli en tout ou en partie par l'introduction, dans le volume interne du module de l'invention, d'un composé photoluminescent dont le spectre d'émission est modifié par la présence d'oxygène.

On entend par composé photoluminescent un composé émettant un signal dans la gamme des UV ou dans le visible, que l'on peut détecter par exemple à l'aide d'une caméra ou d'un photodétecteur en soumettant le composé à un éclairement.

Le spectre d'émission du composé photoluminescent est modifié en présence d'oxygène. De ce fait l'intensité du signal qu'il émet est fonction de la pression partielle en oxygène. Notamment, l'agent photoluminescent peut émettre un signal dont l'intensité décroit avec une augmentation de la pression partielle en oxygène. Il est alors possible de caractériser

l'état interne du module, notamment la dépression et suivre son évolution dans le temps. Il est ainsi possible d'anticiper un remplacement de module avant un dysfonctionnement de toute l'installation.

Le module selon l'invention peut comprendre, en outre, au moins un composé photoluminescent.

Le composé photoluminescent peut être compris dans un bloc adhérent à l'une des surfaces internes, ou avantageusement dans un revêtement déposé par spray ou étalé comme une peinture sur au moins l'une des surfaces internes des plaques constituant le module. Le composé contient alors généralement une terre rare dont le spectre d'émission est lié à son degré d'oxydation. Un exemple de terre rare est l'europium Eu^{2+} qui émet dans le bleu. En présence d'oxygène, son degré d'oxydation passe de Eu^{2+} à Eu^{3+} et l'intensité de son spectre d'émission diminue en fonction de la quantité d'oxygène. De tels composés sont notamment commercialisés par la société Pharmasynthèse (anciennement Panchim).
La surface du revêtement déposé doit être suffisante pour recevoir la surface d'éclairement extérieure, elle est généralement comprise entre 0,5 et 2 cm^2.

Selon une première variante, le composé photoluminescent est intégré au getter d'oxygène, notamment le getter d'oxygène est dopé par le composé photoluminescent.

Selon une seconde variante, le composé photoluminescent constitue le getter d'oxygène.

Pour la mesure du signal émis par le composé photoluminescent on peut utiliser un gabarit que l'on vient placer autour du module, le gabarit comprend un orifice qui peut recevoir un moyen de détection par exemple une caméra ou un photodétecteur.

L'invention concerne également l'utilisation d'au moins un getter d'oxygène, dans le volume interne d'un module photovoltaïque comportant un assemblage de cellules photovoltaïques disposées entre une plaque avant et une plaque arrière, avec des contacts entre des moyens d'interconnexion entre les cellules et les cellules non soudés, et un joint de scellement des plaques délimitant un volume interne en dépression, et notamment en dépression d'oxygène, par rapport à la pression atmosphérique pour la création et/ou le maintien de la dépression à l'intérieur de ce volume.

Il est possible d'utiliser soit le même getter d'oxygène pour les deux actions (création et maintien de la dépression) soit deux getters d'oxygène différents, l'un à cinétique rapide pour

la création de la dépression et l'autre à cinétique plus lente pour le maintien de la dépression.

Dans le cas où un getter d'oxygène est utilisé uniquement pour créer la dépression à l'intérieur du module il devra être en quantité suffisante pour instaurer la dépression et il devra avoir une cinétique d'oxydation suffisamment rapide pour créer cette dépression. Cette cinétique d'oxydation rapide pourra notamment être obtenue soit par l'utilisation d'un getter à cinétique d'oxydation rapide, soit par allumage ou chauffage du getter d'oxygène par une action externe tel qu'une décharge électrique ou une activation par rayonnement laser.

Dans le cas où le getter d'oxygène est utilisé pour créer et maintenir la dépression à l'intérieur du module il devra être en quantité suffisante pour instaurer la dépression, puis pour maintenir cette dépression pendant la durée de vie du module photovoltaïque.

Dans le cas de la création de la dépression par action du getter d'oxygène, la quantité oxydable de getter d'oxygène doit permettre au minimum de consommer la totalité de l'oxygène présent dans le module. Dans le cas où l'air contient 20% d'oxygène, et où la pression dans le module fermé est de 0,1 MPa à température ambiante (25°C), la quantité d'oxygène est alors de 8.10^{-3} mol par litre de module. L'homme du métier peut alors déterminer la quantité de getter nécessaire pour obtenir la dépression souhaitée. Dans ce cas, la cinétique de la réaction doit également permettre la création de la dépression en oxygène rapidement , par exemple en moins d'une journée, de préférence en moins de 10 minutes, par exemple en 10 secondes. En effet, la performance électrique du module doit être mesurée sur le lieu de fabrication pour contrôler sa qualité, notamment la dépression en oxygène, et le stockage des modules avant leur mesure n'est pas aisé.

Dans le cas où le getter d'oxygène est utilisé pour maintenir la dépression, l'exemple 1 ci-dessous permet à l'homme du métier de déterminer la quantité de getter d'oxygène nécessaire pour maintenir cette dépression à une valeur souhaitée en fonction du débit de fuite observée et de la nature du getter utilisé.
L'exemple 1 donne un exemple de calcul de la quantité nécessaire de getter d'oxygène pour le maintien de la dépression en fonction du débit de fuite. L'homme du métier est donc à même de déterminer selon le débit de fuite, la quantité de getter nécessaire.

L'homme du métier est également à même de déterminer la quantité de getter d'oxygène nécessaire pour créer la dépression en fonction du volume interne du module photovoltaïque

et de la pression dans le module lors de sa fermeture et avant la mise en action du getter d'oxygène.

Par exemple pour un module de volume interne 1 litre, la quantité oxydable de getter d'oxygène dans le module est au minimum de 0,01 mole, de préférence de 0,1 à 2 moles.

L'invention concerne également l'utilisation d'au moins un getter d'oxygène et d'au moins un composé photoluminescent dans le volume interne d'un module photovoltaïque comportant un assemblage de cellules photovoltaïques disposées entre une plaque avant et une plaque arrière, avec des contacts entre des moyens d'interconnexion entre les cellules et les cellules non soudés, et un joint de scellement des plaques délimitant un volume interne en dépression par rapport à la pression atmosphérique pour la création et/ou le maintien de la dépression à l'intérieur de ce volume ainsi que pour la caractérisation de la pression partielle interne d'oxygène. Comme précisé plus haut, le composé photoluminescent est sensible à la pression partielle en oxygène ; de ce fait l'intensité du signal émis par ce composé est fonction de la pression partielle en oxygène. Notamment, le composé photoluminescent présente une intensité qui décroit avec une augmentation de la pression partielle en oxygène. Il est alors possible de caractériser la pression partielle interne d'oxygène et de suivre son évolution dans le temps. Il est ainsi possible d'anticiper un remplacement de module avant un dysfonctionnement de toute l'installation.

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un module photovoltaïque comportant un assemblage de cellules photovoltaïques disposées entre une plaque avant et une plaque arrière, avec des contacts entre des moyens d'interconnexion entre les cellules et les cellules non soudés, et un joint de scellement des plaques délimitant un volume interne en dépression par rapport à la pression atmosphérique, comprenant les étapes suivantes :

(α) placer au moins un getter d'oxygène dans le volume interne d'un module photovoltaïque, non encore fermé, comprenant des plaques avant et arrière, un assemblage de cellules photovoltaïques, des moyens d'interconnexion entre les cellules et un joint de scellement des plaques ;

(β) créer la dépression dans le module.

Dans un premier mode de réalisation, le getter d'oxygène de l'étape (α) est utilisé pour créer la dépression ou pour créer puis maintenir la dépression ou un getter d'oxygène est utilisé pour créer la dépression et un second getter d'oxygène est utilisé pour maintenir la dépression. L'étape (β) comprend alors les étapes suivantes :

(β1) instaurer et maintenir, par tout moyen approprié, notamment à l'aide d'une seringue ou dans une enceinte, étanche aux gaz, entourant le module, une dépression contrôlée dans le module ;

(β2) fermer hermétiquement le module, par exemple par écrasement du joint

(β3) déclencher le getter pour créer la dépression.

Dans un deuxième mode de réalisation, le getter d'oxygène de l'étape (α) est utilisé pour maintenir la dépression. L'étape (β) comprend alors les étapes suivantes :

(β'1) instaurer et maintenir par tout moyen approprié autre que l'utilisation du getter d'oxygène, notamment à l'aide d'une seringue ou dans une enceinte, étanche aux gaz, entourant le module, une dépression contrôlée dans le module ;

(β'2) fermer hermétiquement le module, par exemple par écrasement du joint,

le getter d'oxygène étant utilisé uniquement pour maintenir la dépression dans le volume interne du module et pour piéger l'oxygène pénétrant dans le module.

Dans un mode de réalisation particulier, la fabrication du module peut avoir lieu dans une enceinte étanche aux gaz. L'invention concerne alors un procédé de fabrication d'un module photovoltaïque comportant un assemblage de cellules photovoltaïques disposées entre une plaque avant et une plaque arrière, avec des contacts entre les moyens d'interconnexion entre les cellules et les cellules non soudés, et un joint de scellement des plaques délimitant un volume interne en dépression par rapport à la pression atmosphérique, comprenant les étapes suivantes :

(a) placer dans une enceinte les plaques avant et arrière, un assemblage de cellules photovoltaïques, des moyens d'interconnexion entre les cellules et le joint de scellement délimitant le volume interne ;

(b) placer dans le volume interne au moins un getter d'oxygène ;

(c) fermer l'enceinte ;

(d) créer la dépression dans le volume interne.

Les étapes (a) et (b) peuvent être interverties.

L'étape (d) est suivie d'une étape (e) d'ouverture de l'enceinte.

Dans un premier mode de réalisation, le getter d'oxygène de l'étape (b) permet de créer la dépression puis de maintenir cette dépression au cours du temps ou l'un des getter d'oxygène de l'étape (b) permet de créer la dépression et un autre getter d'oxygène permet

de maintenir la dépression. L'étape (d) peut être précédée d'une étape (d1), correspondant à l'instauration dans l'enceinte d'une dépression, avec une pression absolue comprise entre 0,001 et 0,1 MPa, de préférence entre 0,04 et 0,09 MPa. L'homme du métier peut choisir cette pression en fonction des effets de la variation du volume du module, notamment lors de sa fermeture et des effets de la température lors de la fabrication du module. L'étape (c) (ou (d1) si elle est appliquée) est suivie d'une étape (d2) de fermeture du module pour réaliser son étanchéité. Cette étape (d2) peut être mise en œuvre par pression des plaques et écrasement du joint de scellement. À la suite des étapes (d1) et (d2), l'étape (d) de création de la dépression est mise en œuvre par action du getter d'oxygène.

Dans un second mode de réalisation, le getter d'oxygène de l'étape (b) permet de maintenir la dépression au cours du temps et l'étape (d) de création de la dépression comprend les étapes suivantes :

(d'1) réduire la pression dans l'enceinte ;

(d'2) remplir l'enceinte d'azote ;

(d'3) abaisser la pression dans l'enceinte ;

(d'4) presser les plaques (2) et (3) pour fermer le module et réaliser l'étanchéité.

Dans ce mode de réalisation le getter d'oxygène est utilisé uniquement pour maintenir la dépression dans le volume interne du module et pour piéger l'oxygène pénétrant dans le module.

De façon préférée, la pression à la fin de l'étape (d'1) est la plus faible possible afin d'éliminer le plus d'oxygène possible, par exemple de 0,001 MPa.

De façon préférée, la pression à la fin de l'étape (d'2) est d'environ 0,1 MPa, et au minimum supérieure à la pression de l'étape (d'3).

De façon préférée, la pression à la fin de l'étape (d'3) est comprise entre 0,001 et 0,1 MPa, de préférence entre 0,04 et 0,09 MPa.

Le procédé de l'invention est mis en œuvre à une température comprise entre 0 et 400°C, de préférence entre 75 et 150°C, par exemple à 100°C.

Lors de l'étape (b), le getter d'oxygène doit être protégé contre l'oxydation afin de limiter sa détérioration préalable. De manière avantageuse, l'introduction du getter d'oxygène à l'étape (b) peut être faite sous gaz inerte ou le getter peut être introduit protégé par une enveloppe plastique qui sera retirée au dernier moment avant la fermeture du module.

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de trois modes de réalisation d'un module photovoltaïque selon l'invention, donnée à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une coupe transversale d'un module photovoltaïque conforme à un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 est une coupe transversale analogue à la figure 1 pour un module photovoltaïque conforme à un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 3 est une coupe transversale analogue à la figure 1 pour un module photovoltaïque conforme à un troisième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 4 est une coupe transversale du module photovoltaïque de la figure 3 en cours de mesure de son fonctionnement ;
- la figure 5 est une coupe transversale d'un module photovoltaïque conforme à l'art antérieur pour lequel les moyens d'interconnexion entre les cellules et les cellules sont soudés.

La figure 1 représente une coupe d'un module photovoltaïque M selon l'invention comprenant une plaque avant 2 destinée à être tournée vers le soleil en configuration d'utilisation du module, une plaque arrière 3, un joint de scellement 4 déposé à la périphérie des plaques 2 et 3 délimitant un volume interne 5 comprenant un assemblage de cellules photovoltaïques 1 et un getter d'oxygène 6, le volume interne 5 étant en dépression.

Le module photovoltaïque comprend également des connecteurs électriques 11 formant des moyens d'interconnexion entre les cellules, reliant les différentes cellules photovoltaïques et permettant de récupérer l'énergie électrique en sortie de module. Le module selon l'invention est un module mettant en œuvre des contacts électriques par pression, la dépression dans le volume interne du module permet de réaliser le contact entre les moyens d'interconnexion et les cellules photovoltaïques. Ainsi, les moyens d'interconnexion entre les cellules ne sont pas soudés aux cellules mais mis en contact avec lesdites cellules par action de la dépression à l'intérieur du module.

On peut distinguer deux types de getter d'oxygène, les getters d'oxygène dits chimiques qui peuvent réagir avec l'oxygène pour former des oxydes, selon un mécanisme de corrosion, et les getters d'oxygène dits physiques qui peuvent adsorber l'oxygène, notamment à leur surface selon un mécanisme de sorption ou de « mise en solution ».

Selon l'invention, le getter d'oxygène permet de fixer l'oxygène contenu initialement dans le volume interne du module ou issu de fuites dans le volume intérieur et donc respectivement de créer ou de maintenir la dépression dans le module photovoltaïque.

De préférence, le getter d'oxygène fixe l'oxygène sous forme solide. En effet, dans un volume constant, le passage de l'oxygène gazeux à l'état solide s'accompagne avantageusement d'une diminution de la pression partielle en oxygène dans le volume considéré, et donc également de la pression totale.

Le choix du getter d'oxygène dépend notamment des conditions de température et de pression que va subir le module lors de sa fabrication et/ou de son utilisation. Pour les modules selon l'invention, on considère une température de fonctionnement comprise entre -40°C et 90°C et une pression dans le volume interne du module photovoltaïque comprise entre 0,001 et 0,1 MPa, de préférence comprise entre 0,04 et 0,09 MPa. Les contacts électriques dans le module photovoltaïque selon l'invention sont assurés par la dépression dans le volume interne du module.

L'énergie libre de Gibbs, qui dépend de la température et de la pression, stipule que toute réaction chimique s'effectue avec création d'entropie. Pour une réaction donnée la variation d'énergie libre ΔG est égale à $G_{produit} - G_{réactif}$, si cette grandeur est négative, la formation du produit à partir des réactifs est thermodynamiquement possible. Il est donc nécessaire que la réaction d'oxydation du getter ait une valeur ΔG négative. Le getter d'oxygène doit par conséquent être choisi parmi tous les composés dont l'oxydation est thermodynamiquement favorable entre -40 et 150 °C. Dans le cas où le getter d'oxygène est activé par une source extérieur comme expliqué plus haut, la température haute considérée peut être plus haute que 150°C, par exemple 200°C localement au niveau du getter. L'homme du métier est à même de sélectionner de tels composés.

Le getter d'oxygène possède au moins l'une des propriétés suivantes :

- une forte affinité pour l'oxygène ;
- une cinétique d'oxydation permettant de consommer l'oxygène entrant et de ne pas être oxydé totalement lors de la fabrication du module.

Selon l'invention, le getter d'oxygène peut être constitué d'un matériau choisi parmi les métaux ou leurs alliages, les oxydes métalliques pouvant être oxydés, les composés organiques pouvant être oxydés, seuls ou en mélange.

Pour le choix des métaux ou alliages utilisables, l'homme du métier peut se référer aux diagrammes d'Ellingham qui permettent de prévoir les équilibres entre un métal et ses

oxydes en fonction de la température et de la pression, le choix devant s'orienter, comme précisé plus haut, vers les équilibres à ΔG négatif.

Le getter d'oxygène peut être constitué d'un matériau choisi parmi :

- les métaux tels que le fer, le zinc, le cuivre, le cobalt, le magnésium, le calcium, le sodium, le baryum, le zirconium, l'aluminium, purs ou sous forme de leurs alliages ;
- les oxydes métalliques tels que l'oxyde de cuivre (Cu_2O) et l'oxyde de cobalt (CoO) ;
- le glucose et ses dérivés ;
- l'acide ascorbique et ses dérivés;
- le 1,2,3-triol (pyrogallol) ;
- les cycles porphyriques comprenant du ruthénium, notamment le tetraphenyl porphyranoplatinum en combinaison du ruthénium ; ou
- l'europium.

De façon préférée le getter d'oxygène est constitué d'un matériau choisi parmi le fer, le cuivre, le zinc, le titane.

De façon avantageuse, le getter d'oxygène constitue un composé photoluminescent et est choisi parmi l'europium ou les cycles porphyriques comprenant du ruthénium, notamment le tetraphenyl porphyranoplatinum en combinaison du ruthénium.

A titre de getter d'oxygène permettant de créer la dépression on peut citer, sans y être limité, les getters d'oxygène constitués de magnésium, notamment activé par une source externe, par exemple par un laser ; de titane.

A titre de getter d'oxygène permettant de maintenir la dépression on peut citer, sans y être limité les getters d'oxygène constitués de fer, notamment sous forme de poudre, de titane.

Le getter d'oxygène peut se trouver sous toute forme, notamment sous forme de fil ; de ruban ; de poudre ; de bloc ; il peut également être compris dans une matrice, notamment matrice organique perméable à l'oxygène, par exemple matrice acrylique, formant ainsi un revêtement, notamment liquide, qui peut être déposée sur au moins l'une des parois internes des plaques du module.

Dans le cas où le getter d'oxygène est l'europium ou un cycle porphyrique comprenant du ruthénium, il est avantageusement intégré dans un revêtement déposé sur au moins l'une des parois internes des plaques du module.

De façon avantageuse, le getter d'oxygène possède une surface spécifique élevée, de 50 à 800 m^2/kg, de préférence de 100 à 500 m^2/kg, par exemple voisine de 150 m^2/kg. De façon avantageuse, le getter d'oxygène est alors sous forme de poudre, de ruban ou de bloc poreux.

Certains getters d'oxygène, lorsqu'ils s'oxydent forment une couche d'oxygène natif imperméable à l'oxygène empêchant ou ralentissant l'oxydation de la partie résiduelle non oxydée du getter d'oxygène. Si de tels getters d'oxygène sont utilisés il convient de prévoir une quantité suffisante de getter d'oxygène et/ou une mise en forme du getter d'oxygène avec une grande surface spécifique, par exemple un getter d'oxygène sous forme poreuse.

Dans le cas ou le getter d'oxygène est sous forme de fil, de ruban, de poudre ou de bloc, l'étape (b) comprend le dépôt du getter d'oxygène contre l'une des plaques formant le module. De préférence, le getter d'oxygène est collé sur l'une de ces plaques.

Dans le cas ou le getter d'oxygène est compris dans une matrice et notamment appliqué sous forme d'un revêtement, le procédé de l'invention comprend une étape préalable, avant l'étape (a), de dépôt d'une couche de revêtement comprenant le getter d'oxygène sur au moins l'une des surfaces internes des plaques formant le module.

De façon avantageuse, il est possible d'ajouter au getter d'oxygène un agent activant tel que le chlorure de sodium, le chlorure de calcium, le chlorure de fer ou le carbonate de sodium.

Le joint de scellement est présent en périphérie des plaques.

Dans les deuxièmes et troisièmes modes de réalisation représentés respectivement aux figures 2 et 3, les éléments 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 11 sont identiques à ceux du premier mode de réalisation.

Dans le mode de réalisation de la figure 2, le getter d'oxygène 6 comprend un composé photoluminescent 7. Dans le mode de réalisation de la figure 3, le module M comprend, outre le getter d'oxygène 6 un revêtement 8 comprenant un composé photoluminescent 7 sur au moins une partie de la surface interne de la plaque 2.

Le composé photoluminescent peut être choisi parmi les terres rares, les métaux de transition, les molécules photoluminescentes.

De façon préférée, les terres rares sont choisis parmi l'europium, notamment Eu^{2+}, Eu^{3+} ; le terbium, notamment Tb^{3+}.

Une variante consiste à utiliser des métaux de transition sont choisis parmi le cobalt, notamment Co^{2+}, Co^{3+}.

Une variante consiste à utiliser des molécules photoluminescentes choisies parmi des dérivés de cycle porphyrique comprenant du platine ou du ruthénium, par exemple tetraphényl porphinatoplatinum (ptPP).

Lorsque le composé photoluminescent est compris dans un bloc ou un revêtement, ce bloc ou revêtement est notamment une matrice polymérique organique. La matrice polymérique organique peut être une matrice polymérique perméable à l'oxygène ; par exemple une matrice acrylique, notamment à base de méthacrylate.

De façon préférée la quantité de composé photoluminescent est comprise entre 0,5 mg et 3 mg, par exemple 1 mg.

La figure 4 est une coupe transversale du module de la figure 3 en cours de mesure de son vieillissement, un boitier 9 permet de maintenir l'obscurité afin de détecter le signal émis par l'agent luminophore 7 par un moyen de détection 10, tel qu'une caméra qui vise le revêtement 8 à travers une ouverture 91 du boitier 9, comme représenté par la flèche F.

La figure 5 est une coupe transversale d'un module photovoltaïque conforme à l'art antérieur comprenant une plaque avant 2 destinée à être tournée vers le soleil en configuration d'utilisation du module, une plaque arrière 3, et un assemblage de cellules photovoltaïques 1, étant typiquement encapsulées dans un matériau transparent, par exemple l'EVA (Éthyl Vynil Acétate). Le module photovoltaïque comprend également des connecteurs électriques 11 formant des moyens d'interconnexion entre les cellules et reliant les différentes cellules photovoltaïques par l'intermédiaire d'une soudure 12.

Le module selon l'invention peut être tout module photovoltaïque, présentant un volume interne rempli de gaz, connu de l'homme du métier, notamment un module à concentration, un module utilisant une technologie couche mince, un module utilisant des cellules à contacts arrière ou un module utilisant des cellules en silicium cristallin.

L'invention va maintenant être décrite à l'aide d'exemples, ceux-ci étant donnés à titre d'illustration sans pour autant être limitatifs.

Exemple 1 : Étude quantitative de la quantité de getter nécessaire

La quantité de getter d'oxygène doit être suffisante pour permettre de consommer la quantité d'oxygène susceptible de pénétrer dans le module.

Notons D_{O2} le taux de pénétration d'oxygène dans le module (en $mol.min^{-1}$), T la durée de vie d'un module (en minutes) et n_{O2} la quantité d'oxygène devant être absorbée par le getter (en mol). Nous avons la relation :

$n_{O2} = D_{O2} . T$

Nous considérons ici un getter d'oxygène A s'oxydant selon la réaction suivante :

$\alpha A + \beta O_2 \rightarrow A_\alpha O_{2\beta}$

α et β sont les coefficients stœchiométriques de cette réaction. En prenant en compte les caractéristiques de l'oxyde formé par le getter d'oxygène A (notamment si une couche d'oxyde imperméable à l'oxygène se forme), nous pouvons définir une masse oxydable de A, dont la totalité est apte à réagir avec l'oxygène suivant la réaction ci-dessus. Les caractéristiques de A sont alors les suivantes :

- Masse molaire : M_A ($g.mol^{-1}$)
- Masse oxydable : m_A (g)
- Quantité de matière oxydable : n_A (mol)

La quantité de getter d'oxygène nécessaire est donc :

$n_A = n_{O2} . \alpha/\beta = D_{O2} . T . \alpha/\beta$

Et sa masse oxydable nécessaire :

$m_A = n_A . M_A = D_{O2} . T. \alpha/\beta . M_A$

Ainsi dans les conditions suivantes :

- Débit de fuite : $D_{O2} = 10^{-8}$ $mol.min^{-1}$
- T = 30 ans = $1{,}58.10^7$ minutes
- getter : Fer (Fe) s'oxyde en Fe_2O_3
- Réaction d'oxydation : $2Fe + 3/2\ O_2 \rightarrow Fe_2O_3$ ($\alpha=2$ et $\beta=3/2$)
- Masse molaire du fer : $M_A = 56$ $g.mol^{-1}$

La masse oxydable minimale de getter d'oxygène nécessaire est donc :

$m_{Fe} = 11{,}7$ g

Exemple 2 : Cinétique de la réaction d'oxydation.

Dans l'exemple 1, le débit de fuite considéré est $D_{O2} = 10^{-8}$ $mol.min^{-1}$.

Si l'on souhaite consommer la totalité de l'oxygène pénétrant dans le module avec ce débit de fuite, et si l'on considère que la quantité de matière oxydable du getter est en excès, il faut que la cinétique de la réaction soit au moins aussi rapide que l'apport d'oxygène par la fuite considérée.

Reprenons la réaction de l'exemple 1 : $\alpha A + \beta O_2 \rightarrow A_\alpha O_{2\beta}$

Lorsque la réaction a lieu, les réactifs A et O_2 disparaissent alors que le produit $A_\alpha O_{2\beta}$ se forme. On définit alors l'avancement **ξ** de la réaction :

$$d\xi = -\frac{dn_A}{\alpha} = -\frac{dn_B}{\beta} = dn_{A_\alpha B_\beta}$$

En notant t le temps, on définit la vitesse molaire de réaction **ξ** dont l'unité est la $mol.s^{-1}$ ou la $mol.min^{-1}$:

$$\dot{\xi} = \frac{d\xi}{dt} = -\frac{1}{\alpha}\frac{dn_A}{dt}$$

Pour que la réaction compense au moins la fuite, on doit alors respecter la relation suivante :

$$-\frac{dn_{O_2}}{dt} \geq D_{O_2}$$

Appliquée à la réaction de l'exemple 1, nous avons :

$$\dot{\xi} \geq \frac{1}{\alpha}.D_{O_2}$$

La condition à respecter pour la vitesse théorique de la réaction de l'oxydation du fer est donc :

$$\dot{\xi} \geq \frac{1}{2}.D_{O_2} \text{ soit } \dot{\xi} \geq 5.10^{-9} mol.\min^{-1}$$

Ces exemples s'appliquent aux trois modes de réalisation représentés sur les figures.

Les caractéristiques techniques des modes de réalisation et variantes envisagées ci-dessus peuvent être combinées entre elles.

Revendications

1. Module photovoltaïque (M) comportant un assemblage de cellules photovoltaïques (1) disposées entre une plaque avant (2) et une plaque arrière (3), avec des contacts entre des moyens d'interconnexion entre les cellules (11) et les cellules non soudés, et un joint de scellement (4) des plaques (2,3), étanche au moins partiellement aux gaz et à l'humidité et délimitant un volume interne (5) en dépression par rapport à la pression atmosphérique, caractérisé en ce que le volume interne comprend au moins un getter d'oxygène (6).

2. Module selon la revendication 1 caractérisé en ce que le getter d'oxygène (6) est constitué d'un matériau choisi parmi les métaux ou leurs alliages, les oxydes métalliques pouvant être oxydés, les composés organiques pouvant être oxydés, seul ou en mélange.

3. Module selon les revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que le getter d'oxygène (6) est constitué d'un matériau choisi parmi le fer, le zinc, le cuivre, le cobalt, le magnésium, le calcium, le sodium, le baryum, le zirconium, l'aluminium, le titane, purs, sous forme de leurs alliages ; l'oxyde de cuivre (Cu_2O), l'oxyde de cobalt (CoO), le glucose et ses dérivés ; l'acide ascorbique et ses dérivés ; le 1,2,3-triol (pyrogallol) ; les cycles porphyriques comprenant du ruthénium, notamment le tetraphenyl porphyranoplatinum en combinaison du ruthénium ; ou l'europium.

4. Module selon les revendications 1 à 3 caractérisé en ce que le getter d'oxygène (6) présente une surface spécifique de 50 à 800 m^2/kg.

5. Module selon les revendications 1 à 4 caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins un composé photoluminescent (7) dont le spectre d'émission est modifié en présence d'oxygène.

6. Module selon la revendication 5 caractérisé en ce que le composé photoluminescent (7) est intégré au getter d'oxygène (6), constitue le getter d'oxygène (6) ou est compris dans un bloc (8) adhérent à au moins l'une des surfaces internes des plaques (2,3), ou dans un revêtement (8) déposé par spray ou étalé sur au moins l'une des surfaces internes des plaques (2,3)

7. Module selon les revendications 5 ou 6 caractérisé en ce que le composé photoluminescent (7) est choisi parmi les terres rares, les métaux de transition et les molécules organique photolumiscentes.

8. Utilisation d'au moins un getter d'oxygène (6) dans le volume interne (5) d'un module photovoltaïque comportant un assemblage de cellules photovoltaïques (1) disposées entre une plaque avant (2) et une plaque arrière (3) , avec des contacts entre des moyens d'interconnexion entre les cellules (11) et les cellules non soudés, et un joint de scellement (4) des plaques délimitant le volume interne (5), pour la création et/ou le maintien de la dépression à l'intérieur de ce volume (5).

9. Utilisation d'au moins un getter d'oxygène (6) et d'au moins un composé photoluminescent (7) dans le volume interne (5) d'un module photovoltaïque comportant un assemblage de cellules photovoltaïques (1) disposées entre une plaque avant (2) et une plaque arrière (3) , avec des contacts entre des moyens d'interconnexion entre les cellules (11) et les cellules non soudés, et un joint de scellement (4) des plaques délimitant le volume interne, pour la création et/ou le maintien de la dépression à l'intérieur de ce volume ainsi que pour la caractérisation de la pression partielle interne d'oxygène du module.

10. Procédé de fabrication d'un module photovoltaïque comportant un assemblage de cellules photovoltaïques disposées entre une plaque avant et une plaque arrière, avec des contacts entre des moyens d'interconnexion entre les cellules et les cellules non soudés, et un joint de scellement des plaques délimitant un volume interne en dépression par rapport à la pression atmosphérique, comprenant les étapes suivantes :

    (α) placer au moins un getter d'oxygène dans le volume interne d'un module photovoltaïque, non encore fermé, comprenant des plaques avant et arrière, un assemblage de cellules photovoltaïques, des moyens d'interconnexion entre les cellules et un joint de scellement des plaques ;

    (β) créer la dépression dans le module.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le getter d'oxygène est utilisé pour créer la dépression ou pour créer puis maintenir la dépression ou un

getter est utilisé pour créer la dépression et un second getter est utilisé pour maintenir la dépression et l'étape (β) comprend les étapes suivantes :

(β1) instaurer et maintenir une dépression contrôlée dans le module ;

(β2) fermer hermétiquement le module ;

(β3) déclencher le getter pour créer la dépression.

12. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le getter d'oxygène est utilisé pour maintenir la dépression et l'étape (β) comprend les étapes suivantes :

(β'1) instaurer et maintenir une dépression contrôlée dans le module par un moyen autre que l'utilisation du getter d'oxygène ;

(β'2) fermer hermétiquement le module ;

le getter d'oxygène étant utilisé uniquement pour maintenir la dépression dans le volume interne du module et pour piéger l'oxygène pénétrant dans le module.

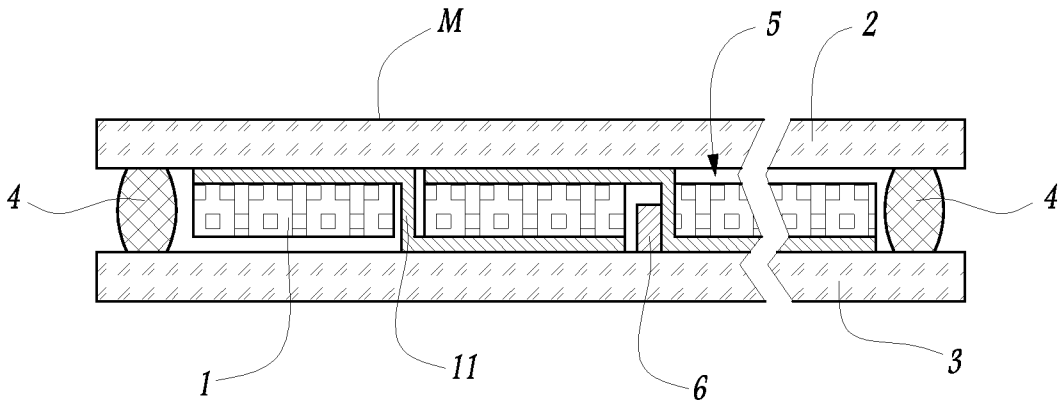


Fig.1

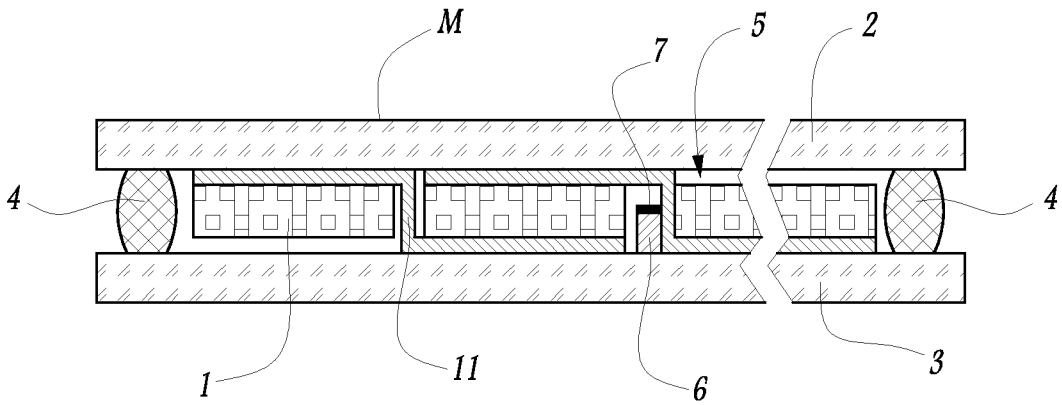


Fig.2

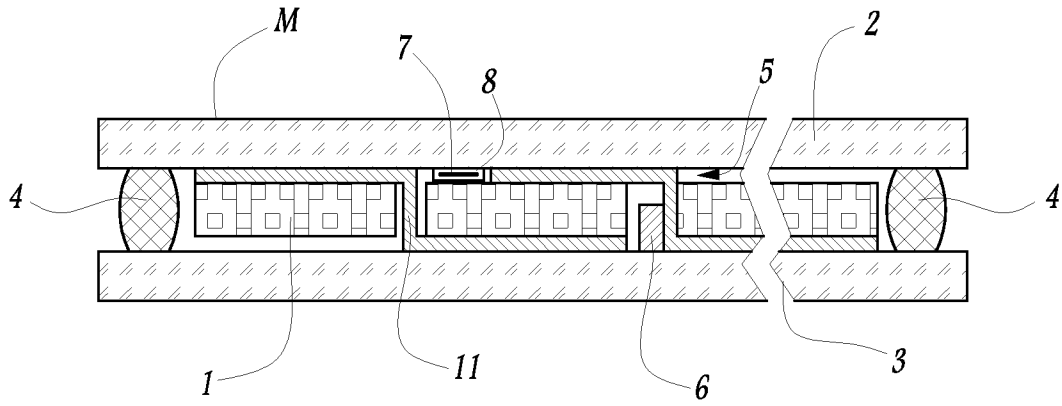


Fig.3

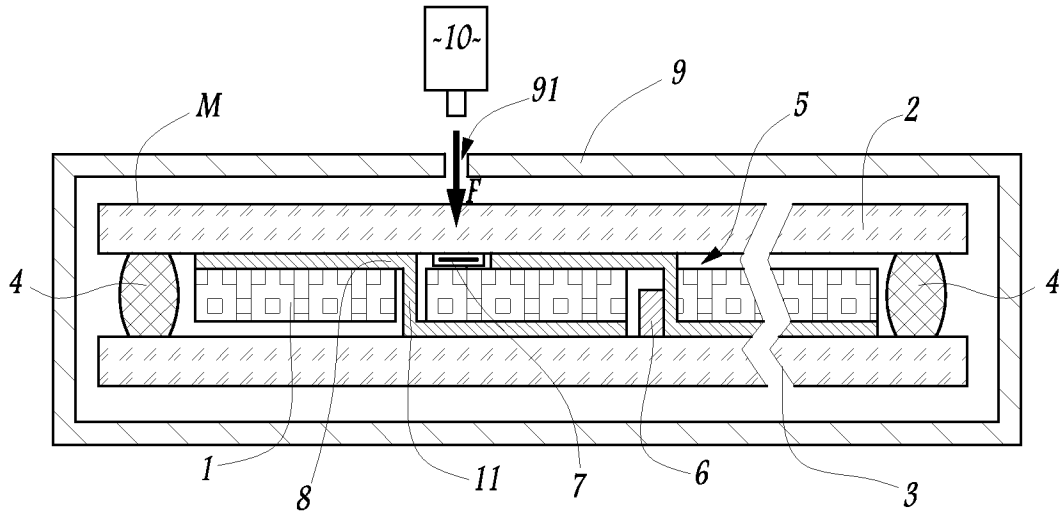


Fig.4

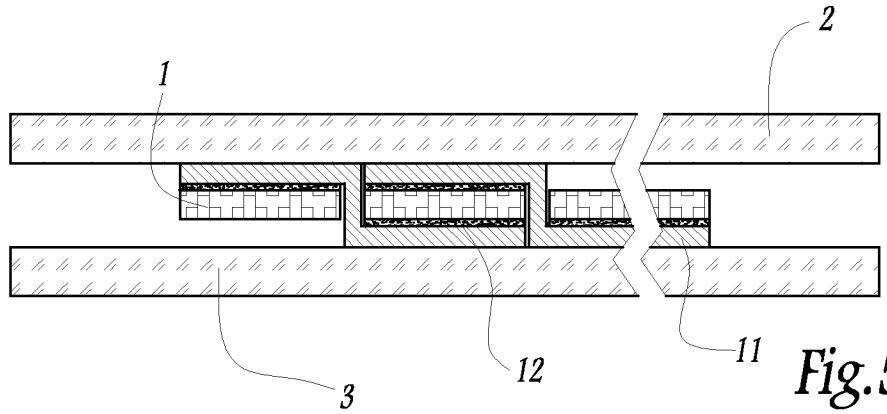


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/071615

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L31/048 G01M3/22 G01M3/38 H01L51/52 H01L51/44
H01L51/10 H01L23/26
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L G01N G01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2010/237453 A1 (BONEKAMP JEFFREY E [US] ET AL) 23 September 2010 (2010-09-23) abstract paragraphs [0004], [0005], [0008] - [0015], [0019] - [0021], [0023] - [0025], [0033], [0048] - [0056], [0057], [0059], [0060], [0067], [0069]; figure 1	1-4,8, 10-12 5-7,9
Y	US 2004/086749 A1 (KENNEDY THOMAS D [US] ET AL) 6 May 2004 (2004-05-06) abstract paragraphs [0002], [0003], [0011] - [0014], [0036] - [0046], [0057] - [0061], [0094] - [0107]; figures 1,15	5-7,9

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 January 2012	30/01/2012

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Sagol, Bülent Erol

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/071615

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010/148127 A1 (ELLINGER JAN [DE] ET AL) 17 June 2010 (2010-06-17) abstract paragraphs [0001] - [0008], [0023], [0027], [0039], [0040], [0092], [0093], [0104] - [0107], [0119], [0120]; figure 1	1-3,8,9
A	EP 1 630 531 A1 (ULIS [FR]) 1 March 2006 (2006-03-01) abstract paragraphs [0012] - [0030], [0035] - [0027], [0044] - [0057]; figures 2-5	10-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2011/071615

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2010237453 A1	23-09-2010	EP 2417631 A1	15-02-2012
		US 2010237453 A1	23-09-2010
		WO 2010111125 A1	30-09-2010
US 2004086749 A1	06-05-2004	AT 473436 T	15-07-2010
		AU 2002345539 B2	14-09-2006
		CA 2449786 A1	12-12-2002
		EP 1393064 A1	03-03-2004
		EP 2194377 A1	09-06-2010
		JP 4187643 B2	26-11-2008
		JP 2004535571 A	25-11-2004
		MX PA03011228 A	26-02-2004
		NZ 529825 A	31-01-2008
		US 2003082321 A1	01-05-2003
		US 2004086749 A1	06-05-2004
		WO 02099416 A1	12-12-2002
US 2010148127 A1	17-06-2010	CA 2688618 A1	16-06-2010
		CN 101752276 A	23-06-2010
		DE 102008062130 A1	17-06-2010
		EP 2200105 A2	23-06-2010
		JP 2010144169 A	01-07-2010
		KR 20100069624 A	24-06-2010
		TW 201029077 A	01-08-2010
		US 2010148127 A1	17-06-2010
EP 1630531 A1	01-03-2006	CA 2512370 A1	24-02-2006
		CN 1740758 A	01-03-2006
		EP 1630531 A1	01-03-2006
		FR 2874691 A1	03-03-2006
		JP 2006064696 A	09-03-2006
		US 2006060785 A1	23-03-2006

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2011/071615

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H01L31/048 G01M3/22 G01M3/38 H01L51/52 H01L51/44
H01L51/10 H01L23/26
ADD.
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H01L G01N G01M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X Y	US 2010/237453 A1 (BONEKAMP JEFFREY E [US] ET AL) 23 septembre 2010 (2010-09-23) abrégé alinéas [0004], [0005], [0008] - [0015], [0019] - [0021], [0023] - [0025], [0033], [0048] - [0056], [0057], [0059], [0060], [0067], [0069]; figure 1	1-4,8, 10-12 5-7,9
Y	US 2004/086749 A1 (KENNEDY THOMAS D [US] ET AL) 6 mai 2004 (2004-05-06) abrégé alinéas [0002], [0003], [0011] - [0014], [0036] - [0046], [0057] - [0061], [0094] - [0107]; figures 1,15	5-7,9

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
23 janvier 2012	30/01/2012

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Sagol, Bülent Erol

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2011/071615

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2010/148127 A1 (ELLINGER JAN [DE] ET AL) 17 juin 2010 (2010-06-17) abrégé alinéas [0001] - [0008], [0023], [0027], [0039], [0040], [0092], [0093], [0104] - [0107], [0119], [0120]; figure 1 -----	1-3,8,9
A	EP 1 630 531 A1 (ULIS [FR]) 1 mars 2006 (2006-03-01) abrégé alinéas [0012] - [0030], [0035] - [0027], [0044] - [0057]; figures 2-5 -----	10-12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2011/071615

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2010237453 A1	23-09-2010	EP 2417631 A1	15-02-2012
		US 2010237453 A1	23-09-2010
		WO 2010111125 A1	30-09-2010
US 2004086749 A1	06-05-2004	AT 473436 T	15-07-2010
		AU 2002345539 B2	14-09-2006
		CA 2449786 A1	12-12-2002
		EP 1393064 A1	03-03-2004
		EP 2194377 A1	09-06-2010
		JP 4187643 B2	26-11-2008
		JP 2004535571 A	25-11-2004
		MX PA03011228 A	26-02-2004
		NZ 529825 A	31-01-2008
		US 2003082321 A1	01-05-2003
		US 2004086749 A1	06-05-2004
		WO 02099416 A1	12-12-2002
US 2010148127 A1	17-06-2010	CA 2688618 A1	16-06-2010
		CN 101752276 A	23-06-2010
		DE 102008062130 A1	17-06-2010
		EP 2200105 A2	23-06-2010
		JP 2010144169 A	01-07-2010
		KR 20100069624 A	24-06-2010
		TW 201029077 A	01-08-2010
		US 2010148127 A1	17-06-2010
EP 1630531 A1	01-03-2006	CA 2512370 A1	24-02-2006
		CN 1740758 A	01-03-2006
		EP 1630531 A1	01-03-2006
		FR 2874691 A1	03-03-2006
		JP 2006064696 A	09-03-2006
		US 2006060785 A1	23-03-2006