

⑲ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
PARIS
—

⑪ N° de publication :

2 934 418

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

⑳ N° d'enregistrement national :

08 04157

⑤① Int Cl⁸ : **H 01 L 31/048** (2006.01)

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PROCÉDE D'ENCAPSULATION D'UN PANNEAU DE CELLULES PHOTOVOLTAIQUES PAR UN PROCÉDE D'INJECTION DE RESINE SOUS INFUSION SUR TISSUS DE FIBRES DE VERRE.

②② Date de dépôt : 22.07.08.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 29.01.10 Bulletin 10/04.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 27.08.10 Bulletin 10/34.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : 49 SUD Société à responsabilité
limitée — FR.

⑦② Inventeur(s) : DINELLI RAPHAEL.

⑦③ Titulaire(s) : 49 SUD Société à responsabilité limitée.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET PATRICE VIDON.

FR 2 934 418 - B1



Procédé d'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques par un procédé d'injection de résine sous infusion sur tissus de fibres de verre.

5 Le domaine de l'invention est celui des techniques d'encapsulation de cellules photovoltaïques. Plus précisément, l'invention concerne une technique d'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques conçue pour obtenir un panneau de cellules photovoltaïques encapsulé se présentant en couche mince.

10 Actuellement, il existe une tendance forte pour inscrire les ressources et la consommation d'énergie dans une logique de développement durable. Cette tendance conduit naturellement à privilégier les énergies naturelles, telle que l'énergie solaire.

Il est désormais classique d'installer des panneaux photovoltaïques notamment sur les toitures des habitations pour fournir de l'énergie aux équipements de l'habitation en question.

15 Plus récemment, il a été tenté d'installer des panneaux de cellules photovoltaïques sur des toits de voitures, des ailes d'avion, des ponts de bateaux...

Toutefois, ces tentatives s'exposent actuellement à des difficultés concernant l'encapsulation des panneaux de cellules photovoltaïques.

20 En effet, il est évident que les cellules photovoltaïques doivent être protégées tant d'un point de vue mécanique que pour les protéger de l'air et de l'eau.

25 De plus, les panneaux de cellules photovoltaïques une fois encapsulés doivent présenter une épaisseur la plus réduite possible en vue d'être intégrés sur leur support en occasionnant le moins de contrainte possible pour le support : il est en effet souhaitable, s'agissant du toit d'une voiture, d'une aile d'avion ou encore du pont d'un bateau, de limiter tant que faire se peut l'encombrement occasionné par l'implantation du panneau photovoltaïque encapsulé, ceci que se soit pour des raisons aérodynamiques, esthétiques, pratiques, ...

30 En outre, la forme du support peut varier de façon sensible, et notamment

présenter une surface de réception incurvée. Il est donc nécessaire de pouvoir adapter la forme du panneau photovoltaïque à celle du support.

De façon générale, lors de la conception et de la fabrication d'un panneau photovoltaïque encapsulé, on cherche donc à assurer au panneau encapsulé
5 l'ensemble des propriétés suivantes :

- épaisseur minimale ;
- déformabilité ;
- translucidité ;
- étanchéité ;
- 10 - fiabilité.

Or, les différentes techniques proposées par l'art antérieur pour encapsuler un panneau de photovoltaïques ne permettent pas de conférer au produit obtenu l'ensemble de ces propriétés, en particulier s'agissant de la déformabilité et de la translucidité du produit obtenu.

15 L'invention a notamment pour objectif de palier à ces inconvénients de l'art antérieur.

Plus précisément, l'invention a pour objectif de proposer une technique d'encapsulation de panneau de cellules photovoltaïques qui préserve la possibilité d'obtenir un panneau encapsulé déformable.

20 L'invention a également pour objectif de fournir une telle technique qui assure une translucidité satisfaisante du matériel d'encapsulation.

L'invention a aussi pour objectif de fournir une telle technique qui permette d'obtenir un panneau de cellules photovoltaïques encapsulé de très faible épaisseur.

25 Ces objectifs ainsi que d'autres cas apparaîtront par la suite, sont atteints grâce à l'invention qui a pour objet un procédé d'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques dans un matériau comprenant au moins une résine associée à des fibres de verre, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :

- application d'au moins un premier tissu de fibre de verre dans un
30 moule,

- dépôt dudit panneau sur ledit ou lesdits premiers tissus de fibres de verre ;
- application d'au moins un deuxième tissu de fibre de verre sur ledit panneau ;
- 5 - injection d'une résine sous infusion, ladite étape d'injection étant accompagnée d'une étape de dégazage de ladite résine, conduisant à l'obtention d'un panneau encapsulé.

Ainsi, le procédé selon l'invention permet d'obtenir un panneau de cellules photovoltaïques encapsulées réunissant l'ensemble des caractéristiques
10 suivantes :

- il peut être réalisé de façon à présenter une épaisseur très faible (moins de 1mm), ceci combiné au fait qu'il peut être réalisé avec des matériaux d'encapsulation permettant d'obtenir un panneau encapsulé déformable ;
- 15 - le panneau encapsulé présente un matériau d'encapsulation dont la translucidité est très satisfaisante, ceci en l'absence de microbulles.

Bien entendu, on note que malgré la faible épaisseur du panneau encapsulé, la résistance mécanique de celui-ci est assurée par le matériau d'encapsulation.

20 Selon une solution préférée, lesdites étapes d'application desdits tissus de fibre de verre et d'injection de résine sont conduites simultanément sur chaque face dudit panneau.

De cette façon, l'encapsulation est réalisée en une seule opération, garantissant une parfaite adhésion des deux faces de matériau d'encapsulation
25 entre elles et sur le panneau de cellules photovoltaïques.

Selon une solution avantageuse, le procédé comprend une étape d'application d'une résine de glaçage.

Une telle étape contribue à assurer l'étanchéité du panneau encapsulé.

Préférentiellement, lesdits tissus de fibre de verre présentent une masse surfacique de 109 g/m². De tels tissus s'avèrent donc particulièrement fins, et permettent d'assurer la translucidité et la solidité du panneau encapsulé.

5 Selon un mode de réalisation préféré, ladite étape d'injection de résine sous infusion est réalisée sous vide, ladite étape d'injection étant préférentiellement réalisée avec une résine à prise lente et ledit panneau encapsulé étant préférentiellement maintenu dans ledit moule, une fois ladite étape d'injection de résine sous infusion réalisée, pendant environ 6 heures à une pression ramenée à 0,6 bar.

10 De cette façon, le temps de maintien du panneau encapsulé dans le moule à une dépression réduite combinée à une utilisation de résine à prise lente permet d'optimiser l'efficacité de l'étape d'injection sous infusion.

Préférentiellement, le procédé comprend une étape d'extraction dudit panneau encapsulé à partir dudit moule, suivie d'une étape de cuisson à l'étuve.

15 Dans ce cas, ladite étape de cuisson en étuve est réalisée par palier croissant de température, avec un premier palier à 30°C.

De plus, l'étape de cuisson en étuve est réalisée de façon à présenter l'une et/ou l'autre des caractéristiques suivantes :

- 20 - ladite température de ladite étape de cuisson en étuve est augmentée de 20°C toutes les 2 heures ;
- ladite température de ladite étape de cuisson est augmentée par palier successif jusqu'à atteindre 110°C.

D'autres caractéristiques à l'avantage de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel de l'invention, donné à titre d'exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés :

- 25 - la figure 1 est une représentation schématique d'un panneau encapsulé selon l'invention, vue de dessus ;
 - la figure 2 est une vue schématique en coupe d'un panneau encapsulé selon l'invention, en sortie de moulage ;
- 30

- la figure 3 est une vue schématique en coupe d'un panneau encapsulé selon l'invention, à l'issue d'une étape de finition ;
- la figure 4 est une représentation schématique des couches d'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques selon l'invention.

5

Tel qu'indiqué précédemment, le principe de l'invention consiste à utiliser une technique d'injection de résine sous infusion pour l'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques, ceci en procédant au dégazage de la résine injectée.

10

La figure 1 présente de façon schématique, vue de dessus, un panneau encapsulé selon l'invention.

Tel que cela apparaît sur cette figure, un panneau de cellules photovoltaïques encapsulé selon l'invention comprend :

15

- un panneau 1 de cellules photovoltaïques ;
- un matériau d'encapsulation 10.

20

Le panneau 1 est constitué d'un réseau 11 de cellules photovoltaïques (non représenté). Un circuit électrique comprenant une borne positive 12 et une borne négative 13 reliées par des bandes 14 conductrices de l'électricité permet de connecter le panneau de cellules photovoltaïques à un circuit externe. Plus précisément, la connectique de la borne positive 12 et de la borne positive 13 est préférentiellement réalisée par le dessous du panneau encapsulé, ce qui permet d'éviter toute source d'infiltration d'eau (une fois le panneau appliqué par collage sur un support) et ce qui limite le risque de délaminage des fibres du tissu (explicité plus en détail par la suite) du matériau d'encapsulation 10.

25

Tel qu'illustré par la figure 2, un panneau de cellules photovoltaïques encapsulé selon l'invention comprend, avant réalisation d'une étape de finition :

30

- un panneau 1 de cellules photovoltaïques ;
- une première couche composite 2 composée d'un mélange de résine associée à des fibres de verre ;
- une deuxième couche 3 composée d'un mélange de résine

associée à des fibres de verre.

La résine utilisée est préférentiellement une résine époxy, et les fibres de verre sont celles de tissus de fibres de verre présentant une masse surfacique de 109g/m².

5 Comme cela apparaît sur la figure 2, le panneau 1 est complètement encapsulé dans le matériau 10 comprenant les couches 2 et 3, y compris en bordure du panneau 1 au niveau desquelles les couches 1 et 2 se rejoignent.

10 A titre indicatif, le panneau 1 de cellules photovoltaïques se compose d'une cellule au silicium polycristallin de 156 mm de côté, d'un poids d'environ 15g, avec ses bornes positives et négatives à chaque extrémité tel que décrit précédemment.

Le panneau 1 présente en outre les caractéristiques suivantes :

- épaisseur comprise entre 40 μ m et 200 μ m ;
- puissance de crête de 3,74 W ;
- 15 - dimension du panneau : 215 mm/174 mm.

De plus, le panneau de cellules photovoltaïques est préférentiellement maintenu avant encapsulation à une température ambiante de 20° C, avec une hygrométrie de l'air ne dépassant pas les 80%.

20 Le procédé d'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques selon l'invention est décrit ci-après en référence à la figure 4.

Pour mettre en œuvre le procédé selon l'invention, on utilise une enceinte de moulage dont la plaque de fond est constituée par une plaque en verre 5 d'une épaisseur de 20 mm et présentant des côtés d'une longueur de 500 mm.

25 Lors d'une étape de préparation, la plaque en verre est tout d'abord cirée (application d'une couche de cire 51).

Cette étape de préparation comprend également les sous-étapes consistant à :

- déposer un filet de drainage 60 sur la plaque en verre ;
- déposer un film perforé 61 sur le filet de drainage ;
- 30 - déposer un tissu d'arrachage 62 sur le film perforé.

Le filet de drainage 60 est en matériau polymère.

Le film perforé 61 est en polyester.

Le tissu d'arrachage 62 est en fibres de verre.

5 Deux couches de tissus de fibres de verre 30 sont ensuite déposées sur le tissu d'arrachage, chaque couche de tissus présentant une masse surfacique de 109g/m².

Le panneau de cellules photovoltaïques 1 est ensuite déposé sur les tissus de fibres de verre 30.

10 Trois couches de tissus équilibrés de fibres de verre 20 présentant également une masse surfacique de 109 g/m² sont ensuite déposées sur le panneau de cellules photovoltaïques 1.

On note que les trois couches de tissu de fibres de verre sont destinées à s'étendre du côté de la face supérieure du panneau encapsulé, c'est-à-dire du côté exposé aux rayons solaires.

15 Les deux couches de tissu sont donc destinées à s'étendre du côté inférieur du panneau encapsulé, c'est-à-dire du côté du panneau encapsulé destiné à être collé sur le support final.

20 De cette façon, on assure de façon fiable la résistance mécanique du panneau encapsulé tout en obtenant un gain de poids (deux couches seulement côté inférieur) permis du fait que ce côté inférieur est soutenu mécaniquement par le support final.

De façon similaire à l'empilement déjà déposé, on rapporte suite successivement sur la dernière des trois couches de tissus de fibres de verre :

- 25 - un tissu d'arrachage 62 ;
- un film perforé 61 ;
- un filet de drainage 60.

30 Une bâche 7 est ensuite rapportée sur l'ensemble et collée sur les côtés laissés libres de la plaque en verre, ceci avec du joint à vide. En effet, cette bâche va permettre de créer un vide dans l'espace sous la bâche dans lequel s'étend l'empilement réalisé tel que décrit précédemment.

Pour réaliser le vide, un tuyau 71 est installé de façon à déboucher sous la bâche à vide, ceci à une extrémité de l'empilement, ce tuyau étant par ailleurs relié à un pompe à vide.

5 A l'autre extrémité de l'empilement, un tuyau 70 est installé de façon à déboucher sous la bâche à vide, ce tuyau étant par ailleurs relié à un dispositif d'injection de résine.

Parallèlement, de la résine Epoxy haute température, à prise lente, est préparée : sa polymérisation se fait à température ambiante d'environ 20°C.

10 On procède ensuite au vide sous la bâche à vide, ceci avec un réglage de la pompe à vide au maximum de 0,97 bar.

En parallèle également, un pot à pression est installé préalablement à l'injection directe de la résine. Ce pot à pression est destiné à permettre le dégazage de la résine.

15 Avant injection de la résine, celle-ci est donc dégazée (élimination des micro-bulles présentes dans la résine) par une mise en dépression du pot à pression.

20 Après dégazage, la résine est injectée sous infusion sous la bâche à vide, cette injection étant déclanchée par l'ouverture d'un robinet monté sur le tuyau d'injection entre le pot à pression et l'extrémité du tuyau débouchant sous la bâche à vide.

Une fois l'infusion terminée ce même robinet est refermé.

La dépression présente sous la bâche est alors ramenée, une fois l'infusion terminée, à une pression de 0,6 bar.

25 Le réglage de la pression du vide d'air et l'utilisation d'une résine epoxy à prise lente permet d'effectuer l'injection sous infusion avant la prise de la résine. De plus, le pot à pression sous vide permet de faire dégazer la résine pendant le début de sa polymérisation et d'éviter ainsi la présence de micro-bulles dans la résine.

30 Le panneau, alors encapsulé, est maintenu dans l'installation pendant une durée de 6 heures, au terme de laquelle le vide est coupé.

Préférentiellement, on évite ensuite de manipuler le panneau encapsulé pendant une durée pouvant aller jusqu'à 20 heures.

5 Au terme de ces délais, le procédé selon l'invention consiste ensuite à extraire le panneau encapsulé à partir du moule, et à faire subir au panneau encapsulé une étape de cuisson en étuve.

Les filets de drainage, les films perforés et les tissus d'arrachage sont enlevés avant la cuisson du panneau encapsulé.

10 Selon une caractéristique du procédé, la cuisson en étuve débute à une température de 30° C, puis la température est augmentée de 20° toutes les deux heures, ceci jusqu'à ce que la température atteigne 110° C.

Après l'étape de cuisson, le filet de drainage, le film perforé et le tissu d'arrachage sont enlevés sur chaque face du panneau encapsulé.

Le panneau est ensuite découpé aux dimensions souhaitées.

15 Le panneau encapsulé est ensuite poncé sur chacune de ses faces, puis une résine de glaçage mélangée avec un durcisseur lent est étalée sur chacune des faces du panneau encapsulé, ceci afin d'augmenter la résistance aux UV du panneau et, également, en vue d'optimiser l'étanchéité du panneau.

20 A ce stade, le panneau encapsulé subit une nouvelle étape de cuisson en étuve, qui démarre à une température de 30° C, la température étant augmentée de 20°C toutes les deux heures jusqu'à atteindre 90° C. Un ponçage des deux faces du panneau encapsulé est ensuite réalisé, puis un vernis polyuréthane est appliqué sur chaque face.

Les connectiques sont alors mises en place (de préférence sous le panneau).

25 Les panneaux encapsulés sont ensuite testés en chambre climatique et doivent résister pendant une durée d'au moins 1000 heures à des variations de températures allant jusqu'à 90° C et des variations d'hygrométrie sèche et complètement saturées.

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques dans un matériau comprenant au moins une résine associée à des fibres de verre, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :
- application d'au moins un premier tissu de fibre de verre dans un moule,
 - dépôt dudit panneau sur ledit ou lesdits premiers tissus de fibres de verre ;
 - application d'au moins un deuxième tissu de fibre de verre sur ledit panneau ;
 - injection d'une résine sous infusion, ladite étape d'injection étant accompagnée d'une étape de dégazage de ladite résine, conduisant à l'obtention d'un panneau encapsulé.
2. Procédé d'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites étapes d'application desdits tissus de fibres de verre et d'injection de résine sont conduites simultanément sur chaque face dudit panneau.
3. Procédé d'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il comprend une étape d'application d'une résine de glaçage.
4. Procédé d'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdits tissus de fibre de verre présentent une masse surfacique de 109 g/m².
5. Procédé d'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ladite étape d'injection de résine sous infusion est réalisée sous vide.
6. Procédé d'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite étape d'injection est réalisée avec

une résine à prise lente, et en ce que ledit panneau encapsulé est maintenu dans ledit moule, une fois ladite étape d'injection de résine sous infusion réalisée, pendant environ six heures à une pression ramenée à 0,6 bar.

5 7. Procédé d'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend une étape d'extraction dudit panneau encapsulé à partir dudit moule, suivie d'une étape de cuisson en étuve.

10 8. Procédé d'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite étape de cuisson en étuve est réalisée par paliers croissants de température, avec un premier palier à 30°C .

9. Procédé d'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite température de ladite étape de cuisson en étuve est augmentée de 20°C toutes les deux heures.

15 10. Procédé d'encapsulation d'un panneau de cellules photovoltaïques selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite température de ladite étape de cuisson est augmentée par paliers successifs jusqu'à atteindre 110°C.

1/2

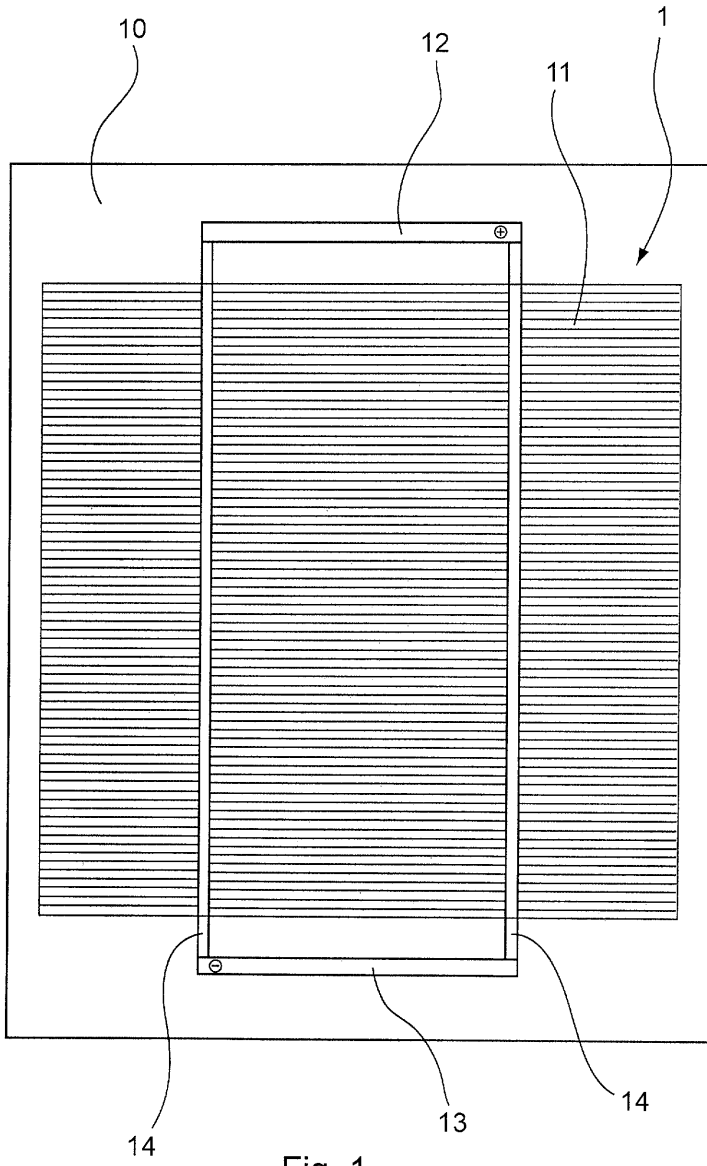


Fig. 1

2/2

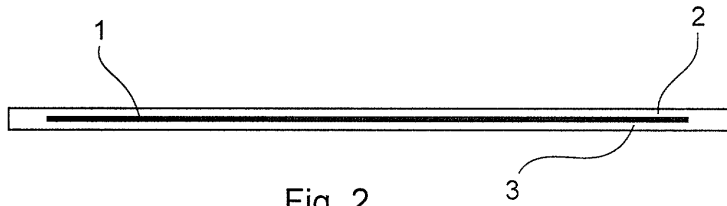


Fig. 2

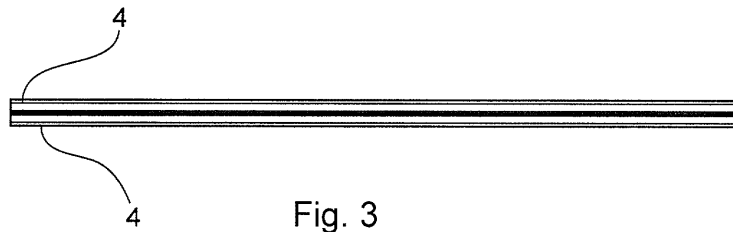


Fig. 3

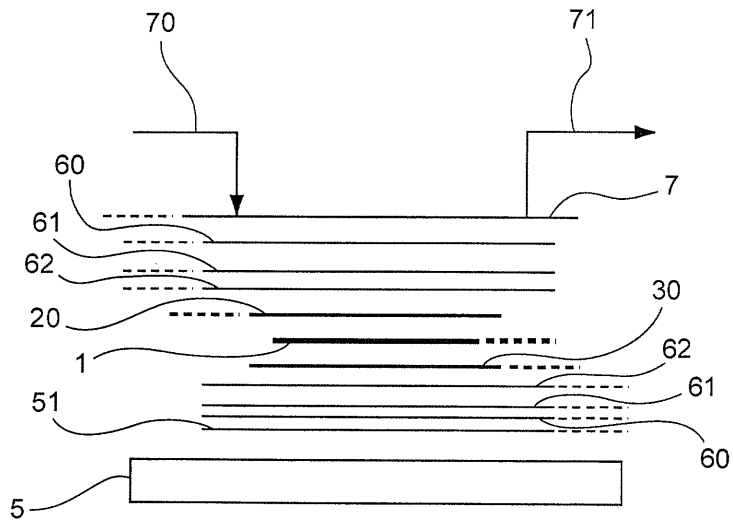


Fig. 4

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

EP 0 755 080 A (CANON KK [JP])
22 janvier 1997 (1997-01-22)

EP 0 680 095 A (CANON KK [JP])
2 novembre 1995 (1995-11-02)

EP 0 877 427 A (CANON KK [JP])
11 novembre 1998 (1998-11-11)

EP 0 964 457 A (CANON KK [JP])
15 décembre 1999 (1999-12-15)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT