

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2024/132758 A1

(43) Date de la publication internationale
27 juin 2024 (27.06.2024)

(51) Classification internationale des brevets :

B29C 64/343 (2017.01) B22F 12/57 (2021.01)
B29C 64/393 (2017.01) B22F 12/90 (2021.01)
B33Y 30/00 (2015.01) B23K 9/04 (2006.01)
B33Y 50/02 (2015.01) B23K 9/12 (2006.01)
B22F 10/85 (2021.01) B29C 48/02 (2019.01)

(71) Déposant : COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN [FR/FR] ; 23 Place des Carnes-Dechaux, 63000 CLERMONT-FERRAND (FR).

(72) Inventeurs : GUY, Thomas ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, 23, Place des Carnes-Déchaux - DCJ/PI - F35 - LADOUX, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 09 (FR). TRABATTONI, Thomas ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, 23, Place des Carnes-Déchaux - DCJ/PI - F35 - LADOUX, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 09 (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2023/085542

(22) Date de dépôt international :

13 décembre 2023 (13.12.2023)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(74) Mandataire : SIDHU, Alban ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, 23, Place des

(30) Données relatives à la priorité :

FR2214207 22 décembre 2022 (22.12.2022) FR

(54) Title: LOOP COMPENSATOR FOR REGULATING THE FEED TO A 3D PRINTER

(54) Titre : COMPENSATEUR À BOUCLE POUR LA RÉGULATION DE L'ALIMENTATION D'UNE IMPRIMANTE 3D

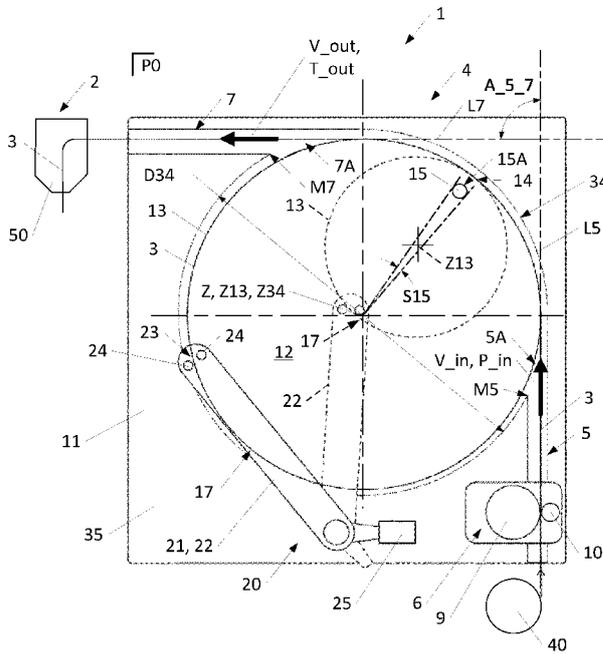


FIG. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a feed device (1) for feeding a material in the form of a filament (3) to a three-dimensional printer, said feed device being provided with a compensator (4) which comprises: an inlet guide (5); a motorized drive system (6); an outlet guide (7); a guide receptacle (11) inside which the filament (3) coming from the inlet guide (5) forms a loop (13) on itself before re-emerging through the outlet guide (7), in such a way that the loop (13) constitutes a reserve of filament (3) and spontaneously adjusts its size in response to the deviations between the outflow speed (V_{out}) and the inflow speed (V_{in}) of the filament (3); a retaining member (15) which is placed inside the perimeter of the loop (13) to limit the extent of the overall shifting of the loop (13) when the loop (13) is subjected to a tensile stress (T_{out}), while allowing the loop (13) to freely adapt its size; and a regulation system (20) which adjusts the inflow speed (V_{in}) of the filament (3) according to the size of the loop (13).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif d'alimentation (1) destiné à acheminer vers une imprimante tridimensionnelle un matériau sous forme d'un fil (3), ledit dispositif d'alimentation étant pourvu d'un compensateur (4) qui comporte un guide d'entrée (5), un système d'entraînement (6) motorisé, un guide de sortie (7), un réceptacle de guidage (11) à l'intérieur duquel le fil (3) issu du guide d'entrée (5) forme une boucle (13) sur lui-même avant de ressortir par le guide de sortie (7), de telle manière que la boucle (13) constitue une réserve de fil (3) et ajuste spontanément sa taille en réponse aux écarts entre la vitesse de



WO 2024/132758 A1

Carmes-Déchaux - DCJ/PI - F35 - LADOUX, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 09 (FR).

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasienn (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

sortie (V_{out}) et la vitesse d'entrée (V_{in}) du fil (3), un organe de retenue (15) qui est placé à l'intérieur du périmètre de la boucle (13) pour limiter l'ampleur d'un déplacement d'ensemble de la boucle (13) lorsque la boucle (13) subit une traction d'appel (T_{out}) tout en autorisant la boucle (13) à adapter librement sa taille, et un système de régulation (20) qui ajuste la vitesse d'entrée (V_{in}) du fil (3) en fonction de la taille de la boucle (13).

COMPENSATEUR À BOUCLE POUR LA RÉGULATION DE L'ALIMENTATION D'UNE IMPRIMANTE 3D

[0001] La présente invention concerne le domaine général de l'alimentation en matière
5 première d'un appareil qui consomme ladite matière première sous forme d'un fil, et plus
précisément la régulation du système d'alimentation qui approvisionne un tel appareil en
matière première sous forme d'un fil.

[0002] La présente invention concerne plus spécifiquement le domaine de l'impression
tridimensionnelle par dépôt de fil fondu (ou « FDM » pour « Fused Deposition Modeling »
10 en anglais).

[0003] Une imprimante par dépôt de fil fondu comporte une tête d'impression qui est
montée mobile en vis-à-vis d'un support d'impression, tel qu'un plateau, et qui embarque
une buse chauffante ainsi qu'un système d'entraînement, du genre entraîneur à rouleaux
dentés, qui force un fil en matériau thermoplastique à traverser la buse, afin de faire fondre
15 ledit matériau et de pouvoir déposer celui-ci par couches successives sur ledit support, selon
un schéma de pose qui permet d'obtenir l'objet souhaité.

[0004] L'une des difficultés rencontrées par l'impression FDM tient à son rendement
industriel, en particulier lorsque l'on souhaite fabriquer des pièces de grande taille ou en
grand nombre, en utilisant pour cela un plateau de grande superficie, typiquement un plateau
20 formant un carré d'au moins un mètre de côté.

[0005] En effet, pour obtenir un rendement élevé, il serait souhaitable que la tête
d'impression portant la buse puisse se déplacer rapidement d'un point à l'autre du plateau,
en particulier en dehors des phases d'impression, lorsque ladite tête d'impression se
repositionne après avoir déposé du matériau en un premier point, afin de reprendre le dépôt
25 de matériau en un second point, distant du premier point.

[0006] Dans la mesure où la tête d'impression entraîne bien entendu le fil de matériau à sa
suite, il est nécessaire de pouvoir approvisionner à tout moment une longueur nécessaire et
suffisante de fil dans l'imprimante, à une vitesse qui correspond à la vitesse de déplacement
de la tête d'impression.

- 2 -

[0007] Or, lorsque l'on met en œuvre des accélérations rapides et des vitesses élevées de la tête d'impression sur des courses de grandes longueurs, on génère des appels soudains de fil, que les systèmes d'alimentation connus peinent à gérer.

[0008] En effet, les imprimantes connues sont en général alimentées par un fil qui est stocké sur une bobine qui est simplement montée en rotation passive autour de son axe, de sorte que le fil est déroulé passivement, sous l'effet de la traction exercée par la tête d'impression et de son entraîneur à rouleaux dentés.

[0009] En raison de l'inertie de la bobine, on peut alors observer, au début des phases d'accélération de la tête d'impression, l'apparition de fortes tensions dans le fil, lesquelles tensions constituent un frein au déplacement de la tête d'impression et peuvent même, dans certains cas, causer une rupture du fil. A l'inverse, au terme du déplacement de la tête d'impression, la bobine, qui a été lancée en rotation et n'est pas freinée, libère un surplus de fil, qui peut créer des écarts de trajectoire difficilement contrôlables dans le cheminement du fil, voire un bourrage.

[0010] Par ailleurs, il est difficilement envisageable de remédier à ces difficultés en interposant, entre la bobine de stockage et la buse, un régulateur conventionnel à poulies et pantin, tel qu'on en rencontre par exemple dans l'industrie textile, car les fils de matériau thermoplastiques utilisés pour l'impression tridimensionnelle de pièces de grandes dimensions présentent généralement un diamètre assez fort, typiquement de deux à trois millimètres, une rigidité assez élevée en flexion, et de surcroît une courbure intrinsèque persistante qui résulte de leur stockage en bobine, de sorte que de tels fils tolèrent mal, faute de flexibilité adaptée, un cheminement forcé à travers des poulies qui imposeraient auxdits fils de faibles rayons de courbure et/ou des changements, en particulier des changements multiples et rapprochés, du signe de leur courbure.

[0011] Les objets assignés à l'invention visent par conséquent à remédier aux inconvénients susmentionnés et proposer un dispositif d'alimentation qui permette d'approvisionner en fil un appareil, notamment une imprimante tridimensionnelle destinée à réaliser un dépôt de matière fondue à partir dudit fil, en étant capable de gérer de façon fiable et efficace des appels soudains de grandes longueurs de fil.

- [0012] Les objets assignés à l'invention sont atteints au moyen d'un dispositif d'alimentation destiné à acheminer vers un appareil, tel qu'une imprimante tridimensionnelle, un matériau qui se présente sous forme d'un fil, ledit dispositif d'alimentation étant caractérisé en ce qu'il est pourvu d'un compensateur qui comporte :
- 5 - un guide d'entrée qui permet au fil de pénétrer dans le compensateur,
 - un système d'entraînement motorisé, qui est agencé pour propulser le fil qui entre à travers le guide d'entrée selon une vitesse longitudinale, dite « vitesse d'entrée », choisie,
 - un guide de sortie qui permet au fil de sortir du compensateur, à destination de l'appareil, sous l'effet d'un effort de traction longitudinale dit « traction d'appel » qui est généré à la
 - 10 demande de l'appareil et qui confère au fil qui sort par le guide de sortie une vitesse longitudinale dite « vitesse de sortie »,
 - un réceptacle de guidage qui délimite un espace évidé dit « espace de débattement » à l'intérieur duquel le fil issu du guide d'entrée forme une boucle sur lui-même avant de ressortir par le guide de sortie, de telle manière que la boucle constitue une réserve de fil et
 - 15 est apte à ajuster spontanément sa taille, tout en restant contenue à l'intérieur de l'espace de débattement, alternativement en se resserrant sur elle-même sous l'effet de la traction d'appel afin de réduire son périmètre et ainsi libérer une partie de ladite réserve de fil à destination de l'appareil, lorsque la vitesse de sortie résultant de ladite traction d'appel excède la vitesse d'entrée, et à l'inverse en s'élargissant afin d'accroître son périmètre et
 - 20 ainsi reconstituer au moins une partie de ladite réserve de fil lorsque le système d'entraînement génère une vitesse d'entrée qui excède la vitesse de sortie et crée donc au sein du fil entrant qui précède la boucle un effort de poussée longitudinal, dit « poussée d'approvisionnement », qui force ledit fil entrant à rejoindre la boucle et à accroître le périmètre de la boucle,
 - 25 - un organe de retenue qui est placé à l'intérieur du périmètre de la boucle, de manière à pouvoir limiter l'ampleur d'un déplacement d'ensemble de la boucle au sein de l'espace de débattement, lorsque la boucle subit une traction d'appel, tout en autorisant la boucle à adapter librement sa taille, à l'intérieur de l'espace de débattement, en réponse aux écarts entre la vitesse de sortie et la vitesse d'entrée,
 - 30 - un système de régulation qui commande le système d'entraînement et qui comporte au moins un organe de mesure permettant d'évaluer la taille de la boucle présente au sein de

l'espace de débattement, de sorte que ledit système de régulation puisse ajuster la vitesse d'entrée choisie en fonction de la taille de la boucle, dans lequel le réceptacle de guidage comprend une piste de guidage de forme cylindrique de base circulaire, qui délimite l'espace de débattement afin de contenir l'expansion radiale centrifuge de la boucle dans la limite d'un diamètre maximal autorisé, tel que défini par ladite piste de guidage.

[0013] Avantageusement, le dispositif selon l'invention permet de tirer parti de la nervosité du fil, c'est-à-dire de l'existence d'un cintre naturel dudit fil et d'un module d'élasticité en flexion élevé dudit fil, pour amener ledit fil à former spontanément une boucle au sein du compensateur, boucle qui est avantageusement flottante, c'est-à-dire dont le tracé et la courbure ne sont pas imposés par des poulies et peuvent donc évoluer librement au sein de l'espace de débattement, et autoporteuse, dans la mesure où la rigidité du fil est suffisante pour que ladite boucle existe et se maintienne d'elle-même sous sa forme incurvée, sensiblement circulaire, sans s'affaisser ni s'emmêler sur elle-même.

[0014] Avantageusement, le compensateur peut ainsi constituer et contenir une réserve de fil, sans contraindre ledit fil à épouser la courbure d'une poulie, notamment une poulie de petit diamètre, ni contraindre ledit fil à subir des changements de signe de courbure.

[0015] Le compensateur peut ensuite avantageusement utiliser cette réserve de fil comme tampon capable de délivrer rapidement une longueur de fil sortant en réponse à une traction d'appel soudaine, et donc en réponse à une augmentation rapide de la vitesse de sortie, sans opposer de résistance significative à cette traction d'appel, et donc notamment sans créer de risque de rupture du fil en traction, puisque le fil sortant peut librement opérer un glissement différentiel par rapport au fil entrant, simplement en ajustant la taille de la boucle grâce à l'élasticité du fil en flexion, et sans qu'il soit nécessaire d'augmenter la vitesse d'entrée de façon aussi soudaine qu'a augmenté la vitesse de sortie.

[0016] Une fois la traction d'appel passée, et donc une fois la vitesse de sortie redescendue à une valeur moindre, le compensateur peut avantageusement reconstituer progressivement la réserve de fil en poussant le fil entrant vers la boucle à une vitesse d'entrée choisie qui est supérieure à la vitesse de sortie, mais qui reste suffisamment modérée pour être compatible,

par exemple, avec le déroulage du fil depuis une bobine placée en amont du système d'entraînement.

[0017] En outre, le compensateur selon l'invention présente avantageusement une structure particulièrement simple et compacte, notamment du fait qu'il est dépourvu de renvoi par
5 poulies ou de pantin.

[0018] D'autres objets, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus en détail à la lecture de la description qui suit, ainsi qu'à l'aide des dessins annexés, fournis à titre purement illustratif et non limitatif, parmi lesquels :

[0019] La figure 1 illustre, selon une vue schématique de face, le principe de
10 fonctionnement d'un dispositif d'alimentation comprenant un compensateur selon l'invention, qui permet à la boucle de fil de passer alternativement d'une configuration large, représentée en trait plein, à une configuration réduite, resserrée sur elle-même, représentée en trait pointillé.

[0020] La figure 2 illustre, selon une vue d'ensemble en perspective, le compensateur de
15 la figure 1.

[0021] La figure 3 illustre, selon une vue d'ensemble en perspective, le compensateur de la figure 2 côté face, dont l'un des flasques forme une porte qui se trouve en position ouverte pour donner à un opérateur l'accès à l'espace de débattement et à la boucle de fil.

[0022] La figure 4 illustre, selon une vue d'ensemble en perspective, le compensateur des
20 figures 2 et 3, côté dos.

[0023] La figure 5 illustre, selon une vue écorchée en perspective, le compensateur de la figure 4 au sein duquel un flasque a été retiré pour faire apparaître l'espace de débattement.

[0024] La présente invention concerne un dispositif d'alimentation 1 destiné à acheminer vers un appareil 2, tel qu'une imprimante tridimensionnelle, un matériau qui se présente sous
25 forme d'un fil 3.

[0025] De préférence, ledit matériau est un polymère thermoplastique, qui est préférentiellement destiné à être fondu au sein dudit appareil 2.

[0026] Ledit matériau pourra être choisi par exemple parmi : ABS (Acrylonitrile Butadiène Styrene), ASA (Acrylonitrile Styrene Acrylate), PLA (acide polylactique), BVOH (copolymère de butènediol et d'alcool vinylique), PA6/66 (polyamide), PETG (polyéthylène téréphtalate glycolisé), TPU (polyuréthane thermoplastique).

5 [0027] Ledit fil présente de préférence une section dont le diamètre compris entre 1,5 mm et 4 mm, plus préférentiellement entre 2 mm et 3 mm, par exemple égal à 2,85 mm.

[0028] Le dispositif d'alimentation 1 est pourvu d'un compensateur 4 qui comporte :

- un guide d'entrée 5 qui permet au fil 3 de pénétrer dans le compensateur 4,
- un système d'entraînement 6 motorisé, qui est agencé pour propulser le fil 3 qui entre à
10 travers le guide d'entrée 5 selon une vitesse longitudinale V_{in} , dite « vitesse d'entrée » V_{in} , choisie,
- un guide de sortie 7 qui permet au fil 3 de sortir du compensateur 4, à destination de l'appareil 2, sous l'effet d'un effort de traction longitudinale T_{out} dit « traction d'appel » T_{out} qui est généré à la demande de l'appareil 2 et qui confère au fil 3 qui sort par le guide
15 de sortie 7 une vitesse longitudinale V_{out} , dite « vitesse de sortie » V_{out} .

[0029] Le système d'entraînement 6 sera de préférence intégré au compensateur 4, en amont du guide d'entrée 5 dans le sens d'introduction du fil 3.

[0030] Ledit système d'entraînement 6 comportera un moteur 8, de préférence un moteur 8 électrique, qui, de préférence, entraîne en rotation un galet moteur 9 contre lequel un
20 contre-galet 10 vient pincer le fil 3. Le galet moteur 9 peut de préférence, par souci de compacité, être monté directement sur l'arbre de sortie du moteur 8.

[0031] Par convention, les notions d'« amont » et d'« aval » s'entendront en considération du sens selon lequel le fil 3 se déplace longitudinalement, en fonctionnement normal du dispositif d'alimentation 1, c'est-à-dire en considération du sens, ici anti-horaire sur la figure
25 1, selon lequel le fil 3 entre par le guide d'entrée 5, puis rejoint le guide de sortie 7, puis sort par ledit guide de sortie 7.

[0032] De préférence, et tel que cela est représenté schématiquement sur la figure 1, le dispositif d'alimentation 1 comprend une bobine 40 qui est située en amont du système

d'entraînement 6 motorisé et sur laquelle est stocké le fil 3 destiné à pénétrer dans le compensateur 4.

[0033] De préférence, ladite bobine 40 est montée en libre rotation.

[0034] Grâce à ce système particulièrement simple, compact, et peu gourmand en énergie, c'est la traction exercée par le système d'entraînement 6 sur la portion de fil comprise entre la bobine 40, en amont, et le galet moteur 9, en aval, qui provoque la mise en rotation de la bobine 40, passive, et le déroulage du fil 3 depuis ladite bobine 40.

[0035] En outre, le stockage en bobine 40 contribuera avantageusement à conférer au fil 3 un certain cintre, c'est-à-dire une certaine courbure persistante au repos, qui sera mis à profit par le compensateur 4 pour former une boucle 13 de fil 3 conformément à l'invention.

[0036] Les guides d'entrée 5 et de sortie 7 permettront de fixer des points de passage obligé pour le fil 3, et se présenteront de préférence sous une forme allongée, par exemple sous forme de tubes ou de tranchées couvertes qui permettent de conférer au fil 3 qui les traverse une direction qui correspond sensiblement à la direction longitudinale du guide 5, 7 concerné.

[0037] Dans un exemple préférentiel d'application, la traction d'appel T_{out} sera générée par le déplacement, au sein de l'appareil 2, d'une pièce mobile, telle qu'une tête d'impression, qui tire directement à sa suite le fil 3 en provenance du compensateur 4.

[0038] Le compensateur 4 comporte en outre un réceptacle de guidage 11 qui délimite un espace évidé 12 dit « espace de débattement » 12 à l'intérieur duquel le fil 3 issu du guide d'entrée 5 forme une boucle 13 sur lui-même avant de ressortir par le guide de sortie 7, et ce de telle manière que la boucle 13 constitue une réserve de fil 3 et est apte à ajuster spontanément sa taille, tout en restant contenue à l'intérieur de l'espace de débattement 12, alternativement en se resserrant sur elle-même sous l'effet de la traction d'appel T_{out} afin de réduire son périmètre et ainsi libérer une partie de ladite réserve de fil à destination de l'appareil 2, lorsque la vitesse de sortie V_{out} résultant de ladite traction d'appel T_{out} excède la vitesse d'entrée V_{in} , et à l'inverse en s'élargissant afin d'accroître son périmètre et ainsi reconstituer au moins une partie de ladite réserve de fil lorsque le système d'entraînement 6 génère une vitesse d'entrée V_{in} qui excède la vitesse de sortie V_{out} et

crée donc au sein du fil 3 entrant qui précède la boucle 13 un effort de poussée longitudinal P_{in} , dit « poussée d’approvisionnement » P_{in} , qui force ledit fil 3 entrant à rejoindre la boucle 13 et à accroître le périmètre de la boucle 13.

[0039] Avantagement, le fil 3 choisi est d’une part suffisamment flexible, et avec un
5 minimum de cintre naturel avant d’entrer dans le compensateur 4, c’est-à-dire avec un minimum de courbure préexistante au repos, pour pouvoir former une boucle et être refermé sur lui-même, et d’autre part suffisamment rigide, et peu extensible ainsi que peu compressible longitudinalement, pour que le système d’entraînement puisse agrandir la boucle 13 en poussant le fil entrant vers la boucle 13, depuis un point situé hors de ladite
10 boucle 13, en amont de ladite boucle 13 dans le sens de déplacement longitudinal du fil 3.

[0040] A ce titre, le matériau constitutif du fil 3 est de préférence un polymère possédant une dureté supérieure ou égale à 60 Shore A. Le dispositif est alors destiné à acheminer vers l’appareil 2 un fil 3 constitué d’un tel matériau.

[0041] Ceci contribuera à conférer au fil 3 une certaine rigidité, et plus globalement la
15 nervosité qui lui permettra d’être configuré en boucle flottante au sein du compensateur 4.

[0042] Bien entendu, l’espace de débattement 12 est suffisamment dégagé pour permettre à la boucle 13 de modifier librement sa taille, et plus particulièrement de raccourcir puis d’allonger son périmètre, et de modifier la courbure du fil 3 à l’intérieur dudit périmètre, pour s’adapter quasi-instantanément aux différentiels prévisibles entre la vitesse de sortie
20 V_{out} et la vitesse d’entrée V_{in} , tout en conservant une trajectoire incurvée du fil 3 en forme de boucle.

[0043] En particulier, on notera que le compensateur 4 selon l’invention est avantagement dépourvu de poulie qui contraindrait le fil 3 à épouser la courbure de ladite poulie. Plus particulièrement, le fil 3 appartenant au périmètre de la boucle 13 ne comprend
25 aucune zone de contact avec une poulie qui serait située à l’intérieur du périmètre de la boucle 13 et dans laquelle zone de contact ledit fil 3 présenterait le même centre de rotation instantané que celui de ladite poulie. Ainsi, la boucle 13 n’épouse pas, n’est pas contrainte d’épouser, la courbure d’un quelconque élément situé à l’intérieur de ladite boucle 13.

[0044] On notera de surcroît que le fil 3 formant le périmètre de la boucle 13 ne contient de préférence pas de tronçon rectiligne, c'est-à-dire présente en tout point du périmètre de la boucle 13 une courbure qui dirige ledit fil 3 vers l'intérieur de la boucle 13.

[0045] Par convention et par commodité de description, on pourra associer au compensateur 4, et plus particulièrement au réceptacle de guidage 11, un repère comprenant un axe principal Z et un plan de référence P0 normal audit axe principal Z.

[0046] L'axe principal Z est tel que la boucle 13, quelle que soit sa taille, forme une spire de fil 3 qui s'enroule autour d'un axe central Z13 dit « axe de boucle » Z13 qui est parallèle audit axe principal Z, et dont le point d'intersection avec le plan de référence P0 se déplace en fonction d'une part de la position d'ensemble qu'occupe la boucle 13 au sein de l'espace de débattement 12 et d'autre part de la taille de ladite boucle 13 à l'instant considéré.

[0047] Par commodité de description, on pourra désigner comme « axiale » une direction parallèle à l'axe principal Z, et plus particulièrement parallèle à l'axe de boucle Z13 à l'instant considéré, et par radiale une direction perpendiculaire à l'axe considéré. Ainsi, l'accroissement, respectivement la diminution, du périmètre de la boucle 13 se traduira par un accroissement radial centrifuge, respectivement par une réduction radiale centripète, de la boucle par rapport à son axe de boucle Z13.

[0048] En pratique, la boucle 13 peut être assimilée à une boucle 13 plate, qui est contenue, ou sensiblement contenue, dans le plan de référence P0.

[0049] A ce titre, on notera que, de préférence, l'angle formé par le fil 3 constitutif de la boucle 13 par rapport au plan de référence P0, c'est-à-dire typiquement l'angle d'hélice de la spire de fil 3 qui forme la boucle 13, est, et reste lors des variations de taille de la boucle 13, inférieur ou égal à 10 degrés, plus préférentiellement inférieur ou égal à 5 degrés, voire égal ou inférieur à 2 degrés. Le réceptacle de guidage 11, et notamment le guide d'entrée 5 et le guide de sortie 7, seront de préférence agencés pour limiter l'inclinaison du fil 3 par rapport au plan de référence P0 dans la plage d'angle d'hélice susmentionnée, et ainsi maintenir la boucle 13 dans sa configuration sensiblement plate.

[0050] En projection dans le plan de référence P0, la boucle 13 forme au moins un tour complet sur elle-même, autour de l'axe de boucle Z13, c'est-à-dire que le fil 3 parcourt, en permanence, au moins 360 degrés au tour de l'axe de boucle Z13.

[0051] Ladite boucle 13 forme toutefois moins de deux tours complets, c'est-à-dire que le
5 fil parcourt moins de 720 degrés autour de l'axe de boucle Z13.

[0052] A titre préférentiel, la boucle 13 pourra former entre 1 tour et 1,5 tour, de préférence entre 1 tour et 1,25 tour, c'est-à-dire que le fil 3 parcourra entre 360 degrés et 540 degrés autour de l'axe de boucle Z13, de préférence entre 360 degrés et 450 degrés autour de l'axe de boucle Z13.

10 [0053] Une telle configuration permet avantageusement de conserver la forme de la boucle 13 et la capacité du fil 3 à s'enrouler et à se fermer sur lui-même pour former ladite boucle 13 en régime dynamique, quelles que soient les variations respectives de la vitesse de sortie V_{out} et de la vitesse d'entrée V_{in} .

[0054] Cette configuration pourra notamment être déterminée par le choix des positions et
15 des orientations respectives du guide de sortie 7 par rapport au guide d'entrée 5.

[0055] Le secteur dans lequel le fil 3 se croise lui-même, en projection dans le plan de référence P0, de sorte à fermer la boucle, et plus particulièrement le secteur dans lequel un tronçon de fil 3 entrant court le long d'un tronçon de fil 3 sortant et ferme ainsi la boucle 13, est dit « secteur de chevauchement » 14.

20 [0056] Le compensateur comporte par ailleurs un organe de retenue 15 qui est placé à l'intérieur du périmètre de la boucle 13, de manière à pouvoir limiter l'ampleur d'un déplacement d'ensemble de la boucle 13 au sein de l'espace de débattement 12, lorsque la boucle 13 subit une traction d'appel T_{out} , tout en autorisant la boucle 13 à adapter librement sa taille, et plus particulièrement à adapter librement son périmètre et à adapter élastiquement
25 la courbure du fil 3 le long de ce périmètre, à l'intérieur de l'espace de débattement 12, en réponse aux écarts entre la vitesse de sortie V_{out} et la vitesse d'entrée V_{in} .

[0057] Avantageusement, l'organe de retenue 15 permet notamment de maintenir la boucle 13, et plus particulièrement le point de sortie de boucle par lequel le fil 3 quitte la boucle 13 pour rejoindre le guide de sortie 7, dans une position, et plus globalement dans une plage

prédéfinie de positions possibles, par rapport au guide de sortie 7, qui permet d'empêcher un mauvais positionnement du fil 3, et plus particulièrement d'éviter que le fil 3 sortant ne forme une cassure angulaire entre le point de sortie de boucle et l'entrée du guide de sortie 7 et ne vienne frotter excessivement contre l'entrée du guide de sortie 7, et ce quelle que soit
5 par ailleurs l'intensité de la traction d'appel T_{out} .

[0058] Ainsi, l'organe de retenue 15 permet à la boucle 13 de conserver à tout moment sa capacité à libérer ou à accumuler du fil 3, sans s'écraser ni se coincer au sein du réceptacle de guidage 11, quelle que soit l'intensité ou la soudaineté de variation de la traction d'appel T_{out} .

10 **[0059]** Le compensateur 4 comporte également un système de régulation 20 qui commande, par exemple au moyen d'une unité de contrôle électronique, le système d'entraînement 6 et qui comporte au moins un organe de mesure 21 permettant d'évaluer la taille de la boucle 13 présente au sein de l'espace de débattement 12, de sorte que ledit système de régulation 20 puisse ajuster la vitesse d'entrée V_{in} choisie en fonction de la
15 taille de la boucle 13, telle qu'évaluée ici par l'organe de mesure 21.

[0060] Le système de régulation 20 est de préférence agencé de manière à faire converger la taille de la boucle 13 vers une taille nominale prédéterminée, qui correspond à une réserve de fil 3 nominale, laquelle est de préférence choisie égale à la réserve maximale de fil 3 que peut constituer le compensateur 4 et qui est représentée en trait plein sur la figure 1.

20 **[0061]** Le système de régulation 20 cherchera donc à établir un équilibre dynamique entre la vitesse d'entrée V_{in} , choisie, et la vitesse de sortie V_{out} , subie en fonction des besoins de l'appareil 2, afin de maintenir la réserve de fil 3 à sa valeur nominale, et à reconstituer ladite réserve après qu'une traction d'appel T_{out} soudaine et de forte intensité aura temporairement réduit cette réserve de fil 3.

25 **[0062]** Avantageusement, le compensateur 4 permet de dissocier, au moins temporairement, la consigne de vitesse d'entrée V_{in} , déterminée par le système de régulation 20, de la vitesse de sortie V_{out} instantanée générée par les besoins de l'appareil 2. On peut ainsi tolérer des variations transitoires rapides et intenses de la traction d'appel T_{out} et donc de la vitesse de sortie V_{out} qui en résulte, sans répercuter directement ces
30 variations sur la vitesse d'entrée V_{in} , mais au contraire en permettant au système de

régulation 20 d'effectuer un rattrapage progressif de la réserve de fil 3, en réalisant des variations douces de la vitesse d'entrée V_{in} , qui sollicitent de façon très lissée la bobine 40, sans créer de risque de casse du fil 3 ni d'emballement inertiel de ladite bobine 40, jusqu'à retrouver, une fois la taille nominale de la boucle 13 restaurée, et donc une fois la réserve de fil 3 reconstituée, un régime stabilisé selon lequel la vitesse d'entrée V_{in} est sensiblement égale à la vitesse de sortie V_{out} .

[0063] De préférence, l'organe de retenue 15 présente, en vis-à-vis de la face interne de la boucle 13, une surface de réception 15A incurvée contre laquelle le fil 3 de la boucle 13 vient en appui sous l'effet de la traction d'appel T_{out} , au moins lorsque la vitesse de sortie V_{out} résultant de ladite traction d'appel T_{out} excède la vitesse d'entrée V_{in} .

[0064] On notera qu'il n'est pas exclu que, en régime stabilisé, lorsque la boucle 13 présente sa taille nominale et que la vitesse d'entrée V_{in} est égale à la vitesse de sortie V_{out} , la boucle 13 puisse, selon la configuration du compensateur 4, ne pas appuyer, ou à tout le moins ne pas appuyer en permanence, contre l'organe de retenue 15 mais flotter librement dans l'espace de débattement 12 à proximité dudit organe de retenue 15, et que la boucle 13 vienne au contact de la surface de réception 15A temporairement, par effet d'inertie, lorsqu'un appel soudain de fil 3 fait que la vitesse de sortie V_{out} augmente brusquement et dépasse la vitesse d'entrée V_{in} .

[0065] A ce titre, lorsque l'appareil 2 est en fonctionnement, et plus particulièrement lorsqu'une opération d'impression tridimensionnelle est en cours, l'appareil 2 déclenchera de fréquents appels de fil, de sorte que la boucle 13 viendra fréquemment en contact avec l'organe de retenue 15.

[0066] Avantageusement, la courbure de la surface de réception 15A de l'organe de retenue 15 est de même signe que la courbure du fil 3 qui vient en appui contre ladite surface de réception 15A, mais présente un rayon de courbure qui est strictement inférieur au rayon de courbure du fil 3 qui vient en appui contre ladite surface de réception 15A.

[0067] Plus préférentiellement, en considérant la boucle 13 et l'organe de retenue 15 en projection dans le plan de référence P_0 , normal à l'axe de boucle Z_{13} , les courbures respectives du fil 3 d'une part et de la surface de réception 15A de l'organe de retenue 15 d'autre part seront telles que, en tout point de contact entre le fil 3 et l'organe de retenue 15,

ici donc en tout point de contact entre le fil 3 et la surface de réception 15A dudit organe de retenue 15, le cercle osculateur du fil 3 est plus grand, c'est-à-dire de plus grand diamètre, que le cercle osculateur de la surface de réception 15A.

[0068] La rigidité du fil 3 permet en effet avantageusement audit fil 3 de tangenter
5 sensiblement la surface de réception 15A de l'organe de retenue 15 sans devoir en épouser exactement la courbure, ce qui facilite le glissement relatif du fil 3 sur la surface de réception 15A qui permet entre autres l'adaptation dynamique de la taille de la boucle 13.

[0069] De préférence, le secteur de chevauchement 14, dans lequel un tronçon de fil 3 entrant court le long d'un tronçon de fil 3 sortant pour fermer la boucle 13, est entre la surface
10 de réception 15A de l'organe de retenue 15 et la piste de guidage 34. Cette disposition permet de laisser subsister un grand espace libre pour permettre au sommet 17 de la boucle 13, qui est situé à l'opposé du secteur de chevauchement 14, de se déplacer radialement et donc pour permettre à la boucle 13 de se resserrer sur elle-même. L'organe de retenue 15 permet de
15 maintenir en permanence le secteur de chevauchement 14 dans une position dans laquelle le fil 3 parvient à la boucle 13 depuis le guide d'entrée 15 puis ressort de ladite boucle 13 pour gagner le guide de sortie 7 en étant quasiment tangent à la boucle 13, ce qui favorise le mouvement d'avance longitudinal fluide du fil 3, sans formation d'angles qui pourraient freiner ou endommager le fil 3. Un mauvais positionnement du fil 3 est évité, et plus particulièrement, il est évité que le fil 3 sortant ne forme une cassure angulaire entre la boucle
20 13 et le guide d'entrée 5 ou le guide de sortie 7.

[0070] De préférence, l'organe de retenue 15 est formé par un pion cylindrique ou un rouleau, d'un diamètre qui est préférentiellement compris entre 10 mm et 15 mm. La petite
25 taille de l'organe de retenue 15 permet de laisser un important espace libre au sein de l'espace de débattement 12, et notamment entre l'organe de retenue 15 et le sommet 17 de la boucle 13 qui est situé à l'opposé du secteur de chevauchement 14, de manière à autoriser d'importantes variations de taille de la boucle 13, et notamment une importante réduction de la taille de la boucle 13 par rapport à sa taille nominale, puisque l'organe de retenue 15 n'entrave pas le resserrément de la boucle 13 sur elle-même.

[0071] La forme cylindrique de l'organe de retenue 15, et plus préférentiellement
30 l'utilisation d'un rouleau, ici dont l'axe est normal au plan de référence P0 et donc parallèle

à l'axe de boucle Z13 à chaque instant, permet de mettre en œuvre un organe de retenue 15 simple et compact, et facilite de surcroît le mouvement longitudinal du fil 3 de l'amont vers l'aval, et notamment le transfert du fil 3 de la boucle 13 au guide de sortie 7 sous l'effet de la traction d'appel T_{out}, en opposant très peu de résistance à l'avance du fil 3.

5 [0072] De préférence, tel que cela est notamment visible sur les figures 1, 4 et 5, l'organe de mesure 21 du système de régulation 20 comprend un bras suiveur 22 basculant qui est pourvu d'un passage de fil 23, par exemple formé par une paire de rouleaux 24, passage de fil 23 à travers lequel passe une portion de la boucle 13, de sorte qu'une variation de la taille de la boucle 13 entraîne un déplacement du bras suiveur 22 basculant, lequel déplacement
10 est mesuré par un capteur 25, tel qu'une fourche optique.

[0073] Les rouleaux 24 portés par le bras suiveur 22 et formant le passage de fil 23 pourront présenter un diamètre compris entre 10 mm et 15 mm.

[0074] De préférence, le bras suiveur 22 bascule autour d'un axe horizontal, de sorte à être naturellement rappelé vers le bas par la gravité lorsqu'il accompagne une expansion de la
15 boucle 13, et inversement, pour être soulevé par un rétrécissement de la boucle 13.

[0075] On pourra bien entendu utiliser tout capteur 25 approprié pour détecter et quantifier les mouvements du bras suiveur 22. Une fourche optique présente cependant l'avantage de la simplicité, de la compacité, et d'un temps de réponse court. Le bras suiveur 22 est alors disposé de manière à ce qu'une portion dudit bras suiveur 22 traverse l'entrefer délimité par
20 les deux branches de la fourche, afin de couper le faisceau optique, lorsque la boucle 13 présente sa taille nominale, ici sa taille maximale, et pour sortir de l'entrefer de la fourche optique lorsque la boucle 13 rétrécit en se resserrant sur elle-même.

[0076] L'axe de basculement du bras suiveur 22, de même que les axes centraux des rouleaux 24 formant le passage de fil 23 seront avantageusement normaux au plan de
25 référence P0, et donc parallèles entre eux et parallèles à l'axe de boucle Z13.

[0077] On notera que le passage de fil 23 matérialisé par les rouleaux 24 portés par le bras suiveur 22 forme ainsi un point mobile que la boucle 13 va, lorsqu'elle modifie sa taille, déplacer par rapport au point fixe que forme l'organe de retenue 15.

[0078] De préférence, le passage de fil 23 du bras suiveur 22 coopérera avec le fil 3 de la boucle 13 sensiblement vers le sommet 17 de la boucle, dans un secteur du périmètre de la boucle 13 qui est situé sensiblement à l'opposé diamétralement du secteur de chevauchement 14, et donc sensiblement à l'opposé diamétralement de l'organe de retenue 15. Ceci permettra notamment une bonne sensibilité de la détection, puisque le tronçon de boucle 13 qui est situé dans le secteur du sommet 17 est celui qui effectue le déplacement radial le plus ample lorsque la boucle 13 se resserre, et respectivement lorsque la boucle 13 s'étend.

[0079] De préférence, le réceptacle de guidage 11 comprend un premier flasque 30 et un second flasque 31, de préférence plans, qui bordent latéralement l'espace de débattement 12 afin de contenir la boucle 13 sensiblement à plat entre lesdits premier flasque 30 et second flasque 31.

[0080] Lesdits premier flasque 30 et second flasque 31 sont de préférence parallèles entre eux et parallèles au plan de référence P0, et donc normaux à l'axe de boucle Z13.

[0081] De préférence, tel que cela est visible sur la figure 3, le premier flasque 30 forme une porte qui est montée sur une charnière 32 de sorte à pouvoir adopter alternativement une position ouverte, qui donne accès à l'espace de débattement 12 situé à l'intérieur du réceptacle de guidage 11 et au fil 3 ainsi qu'à la boucle 13, notamment pour permettre à un opérateur de mettre en place le fil 3, au sein de l'espace de débattement 12, en récupérant le fil 3 qui émerge par le guide d'entrée 5 et en faisant décrire au fil 3 une boucle 13 avant d'engager le fil 3 dans le guide de sortie 7, et une position fermée dans laquelle la surface plane, de préférence pleine, de ladite porte assure le guidage latéral de la boucle 13, en empêchant le fil 3 de s'éloigner axialement au-delà de la limite formée par ladite porte.

[0082] De préférence, tel que cela est visible sur les figures 2, 3 et 4, le second flasque 31 est quant à lui pourvu d'une fente 33 en arc de cercle qui permet aux rouleaux 24 formant le passage de fil 23 du bras suiveur 22 de pénétrer à l'intérieur de l'espace de débattement 12 délimité axialement par les premier et second flasques 30, 31, tandis que ledit bras suiveur 22 se situe et exécute ses mouvements basculants à l'extérieur dudit espace de débattement 12, au dos du second flasque 31, de sorte que ledit bras suiveur 22 ne risque pas d'interférer avec les mouvements radiaux de resserrement puis d'expansion de la boucle 13.

[0083] Le premier flasque 30 peut lui aussi être pourvu d'une fente 33' analogue, qui permet aux rouleaux 24 formant le passage de fil 23 de traverser ledit premier flasque 30 et de ressortir à l'extérieur de l'espace de débattement 12, de sorte que le fil 3 est captif du passage de fil 3 ainsi fermé, entre les deux rouleaux 24 d'une part, et entre le premier flasque 5 30 et le second flasque 31 d'autre part.

[0084] Par ailleurs, le premier flasque 30 et/ou le second flasque 31 sera de préférence réalisé dans un matériau transparent, de sorte à permettre à un opérateur de surveiller le comportement du fil 3, et de la boucle 13, à l'intérieur du réceptacle de guidage 11, au sein de l'espace de débattement 12.

10 **[0085]** De préférence, la distance d'écartement W12 entre le premier flasque 30 et le second flasque 31, considérée ici bien sûr en configuration de travail, c'est-à-dire lorsque la porte formant le premier flasque 30 se trouve en position fermée, laquelle distance d'écartement W12 correspond ici à la largeur axiale W12 de l'espace de débattement 12, est comprise entre 2,1 fois et 6 fois le diamètre D3 de la section du fil.

15 **[0086]** De préférence, de façon absolue ou bien en complément des proportions indiquées ci-dessus, la distance d'écartement W12 entre le premier flasque 30 et le second flasque 31 est comprise entre 6 mm et 20 mm, notamment lorsque le diamètre D3 de la section du fil 3 est compris entre 1,5 mm et 4 mm, de préférence entre 2 mm et 3 mm, comme indiqué plus haut.

20 **[0087]** Avantagement, ceci permet de maintenir la boucle 13 sensiblement à plat, tout en laissant subsister un jeu axial qui est suffisant pour permettre à deux brins de fil 3, ici le brin entrant qui entre par le guide d'entrée 5 et arrive à la boucle 13 et le brin sortant qui quitte la boucle 13 pour rejoindre le guide de sortie 7, de se croiser en se superposant axialement, dans le secteur de chevauchement 14, et de glisser l'un par rapport à l'autre au 25 gré de l'avance longitudinale du fil 3, consommé par l'appareil 2, et des variations de taille de la boucle 13, sans friction excessive, ni échauffement excessif, ni abrasion.

[0088] De préférence, le réceptacle de guidage 11 comprend une piste de guidage 34, de préférence de forme cylindrique de base circulaire, qui délimite l'espace de débattement 12 afin de contenir l'expansion radiale centrifuge de la boucle 13 dans la limite d'un diamètre 30 maximal D34 autorisé, tel que défini par ladite piste de guidage 34.

[0089] En pratique, le diamètre maximal, radialement externe, de la boucle 13 pourra ainsi être égal au diamètre D34 de la piste de guidage 34.

[0090] L'axe central Z34 de la piste de guidage 34 est de préférence confondu, par convention, avec l'axe principal Z, et donc normal au plan de référence P0, et par conséquent
5 parallèle à l'axe de boucle Z13 et normal aux premier et second flasques 30, 31.

[0091] De même, les génératrices de ladite piste de guidage 34 seront donc parallèles à l'axe de boucle Z13 et normales aux premier et second flasques 30, 31.

[0092] Une telle piste de guidage 34 circulaire, outre qu'elle protège la boucle 13 des perturbations extérieures et permet de limiter la taille de ladite boucle 13 en de conserver
10 ladite boucle 13 de façon maîtrisée dans un espace prédéfini, offre avantageusement un guidage incurvé qui favorise la prise de courbure par le fil 3 qui entre dans l'espace de débattement 12 par le guide d'entrée 5, et donc le maintien dudit fil 3 sous forme d'une boucle 13.

[0093] De préférence, le diamètre D34 de la piste de guidage 34 est compris entre 200 mm
15 et 600 mm, de préférence entre 250 mm et 400 mm, par exemple égal à 300 mm.

[0094] De telles dimensions permettent notamment de constituer une réserve de fil 3 suffisante au sein de la boucle 13 pour couvrir des appels soudains d'une longueur de fil 3 comprise entre 300 mm et 900 mm, par exemple entre 350 mm et 500 mm.

[0095] En première approximation, on pourra considérer que la réserve de fil 3 mobilisable
20 pour un appel soudain représente environ la moitié du périmètre de la boucle 13 maximale.

[0096] A titre d'exemple indicatif, on pourra avoir une boucle 13 qui présente un diamètre maximal de 270 mm, correspondant à une réserve pleine, et qui peut sans dommage rétrécir pour atteindre un diamètre minimal de 120 mm, correspondant à une réserve épuisée, de sorte que la longueur de fil libérée sera de $471 \text{ mm} = \text{Pi} \times (270 \text{ mm} - 120 \text{ mm})$.

[0097] Selon un agencement préféré particulièrement simple, la piste de guidage 34 forme
25 une entretoise qui relie le premier flasque 30 au second flasque 31, et qui maintient entre lesdits premier flasque 30 et second flasque 31, parallèles entre eux, une distance d'écartement W12 qui est égale à la largeur W34 de ladite piste de guidage 34.

[0098] La largeur W34 de la piste de guidage 34 sera ainsi adaptée, comme expliqué plus haut, pour offrir suffisamment d'espace axialement, transversalement à la direction d'avance longitudinale du fil 3, pour permettre au fil 3 de cheminer et de se superposer axialement sur lui-même dans le secteur de chevauchement 14, en se répartissant le long de l'axe de boucle
5 Z13, sans risque d'échauffement, de blocage ou d'abrasion.

[0099] De préférence, la piste de guidage 34 pourra former la portion évidée interne d'un bâti 35, de préférence métallique, qui sert de support à différents organes du compensateur, parmi lesquels : le système d'entraînement 6, et plus particulièrement le moteur 8, le galet moteur 9 et le contre-galet 10, le premier flasque 30 qui s'articule ici sur ledit bâti 35 au
10 moyen de la charnière 32, le second flasque 31, ici fixé en position invariante sur le bâti 35, par exemple au moyen de vis, et le bras suiveur 22 basculant qui s'articule en pivot sur ledit bâti 35.

[00100] On notera que la piste de guidage 34 comprend de préférence une encoche 36 qui permet à l'un des rouleaux 24 du passage de fil 23 du bras suiveur 22 de s'escamoter
15 radialement au-delà de la surface de la piste de guidage 34 de sorte que le fil 3 passe naturellement à travers le passage de fil 23, entre les deux rouleaux 24, lorsque ledit fil chemine au contact de la piste de guidage 34, et donc ici forme la boucle 13 de plus grande taille qui correspond à la réserve nominale, et maximale, de fil 3.

[00101] Le guide d'entrée 5 et le guide de sortie 7 sont de préférence formés par des rainures
20 creusées depuis une face du bâti 35 qui est ensuite recouverte par l'un des premier et second flasques 30, 31 de sorte que les guides 5, 7 présentent chacun une section fermée autour du fil 3.

[00102] En projection dans le plan de référence P0 normal à l'axe central Z34 de la piste de guidage 34, le guide d'entrée 5 débouche sur ladite piste de guidage 34 en un premier point
25 M5, situé à un premier azimuth autour de l'axe central Z34 de la piste de guidage 34, tandis que le guide de sortie 7 quitte définitivement la piste de guidage 34 en un second point M7, situé à un second azimuth distinct du premier azimuth. De préférence, la surface de réception 15A, et plus préférentiellement la totalité de l'organe de retenue 15, est comprise dans le segment circulaire défini par la piste de guidage 34 entre ce premier point M5 et ce second
30 point M7, c'est-à-dire dans le domaine qui correspond à la portion de disque qui est délimitée

d'une part par la corde d'arc qui correspond au segment de droite qui relie le premier point M5 au second point M7 et d'autre part par l'arc de cercle qui correspond à la portion de la piste de guidage 34 qui s'étend depuis le premier point M5 jusqu'au second point M7.

[00103] Ainsi, non seulement l'organe de retenue 15 laissera subsister un grand espace libre pour permettre au sommet 17 de la boucle 13 de se déplacer radialement et donc pour permettre à la boucle 13 de se resserrer sur elle-même, mais en outre ledit organe de retenue 15 permettra de maintenir en permanence le secteur de chevauchement 14 dans une position dans laquelle le fil 3 parvient à la boucle 13 depuis le guide d'entrée 15 puis ressort de ladite boucle 13 pour gagner le guide de sortie 7 en étant quasiment tangent à la boucle 13, ce qui favorise le mouvement d'avance longitudinal fluide du fil 3, sans formation d'angles qui pourraient freiner ou endommager le fil 3.

[00104] De préférence, l'organe de retenue 15 sera situé dans un secteur angulaire S15, considéré en azimut autour de l'axe central Z34 de la piste de guidage 34, qui est situé entre le premier point M5 et le second point M7, et plus préférentiellement sensiblement à égale distance du premier point M5 et du second point M7, par exemple centré sur la bissectrice de l'angle formé, dans le plan de référence P0, par les demi-droites issues perpendiculairement de l'axe central Z34 et passant respectivement par le premier point M5 et le second point M7.

[00105] Plus globalement, considérant que le guide d'entrée 5 débouche sur la piste de guidage 34 par une embouchure d'entrée 5A et le guide de sortie 7 s'ouvre sur la piste de guidage 34 par une embouchure de sortie 7A, alors l'organe de retenue 15 est de préférence contenu dans un secteur angulaire S15, considéré en azimut autour de l'axe central Z34 de la piste de guidage 34, qui est compris entre l'embouchure d'entrée 5A, en amont, et l'embouchure de sortie 7A, en aval.

[00106] Préférentiellement, l'organe de retenue 15 sera contenu à l'intérieur d'un secteur angulaire S15, considéré autour de l'axe central Z34 de la piste de guidage 34, dans le plan de référence P0, ici plus particulièrement le secteur angulaire S15 susmentionné compris entre l'embouchure d'entrée 5A et l'embouchure de sortie 7A, qui s'étend sur moins de 30 degrés, préférentiellement sur moins de 20 degrés, plus préférentiellement sur moins de 10 degrés, par exemple sur 5 degrés.

[00107] Le faible encombrement angulaire de l'organe de retenue 15 optimisera, ici encore, la capacité de la boucle 13 à se resserrer pour libérer une réserve de fil 3.

[00108] De préférence, l'organe de retenue 15, et plus particulièrement sa surface de réception 15A, sera contenu radialement à l'intérieur d'une couronne fictive qui est centrée sur l'axe central Z34 de la piste de guidage 34 et dont :

- le rayon interne représente entre 60 % et 85 % du rayon de la piste de guidage 34, de sorte que l'on conserve un large espace central totalement dégagé pour permettre le resserrement de la boucle 13,
- et le rayon externe, strictement supérieur au rayon interne, représente entre 70 % et 97 % du rayon de la piste de guidage 34, de telle sorte que l'organe de retenue 15 sera suffisamment éloigné de la piste de guidage 34 pour permettre au fil 3 de cheminer librement entre la surface de réception 15A et la piste de guidage 34, sans que le mouvement longitudinal du fil 3 soit gêné, tout en étant suffisamment proche de la piste de guidage 34 pour agir rapidement sur la boucle 13 afin de limiter le déplacement d'ensemble de la boucle 13 en cas de traction d'appel T_{out} soudaine et intense, et notamment pour garantir qu'à tout moment le secteur de chevauchement 14 reste correctement positionné vis-à-vis des guides d'entrée 5 et de sortie 7 pour que le mouvement d'avance longitudinal du fil 3 reste fluide.

[00109] A titre indicatif, on pourra positionner l'organe de retenue 15 par rapport à la piste de guidage 34 de telle sorte que, considérée dans le plan de référence P0, la plus petite distance séparant l'organe de retenue 15, et plus particulièrement sa surface de réception 15A, de la surface de la piste de guidage 34, et qui offre donc un passage au fil 3 et plus particulièrement au secteur de chevauchement 14, est égale ou supérieure à 4 fois le diamètre D3 de la section du fil 3.

[00110] De préférence, le guide d'entrée 5 débouche sur la piste de guidage 34 à un premier azimut qui est situé en amont de l'azimut auquel se trouve l'organe de retenue 15 dans le sens d'arrivée du fil 3, et selon une première direction L5, dite « direction d'entrée » L5, qui est tangente à ladite piste de guidage 34, tandis que le guide de sortie 7 quitte la piste de guidage 34 à un azimut qui se trouve en aval de l'azimut auquel se trouve l'organe de retenue 15, et selon une seconde direction L7, dite « direction de sortie » L7, qui est tangente à la piste de guidage 34.

[00111] Ici encore, cet agencement, considéré dans le plan de référence P0, normal à l'axe central Z34 de la piste de guidage 34, favorise le mouvement d'avance longitudinal du fil 3, tant pour entrer dans la boucle 13 que pour sortir de la boucle 13, et permet au fil 3 de réaliser un tour complet sur lui-même, pour former la boucle 13, et de se croiser sur lui-même dans un secteur de chevauchement 14 qui se situe au voisinage de, et de préférence en appui contre, l'organe de retenue 15.

[00112] De préférence, le guide de sortie 7 quitte le réceptacle de guidage 11 selon une direction L7 dite « direction de sortie » L7 qui dévie de la direction L5 dite « direction d'entrée » L5, selon laquelle le guide d'entrée 5 débouche sur le réceptacle de guidage 11, d'un angle A_{5_7} dit « angle de déviation » A_{5_7} qui est compris entre zéro degré et 180 degrés, par exemple égal à 90 degrés.

[00113] L'angle de déviation A_{5_7} pourra être choisi en fonction de l'implantation du compensateur 4 par rapport à la bobine 40 et à l'appareil 2. Un angle de déviation de zéro degré correspondra à un guide de sortie 7 placé dans l'alignement du guide d'entrée 5, de sorte que le fil 3 forme exactement un tour sur lui-même. Un angle de déviation de 180 degrés signifiera que le fil 3 ressort du compensateur 4 dans une direction parallèle mais de sens opposé à la direction selon laquelle il est entré, c'est-à-dire forme 1,5 tour sur lui-même et emprunte un guide de sortie 7 qui est diamétralement opposé au guide d'entrée 5. Un angle de déviation A_{5_7} de 90 degrés indique que le fil réalise 1,25 tour et est renvoyé en sortie du compensateur 4 à angle droit par rapport à sa direction d'entrée, tel que cela est illustré sur les figures 1, 2, 3 et 5.

[00114] Ces valeurs, considérées dans le plan de référence P0, permettent avantageusement de créer et d'entretenir aisément une boucle 13 de fil qui couvre au moins un tour mais moins de deux tours, typiquement entre 1,1 tour et 1,5 tours, par exemple 1,25 tour comme indiqué plus haut.

[00115] Bien entendu, l'invention concerne également en tant que tel tout appareil 2 pourvu d'un dispositif d'alimentation 1 selon l'invention.

[00116] En particulier, l'invention concerne une imprimante tridimensionnelle qui est équipée d'un dispositif d'alimentation 1 selon l'invention pour assurer l'alimentation de ladite imprimante en un matériau thermoplastique se présentant sous forme d'un fil 3.

[00117] Comme indiqué en préambule, ladite imprimante sera de préférence une imprimante de type « FDM » et comprendra une buse chauffante 50 permettant de faire fondre le fil 3 afin de déposer le matériau en couches successives sur un support, tel qu'un plateau.

- 5 [00118] Ladite buse chauffante 50 pourra appartenir à une tête d'impression montée mobile par rapport au support, sous le contrôle d'un système de positionnement motorisé. De façon connue en soi, ladite tête d'impression embarquera de préférence un redresseur à poulies permettant de réduire voire supprimer la courbure du fil 3, suivi d'un entraîneur à rouleaux dentés qui tracte le fil 3 issu du compensateur 4 pour le forcer à passer à travers la buse
- 10 chauffante 50, à la vitesse requise par le dépôt de matériau fondu.

[00119] Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux seules variantes de réalisation décrites dans ce qui précède, l'homme du métier étant notamment à même d'isoler ou de combiner librement entre elles les caractéristiques susmentionnées ou de leur substituer des équivalents.

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'alimentation (1) destiné à acheminer vers un appareil (2), tel qu'une imprimante tridimensionnelle, un matériau qui se présente sous forme d'un fil (3), ledit
- 5 dispositif d'alimentation étant caractérisé en ce qu'il est pourvu d'un compensateur (4) qui comporte :
- un guide d'entrée (5) qui permet au fil (3) de pénétrer dans le compensateur (4),
 - un système d'entraînement (6) motorisé, qui est agencé pour propulser le fil (3) qui entre à travers le guide d'entrée (5) selon une vitesse longitudinale, dite « vitesse d'entrée » V_{in} ,
 - 10 choisie,
 - un guide de sortie (7) qui permet au fil de sortir du compensateur (4), à destination de l'appareil (2), sous l'effet d'un effort de traction longitudinale dit « traction d'appel » (T_{out}) qui est généré à la demande de l'appareil (2) et qui confère au fil (3) qui sort par le guide de sortie (7) une vitesse longitudinale dite « vitesse de sortie » (V_{out}),
 - 15 - un réceptacle de guidage (11) qui délimite un espace évidé dit « espace de débattement » (12) à l'intérieur duquel le fil (3) issu du guide d'entrée (5) forme une boucle (13) sur lui-même avant de ressortir par le guide de sortie (7), de telle manière que la boucle (13) constitue une réserve de fil (3) et est apte à ajuster spontanément sa taille, tout en restant contenue à l'intérieur de l'espace de débattement (12), alternativement en se resserrant sur
 - 20 elle-même sous l'effet de la traction d'appel (T_{out}) afin de réduire son périmètre et ainsi libérer une partie de ladite réserve de fil à destination de l'appareil (2), lorsque la vitesse de sortie (V_{out}) résultant de ladite traction d'appel (T_{out}) excède la vitesse d'entrée (V_{in}), et à l'inverse en s'élargissant afin d'accroître son périmètre et ainsi reconstituer au moins une partie de ladite réserve de fil (3) lorsque le système d'entraînement (6) génère une vitesse
 - 25 d'entrée (V_{in}) qui excède la vitesse de sortie (V_{out}) et crée donc au sein du fil (3) entrant qui précède la boucle (13) un effort de poussée longitudinal, dit « poussée d'approvisionnement » (P_{in}), qui force ledit fil (3) entrant à rejoindre la boucle (13) et à accroître le périmètre de la boucle (13),
 - un organe de retenue (15) qui est placé à l'intérieur du périmètre de la boucle (13), de
 - 30 manière à pouvoir limiter l'ampleur d'un déplacement d'ensemble de la boucle (13) au sein de l'espace de débattement (12), lorsque la boucle (13) subit une traction d'appel (T_{out}),

tout en autorisant la boucle (13) à adapter librement sa taille, à l'intérieur de l'espace de débattement (12), en réponse aux écarts entre la vitesse de sortie (V_{out}) et la vitesse d'entrée (V_{in}),

- un système de régulation (20) qui commande le système d'entraînement (6) et qui comporte
5 au moins un organe de mesure (21) permettant d'évaluer la taille de la boucle (13) présente au sein de l'espace de débattement (12), de sorte que ledit système de régulation (20) puisse ajuster la vitesse d'entrée (V_{in}) choisie en fonction de la taille de la boucle (13), caractérisé en ce que le réceptacle de guidage (11) comprend une piste de guidage (34) de forme cylindrique de base circulaire, qui délimite l'espace de débattement (12) afin de
10 contenir l'expansion radiale centrifuge de la boucle (13) dans la limite d'un diamètre (D_{34}) maximal autorisé, tel que défini par ladite piste de guidage (34).

2. Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'organe de retenue (15) présente, en vis-à-vis de la face interne de la boucle (13), une surface de réception (15A)
15 incurvée contre laquelle le fil (3) de la boucle (13) vient en appui sous l'effet de la traction d'appel (T_{out}), au moins lorsque la vitesse de sortie (V_{out}) résultant de ladite traction d'appel (T_{out}) excède la vitesse d'entrée (V_{in}), et en ce que la courbure de ladite surface de réception (15A) est de même signe que la courbure du fil (3) qui vient en appui contre ladite surface de réception (15A), mais présente un rayon de courbure qui est strictement
20 inférieur au rayon de courbure du fil (3) qui vient en appui contre ladite surface de réception (15A).

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que l'organe de retenue (15) est formé par un pion cylindrique ou un rouleau, d'un diamètre compris entre 10 mm et 15
25 mm.

4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que l'organe de mesure (21) du système de régulation (20) comprend un bras suiveur (22) basculant qui est
pourvu d'un passage de fil (23), par exemple formé par une paire de rouleaux (24), à travers
30 lequel passe une portion de la boucle (13), de sorte qu'une variation de la taille de la boucle

(13) entraîne un déplacement du bras suiveur (22) basculant, lequel déplacement est mesuré par un capteur (25), tel qu'une fourche optique.

5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que le réceptacle de guidage (11) comprend un premier flasque (30) et un second flasque (31), de préférence plans, qui bordent latéralement l'espace de débattement (12) afin de contenir la boucle (13) sensiblement à plat entre lesdits premier flasque (30) et second flasques (31).

6. Dispositif selon la revendication 5 caractérisé en ce que la distance d'écartement (W12) entre le premier flasque (30) et le second flasque (31) est comprise entre 2,1 fois et 6 fois le diamètre (D3) de la section du fil (3), et/ou entre 6 mm et 20 mm.

7. Dispositif selon l'une des revendications 5 ou 6 caractérisé en ce que la piste de guidage (34) forme une entretoise qui relie le premier flasque (30) au second flasque (31), et qui maintient entre lesdits premier flasque (30) et second flasque (31) une distance d'écartement (W12) égale à la largeur (W34) de ladite piste de guidage (34).

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'organe de retenue (15) présente, en vis-à-vis de la face interne de la boucle (13), une surface de réception (15A) incurvée contre laquelle le fil (3) de la boucle (13) vient en appui sous l'effet de la traction d'appel (T_{out}), au moins lorsque la vitesse de sortie (V_{out}) résultant de ladite traction d'appel (T_{out}) excède la vitesse d'entrée (V_{in}), et un secteur de chevauchement (14), dans lequel un tronçon de fil (3) entrant court le long d'un tronçon de fil (3) sortant pour fermer la boucle (13), est entre la surface de réception (15A) de l'organe de retenue (15) et la piste de guidage (34).

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le guide d'entrée (5) débouche sur la piste de guidage (34) à un premier azimuth autour de l'axe central (Z34) de la piste de guidage (34) qui est situé en amont de l'azimut auquel se trouve l'organe de retenue (15) dans le sens d'arrivée du fil (3), et le guide de sortie (7) quitte la piste de

guidage (34) à un azimut qui se trouve en aval de l'azimut auquel se trouve l'organe de retenue (15).

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le guide d'entrée (5) débouche
5 sur la piste de guidage (34) selon une première direction (L5), dite « direction d'entrée »
(L5), qui est tangente à ladite piste de guidage (34), et en ce que le guide de sortie (7) quitte
la piste de guidage (34) selon une seconde direction (L7), dite « direction de sortie » (L7),
qui est tangente à la piste de guidage (34).

10 11. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 10, caractérisé en ce que le guide d'entrée
(5) débouche sur la piste de guidage (34) par une embouchure d'entrée (5A) et le guide de
sortie (7) s'ouvre sur la piste de guidage (34) par une embouchure de sortie (7A), en ce que
l'organe de retenue (15) est contenu dans un secteur angulaire (S15), considéré en azimut
autour de l'axe central (Z34) de la piste de guidage (34), qui est compris entre l'embouchure
15 d'entrée (5A) et l'embouchure de sortie (7A), en ce que ledit secteur angulaire (S15) s'étend
sur moins de 30 degrés, préférentiellement sur moins de 20 degrés, plus préférentiellement
sur moins de 10 degrés, par exemple sur 5 degrés, et en ce que l'organe de retenue (15) est
contenu radialement à l'intérieur d'une couronne fictive qui est centrée sur l'axe central
(Z34) de la piste de guidage (34) et dont :

20 - le rayon interne représente entre 60 % et 85 % du rayon de la piste de guidage (34),
- et le rayon externe, strictement supérieur au rayon interne, représente entre 70 % et 97 %
du rayon de la piste de guidage (34).

12. Dispositif selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que le guide de
25 sortie (7) quitte le réceptacle de guidage (11) selon une direction (L7) dite « direction de
sortie » (L7) qui dévie de la direction (L5) dite « direction d'entrée » (L5), selon laquelle le
guide d'entrée (5) débouche sur le réceptacle de guidage (11), d'un angle dit « angle de
déviation » (A_5_7) qui est compris entre zéro degrés et 180 degrés, par exemple égal à 90
degrés.

- 27 -

13. Dispositif selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que le dispositif est destiné à acheminer vers l'appareil (2) un fil (3) dont le matériau constitutif est un polymère possédant une dureté supérieure ou égale à 60 Shore A.
- 5 14. Dispositif selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend une bobine (40) qui est située en amont du système d'entraînement (6) motorisé et montée en libre rotation, et sur laquelle est stocké le fil (3) destiné à pénétrer dans le compensateur (4).
- 10 15. Imprimante tridimensionnelle équipée d'un dispositif d'alimentation (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes pour assurer l'alimentation de ladite imprimante en un matériau thermoplastique se présentant sous forme d'un fil (3).

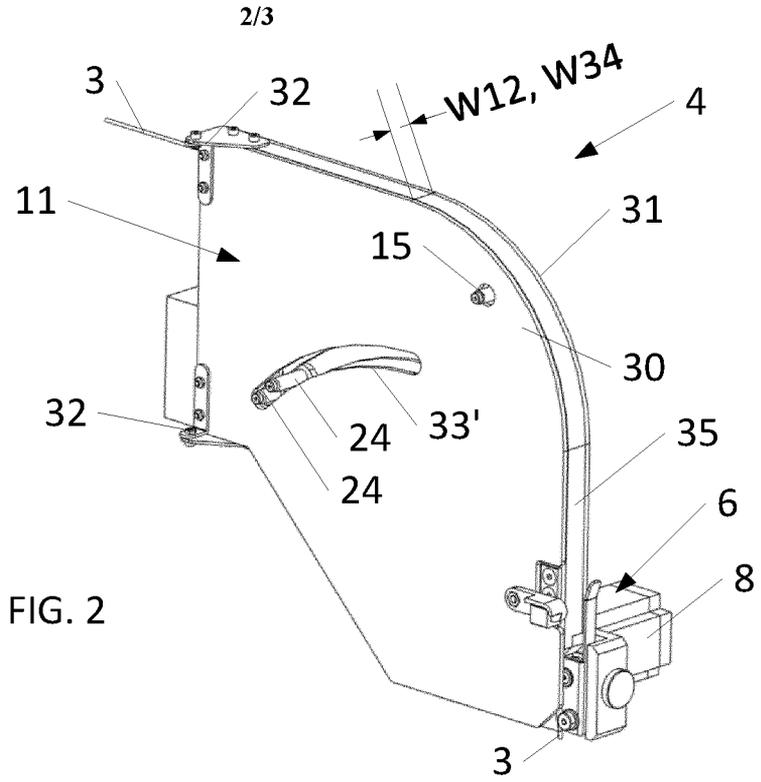


FIG. 2

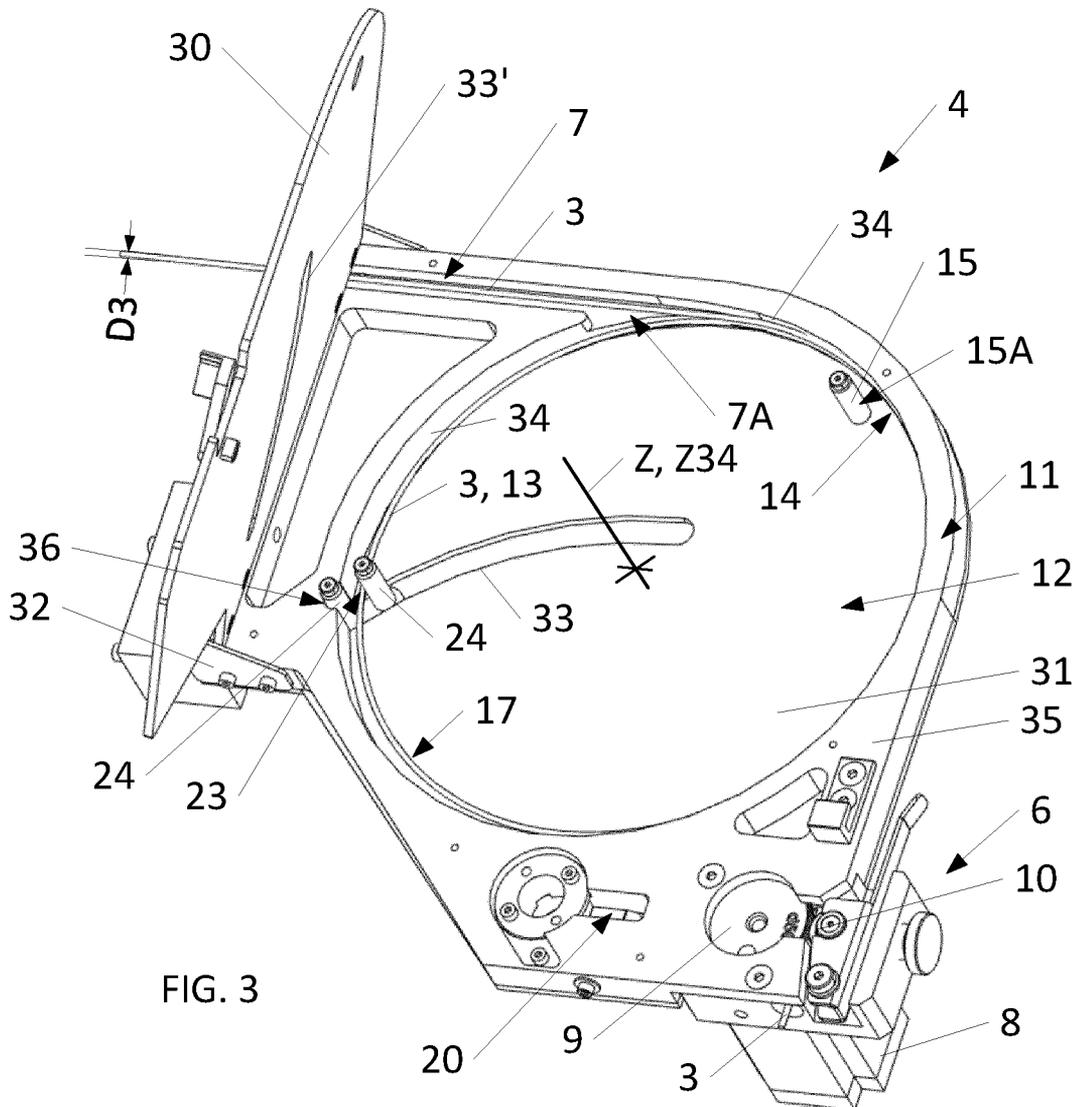


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/085542

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
|--|---|--|
| <i>B29C 64/343</i> (2017.01)i; <i>B29C 64/393</i> (2017.01)i; <i>B33Y 30/00</i> (2015.01)i; <i>B33Y 50/02</i> (2015.01)i; <i>B22F 10/85</i> (2021.01)i; <i>B22F 12/57</i> (2021.01)i; <i>B22F 12/90</i> (2021.01)i; <i>B23K 9/04</i> (2006.01)i; <i>B23K 9/12</i> (2006.01)i; <i>B29C 48/02</i> (2019.01)i | | |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED | | |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B29C; B33Y; C22C; B22F; B23K | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | US 2020002121 A1 (MANUEL STEVEN GEORGE [US] ET AL) 02 January 2020 (2020-01-02) | 1-3,5-10,12-15 |
| Y | figures 1, 2, 3A, 3B, 3A, 4B | 11 |
| A | claims 1, 5 paragraphs [0001], [0047], [0067], [0069] | 4 |
| Y | DE 4320405 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 22 December 1994 (1994-12-22) | 11 |
| A | figures 1, 2 claims 1-7, 13, 15, 17 column 2, lines 28-49 | 1-10,12-15 |
| A | EP 1410868 A2 (FRONIUS INT GMBH [AT]) 21 April 2004 (2004-04-21) figure 8 claims 1, 5, 6 paragraphs [0010], [0028], [0052] | 1-15 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family | | |
| Date of the actual completion of the international search 19 February 2024 | | Date of mailing of the international search report 01 March 2024 |
| Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the) Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016 | | Authorized officer Schmitt, Sebastian Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/085542

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|--|------------|----|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| US | 2020002121 | A1 | 02 January 2020 | NONE | |
| DE | 4320405 | A1 | 22 December 1994 | NONE | |
| EP | 1410868 | A2 | 21 April 2004 | AT 411032 B | 25 September 2003 |
| | | | | AT 411341 B | 29 December 2003 |
| | | | | AT E299775 T1 | 15 August 2005 |
| | | | | AT E446155 T1 | 15 November 2009 |
| | | | | AU 1644301 A | 04 June 2001 |
| | | | | DK 1253990 T3 | 14 November 2005 |
| | | | | EP 1253990 A1 | 06 November 2002 |
| | | | | EP 1410868 A2 | 21 April 2004 |
| | | | | ES 2333946 T3 | 03 March 2010 |
| | | | | US 6831251 B1 | 14 December 2004 |
| | | | | WO 0138034 A1 | 31 May 2001 |
| US | 2020139475 | A1 | 07 May 2020 | AU 2017294305 A1 | 24 January 2019 |
| | | | | CA 3029846 A1 | 11 January 2018 |
| | | | | CN 109689270 A | 26 April 2019 |
| | | | | DK 3481581 T3 | 03 May 2021 |
| | | | | EA 201990024 A1 | 31 July 2019 |
| | | | | EP 3481581 A1 | 15 May 2019 |
| | | | | ES 2869896 T3 | 26 October 2021 |
| | | | | JP 7048570 B2 | 05 April 2022 |
| | | | | JP 2019521857 A | 08 August 2019 |
| | | | | KR 20190038795 A | 09 April 2019 |
| | | | | SG 11201811248Q A | 30 January 2019 |
| | | | | US 2018009054 A1 | 11 January 2018 |
| | | | | US 2020139475 A1 | 07 May 2020 |
| | | | | WO 2018007028 A1 | 11 January 2018 |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2023/085542

| | | |
|--|--|--|
| A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE | | |
| INV. B29C64/343 | B29C64/393 | B33Y30/00 |
| B22F12/57 | B22F12/90 | B23K9/04 |
| B33Y50/02 | B22F10/85 | B23K9/12 |
| B29C48/02 | | |
| ADD. | | |
| Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB | | |
| B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE | | |
| Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B29C B33Y C22C B22F B23K | | |
| Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche | | |
| Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | |
| Catégorie* | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
| X | US 2020/002121 A1 (MANUEL STEVEN GEORGE [US] ET AL) 2 janvier 2020 (2020-01-02) | 1-3, 5-10, 12-15 |
| Y | figures 1, 2, 3A, 3B, 3A, 4B | 11 |
| A | revendications 1, 5 alinéas [0001], [0047], [0067], [0069] | 4 |
| Y | DE 43 20 405 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 22 décembre 1994 (1994-12-22) | 11 |
| A | figures 1, 2 revendications 1-7, 13, 15, 17 colonne 2, lignes 28-49 | 1-10, 12-15 |
| A | EP 1 410 868 A2 (FRONIUS INT GMBH [AT]) 21 avril 2004 (2004-04-21) figure 8 revendications 1, 5, 6 alinéas [0010], [0028], [0052] | 1-15 |
| | ----- -/-- | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents | <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe |
| * Catégories spéciales de documents cités: | | |
| "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent | "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention | |
| "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date | "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément | |
| "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) | "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier | |
| "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens | "&" document qui fait partie de la même famille de brevets | |
| "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée | | |
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale | |
| 19 février 2024 | 01/03/2024 | |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | Fonctionnaire autorisé Schmitt, Sebastian | |

| C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | |
|---|---|-------------------------------|
| Catégorie* | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
| A | <p>US 2020/139475 A1 (FORSETH TROND [NO] ET AL) 7 mai 2020 (2020-05-07) figures 2, 3, 5, 7 revendication 1 alinéas [0020], [0025] -----</p> | 1-15 |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2023/085542

| Document brevet cité au rapport de recherche | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|------------------------|---|------------------------------|
| US 2020002121 | A1 | 02-01-2020 | AUCUN |
| ----- | | | |
| DE 4320405 | A1 | 22-12-1994 | AUCUN |
| ----- | | | |
| EP 1410868 | A2 | 21-04-2004 | AT 411032 B 25-09-2003 |
| | | | AT 411341 B 29-12-2003 |
| | | | AT E299775 T1 15-08-2005 |
| | | | AT E446155 T1 15-11-2009 |
| | | | AU 1644301 A 04-06-2001 |
| | | | DK 1253990 T3 14-11-2005 |
| | | | EP 1253990 A1 06-11-2002 |
| | | | EP 1410868 A2 21-04-2004 |
| | | | ES 2333946 T3 03-03-2010 |
| | | | US 6831251 B1 14-12-2004 |
| | | | WO 0138034 A1 31-05-2001 |
| ----- | | | |
| US 2020139475 | A1 | 07-05-2020 | AU 2017294305 A1 24-01-2019 |
| | | | CA 3029846 A1 11-01-2018 |
| | | | CN 109689270 A 26-04-2019 |
| | | | DK 3481581 T3 03-05-2021 |
| | | | EA 201990024 A1 31-07-2019 |
| | | | EP 3481581 A1 15-05-2019 |
| | | | ES 2869896 T3 26-10-2021 |
| | | | JP 7048570 B2 05-04-2022 |
| | | | JP 2019521857 A 08-08-2019 |
| | | | KR 20190038795 A 09-04-2019 |
| | | | SG 11201811248Q A 30-01-2019 |
| | | | US 2018009054 A1 11-01-2018 |
| | | | US 2020139475 A1 07-05-2020 |
| | | | WO 2018007028 A1 11-01-2018 |
| ----- | | | |