(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 009 514**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **14 57510**

(51) Int Cl[8] : ***B 29 C 70/38*** *(2014.01), B 65 H 23/04, B 65 H 57/12*

(12) BREVET D'INVENTION B1

(54) SYSTEME DE GUIDAGE DE FIBRES.

(22) **Date de dépôt :** 01.08.14.

(30) **Priorité :** 08.08.13 DE 102013108570.9.

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 13.02.15 Bulletin 15/07.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 24.05.19 Bulletin 19/21.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(○) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *DEUTSCHES ZENTRUM FUR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V.* — DE.

(72) **Inventeur(s) :** NGUYEN DUY CHINH, KROMBHOLZ CHRISTIAN, ROSTERMUNDT DIRK, PERNER MARCUS et DELISLE DOMINIK.

(73) **Titulaire(s) :** DEUTSCHES ZENTRUM FUR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V..

(74) **Mandataire(s) :** IPAZ.

FR 3 009 514 - B1

Système de guidage de fibres

L'invention concerne un système de guidage de fibres pour acheminer du matériau de fibres continu, à partir d'une réserve de stockage de matériau de fibres, vers une unité de transformation éloignée de la réserve de stockage de matériau de fibres et librement mobile dans l'espace, comme par exemple une tête de pose de fibres.

Des pièces en un matériau composite renforcé de fibres, dites pièces composites renforcées de fibres, sont aujourd'hui incontournables dans le domaine aéronautique et spatial. Mais l'utilisation de tels matériaux rencontre également un succès croissant dans le domaine de l'automobile. On fabrique notamment des éléments structurels critiques, en matières plastiques renforcées de fibres, en raison des grandes résistance et rigidité spécifiques au poids, pour un poids minimal. Grâce aux propriétés anisotropes des matériaux composites renforcés de fibres, résultant de l'orientation des fibres, les pièces peuvent être adaptées à des charges locales, en permettant ainsi une exploitation optimale du matériau dans l'optique d'un mode de construction allégé.

Par rapport à d'autres matériaux, conventionnels, les matériaux composites renforcés de fibres ont l'inconvénient de coûts de fabrication accrus, qui résultent le plus souvent du fait que de nombreuses étapes de fabrication ou de réalisation doivent être effectuées manuellement. Pour de grandes pièces en matériaux composites renforcés de fibres, on observe en conséquence une automatisation croissante d'étapes de fabrication individuelles, comme par exemple la pose automatisée des fibres sur un outillage, au moyen de robots. Les fibres ou semi-produits de fibres sont alors déposés sur l'outillage au moyen d'une tête de pose de fibres, qui est agencée en tant qu'effecteur terminal sur un bras de robot. Pendant la pose des fibres sur l'outillage, la tête de pose est déplacée à l'aide du

robot, conformément à un modèle de déplacement prédéterminé, de sorte que les fibres peuvent être déposées de manière correspondante sur l'outillage.

En guise de fibres ou matériaux de fibres, on utilise en particulier des matériaux de fibres continus avec en profil une section transversale plate, comme par exemple des Towpreg, des Slittape, des fils de fibres, des Rovings, ainsi que des bandes de nappes ou tissus de fibres. Le matériau de fibres doit être acheminé ou transporté à partir d'un magasin de réserve de fibres ou d'une réserve de stockage de matériau de fibres en position fixe, vers la tête de pose (unité de transformation) librement mobile dans l'espace. Cependant, en raison de la libre mobilité de la tête de pose dans l'espace, la distance et la direction entre la réserve de stockage de matériau de fibres en position fixe et la tête de pose varient constamment pendant la pose des fibres, de sorte que peuvent apparaître des forces de traction non souhaitées sur les matériaux de fibres, ou des excédents de matériau de fibres (du mou).

En-dehors de l'utilisation classique d'installations à portique, on utilise de plus en plus pour le processus de pose de fibres, des automates de déplacement à axes multiples, comme par exemple des robots à articulations ou à bras articulés, qui autorisent une plus grande flexibilité lors du processus de fabrication. Les organes individuels d'un tel automate de déplacement sont reliés mutuellement par l'intermédiaire de guidages linéaires et/ou d'articulations de rotation pour former une chaîne cinématique. Notamment, dans le cas de robots industriels, on distingue entre un ou plusieurs axes principaux et les axes de tête prévus à proximité de l'effecteur terminal (également appelés axes secondaires). Les axes principaux d'un robot industriel permettent le libre positionnement d'un effecteur terminal dans l'espace, tandis que les axes de tête ont principalement pour tâche l'orientation de l'outil, et sont le plus souvent constitués par une série d'articulations de rotation.

En raison de la multiplicité de mouvements, par lesquels les effecteurs terminaux peuvent être déplacés dans pratiquement tous les six degrés de liberté, il se pose des problèmes quant à l'acheminement des matériaux de fibres continus à partir de la réserve de stockage de matériau en position fixe jusqu'à la tête de pose librement déplaçable. On devra éviter des contraintes de traction trop fortes sur

les matériaux de fibres, ainsi qu'un excédent de matériau (du mou) dans la chaîne d'acheminement, pour assurer la fiabilité d'acheminement des matériaux de fibres vers la tête de pose de fibres, en termes de processus.

On connait d'après le document EP 2 117 818 B1 une unité de pose de fibres comprenant une réserve de stockage de fibres, un robot et une tête de pose. Le matériau de fibres est acheminé à la tête de pose à l'aide d'un système de conduite tubulaire flexible. Les matériaux de fibres qui, dans le magasin de réserve de fibres, se présentent sous forme de matériau de fibres continu ou quasiment continu, sont transportés à l'intérieur du système de conduite tubulaire flexible. L'espace intérieur du système de conduite tubulaire peut être alimenté en fluide. Il en résulte toutefois, en raison du système de tube fermé, l'inconvénient que les fibres ou les matériaux de fibres peuvent venir s'appliquer contre les parois intérieures de tube pendant l'acheminement, et engendrer ainsi du frottement, ce qui peut conduire à l'endommagement des fibres. Cela est à redouter notamment dans le cas de mouvements de déplacement importants et de grandes variations de distance entre la réserve de stockage de fibres et la tête de pose, en raison de la forte flexion et torsion du système de tube.

Pour acheminer un matériau quasiment continu, à partir d'une réserve de stockage de matériau, jusqu'à un lieu de transformation, le document DE 10 2013 107 039.6 publié ultérieurement évoque un dispositif réalisé sous la forme d'une chaîne à maillons. Le matériau quasiment continu y est guidé par l'intermédiaire de galets se trouvant dans les maillons individuels de la chaîne à maillons. Mais la chaîne à maillons a l'inconvénient de devoir être maintenue à l'aide d'un système porteur, pour pouvoir compenser les distances variables entre la tête de pose et le matériau de fibres. En outre, de fortes amplitudes de déviation par rapport à la position nulle conduisent à d'importants mouvements de torsion et de basculement de la chaîne à maillons, susceptibles de conduire à des sollicitations de friction des fibres sur les galets. Des détériorations de fibres, préjudiciables à la sécurité du processus de pose automatisé, sont également à craindre dans ce cas.

Au regard de cet arrière-plan, le but de la présente invention consiste à indiquer un dispositif de guidage de fibres amélioré, permettant de guider et d'acheminer du matériau de fibres continu à une unité de transformation librement mobile dans

l'espace, sans trop de détériorations des fibres à cette occasion.

Conformément à l'invention, ce but est atteint à l'aide d'un dispositif de guidage de fibres pour acheminer du matériau de fibres continu, à partir d'une réserve de stockage de matériau de fibres, vers une unité de transformation éloignée de la réserve de stockage de matériau de fibres et librement mobile dans l'espace, qui est agencée sur un automate de déplacement à axes multiples, à l'extrémité de la chaîne cinématique de l'automate de déplacement, la chaîne cinématique de l'automate de déplacement possédant un premier axe de rotation principal, au moins un autre, deuxième axe principal et au moins deux axes de tête pour déplacer l'unité de transformation dans au moins deux directions spatiales, caractérisé en ce que le système de guidage de fibres

a) possède un premier dispositif de guidage de fibres, qui est conçu pour guider le matériau de fibres continu à partir de la réserve de stockage de matériau de fibres jusqu'à un premier point de transition sur l'axe de rotation du premier axe de rotation principal de l'automate de déplacement,

b) possède un deuxième dispositif de guidage de fibres, qui se raccorde au premier dispositif de guidage de fibres et est conçu pour guider le matériau de fibres continu du premier point de transition jusqu'à un deuxième point de transition se situant au moins sur le deuxième axe principal ou à la suite de celui-ci dans la chaîne cinématique, et

c) possède un troisième dispositif de guidage de fibres, qui se raccorde au deuxième dispositif de guidage de fibres et est conçu pour guider le matériau de fibres continu du deuxième point de transition jusqu'à l'unité de transformation pour contourner les axes de tête de l'automate de déplacement.

Les modes de réalisation avantageux sont décrits ci-dessous.

Il est proposé un système de guidage de fibres pour acheminer du matériau de fibres continu, à partir d'une réserve de stockage de matériau de fibres, vers une unité de transformation éloignée de la réserve de stockage de matériau de fibres et librement mobile dans l'espace. L'unité de transformation, par exemple une tête de pose de fibres, est agencée sur un automate de déplacement à axes multiples, à l'extrémité de la chaîne cinématique de l'automate de déplacement. La chaîne cinématique de l'automate de déplacement comporte un premier axe de rotation

principal permettant de faire tourner dans l'espace autour d'un axe de rotation l'ensemble des autres composants de l'automate de déplacement. L'axe de rotation principal est ici le premier axe de déplacement de l'automate de déplacement, dans la chaîne cinématique. La chaîne cinématique de l'automate de déplacement comprend par ailleurs, s'y raccordant, au moins un deuxième axe principal, qui peut par exemple s'étendre perpendiculairement à l'axe de rotation principal. Dans un robot classique à bras articulés, le deuxième axe principal est également un axe de rotation, qui est agencé perpendiculairement à l'axe de rotation principal vertical, et qui est le plus souvent horizontal. Ensuite, peuvent par exemple s'y raccorder d'autres axes principaux, qui doivent permettre une liberté de déplacement de l'effecteur terminal dans l'espace. De tels axes principaux peuvent par exemple être d'autres axes de rotation ou des guidages linéaires. Ces autres axes principaux conduisent, en règle générale, à un déplacement à l'intérieur d'un plan. A la suite, dans la chaîne cinématique, sont alors agencés lesdits au moins deux axes de tête, qui conduisent à un déplacement de l'unité de transformation dans au moins deux directions spatiales, de sorte que l'unité de transformation (effecteur terminal) peut être orientée de manière correspondante. Lesdits au moins deux axes de tête, de préférence trois axes de tête, sont perpendiculaires les uns aux autres, en permettant ainsi un déplacement dans plus que deux directions spatiales.

Conformément à l'invention, il est à présent proposé que le système de guidage de fibres possède un premier dispositif de guidage de fibres, un deuxième dispositif de guidage de fibres et un troisième dispositif de guidage de fibres, les dispositifs de guidage de fibres étant d'un type différent. Conformément à l'invention, le matériau de fibres continu doit être guidé le long de la chaîne cinématique de l'automate de déplacement, de manière à produire une compensation de longueur dans des zones partielles correspondantes de la chaîne cinématique. Cela permet d'empêcher des détériorations du matériau par friction à l'intérieur du système de guidage de fibres.

Le premier dispositif de guidage de fibres du système de guidage de fibres est conçu pour guider le matériau de fibres continu à partir de la réserve de stockage de matériau de fibres jusqu'à un premier point de transition sur l'axe de rotation du premier axe de rotation principal de l'automate de déplacement, ce qui permet

d'éliminer ou respectivement de minimiser une variation de longueur des matériaux de fibres à acheminer, en raison d'un mouvement de rotation sur ou respectivement à proximité de l'axe de rotation principal. Par exemple, dans un mode de réalisation avantageux, un galet de renvoi peut être agencé sur l'axe de rotation principal au niveau du point de transition. Au moyen d'un galet, le matériau de fibres continu est dévié par l'axe de rotation principal de l'automate de déplacement, en direction du deuxième dispositif de guidage de fibres. Ainsi les mouvements de rotation sur l'axe de rotation principal ne conduisent pas à une sollicitation du matériau, comme par exemple des forces de traction en cas de manque de matériau ou un excédent de matériau (du mou).

Au premier dispositif de guidage de fibres se raccorde à présent le deuxième dispositif de guidage de fibres, qui est conçu pour guider le matériau de fibres continu du premier point de transition sur l'axe de rotation principal de l'automate de déplacement, jusqu'à un deuxième point de transition dans la chaîne cinématique. Le deuxième point de transition se situe ici au moins sur le deuxième axe principal, de préférence sur le troisième axe principal de l'automate de déplacement, ou à la suite de celui-ci dans la chaîne cinématique, ce qui doit permettre de contourner les autres axes principaux de l'automate de déplacement à l'aide du deuxième dispositif de guidage de fibres. Avantageusement, le deuxième point de transition se situe, dans la chaîne cinématique, avant les axes de tête de l'automate de déplacement, qui, conformément à l'invention, doivent être contournés à l'aide du troisième dispositif de guidage de fibres.

Le deuxième dispositif de guidage de fibres est de préférence conçu pour la compensation de longueur entre le premier point de transition et le deuxième point de transition dans un plan de l'espace, de sorte qu'il se produit uniquement une compensation de longueur linéaire. Comme, en règle générale, les autres axes principaux d'un automate de déplacement peuvent uniquement effectuer un déplacement linéaire, par exemple par deux axes de rotation parallèles disposés l'un à la suite de l'autre, qui, en commun avec l'axe de rotation principal perpendiculaire, permettent d'atteindre chaque point quelconque dans l'espace, il suffit pour le deuxième dispositif de guidage de fibres, qu'il se produise uniquement une compensation de longueur dans un plan de l'espace. Cela permet d'éviter que le matériau de fibres continu se torde, de sorte que dans la zone du

deuxième dispositif de guidage de fibres, il est également possible d'exclure pratiquement toute détérioration sur les bords du matériau de fibres continu en raison de frottements non souhaités.

A la suite du deuxième point de transition se raccorde à présent un troisième dispositif de guidage de fibres, qui est conçu pour acheminer le matériau de fibres continu du deuxième point de transition jusqu'à l'unité de transformation. Cela permet à présent de contourner les axes de tête, qui permettent un déplacement de l'unité de transformation dans au moins deux directions spatiales. Le deuxième dispositif de guidage de fibres est conçu à la manière d'un dispositif flexible, de sorte que des déplacements entre le deuxième point de transition, fixe vu à partir du troisième dispositif de guidage de fibres, et l'unité de transformation librement mobile dans lesdites au moins deux directions spatiales, peuvent être compensés.

En conséquence, le troisième dispositif de guidage de fibres est conçu pour la compensation de longueur entre le deuxième point de transition et l'unité de transformation, dans au moins deux plans de l'espace ou davantage, en vue de guider le matériau de fibres continu de manière fiable en termes de processus, jusqu'à l'unité de transformation librement mobile.

A leurs points de transition, les dispositifs de guidage de fibres sont agencés sur l'automate de déplacement, le troisième dispositif de guidage de fibres étant en définitive agencé sur l'unité de transformation. La présente invention permet ainsi, à partir d'une réserve de stockage de matériau de fibres en position fixe, de compenser les déplacements d'un automate de déplacement, pour ainsi acheminer le matériau de fibres de la réserve de stockage de matériau de fibres à une unité de transformation librement mobile, tout en évitant ou éliminant les détériorations du matériau de fibres qui seraient causées par des mouvements de pliage et de torsion, en raison du guidage du matériau de fibres le long de la chaîne cinématique de l'automate de déplacement. Ainsi, à l'aide du premier dispositif de guidage de fibres, on contourne le mouvement de rotation de l'axe de rotation principal, à l'aide du deuxième dispositif de guidage de fibres, on contourne les autres axes principaux de l'automate de déplacement par une compensation de longueur dans un plan, et, finalement, à l'aide d'un système flexible, on contourne les axes de tête de la chaîne cinématique.

Comme il n'y a plus désormais que les axes de tête, librement mobiles dans au moins deux directions spatiales, de l'automate de déplacement qui doivent être contournés à l'aide d'un système flexible, le troisième dispositif de guidage de fibres peut être maintenu très court, de sorte que le déplacement du matériau de fibres continu à travers un système flexible dans plusieurs axes de l'espace est très limité. En effet, c'est seulement dans la zone du troisième dispositif de guidage de fibres qu'il est nécessaire que le troisième dispositif de guidage de fibres effectue non seulement un mouvement de flexion, mais également des mouvements de torsion, pour pouvoir compenser le déplacement dans lesdites au moins deux directions spatiales. Le risque d'une détérioration du matériau de fibres est de ce fait fortement réduit, en raison de la longueur relativement courte du système.

Le système de guidage de fibres est avantageusement conçu de manière que le premier dispositif de guidage de fibres n'effectue pas de compensation de longueur dans un plan de l'espace, que le deuxième dispositif de guidage de fibres effectue une compensation de longueur dans seulement un seul plan de l'espace, et que le troisième dispositif de guidage de fibres effectue une compensation de longueur dans au moins deux plans de l'espace.

D'après un mode de réalisation avantageux, le deuxième dispositif de guidage de fibres comprend plusieurs d'éléments de liaison reliés les uns aux autres de manière articulée, un élément de guidage respectif étant prévu sur chacune des articulations pour guider le matériau de fibres continu le long des éléments de liaison du premier point de transition vers le deuxième point de transition. Le deuxième dispositif de guidage de fibres peut ainsi présenter une cinématique à barres avec par exemple des galets montés sur billes aux articulations, et sur lesquels peuvent être guidées les fibres du matériau continu de fibres. Si plusieurs bandes de fibres sont acheminées à l'unité de transformation, chaque bande de fibres possède un élément de guidage distinct, de sorte que les bandes de fibres peuvent être transportées séparément les unes des autres. Comme les distances entres les articulations restent constantes dans le cas d'un déplacement de l'automate de déplacement par rapport audit au moins un deuxième axe principal, il ne se produit aucun excédent de matériau, ni aucune force de traction. Les éléments de guidage peuvent avantageusement être des galets de renvoi.

D'après un autre mode de réalisation avantageux, le troisième dispositif de guidage de fibres comprend plusieurs galets de guidage, qui sont agencés sur au moins un élément de liaison flexible dans au moins deux axes de l'espace. Un tel élément de liaison flexible peut par exemple être une barre ou une poutrelle flexible, que l'on désignera également par âme. La barre flexible peut ici, par exemple, effectuer des mouvements de flexion et de torsion pour permettre ainsi de compenser les déplacements dans au moins deux axes de l'espace. Sur la barre ou l'âme flexible sont agencés plusieurs galets de guidage, pour ainsi guider le matériau de fibres continu à partir du deuxième point de transition jusqu'à l'unité de transformation.

Pour empêcher le matériau d'être déporté vers le bord, ce qui pourrait le détériorer, le matériau de fibres est guidé le plus près possible de l'axe neutre de l'âme, ce qui permet surtout de minimiser les forces latérales agissant sur le matériau. Il est également envisageable d'agencer les galets sur l'élément de liaison flexible de manière que le matériau de fibres s'étende le long de l'axe neutre de l'élément de liaison flexible.

Par ailleurs, il s'avère avantageux que le troisième dispositif de guidage de fibres soit agencé de manière rotative autour de deux axes de rotation mutuellement perpendiculaires, au niveau du deuxième point de transition et/ou de l'unité de transformation, en vue d'absorber ainsi une grande partie de la torsion, qui peut être produite par les différents axes de tête au niveau de l'unité de transformation. Le troisième dispositif de guidage de fibres peut en conséquence être déchargé quant au mouvement de torsion, ce qui permet de minimiser la détérioration du matériau de fibres en raison des forces agissantes.

L'invention va être explicitée de façon plus détaillée, à titre d'exemple, au regard des dessins annexés qui montrent :

Figure 1 -une représentation schématique d'un robot industriel à six axes de déplacement ;

Figure 2 -une représentation schématique du système de guidage de

fibres conforme à l'invention ;

Figure 3 -une représentation schématique d'un exemple de réalisation concernant le troisième dispositif de guidage de fibres.

La figure 1 montre schématiquement un robot à bras articulés à six axes, fréquemment rencontré dans le domaine industriel, et qui dispose de six axes de rotation et peut ainsi atteindre chaque point quelconque dans l'espace. En pratique, il est également fréquent d'utiliser un tel robot à bras articulés à six axes en tant que robot de pose pour la pose de matériau de fibres, parce qu'il présente une grande flexibilité. Toutefois d'autres robots à articulations ou robots à axes sont en principe également envisageables pour la pose de matériau de fibres.

Le robot à bras articulés 1 présente trois axes principaux A1, A2 et A3, à l'aide desquels l'effecteur terminal 2 peut être positionné librement dans l'espace. L'axe de rotation principal A1, ici en position verticale, permet de faire tourner l'ensemble du robot à bras articulés autour de l'axe de rotation principal A1. A l'aide des axes principaux A2 et A3 agencés à la suite dans la chaîne cinématique, et qui se présentent en tant qu'axes de rotation à l'horizontale (et sont ainsi parallèles l'un à l'autre), il est possible d'effectuer des mouvements de translation de l'effecteur terminal 2.

Les axes de tête A4, A5 et A6 servent en premier lieu à l'orientation de l'effecteur terminal 2, et sont également constitués par des articulations de rotation. Les axes A4 ainsi que A5 et A6, sont ici mutuellement perpendiculaires.

Si du matériau de fibres continu doit être acheminé à partir d'une réserve de stockage de matériau de fibres en position fixe, jusqu'à l'effecteur terminal 2, il est nécessaire, en raison du déplacement du robot 1, d'effectuer une compensation de longueur entre la réserve de stockage de matériau de fibres en position fixe, et l'effecteur terminal 2.

La figure 2 montre schématiquement le système de guidage de fibres 10 conforme à l'invention. Dans une réserve de stockage de matériau de fibres 3 se trouve du matériau de fibres continu, par exemple sous la forme de bandes individuelles de fibres. Ces bandes de fibres doivent à présent être guidées à partir de la réserve

de stockage de matériau de fibres 3, le long de la chaîne cinématique du robot 1, jusqu'à l'effecteur terminal 2. A cet effet, le système de guidage de fibres 10 comporte un premier dispositif de guidage de fibres 11, un deuxième dispositif de guidage de fibres 12, et un troisième dispositif de guidage de fibres 13, qui sont chacun d'un type différent.

A l'aide du premier dispositif de guidage de fibres 11, le matériau de fibres 4 est guidé, à partir de la réserve de stockage de matériau de fibres 3, jusqu'à un premier point de transition 14, qui se situe sur l'axe de rotation principal A1 du robot 1. En ce point de transition 14 peut par exemple être agencé un galet de renvoi 15, ce qui permet d'éliminer des variations de longueur, en raison du mouvement de rotation, dans la zone du premier dispositif de guidage de fibres 11.

A partir du point de transition 14 sur l'axe de rotation principal A1, se raccorde le deuxième dispositif de guidage de fibres 12, qui guide le matériau de fibres 4 jusqu'à un deuxième point de transition 16. Le deuxième point de transition 16 se situe, dans l'exemple de réalisation de la figure 1, sur le troisième axe principal A3 du robot 1, de sorte que le deuxième dispositif de guidage de fibres 12 est en mesure d'assurer une compensation de longueur, lors de mouvements autour des axes principaux A2 et A3. Le deuxième point de transition 16 peut également se trouver au-delà de A3 et plus près de A4, ce qui permet au troisième dispositif de guidage de fibres d'être plus court.

Le deuxième dispositif de guidage de fibres 12 est ici réalisé sous la forme d'une cinématique à barres, où plusieurs éléments de liaison 17 sont reliés mutuellement de manière articulée. Des galets de guidage 18 prévus dans chacune des articulations assurent le guidage du matériau de fibres 4 le long de la cinématique à barres. En raison de la distance fixe entre les galets de guidage 18 individuels, due aux éléments de liaison rigides 17, la compensation de longueur s'effectue ainsi sans qu'apparaisse un excédent de matériau ni que des forces de traction s'exercent sur le matériau de fibres 4.

A partir du deuxième point de transition 16 dans la zone de l'axe principal A3, le matériau de fibres 4 est ensuite guidé au moyen du troisième dispositif de guidage de fibres 13 jusqu'à l'unité de transformation 2, par exemple une tête de pose.

Comme cela sera décrit de manière plus détaillée encore, au regard de la figure 3, le troisième dispositif de guidage de fibres 13 est d'une configuration flexible de façon à pouvoir effectuer, non seulement des mouvements de flexion mais également des mouvements de torsion pendant le guidage du matériau de fibres 4, de sorte qu'un mouvement de la tête de pose 2 dans au moins deux axes de l'espace peut être compensé de manière fiable. Le troisième dispositif de guidage de fibres 13 est ainsi conçu de manière à pouvoir compenser une variation de longueur entre le deuxième point de transition et l'unité de transformation dans au moins deux plans de l'espace.

Comme en raison d'un possible mouvement de torsion, il existe toujours le risque d'une détérioration du matériau de fibres sur les bords, il est possible, au moyen du présent système de guidage de fibres, de réduire à une part minimale le trajet que doit effectuer le matériau de fibres 4 dans un tel système de guidage flexible. Cela augmente significativement la fiabilité du processus.

Contrairement au troisième dispositif de guidage de fibres 13, le deuxième dispositif de guidage de fibres 12 est conçu de manière à ne pouvoir effectuer une compensation de longueur que dans un seul plan. En raison de la cinématique à barres utilisée, il ne se produit à cette occasion aucun mouvement de torsion, de sorte que le matériau de fibres 4 peut être guidé sans mouvement de torsion jusqu'au deuxième point de transition 16.

La figure 3 montre schématiquement le troisième dispositif de guidage de fibres 13, dans un mode de réalisation avantageux. Le troisième dispositif de guidage de fibres 13 flexible comporte à cet effet une âme flexible 19, par exemple sous la forme d'une barre flexible ou d'une poutrelle flexible, qui peut non seulement effectuer un mouvement de flexion B, mais également un mouvement de torsion T (mouvement de rotation autour de l'axe longitudinal). Cela permet en principe de compenser des variations de longueur dans au moins deux plans de l'espace.

Sur l'âme flexible 19 du troisième dispositif de guidage de fibres 13 sont agencés des galets de guidage 20, qui sont agencés par paires et entre lesquels est guidé le matériau de fibres 4. Pour empêcher que le matériau soit déporté latéralement vers le bord, ce qui pourrait l'endommager, l'axe neutre du matériau est disposé le

plus près possible de l'axe neutre de l'âme.

Avantageusement, il peut en outre être prévu que dans la zone du deuxième point de transition 16 ainsi que dans la zone de l'unité de transformation 2, dans lesquelles est agencé le troisième dispositif de guidage de fibres 13, celui-ci y soit agencé de manière à pouvoir tourner dans au moins deux axes de l'espace. Cela permet d'absorber des mouvements de torsion des axes de tête ainsi que différents éloignements entre le début et la fin du troisième dispositif de guidage de fibres 13, en déchargeant ainsi le troisième dispositif de guidage de fibres 13.

La figure 4 montre selon un exemple de réalisation, le troisième dispositif de guidage de fibres comprenant deux âmes flexibles 19a et 19b. Grâce aux deux âmes, situées au-dessus et en-dessous des galets de guidage, l'axe neutre se trouve exactement entre ces deux âmes, où est également guidé le matériau. Lorsque le matériau se situe ainsi exactement dans l'axe neutre, les forces latérales sont égales nulles, et les détériorations du matériau sont minimisées.

Nomenclature des repères

1	Automate de déplacement à axes multiples (robot à bras articulés)
2	Unité de transformation (effecteur terminal, tête de pose)
3	Réserve de stockage de matériau de fibres
4	Matériau de fibres
10	Système de guidage de fibres
11	Premier dispositif de guidage de fibres
12	Deuxième dispositif de guidage de fibres
13	Troisième dispositif de guidage de fibres
14	Premier point de transition
15	Galet de renvoi sur l'axe de rotation principal
16	Deuxième point de transition
17	Eléments de liaison rigides
18	Galets de renvoi du deuxième dispositif de guidage de fibres
19	Barre flexible / Âme
20	Galets de guidage du troisième dispositif de guidage de fibres
B	Mouvement de flexion
T	Mouvement de torsion

Revendications

1. Système de guidage de fibres (10) pour acheminer du matériau de fibres continu (4), à partir d'une réserve de stockage de matériau de fibres (3), vers une unité de transformation (2) éloignée de la réserve de stockage de matériau de fibres (3) et librement mobile dans l'espace, qui est agencée sur un automate de déplacement (1) à axes multiples, à l'extrémité de la chaîne cinématique de l'automate de déplacement (1), la chaîne cinématique de l'automate de déplacement (1) possédant un premier axe de rotation principal (A1), au moins un autre, deuxième axe principal (A2, A3) et au moins deux axes de tête (A4, A5, A6) pour déplacer l'unité de transformation (2) dans au moins deux directions spatiales, **caractérisé en ce que** le système de guidage de fibres (10)

a) possède un premier dispositif de guidage de fibres (11), qui est conçu pour guider le matériau de fibres continu (4) à partir de la réserve de stockage de matériau de fibres (3) jusqu'à un premier point de transition (14) sur l'axe de rotation du premier axe de rotation principal (A1) de l'automate de déplacement (1),

b) possède un deuxième dispositif de guidage de fibres (12), qui se raccorde au premier dispositif de guidage de fibres (11) et est conçu pour guider le matériau de fibres continu (4) du premier point de transition (14) jusqu'à un deuxième point de transition (16) se situant au moins sur le deuxième axe principal (A2) ou à la suite de celui-ci dans la chaîne cinématique, et

c) possède un troisième dispositif de guidage de fibres (13), qui se raccorde au deuxième dispositif de guidage de fibres (12) et est conçu pour guider le matériau de fibres continu du deuxième point de transition (16) jusqu'à l'unité de transformation (2) pour contourner les axes de tête (A4, A5, A6) de l'automate de déplacement (1),

et en ce que le troisième dispositif de guidage de fibres (13) est conçu pour la compensation de longueur entre le deuxième point de transition (16) et l'unité de transformation (2) dans au moins deux plans de l'espace ou davantage.

2. Système de guidage de fibres (10) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier dispositif de guidage de fibres (11) présente un élément de renvoi (15) situé au premier point de transition (14) et sur l'axe de rotation du premier axe de rotation principal.

3. Système de guidage de fibres (10) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le deuxième dispositif de guidage de fibres (12) est conçu pour la compensation de longueur dans seulement un plan de l'espace entre le premier point de transition (14) et le deuxième point de transition (16).

4. Système de guidage de fibres (10) selon la revendication 3, caractérisé en ce que le deuxième dispositif de guidage de fibres (12) comprend plusieurs éléments de liaison (17) reliés les uns aux autres de manière articulée, un élément de guidage (18) étant prévu sur chacune des articulations pour guider le matériau de fibres continu (4) le long des éléments de guidage (17), du premier point de transition (14) au deuxième point de transition (16).

5. Système de guidage de fibres (10) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le troisième dispositif de guidage de fibres (13) comprend plusieurs galets de guidage (20) agencés sur au moins un élément de liaison (19) flexible dans au moins deux axes de l'espace.

6. Système de guidage de fibres (10) selon la revendication 1 ou 5, caractérisé en ce que le troisième dispositif de guidage de fibres (13) est agencé de manière rotative autour de deux axes de rotation mutuellement perpendiculaires, au deuxième point de transition (16) et/ou à l'unité de transformation (2).

7. Unité de pose de fibres pour la pose de fibres pour la fabrication d'une pièce composite renforcée de fibres, comprenant une réserve de stockage de matériau de fibres (3), un automate de déplacement (1) à axes multiples, et une tête de pose de fibres (2) agencée sur l'automate de déplacement (1) à l'extrémité de la chaîne cinématique de l'automate de déplacement (1), la chaîne cinématique de l'automate de déplacement (1) possédant un premier axe de rotation principal (A1), au moins un autre, deuxième axe principal (A2, A3), et au moins deux axes de tête (A4, A5, A6) pour déplacer la tête de pose de fibres (2) dans au moins deux directions spatiales, caractérisée en ce que l'unité de pose de fibres comprend un système de guidage de fibres (10) selon l'une des revendications précédentes, pour l'acheminement du guide du matériau de fibres continu, à partir de la réserve de stockage de matériau de fibres vers la tête de pose de fibres.

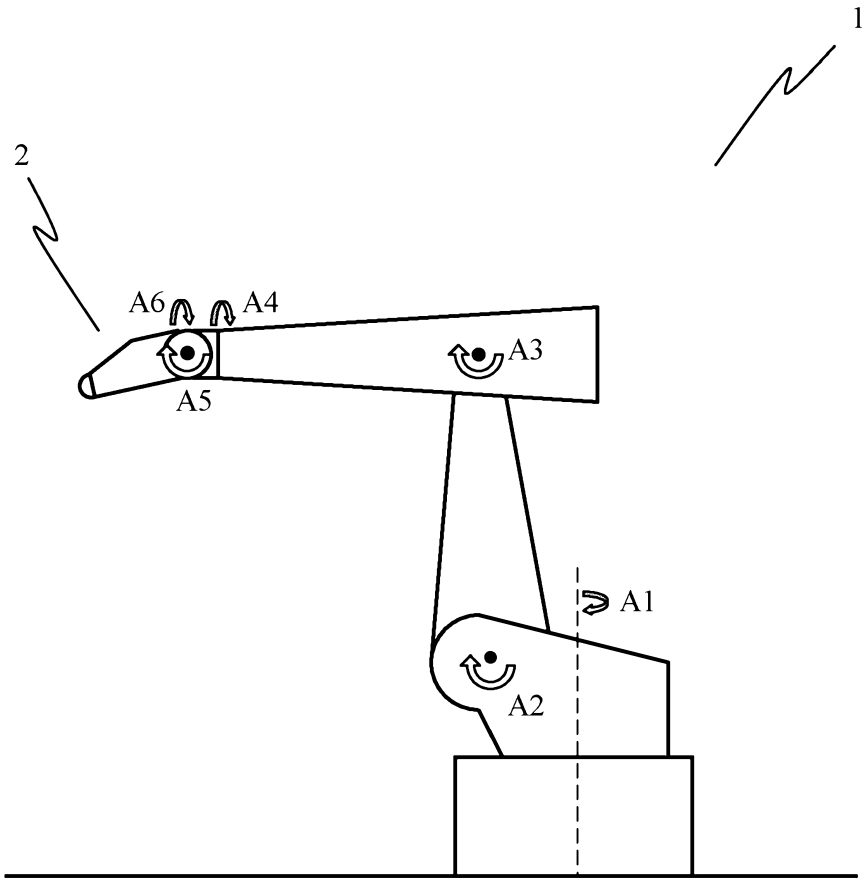

Figure 1

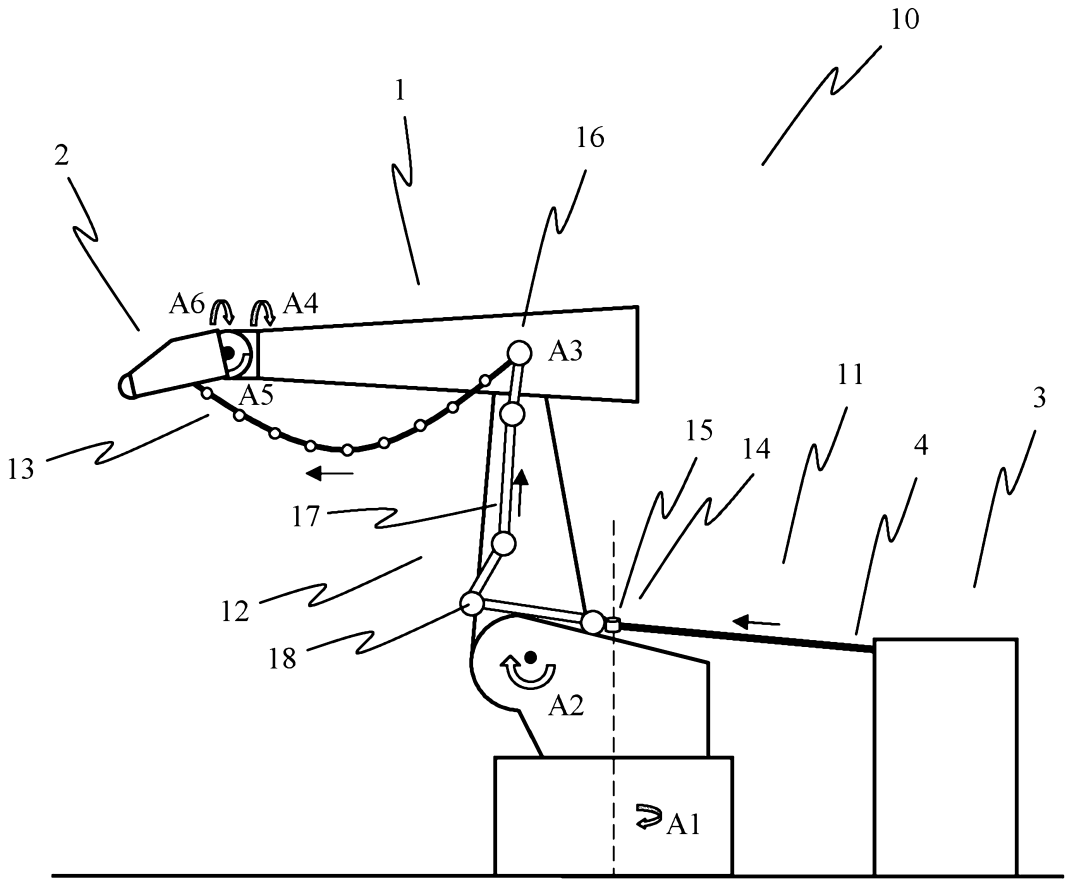

Figure 2

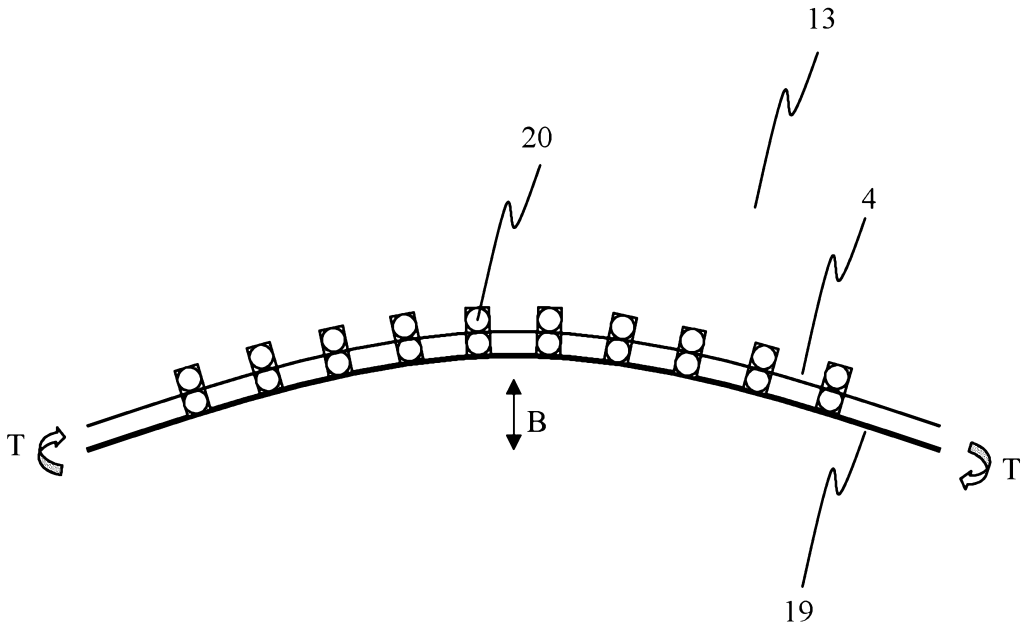

Figure 3

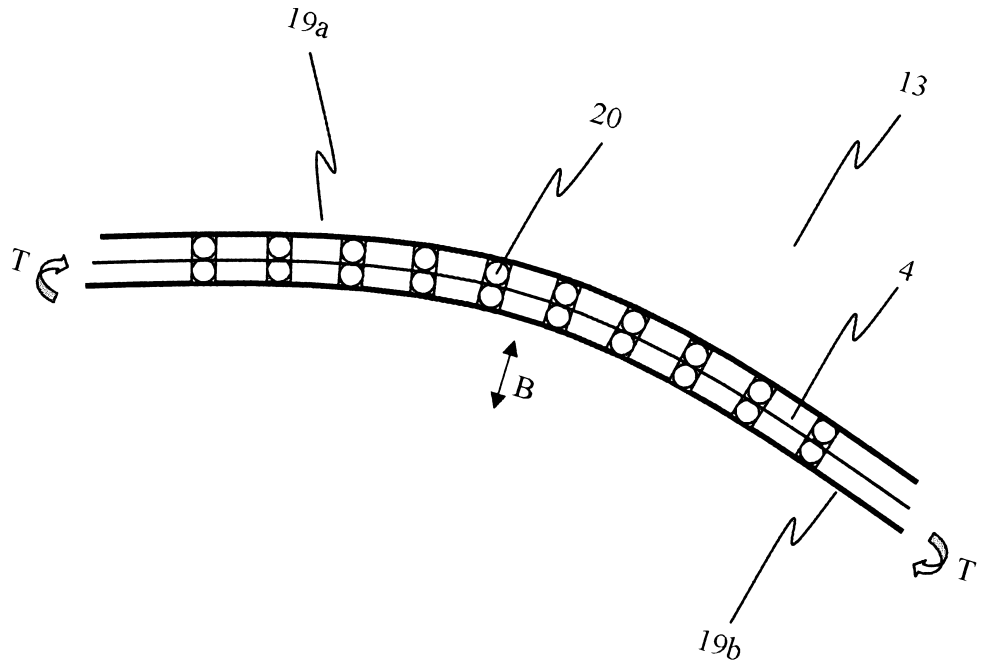

Figure 4

N° d'enregistrement national : 1457510 N° de publication : 3009514

RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

N° d'enregistrement national : 1457510 N° de publication : 3009514

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

FR 2 972 672 A1 (CORIOLIS COMPOSITES ATTN OLIVIER BOUROULLEC [FR])
21 septembre 2012 (2012-09-21)

US 2013/174969 A1 (KARB INGO [DE] ET AL)
11 juillet 2013 (2013-07-11)

FR 2 912 953 A1 (CORIOLIS COMPOSITES SA [FR])
29 août 2008 (2008-08-29)

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