

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①1 N° de publication : **3 090 204**

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

②1 N° d'enregistrement national : **18 72891**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **H 01 L 31/048 (2019.01), B 32 B 37/02**

⑫

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤4 Laminât de cellules photovoltaïques résistant à l'humidité et procédé de fabrication d'un tel laminât.

②2 Date de dépôt : 13.12.18.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 19.06.20 Bulletin 20/25.

④5 Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 31.12.21 Bulletin 21/52.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *TOTAL SOLAR Société par actions  
simplifiées à associé unique — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : CASSAGNE Valérick, SANDER  
Martin et CHAPON Julien.

⑦3 Titulaire(s) : TOTAL SOLAR Société par actions  
simplifiées à associé unique.

⑦4 Mandataire(s) : INNOVINCIA.

**FR 3 090 204 - B1**



## Description

### **Titre de l'invention : Laminât de cellules photovoltaïques résistant à l'humidité et procédé de fabrication d'un tel laminât**

[0001] La présente invention concerne le domaine des modules photovoltaïques. Plus particulièrement, la présente invention concerne des modules photovoltaïques laminés, également appelés laminâts photovoltaïques, et la fabrication de tels modules photovoltaïques laminés.

[0002] Du fait de la réduction du stock des énergies fossiles et de l'augmentation de la pollution générée par la consommation de ces énergies fossiles, on se tourne de plus en plus vers des ressources d'énergies renouvelables et la consommation d'énergie dans une logique de développement durable. Cette tendance conduit naturellement à privilégier les énergies renouvelables telles que l'énergie solaire. Il est désormais classique d'installer des panneaux photovoltaïques notamment sur les toitures des entreprises, des bâtiments publics, ou simplement sur les toits des habitations particulières pour fournir de l'énergie aux équipements de l'habitation en question ou au réseau public.

[0003] La composition des modules photovoltaïques doit être suffisamment fine pour limiter leur poids et leur encombrement, ce qui permet par exemple de les embarquer sur un véhicule, d'être intégrés à la structure d'un véhicule, ou d'être intégrés à des structures légères de bâtiments comme des hangars ou autres bâtiments industriels. De façon à s'adapter à des endroits très divers et de fonctionner tout en étant soumis à des agressions climatiques, des vibrations et des contraintes mécaniques en général sur de longues périodes, souvent plus de vingt ans, les modules doivent posséder ainsi une structure suffisamment résistante tout en étant légère. Pour résoudre ces contraintes, il est connu d'encapsuler des cellules photovoltaïques dans des couches d'encapsulation comportant une résine polymérisable afin d'assurer la liaison entre les différentes couches composant le module photovoltaïque sans l'habituelle plaque de verre pour les modules standards qui alourdit le module photovoltaïque. Comme cela, les cellules photovoltaïques sont protégées tant d'un point de vue mécanique que des conditions extérieures, de l'air, en particulier de l'eau.

[0004] Il a été constaté que les laminâts photovoltaïques peuvent se délaminer dans le temps. La délamination correspond à un phénomène de décollement des différentes couches formant ce laminât photovoltaïque. Un tel phénomène endommage les cellules photovoltaïques contenues dans ce laminât car ces dernières ne sont plus protégées des agressions extérieures, comme par exemple celle de l'humidité ou encore des impacts. Ainsi, les phénomènes de délamination nuisent à la durée de vie des laminâts photo-

voltaïques et également aux rendements de conversion de ces derniers. Dans le cas de laminât à base de fibres de verre, les fibres peuvent être des canaux pour drainer l'humidité du bord du laminât à l'intérieur de celui-ci et provoquer sa dégradation.

- [0005] Afin de prévenir ces phénomènes de délamination, on connaît de l'art antérieur l'utilisation de vernis présentant par exemple des propriétés hydrofuges afin de prévenir l'entrée d'humidité à l'intérieur de ce laminât photovoltaïque, et notamment au niveau des extrémités longitudinales et latérales de ce laminât. La disposition de ces vernis sur les laminâts photovoltaïques nécessite une étape supplémentaire dans les procédés de fabrication de ces derniers et également l'utilisation de produit additionnels. Ainsi, l'emploi de tels vernis, afin de prévenir l'entrée d'humidité dans ces laminâts photovoltaïques, peut donc s'avérer chronophage et coûteuse et un défaut de qualité la source de la ruine du laminât.
- [0006] La présente invention a pour objectif de pallier, au moins partiellement, aux inconvénients de l'état de l'art énoncés précédemment en proposant un laminât photovoltaïque présentant une résistance à l'humidité sans nécessiter de couche additionnelle de vernis ou de protection latérale.
- [0007] Un autre objectif de la présente invention, différent de l'objectif précédent, est de proposer un laminât photovoltaïque résistant à l'humidité et dont le coût est limité.
- [0008] Un autre objectif de la présente invention, différent des objectifs précédents, est de proposer un procédé de fabrication d'un laminât photovoltaïque résistant à l'humidité dont le nombre d'étapes est limité.
- [0009] Afin d'atteindre, au moins partiellement, au moins un des objectifs précités, la présente invention a pour objet un laminât de cellules photovoltaïques présentant deux extrémités latérales et deux extrémités longitudinales, ledit laminât comportant :
- au moins une couche de cellules photovoltaïques connectées entre elles,
  - une couche de fibres de verre disposée au contact de la couche de cellules photovoltaïques, et
  - une couche frontale et une couche arrière d'encapsulation prenant en sandwich l'ensemble composé par la couche de cellules photovoltaïques et la couche de fibres de verre,
- les couches frontale et arrière d'encapsulation présentant une longueur et une largeur supérieures aux longueur et largeur de la couche de fibres de verre, et les couches frontale et arrière d'encapsulation étant directement en contact l'une de l'autre au niveau des extrémités latérales et longitudinales du laminât.
- [0010] Les couches frontale et arrière d'encapsulation permettent de protéger le laminât contre les agressions extérieures et notamment contre l'humidité. Ainsi, une telle disposition des couches frontale et arrière d'encapsulation, directement au contact l'une de l'autre, au niveau des extrémités longitudinales et latérales du laminât permet de

créer une barrière à l'humidité et prévient l'entrée d'eau entre les différentes couches de ce laminât, et plus particulièrement au niveau de l'au moins une couche de fibres de verre, ce qui permet notamment de prévenir les phénomènes de délamination liés à l'entrée d'humidité dans le laminât.

- [0011] D'autre part, une telle disposition des couches frontale et arrière d'encapsulation, directement au contact l'une de l'autre, au niveau des extrémités longitudinales et latérales du laminât permet d'éviter ou de réduire le fluage de la résine d'encapsulation autour du laminat pendant le processus de lamination.
- [0012] D'autre part, une telle disposition des couches frontale et arrière d'encapsulation permet de faciliter la découpe des laminâts car cette découpe est réalisée au niveau des extrémités latérales et longitudinales des laminâts. Ainsi, l'outil de découpe coupe uniquement les couches d'encapsulation et n'a plus à couper de fibres de verre, ce qui permet notamment de limiter son usure et donc d'améliorer sa durée de vie.
- [0013] Le laminât selon la présente invention peut présenter en outre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison.
- [0014] Selon un aspect, les couches frontale et arrière d'encapsulation peuvent présenter une longueur et une largeur supérieures à celles de la couche de fibres de verre d'au moins deux fois une épaisseur du laminât.
- [0015] Selon un mode de réalisation particulier, les couches frontale et arrière d'encapsulation peuvent être disposées directement au contact l'une de l'autre sur une distance comprise entre 2 mm et 3 cm.
- [0016] Selon un autre mode de réalisation particulier, la couche de fibres de verre présente une extrémité dépassant d'une extrémité des cellules photovoltaïques extrémales d'une distance supérieure ou égale à deux fois une épaisseur du laminât.
- [0017] Selon une alternative ou en complément, le laminât peut comporter deux couches de fibres de verre, une couche frontale et une couche arrière de fibres de verre, ladite couche arrière de fibres de verre présentant les mêmes dimensions que la couche frontale de fibres de verre et étant disposée au contact de la couche de cellules photovoltaïques de manière à ce que la couche de cellules photovoltaïques est prise en sandwich entre les couches frontale et arrière de fibres de verre.
- [0018] Les cellules photovoltaïques peuvent être des cellules à base de silicium.
- [0019] Les couches frontale et arrière d'encapsulation peuvent être composées par une résine d'encapsulation.
- [0020] Selon un mode de réalisation particulier, la résine d'encapsulation peut être choisie par les résines éthyl-vinylacétate (EVA), les résines époxy, ou encore les résines polyoléfiniques linéaires ou ramifiées.
- [0021] Selon un aspect, les couches frontale et arrière d'encapsulation peuvent être composées de la même résine d'encapsulation.

- [0022] De manière alternative, les couches frontale et arrière d'encapsulation peuvent être composées de résines d'encapsulation différentes.
- [0023] En variante ou en complément, les fibres de verre des couches frontale et arrière de fibres de verre peuvent être pré-imprégnés avec une résine d'encapsulation.
- [0024] Selon un mode de réalisation particulier, le laminât peut comporter en outre une feuille avant, disposée au contact de la couche frontale d'encapsulation, ladite feuille avant formant une surface externe du laminât.
- [0025] La feuille avant peut présenter les mêmes dimensions que la couche frontale d'encapsulation.
- [0026] En variante ou en complément, le laminât peut comporter en outre une feuille arrière, disposée au contact de la couche arrière d'encapsulation, ladite feuille arrière formant une surface externe du laminât.
- [0027] La feuille arrière peut présenter les mêmes dimensions que la couche arrière d'encapsulation.
- [0028] Selon un aspect, le laminât peut être flexible.
- [0029] La présente invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un laminât tel que défini précédemment. Le procédé de fabrication comporte les étapes suivantes :
- préparation d'un empilement de couches, ledit empilement de couches comportant au moins :
    - ∅une couche de cellules photovoltaïques connectées entre elles,
    - ∅une couche de fibres de verre,
    - ∅une couche frontale et une couche arrière d'encapsulation comportant respectivement une première et une deuxième résines d'encapsulation, lesdites couches frontale et arrière d'encapsulation présentant une longueur et une largeur supérieures aux longueur et largeur de la couche de fibres de verre,
  - introduction de l'empilement de couches dans une chambre de lamination,
  - tirage sous vide afin d'aspirer l'air à l'intérieur de la chambre de lamination et entre les différentes couches de l'empilement,
  - compression de l'empilement de couches,
  - chauffage de la chambre de lamination à une température prédéterminée afin de permettre un déclenchement d'une réaction de polymérisation des première et deuxième résines d'encapsulation,
  - ventilation de la chambre de lamination, et
  - extraction du laminât de la chambre de lamination.
- [0030] Le procédé de fabrication peut comporter en outre une ou plusieurs des étapes suivantes prises seules ou en combinaison.
- [0031] Selon une alternative, l'empilement de couches lors de l'étape de préparation d'un empilement de couches peut comporter deux couches de fibres de verre, une couche

frontale et une couche arrière de fibres de verre, disposées au contact de la couche de cellules photovoltaïques de manière à ce que cette couche de cellules photovoltaïques est prise en sandwich entre les couches frontale et arrière de fibres de verre dans l'empilement de couches.

- [0032] Selon un aspect, le procédé de fabrication peut comporter en outre une étape de dépôt d'une feuille avant.
- [0033] Selon un mode de réalisation particulier, l'étape de dépôt de la feuille avant peut être réalisée après l'étape d'extraction du laminât de la chambre de lamination.
- [0034] Selon une alternative, l'étape de dépôt de la feuille avant peut être réalisée en même temps que l'étape de préparation de l'empilement de couches de manière à laminier la feuille avant avec l'empilement de couches.
- [0035] De manière alternative ou en complément, le procédé de fabrication peut comporter en outre une étape de dépôt d'une feuille arrière.
- [0036] Selon un mode de réalisation particulier, l'étape de dépôt de la feuille arrière peut être réalisée après l'étape d'extraction du laminât de la chambre de lamination.
- [0037] Selon une alternative, l'étape de dépôt de la feuille arrière peut être réalisée en même temps que l'étape de préparation de l'empilement de couches de manière à laminier la feuille arrière avec l'empilement de couches.
- [0038] Le procédé de fabrication peut comporter en outre une étape de découpe, ladite découpe étant réalisée au niveau des extrémités latérales et longitudinales du laminât présentant les couches frontale et arrière d'encapsulation disposées directement au contact l'une de l'autre, ladite étape de découpe étant réalisée postérieurement à l'étape d'extraction.
- [0039] Selon un aspect, l'étape de découpe peut être postérieure à l'étape de dépôt de la feuille avant.
- [0040] De manière alternative ou en complément, l'étape de découpe peut être postérieure à l'étape de dépôt de la feuille arrière.
- [0041] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante, donnée à titre illustratif et non limitatif, et des dessins annexés dans lesquels :
- [0042] [fig.1] La figure 1 est une représentation schématique en perspective de dessus d'un laminât de cellules photovoltaïques selon l'invention.
- [0043] [fig.2A] La figure 2A est une représentation schématique en coupe transversale du laminât de la figure 1, selon un premier mode de réalisation particulier.
- [0044] [fig.2B] La figure 2B est une représentation schématique en coupe transversale du laminât de la figure 1 selon une alternative du premier mode de réalisation particulier.
- [0045] [fig.3] La figure 3 est une représentation schématique en coupe transversale du laminât de la figure 1 selon un deuxième mode de réalisation particulier.

- [0046] [fig.4] La figure 4 est une représentation schématique en coupe transversale du laminât de la figure 1 selon un troisième mode de réalisation particulier.
- [0047] [fig.5] La figure 5 est une représentation schématique en coupe transversale du laminât de la figure 1 selon un quatrième mode de réalisation particulier.
- [0048] [fig.6] La figure 6 est une représentation schématique d'un organigramme illustrant différentes étapes d'un procédé de fabrication du laminât de la figure 1.
- [0049] Les éléments identiques sur les différentes figures, portent les mêmes références.
- [0050] Les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes de réalisation, ceci ne signifie pas nécessairement que chaque référence concerne le même mode de réalisation, ou que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de réalisation peuvent également être combinées et/ou interchangées pour fournir d'autres réalisations.
- [0051] Dans la présente description on peut indexer certains éléments ou paramètres, comme par exemple premier élément ou deuxième élément ainsi que premier paramètre et second paramètre ou encore premier critère et deuxième critère etc. Dans ce cas, il s'agit d'un simple indexage pour différencier et dénommer des éléments ou paramètres ou critères proches mais non identiques. Cette indexation n'implique pas une priorité d'un élément, paramètre ou critère par rapport à un autre et on peut aisément interchanger de telles dénominations sans sortir du cadre de la présente description. Cette indexation n'implique pas non plus un ordre dans le temps par exemple pour apprécier tels ou tels critères.
- [0052] Dans la description suivante, le terme « frontal » est utilisé pour désigner une couche du laminât traversée en premier par les rayons lumineux à l'état installé du laminât. A contrario, une couche « arrière » est une couche du laminât destinée à être traversée en dernier par les rayons lumineux à l'état installé du laminât. Ainsi, une couche frontale est traversée par les rayons lumineux avant la couche de cellules photovoltaïques et une couche arrière est traversée par les rayons lumineux après la couche de cellules photovoltaïques.
- [0053] D'autre part, on entend, dans la description suivante, par « module photovoltaïque », une unité de production d'énergie électrique (en courant continu) la plus élémentaire constituée d'un assemblage de cellules photovoltaïques interconnectées entre elles complètement protégée de l'environnement extérieur, c'est-à-dire tel que défini par la norme IEC-TS61836.
- [0054] En référence aux figures 1 à 5, il est représenté un laminât 1 de cellules photovoltaïques 3. Le laminât 1 présente deux extrémités latérales 5a, 5b et deux extrémités longitudinales 7a, 7b. Par ailleurs, ce laminât 1 comporte au moins une couche de cellules photovoltaïques 3 connectées entre elles, une couche de fibres de verre 9, et

une couche frontale 13 et une couche arrière 15 d'encapsulation.

[0055] Selon les modes de réalisation particuliers représentés en référence aux figures 1 à 5, les cellules photovoltaïques 3 peuvent être des cellules à base de silicium, comme par exemple des cellules de silicium monocristallin.

[0056] La couche de fibres de verre 9 permet de conférer à ce laminât 1 une résistance aux chocs, aux impacts, ou encore aux déformations qu'il peut être amené à subir au cours de son transport, de son installation, ou encore de son fonctionnement une fois installé, par exemple sur le toit d'un bâtiment. Selon le mode de réalisation des figures 2A à 5, le tissu de fibres de verre de la couche de fibres de verre 9 peut présenter une densité de fibres comprise entre  $50 \text{ g/m}^2$  et  $500 \text{ g/m}^2$ , et notamment comprise entre  $100 \text{ g/m}^2$  et  $300 \text{ g/m}^2$ . Ce tissu de fibres de verre peut par exemple être réalisé en verre de type E, en verre de type ECR, ou encore en verre de type AR. Ces différents verres présentent une bonne résistance à la chaleur et aux attaques chimiques, une bonne stabilité thermique, des propriétés d'isolant électrique et des propriétés de résistance en tension et en compression satisfaisantes pour permettre leur utilisation comme composant du laminât 1. Par ailleurs, les fibres de verre composant la couche de fibres de verre 9 peuvent présenter un diamètre compris entre 0,01 mm et 0,1 mm. Selon les modes de réalisation particuliers représentés en référence aux figures 2A à 5, la couche de fibres de verre 9 peut présenter une épaisseur comprise entre 0,1 mm et 3 mm.

[0057] Par ailleurs, les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation prennent en sandwich l'ensemble composé par la couche de cellules photovoltaïques 3 et la couche de fibres de verre 9.

[0058] Comme représenté en référence à la figure 1, les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation présentent une longueur A et une largeur B supérieures aux longueur C et largeur D de la couche de fibres de verre 9. D'autre part, comme cela est représenté en référence aux figures 2A à 5, les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation sont directement en contact l'une de l'autre au niveau des extrémités latérales 5a, 5b et longitudinales 7a, 7b du laminât 1. Une telle disposition des couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation permet de prévenir l'entrée d'humidité entre les différentes couches de ce laminât 1. Cette entrée d'humidité entre les différentes couches du laminât 1 est principalement due à la présence de la couche de fibres de verre 9 qui autorise un tel passage. Avec les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation disposées au contact l'une de l'autre au niveau des extrémités latérales 5a, 5b et longitudinales 7a, 7b, cette entrée d'humidité est prévenue, car celle-ci ne peut pas traverser ces couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation qui forment une barrière étanche. Ainsi, les phénomènes de délamination liés à l'humidité peuvent être prévenus pour un tel laminât 1. Par ailleurs, une telle configuration des couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation permet de garantir la résistance de ce laminât

1 contre l'humidité sans nécessiter de produits supplémentaires ou d'étapes de fabrication supplémentaires, comme cela est décrit plus en détail ultérieurement.

[0059] Les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation peuvent être composées par une résine d'encapsulation. Plus particulièrement, la résine d'encapsulation peut être choisie parmi les résines éthyl-vinylacétate (EVA), les résines époxy, ou encore les résines polyoléfiniques linéaires ou ramifiées. Ces différentes résines sont hydrophobes, ce qui permet de prévenir efficacement l'entrée d'eau au niveau des extrémités latérales 5a, 5b et longitudinales 7a, 7b du laminât 1. Selon un mode de réalisation particulier, la résine d'encapsulation utilisée au moins pour la couche frontale d'encapsulation 13 est une résine polyoléfine. L'utilisation d'une résine polyoléfine, au moins pour la couche frontale d'encapsulation 13, permet de prévenir le jaunissement de cette dernière lié au rayonnement ultra-violet. En effet, les résines polyoléfiniques ne subissent pas de jaunissement lors de leur exposition aux rayonnements ultra-violet. D'autre part, les polyoléfiniques sont hydrophobes et présentent une grande inertie aux solvants, aux acides et aux bases, ce qui permet une bonne protection des cellules photovoltaïques 3 encapsulées et contribue à l'intégrité du laminât 1 même lorsque celui-ci est exposé à des conditions agressives, comme par exemple lorsqu'il est installé dans des zones où l'atmosphère est corrosive.

[0060] Selon les différents modes de réalisation représentés en référence aux figures 1 à 5, les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation sont composées de la même résine d'encapsulation. Un tel choix permet de prévenir tout risque d'incompatibilité chimique entre ces résines d'encapsulation qui pourrait être préjudiciable à l'encapsulation des différentes couches formant ce laminât 1. Selon une alternative non représentée ici, les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation peuvent avoir des épaisseurs différentes et/ou être composées de résines d'encapsulation différentes, sous réserve que ces résines d'encapsulation présentent une compatibilité chimique élevée afin d'assurer l'intégrité du laminât 1 une fois laminé. Par ailleurs, au moins la résine de la couche frontale d'encapsulation 13 présente une transmittance supérieure à 80 %, et de préférence supérieure à 90 %, pour les longueurs d'onde comprises entre 315 nm et 1200 nm afin de garantir de bons rendements de conversion de ce laminât 1. En effet, il est nécessaire que cette couche frontale d'encapsulation 13 présente une transmittance élevée pour certaines longueurs d'onde du spectre solaire, et en particulier la partie utile du spectre solaire pour la conversion photovoltaïque, pour ne pas nuire aux rendements de conversion du laminât 1.

[0061] Par ailleurs, les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation présentent chacune une épaisseur comprise entre 0,05 mm et 3 mm. Ainsi, le laminât 1 présente une épaisseur globale faible, ce qui permet notamment de limiter les coûts liés à son stockage ou encore à son transport. D'autre part, les différents constituants de ce

laminât 1 présentent des masses légères, ce qui permet d'obtenir un laminât 1 de masse faible, typiquement inférieure ou égale à 5 kg/m<sup>2</sup>. Par exemple, pour un laminât présentant une longueur de 1200 mm et une largeur de 526 mm, un tel laminât 1 présente une masse de 3,16 kg, ce qui représente une masse par unité de surface de 5,00 kg/m<sup>2</sup>.

- [0062] Selon un mode de réalisation particulier et en complément des couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation, les fibres de verre de la couche de fibres de verre 9 sont pré-imprégnées avec la résine d'encapsulation. Par ailleurs, la densité de fibres de verre définie précédemment permet à la résine d'encapsulation au moins de la couche frontale d'encapsulation 13 de diffuser à travers ces fibres de verre et d'assurer la cohésion des différentes couches constitutives de ce laminât 1.
- [0063] En revenant sur la figure 1, les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation présentent une longueur A et une largeur B supérieures à celles de la couche de fibres de verre 9 d'au moins deux fois l'épaisseur e du laminât 1. Plus particulièrement, les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation sont disposées directement au contact l'une de l'autre sur une distance d, d' comprise entre 2 mm et 3 cm. La distance d correspond à la distance sur laquelle les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation sont directement au contact l'une de l'autre au niveau des extrémités latérales 5a, 5b du laminât 1. La distance d', quant à elle, correspond à la distance sur laquelle les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation sont directement au contact l'une de l'autre au niveau des extrémités longitudinales 7a, 7b du laminât 1. Selon le mode de réalisation particulier de la figure 1, les distances d et d' sont égales. Toutefois, selon un autre mode de réalisation non représenté ici, ces distances d, d' peuvent être différentes.
- [0064] En référence aux figures 2A à 5, il est représenté différentes variantes du laminât 1 de la figure 1.
- [0065] Selon le mode de réalisation particulier de la figure 2A, le laminât 1 présente uniquement une couche de fibres de verre 9. Selon ce mode de réalisation particulier, la couche de fibres de verre 9 correspond à une couche frontale de fibres de verre 9 permettant notamment de protéger les cellules photovoltaïques 3 contre d'éventuels impacts lorsque le laminât est installé par exemple. Selon une alternative non représentée ici, cette couche de fibres de verre 9 peut correspondre à une couche arrière de fibres de verre.
- [0066] Selon le mode de réalisation particulier de la figure 2B, le laminât comporte deux couches de fibres de verre 9, 11, et notamment une couche frontale 9 et une couche arrière 11 de fibres de verre. Cette couche arrière de fibres de verre 11 présente les mêmes dimensions que la couche frontale de fibres de verre 9, c'est-à-dire que cette couche arrière de fibres de verre 11 présente les mêmes longueurs C et largeur D que la

couche frontale de fibres de verre 9. Cette couche arrière de fibres de verre 11 est disposée au contact de la couche de cellules photovoltaïques 3 de manière à ce que cette couche de cellules photovoltaïques est prise en sandwich entre les couches frontale 9 et arrière 11 de fibres de verre. Le tissu de fibres de verre composant cette couche arrière de fibres de verre 11 peut présenter des caractéristiques, comme par exemple la densité de fibres, le diamètre des fibres, ou encore le type de verre composant ce tissu, différentes ou identiques de celles du tissu de fibres de verre composant la couche frontale de fibres de verre 9. La présence de la couche arrière de fibres de verre 11 permet notamment de prévenir toute dégradation des cellules photovoltaïques 3 qui pourrait intervenir lors du transport, du stockage ou de la mise en œuvre de ce laminât 1 du fait par exemple de chocs ou déformations pouvant se produire au cours de son transport ou de manipulations. Par ailleurs, cette couche arrière de fibres de verre 11 présente une épaisseur comprise entre 0,1 mm et 3 mm. Selon le mode de réalisation particulier de la figure 2B, l'épaisseur de la couche arrière de fibres de verre 11 est égale à l'épaisseur de la couche frontale de fibres de verre 9. Selon une alternative non représentée ici, les épaisseurs des couches frontale 9 et arrière 11 de fibres de verre peuvent être différentes. De telles épaisseurs pour la couche arrière d'encapsulation 11 permet de conserver une épaisseur  $e$  pour le laminât flexible 1 faible et ainsi limiter le coût de son stockage ou encore de son transport. De plus, l'ajout de cette couche arrière d'encapsulation 11 n'alourdit pas significativement le laminât 1. Ce laminât 1 tel que représenté en référence à la figure 2B présente également une masse surfacique inférieure à 5,00 kg/m<sup>2</sup>.

[0067] Selon le mode de réalisation particulier de la figure 3, le laminât 1 peut comporter en outre une feuille avant 17. Cette feuille avant 17 est disposée au contact de la couche frontale d'encapsulation 13 et forme une surface externe du laminât 1. Cette feuille avant 17 présente également une transmittance supérieure à 80 %, et de préférence supérieure à 90 %, pour les rayonnements présentant une longueur d'onde comprise entre 315 nm et 1200 nm. Une telle feuille avant 17 peut par exemple présenter des propriétés de filtre de longueurs d'ondes inférieures à 315 nm ou supérieures à 1200 nm qui pourraient endommager le laminât 1. De manière alternative, cette feuille avant 17 peut par exemple être colorée afin de contribuer à l'esthétique de ce laminât 1. Cette feuille avant 17 peut également permettre au laminât 1 de présenter des propriétés anti-encrassement dans le cas où elle serait constituée de polyfluorures de vinylidène (PVDF), de polyfluorures de vinyle (PVF), d'éthylènes tétrafluoroéthylènes (ETFE), de polyéthylènes téréphtalates (PET), de polyuréthanes, d'acryliques, de silicones, de polyméthacrylates de méthyle (PMMA), ou encore de polycarbonates (PC). D'autre part, selon ce mode de réalisation particulier, le laminât 1 présente de manière optionnelle une couche arrière de fibres de verre 11.

[0068] Selon le mode de réalisation particulier représenté en référence aux figures 1, 3 et 5, la feuille avant 17 présente les mêmes dimensions que la couche frontale d'encapsulation 13. Plus particulièrement, la longueur de la feuille avant 17 et la longueur A de la couche frontale d'encapsulation 13 sont identiques et la largeur de la feuille avant 17 et la largeur B de la couche frontale d'encapsulation 13 sont identiques également. Selon une alternative non représentée ici, les dimensions de la feuille avant 17 peuvent être différentes des longueur A et largeur B de la couche frontale d'encapsulation 13.

[0069] Selon le mode de réalisation particulier de la figure 4, le laminât 1 peut comporter en outre une feuille arrière 19. Cette feuille arrière 19 est disposée au contact de la couche arrière d'encapsulation 15 et forme une surface externe du laminât 1. Cette feuille arrière 19 peut comprendre une ou plusieurs couches et conférer au laminât 1 des propriétés additionnelles ou encore renforcer certaines propriétés de ce laminât 1. Par exemple, cette feuille arrière 19 peut comprendre un polymère hydrophobe afin d'améliorer la résistance à l'humidité du laminât 1 à d'autres endroits qu'au niveau des extrémités longitudinales 5a, 5b et latérales 7a, 7b. Ce polymère hydrophobe peut par exemple être un polymère fluoré comme un polyfluorure de vinylidène (PVDF), un polyfluorure de vinyle (PVF), un polytétrafluoroéthylène (PTFE), un éthylène tétrafluoroéthylène (ETFE), ou encore choisi parmi les polypropylènes (PP), les sulfures de polyphénylènes (PPS), les polyesters, les polycarbonates, les oxydes de polyphénylènes (PPO), les polyéthylènes téréphtalates (PET), les polyuréthanes, les acryliques, ou encore les silicones. De manière alternative, cette feuille arrière 19 peut par exemple présenter des propriétés réfléchissantes afin d'améliorer les rendements de conversion de ce laminât 1. D'autre part, selon ce mode de réalisation, le laminât 1 présente de manière optionnelle la couche arrière de fibres de verre 11.

Selon le mode de réalisation particulier représenté en référence aux figures 1, 4 et 5, la feuille arrière 19 peut présenter les mêmes dimensions que la couche arrière d'encapsulation 15. Plus particulièrement, la longueur de la feuille arrière 19 et la longueur A de la couche arrière d'encapsulation 15 sont identiques et la largeur de la feuille arrière 19 et la largeur B de la couche arrière d'encapsulation 15 sont identiques également. Selon une alternative non représentée ici, les dimensions de la feuille arrière 19 peuvent être différentes des longueur A et largeur B de la couche arrière d'encapsulation 15.

[0070] En variante ou en complément, la couche de fibres de verre peut présenter une extrémité dépassant de l'extrémité des cellules photovoltaïques 3 extrémales d'une distance f supérieure ou égale à deux fois l'épaisseur e du laminât 1. Une telle disposition de la couche de fibres de verre permet de protéger les cellules photovoltaïques 3 extrémales, c'est-à-dire disposées à proximité des extrémités latérales 5a, 5b et longi-

tudinales 7a, 7b du laminât 1 contre les impacts et déformations qu'elles peuvent être amenées à subir du fait de leur position dans le laminât 1. Ainsi, la couche de fibres de verre recouvre l'ensemble de la couche de cellules photovoltaïques 3 et dépasse de chaque côté de cette couche de cellules photovoltaïques 3 de la distance  $f$  afin de protéger les cellules photovoltaïques 3 extrémales. Selon le mode de réalisation particulier de la figure 5, les couches frontale 9 et arrière 11 de fibres de verre dépassent de chaque côté de la couche de cellules photovoltaïques 3 d'une distance  $f$  de deux fois l'épaisseur du laminât 1. Une telle disposition des couches frontale 9 et arrière 11 de fibres de verre permet de prévenir toute dégradation de ces extrémités qui pourraient être liées à d'éventuels chocs ou déformations qu'elles pourraient être amenées à subir.

- [0071] Selon les modes de réalisation particuliers des figures 1 à 5, le laminât 1 peut être flexible. On entend par flexible, un élément qui, lors de l'application d'un certain rayon de courbure, ne perd pas son intégrité physique ou ses performances électriques. Plus particulièrement, un élément flexible ici est un élément qui ne se fissure pas lorsqu'on lui applique un certain rayon de courbure et plus particulièrement, au sens de la présente description, l'élément doit supporter sans dommage un rayon de courbure de 100 cm.
- [0072] En référence à la figure 6, il est représenté un organigramme illustrant différentes étapes d'un procédé de fabrication 100 du laminât 1 décrit précédemment.
- [0073] Le procédé de fabrication 100 comprend une étape de préparation d'un empilement de couches S1. Cet empilement de couches comporte au moins une couche de cellules photovoltaïques 3 connectées entre elles, une couche de fibres de verre 9, et une couche frontale 13 et une couche arrière 15 d'encapsulation comportant respectivement une première et une deuxième résines d'encapsulation. Les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation présentent une longueur A et une largeur B supérieures aux longueur C et largeur D de la couche de fibres de verre 9. Selon une alternative, l'empilement de couches peut comprendre deux couches de fibres de verre 9, 11, notamment une couche frontale 9 et une couche arrière 11 de fibres de verre, disposées au contact de la couche de cellules photovoltaïques 3 de manière à ce que cette couche de cellules photovoltaïques 3 est prise en sandwich entre les couches frontale 9 et arrière 11 de fibres de verre dans l'empilement de couches.
- [0074] Le procédé de fabrication 100 comprend ensuite une étape d'introduction S3 de l'empilement de couches dans une chambre de lamination.
- [0075] Le procédé de fabrication 100 met ensuite en œuvre une étape de tirage sous vide S5 afin d'aspirer l'air à l'intérieur de la chambre de lamination et entre les différentes couches de l'empilement. En effet, afin de prévenir la formation de bulles d'air dans la résine d'encapsulation, qui pourraient être nuisibles à la qualité et aux rendements de ce laminât 1, il est nécessaire de prévenir la formation d'éventuelles bulles d'air dans

la résine d'encapsulation formant les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation. Cette étape de tirage sous vide S5 peut par exemple être réalisée à l'aide d'une pompe à vide (non représentée). A la fin de cette étape de tirage sous vide S5, la pression à l'intérieur de la chambre de lamination peut être inférieure à 20 mbar, et notamment de l'ordre de 1 mbar. D'autre part, cette étape de tirage sous vide S5 peut faire l'objet d'un pré-chauffage afin de dégazer plus rapidement les composés volatils du laminât 1. Lorsqu'un tel pré-chauffage est réalisé, la température à l'intérieur de la chambre de lamination reste inférieure à la température de polymérisation de la (ou des) résine(s) d'encapsulation formant les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation. Par exemple, la température à l'intérieur de la chambre de lamination lors de cette étape de pré-chauffage peut être de l'ordre de 50°C.

- [0076] Le procédé de fabrication 100 comprend ensuite une étape de compression S7 de l'empilement de couches, puis une étape de chauffage S9 de la chambre de lamination à une température prédéterminée, notamment comprise entre 120°C et 180°C, afin de permettre un déclenchement d'une réaction de polymérisation des première et deuxième résines d'encapsulation. La réaction de polymérisation de la (ou des) résine(s) d'encapsulation des couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation ainsi que la compression de l'ensemble de couches permet l'obtention du laminât 1. Les réactions de polymérisation sont irréversibles. Ainsi, afin de prévenir la formation de bulles dans ces couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation qui peuvent par exemple être liées à la formation de vapeurs ou de fumées au cours de l'étape de chauffage S9, la pompe à vide est maintenue en fonctionnement afin d'aspirer ces éventuelles vapeurs ou fumées.
- [0077] Après une durée prédéterminée, par exemple de l'ordre de 5 à 30 minutes le procédé de fabrication 100 met en œuvre une étape de ventilation S11 de la chambre de lamination, puis une étape d'extraction S13 du laminât 1 de la chambre de lamination. Au cours de l'étape de ventilation S11, la pression à l'intérieur de la chambre de lamination est ramenée sensiblement à pression atmosphérique afin de permettre l'ouverture de cette chambre de lamination et la mise en œuvre de l'étape d'extraction S13 du laminât 1 obtenu.
- [0078] Afin d'obtenir les laminâts 1 représentés en référence aux figures 3 à 5, le procédé de fabrication 100 peut comporter en outre une étape de dépôt d'une feuille avant 17 (pour les modes de réalisation particuliers des figures 3 et 5) et/ou de dépôt d'une feuille arrière 19 (pour les modes de réalisation particuliers des figures 4 et 5).
- [0079] Cette étape de dépôt de la feuille avant 17 et/ou de la feuille arrière 19 peut être réalisée après l'étape d'extraction S13 du laminât 1 de la chambre de lamination. Dans un tel cas, cette feuille avant 17 et/ou cette feuille arrière 19 peut être déposée par collage sur la couche frontale 13 et/ou la couche arrière 15 d'encapsulation, ou encore

par une technique de dépôt en phase liquide, comme par pulvérisation, enduction centrifuge (ou spin-coating en anglais), enduction par rideau (curtain coating en anglais) ou par enduction par trempage (ou dip-coating en anglais), par exemple.

[0080] De manière alternative, l'étape de dépôt de la feuille avant 17 et/ou de la feuille arrière 19 peut être réalisée en même temps que l'étape de préparation de l'empilement de couches S1 de manière à laminer la feuille avant 17 avec l'empilement de couches. Dans un tel cas, la feuille avant 17 et/ou la feuille arrière 19 est (sont) laminée(s) avec les autres couches de l'empilement de couches formant le laminât 1. Selon cette alternative, les feuilles avant 17 et/ou arrière 19 doivent résister aux conditions de températures et de pression régnant dans la chambre de lamination au moins lors de l'étape de chauffage S9 pour le déclenchement de la réaction de polymérisation. D'autre part, pour pouvoir être laminées avec l'empilement de couches, ces feuilles avant 17 et/ou arrière 19 ne doivent pas avoir de réaction parasite avec la réaction de polymérisation des couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation.

[0081] D'autre part, et de manière optionnelle, le procédé de fabrication 100 peut comporter en outre une étape de découpe S15. Cette découpe est réalisée au niveau des extrémités latérales 5a, 5b et longitudinales 7a, 7b du laminât 1 présentant les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation disposées directement au contact l'une de l'autre. Cette étape de découpe S15 permet par exemple de tailler le laminât 1 aux dimensions souhaitées ou encore d'éliminer de possibles bavures de résine d'encapsulation au niveau des extrémités longitudinales 5a, 5b ou latérales 7a, 7b du laminât 1 afin d'obtenir des arêtes nettes pour ce laminât 1. Cette étape de découpe S15 est réalisée postérieurement à l'étape d'extraction S13. La découpe de ce laminât 1 au niveau des extrémités longitudinales 5a, 5b et latérales 7a, 7b présentant uniquement les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation permet de faciliter cette opération de découpe et limite l'usure de l'outil de découpe utilisé. En effet, les zones découpées ne présentant pas de fibres de verre et sont donc plus faciles à découper.

[0082] Selon un mode de réalisation particulier, cette étape de découpe S15 peut être postérieure à l'étape de dépôt de la feuille avant 17 et/ou de la feuille arrière 19 lorsque ces feuilles avant 17 et/ou arrière 19 sont présentes. Selon une alternative, cette étape de découpe S15 peut être antérieure à l'étape de dépôt de ces feuilles avant 17 et/ou arrière 19.

[0083] Les modes de réalisation décrits ci-dessus sont des exemples donnés à titre illustratif et non limitatif. En effet, il est tout à fait possible pour l'homme de l'art d'utiliser d'autres résines d'encapsulation pour les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation que celles décrites précédemment sans sortir du cadre de la présente description. Par ailleurs, les différentes valeurs données par exemple pour la densité de fibres de verre des couches frontale 9 et arrière 11 de fibres de verre peuvent être

adaptées en fonction de la résistance aux impacts par exemple recherchée pour ce laminât 1.

[0084] Ainsi, l'obtention d'un laminât 1 résistant à l'humidité sans nécessiter d'étape supplémentaire dans le procédé de fabrication est possible grâce au laminât 1 décrit précédemment et en particulier grâce aux extrémités longitudinales 5a, 5b et latérales 7a, 7b présentant les couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation disposées directement au contact l'une de l'autre. En effet, une telle disposition de ces couches frontale 13 et arrière 15 d'encapsulation permet de lutter efficacement contre l'entrée d'eau entre les couches du laminât 1 et donc de prévenir une délamination de ce laminât 1.

## Revendications

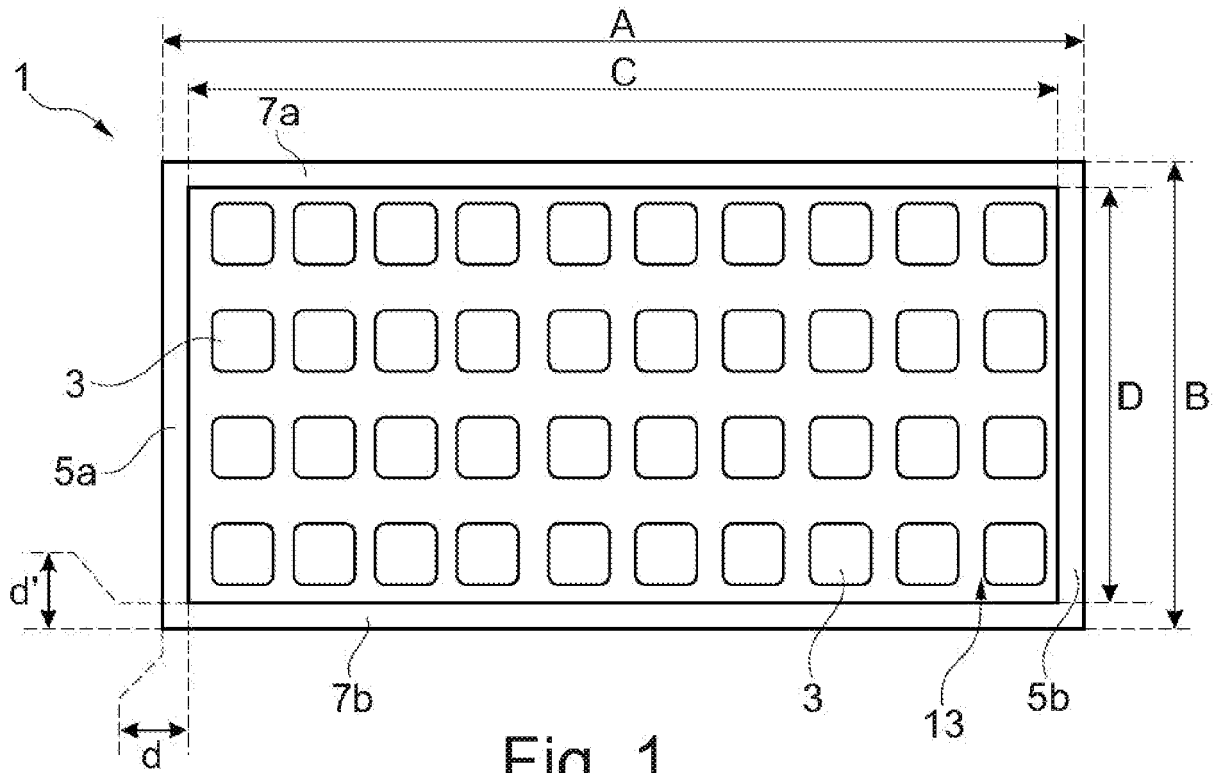
- [Revendication 1] Laminât (1) de cellules photovoltaïques (3) présentant deux extrémités latérales (5a, 5b) et deux extrémités longitudinales (7a, 7b), ledit laminât (1) comportant :
- au moins une couche de cellules photovoltaïques (3) connectées entre elles,
  - deux couches de fibres de verre, une couche frontale (9) et une couche arrière (11) de fibres de verre, ladite couche arrière de fibres de verre (11) présentant les mêmes dimensions que la couche frontale de fibres de verre (9) et étant disposée au contact de la couche de cellules photovoltaïques (3) de manière à ce que la couche de cellules photovoltaïques (3) est prise en sandwich entre les couches frontale (9) et arrière (11) de fibres de verre., et
  - une couche frontale (13) et une couche arrière (15) d'encapsulation prenant en sandwich l'ensemble composé par la couche de cellules photovoltaïques (3) et la couche de fibres de verre, caractérisé en ce que les couches frontale (13) et arrière (15) d'encapsulation présentent une longueur (A) et une largeur (B) supérieures aux longueur (C) et largeur (D) des couches de fibres de verre, et en ce que les couches frontale (13) et arrière (15) d'encapsulation sont directement en contact l'une de l'autre au niveau des extrémités latérales (5a, 5b) et longitudinales (7a, 7b) du laminât (1).
- [Revendication 2] Laminât (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les couches frontale (13) et arrière (15) d'encapsulation présentent une longueur (A) et une largeur (B) supérieures à celles de la couche de fibres de verre d'au moins deux fois une épaisseur (e) du laminât (1).
- [Revendication 3] Laminât (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les couches frontale (13) et arrière (15) d'encapsulation sont disposées directement au contact l'une de l'autre sur une distance (d) comprise entre 2 mm et 3 cm.
- [Revendication 4] Laminât (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche de fibres de verre présente une extrémité dépassant d'une extrémité des cellules photovoltaïques (3) extrémales d'une distance (f) supérieure ou égale à deux fois une épaisseur (e) du laminât (1).
- [Revendication 5] Laminât (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les couches frontale (13) et arrière (15)

- d'encapsulation sont composées par une résine d'encapsulation.
- [Revendication 6] Laminât (1) selon la revendication 5, caractérisé en ce que la résine d'encapsulation est choisie parmi les résines éthyl-vinylacétate (EVA), les résines époxy, ou encore les résines polyoléfiniques linéaires ou ramifiées.
- [Revendication 7] Laminât (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une feuille avant (17), disposée au contact de la couche frontale d'encapsulation (13), ladite feuille avant (17) formant une surface externe du laminât (1).
- [Revendication 8] Laminât (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une feuille arrière (19), disposée au contact de la couche arrière d'encapsulation (15), ladite feuille arrière (19) formant une surface externe du laminât (1).
- [Revendication 9] Procédé de fabrication (100) d'un laminât (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le procédé de fabrication (100) comporte les étapes suivantes :
- préparation d'un empilement de couches (S1), ledit empilement de couches comportant au moins :
    - ∅une couche de cellules photovoltaïques (3) connectées entre elles,
    - ∅deux couches de fibres de verre, une couche frontale (9) et une couche arrière (11) de fibres de verre, disposées au contact de la couche de cellules photovoltaïques (3) de manière à ce que cette couche de cellules photovoltaïques (3) est prise en sandwich entre les couches frontale (9) et arrière (11) de fibres de verre dans l'empilement de couches,
    - ∅une couche frontale (13) et une couche arrière (15) d'encapsulation comportant respectivement une première et une deuxième résines d'encapsulation, lesdites couches frontale (13) et arrière (15) d'encapsulation présentant une longueur (A) et une largeur (B) supérieures aux longueur (C) et largeur (D) des couches de fibres de verre,
  - introduction (S3) de l'empilement de couches dans une chambre de lamination,
  - tirage sous vide (S5) afin d'aspirer l'air à l'intérieur de la chambre de lamination et entre les différentes couches de l'empilement,
  - compression (S7) de l'empilement de couches,
  - chauffage (S9) de la chambre de lamination à une température prédéterminée afin de permettre un déclenchement d'une réaction de polymérisation des première et deuxième résines d'encapsulation,
  - ventilation (S11) de la chambre de lamination, et

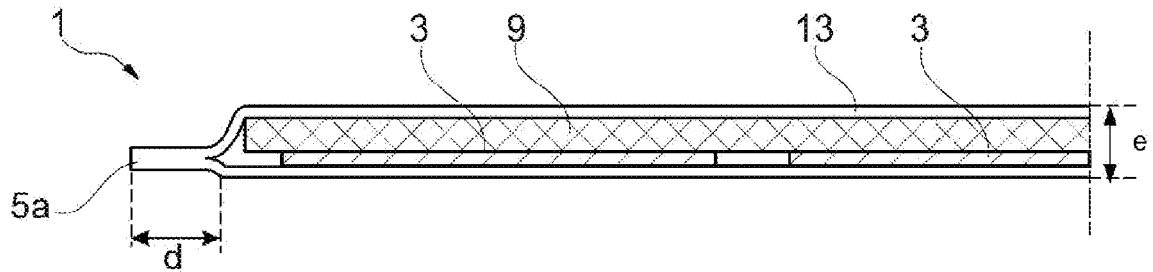
-extraction (S13) du laminât (1) de la chambre de lamination.

[Revendication 10] Procédé de fabrication (100) selon l'une quelconque des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape de découpe (S15), ladite découpe étant réalisée au niveau des extrémités latérales (5a, 5b) et longitudinales (7a, 7b) du laminât (1) présentant les couches frontale (13) et arrière (15) d'encapsulation disposées directement au contact l'une de l'autre, ladite étape de découpe (S15) étant réalisée postérieurement à l'étape d'extraction (S13).

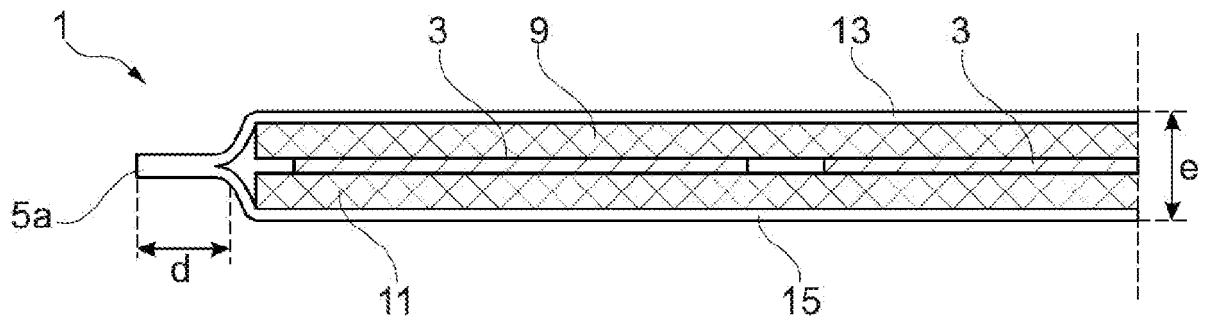
[Fig. 1]



[Fig. 2A]



[Fig. 2B]



[Fig. 3]

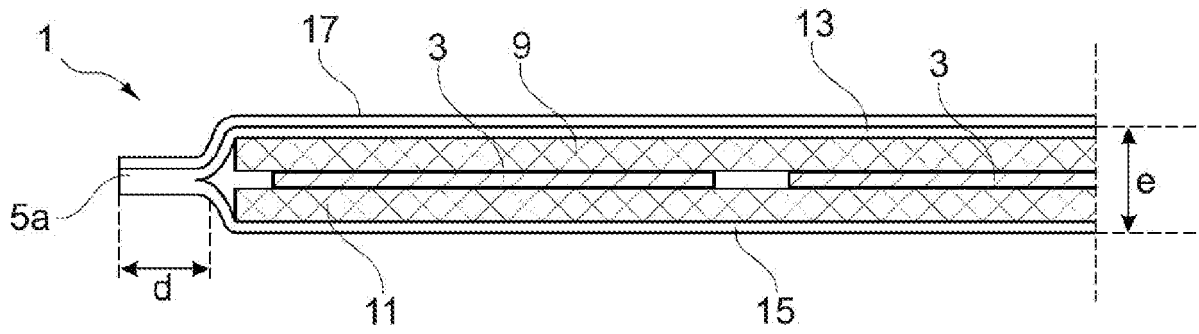


Fig. 3

[Fig. 4]

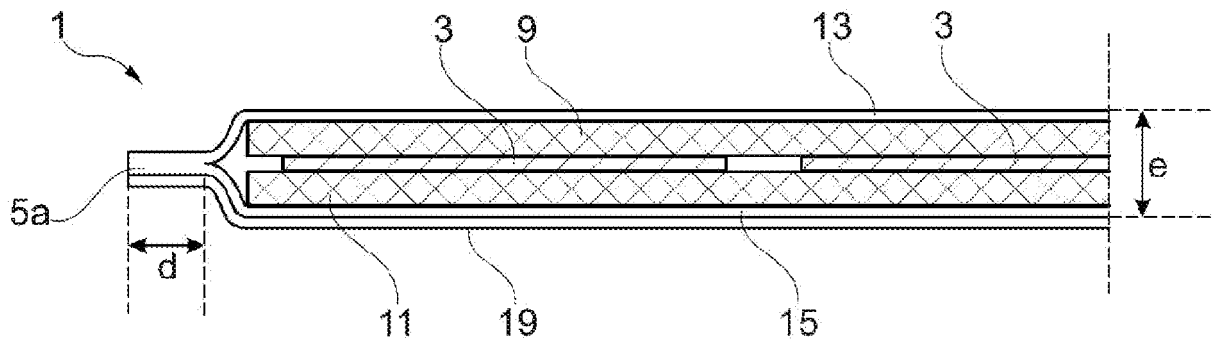


Fig. 4

[Fig. 5]

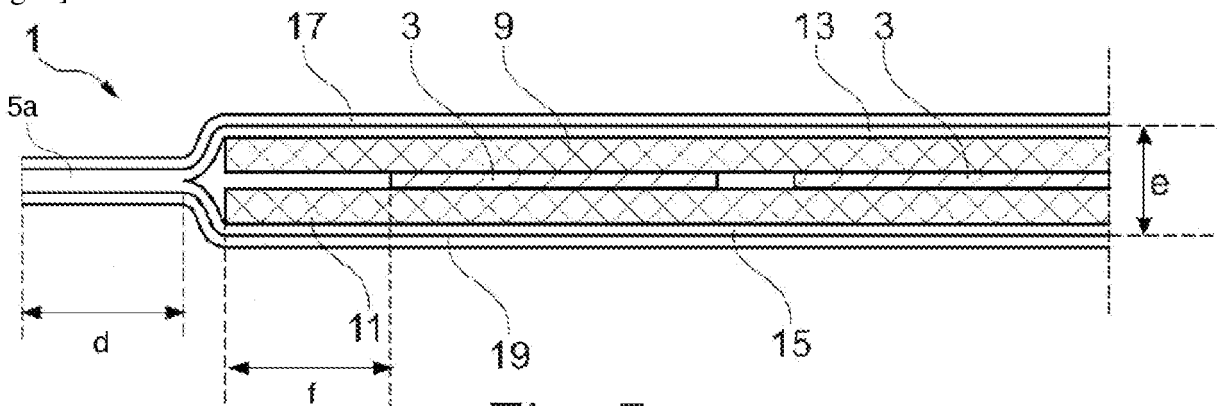


Fig. 5

[Fig. 6]

100

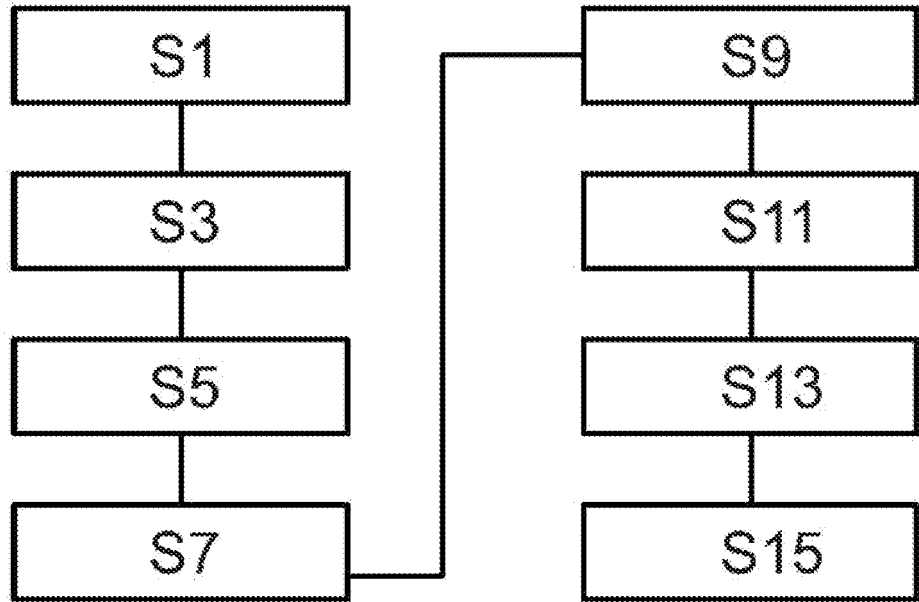
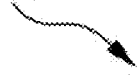


Fig. 6

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.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'ETABLISSEMENT DU PRESENT 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 CITES DANS LE PRESENT 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**

US 2001/054437 A1 (KOMORI AYAKO [JP] ET  
AL) 27 décembre 2001 (2001-12-27)

EP 0 874 404 A2 (CANON KK [JP])  
28 octobre 1998 (1998-10-28)

WO 2018/060611 A1 (TOTAL SOLAR INT [FR])  
5 avril 2018 (2018-04-05)

FR 2 286 509 A1 (LICENTIA GMBH [DE])  
23 avril 1976 (1976-04-23)

**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