



(51) Classification internationale des brevets :
H01L 31/0236 (2006.01) H01L 31/052 (2006.01)
H01L 31/0392 (2006.01) C03B 13/00 (2006.01)
G02B 1/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2010/060199

(22) Date de dépôt international :
15 juillet 2010 (15.07.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0954908 16 juillet 2009 (16.07.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE [FR/FR]; 18
Avenue d'Alsace, F-92400 Courbevoie (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
SCHIAVONI, Michele [IT/FR]; 11 bis rue du Lunain,
F-75014 Paris (FR). GAYOUT, Patrick [FR/FR]; Le
Clos Saint-Jean, 18 rue des Capucines, F-93250
Villemomble (FR). NOSITSCHKA, Wolfgang Andreas
[DE/DE]; Benediktinestr. 20, 52066 Aachen (DE).

(74) Mandataire : BREGAL, Laurence; C/o Saint-gobain
Recherche, 39 Quai Lucien Lefranc, F-93300
Aubervilliers (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, RO, RS, RU, 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, 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, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : TEXTURED TRANSPARENT PLATE AND METHOD FOR MANUFACTURING SUCH A PLATE

(54) Titre : PLAQUE TRANSPARENTE TEXTURÉE ET PROCÉDE DE FABRICATION D'UNE TELLE PLAQUE

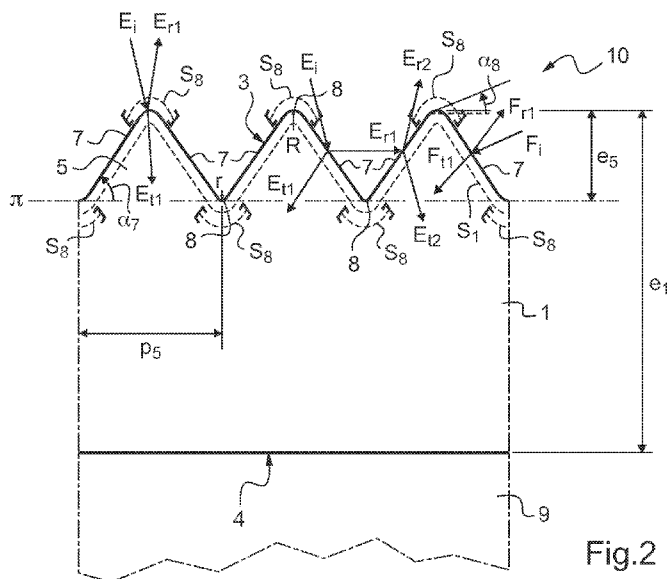


Fig. 2

(57) Abstract : The invention relates to an integral transparent plate (1) which includes, on at least one of the surfaces (3) thereof, at least one region textured by a plurality of geometrical patterns (5) raised relative to a general plane (π) of the surface (3), each pattern having a cross-section, parallel to the general plane (π), which decreases over distance from the surface (3), from a base to a top of the pattern. According to the invention, the area (S_8) of the zones (8) of the textured region for which the angle of inclination (α_8) of the zone relative to the general plane (π) is less than 30° is less than 35% of the total area (S_i) of the textured region.

(57) Abrégé : Cette plaque transparente (1) monolithique comprend, sur au moins une de ses faces (3), au moins une région texturée par une pluralité de motifs géométriques (5) en relief par rapport à un plan général (π) de la face (3), chaque motif ayant une section transversale, parallèlement au plan général (π), qui décroît en s'éloignant de la face (3), depuis une base jusqu'à un sommet du motif. Selon l'invention, l'aire (S_8) des zones (8) de la région texturée pour lesquelles l'angle d'inclinaison (α_8) de la zone par rapport au

plan général (π) est inférieur à 30° représente moins de 35%, de l'aire totale (S_i) de la région texturée.



Publiée :

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

PLAQUE TRANSPARENTE TEXTUREE ET PROCEDE DE FABRICATION D'UNE TELLE PLAQUE

La présente invention a trait à une plaque transparente comprenant sur
5 au moins une de ses faces une pluralité de motifs géométriques en relief par rapport à un plan général de la face. L'invention a également trait à un ensemble comprenant une telle plaque transparente et un élément capable de collecter ou d'émettre un rayonnement. En outre, l'invention a trait à un procédé de fabrication d'une telle plaque transparente.

10 Un élément capable de collecter un rayonnement est, notamment, un élément propre à collecter et convertir l'énergie issue d'un rayonnement en énergie électrique, tel qu'une cellule photovoltaïque. Un élément capable d'émettre un rayonnement est, notamment, un élément propre à convertir de l'énergie électrique en un rayonnement, tel qu'une diode électroluminescente
15 organique ou OLED.

De manière classique, un module photovoltaïque ou un dispositif OLED comprend une plaque transparente en tant que substrat avant, ou substrat à fonction verrière, qui assure une protection mécanique des éléments de conversion d'énergie, à savoir les cellules photovoltaïques ou les structures
20 OLED, tout en permettant une bonne transmission d'un rayonnement vers ou à partir de ces éléments de conversion d'énergie. Cette plaque transparente peut notamment être constituée en un verre transparent, de préférence clair ou extra-clair, à très faible teneur en oxydes de fer, tel que les verres commercialisés dans la gamme « DIAMANT » ou « ALBARINO » par Saint-
25 Gobain Glass.

Une stratégie pour augmenter le rendement de conversion énergétique d'un module photovoltaïque ou d'un dispositif OLED consiste à améliorer les propriétés de transmission de la plaque formant le substrat avant, en limitant la réflexion du rayonnement incident sur la plaque, qui provient soit de l'air dans le
30 cas d'un module photovoltaïque soit de l'intérieur du dispositif dans le cas d'un dispositif OLED. A cet effet, il est connu de texturer au moins la face de la plaque dirigée à l'opposé des éléments de conversion d'énergie, en la

munissant d'une pluralité de motifs géométriques en relief, concaves ou convexes par rapport à un plan général de cette face. Au sens de l'invention, le plan général d'une face texturée est le plan contenant les points de cette face qui n'appartiennent pas aux motifs ou, dans le cas de motifs jointifs, les points de jonction entre les motifs. Les motifs peuvent notamment être des pyramides ou des cônes, ou encore des motifs présentant une direction longitudinale privilégiée, tels que des rainures ou des nervures. Toutefois, l'augmentation de rendement permise grâce à l'utilisation des plaques texturées de l'état de la technique en tant que substrats avant de dispositifs de conversion énergétique reste limitée. En effet, les techniques de texturation classiques, notamment par laminage, telles que décrites dans les demandes de brevet WO-A-03/046617, WO-A-2005/111670 et WO-A-2007/015019, ne permettent pas à ce jour d'obtenir des motifs de géométrie parfaite.

C'est à cet inconvénient qu'entend plus particulièrement remédier l'invention en proposant une plaque transparente qui présente des propriétés optimisées de transmission d'un rayonnement incident sur la plaque et qui permet en particulier, lorsqu'elle est intégrée en tant que substrat avant dans un dispositif de conversion énergétique, tel qu'un module photovoltaïque ou un dispositif OLED, d'optimiser la transmission d'un rayonnement incident sur la plaque vers les éléments de conversion d'énergie ou à partir des éléments de conversion d'énergie du dispositif, rendant ainsi possible une augmentation du rendement de ce dispositif par rapport aux dispositifs de l'état de la technique.

A cet effet, l'invention a pour objet une plaque transparente monolithique comprenant, sur au moins une de ses faces, au moins une région texturée par une pluralité de motifs géométriques en relief par rapport à un plan général de ladite face, chaque motif ayant une section transversale, parallèlement au plan général, qui décroît en s'éloignant de la face précitée de la plaque, depuis une base jusqu'à un sommet du motif, caractérisée en ce que l'aire des zones de la région texturée pour lesquelles l'angle d'inclinaison de la zone par rapport au plan général est inférieur à 30° représente moins de 35% de l'aire totale de la région texturée et en ce que :

- soit (i) le rapport ρ de l'épaisseur de chaque motif sur l'épaisseur de la plaque a une valeur donnée supérieure ou égale à 0,2 et l'épaisseur de la plaque est comprise dans une plage allant de 4,5 mm à 8 mm,

5 - soit (ii) l'épaisseur de la plaque a une valeur donnée comprise dans une plage allant de 3 mm à 8 mm et le rapport ρ de l'épaisseur de chaque motif sur l'épaisseur de la plaque est supérieur ou égal à 0,3.

Au sens de l'invention, une plaque transparente est une plaque transparente au moins dans les domaines de longueurs d'onde utiles pour, ou émises par, les éléments de conversion d'énergie du dispositif dans lequel la plaque est destinée à être intégrée en tant que substrat avant. A titre d'exemple, dans le cas d'un module photovoltaïque comprenant des cellules photovoltaïques à base de silicium polycristallin, la plaque est
10 avantageusement transparente dans le domaine de longueurs d'onde comprises entre 400 nm et 1200 nm. De plus, dans le cadre de l'invention, une plaque est monolithique en ce sens que les motifs sont monoblocs avec la plaque et formés par déformation locale de la surface de la plaque, par exemple au cours du moulage de la plaque ou par laminage de la plaque. Ainsi, les motifs de la plaque ont la même composition chimique que la plaque. Par ailleurs, au sens de l'invention, un motif en relief par rapport à un plan est un
15 motif qui est en saillie ou en creux par rapport à ce plan.

Selon d'autres caractéristiques avantageuses d'une plaque selon l'invention, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- chaque motif est délimité, en coupe transversale selon au moins un plan passant par un sommet du motif et perpendiculaire au plan général, par deux flancs, inclinés chacun selon un angle moyen d'inclinaison non nul par rapport au plan général, les zones de la région texturée pour lesquelles l'angle d'inclinaison de la zone par rapport au plan général est inférieur à 30° formant des zones de liaison entre un flanc d'un motif et l'autre flanc du motif ou le flanc
25 d'un motif adjacent ;

- la plaque a une épaisseur comprise entre 3 mm et 8 mm ;

- chaque motif a une épaisseur supérieure ou égale à 0,5 mm ;

- l'angle moyen d'inclinaison de chaque flanc d'un motif par rapport au plan général est compris entre 40° et 65°, de préférence entre 45° et 60° ;

- pour une valeur donnée du rapport ρ de l'épaisseur de chaque motif sur l'épaisseur de la plaque, l'épaisseur de la plaque a une valeur optimale correspondant à une transmission maximale à travers la plaque d'un rayonnement incident sur ladite face de la plaque ;

- lorsque la condition (i) est remplie, la valeur du rapport ρ de l'épaisseur de chaque motif sur l'épaisseur de la plaque est supérieure ou égale à 0,25 ;

- lorsque la condition (i) est remplie, la valeur du rapport ρ de l'épaisseur de chaque motif sur l'épaisseur de la plaque est supérieure ou égale à 0,3 ;

- la plaque est constituée en verre, de préférence en verre transparent clair ou extra-clair ;

- la plaque est constituée en un matériau polymère transparent ;

- les motifs sont jointifs ;

- les motifs sont identiques les uns aux autres ;

- les motifs sont répartis de manière aléatoire sur la face ;

- les motifs sont des pyramides ou des cônes de demi-angles au sommet non nuls ;

- la base de chaque motif est inscrite dans un cercle de diamètre inférieur ou égal à 5 mm ;

- les motifs sont des rainures ou des nervures ;

- la plaque est obtenue par laminage ;

- la plaque est obtenue par moulage.

L'invention a également pour objet un ensemble comprenant une plaque transparente telle que décrite ci-dessus et un élément capable de collecter ou d'émettre un rayonnement, l'élément étant positionné par rapport à la plaque de manière à être apte à collecter un rayonnement traversant la plaque ou à émettre un rayonnement à travers la plaque, la face texturée de la plaque étant dirigée à l'opposé de l'élément.

Enfin, l'invention a pour objet un procédé de fabrication d'une plaque telle que décrite ci-dessus, dans lequel on forme, sur au moins une face d'une

plaque en matériau transparent, des motifs géométriques en relief par rapport à un plan général de la face en maximisant l'épaisseur de chaque motif.

De manière avantageuse, on forme les motifs par laminage de la plaque.

En variante, on peut former les motifs par moulage de la plaque.

5 Selon une première variante du procédé de fabrication, pour une période donnée des motifs, on maximise la profondeur de chaque motif en maximisant l'angle moyen d'inclinaison des flancs du motif par rapport au plan général de la face.

10 Selon une deuxième variante du procédé de fabrication, pour un angle moyen d'inclinaison donné des flancs de chaque motif par rapport au plan général de la face, on maximise la profondeur de chaque motif en maximisant la période des motifs.

15 Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description qui va suivre de trois modes de réalisation d'une plaque et d'un ensemble selon l'invention, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'une plaque transparente texturée conforme à un premier mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 2 est une coupe transversale, partielle et schématique, d'un module photovoltaïque comprenant la plaque de la figure 1 en tant que substrat avant ;

- la figure 3 est une coupe analogue à la figure 2 pour un module photovoltaïque comprenant une plaque transparente texturée conforme à un deuxième mode de réalisation de l'invention en tant que substrat avant ;

- la figure 4 est une coupe analogue à la figure 2 pour un module photovoltaïque comprenant une plaque transparente texturée conforme à un troisième mode de réalisation de l'invention en tant que substrat avant ; et

- la figure 5 est une coupe analogue à la figure 2 pour un module photovoltaïque comprenant une plaque transparente texturée de l'état de la technique, de même matrice verrière que les plaques des figures 2 à 4, en tant que substrat avant.

Dans le premier mode de réalisation de l'invention représenté sur les figures 1 et 2, la plaque transparente 1 conforme à l'invention est une plaque de verre transparent extra-clair laminé et imprimé, qui comprend sur une de ses faces 3 une texturation convexe formée par un assemblage de motifs pyramidaux 5 jointifs.

Comme bien visible sur la figure 1, les motifs pyramidaux 5 de la face 3 sont alignés selon des lignes L ondulées. Au sens de l'invention, les lignes d'alignement L des motifs 5 sont les lignes formées par les côtés identiques successifs de motifs pyramidaux disposés de manière adjacente les uns par rapport aux autres, en rangées. Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1, les directions longitudinales des côtés des motifs pyramidaux 5 successifs le long de chaque ligne d'alignement L sont modifiées par pas. Ainsi, on superpose à la direction générale ou globale des lignes d'alignement L une variation de la direction des côtés des motifs pyramidaux individuels, ce qui produit l'ondulation des lignes d'alignement L. Comme explicité dans la demande WO-A-2006/134301, une telle répartition aléatoire des motifs pyramidaux 5 sur la face 3 permet de diminuer l'intensité moyenne absolue de la réflexion sur la plaque 1 dans chaque angle de réflexion individuel et d'éviter des transitions marquées entre des directions réfléchissantes et des directions non réfléchissantes. Il en résulte un aspect plus uniforme de la plaque 1 et une minimisation des risques d'éblouissement.

Sur la figure 2 est représenté partiellement et schématiquement un module photovoltaïque 10 conforme à l'invention, comprenant la plaque 1 en tant que substrat avant. Comme montré sur cette figure, la face 3 de la plaque 1, qui est munie de la texturation 5, est dirigée du côté d'incidence du rayonnement sur le module 10. Dans ce mode de réalisation, la face 4 de la plaque 1 opposée à la face avant 3 est globalement plane et disposée en regard d'une ou plusieurs cellules photovoltaïques 9.

La couche d'absorbeur de la ou chaque cellule photovoltaïque 9, propre à assurer la conversion de l'énergie issue du rayonnement incident sur la cellule en énergie électrique, peut notamment être une couche mince à base de silicium, amorphe ou microcristallin, ou à base de tellure de cadmium. Dans

ce cas, de manière connue, la ou chaque cellule 9 à couches minces comprend un empilement successif, à partir de la face 4 de la plaque 1 :

- d'une couche transparente électriquement conductrice, notamment à base d'oxyde conducteur transparent (Transparent Conductive Oxide ou TCO),
5 qui forme une électrode avant de la cellule,
- de la couche d'absorbeur,
- d'une couche électriquement conductrice qui forme une électrode arrière de la cellule.

En pratique, la ou chaque cellule 9 est immobilisée entre le substrat
10 avant 1 et un substrat arrière non représenté du module 10.

En variante, la couche d'absorbeur de la ou chaque cellule 9 peut être une couche mince de composé chalcopyrite comportant du cuivre, de l'indium et du sélénium, dite couche d'absorbeur CIS, éventuellement additionnée de gallium (couche d'absorbeur CIGS), d'aluminium ou de soufre. Dans ce cas, la
15 ou chaque cellule 9 à couches minces comprend un empilement analogue à celui décrit ci-dessus, un intercalaire de feuillette polymère non représenté étant en outre positionné entre l'électrode avant de la cellule 9 et la face 4 de la plaque 1, afin de garantir une bonne cohésion du module 10 lors de son assemblage. L'intercalaire de feuillette peut notamment être constitué en
20 polybutyral de vinyle (PVB) ou en éthylène vinylacétate (EVA).

Selon encore une autre variante, la ou chaque cellule 9 peut être constituée à partir de « wafers » ou galettes de silicium polycristallin ou monocristallin formant une jonction p/n.

Sur les figures 3 à 5 sont représentés des modules photovoltaïques 110,
25 210 et 310 comprenant respectivement, en tant que substrats avant, une plaque transparente 101 conforme à un deuxième mode de réalisation de l'invention, une plaque transparente 201 conforme à un troisième mode de réalisation de l'invention et une plaque transparente 301 de l'état de la technique. Les plaques 101, 201 et 301 sont en verre transparent extra-clair de
30 même composition que le verre constitutif de la plaque 1 et surmontent une ou plusieurs cellules photovoltaïques 109, 209 ou 309 analogues aux cellules photovoltaïques 9 du module 10. Chacune des plaques 101, 201 et 301

comprend une face avant 103, 203 ou 303, destinée à être dirigée du côté d'incidence du rayonnement sur le module, qui est munie d'une texturation pyramidale analogue à celle de la plaque 1, formée par une pluralité de motifs pyramidaux 105, 205 ou 305 jointifs à base parallélogramme et de demi-angles au sommet non nuls

Chacun des motifs pyramidaux 305 de la plaque 301 de l'état de la technique est à base parallélogramme de 2 mm de côté et de demi-angle au sommet d'environ 45°. Chaque motif pyramidal 305 est ainsi délimité par quatre flancs 307, inclinés chacun selon un angle d'inclinaison α_{307} d'environ 45° par rapport à un plan général π de la face texturée 303. Chaque motif 305 a une épaisseur e_{305} de 1 mm en saillie par rapport au plan π , de telle sorte que l'épaisseur totale e_{301} de la plaque 301 avec sa texturation est de 4 mm.

Chacun des motifs pyramidaux 5 de la plaque 1 conforme au premier mode de réalisation de l'invention est délimité par quatre flancs 7, inclinés chacun selon un angle d'inclinaison α_7 par rapport à un plan général π de la face texturée 3. La plaque 1 du premier mode de réalisation diffère de la plaque 301 de l'état de la technique, d'une part, en ce qu'elle a une épaisseur totale e_1 de 6 mm avec sa texturation, au lieu d'une épaisseur e_{301} de 4 mm, et, d'autre part, en ce que chaque motif pyramidal 5 a une épaisseur e_5 de 1,5 mm en saillie par rapport à un plan général π de la face 3, au lieu d'une épaisseur e_{305} de 1 mm. Les plaques 1 et 301 présentent ainsi un même rapport $\rho = 0,25$ de l'épaisseur e_5 , e_{305} des motifs sur l'épaisseur e_1 , e_{301} de la plaque. Comme il ressort d'une comparaison des figures 2 et 5, la base de chaque motif 5 de la plaque 1 est de mêmes dimensions que la base des motifs 305 de la plaque 301, à savoir une base parallélogramme de 2 mm de côté, mais le demi-angle au sommet de chaque motif 5 est d'environ 33°, au lieu de 45° pour les motifs 305 de la plaque 301. En d'autres termes, pour une même période p_5 , p_{305} des motifs, l'épaisseur e_5 de chaque motif 5 de la plaque 1 du premier mode de réalisation a été augmentée par rapport à l'épaisseur e_{305} de chaque motif 305 de la plaque 301 de l'état de la technique en augmentant l'angle d'inclinaison α_7 des flancs 7 des motifs 5 par rapport à l'angle d'inclinaison α_{307} des flancs 307 des motifs 305.

De la même façon, chacun des motifs pyramidaux 105 de la plaque 101 conforme au deuxième mode de réalisation est délimité par quatre flancs 107, inclinés chacun selon un angle d'inclinaison α_{107} par rapport à un plan général π de la face texturée 103. Comme dans le premier mode de réalisation, la plaque 101 a une épaisseur totale e_{101} de 6 mm avec sa texturation, au lieu d'une épaisseur e_{301} de 4 mm de la plaque 301 de l'état de la technique, et chaque motif pyramidal 105 de la plaque 101 a une épaisseur e_{105} de 1,5 mm en saillie par rapport à un plan général π de la face 103, au lieu d'une épaisseur e_{305} de 1 mm pour les motifs 305 de la plaque 301 de l'état de la technique. Les plaques 101 et 301 présentent donc un même rapport $\rho = 0,25$ de l'épaisseur e_{105} , e_{305} des motifs sur l'épaisseur e_{101} , e_{301} de la plaque. Une comparaison des figures 3 et 5 montre que le demi-angle au sommet de chaque motif 105 est égal au demi-angle au sommet des motifs 305 de la plaque 301, à savoir environ 45° , mais que la base de chaque motif 105 est de 3 mm de côté, au lieu de 2 mm pour les motifs 305 de la plaque 301. En d'autres termes, pour un même angle d'inclinaison α_{107} , α_{307} des flancs 107, 307 des motifs en relief, l'épaisseur e_{105} de chaque motif 105 de la plaque 101 du deuxième mode de réalisation a été augmentée par rapport à l'épaisseur e_{305} de chaque motif 305 de la plaque 301 de l'état de la technique en augmentant la période p_{105} des motifs 105 par rapport à la période p_{305} des motifs 305.

La plaque 201 visible sur la figure 4, conforme au troisième mode de réalisation, diffère de la plaque 301 de l'état de la technique en ce que chaque motif pyramidal 205 a une épaisseur e_{205} de 1,2 mm en saillie par rapport à un plan général π de la face 203, au lieu d'une épaisseur e_{205} de 1 mm, l'épaisseur totale e_{201} de la plaque 201 avec sa texturation étant égale à l'épaisseur e_{301} de la plaque 301, c'est-à-dire 4 mm. Pour une même épaisseur e_{201} , e_{301} de la plaque, le rapport ρ de l'épaisseur e_{205} des motifs 205 de la plaque 201 sur l'épaisseur e_{201} de la plaque 201 est donc égal à 0,3, au lieu de 0,25 pour la plaque 301 de l'état de la technique. Chaque motif pyramidal 205 de la plaque 201 est délimité par quatre flancs 207, inclinés chacun selon un angle d'inclinaison α_{207} par rapport à un plan général π de la face texturée 203. Une comparaison des figures 4 et 5 montre que la base de chaque motif 205 de la

plaque 201 est de mêmes dimensions que la base des motifs 305 de la plaque 301, à savoir une base parallélogramme de 2 mm de côté, mais le demi-angle au sommet de chaque motif 205 est d'environ 40°, au lieu de 45° pour les motifs 305 de la plaque 301. En d'autres termes, pour une même période p_{205} ,
5 p_{305} des motifs, l'épaisseur e_{205} de chaque motif 205 de la plaque 201 du troisième mode de réalisation a été augmentée par rapport à l'épaisseur e_{305} de chaque motif 305 de la plaque 301 de l'état de la technique en augmentant l'angle d'inclinaison α_{207} des flancs 207 des motifs 205 par rapport à l'angle d'inclinaison α_{307} des flancs 307 des motifs 305.

10 De manière avantageuse, la texturation d'une plaque conforme à l'invention est réalisée par laminage de la surface d'une plaque de verre originellement plane, le verre étant chauffé à une température à laquelle il est possible de déformer sa surface, à l'aide d'un objet solide comme un rouleau métallique ayant à sa surface la forme inverse de la texturation à former. En
15 variante, la texturation peut être obtenue par moulage.

Avec ces deux techniques de texturation, laminage et moulage, lorsque la texturation visée comporte des motifs à flancs plans et angles vifs, comme c'est le cas par exemple de motifs pyramidaux, coniques, ou de type nervures ou rainures à section transversale triangulaire ou trapézoïdale, les motifs
20 formés ne présentent pas des formes géométriques parfaites. Ainsi, pour ces différentes formes de motifs, le sommet de chaque motif et les creux encadrant chaque motif sont arrondis, comme montré schématiquement pour les motifs pyramidaux des figures 2 à 5 par l'indication des rayons de courbure R et r. Les rayons de courbure R au niveau des sommets et r au niveau des creux de la
25 texture varient peu en fonction de l'épaisseur des motifs en relief, du fait des conditions particulières de fabrication par laminage ou moulage. Les conditions de fabrication par laminage imposent que le rayon de courbure R au niveau des sommets de la texture est supérieur au rayon de courbure r au niveau des creux de la texture.

30 On note 8, 108, 208, 308 les zones de liaison d'un flanc 7, 107, 207, 307 d'un motif 5, 105, 205, 305 de la plaque 1, 101, 201 ou 301 avec l'autre flanc du motif, ou avec le flanc d'un motif adjacent, pour lesquelles l'angle d'inclinaison

$\alpha_8, \alpha_{108}, \alpha_{208}, \alpha_{308}$ par rapport au plan général π en chaque point de la zone est inférieur à 30° . Ces zones de liaison 8, 108, 208, 308 correspondent aux sommets et aux creux arrondis de la texture pyramidale 5, 105, 205 ou 305 de la plaque. Le rapport de l'aire S_{308} des zones de liaison 308 de la plaque 301 de l'état de la technique, pour lesquelles l'angle d'inclinaison α_{308} par rapport au plan général π de la face texturée 303 est inférieur à 30° , sur l'aire texturée totale S_{301} de la plaque 301 est de l'ordre de 36%. En comparaison, le rapport de l'aire S_8, S_{108}, S_{208} des zones de liaison 8, 108, 208 de chaque plaque 1, 101 ou 201 conforme à l'invention, pour lesquelles l'angle d'inclinaison $\alpha_8, \alpha_{108}, \alpha_{208}$ par rapport au plan général π de la face texturée 3, 103, 203 est inférieur à 30° , sur l'aire texturée totale S_1, S_{101}, S_{201} de la plaque est inférieur à 30%. Cette diminution du rapport est obtenue, pour les plaques 1, 101, 201 conformes à l'invention, grâce à l'augmentation de l'épaisseur e_5, e_{105}, e_{205} de leurs motifs 5, 105, 205 par rapport à l'épaisseur e_{305} des motifs 305 de la plaque 301 de l'état de la technique. Sur les figures 2 à 5, les aires $S_8, S_{108}, S_{208}, S_{308}$ et $S_1, S_{101}, S_{201}, S_{301}$ sont représentées de manière très schématique à l'aide de pointillés.

En variante, les zones de liaison 8, 108, 208, 308 peuvent être définies comme les zones de liaison d'un flanc 7, 107, 207, 307 d'un motif de la plaque avec l'autre flanc du motif, ou avec le flanc d'un motif adjacent, pour lesquelles l'angle d'inclinaison $\alpha_8, \alpha_{108}, \alpha_{208}, \alpha_{308}$ par rapport au plan général π en chaque point de la zone est inférieur à 40° . Avec cette définition, le rapport de l'aire S_{308} des zones de liaison 308 de la plaque 301 de l'état de la technique, pour lesquelles l'angle d'inclinaison α_{308} par rapport au plan général π de la face texturée 303 est inférieur à 40° , sur l'aire texturée totale S_{301} de la plaque 301 est de l'ordre de 60%, alors que le rapport de l'aire S_8, S_{108}, S_{208} des zones de liaison 8, 108, 208 de chaque plaque 1, 101 ou 201 conforme à l'invention, pour lesquelles l'angle d'inclinaison $\alpha_8, \alpha_{108}, \alpha_{208}$ par rapport au plan général π de la face texturée 3, 103, 203 est inférieur à 40° , sur l'aire texturée totale S_1, S_{101}, S_{201} de la plaque est inférieur à 45%.

Le tableau 1 ci-après illustre l'augmentation du rendement à angle d'incidence nul, $\varepsilon_{10}(0^\circ), \varepsilon_{110}(0^\circ), \varepsilon_{210}(0^\circ)$ et $\varepsilon_{310}(0^\circ)$, et du rendement annuel global pour tous les angles d'incidence, $\varepsilon_{10}, \varepsilon_{110}, \varepsilon_{210}$ et ε_{310} , respectivement du

module 10, du module 110, du module 210 et du module 310, par rapport au rendement d'un module photovoltaïque de référence, déterminée par simulation optique des structures de surface des plaques 1, 101, 201 et 301. Le module de référence diffère des modules 10, 110, 210, 310 uniquement en ce que son substrat avant est une plaque transparente non texturée de même composition
 5 verrière que les plaques texturées 1, 101, 201 et 301. Les résultats du rendement annuel global ε_{10} , ε_{110} , ε_{210} et ε_{310} ont été obtenus en utilisant les données d'éclairement direct à Cologne, en Allemagne, correspondant à un positionnement du module incliné selon un angle de l'ordre de 35° par rapport à
 10 l'horizontale en direction du sud. Les valeurs de rendement indiquées dans le tableau 1 sont déterminées par simulation, sans tenir compte du caractère diffus du rayonnement, de sorte que les valeurs de rendement réelles sont susceptibles d'être plus importantes.

	Epaisseur de plaque	Epaisseur de motifs	Augmentation de rendement à 0°	Augmentation de rendement annuel global
Module 10	$e_1 = 6 \text{ mm}$	$e_5 = 1,5 \text{ mm}$	$\varepsilon_{10}(0^\circ) = 3,0\%$	$\varepsilon_{10} = 4,5\%$
Module 110	$e_{101} = 6 \text{ mm}$	$e_{105} = 1,5 \text{ mm}$	$\varepsilon_{110}(0^\circ) = 4,0\%$	$\varepsilon_{110} = 4,5\%$
Module 210	$e_{201} = 4 \text{ mm}$	$e_{205} = 1,2 \text{ mm}$	$\varepsilon_{210}(0^\circ) = 3,0\%$	$\varepsilon_{210} = 4,5\%$
Module 310	$e_{301} = 4 \text{ mm}$	$e_{305} = 1 \text{ mm}$	$\varepsilon_{310}(0^\circ) = 3,0\%$	$\varepsilon_{310} = 3,5\%$

Tableau 1

Les hypothèses pour la mise en place de la simulation sont les suivantes :

- plaques 1, 101, 201, 301 et plaque du module de référence constituées en un même verre de composition ALBARINO tel que commercialisé par Saint-Gobain Glass ;
- distribution énergétique du rayonnement incident sur le module 10, 110, 210, 310 et sur le module de référence correspondant à un spectre solaire standard ;

- évaluation de l'efficacité des cellules photovoltaïques 9, 109, 209, 309 et du module de référence en fonction de la longueur d'onde du rayonnement incident, qui correspond au rapport du nombre d'électrons collectés sur le nombre de photons qui atteint la cellule, en prenant comme référence une cellule photovoltaïque à base de silicium polycristallin ; toutefois, les résultats sont transposables à d'autres types de cellules photovoltaïques, dans la mesure où l'amélioration des propriétés de transmission d'une plaque due à la texturation de cette plaque ne dépend pas de manière significative de la longueur d'onde du rayonnement incident sur la plaque.

Les données du tableau 1 montrent que l'augmentation ϵ_{10} du rendement annuel global de chacun des modules 10, 110 et 210 conformes à l'invention est supérieure, dans une proportion de l'ordre de 1%, à l'augmentation ϵ_{310} du rendement annuel global du module 310 de l'état de la technique.

Une analyse des principes à la base de l'augmentation de la transmission pour une plaque texturée par rapport à une plaque non texturée permet d'expliquer théoriquement pourquoi il est possible de maximiser l'augmentation du rendement d'un dispositif de conversion d'énergie en augmentant, voire en maximisant, l'épaisseur des motifs de la plaque texturée.

Le premier principe à la base de l'augmentation de la transmission pour une plaque texturée est le piégeage du rayonnement incident du fait de réflexions multiples sur les motifs en relief de la plaque. Comme il ressort des figures 2 à 5, pour des rayons incidents E_i sur la plaque 1, 101, 201, 301 d'angles d'incidence faibles, il se produit des réflexions multiples sur les motifs 5, 105, 205, 305 en relief de la face texturée 3, 103, 203, 303, qui offrent au rayonnement un nombre de possibilités E_{t1} , E_{t2} plus important de rentrer dans la plaque, d'où une réduction de la réflexion sur la face texturée 3, 103, 203, 303 de la plaque 1, 101, 201, 301 par rapport à la face plane d'une plaque non texturée.

Toutefois, dans la mesure où les motifs 5, 105, 205, 305 ne sont pas de forme parfaitement pyramidale, mais au contraire arrondis, ce phénomène de réflexion multiple n'intervient pas dans toutes les régions de la face texturée 3,

103, 203, 303. En particulier, dans les zones de liaison 8, 108, 208, 308 correspondant aux sommets et aux creux arrondis de la texture pyramidale 5, 105, 205, 305, le phénomène précité de piégeage du rayonnement incident ne peut pas avoir lieu, comme illustré par les flèches E_{r1} situées sur la gauche des figures 2 à 5. Dès lors, pour augmenter la transmission du rayonnement incident à travers la plaque, il convient de diminuer l'aire de ces zones de liaison 8, 108, 208, 308 par rapport à l'aire totale texturée de la plaque. Dans les exemples précédents des plaques 1, 101 et 201 conformes à l'invention, cette diminution de l'aire des zones de liaison est obtenue par une augmentation de l'épaisseur des motifs de la plaque par rapport aux motifs des plaques de l'état de la technique, de sorte que l'aire de chaque motif entre deux zones de liaison voisines, qui est l'aire ou la surface du motif utile pour les réflexions multiples sur le motif, est plus élevée.

Par ailleurs, le rayonnement est réfléchi, après son entrée dans la plaque 1, 101, 201, 301, à l'interface entre la plaque et les cellules 9, 109, 209, 309 ou un éventuel intercalaire de feuilletage, et est piégé à nouveau par réflexion sur les faces des motifs 5, 105, 205, 305, de sorte qu'une plus grande partie du rayonnement est transmise à travers la plaque. Les pertes en réflexion sont ainsi encore réduites, pour une plaque texturée par rapport à une plaque non texturée, grâce à ce second piégeage du rayonnement. Là encore, la diminution de l'aire des zones de liaison 8, 108, 208, 308 par rapport à l'aire totale texturée de la plaque, ou en d'autres termes l'augmentation de l'aire utile de chaque motif pour les réflexions multiples sur le motif, augmente le second piégeage du rayonnement et sa transmission à travers la plaque.

Le deuxième principe à la base de l'augmentation de la transmission pour une plaque texturée est le fait que, pour des rayons F_i incidents sur la plaque d'angles d'incidence élevés, supérieurs à 45° , le rayonnement a des angles d'incidence plus faibles sur les faces des motifs 5, 105, 205, 305 que sur une surface plane. Par exemple, avec des motifs pyramidaux de demi-angles au sommet de 45° , même arrondis, les rayons incidents F_i d'angle d'incidence variant entre 0 et 90° sur une surface plane rencontrent la surface de la texture 5, 105 avec un angle d'incidence compris entre -45° et $+45^\circ$. Comme le

domaine des angles d'incidence élevés, proches de 90° , favorise la réflexion à l'interface air/verre, le remplacement du domaine d'angles d'incidence 0 à 90° par le domaine -45 à $+45^\circ$ s'accompagne d'une réduction sensible de la réflexion. La diminution, par rapport à l'aire totale texturée de la plaque, de l'aire des zones de liaison 8, 108, 208, 308, qui correspondent aux zones les moins inclinées de la plaque par rapport au plan π , permet ainsi également d'augmenter la transmission à travers la plaque par ce deuxième principe.

Comme il ressort du tableau 1 et de l'explication théorique ci-dessus, une plaque conforme à l'invention, dont le rapport de l'aire S_8 , S_{108} , S_{208} des zones de liaison sur l'aire totale texturée S_1 , S_{101} , S_{201} de la plaque a été réduit par rapport à celui des plaques de l'état de la technique, a des propriétés optimisées de transmission d'un rayonnement incident sur la plaque. Dès lors, une telle plaque, lorsqu'elle est intégrée dans un module photovoltaïque en tant que substrat avant, améliore sensiblement le rendement de ce module par rapport aux rendements des modules de l'état de la technique.

L'amélioration de la transmission à travers la plaque texturée est obtenue, selon l'invention, en augmentant l'aire ou la surface utile des motifs de la plaque, c'est-à-dire la surface des motifs qui est utile pour recevoir et transmettre un rayonnement, que ce soit par des réflexions multiples ou par une diminution de l'angle d'incidence vu par la surface du motif. Ce faisant, on diminue le pourcentage de l'aire texturée totale de la plaque qui correspond à des zones de liaison arrondies et on se rapproche d'un profil géométrique parfait des motifs de la plaque texturée.

En vue d'augmenter la surface utile des motifs, l'invention propose d'augmenter l'épaisseur de la plaque texturée conforme à l'invention par rapport à l'épaisseur des plaques texturées de l'état de la technique pour une valeur donnée du rapport ρ de l'épaisseur de chaque motif sur l'épaisseur de la plaque, comme illustré dans les premier et deuxième modes de réalisation. Il ressort de ces modes de réalisation que la transmission de rayonnement à travers la plaque texturée conforme à l'invention est améliorée par rapport à la transmission de rayonnement à travers les plaques texturées de l'état de la technique, alors même que l'épaisseur de la plaque selon l'invention, et donc

l'absorption du rayonnement dans la plaque, est plus élevée. En effet, les inventeurs ont mis en évidence que l'augmentation de la transmission à travers la plaque texturée conforme à l'invention, qui est induite par l'augmentation de l'épaisseur des motifs et donc de la surface utile de ces motifs, est susceptible, pour certaines valeurs de l'épaisseur de la plaque, d'être plus importante que l'augmentation de l'absorption du rayonnement à l'intérieur de la plaque, qui est induite par l'augmentation de l'épaisseur de la plaque, en particulier pour une composition de la plaque à faible absorption de rayonnement.

Pour une valeur donnée du rapport p , la valeur de l'épaisseur de la plaque texturée conforme à l'invention est choisie de préférence égale à une valeur d'épaisseur optimale pour laquelle l'augmentation de la transmission à travers la plaque, due à l'augmentation de l'épaisseur des motifs, contrebalance au mieux l'augmentation de l'absorption dans la plaque, due à l'augmentation de l'épaisseur de la plaque, c'est-à-dire pour laquelle la transmission à travers la plaque d'un rayonnement incident sur la face texturée de la plaque est maximale. En particulier, pour une valeur donnée du rapport p supérieure ou égale à 0,2, qui est une valeur classique du rapport p des plaques texturées de l'état de la technique, l'épaisseur de la plaque texturée conforme à l'invention est choisie de préférence supérieure ou égale à 4,5 mm. Dans le cadre de son application en tant que substrat avant d'un dispositif de conversion énergétique, tel qu'un module photovoltaïque ou un dispositif OLED, l'épaisseur d'une plaque texturée conforme à l'invention est de préférence également maintenue inférieure ou égale à 8 mm, en vue de conserver un poids modéré du dispositif.

Une autre solution pour augmenter la surface utile des motifs consiste, comme illustré dans le troisième mode de réalisation, à augmenter le rapport p de l'épaisseur de chaque motif sur l'épaisseur de la plaque par rapport au rapport p des plaques texturées de l'état de la technique pour une valeur donnée de l'épaisseur de la plaque. La surface utile des motifs pour recevoir et transmettre un rayonnement est alors augmentée par augmentation de l'épaisseur de chaque motif. Dans ce cas, pour des valeurs d'épaisseur de plaque classiques, par exemple comprises entre 3 mm et 4 mm, le rapport p de la plaque texturée conforme à l'invention est choisi de préférence tel que $0,3 \leq$

p. De plus, dans le cas d'une plaque en verre texturée par laminage, une valeur maximale $p = 0,5$ est imposée en pratique du fait du procédé de laminage, afin d'éviter des problèmes de collage du verre sur les rouleaux de laminage.

L'invention repose sur la mise en évidence par les inventeurs que les procédés de fabrication classiques de plaques texturées que sont le laminage et le moulage induisent des rayons de courbure, au niveau des creux et des sommets des motifs en relief, qui ne changent pas quelles que soient l'épaisseur des motifs et l'épaisseur de la plaque. On aurait pu penser que ces rayons de courbure augmenteraient de manière homothétique avec l'épaisseur des motifs et l'épaisseur de la plaque. Or, de manière surprenante, les rayons de courbure moyens demeurent toujours les mêmes pour un procédé de fabrication donné par laminage ou moulage, notamment de l'ordre de quelques centaines de microns pour les rayons de courbure r et R dans le cas du laminage. Les inventeurs ont tiré parti de cette stabilité des rayons de courbure pour obtenir une texturation plus efficace en termes d'augmentation de la transmission à travers la plaque texturée. Ils ont en particulier choisi, à cet effet, d'augmenter l'épaisseur de plaque pour une valeur du rapport p donnée. En variante, ils ont envisagé d'augmenter le rapport p pour une valeur de l'épaisseur de plaque donnée.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés. En particulier, la texturation d'une plaque conforme à l'invention peut être formée par un assemblage de motifs autres que des motifs pyramidaux. Les motifs d'une plaque selon l'invention peuvent notamment être des cônes, ou des motifs allongés de type rainures ou nervures. Lorsque la texturation de la plaque est formée par des motifs pyramidaux ou coniques, ces motifs sont avantageusement à base polygonale, notamment triangulaire, carrée, rectangulaire, parallélogramme, hexagonale ou octogonale. De manière plus générale, les motifs d'une plaque conforme à l'invention sont tels qu'ils comprennent au moins deux flancs inclinés par rapport à un plan général π de la face de la plaque comportant les motifs. De plus, dans la mesure où chaque flanc d'un motif n'est pas forcément plan, l'angle d'inclinaison d'un flanc par

rapport au plan général π est défini comme un angle moyen d'inclinaison, délimité entre une surface moyenne du flanc et le plan π .

La texturation d'une plaque selon l'invention peut également être une texturation concave, au lieu d'une texturation convexe, les motifs étant alors en creux par rapport au plan général de la face texturée de la plaque. De plus, les motifs d'une plaque selon l'invention, s'ils sont de préférence jointifs, peuvent également être non jointifs. De même, une distribution aléatoire des motifs sur la face texturée de la plaque, si elle est avantageuse, n'est pas obligatoire. Les motifs d'une plaque texturée conforme à l'invention peuvent être identiques entre eux, comme dans les modes de réalisation décrits précédemment, ou différents les uns des autres. En outre, les motifs d'une plaque conforme à l'invention peuvent être formés sur toute la surface de la face correspondante de la plaque ou, en variante, uniquement sur une région ou plusieurs régions distinctes de cette surface.

Par ailleurs, une plaque texturée conforme à l'invention peut être constituée en un verre transparent extra-clair de toute composition, notamment le verre « ALBARINO » ou un verre float transparent extra-clair tel que le verre commercialisé dans la gamme « DIAMANT » par Saint-Gobain Glass. En particulier, la texturation par laminage peut être réalisée au moyen d'un rouleau de texturation intégré dans un dispositif de flottage de verre. Une plaque texturée conforme à l'invention peut également être constituée en un matériau transparent autre que le verre, par exemple en un polymère thermoplastique transparent, tel que le polycarbonate ou le polyméthacrylate de méthyle.

Selon une variante non représentée de l'invention, une plaque conforme à l'invention peut également comporter une texturation sur ses deux faces, et pas seulement sur une de ses faces comme dans les exemples décrits et représentés. Enfin, une application avantageuse d'une plaque texturée conforme à l'invention, présentant des propriétés optimisées de transmission d'un rayonnement incident, est son utilisation en tant que substrat avant pour un dispositif de conversion d'énergie, tel qu'un module photovoltaïque, un module thermique ou un dispositif OLED. Toutefois, une plaque texturée

conforme à l'invention peut également être utilisée en tant qu'élément de vitrage décoratif.

REVENDEICATIONS

1. Plaque transparente (1 ; 101 ; 201) monolithique comprenant, sur au moins une de ses faces (3 ; 103 ; 203), au moins une région texturée par une pluralité de motifs géométriques (5 ; 105 ; 205) en relief par rapport à un plan général (π) de ladite face (3 ; 103 ; 203), chaque motif ayant une section transversale, parallèlement audit plan général (π), qui décroît en s'éloignant de ladite face (3 ; 103 ; 203), depuis une base jusqu'à un sommet du motif, caractérisée en ce que l'aire (S_8 ; S_{108} ; S_{208}) des zones (8 ; 108 ; 208) de la région texturée pour lesquelles l'angle d'inclinaison (α_8 ; α_{108} ; α_{208}) de la zone par rapport audit plan général (π) est inférieur à 30° représente moins de 35% de l'aire totale (S_1 ; S_{101} ; S_{201}) de la région texturée et en ce que :

- soit (i) le rapport ρ de l'épaisseur (e_5 ; e_{105}) de chaque motif (5 ; 105) sur l'épaisseur (e_1 ; e_{101}) de la plaque (1 ; 101) a une valeur donnée supérieure ou égale à 0,2 et l'épaisseur (e_1 ; e_{101}) de la plaque (1 ; 101) est comprise dans une plage allant de 4,5 mm à 8 mm,

- soit (ii) l'épaisseur (e_{201}) de la plaque (201) a une valeur donnée comprise dans une plage allant de 3 mm à 8 mm et le rapport ρ de l'épaisseur (e_{205}) de chaque motif (205) sur l'épaisseur (e_{201}) de la plaque (201) est supérieur ou égal à 0,3.

2. Plaque selon la revendication 1, caractérisée en ce que chaque motif (5 ; 105 ; 205) est délimité, en coupe transversale selon au moins un plan passant par un sommet du motif et perpendiculaire audit plan général (π), par deux flancs (7 ; 107 ; 207), inclinés chacun selon un angle moyen d'inclinaison (α_7 ; α_{107} ; α_{207}) non nul par rapport audit plan général (π), les zones (8 ; 108 ; 208) de la région texturée pour lesquelles l'angle d'inclinaison (α_8 ; α_{108} ; α_{208}) de la zone par rapport audit plan général (π) est inférieur à 30° formant des zones de liaison (8 ; 108 ; 208) entre un flanc (7 ; 107 ; 207) d'un motif et l'autre flanc du motif ou le flanc d'un motif adjacent.

3. Plaque selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'angle moyen d'inclinaison (α_7 ; α_{107} ; α_{207}) de chaque flanc (7 ; 107 ; 207) d'un motif (5 ; 105 ;

205) par rapport audit plan général (π) est compris entre 40° et 65° , de préférence entre 45° et 60° .

4. Plaque selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que chaque motif (5 ; 105 ; 205) a une épaisseur (e_5 ; e_{105} ; e_{205}) supérieure ou égale à 0,5 mm.

5. Plaque selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que, pour une valeur donnée du rapport ρ de l'épaisseur (e_5 ; e_{105} ; e_{205}) de chaque motif (5 ; 105 ; 205) sur l'épaisseur (e_1 ; e_{101} ; e_{201}) de la plaque (1 ; 101 ; 201), l'épaisseur (e_1 ; e_{101} ; e_{201}) de la plaque (1 ; 101 ; 201) a une valeur optimale correspondant à une transmission maximale à travers la plaque d'un rayonnement incident sur ladite face (3 ; 103 ; 203) de la plaque.

6. Plaque selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les motifs (5 ; 105 ; 205) sont jointifs.

7. Plaque selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les motifs (5 ; 105 ; 205) sont des pyramides ou des cônes de demi-angles au sommet non nuls.

8. Plaque selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que les motifs sont des rainures ou des nervures.

9. Plaque selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la région texturée est obtenue par laminage.

10. Plaque selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que la région texturée est obtenue par moulage.

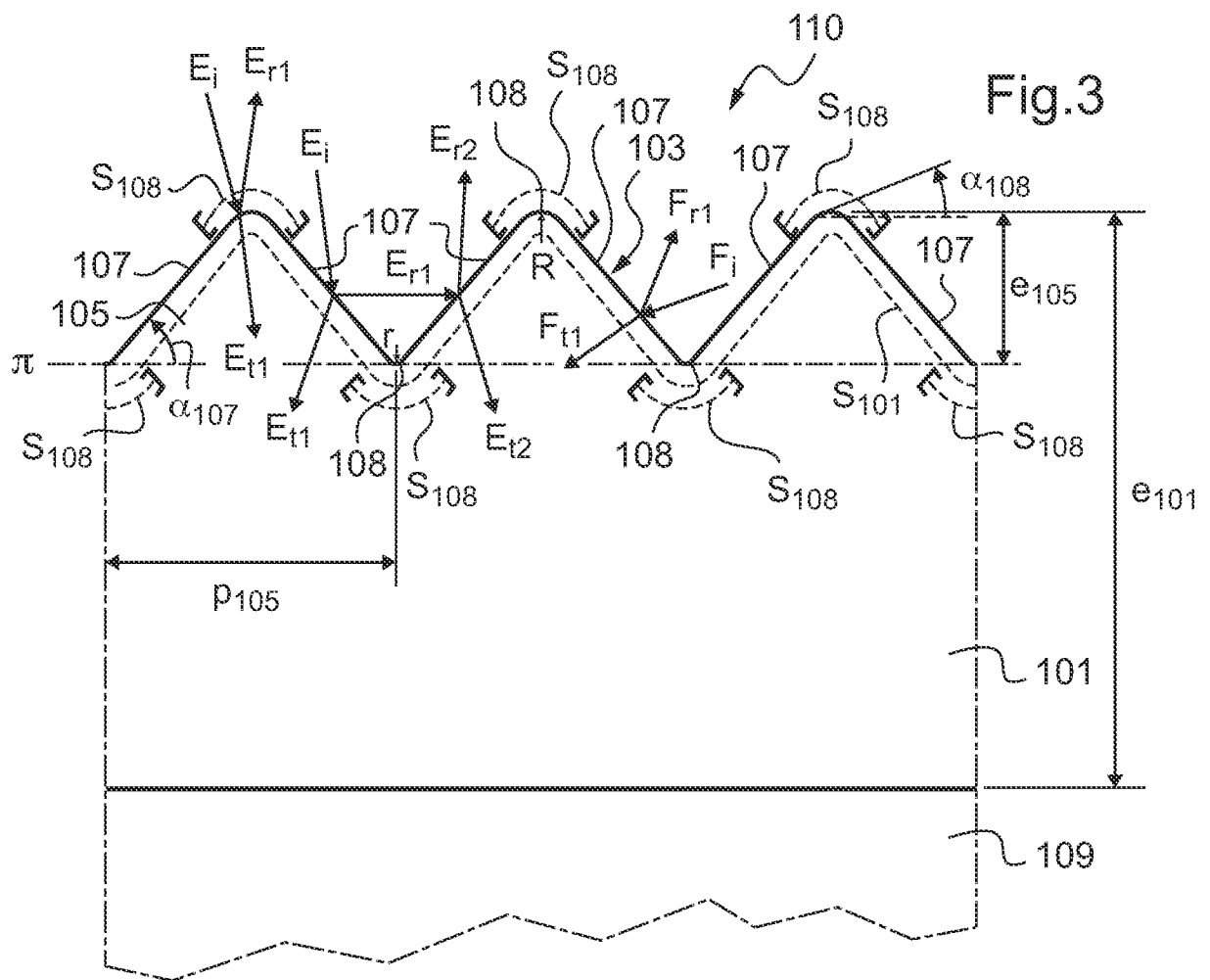
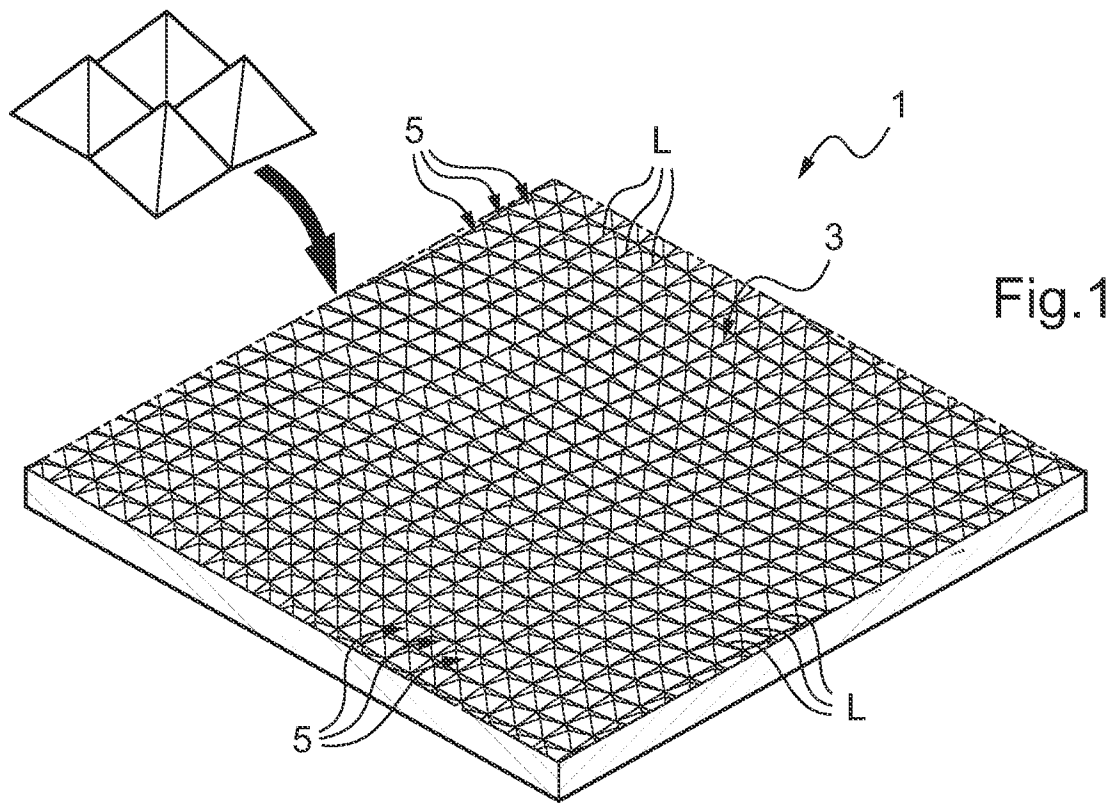
11. Ensemble (10 ; 110 ; 210) comprenant une plaque transparente (1 ; 101 ; 201) selon l'une quelconque des revendications précédentes et un élément (9 ; 109 ; 209) capable de collecter ou d'émettre un rayonnement, l'élément (9 ; 109 ; 209) étant positionné par rapport à la plaque (1 ; 101 ; 201) de manière à être apte à collecter un rayonnement traversant la plaque ou à émettre un rayonnement à travers la plaque, la face texturée (3 ; 103 ; 203) de la plaque étant dirigée à l'opposé de l'élément (9 ; 109 ; 209).

12. Procédé de fabrication d'une plaque transparente (1 ; 101 ; 201) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'on forme, sur au moins une face (3 ; 103 ; 203) d'une plaque en matériau

transparent, des motifs géométriques (5 ; 105 ; 205) en relief par rapport à un plan général (π) de ladite face (3 ; 103 ; 203) en maximisant l'épaisseur (e_5 ; e_{105} ; e_{205}) de chaque motif en relief (5 ; 105 ; 205).

- 5 13. Procédé de fabrication selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'on forme les motifs en relief (5 ; 105 ; 205) par laminage de la plaque.

14. Procédé de fabrication selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'on forme les motifs en relief (5 ; 105 ; 205) par moulage de la plaque.



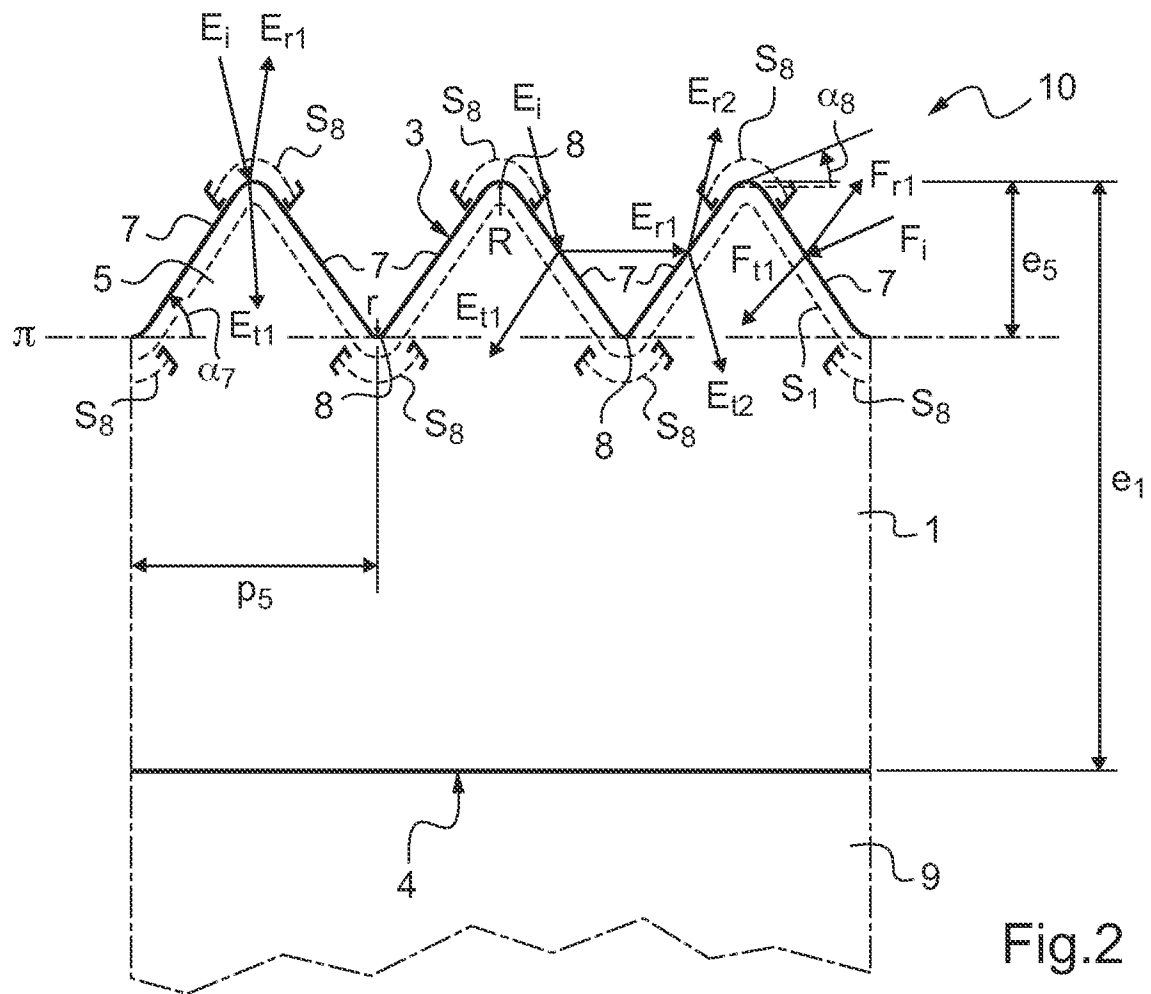


Fig. 2

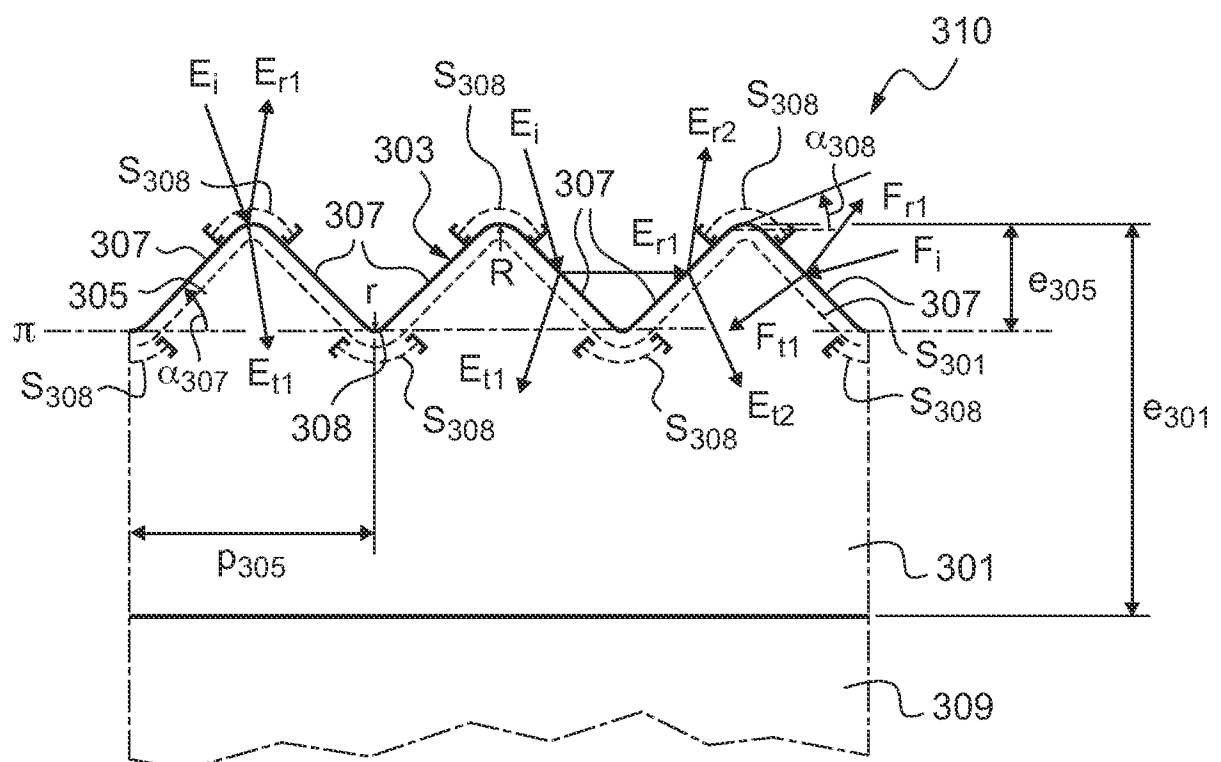


Fig. 5

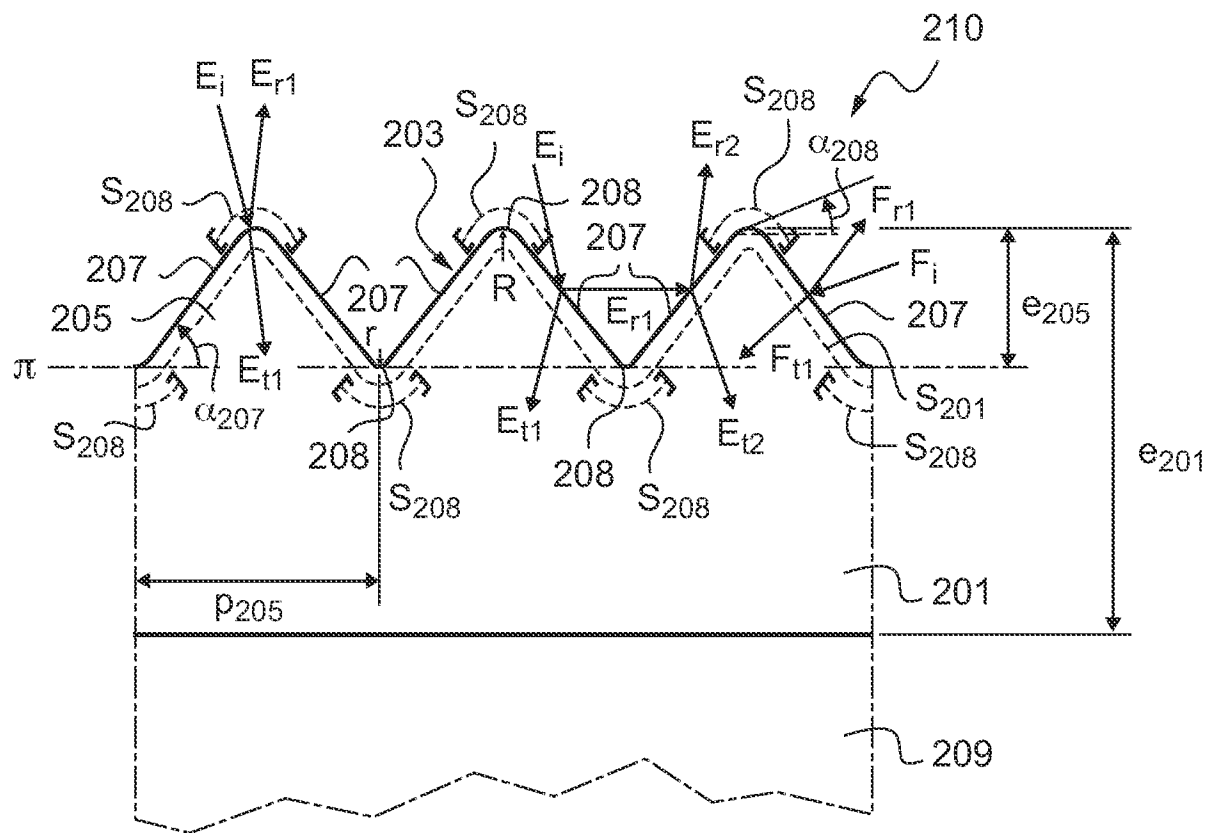


Fig.4