

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

①① N° de publication : **3 063 452**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②① N° d'enregistrement national : **18 51368**
⑤① Int Cl⁸ : **B 29 C 70/72 (2018.01), F 16 B 5/00, F 16 B 7/04**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ RACCORD EN COMPOSITE.

②② Date de dépôt : 19.02.18.

③③ Priorité : 03.03.17 DE 102017203477.7.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 07.09.18 Bulletin 18/36.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 12.11.21 Bulletin 21/45.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *AKTIEBOLAGET SKF — SE.*

⑦② Inventeur(s) : *FAN JIYING et SCHAAKE RICHARD.*

⑦③ Titulaire(s) : *AKTIEBOLAGET SKF.*

⑦④ Mandataire(s) : *SKF GMBH.*

FR 3 063 452 - B1



Raccord en composite

Domaine technique

La présente invention se rapporte généralement au domaine des dispositifs
5 d'assemblage et elle vise particulièrement un raccord fait en un matériau polymère renforcé de fibres ayant des trous d'assemblage dans des plans perpendiculaires.

Contexte

10 Des supports ou raccords coudés pour assembler deux éléments ou plus sont bien connus dans le métier. Lorsqu'ils sont destinés à assembler des surfaces qui sont généralement perpendiculaires l'une à l'autre, ces supports/ raccords ont souvent une géométrie qui est essentiellement en forme de L ou essentiellement en forme de T. Dans les applications aérospatiales, pour lesquelles le poids et la
15 résistance sont des considérations importantes, on utilise de plus en plus des matériaux composites dans la fabrication de raccords.

On connaît un exemple de raccord en composite en forme de L selon le brevet
US 8925880. Ce raccord est fait en plaçant des fibres pré-imprégnées sous la
20 forme d'étoffes ou de mats dans un moule ayant une géométrie spécifique. Ce raccord comporte deux parties qui sont essentiellement perpendiculaires l'une à l'autre, et dans lesquelles des trous d'assemblage sont prévus. Une de ces parties a sur son côté interne un profil courbe concave, le ou les trous prévus dans cette partie ayant un axe radial à la courbure.

25

Un exemple d'un raccord en forme de T ayant trois branches pourvues de trous
d'assemblage est divulgué dans le brevet US 9447802. Les branches sont
moulées à partir d'une matrice thermoplastique ou thermodurcie renforcée de
fibres, et s'étendent radialement à partir d'une zone de jonction. Cette zone de
30 jonction a une coupe dans la direction transversale sous la forme d'un polygone avec des côtés concaves.

Il est possible d'apporter encore des améliorations.

Résumé

L'invention porte sur un raccord pour assembler un premier et un deuxième
5 composants qui sont généralement disposés à angle droit l'un par rapport à l'autre. Ce raccord comporte une partie bride qui s'étend dans une première direction et une partie base qui s'étend dans une deuxième direction, généralement perpendiculaire à la première direction, un corps principal de la partie bride et de la partie base étant fait en un matériau composite à fibres moulé. La partie bride a
10 un premier trou d'assemblage formé par une première pièce rapportée creuse disposée dans le corps principal de la partie bride, un alésage de cette première pièce rapportée étant adapté de façon à recevoir un élément de fixation pour assembler la partie bride au premier composant. De même, la partie base a un deuxième trou d'assemblage formé par une deuxième pièce rapportée creuse
15 disposée dans le corps principal de la partie base, un alésage de cette deuxième pièce rapportée étant adapté de façon à recevoir un élément de fixation pour assembler la partie base au deuxième composant. Selon l'invention, le raccord comprend en outre un câble de fibres continu qui est enroulé autour d'une partie des surfaces radialement extérieures de la première et de la deuxième pièce
20 rapportée. Ce câble de fibres continu s'étend généralement dans la première direction à l'intérieur de la partie bride du raccord et s'étend généralement dans la deuxième direction à l'intérieur de la partie base et suit un chemin incurvé à l'intérieur d'une zone de transition entre la partie bride et la partie base.

25 En cours d'utilisation du raccord, les forces agissant sur soit le premier composant, soit le deuxième composant, sont transférées à l'autre composant par l'intermédiaire du raccord, via les premier et deuxième trous d'assemblage. Ainsi, en interconnectant les trous en utilisant un câble de fibres continu, le renforcement par des fibres est situé au niveau du chemin de charge et aligné avec celui-ci,
30 donnant au raccord une plus grande résistance et une plus grande rigidité là où on en a le plus besoin. D'autre part, le chemin incurvé suivi par le câble de fibres continu dans la zone de transition entre la partie bride et la partie base crée un

chemin d'effort de traction optimal, permettant aux forces de traction d'être absorbées par le câble de fibres continu, tandis que les forces de compression sont absorbées par le corps principal moulé.

- 5 Afin d'améliorer la résistance du raccord en cours d'utilisation, il est avantageux d'appliquer une force de compression sur le câble de fibres continu dans une direction transversale. Dans un mode de réalisation préféré, le raccord fait partie d'un support d'assemblage comportant une pièce rondelle ayant un trou traversant pour recevoir la tige d'un élément de fixation, lequel trou traversant est aligné avec
- 10 le deuxième trou d'assemblage dans la partie base. Une surface supérieure de cette pièce rondelle peut être plate pour recevoir, par exemple, la tête de l'élément de fixation. Un dessous de cette pièce rondelle exerce une force de serrage sur une surface supérieure de la partie base du raccord, lorsque l'élément de fixation est vissé, par exemple, dans le deuxième composant. Afin d'exercer une force de
- 15 compression dans la direction transversale sur le câble de fibres continu dans la zone de transition, la surface supérieure du raccord a de préférence une partie concave et le dessous de la pièce rondelle a une partie convexe correspondante au niveau de la zone de transition entre la partie base et la partie bride du raccord.
- 20 Dans un mode de réalisation, la courbure de la partie convexe et de la partie concave de la pièce rondelle et du raccord correspond respectivement à la courbure du chemin suivi par le câble de fibres continu dans la zone de transition, dans le sens qu'elles partagent un centre de courbure commun.
- 25 De préférence, la surface supérieure de la partie base a un évidement concave, le deuxième trou d'assemblage étant généralement situé dans la région la plus basse de cet évidement concave et séparant la partie base en un premier et un deuxième côté. Le côté bride de la partie base sera désigné comme le premier côté ; le côté distal par rapport à la bride sera désigné comme le deuxième côté.

30

On peut améliorer encore plus la résistance de ce raccord en permettant au câble de fibres continu de s'étendre dans un deuxième côté de la partie base, au-dessus

d'un niveau supérieur du deuxième trou d'assemblage. Avantageusement, la surface supérieure de la partie base comporte une deuxième partie concave au niveau du deuxième côté de la partie base. Dans un mode de réalisation avantageux, le câble de fibres continu suit un chemin incurvé à l'intérieur du deuxième côté de la partie base, lequel chemin incurvé partage un centre de courbure avec la deuxième partie concave. Comme on le comprendra, le dessous de la pièce rondelle a une forme appropriée pour s'adapter contre la deuxième partie concave, pour exercer une force de compression dans la direction transversale sur le câble de fibres continu à l'intérieur du deuxième côté de la partie base.

Afin de guider le câble de fibres continu dans le chemin incurvé désiré, la surface radialement extérieure de la deuxième pièce rapportée peut être formée de façon à s'incurver vers la surface supérieure de la partie base au niveau du premier et du deuxième côté de deuxième trou d'assemblage. Dans un mode de réalisation, la surface radialement extérieure de la deuxième pièce rapportée est pourvue d'au moins une gorge ou évidement ou rebord pour retenir et guider le câble de fibres continu pendant le processus d'enroulement. De préférence, la surface radialement extérieure de la première pièce rapportée est pourvue de même d'au moins une gorge ou un évidement.

Dans un exemple, les pièces rapportées ont une gorge dans la surface extérieure avec une largeur qui est essentiellement égale aux dimensions du câble de fibres continu. Généralement, le câble de fibres continu a un diamètre situé entre 0,5 et 1,5 mm. Pendant le processus d'enroulement, on enroule le câble de fibres continu autour de la gorge, ce qui aide à maintenir le câble de fibres continu en place, facilitant ainsi le pré-tensionnement. On peut enrouler des boucles supplémentaires du câble de fibres continu autour de la boucle qui est retenue dans la gorge. Dans d'autres exemples, la surface radialement extérieure des pièces rapportées creuses est rendue rugueuse.

Afin de faciliter la compression du câble de fibres continu dans la direction transversale, lorsque la pièce rondelle est serrée sur le raccord, la deuxième pièce rapportée peut être faite en un matériau polymère, par exemple, avec une rigidité qui est à peu près égale ou inférieure à la rigidité du câble de fibres continu dans la direction transversale. Cela fait en sorte que, même si des boucles de la fibre sont complètement retenues à l'intérieur d'une surface renfoncée de la deuxième pièce rapportée, par exemple, entre un rebord supérieur et un rebord inférieur, une compression du câble de fibres continu se produit. La deuxième pièce rapportée peut aussi être faite à partir d'un matériau plus rigide comme une céramique ou un métal léger. Dans ce cas, la deuxième pièce rapportée est conçue de manière appropriée pour permettre le serrage du câble de fibres. Par exemple, la surface radialement extérieure peut n'avoir qu'un rebord supérieur pour guider et retenir le câble de fibres.

Dans certains modes de réalisation, l'évidement concave dans la surface supérieure de la partie base a une ligne de symétrie, de telle sorte que la courbure de l'évidement est égale sur l'un ou l'autre côté du deuxième trou d'assemblage. Dans d'autres modes de réalisation, la courbure peut être différente sur l'un ou l'autre côté du deuxième trou d'assemblage. Par exemple, l'évidement peut être plus incurvé sur le premier côté (côté bride) que sur le deuxième côté. Dans un autre exemple, la première et la deuxième courbures de la surface supérieure concave ont un centre de courbure différent. Le dessous convexe de la pièce rondelle peut de même avoir une courbure égale ou différente sur l'un ou l'autre côté de son trou traversant.

La pièce rondelle peut être faite en un matériau métallique, en un matériau céramique, en un matériau polymère ou en un matériau polymère composite. Dans certains modes de réalisation, la pièce rondelle est une pièce séparée. Dans d'autres modes de réalisation, la pièce rondelle est jointe à la surface supérieure de la partie base, de façon à former un ensemble solidaire.

30

Dans un exemple, la pièce rondelle est moulée à partir d'un matériau polymère renforcé de fibres et elle est jointe au raccord lors d'un processus de cuisson, après que le corps principal du raccord a été moulé autour des pièces

rapportées et du câble de fibres continu. En d'autres termes, le matériau de la pièce rondelle et du corps principal du raccord sont cuits lors d'un seul processus, de manière à ce qu'il se produise une liaison des chaînes moléculaires entre les deux matériaux. Généralement, le processus de cuisson
5 implique l'application de chaleur. Dans d'autres exemples, la pièce rondelle peut être liée au raccord en utilisant un adhésif.

Le corps principal du raccord peut être fait à partir d'un pré-imprégné en feuille (SMC), d'un pré-imprégné en vrac (BMC), d'un thermoplastique à fibres longues
10 (LFT), d'un thermoplastique à fibres longues direct. On peut aussi utiliser d'autres matériaux composites polymères. Le câble de fibres continu est un faisceau de fibres, qui peut consister en des câbles de fibres sèches, des câbles de fibres imprégnées ou des rubans composites imprégnés. Parmi les matériaux appropriés pour le câble de fibres continu, on peut citer le carbone, l'aramide, le verre et le
15 polyéthylène à haute densité (HDPE). On peut incorporer avantageusement différents types de fibres à l'intérieur du câble de fibres continu, selon les propriétés requises. Par exemple, on peut choisir une fibre aramide telle que Kevlar® pour fournir une absorption d'énergie et une sécurité en réponse à des charges de choc. On peut choisir une fibre de carbone à haut module d'élasticité
20 pour renforcer la rigidité. En variante ou en supplément, on peut choisir une fibre de carbone à haute résistance pour augmenter la résistance et la capacité de charge.

Comme on le comprendra, on choisit le type de fibre, le nombre de fibres dans le
25 câble de fibres continu et le nombre de boucles autour de la première et de la deuxième pièce rapportée selon les charges de l'application en question.

Dans certains modes de réalisation, le raccord est essentiellement en forme de L. Dans d'autres modes de réalisation, le raccord est essentiellement en forme de T
30 et comporte une partie bride centrale. La partie base a alors une première et une deuxième section qui s'étendent à partir de la partie bride centrale dans des directions opposées, généralement perpendiculaires. Un trou d'assemblage formé

par une deuxième pièce rapportée creuse est prévu dans chacune de la première et de la deuxième section et il est relié à la première pièce rapportée creuse dans la partie bride en utilisant un câble de fibres continu comme décrit plus haut.

- 5 La partie bride du raccord peut comporter un ou plusieurs trous d'assemblage formés par une première pièce rapportée creuse ayant un axe d'alésage qui est normal par rapport à la surface d'assemblage du premier composant. De même, la partie base d'un raccord en forme de L ou les première et deuxième sections de la partie base d'un raccord en forme de T peuvent comporter un ou plusieurs trous
- 10 d'assemblage formés par une deuxième pièce rapportée creuse ayant un deuxième axe d'alésage qui est normal par rapport à la surface d'assemblage du deuxième composant. Chaque deuxième pièce rapportée ayant un deuxième axe d'alésage est reliée à au moins une première pièce rapportée ayant un premier axe d'alésage en utilisant un câble de fibres continu qui est enroulé autour de la
- 15 surface radialement extérieure des pièces rapportées et qui suit un chemin incurvé dans la zone de transition entre les parties base et bride.

La présente invention définit en outre un procédé de fabrication d'un raccord comportant une partie bride qui s'étend dans une première direction et une partie

20 base qui s'étend à partir de celle-ci dans une deuxième direction, la partie bride ayant une première surface d'assemblage et la partie base ayant une deuxième surface d'assemblage qui est généralement perpendiculaire à la première surface d'assemblage. Ce procédé comprend les étapes consistant à :

- placer au moins une première pièce rapportée dans un moule de forme

25 appropriée pour former le raccord, cette première pièce rapportée ayant un alésage avec un premier axe d'alésage qui est normal par rapport à la première surface d'assemblage ;

- placer au moins une deuxième pièce rapportée dans le moule, cette deuxième pièce rapportée ayant un alésage avec un deuxième axe

30 d'alésage qui est normal par rapport à la deuxième surface d'assemblage ;

- enrouler un câble de fibres continu autour d'une partie d'une surface radialement extérieure de la première et de la deuxième pièce rapportée,

de façon à former au moins une boucle ; la fibre continue s'étendant dans la première direction à l'intérieur de la partie bride et s'étendant dans la deuxième direction à l'intérieur de la partie base et étant guidée de façon à suivre un chemin incurvé, lorsqu'on regarde dans une troisième direction, perpendiculaire à la première et à la deuxième direction, dans une zone de transition entre la première et la deuxième direction ; et

- mouler un corps principal du raccord autour de la première et de la deuxième pièce rapportée et du câble de fibres continu en utilisant un mélange à mouler.

Dans un autre mode de réalisation du procédé, le raccord est formé de façon à avoir un évidement concave dans une surface supérieure de la partie base et le procédé comprend en outre une étape consistant à joindre une pièce rondelle à la surface supérieure de la partie base, la pièce rondelle ayant un dessous convexe correspondant et un trou traversant aligné avec l'alésage de la deuxième pièce rapportée

Dans encore un autre mode de réalisation, on utilise le dessous convexe de la pièce rondelle pendant l'étape d'enroulement pour guider le câble de fibres continu dans un chemin incurvé dans la zone de transition.

On peut créer ainsi un raccord en composite comprenant des fibres alignées avec le chemin de charge, sans avoir besoin de percer des trous. D'autres avantages deviendront apparents à la lecture de la description détaillée et des dessins annexés.

Brève description des dessins

La figure 1a est une vue de côté d'un support d'assemblage comprenant un raccord en forme de L selon l'invention et une pièce rondelle.

Les figures 1b, 1c montrent respectivement une vue de côté du raccord et de la pièce rondelle de la figure 1a.

- La figure 2 est une vue perspective d'un autre exemple d'un support d'assemblage comprenant un raccord selon l'invention et une pièce rondelle, dans laquelle un corps principal du raccord est montré comme transparent.
- 5 La figure 3 montre une vue perspective des éléments du support de la figure 2.

Description détaillée

La figure 1a montre une vue de côté d'un support d'assemblage 100 comprenant un exemple d'un raccord en composite 110 selon l'invention et une pièce rondelle 120. Une vue de côté du raccord et de la pièce rondelle est montrée respectivement sur les figures 1b et 1c. En cours d'utilisation, le support 100 est adaptée de façon à assembler un premier et un deuxième composant qui sont généralement disposés à angle droit l'un par rapport à l'autre. Le raccord 110 a une partie bride 112 qui s'étend dans une première direction x et une partie base 15 115, qui s'étend dans une deuxième direction y, perpendiculaire à la première direction. Les parties bride et base ont une première et une deuxième surface d'assemblage respectives 112s, 115s qui, en cours d'utilisation du support 100, sont en contact avec des surfaces d'assemblage correspondantes sur le premier et le deuxième composant. Dans cet exemple, un premier trou d'assemblage 113 20 est prévu dans la partie bride 112, qui a un axe de premier trou 113a, perpendiculaire à la première surface d'assemblage 112s. La partie base est pourvue de deux deuxièmes trous d'assemblage 116, qui sont écartés l'un de l'autre dans une troisième direction z, qui est perpendiculaire à la première et à la 25 deuxième direction. Ces deux deuxièmes trous sont alignés dans la deuxième direction y, et seul l'emplacement d'un de ces trous est montré sur les figures 1a et 1c au moyen de lignes en pointillés. Chaque deuxième trou d'assemblage 116 a un axe de deuxième trou 116a qui est perpendiculaire à la deuxième surface d'assemblage 115s.

30

Le support 100 comprend en outre une pièce rondelle 120, qui a deux trous traversants 123 de la même taille et alignés avec les deuxièmes trous

d'assemblage 116 dans la partie base du raccord. En cours d'utilisation, la tige d'un élément de fixation tel qu'un boulon passe à travers les trous alignés 123 et 116 dans la pièce rondelle et la partie base du raccord et dans le deuxième composant. De manière appropriée, une surface supérieure 124 de la pièce
5 rondelle est plate pour recevoir la tête de boulon. Avantagement, une surface inférieure 125 de la pièce rondelle a un profil concave et s'adapte dans un évidement concave correspondant dans une surface supérieure 117 de la partie base 115 du raccord. Une telle géométrie est avantageuse étant donné le matériau composite dont le raccord est fait, qui sera expliqué plus en détail plus
10 tard.

Un corps principal des parties bride et base du raccord est fait en un mélange à mouler renforcé de fibres tel qu'un thermoplastique à fibres longues, qui peut être formé dans un processus de moulage par injection ou de moulage par
15 compression. Le premier et le deuxième trou d'assemblage sont formés par une première et une deuxième pièce rapportée creuses autour desquelles le corps principal du raccord est moulé. Selon l'invention, le raccord comporte un autre renforcement par des fibres sous la forme d'un câble de fibres continu 130 qui est enroulé autour d'une partie de la surface extérieure de la première pièce rapportée
20 creuse dans la partie bride 112 et de chaque deuxième pièce rapportée creuse dans la partie base 115. Dans la zone de transition 118 entre les parties bride et base, où la direction de la position des fibres change de la première direction x à la deuxième direction y, le câble de fibres continu 130 suit un chemin incurvé à l'intérieur du raccord 110. Le chemin suivi par seulement une section du câble de
25 fibres continu 130 est montré sur la figure 1a, pour plus de clarté.

On peut mieux voir le principe de l'invention sur la figure 2, qui est une vue perspective d'un autre exemple d'un support d'assemblage 200 comprenant un
30 raccord 210 selon l'invention, dans laquelle le corps principal des parties bride et base a été rendu transparent. Les éléments de cet autre exemple sont montrés individuellement sur la figure 3.

Dans cet exemple, la partie bride 212 du raccord a deux trous d'assemblage formés par l'alésage de deux premières pièces rapportées 213', 213'', qui sont écartées l'une de l'autre dans la troisième direction z. La partie base 215 du
5 raccord a aussi deux trous d'assemblage formés par l'alésage de deux deuxièmes pièces rapportées 216', 216'', qui sont écartées dans la troisième direction z. Un axe d'alésage 213a, 216a des premières et des deuxièmes pièces rapportées est perpendiculaire aux première et deuxième surfaces d'assemblage 212s, 215s du
raccord 210 respectivement (voir la figure 3).

Encore une fois, le corps principal du raccord est moulé en utilisant un polymère
10 renforcé de fibres tel qu'un pré-imprégné en vrac. Avant le moulage, les deux premières 213', 213'' et les deux deuxièmes 216', 216'' pièces rapportées sont disposées à l'intérieur d'un moule approprié pour former le raccord 210. Un câble de fibres continu 230 est enroulé autour d'une surface radialement extérieure 213s d'une des pièces rapportées, par exemple une des premières pièces rapportées
15 213', pour être ensuite guidé dans la première direction x vers ce qui deviendra la partie base 215 du raccord. Le câble de fibres 230 est alors guidé dans la deuxième direction y. Dans une zone de transition 218 entre la première et la deuxième direction, le câble de fibres 230 est guidé dans un chemin incurvé, comme le montre la figure 1a. Le câble de fibres 230 est alors enroulé autour
20 d'une surface radialement extérieure 216s d'une des deuxièmes pièces rapportées 216', puis il est guidé à nouveau dans la deuxième direction y vers ce qui deviendra la partie bride 212 du raccord, puis à nouveau dans la première direction x vers l'autre première pièce rapportée 213'' et enroulé autour d'une partie de la surface radialement extérieure 213''. Encore une fois, dans la zone de
25 transition 218 entre la première et la deuxième direction, la fibre est guidée dans un chemin incurvé. Ce processus est répété jusqu'à ce que chaque première pièce rapportée 213', 213'' soit reliée à chaque deuxième pièce rapportée 216', 216'' par l'intermédiaire d'au moins une boucle de câble de fibres. Généralement, les pièces rapportées sont interconnectées en utilisant plusieurs boucles, leur
30 nombre exact dépendant des charges de l'application pour lesquelles le raccord est conçu.

Les charges sur les composants assemblés par le raccord sont transférées par l'intermédiaire du raccord via les trous d'assemblage. Le câble de fibres 230 est ainsi situé le long du chemin de charge, donnant au raccord 210 une meilleure résistance et une plus grande rigidité là où on en a le plus besoin. De plus, en guidant le câble de fibres 230 dans un chemin incurvé dans la zone de transition entre la première et la deuxième direction, on peut créer un chemin d'effort de traction optimal le long du câble de fibres. Les efforts de traction sont ainsi absorbés principalement par le câble de fibres continu, ce qui est évidemment avantageux étant donné que les fibres ont une résistance maximum sous traction.

10 Les efforts de compression sont absorbés principalement par le corps principal moulé du raccord.

Le support d'assemblage montrée sur la figure 2 est pourvue elle aussi d'une pièce rondelle 220 qui a deux trous d'assemblage 223a, 223b avec un axe des trous aligné avec l'axe d'alésage 216a des deux deuxième pièces rapportées 216', 216''. En cours d'utilisation de ce support, lorsqu'un élément de fixation tel qu'un boulon est inséré à travers chaque ensemble aligné de trous dans la pièce rondelle et la partie base 215 du raccord, un dessous 225 de la pièce rondelle est pressé contre une surface supérieure 217 de la partie base, ce qui exerce une force de compression sur les fibres du câble de fibres continu 230 à l'intérieur de la partie base 215. Ce serrage des fibres dans la direction transversale améliore la résistance du raccord 210. Il est aussi avantageux d'exercer une force de serrage sur les fibres dans la zone de transition, qui suivent un chemin incurvé.

25 Avantageusement, la surface supérieure 217 de la partie base du raccord 215, opposée à la surface d'assemblage 215s, a un profil concave lorsqu'on regarde dans la troisième direction z, l'axe d'alésage 216a des deuxièmes pièces rapportées 216', 216'' pouvant généralement être situé dans une région la plus basse le long du profil concave dans la deuxième direction y. Sur un premier côté de la partie base 215, plus près de la partie bride 212 du raccord, la courbure du profil de surface concave correspond de préférence à la courbure du chemin incurvé suivi par les sections du câble de fibres continu 230 dans la zone de

30

transition 218. En d'autres termes, le chemin incurvé du câble de fibres continu 230 dans la zone de transition a un centre de courbure commun avec le profil concave de la surface supérieure 217.

- 5 Ainsi, de façon à fournir un serrage efficace des fibres dans la zone de transition, la pièce rondelle 230 a une surface inférieure convexe correspondante 225. Dans un autre mode de réalisation avantageux, la résistance du raccord est encore améliorée en serrant les fibres aussi sur un deuxième côté de la partie base 215, distal par rapport à la partie bride 212.

10

Comme on le voit le mieux sur la figure 1a, le renforcement par des fibres formé par le câble de fibres 130 s'étend dans le deuxième côté de la partie base 112, au-delà des deuxièmes trous d'assemblage 116 dans la deuxième direction y et s'étend dans la première direction x en s'écartant de la deuxième surface
15 d'assemblage 115s, au-delà d'un niveau supérieur des deuxièmes trous d'assemblage, indiqué par le numéro de référence 119. Encore une fois, le câble de fibres continu 130 suit de préférence un chemin incurvé sur le deuxième côté de la partie base 115, où la partie base a aussi un profil concave d'une courbure correspondante. Le dessous 125 de la pièce rondelle est convexe de façon
20 correspondante.

La pièce rondelle peut avoir un dessous semi-cylindrique et la partie base du raccord peut avoir un évidement semi-cylindrique, comme montré dans les modes de réalisation des figures 1b et 1c, la courbure étant essentiellement égale de
25 chaque côté de l'axe du deuxième trou d'assemblage 116a, vu dans la deuxième direction z. En variante, comme dans le mode de réalisation de la figure 2, la courbure des surfaces de contact de la pièce rondelle 220 et de la partie base 212 du raccord peut être différente sur l'un ou l'autre côté de l'axe commun des trous, vu dans la troisième direction z. Il est aussi possible d'utiliser une pièce rondelle
30 avec un dessous semi-circulaire, c'est-à-dire avec une courbure symétrique, en combinaison avec le raccord de la figure 2.

Dans les exemples illustrés, la pièce rondelle est une seule pièce comportant le même nombre de trous traversants que dans la partie base du raccord. Dans d'autres exemples, le support d'assemblage comporte un certain nombre de pièce rondelles séparées, dont chacune est pourvue d'un trou d'assemblage. Chaque

5 pièce rondelle peut avoir un dessous hémisphérique. La pièce rondelle est aussi, de préférence, un composant moulé fait en un matériau composite tel qu'un pré-imprégné en vrac, un pré-imprégné en feuille, un thermoplastique à fibres longues ou un autre matériau approprié. On peut aussi utiliser des matériaux céramiques ou des métaux légers tels que l'aluminium et le titane.

10

Dans un mode de réalisation préféré, tel que montré sur la figure 2, le câble de fibres continu 230 est guidé dans un chemin incurvé à l'aide des deuxièmes pièces rapportées 216', 216'', qui ont une géométrie spécialement adaptée. Une des deuxièmes pièces rapportées 216' est montrée en perspective sur la figure 3.

15

Avantageusement, la pièce rapportée 216' a un alésage cylindrique, pour recevoir la tige d'un élément de fixation, comme décrit plus haut. La surface radialement

extérieure 216s, autour de laquelle le câble de fibres continu 230 est enroulé, est non cylindrique et peut être constituée par une gorge ou un évidement, de

20

manière à ce que le câble de fibres continu 230 puisse être retenu et guidé le long du contour de la surface. La deuxième pièce rapportée est allongée dans la deuxième direction y, par rapport à la troisième direction z, et elle a un profil

courbe lorsqu'on regarde dans la troisième direction. Sur le premier et le deuxième côté de l'axe d'alésage 216a de la deuxième pièce rapportée, la pièce

25

rapportée 216' a une courbure qui correspond de manière appropriée à la courbure de la surface supérieure concave 217 de la partie base 215 du raccord sur les premier et deuxième côtés respectifs de la partie base. Le câble de fibres

230 est ainsi guidé dans un chemin incurvé. Les dimensions de chaque deuxième pièce rapportée sont de préférence telles que, lorsque le câble de fibres continu

230 est enroulé autour de la surface radialement extérieure évidée 216s de

30 chaque deuxième pièce rapportée, le câble de fibres 230 s'étend au-delà d'un niveau supérieur de l'alésage cylindrique (voir la ligne 119 sur la figure 1a).

La surface radialement extérieure 213s des premières pièces rapportées 213' et 213'' dans la partie bride 212 du raccord peut avoir une forme cylindrique et comporte aussi, de manière appropriée, une gorge ou un évidement pour retenir et guider le câble de fibres continu 230 pendant le processus d'enroulement. Les premières et deuxièmes pièces rapportées peuvent être faites en un matériau métallique, de préférence un métal léger tel que l'aluminium ou le titane, ou peuvent être moulées à partir d'un matériau thermoplastique approprié.

10 Dans l'exemple illustré par les figures 2 et 3, chaque deuxième pièce rapportée 216', 216'' a une surface radialement extérieure 216s qui est évidée par rapport aux rebords supérieur et inférieur de la pièce rapportée. De plus, la surface radialement extérieure (216s) de la deuxième pièce rapportée s'incurve en s'écartant de la deuxième surface d'assemblage (215s) sur chaque côté de l'axe d'alésage (216a) lorsqu'on regarde dans la
15 troisième direction (z). Pour permettre le serrage des fibres dans le câble de fibres 230 dans la direction transversale, les deuxièmes pièces rapportées sont faites en un matériau polymère avec une rigidité qui est plus petite que ou égale à la rigidité du câble de fibres 230 dans la direction transversale. Dans les modes de réalisation où la deuxième pièce rapportée est faite en un matériau plus rigide, la conception de la pièce
20 rapportée est modifiée comme il convient. Par exemple, la pièce rapportée 216', 216'' peut avoir seulement un rebord supérieur et pas de rebord inférieur.

Dans la zone de transition 218 entre la partie base 215 et la partie bride, les boucles du câble de fibres continu 230 peuvent être guidées partiellement par la
25 courbure des deuxièmes pièces rapportées 216', 216''. Avantageusement, un élément de guidage supplémentaire ayant une surface convexe appropriée est disposé dans le moule pour guider le câble de fibres continu dans la zone de transition pendant le processus d'enroulement. Cet élément de guidage peut être un outil temporaire qui est enlevé du moule une fois que le processus
30 d'enroulement est achevé. Dans un mode de réalisation avantageux, on utilise la pièce rondelle 220 comme l'élément de guidage, les boucles du câble de fibres continu 230 étant guidées sur le dessous convexe 225 du premier côté (côté bride) de la pièce rondelle.

Par exemple, la pièce rondelle 220 peut être maintenue fixée dans le moule de manière à ce que les deux trous traversants 223a, 223b soient alignés avec l'axe d'alésage 216a des deuxièmes pièces rapportées 216', 216". Le câble de fibres continu 230 est alors enroulé comme décrit plus haut pour relier chaque première

5 pièce rapportée 213', 213" à chaque deuxième pièce rapportée 216', 216" via au moins une boucle, en utilisant la courbure des deuxièmes pièces rapportées et du dessous 225 de la pièce rondelle pour créer le chemin désiré. Lors d'une étape suivante, le raccord est moulé autour des pièces rapportées et du dessous de la pièce rondelle 225 en utilisant, par exemple, un processus de moulage par

10 injection.

Dans encore un autre mode de réalisation, la pièce rondelle est faite en un matériau polymère, de préférence un polymère composite renforcé de fibres tel qu'un pré-imprégné en vrac, et elle est jointe à la partie base du raccord au moyen

15 d'un processus de cuisson. Après le moulage de la partie base, l'étape de cuisson, qui peut comprendre l'application de chaleur, cuit le matériau du corps principal du raccord et le matériau de la pièce rondelle, de façon à créer une liaison des chaînes moléculaires entre eux.

20 On peut ainsi former un support d'assemblage légère et robuste.

La description détaillée ci-dessus a été fournie à titre d'explication et d'illustration, et elle n'est pas destinée à limiter la portée des revendications annexées. De nombreuses variations dans les modes de réalisation actuellement préférés seront

25 apparentes à l'homme du métier, et restent dans la portée des revendications annexées et de leurs équivalents.

REVENDEICATIONS

1. Raccord (110, 210) pour assembler un premier et un deuxième composants qui sont généralement disposés à angle droit l'un par rapport à l'autre, ce raccord

5 comprenant :

- une partie bride (112, 212) qui s'étend dans une première direction (x) et qui a une première surface d'assemblage (112s, 212s) adaptée de façon à être en contact avec le premier composant, et qui a au moins un premier trou d'assemblage (113) formé par un alésage d'une première

10 pièce rapportée (213', 213'') ; et

- une partie base (115, 215), qui s'étend dans une deuxième direction (y), perpendiculaire à la première direction, et qui a une deuxième surface d'assemblage (115s, 215s) adaptée de façon à être en contact avec le deuxième composant, et qui a au moins un deuxième trou d'assemblage

15 (116) formé par un alésage d'une deuxième pièce rapportée (216', 216''), un corps principal du raccord étant fait en un matériau polymère renforcé de fibres qui est moulé autour de la première pièce rapportée et de la deuxième pièce rapportée,

caractérisé en ce que

20 la première pièce rapportée (213', 213'') est reliée à la deuxième pièce rapportée (216', 216'') par une ou plusieurs boucles d'un câble de fibres continu (130, 230) qui est enroulé autour d'une partie d'une surface radialement extérieure (213s) de la première pièce rapportée (213', 213'') et autour d'une partie d'une surface radialement extérieure (216s) de la deuxième pièce rapportée (216', 216''), le

25 câble de fibres continu s'étendant généralement dans la première direction (x) à l'intérieur de la partie bride (112, 212) du raccord et s'étendant généralement dans la deuxième direction (y) à l'intérieur de la partie base (115, 215) et suivant un chemin incurvé à l'intérieur d'une zone de transition (118, 218) entre la partie bride et la partie base.

30

2. Raccord selon la revendication 1, dans lequel la partie bride (112, 212) comprend des premières pièces rapportées voisines (213', 213'') et/ou la partie

base (115, 215) comprend des deuxièmes pièces rapportées voisines (216', 216''), et dans lequel chacune des premières pièces rapportées est reliée à chacune des deuxièmes pièces rapportées via une ou plusieurs boucles du câble de fibres continu (130, 230), qui suit un chemin incurvé dans la zone de transition (118, 218).

3. Raccord selon la revendication 1 ou 2, dans lequel une surface supérieure (117, 217) de la partie base (115, 215) du raccord, opposée à la deuxième surface d'assemblage (115s, 215s), a un profil concave lorsqu'on regarde dans une troisième direction (z) perpendiculaire à la première et à la deuxième direction (x, y), et dans lequel, sur un côté bride de la partie base, la surface supérieure concave (117, 217) de la partie base a une première courbure avec un centre de courbure qui coïncide avec celui du chemin incurvé suivi par le câble de fibres continu (130, 230) dans la zone de transition (118, 218).

4. Raccord selon la revendication 1 ou 2, dans lequel, sur un deuxième côté de la partie base (115, 215) distal de la partie bride (112, 212), la surface supérieure concave (117, 217) de la partie base a une deuxième courbure et dans lequel le câble de fibres continu (130, 230) s'étend dans le deuxième côté, suivant un chemin incurvé avec un centre de courbure qui coïncide avec celui de la deuxième courbure.

5. Raccord selon la revendication 4, dans lequel le câble de fibres continu (130, 230) s'étend dans le deuxième côté de la partie base (115, 215) au-delà d'un niveau supérieur (119) d'un deuxième trou d'assemblage (116) sur la surface supérieure concave (117) de la partie base.

6. Raccord selon la revendication 3 ou 4, dans lequel la première et la deuxième courbure de la surface supérieure concave (117, 217) ont un centre de courbure commun.

7. Raccord selon la revendication 3 ou 4, dans lequel la première et la deuxième courbure de la surface supérieure concave (117, 217) ont un centre de courbure différent.

5 8. Raccord selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la surface radialement extérieure (213s) de la première pièce rapportée (213', 213'') et/ou la surface radialement extérieure (216s) de la deuxième pièce rapportée (216', 216'') comporte une gorge ou un évidement dans laquelle/lequel le câble de fibres continu (130, 230) est reçu.

10

9. Raccord selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la surface radialement extérieure (216s) de la deuxième pièce rapportée s'incurve en s'écartant de la deuxième surface d'assemblage (215s) sur chaque côté de l'axe d'alésage (216a) lorsqu'on regarde dans la troisième direction (z).

15

10. Support d'assemblage comprenant le raccord selon l'une quelconque des revendications précédentes et comprenant en outre une pièce rondelle (120, 220) avec un trou traversant (123, 223a, 223b) disposé en alignement avec l'au moins un deuxième trou d'assemblage (116), dans laquelle un dessous (125, 225) de la
20 pièce rondelle est au moins formé partiellement de façon à correspondre à la surface supérieure (117, 217) de la partie base du raccord.

11. Support d'assemblage selon la revendication 10, dans laquelle la pièce rondelle (120, 220) est un élément séparé.

25

12. Support d'assemblage (100, 200) selon la revendication 10, dans laquelle la pièce rondelle est jointe à la surface supérieure de la partie base (115, 215) de façon à former un ensemble solidaire.

30 13. Procédé de fabrication d'un raccord selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, ce procédé comprenant les étapes consistant à :

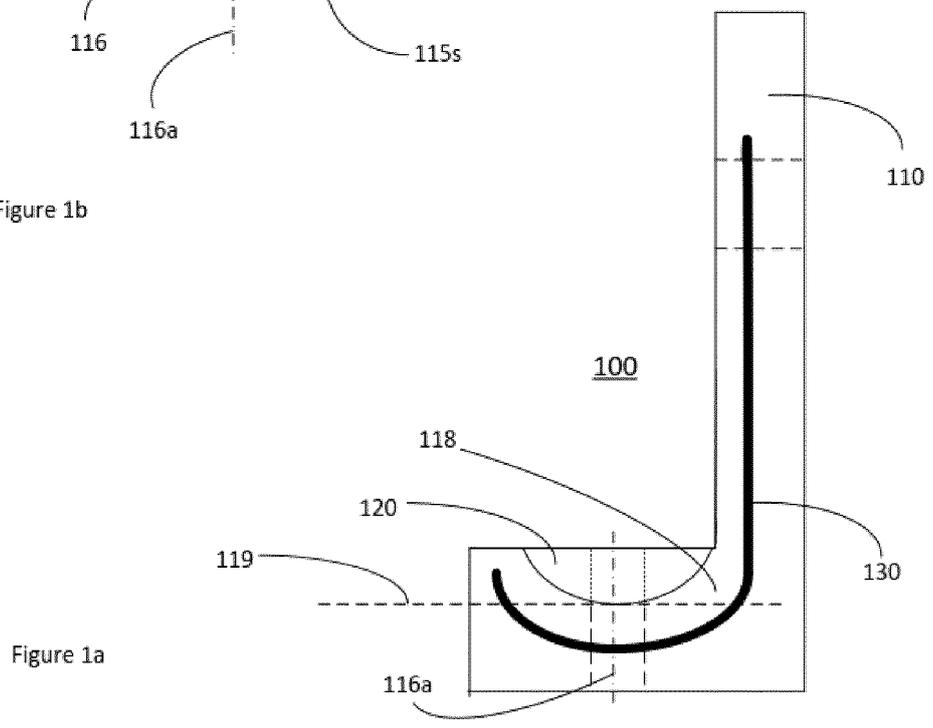
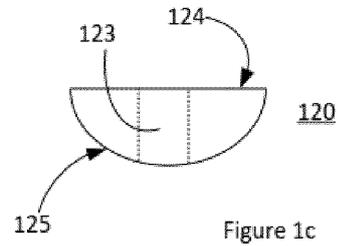
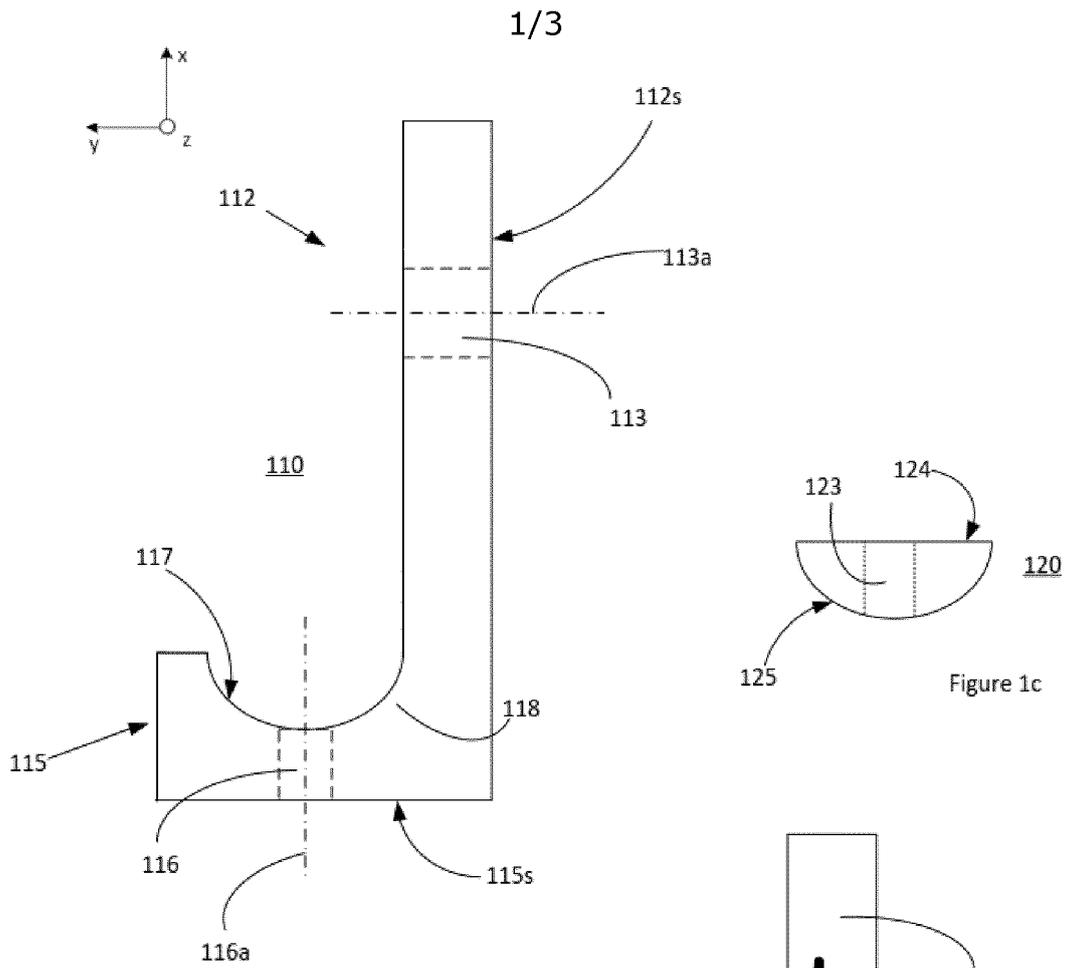
- 5 - placer au moins une première pièce rapportée (213', 213'') dans un moule de forme appropriée pour former le raccord (110, 210), cette première pièce rapportée ayant un alésage avec un premier axe d'alésage (213a) qui est normal par rapport à la première surface d'assemblage (212s) ;
- placer au moins une deuxième pièce rapportée (216', 216'') dans le moule, cette deuxième pièce rapportée ayant un alésage avec un deuxième axe d'alésage (216a) qui est normal par rapport à la deuxième surface d'assemblage ;
- 10 - enrouler un câble de fibres continu (130, 230) autour d'une partie d'une surface radialement extérieure (113s, 116s) de la première et de la deuxième pièce rapportée, de façon à former au moins une boucle ; le câble de fibres continu s'étendant dans la première direction (x) à l'intérieur de la partie bride (112, 212) et s'étendant dans la deuxième direction (y) à l'intérieur de la partie base (115, 215) et étant guidé de façon à suivre un chemin incurvé, lorsqu'on regarde dans une troisième direction (z), perpendiculaire à la première et à la deuxième direction, dans une zone de transition (118, 218) entre la première et la deuxième direction ; et
- 15 - mouler le corps principal du raccord autour de la première et de la deuxième pièce rapportée et du câble de fibres continu (130, 230) en utilisant un mélange à mouler.
- 20

14. Procédé selon la revendication 13, comprenant en outre une étape consistant à joindre une pièce rondelle (120, 130) à une surface supérieure (117, 217) de la partie base (115, 215) du raccord, la pièce rondelle ayant un trou traversant aligné avec l'au moins un deuxième trou d'assemblage (116), dans lequel la pièce rondelle est moulée à partir d'un matériau polymère et dans lequel l'étape de jonction comprend la cuisson du matériau de la pièce rondelle et du matériau du corps principal du raccord, de façon à établir une liaison des chaînes moléculaires entre les matériaux.

25

30

15. Procédé selon la revendication 14, dans lequel la pièce rondelle (120, 220) a un dessous convexe (115, 215), dont une partie est utilisée pendant l'étape d'enroulement pour guider le câble de fibres continu (130, 230) dans un chemin incurvé dans la zone de transition (118, 218).



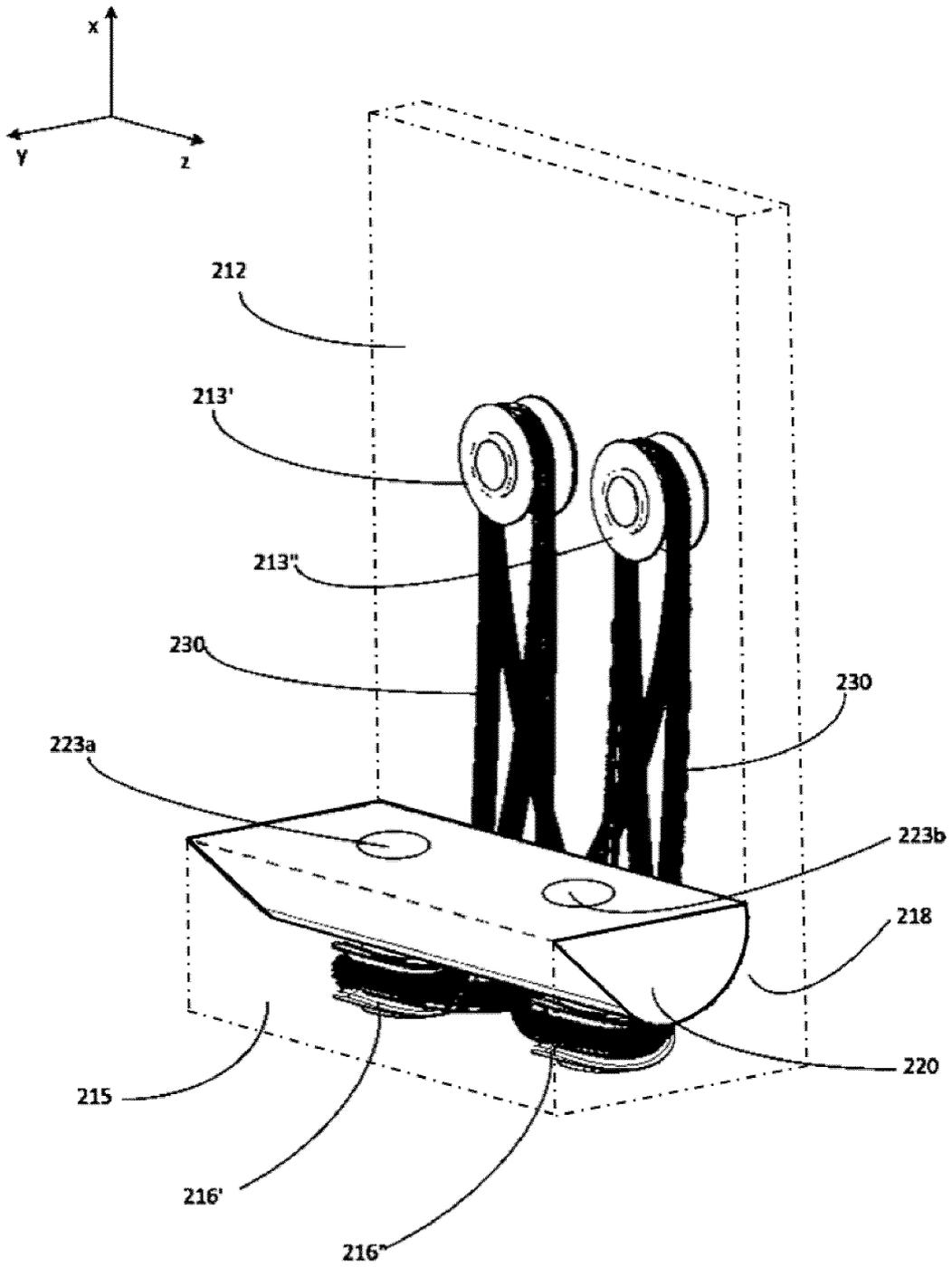


Figure 2

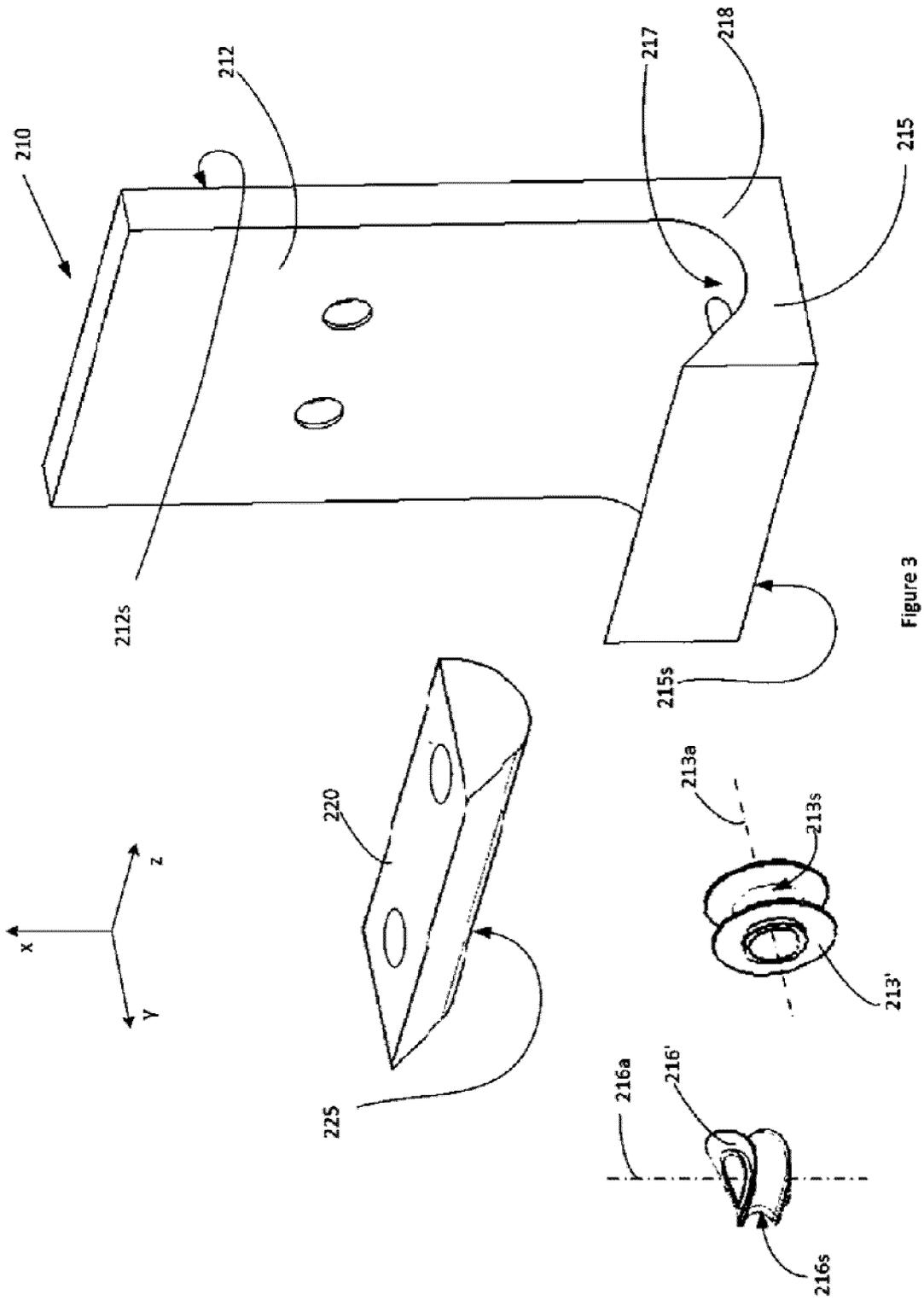


Figure 3

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 4 450 610 A (SCHAEPER SIEGFRIED [DE])
29 mai 1984 (1984-05-29)

US 2013/062012 A1 (MASSON RICHARD [FR] ET
AL) 14 mars 2013 (2013-03-14)

US 6 324 940 B1 (PAZDIREK JIRI V [US] ET
AL) 4 décembre 2001 (2001-12-04)

US 2007/264470 A1 (WELLMAN SCOTT A [US])
15 novembre 2007 (2007-11-15)

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

NEANT

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

NEANT