



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
12.09.2018 Bulletin 2018/37

(51) Int Cl.:
D04H 1/46 (2012.01) **D04H 3/105 (2012.01)**
D04H 18/02 (2012.01)

(21) Numéro de dépôt: **18159852.5**

(22) Date de dépôt: **05.03.2018**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **EVARD, Hervé**
décédé(e) (FR)
• **CLARKE, Gareth**
33160 SAINT MEDARD EN JALLES (FR)
• **BORIE, Edouard**
33320 EYSINES (FR)
• **CONSTANT, Thierry**
33290 LUDON MEDOC (FR)

(30) Priorité: **07.03.2017 FR 1751829**

(71) Demandeur: **ARIANEGROUP SAS**
75015 Paris (FR)

(74) Mandataire: **Cabinet Beau de Loménie**
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)

(54) **PROCÉDÉ D'AIGUILLETAGE D'UNE COUCHE FIBREUSE**

(57) L'invention concerne un procédé d'aiguilletage d'une couche fibreuse (10), comprenant au moins :
- une première étape d'aiguilletage de la couche fibreuse (10) par une tête d'aiguilletage (110) durant laquelle on réalise une translation de la couche fibreuse (10) relativement à la tête d'aiguilletage (110),
- une étape de décalage, réalisée après la première étape d'aiguilletage, durant laquelle la couche fibreuse (10) est déplacée relativement à la tête d'aiguilletage (110) le long d'une direction de décalage (DD) et d'une distance d égale à $N \cdot x \cdot p$, où N est un nombre entier au moins égal à 1, x est un coefficient strictement supérieur à 0 et strictement inférieur à 1 et p désigne la distance séparant deux aiguilles (111) consécutives de la tête d'aiguilletage (110) le long de la direction de décalage (DD), et
- une deuxième étape d'aiguilletage de la couche fibreuse (10) par la tête d'aiguilletage (110), réalisée après l'étape de décalage, durant laquelle on réalise une translation de la couche fibreuse (10) relativement à la tête d'aiguilletage (110).

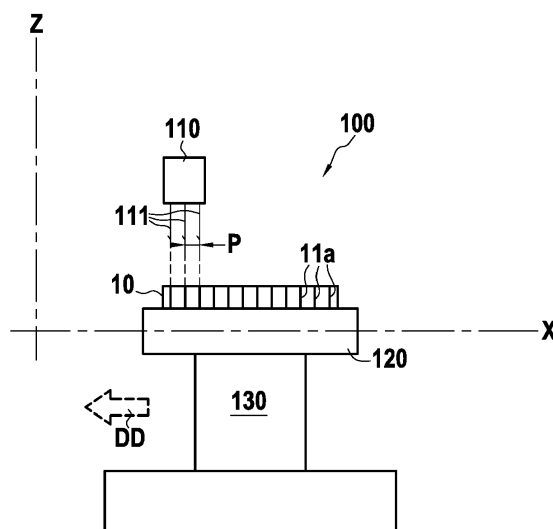


FIG.2

Description

Arrière-plan de l'invention

[0001] L'invention concerne un procédé d'aiguilletage d'une couche fibreuse, et notamment la fabrication d'une préforme fibreuse par liaison par aiguilletage d'une couche fibreuse à une structure fibreuse sous-jacente.

[0002] Les procédés d'aiguilletage sont connus pour la fabrication de préformes fibreuses formées d'un empilement d'une pluralité de couches fibreuses. Dans de tels procédés, les couches fibreuses sont successivement empilées sur une table d'aiguilletage et aiguilletées par action d'une tête d'aiguilletage. Lorsqu'une couche fibreuse est frappée par la tête d'aiguilletage, cette couche est liée avec la ou les couches sous-jacentes. Une fois l'ensemble des couches fibreuses empilées et aiguilletées, la préforme fibreuse obtenue peut être densifiée par une matrice afin de former une pièce en matériau composite.

[0003] Les caractéristiques mécaniques de la pièce finale dépendent toutefois de l'aiguilletage effectivement réalisé au sein de la préforme fibreuse.

[0004] La présente invention vise à améliorer les propriétés mécaniques de pièces en matériau composite comprenant un renfort fibreux formé par aiguilletage.

Objet et résumé de l'invention

[0005] A cet effet, l'invention propose, selon un premier aspect, un procédé d'aiguilletage d'une couche fibreuse, comprenant au moins :

- une première étape d'aiguilletage de la couche fibreuse par une tête d'aiguilletage durant laquelle on réalise une translation de la couche fibreuse relativement à la tête d'aiguilletage,
- une étape de décalage, réalisée après la première étape d'aiguilletage, durant laquelle la couche fibreuse est déplacée relativement à la tête d'aiguilletage le long d'une direction de décalage et d'une distance d égale à $N \cdot x \cdot p$, où N est un nombre entier au moins égal à 1, x est un coefficient strictement supérieur à 0 et strictement inférieur à 1 et p désigne la distance séparant deux aiguilles consécutives de la tête d'aiguilletage le long de la direction de décalage, et
- une deuxième étape d'aiguilletage de la couche fibreuse par la tête d'aiguilletage, réalisée après l'étape de décalage, durant laquelle on réalise une translation de la couche fibreuse relativement à la tête d'aiguilletage.

[0006] Durant l'étape de décalage les aiguilles de la tête d'aiguilletage sont décalées par rapport à la couche fibreuse. Il s'ensuit que, durant la deuxième étape d'aiguilletage, les aiguilles ne pénètrent pas dans les trous formés durant la première étape d'aiguilletage. De

la sorte, on obtient une couche fibreuse ayant un aiguilletage plus uniforme. Cela permet d'obtenir une meilleure introduction du matériau de matrice lors de la formation de la pièce, et donc d'améliorer les propriétés mécaniques de celle-ci. Le fait que les aiguilles ne pénètrent pas dans les mêmes trous permet en outre de réduire le risque d'endommagement de la couche fibreuse durant l'aiguilletage.

[0007] Dans un exemple de réalisation, la translation réalisée durant la première étape d'aiguilletage est effectuée le long d'un axe de déplacement, et la direction de décalage est non perpendiculaire à cet axe de déplacement. En particulier, la direction de décalage est parallèle à l'axe de déplacement.

[0008] En variante, la translation réalisée durant la première étape d'aiguilletage est effectuée le long d'un axe de déplacement, et la direction de décalage est perpendiculaire à cet axe de déplacement.

[0009] Dans un exemple de réalisation, la translation réalisée durant la première étape d'aiguilletage est effectuée dans un premier sens d'avancée, et la translation réalisée durant la deuxième étape d'aiguilletage est effectuée dans un deuxième sens d'avancée, opposé au premier sens d'avancée.

[0010] Dans un exemple de réalisation, la couche fibreuse est déplacée en translation le long d'un axe de déplacement durant chacune des première et deuxième étapes d'aiguilletage et la position de la tête d'aiguilletage le long de l'axe de déplacement est fixe durant chacune des première et deuxième étapes d'aiguilletage.

[0011] Dans un exemple de réalisation, il y a, durant chacune des première et deuxième étapes d'aiguilletage, une alternance de phases de translation le long de l'axe de déplacement et de phases d'arrêt le long de cet axe, l'aiguilletage de la couche fibreuse étant réalisé par la tête d'aiguilletage durant les phases d'arrêt.

[0012] Le fait de réaliser l'aiguilletage durant les phases d'arrêt permet avantageusement de réduire le cisaillement de la couche fibreuse lors de l'aiguilletage et d'améliorer davantage encore les propriétés mécaniques de la pièce.

[0013] Dans un exemple de réalisation, la tête d'aiguilletage est maintenue fixe et la couche fibreuse est déplacée de la distance d le long de la direction de décalage durant l'étape de décalage.

[0014] Dans un exemple de réalisation, le coefficient x est compris entre 0,1 et 0,9, par exemple entre 0,2 et 0,8, par exemple entre 0,3 et 0,7, voire entre 0,4 et 0,6.

[0015] La présente invention vise également un procédé de fabrication d'une préforme fibreuse multicouches aiguilletée comprenant au moins la liaison par aiguilletage d'une couche fibreuse à une structure fibreuse sous-jacente par mise en oeuvre d'un procédé tel que décrit plus haut.

[0016] La présente invention vise encore un procédé de fabrication d'une pièce en matériau composite, comprenant au moins les étapes suivantes :

- fabrication d'une préforme fibreuse destinée à former le renfort fibreux de la pièce à obtenir par mise en oeuvre du procédé tel que décrit plus haut, et
- formation d'une matrice dans la porosité de la préforme fibreuse afin d'obtenir la pièce en matériau composite.

Brève description des dessins

[0017] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante de modes particuliers de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- les figures 1 à 8 représentent, de manière schématique et partielle, le déroulement d'un premier exemple de procédé d'aiguilletage selon l'invention,
- la figure 9 représente, de manière schématique et partielle en vue de dessus, le déroulement d'un deuxième exemple de procédé d'aiguilletage selon l'invention, et
- la figure 10 représente, de manière schématique et partielle en vue de dessus, le déroulement d'un troisième exemple de procédé d'aiguilletage selon l'invention.

Description détaillée de modes de réalisation

[0018] Le déroulement d'un premier exemple de procédé d'aiguilletage selon l'invention va tout d'abord être décrit en lien avec les figures 1 à 8.

[0019] D'une manière générale, il est mis en oeuvre une machine d'aiguilletage 100 comprenant une tête d'aiguilletage 110 munie d'aiguilles 111 et un support, constitué ici par une table 120, portant la couche fibreuse 10 à aiguilleter.

[0020] Afin de réaliser l'aiguilletage, la tête d'aiguilletage 110 peut se déplacer verticalement, c'est-à-dire selon la direction Z indiquée sur les figures, au-dessus de la table 120. La tête d'aiguilletage 110 se déplace de haut en bas et de bas en haut selon la direction verticale Z, comme illustré par la double flèche 112. La tête d'aiguilletage 110 est ainsi animée d'un mouvement vertical alternatif (c'est-à-dire de va-et-vient) par rapport à la table 120. La tête d'aiguilletage 110 porte un nombre déterminé d'aiguilles 111 qui sont munies de barbes, crochets ou fourches pour prélever des fibres dans la couche fibreuse 10 et les transférer à travers celle-ci. De façon connue en soi, ces aiguilles 111 sont arrangées selon plusieurs rangées d'aiguilles, ces rangées sont visibles à la figure 3. Les aiguilles 111 sont réparties uniformément sur une surface de la tête d'aiguilletage 110. Deux rangées d'aiguilles 111 consécutives dans la direction X indiquée sur les figures sont séparées d'une distance notée p .

[0021] La table 120 s'étend dans des directions horizontales X et Y perpendiculaires à la direction Z (voir

figure 3). Dans l'exemple considéré, la table 120 est mobile en translation le long de l'axe de déplacement constitué par la direction X. La table 120 est ici montée sur un poteau 130 mobile en translation dans un rail 140 s'étendant le long de la direction X. La table 120 peut ainsi être déplacée en translation rectiligne selon l'axe de déplacement X en dessous de la tête d'aiguilletage 110.

[0022] On va tout d'abord décrire, en lien avec les figures 1 à 4, la réalisation de la première étape d'aiguilletage pour le premier exemple de procédé selon l'invention.

[0023] La figure 1 montre la machine d'aiguilletage 100 au début de la première étape d'aiguilletage. Durant la première étape d'aiguilletage, la couche fibreuse 10 est déplacée en translation selon l'axe de déplacement X dans un premier sens d'avancée D1. La couche fibreuse 10 peut être une couche de tissu ou une nappe uni- ou multidirectionnelle. Les fibres de la couche fibreuse 10 peuvent être des fibres de carbone ou des fibres céramiques. Dans l'exemple considéré ici, la position de la tête d'aiguilletage 110 le long des directions X et Y est inchangée durant la première étape d'aiguilletage. La tête d'aiguilletage 110 est ici uniquement animée d'un mouvement alternatif transversal par rapport à la couche fibreuse 10 durant la première étape d'aiguilletage. La tête d'aiguilletage 110 est ici uniquement animée d'un mouvement de va et vient vertical le long de la direction Z durant la première étape d'aiguilletage. Selon une variante, on pourrait toutefois maintenir fixe la couche fibreuse 10 et déplacer en translation la tête d'aiguilletage 110 durant la première étape d'aiguilletage.

[0024] La figure 2 montre l'agencement des différents éléments obtenu à la fin de la première étape d'aiguilletage. Durant la première étape d'aiguilletage, les aiguilles 111 pénètrent dans la couche fibreuse 10 et forment dans cette dernière un premier ensemble de trous 11a. Deux trous 11a du premier ensemble se succédant le long de l'axe de déplacement X sont espacés du pas p qui correspond à la distance séparant deux aiguilles 111 consécutives le long de l'axe X. Les trous 11a correspondent à l'emplacement où les aiguilles 111 sont rentrées dans la couche fibreuse 10 pendant la première étape d'aiguilletage. Afin de permettre aux aiguilles 111 de traverser la couche fibreuse 10 sans être endommagées, on peut de manière connue en soi interposer une couche de feutre (non représentée) entre la table 120 et la couche fibreuse 10.

[0025] On a représenté un cas où une seule couche fibreuse est aiguilletée par mise en oeuvre d'un procédé selon l'invention. On pourrait bien entendu en variante positionner une couche fibreuse sur une structure fibreuse sous-jacente et mettre ensuite en oeuvre un procédé d'aiguilletage selon l'invention pour lier la couche fibreuse 10 à cette structure fibreuse. Dans ce dernier cas, l'aiguilletage permet de faire pénétrer des fibres de la couche fibreuse 10 dans la structure fibreuse sous-jacente afin d'assurer la liaison entre ces deux éléments.

[0026] La figure 3 est une vue en perspective de la couche fibreuse 10 obtenue après la première étape d'aiguilletage montrant le premier ensemble de trous 11a. La figure 4 est, quant à elle, une vue de dessus de la première couche fibreuse 10 sur la table 120 juste après mise en oeuvre de la première étape d'aiguilletage. Suite à cette première étape d'aiguilletage, la couche fibreuse 10 est dans une première position par rapport à la tête d'aiguilletage 110 (position illustrée aux figures 2 et 3). Dans cette première position, les aiguilles 111 de la tête d'aiguilletage 110 sont situées en regard de trous 11a formés dans la couche fibreuse.

[0027] On va ensuite réaliser, après la première étape d'aiguilletage, une étape de décalage de la couche fibreuse 10 par rapport à la tête d'aiguilletage 110. La finalité de cette étape de décalage est de faire en sorte que les aiguilles 111 ne retraversent pas les trous 11a lors de la deuxième étape d'aiguilletage.

[0028] Il a été illustré, à la figure 2 notamment, le fait que la couche fibreuse 10 est déplacée relativement à la tête d'aiguilletage 110 le long d'une direction de décalage notée DD. Dans l'exemple considéré, la tête d'aiguilletage 110 est fixe durant l'étape de décalage et c'est la couche fibreuse 10 qui est déplacée d'une distance d prédéterminée. On ne sort toutefois pas du cadre de l'invention si la couche fibreuse 10 était fixe et la tête d'aiguilletage mobile durant l'étape de décalage. On réalise, durant l'étape de décalage, une translation de la couche fibreuse 10 ou de la tête d'aiguilletage le long de la direction de décalage DD. La figure 5 illustre l'agencement relatif obtenu une fois l'étape de décalage réalisée. Comme illustré à la figure 5, la tête d'aiguilletage 110 est dans une deuxième position par rapport à la couche fibreuse 10 après l'étape de décalage. Dans cette deuxième position, les aiguilles 111 sont en regard de zones 12 de la couche fibreuse 10 situées entre les trous 11a du premier ensemble. Ainsi après l'étape de décalage, les aiguilles 111 de la tête d'aiguilletage 110 sont positionnées entre des trous 11a du premier ensemble afin d'assurer que ces aiguilles 111 ne pénètrent pas dans les trous 11a durant la deuxième étape d'aiguilletage.

[0029] Dans l'exemple illustré, la couche fibreuse 10 est déplacée suivant la direction de décalage DD qui est ici est parallèle à l'axe de déplacement X. La couche fibreuse a été déplacée dans l'exemple illustré d'une distance d sensiblement égale à $0,5p$ où p correspond à la distance séparant deux aiguilles 111 consécutives le long de la direction de décalage DD (ou de l'axe X). Dans le cas schématisé aux figures 2 et 5, on a donc $N = 1$ et $x = 0,5$ dans la formule indiquée plus haut pour la distance d . N pourrait en variante prendre une autre valeur comme la valeur 2, 3 ou 4 ... et x pourrait prendre une valeur différente de 0,5 tant que cette valeur est strictement supérieure à 0 et strictement inférieure à 1. Le produit $N.x$ peut ne pas être un nombre entier.

[0030] On réalise ensuite la deuxième étape d'aiguilletage, la couche fibreuse 10 étant dans la deuxième po-

sition au début de la deuxième étape d'aiguilletage. Durant la deuxième étape d'aiguilletage, la couche fibreuse 10 est déplacée en translation selon l'axe de déplacement X dans un deuxième sens d'avancée D2. Dans l'exemple considéré ici, la position de la tête d'aiguilletage 110 le long des directions X et Y est inchangée durant la deuxième étape d'aiguilletage. La tête d'aiguilletage 110 est ici uniquement animée d'un mouvement alternatif transversal par rapport à la couche fibreuse 10 durant la deuxième étape d'aiguilletage. La tête d'aiguilletage 110 est ici uniquement animée d'un mouvement de va et vient vertical le long de la direction Z durant la deuxième étape d'aiguilletage. Selon une variante, on pourrait toutefois maintenir fixe la couche fibreuse 10 et déplacer en translation la tête d'aiguilletage 110 durant la deuxième étape d'aiguilletage.

[0031] On notera que, dans l'exemple illustré, le deuxième sens d'avancée D2 est opposé au premier sens d'avancée D1. Dans cet exemple, la couche fibreuse 10 est déplacée en translation le long du même axe de déplacement X que durant la première étape d'aiguilletage mais dans une direction d'avancée D2 opposée. L'exemple illustré concerne donc un procédé d'aiguilletage « aller-retour » durant lequel la couche fibreuse 10 subit la première étape d'aiguilletage à l'aller et subit la deuxième étape d'aiguilletage au retour.

[0032] D'autres variantes sont possibles pour le déplacement de la couche fibreuse durant la deuxième étape d'aiguilletage. On pourrait par exemple à la fin de la première étape d'aiguilletage, dans la configuration de la figure 2, réaliser l'étape de décalage en déplaçant la tête d'aiguilletage 110 vers l'extrémité opposée de la couche fibreuse 10 et réaliser ensuite la deuxième étape d'aiguilletage en déplaçant la couche fibreuse dans le premier sens d'avancée D1. Auquel cas, la couche fibreuse 10 se déplacerait toujours dans le même sens (i.e. sens d'avancée D1) durant les première et deuxième étapes d'aiguilletage. Il est toutefois avantageux de réaliser un aiguilletage en deux étapes « aller-retour » comme illustré afin de réduire la longueur de l'installation nécessaire pour aiguilleter la couche fibreuse.

[0033] Durant la deuxième étape d'aiguilletage, les aiguilles 111 pénètrent dans la couche fibreuse 10 et forment dans cette dernière un deuxième ensemble de trous 11b. La vitesse d'avancée de la couche fibreuse 10, ou de la tête d'aiguilletage si cette dernière est mobile, peut être identique durant les première et deuxième étapes d'aiguilletage. La fréquence d'impact des aiguilles 111 sur la couche fibreuse 10 peut être identique durant les première et deuxième étapes d'aiguilletage. Deux trous 11b du deuxième ensemble se succédant le long de l'axe de déplacement X sont espacés du pas p .

[0034] Après la deuxième étape d'aiguilletage, la couche fibreuse présente une alternance entre les trous 11a du premier ensemble et les trous 11b du deuxième ensemble lorsque l'on se déplace le long de l'axe de déplacement X. Du fait de la réalisation de l'étape de décalage, l'impact des aiguilles 111 portées par la tête

d'aiguilletage 110 ne sera pas effectué dans les trous 11a du premier ensemble durant la deuxième étape d'aiguilletage. On obtient ainsi la couche fibreuse illustrée aux figures 6 et 7 comprenant le premier ensemble de trous 11a et le deuxième ensemble de trous 11b, décalé du premier ensemble. Les trous 11a et 11b des premier et deuxième ensembles sont formés dans la même couche fibreuse 10. La réalisation de l'étape de décalage entre les première et deuxième étapes d'aiguilletage permet donc d'uniformiser la répartition des points d'aiguilletage sans endommager la couche fibreuse.

[0035] Durant chacune des première et deuxième étapes d'aiguilletage, il peut y avoir une alternance de phases de translation le long de l'axe de déplacement et de phases d'arrêt le long de cet axe, l'aiguilletage de la couche fibreuse étant réalisé par la tête d'aiguilletage durant les phases d'arrêt. Dans ce cas, la translation réalisée durant les première et deuxième étapes d'aiguilletage est effectuée de manière incrémentale. L'aiguilletage est avantagement réalisé uniquement durant les phases d'arrêt. On peut réaliser, durant chacune des première et deuxième étapes d'aiguilletage, une alternance entre des phases de translation de la couche fibreuse le long de l'axe de déplacement et des phases d'arrêt de cette couche fibreuse, l'aiguilletage étant réalisé durant ces phases d'arrêt. On peut encore réaliser, durant chacune des première et deuxième étapes d'aiguilletage, une alternance entre des phases de translation de la tête d'aiguilletage le long de l'axe de déplacement et des phases d'arrêt de cette tête d'aiguilletage le long de l'axe de déplacement, l'aiguilletage étant réalisé durant ces phases d'arrêt. L'invention concerne aussi la variante où le déplacement est effectué de manière continue durant les étapes d'aiguilletage. Les aiguilles de la tête d'aiguilletage peuvent par ailleurs présenter une forme allongée leur conférant une souplesse limitant le cisaillement de la couche fibreuse.

[0036] L'exemple qui vient d'être décrit illustre l'aiguilletage d'une unique couche fibreuse. On ne sort pas du cadre de l'invention lorsque la couche fibreuse aiguilletée par le procédé selon l'invention est positionnée sur une structure fibreuse sous-jacente. La structure fibreuse peut comporter une ou plusieurs couches fibreuses, par exemple reliées entre elles par aiguilletage. Dans le cas où la couche fibreuse est positionnée sur une structure fibreuse, l'aiguilletage réalisé permet que des fibres de la couche fibreuse 10 pénètrent dans la structure fibreuse sous-jacente, assurant ainsi la liaison de la couche fibreuse à cette structure. On obtient ainsi une préforme fibreuse destinée à former le renfort fibreux d'une pièce en matériau composite à obtenir.

[0037] Une fois une couche fibreuse aiguilletée par le procédé selon l'invention, on peut positionner sur celle-ci une deuxième couche fibreuse. Cette deuxième couche fibreuse peut ensuite être aiguilletée par le procédé selon l'invention afin d'être reliée à la première couche sous-jacente. Un pas de descente peut être imposé à la table 120 afin de contrôler la profondeur de pénétration

des aiguilles au sein des première et deuxième couches fibreuses. On peut répéter le procédé en empilant au moins une troisième couche fibreuse sur les première et deuxième couches fibreuses.

[0038] Il vient d'être décrit en lien avec les figures 1 à 7, un exemple de procédé d'aiguilletage où la direction de décalage DD est parallèle à l'axe de déplacement X. Ce cas est résumé à la figure 8 où l'on voit dans la partie inférieure la couche fibreuse 10 avant réalisation de la première étape d'aiguilletage (aucun trou n'a encore été réalisé). Sur la partie supérieure de la figure 8, il a été représenté la couche fibreuse 10 après réalisation de la première étape d'aiguilletage avant et après l'étape de décalage selon la direction DD (la position des trous 11a illustrée dans la partie supérieure correspond à la position avant décalage). La partie intermédiaire de la figure 8 illustre, quant à elle, la couche fibreuse après la deuxième étape d'aiguilletage dans laquelle il y a présence de trous 11b du deuxième ensemble alternant avec les trous 11a du premier ensemble. L'invention n'est toutefois pas limitée à la réalisation d'un décalage le long d'une direction de décalage DD parallèle à l'axe de déplacement X, comme il va être décrit plus bas.

[0039] En effet, la figure 9 illustre le cas d'un décalage dans une direction de décalage DD transverse et non perpendiculaire à l'axe de déplacement X. Dans le cas illustré à la figure 9, la direction de décalage DD forme un angle sensiblement égal à 45° avec l'axe X. On a représenté, de manière similaire, à la figure 10 le cas d'un décalage dans une direction de décalage DD perpendiculaire à l'axe de déplacement X. Dans les deux cas illustrés, la couche fibreuse 10 est translatée dans un deuxième sens d'avancée D2, opposé au premier sens d'avancée D1, durant la deuxième étape d'aiguilletage.

[0040] On peut former une préforme fibreuse d'une pièce en matériau composite par réalisation d'un procédé d'aiguilletage tel que décrit plus haut. Une fois cette préforme obtenue, on peut de manière connue en soi former une matrice dans la porosité de cette préforme. La matrice densifiant la préforme fibreuse peut être organique, céramique ou en carbone. Diverses méthodes de formation d'une matrice, connues en soi, peuvent être envisagées comme par exemple l'injection d'un polymère liquide et le traitement thermique de ce dernier afin de le réticuler, et éventuellement de le pyrolyser, afin de former la matrice. On peut encore utiliser une méthode de densification par voie gazeuse dans laquelle la matrice est formée par infiltration par un précurseur à l'état gazeux.

[0041] La pièce en matériau composite obtenue peut être un corps de vanne ou un pointeau de vanne.

[0042] L'expression « compris(e) entre ... et ... » doit se comprendre comme incluant les bornes.

Revendications

1. Procédé d'aiguilletage d'une couche fibreuse (10),

comprenant au moins :

- une première étape d'aiguilletage de la couche fibreuse (10) par une tête d'aiguilletage (110) durant laquelle on réalise une translation de la couche fibreuse (10) relativement à la tête d'aiguilletage (110), les aiguilles de la tête d'aiguilletage étant réparties uniformément sur une surface de la tête d'aiguilletage, 5
 - une étape de décalage, réalisée après la première étape d'aiguilletage, durant laquelle la couche fibreuse (10) est déplacée relativement à la tête d'aiguilletage (110) le long d'une direction de décalage (DD) et d'une distance $\underline{d}$ égale à $N.x.p$, où N est un nombre entier au moins égal à 1, x est un coefficient strictement supérieur à 0 et strictement inférieur à 1 et p désigne la distance séparant deux aiguilles (111) consécutives de la tête d'aiguilletage (110) le long de la direction de décalage (DD), et 10
 - une deuxième étape d'aiguilletage de la couche fibreuse (10) par la tête d'aiguilletage (110), réalisée après l'étape de décalage, durant laquelle on réalise une translation de la couche fibreuse (10) relativement à la tête d'aiguilletage (110), les aiguilles ne pénétrant pas, durant la deuxième étape d'aiguilletage, dans les trous formés durant la première étape d'aiguilletage. 15
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la translation réalisée durant la première étape d'aiguilletage est effectuée le long d'un axe (X) de déplacement, et dans lequel la direction de décalage (DD) est non perpendiculaire à cet axe (X) de déplacement. 20
 3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la direction de décalage (DD) est parallèle à l'axe (X) de déplacement. 25
 4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la translation réalisée durant la première étape d'aiguilletage est effectuée le long d'un axe (X) de déplacement, et dans lequel la direction de décalage (DD) est perpendiculaire à cet axe de déplacement. 30
 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la translation réalisée durant la première étape d'aiguilletage est effectuée dans un premier sens d'avancée (D1), et dans lequel la translation réalisée durant la deuxième étape d'aiguilletage est effectuée dans un deuxième sens d'avancée (D2), opposé au premier sens d'avancée. 35
 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la couche fibreuse (10) est déplacée en translation le long d'un axe (X) de déplacement durant chacune des première et deuxième étapes d'aiguilletage et dans lequel la position de la tête d'aiguilletage (110) le long de l'axe (X) de déplacement est fixe durant chacune des première et deuxième étapes d'aiguilletage. 40
 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel il y a, durant chacune des première et deuxième étapes d'aiguilletage, une alternance de phases de translation le long de l'axe de déplacement (X) et de phases d'arrêt le long de cet axe (X), l'aiguilletage de la couche fibreuse (10) étant réalisé par la tête d'aiguilletage (110) durant les phases d'arrêt. 45
 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel la tête d'aiguilletage (110) est maintenue fixe et la couche fibreuse (10) est déplacée de la distance $\underline{d}$ le long de la direction de décalage (DD) durant l'étape de décalage. 50
 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le coefficient x est compris entre 0,1 et 0,9. 55
 10. Procédé de fabrication d'une préforme fibreuse multicouches aiguilletée comprenant au moins la liaison par aiguilletage d'une couche fibreuse (10) à une structure fibreuse sous-jacente par mise en oeuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.
 11. Procédé de fabrication d'une pièce en matériau composite, comprenant au moins les étapes suivantes :
 - fabrication d'une préforme fibreuse destinée à former le renfort fibreux de la pièce à obtenir par mise en oeuvre du procédé selon la revendication 10, et
 - formation d'une matrice dans la porosité de la préforme fibreuse afin d'obtenir la pièce en matériau composite.

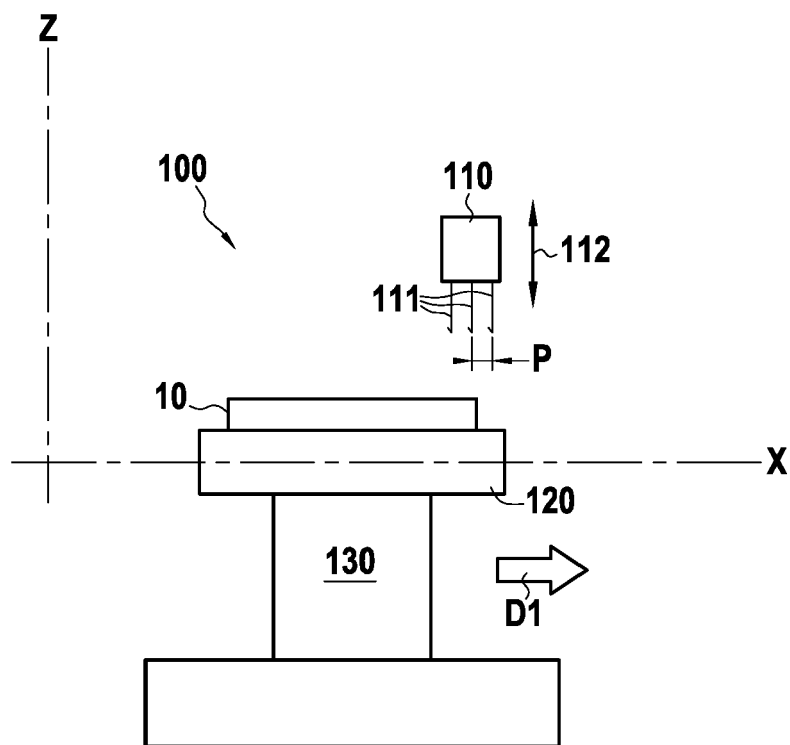


FIG.1

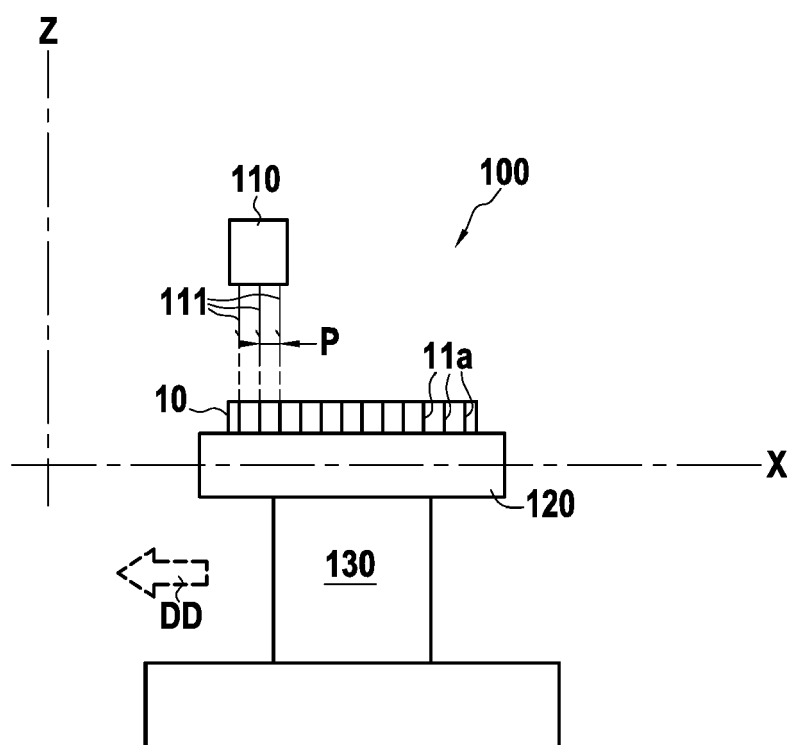
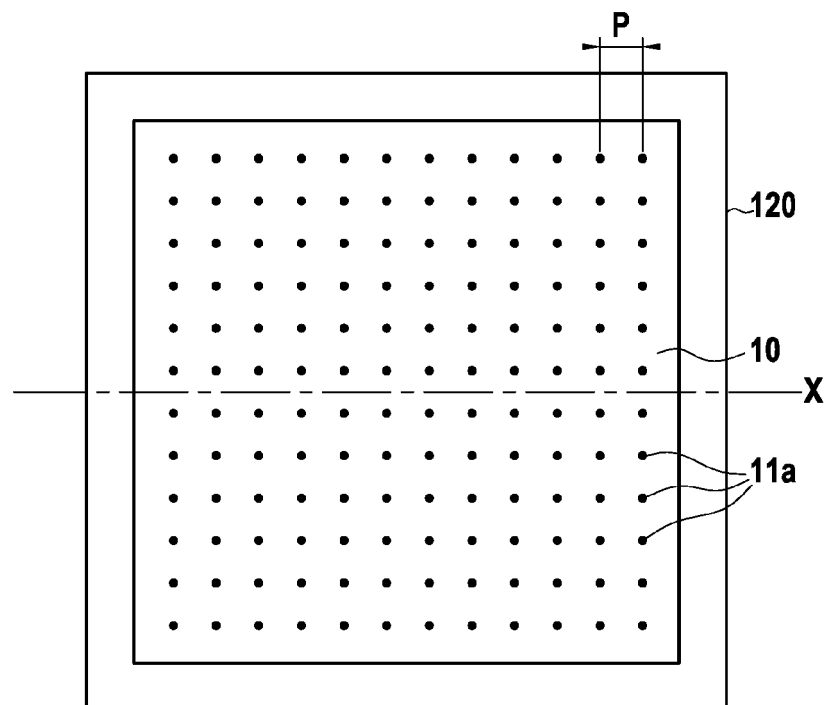
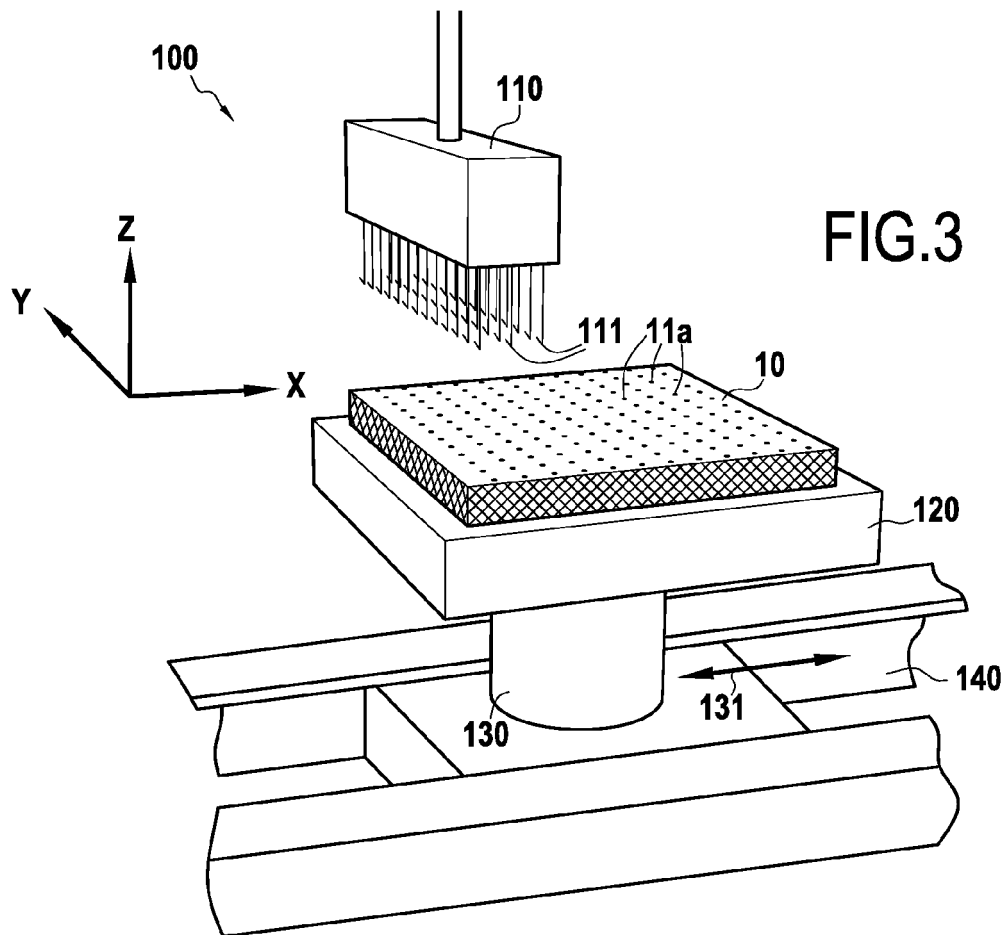


FIG.2



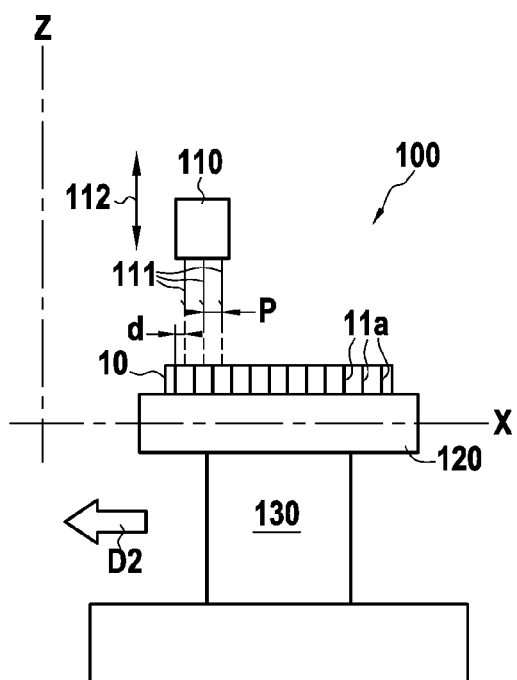


FIG. 5

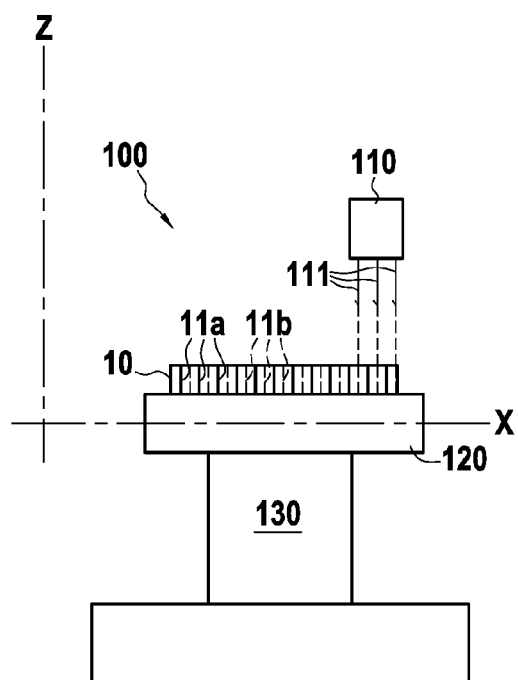


FIG. 6

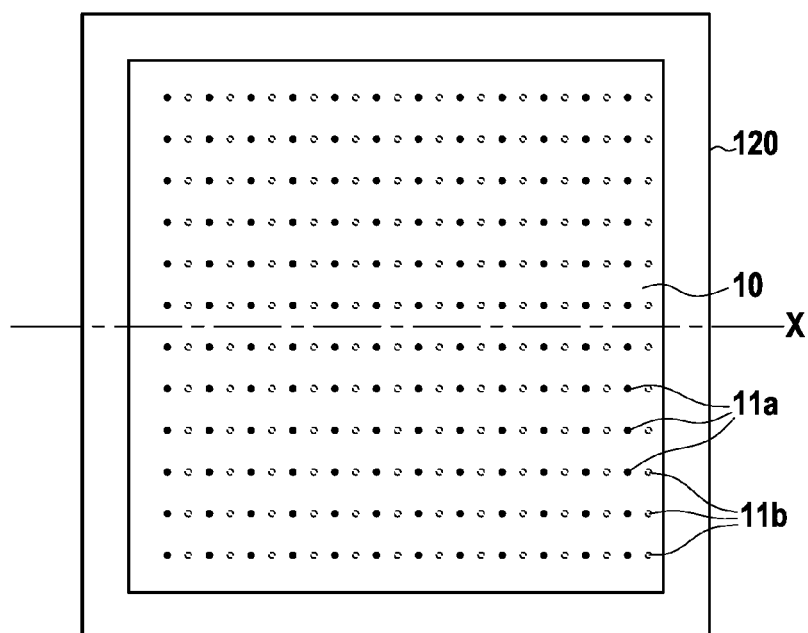


FIG. 7

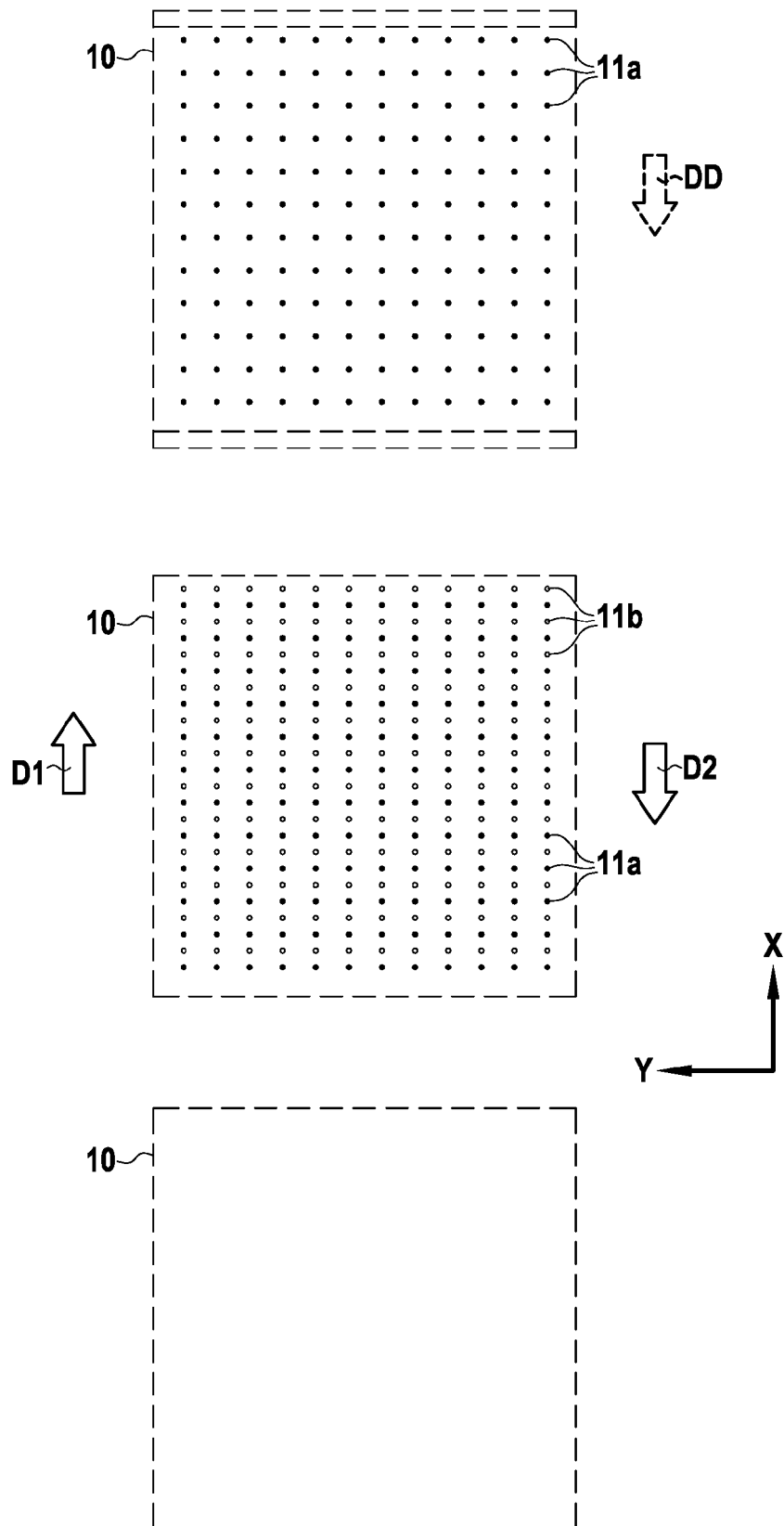


FIG.8

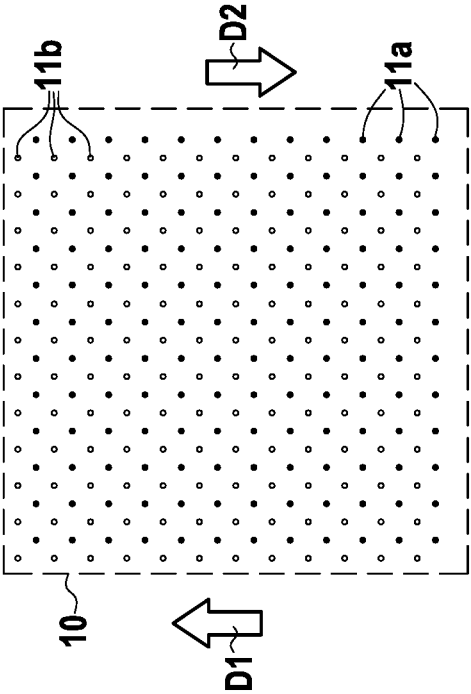
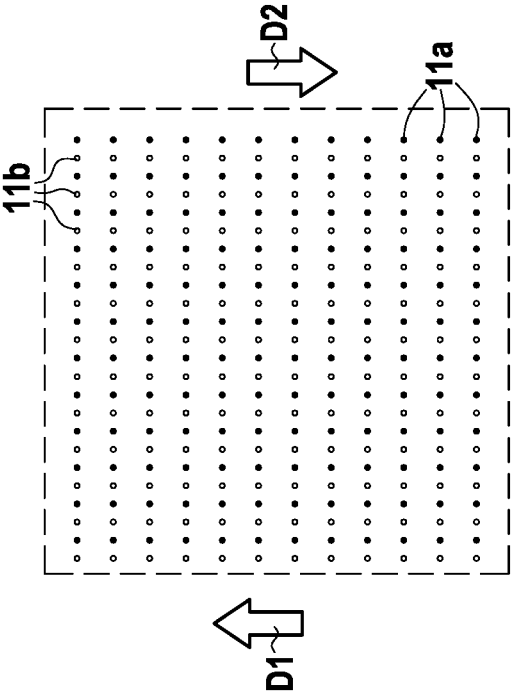
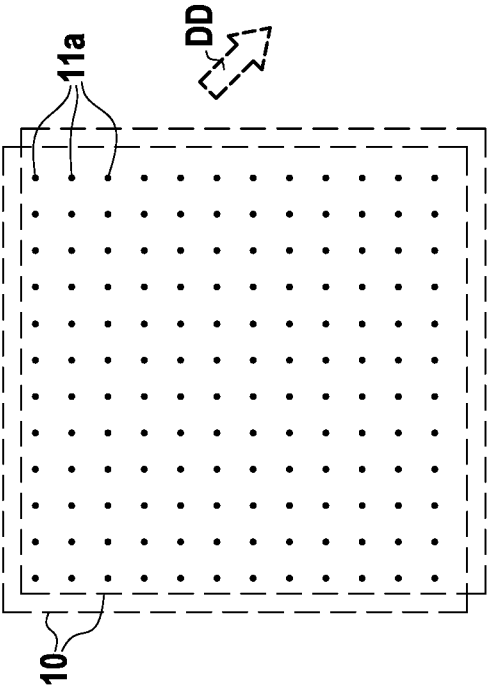
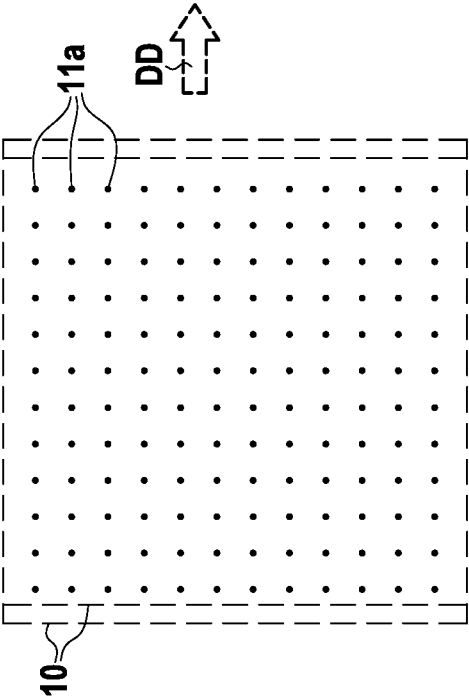


FIG.10

FIG.9



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 18 15 9852

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 2 816 147 A1 (MESSIER BUGATTI DOWTY [FR]) 24 décembre 2014 (2014-12-24) * alinéas [0017] - [0031]; figures 1A-3B *	1-11	INV. D04H1/46 D04H3/105 D04H18/02
X	US 2009/038129 A1 (LEGER JOACHIM [DE]) 12 février 2009 (2009-02-12) * alinéas [0004] - [0011]; figures 1-3C *	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			D04H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 15 mai 2018	Examineur Mangin, Sophie
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 18 15 9852

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

15-05-2018

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
	EP 2816147 A1	24-12-2014	CN 104233631 A	24-12-2014
			EP 2816147 A1	24-12-2014
			FR 3007428 A1	26-12-2014
15			US 2014373322 A1	25-12-2014

	US 2009038129 A1	12-02-2009	AT 485414 T	15-11-2010
			CN 101363165 A	11-02-2009
			EP 2025789 A1	18-02-2009
20			US 2009038129 A1	12-02-2009

25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0460

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82