

(19)



(11)

EP 2 522 759 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
22.04.2020 Bulletin 2020/17

(51) Int Cl.:
C23C 2/02 (2006.01) **C23C 2/06** (2006.01)
C23C 2/40 (2006.01) **C23C 2/00** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **12162168.4**

(22) Date de dépôt: **29.03.2012**

(54) INSTALLATION DE TRAÎTMENT AVEC BAIN DE MÉTAL FONDU

ANLAGE ZUR BEHANDLUNG DURCH EINTAUCHEN IN EIN FLÜSSIGMETALLBAD
TREATMENT FACILITY WITH MOLTEN METAL BATH

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **13.05.2011 FR 1154164**

(43) Date de publication de la demande:
14.11.2012 Bulletin 2012/46

(73) Titulaire: **ARIANEGROUP SAS
75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Lacoste, Marc
33170 Gradignan (FR)**

- **Lacoste, Alain
33600 Pessac (FR)**
- **Devret, Olivier
33320 Le Taillan Medoc (FR)**
- **Bessettes, Rémi
33370 Tresses (FR)**

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

(56) Documents cités:
EP-A1- 0 339 338 EP-A1- 0 418 839
WO-A1-2010/111341 JP-A- 4 193 936

EP 2 522 759 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne les installations de traitement de bandes métalliques par du métal fondu tels que les installations de galvanisation. Ces installations comprennent un ou plusieurs bains de métal fondu, tels qu'un bain de zinc fondu, dans lesquels les bandes métalliques sont plongées. Conformément au processus industriel, les bandes métalliques circulent en continu dans toute l'installation et en particulier dans les bains de métal fondu. A cet effet, chaque bain comprend un ou plusieurs rouleaux partiellement ou totalement immergés dans le bain de manière à guider et maintenir la bande métallique immergée dans le métal fondu lors de son passage dans le bain. Les rouleaux habituellement utilisés dans ce type de bain sont en matériau métallique, par exemple en acier.

[0002] En outre du métal fondu majoritairement utilisé pour le traitement proprement dit, comme par exemple du zinc, le bain contient d'autres matériaux métalliques qui sont ajoutés par exemple pour réguler la réaction entre la bande métallique et le bain, comme c'est le cas de l'aluminium dans un bain de zinc, ou qui proviennent de la bande elle-même ou des rouleaux et autres pièces immergées dans le bain, comme par exemple du fer provenant de l'acier de la bande traitée. Ces matériaux supplémentaires réagissent avec le métal du bain en formant notamment des précipités ou particules solides intermétalliques telles que des particules de type Fe/Zn, Fe/Al, ou Fe/Al/Zn ($\text{Fe}_2\text{Al}_3\text{Zn}$) dans le cas d'un bain de zinc. Ces particules, encore appelées « dross », adhèrent à la surface des rouleaux métalliques présents dans le bain et conduisent à une abrasion des rouleaux eux-mêmes (de plusieurs millimètres par mois, voire par semaine) nécessitant le décapage de ces derniers, par exemple à l'acide chlorhydrique, ou leur usinage lorsque cela est possible. Une telle maintenance implique l'arrêt de l'installation et, par conséquent, une baisse de productivité de l'installation. En outre, même en procédant à un usinage et au dépôt d'un revêtement de protection sur le rouleau toutes les deux semaines environ, la durée de vie des rouleaux n'excède pas en général 2 à 3 mois, ceux-ci devant alors être remplacés.

[0003] Par ailleurs, l'adhérence des particules solides intermétalliques sur la surface des rouleaux entraîne la formation de défauts sur la bande (« pick-up »), ce qui détériore sa qualité.

[0004] Or, il existe un besoin de réduire significativement la fréquence des opérations de maintenance ou de remplacement des rouleaux utilisés dans les bains de métal fondu des installations de traitement.

Objet et résumé de l'invention

[0005] La présente invention a, par conséquent, pour but de proposer une nouvelle installation de traitement de bandes métalliques par trempage dans un métal fondu équipée de rouleaux moins sensibles aux particules

solides intermétalliques présentes dans les bains.

[0006] A cet effet, l'invention propose une installation de traitement de bande métalliques par trempage dans un bain de métal fondu qui comprend au moins un rouleau partiellement ou totalement immergé dans le bain, le ou les rouleaux comprenant au moins une virole destinée à être en contact avec la bande métallique à traiter, installation dans laquelle la virole est en matériau composite formé d'un renfort en fibres de carbone densifié par une matrice au moins partiellement céramique.

[0007] La titulaire a observé que des échantillons réalisés avec des matériaux composites tels que définis ci-dessus ne comportaient pas ou quasiment pas de particules solides intermétalliques (« dross ») sur leur surface, et ce même après des longs temps de séjour dans des bains de métal fondu, tels que des bains de galvanisation ayant différentes teneurs en aluminium.

[0008] Ainsi, la fréquence des opérations de maintenance des rouleaux, dues à la présence de particules intermétalliques sur ces derniers habituellement élevée avec les rouleaux métalliques, peut être considérablement réduite avec l'utilisation de viroles selon l'invention. L'installation de traitement de l'invention permet, par conséquent, d'en augmenter la productivité en diminuant les arrêts production nécessaires pour la maintenance ou le remplacement des rouleaux.

[0009] La durée de vie des rouleaux munis de viroles à renfort en fibres de carbone densifié par une matrice au moins partiellement carbone est en outre accrue par rapport aux rouleaux métalliques de l'art antérieur.

[0010] Par ailleurs, même dans le cas où des particules intermétalliques se déposent sur la surface d'une telle virole, ces particules n'adhèrent pas au matériau composite de la virole et peuvent, par conséquent, être retirées facilement, par exemple par raclage, ce qui n'entraîne pas de perte de matière de la virole. Cette faible adhérence est notamment due à l'absence d'interactions chimiques entre le matériau composite de la virole et celui des particules, ce qui n'est pas le cas avec des rouleaux en matériau métallique.

[0011] La virole d'un rouleau de l'installation de l'invention peut notamment être formée en un des matériaux composites suivants : matériau composite carbone-carbone (C-C) avec éventuellement sur sa surface externe une couche de carbure de silicium, matériau composite carbone-carbone/carbure de silicium (C-C/SiC).

[0012] Selon une particularité de l'invention, chaque rouleau comprend au moins une fusée en matériau métallique et un élément de maintien de la virole sur chaque fusée, l'élément comprenant une couronne ou une pluralité de segments de couronne fixés sur une extrémité de la virole, chaque couronne ou segment de couronne étant prolongé par au moins une languette élastique dont l'extrémité est en appui sur la fusée. La liaison élastique ainsi réalisée entre la virole et les fusées permet de compenser les dilatations différentielles entre ces éléments aussi bien axialement que radialement.

[0013] Selon une autre particularité de l'invention, cha-

que fusée comprend en outre un mandrin comportant une pluralité de dents et de cannelures, la virole comprenant elle aussi une pluralité de dents et de cannelures en prise respectivement avec les cannelures et les dents de chaque mandrin. Dans ce cas, on ménage de préférence un premier jeu radial à froid entre le sommet des dents de chaque mandrin et le fond des cannelures de la virole ainsi qu'un deuxième jeu radial à froid entre le sommet des dents de la virole et le fond des cannelures de chaque mandrin.

[0014] Selon encore une autre particularité, chaque rouleau comprend en outre un élément annulaire de renfort placé autour de chaque couronne ou chaque pluralité de segments de couronne. L'élément annulaire de renfort permet d'assurer la fixation des couronnes sur la virole notamment vis-à-vis des forces centrifuges et des efforts auxquels peut être soumis le rouleau en fonctionnement (par exemple efforts de contact avec la bande). Chaque élément annulaire de renfort peut être formé d'un collier élastique en matériau métallique précontraint ou d'un collier ou d'une bague en un matériau présentant un coefficient de dilatation thermique identique ou légèrement supérieur au matériau des couronnes.

[0015] Selon une variante de réalisation, chaque rouleau comprend un mandrin en matériau métallique prolongé à chaque extrémité par une fusée, le mandrin comportant une pluralité de dents et de cannelures. La virole est dans ce cas disposée autour du mandrin et comprend également une pluralité de dents et de cannelures en prise respectivement avec les cannelures et les dents du mandrin. Des premier et second jeux radiaux à froid sont de préférence ménagés entre, d'une part, le sommet des dents du mandrin et le fond des cannelures de la virole et, d'autre part, entre le sommet des dents de la virole et le fond des cannelures de chaque mandrin.

[0016] Selon une autre variante de réalisation, chaque rouleau comprend deux fusées fixées de chaque côté de la virole, chaque fusée étant prolongée par un arbre en matériau métallique, les arbres et les fusées ayant une surface de contact de forme tronconique.

[0017] Selon un aspect particulier de l'invention, le bain de métal fondu contient du zinc liquide pour la réalisation d'un traitement de galvanisation.

Breve description des dessins

[0018] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante de modes particuliers de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe d'une installation de traitement de bandes métalliques par trempage conformément à l'invention,
- la figure 2 est une vue schématique en perspective d'un rouleau d'une installation de traitement selon un mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 3 est une vue schématique en perspective d'un rouleau d'une installation de traitement selon un autre mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 4 est une vue éclatée du rouleau de la figure 3 ;
- la figure 5 est une vue schématique d'un rouleau selon un autre mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 6 est une vue schématique d'un rouleau selon un autre mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 7 est une vue éclatée d'une partie du rouleau de la figure 6 montrant le montage d'une fusée à une extrémité du rouleau.

Description détaillée d'un mode de réalisation

[0019] L'invention s'applique d'une manière générale aux installations de traitement de bandes métalliques utilisant un ou plusieurs bains de métal fondu dans lesquels la bande est trempée. Un domaine particulier, mais non exclusif, d'application de l'invention est celui des installations de galvanisation comprenant un ou plusieurs bains de zinc dans lesquels sont trempées des bandes d'acier pour être traitées.

[0020] La figure 1 illustre une installation ou ligne de galvanisation en continu 10 qui comprend une cuve 11 remplie de zinc fondu 12 maintenu à une température de 450°C environ, le bain comprenant typiquement une teneur en aluminium de 0,20%. On réalise le trempage d'une bande d'acier 13 dans le bain en faisant circuler la bande entre une entrée 11a et une sortie 11b du bain suivant un parcours qui est défini au moyen de trois rouleaux 14, 15 et 16 immergés dans le bain de zinc.

[0021] Conformément à l'invention, l'installation de traitement comprend un ou plusieurs rouleaux, tels que les rouleaux 14, 15 et 16 illustrés dans la figure 1, dont la partie destinée à être en contact avec la bande à traiter, à savoir la virole, est réalisée en matériau composite formé d'un renfort en fibres de carbone ou céramique densifié par une matrice qui peut être partiellement ou totalement carbone ou céramique.

[0022] La virole peut être notamment réalisée en matériau composite carbone-carbone (C-C) qui, de façon connue, est un matériau formé d'un renfort en fibres de carbone densifié par une matrice en carbone ou en matériau composite à matrice céramique (CMC) qui est un matériau formé d'un renfort en fibres de carbone densifié par une matrice au moins partiellement céramique. La virole peut être notamment formée en un des matériaux composite CMC suivants :

- carbone-carbone/carbure de silicium (C-C/SiC) correspondant à un matériau formé d'un renfort en fibres de carbone et densifié par une matrice comprenant une phase carbone et une phase carbure de silicium,
- carbone-carbure de silicium (C-SiC) qui est un matériau formé d'un renfort en fibres de carbone densifié par une matrice en carbure de silicium.

[0023] La virole en matériau composite peut être en outre recouverte d'une couche de carbure de silicium.

[0024] La fabrication de pièces en matériau composite constituées d'un renfort fibreux densifié par une matrice est bien connue. Elle comprend principalement la réalisation d'une structure fibreuse, ici en fibres de carbone ou céramique, la mise en forme de la structure dans une forme voisine de celle de la pièce à fabriquer (préforme fibreuse) et la densification de la préforme par la matrice.

[0025] La structure fibreuse constitue le renfort de la pièce dont le rôle est essentiel vis-à-vis des propriétés mécaniques. En particulier, la structure fibreuse doit être une structure cohérente pour conférer au matériau composite un caractère structural qui permet d'obtenir une virole autoporteuse. Par structure ou renfort fibreux cohérent, on entend ici un renfort ou une structure capable de conserver sa cohésion lors de manipulations par opposition aux fibres mélangées sous forme dispersée, c'est-à-dire de manière non cohérente, dans un matériau tel qu'une céramique. En effet, dans ce dernier cas, les fibres correspondent à des charges et ne constituent pas un renfort fibreux cohérent au sens de la présente invention.

[0026] La structure fibreuse cohérente est obtenue à partir de textures fibreuses en fibres de carbone ou céramique. Les textures fibreuses utilisées peuvent être de diverses natures et formes telles que notamment:

- tissu bidimensionnel (2D),
- tissu tridimensionnel (3D) obtenu par tissage 3D ou multicouches,
- tresse,
- tricot,
- feutre,
- nappe unidirectionnelle (UD) de fils ou câbles ou nappes multidirectionnelle (nD) obtenue par superposition de plusieurs nappes UD dans des directions différentes et liaison des nappes UD entre elles par exemple par couture, par agent de liaison chimique ou par aiguilletage.

[0027] On peut aussi utiliser une structure fibreuse formée de plusieurs couches superposées de tissu, tresse, tricot, feutre, nappes, câbles ou autres, lesquelles couches sont liées entre elles par exemple par couture, par implantation de fils ou d'éléments rigides ou par aiguilletage.

[0028] La mise en forme est réalisée par bobinage filamentaire, enroulage de nappe UD sur un mandrin, tissage, empilage, aiguilletage de strates bidimensionnelles/tridimensionnelles ou de nappes de câbles, etc.

[0029] La préforme fibreuse est ensuite densifiée, de façon bien connue, par voie liquide et/ou gazeuse.

[0030] La densification par voie liquide consiste à imprégner la préforme par une composition liquide contenant un précurseur du matériau de la matrice. Le précurseur se présente habituellement sous forme d'un polymère, tel qu'une résine, éventuellement dilué dans un

solvant. La transformation du précurseur en carbone ou céramique est réalisée par traitement thermique, après élimination du solvant éventuel et réticulation du polymère. Plusieurs cycles d'imprégnation successifs peuvent être réalisés pour parvenir au degré de densification souhaité.

[0031] Une résine précurseur de carbone peut être par exemple une résine de type phénolique.

[0032] Une résine précurseur de céramique peut être par exemple une résine polycarbosilane précurseur de carbure de silicium (SiC), ou une résine polysiloxane précurseur de SiCO, ou une résine polyborocarbosilazane précurseur de SiCNB, ou une résine polysilazane (SiCN).

[0033] Dans le cas d'un matériau C-C/SiC, la préforme fibreuse est d'abord imprégnée avec une résine précurseur de la phase carbone de la matrice, telle qu'une résine de type phénolique, puis d'une résine précurseur de SiC, telle qu'une résine polycarbosilane. Après imprégnation, une préforme fibreuse destinée à constituer le renfort fibreux de la pièce à réaliser, et ayant une forme correspondant sensiblement à celle de cette pièce, est maintenue en forme par conformation de la texture fibreuse à l'aide d'un outillage de maintien. La mise en forme de la préforme fibreuse peut être accompagnée d'un compactage de la structure fibreuse afin d'augmenter le taux volumique de fibres dans le matériau composite de la pièce à réaliser. Après mise en forme de la préforme, la réticulation de la résine est réalisée, ou achevée s'il y a eu pré-réticulation, la préforme étant dans un outillage. La résine polymérisée est alors transformée en carbone par traitement thermique. Après la formation de cette phase carbone de la matrice, la préforme fibreuse est ensuite imprégnée avec une résine précurseur de céramique. Après polymérisation, la résine est traitée thermiquement pour être transformée en céramique. En général, aucun outillage de maintien de l'ébauche n'est nécessaire, celle-ci étant suffisamment solidifiée par la matrice carbone précédemment déposée.

[0034] Les opérations d'imprégnation et de polymérisation de résine précurseur de carbone et/ou de résine précurseur de céramique peuvent être répétées plusieurs fois si nécessaire pour obtenir des caractéristiques mécaniques déterminées.

[0035] La densification de la préforme fibreuse peut être également réalisée, de façon connue, par voie gazeuse par infiltration chimique en phase vapeur de la matrice (CVI). La préforme fibreuse correspondant à la structure à réaliser est placée dans un four dans lequel est admise une phase gazeuse réactionnelle. La pression et la température régnant dans le four et la composition de la phase gazeuse sont choisies de manière à permettre la diffusion de la phase gazeuse au sein de la porosité de la préforme pour y former la matrice par dépôt, au cœur du matériau au contact des fibres, d'un matériau solide résultant d'une décomposition d'un constituant de la phase gazeuse ou d'une réaction entre plusieurs constituants, contrairement aux conditions de pression et températures propres aux procédés CVD

("Chemical Vapor Déposition") qui conduisent exclusivement à un dépôt à la surface du matériau.

[0036] La formation d'une matrice carbone peut être obtenue avec des gaz hydrocarbures tels que méthane et/ou propane donnant le carbone par craquage tandis qu'une matrice SiC peut être obtenue avec du méthyltrichlorosilane (MTS) donnant du SiC par décomposition du MTS.

[0037] Dans le cas d'un matériau C-C/SiC, la première phase carbone peut être formée avec des gaz hydrocarbures donnant le carbone par craquage, la deuxième phase SiC étant ensuite déposée sur la première phase carbone, par exemple par décomposition du MTS.

[0038] Une densification combinant voie liquide et voie gazeuse peut être également utilisée pour faciliter la mise en œuvre, limiter les coûts et les cycles de fabrication tout en obtenant des caractéristiques satisfaisantes pour l'utilisation envisagée.

[0039] Comme illustré sur la figure 2, un rouleau 50 conforme à l'invention peut être constitué d'une simple virole 51 réalisée en un matériau composite comme décrit ci-avant et maintenue dans le bain par des paliers internes ou externes fixés sur les parois de la cuve (non représentés sur la figure 2). La virole 51 est autoporteuse en ce qu'elle présente une structure suffisamment résistante pour supporter les efforts auxquels est soumis le rouleau sans support intérieur.

[0040] Selon une variante de réalisation illustrée sur les figures 3 et 4, un rouleau 100 conforme à l'invention comprend une virole 120 réalisée en un matériau composite comme décrit ci-avant et deux fusées 130 et 140 montées à chacune des extrémités de la virole 120 et destinées à être supportées par des paliers présents sur les parois de la cuve contenant le bain de métal fondu (non représentés sur les figures 3 et 4). Les fusées 130 et 140 sont réalisées en matériau métallique, par exemple en acier du type Inox. Chaque fusée 130, respectivement 140, comprend un mandrin 131, respectivement 141, une portion tronconique 132, respectivement 142, qui est prolongée par un arbre 133, respectivement 143.

[0041] Comme illustrée sur la figure 4, la fusée 130 comprend une série de cannelures 1310 réparties de façon annulaire sur la surface externe du mandrin 131 et délimitant une série de dents 1320. De même, le mandrin 141 de la fusée 140 comporte une série de cannelures 1410 uniformément réparties sur la surface externe de ce dernier et délimitant une série de dents 1420.

[0042] La virole 120 comporte des cannelures 1210 et des dents 1220 réparties de façon annulaire sur sa surface interne et destinées à être engagées avec les dents 1320 et 1420 et les cannelures 1310 et 1410 respectivement des fusées 130 et 140. Les cannelures 1210 peuvent être directement formées lors de la fabrication de la pièce en matériau composite par conformation du renfort fibreux ou après la fabrication de la pièce en usinant sa surface interne.

[0043] Afin d'accommoder la différence des coefficients de dilatation thermique entre le matériau métalli-

que des fusées et le matériau composite de la virole, un jeu radial à « froid », c'est-à-dire un jeu seulement présent lorsque le rouleau est à température ambiante, peut être ménagé entre le sommet des dents de chaque mandrin et le fond des cannelures de la virole, d'une part, et entre le sommet des dents de la virole et le fond des cannelures de chaque mandrin, d'autre part.

[0044] La virole 120 peut en outre être bridée en translation sur les fusées 130 et 140 au moyen d'éléments de maintien élastiques 150 et 160 disposés à chaque extrémité de la virole 120 et chacun formés, dans l'exemple décrit ici, de deux segments de couronne 151 et 152, respectivement 161 et 162 prolongés par des languettes ou pattes élastiques 153, respectivement 163. Chaque segment de couronne 151, 152, 161 et 162 peut être formé à partir d'une pièce métallique conformée et usinée de manière à former les languettes élastiques 153 et 163.

[0045] Les éléments de maintien élastiques 150 et 160, à savoir dans le mode de réalisation décrit ici les segments de couronne 151, 152 et 161, 162, sont fixés respectivement aux deux extrémités 120a et 120b de la virole 120 tandis que les languettes élastiques de ces éléments exercent une pression de maintien respectivement sur la portion tronconique 132 de la fusée 130 et sur la portion tronconique 142 de la fusée 140.

[0046] Comme illustré sur les figures 3 et 4, le rouleau 100 comprend en outre deux éléments annulaires de renfort 156 et 166 disposés respectivement autour des segments de couronne 151, 152 et 161, 162. Dans l'exemple présenté ici, chaque élément annulaire de renfort 156, respectivement 166, est constitué d'un collier ou bague élastique 1560, respectivement 1660, réalisé à partir d'une bande de feuillard métallique, par exemple en acier à hautes caractéristiques élastiques. Chaque collier élastique est monté en précontrainte sur les segments de couronne correspondants.

[0047] Dans une variante de réalisation, l'élément annulaire de renfort peut être formé d'un collier ou bague fendu monté en précontrainte sur les couronnes, le collier ou la bague étant réalisé en matériau métallique (par exemple en acier). Dans ce cas, les extrémités de chaque collier ne se chevauchent pas mais s'écartent plus ou moins l'une de l'autre suivant les températures rencontrées.

[0048] Selon encore une autre variante de réalisation, l'élément de renfort peut être formé d'un collier ou bague réalisé en un matériau ayant un coefficient de dilatation thermique similaire ou très légèrement supérieur à celui du matériau des couronnes. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de prévoir la possibilité d'une déformation élastique pour l'élément de maintien en raison de l'absence de dilatations différentielles entre les couronnes et l'élément annulaire de renfort.

[0049] D'autres dispositifs tels que des colliers de type "serflex" peuvent être envisagés.

[0050] Les éléments de maintien élastiques 150 et 160 permettent de maintenir de façon équilibrée la virole 120 en position longitudinale sur les portions tronconiques

132 et 142 des fusées 130 et 140 tout en absorbant les variations axiales dues aux dilatations thermiques différentielles entre les fusées et la virole. Lors de montées en température, les fusées 130 et 140 se dilatent tandis que la virole 120 conserve son volume en raison de son faible coefficient de dilatation. Toutefois, grâce aux portions tronconiques 132 et 142 et les languettes élastiques 153 et 163 en appui sur ces dernières, les dilatations des fusées n'entraînent pas de déformation de la virole. En effet, lors de la dilatation des fusées, les languettes élastiques se déforment légèrement et glissent sur les portions tronconiques des fusées avec lesquelles elles sont en contact et assurent ainsi un maintien en position axiale de la virole tout en compensant les dilatations différentielles. Lors du refroidissement, c'est-à-dire lors de la rétraction des fusées, le maintien axial de la virole est toujours assuré grâce au retour élastique des languettes.

[0051] Les éléments de maintien élastiques de l'invention ne sont pas limités à une structure formée de deux segments de couronne. Ces derniers peuvent être par exemple formés d'une seule couronne comportant des languettes élastiques réparties uniformément autour d'une extrémité de ladite couronne ou de quatre segments de couronne comportant chacun des languettes élastiques.

[0052] La figure 5 illustre un rouleau 300 conformément à un autre mode de réalisation d'un rouleau selon l'invention.

[0053] Le rouleau 300 comprend un mandrin 310 dont chaque extrémité est prolongée par une fusée 311, respectivement 312. Le rouleau 300 comprend en outre une virole 320 réalisée conformément à l'invention en matériau composite comme décrit ci-avant. La virole 320 est en outre bridée en translation sur le mandrin 310 au moyen d'éléments de maintien élastiques 316 disposés à chaque extrémité de la virole 320. Comme illustrée sur la figure 5, la virole 320 présente sur sa surface interne des dents 3210 et 3220 engagés dans des cannelures 313 formées sur la surface externe du mandrin 410, par exemple par usinage. La virole 320 est positionnée autour du mandrin 310 en ménageant un jeu radial à froid entre les surfaces en regard de ces deux éléments afin de compenser à chaud les dilatations différentielles entre ces deux éléments.

[0054] On décrit maintenant en relation avec les figures 6 et 7, un autre mode de réalisation d'un rouleau selon l'invention. Les figures 6 et 7 illustrent un rouleau 200 qui diffère notamment du rouleau 200 décrit précédemment en ce qu'il comprend une virole 220 réalisée en un matériau composite tel que décrit ci-avant et qui est autoporteuse, c'est-à-dire qui présente, comme la virole 51 décrite ci-avant, une structure suffisamment résistante pour supporter les efforts auxquels est soumis le rouleau sans support intérieur. Le rouleau 200 comprend deux fusées 213 et 214 respectivement reliées à la virole 220 et réalisées en un même matériau composite que la virole 220. Plus précisément, comme représenté sur la figure 7, la fusée 214 comprend à son extrémité

de grand diamètre un filetage 2141 destiné à coopérer avec un filetage 2210 réalisé sur la paroi interne de la virole 220. La fusée 214 est vissée sur la virole 220 puis solidarisée avec cette dernière par une goupille 224 fixée dans des orifices 2211 et 2140 formés respectivement dans la virole 220 et dans la fusée 214. Il en est de même pour la fixation de la fusée 213 à la virole 220.

[0055] Chaque fusée 213, respectivement 214, est munie d'un arbre 211, respectivement 212 réalisé en matériau métallique. Plus précisément, comme illustré sur la figure 7, l'arbre 212 présente à une extrémité une portion évasée 2120 qui joue le rôle de butée et, à l'autre extrémité, une portion filetée 2122 et une rainure 2123 dépassant à l'extérieur de la fusée 214. L'arbre 212 est solidarisé en rotation avec la fusée 214, par exemple, par un crabot 215 qui est engagé à la fois avec la rainure 2123 de l'arbre 212 et avec un ergot 2142 de la fusée 214. Le serrage du crabot 215 ainsi que de l'arbre 212 est assuré par deux écrous 216 coopérant avec le filetage 2122 de l'arbre. Il en est de même pour le montage et la solidarisation de l'arbre 211 sur la fusée 213.

[0056] Grâce aux éléments tronconiques, les dilatations des arbres n'entraînent pas de déformation de la virole cylindrique. En effet, les surfaces de contact entre les arbres et les éléments tronconiques ont chacune un centre de symétrie (génératrice) qui coïncide avec l'axe de la virole et, par conséquent, du rouleau. Comme les arbres se dilatent à la fois radialement et axialement, leur augmentation de volume se fait vers l'intérieur des fusées qui présentent un volume interne croissant en raison de leur forme tronconique. Ainsi, la dilatation des arbres n'entraîne pas de déformation de la virole.

[0057] Des moyens permettant au volume interne de la virole de se remplir du métal du bain sont prévus le cas échéant afin de faciliter l'immersion et le maintien du rouleau dans le bain. Ces moyens peuvent par exemple correspondre à des événements ou ouvertures ménagés sur les fusées des rouleaux permettant de faire communiquer le volume interne du rouleau avec l'extérieur, c'est-à-dire le métal fondu du bain.

[0058] Le Titulaire a réalisé des essais consistant à immerger dans différents bains de galvanisation des éprouvettes réalisées dans les mêmes matériaux composites que ceux décrits ci-avant pour la fabrication de la virole du ou des rouleaux de l'installation selon l'invention. Ces essais ont été réalisés des bains de galvanisation maintenus à une température d'environ 450°C et composé majoritairement de zinc fondu avec une teneur en aluminium variable suivant les bains, du fer étant apporté dans le bain lors du trempage des bandes.

[0059] Le premier essai a consisté à tremper pendant plusieurs jours consécutifs dans les bains décrits ci-avant des éprouvettes réalisées en matériau carbone-carbone/carbure de silicium (C-C/SiC), à savoir une pièce formée d'un renfort en fibres de carbone et densifié par une matrice comprenant une phase carbone et une phase carbure de silicium. Après plusieurs jours d'immersion dans le bain, l'éprouvette ne comportait pratiquement

aucune particule solide intermétallique sur sa surface.

[0060] Des résultats très similaires ont également été obtenus avec des éprouvettes réalisées matériau composite carbone-carbone, c'est-à-dire une pièce formée d'un renfort en fibres de carbone densifié par une matrice carbone.

[0061] Par conséquent, l'utilisation de rouleaux dont au moins la virole est en matériau composite formé d'un renfort en fibres de carbone ou céramique densifié par une matrice au moins partiellement carbone dans des bains de métal fondu d'une installation de traitement permet de réduire considérablement la fréquence des opérations de maintenance ou de remplacement des rouleaux liées à la formation de particules solides intermétalliques (« dross ») sur la surface de ces derniers et d'accroître, par conséquent, la productivité de l'installation.

Revendications

1. Installation de traitement (10) comprenant un bain (11) de métal fondu (12) dans lequel une bande métallique (13) est destinée à être trempée et au moins un rouleau (50) partiellement ou totalement immergé dans ledit bain, ledit rouleau comprenant au moins une virole (51) destinée à être en contact avec la bande métallique (13) à traiter, **caractérisée en ce qu'**au moins ladite virole (51) est en matériau composite formé d'un renfort en fibres de carbone densifié par une matrice au moins partiellement céramique.
2. Installation selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la virole est réalisée en matériau composite carbone-carbone/carbure de silicium (C-C/SiC).
3. Installation selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la virole est réalisée en matériau composite carbone-carbure de silicium (C-SiC).
4. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** chaque rouleau (100) comprend au moins une fusée (130) en matériau métallique et au moins un élément de maintien (150) de la virole sur chaque fusée, ledit élément comprenant une couronne ou une pluralité de segments de couronne (151, 152) fixés sur une extrémité de la virole (120), chaque couronne ou segment de couronne (151 ; 152) étant prolongé par au moins une languette élastique (153) dont l'extrémité est en appui sur la fusée (130).
5. Installation selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** chaque fusée (130) comprend en outre un mandrin (13) comportant une pluralité de dents (1320) et de cannelures (1310) et **en ce que** la virole (120) comprend une pluralité de dents (1220) et de cannelures (1210) en prise respectivement avec les

cannelures et les dents de chaque mandrin.

6. Installation selon la revendication 5, **caractérisée en ce qu'**un premier jeu radial à froid est ménagé entre le sommet des dents (1320) de chaque mandrin (131) et le fond des cannelures (1210) de la virole (120) et **en ce qu'**un deuxième jeu radial à froid est ménagé entre le sommet des dents (1220) de la virole (120) et le fond des cannelures (1310) de chaque mandrin (130).
7. Installation selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, **caractérisée en ce que** chaque rouleau comprend en outre un élément annulaire de renfort (156) placé autour de chaque couronne ou chaque pluralité de segments de couronne (151, 152).
8. Installation selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** l'élément annulaire de renfort (156) comprend un collier élastique en matériau métallique précontraint.
9. Installation selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** l'élément annulaire de renfort comprend un collier réalisé en un matériau présentant un coefficient de dilatation égale ou légèrement supérieur au coefficient de dilatation thermique de la couronne ou des segments de couronne.
10. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** chaque rouleau (300) comprend un mandrin (310) en matériau métallique prolongé à chaque extrémité par une fusée (311 ; 312), ledit mandrin comportant une pluralité de cannelures (313) et **en ce que** la virole (320) est disposée autour du mandrin (311) et comprend une pluralité de dents (3110, 3120) en prise respectivement avec les cannelures (313) du mandrin.
11. Installation selon la revendication 10, **caractérisée en ce qu'**un premier jeu radial à froid est ménagé entre le sommet des dents (3110, 3120) de la virole (320) et le fond des cannelures (313) du mandrin (310).
12. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** ledit rouleau (200) comprend deux fusées (213, 214) fixées de chaque côté de la virole (220), chaque fusée (213 ; 214) étant prolongée par un arbre en matériau métallique (211 ; 212), les arbres et les fusées ayant une surface de contact de forme tronconique.
13. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisée en ce que** le bain (11) de métal fondu (12) contient du zinc liquide pour la réalisation d'un traitement de galvanisation.

Patentansprüche

1. Behandlungsanlage (10), umfassend ein Bad (11) aus geschmolzenem Metall (12), in dem ein Metallband (13) gehärtet werden soll, und mindestens eine Walze (50), die teilweise oder vollständig in das Bad eingetaucht ist, wobei die Walze mindestens einen Mantel (51) umfasst, der dazu bestimmt ist, in Kontakt mit dem zu behandelnden Metallband (13) zu stehen,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest der Mantel (51) aus Verbundmaterial besteht, das aus einer Kohlenstofffaserverstärkung gebildet ist, die durch eine zumindest teilweise keramische Matrix verdichtet ist.
2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mantel aus einem Kohlenstoff-Kohlenstoff/Siliziumkarbid-Verbundmaterial (C-C/SiC) hergestellt ist.
3. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mantel aus einem Kohlenstoff-Siliziumkarbid-Verbundmaterial (C-SiC) hergestellt ist.
4. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Walze (100) mindestens einen Achsschenkel (130) aus metallischem Material und mindestens ein Halteelement (150) für den Mantel auf jedem Achsschenkel umfasst, wobei dieses Element einen Kranz oder eine Vielzahl von Kranzsegmenten (151, 152) umfasst, die an einem Ende des Mantels (120) befestigt sind, wobei jeder Kranz oder jedes Kranzsegment (151; 152) durch mindestens eine elastische Lasche (153) verlängert ist, deren Ende am Achsschenkel (130) aufliegt.
5. Anlage nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Achsschenkel (130) ferner einen Dorn (13) mit einer Vielzahl von Zähnen (1320) und Rillen (1310) umfasst und dass der Mantel (120) eine Vielzahl von Zähnen (1220) und Rillen (1210) umfasst, die jeweils mit den Rillen und Zähnen eines jeden Dorns in Eingriff stehen.
6. Anlage nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erstes Kaltradialspiel zwischen der Spitze der Zähne (1320) jedes Dorns (131) und dem Boden der Rillen (1210) des Mantels (120) vorgesehen ist und dass ein zweites Kaltradialspiel zwischen der Spitze der Zähne (1220) des Mantels (120) und dem Boden der Rillen (1310) jedes Dorns (130) vorgesehen ist.
7. Installation nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Walze ferner ein ringförmiges Verstärkungselement (156) umfasst, das um jeden Kranz oder jede Vielzahl von Kranz-

segmenten (151, 152) angeordnet ist.

8. Installation nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das ringförmige Verstärkungselement (156) einen elastischen Kragen aus vorgespanntem metallischem Material umfasst.
9. Anlage nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das ringförmige Verstärkungselement einen Kragen umfasst, der aus einem Material hergestellt ist, dessen Dehnungskoeffizient gleich dem oder etwas größer als der Wärmedehnungskoeffizient des Kranzes oder der Kranzsegmente ist.
10. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Walze (300) einen Dorn (310) aus metallischem Material umfasst, der an jedem Ende durch einen Achsschenkel (311; 312) verlängert ist, wobei der Dorn eine Vielzahl von Rillen (313) aufweist, und dass der Mantel (320) um den Dorn (311) angeordnet ist und eine Vielzahl von Zähnen (3110, 3120) umfasst, die jeweils mit den Rillen (313) des Dorns in Eingriff stehen.
11. Anlage nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erstes Kaltradialspiel zwischen der Spitze der Zähne (3110, 3120) des Mantels (320) und dem Boden der Rillen (313) des Dorns (310) vorgesehen ist.
12. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Walze (200) zwei Achsschenkel (213, 214) umfasst, die an jeder Seite des Mantels (220) befestigt sind, wobei jeder Achsschenkel (213; 214) durch eine Welle aus metallischem Material (211; 212) verlängert ist, wobei die Wellen und die Achsschenkel eine kegelstumpfförmige Kontaktfläche aufweisen.
13. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bad (11) aus geschmolzenem Metall (12) flüssiges Zink zur Durchführung einer Galvanisierungsbehandlung enthält.

Claims

1. A treatment installation (10) comprising a molten metal (12) bath (11) wherein a metal strip (13) is intended to be dipped and at least one roller (50) partially or totally immersed in said bath, said roller comprising at least one ferrule (51) intended to be in contact with the metal strip (13) to be treated, **characterized in that** at least said ferrule (51) is made of composite material formed of a carbon fiber reinforcement densified by an at least partially ceramic matrix.

2. The installation according to claim 1, **characterized in that** the ferrule is made of carbon-carbon/silicon carbide (C-C/SiC) composite material.
3. The installation according to claim 1, **characterized in that** the ferrule is made of carbon-silicon carbide (C-SiC) composite material. 5
4. The installation according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** each roller (100) comprises at least one spindle (130) made of metal material and at least one element for holding (150) the ferrule on each spindle, said element comprising a ring or a plurality of ring segments (151, 152) fastened on one end of the ferrule (120), each ring or ring segment (151; 152) being extended by at least one resilient tongue (153) whose end is bearing on the spindle (130). 10
5. The installation according to claim 4, **characterized in that** each spindle (130) further comprises a mandrel (13) including a plurality of teeth (1320) and splines (1310) and **in that** the ferrule (120) comprises a plurality of teeth (1220) and splines (1210) respectively engaged with the splines and teeth of each mandrel. 20 25
6. The installation according to claim 5, **characterized in that** a first cold radial clearance is arranged between the top of the teeth (1320) of each mandrel (131) and the bottom of the splines (1210) of the ferrule (120) and **in that** a second cold radial clearance is arranged between the top of the teeth (1220) of the ferrule (120) and the bottom of the splines (1310) of each mandrel (130). 30 35
7. The installation according to any one of claims 4 to 6, **characterized in that** each roller further comprises an annular reinforcing element (156) placed around each ring or each plurality of ring segments (151, 152). 40
8. The installation according to claim 7, **characterized in that** the annular reinforcing element (156) comprises an elastic collar made of prestressed metal material. 45
9. The installation according to claim 7, **characterized in that** the annular reinforcing element comprises a collar made of a material having a coefficient of expansion equal to or slightly greater than the coefficient of thermal expansion of the ring or ring segments. 50
10. The installation according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** each roller (300) comprises a mandrel (310) made of metal material extended at each end by a spindle (311; 312), said mandrel including a plurality of splines (313) and **in that** the ferrule (320) is disposed around the mandrel (311) and comprises a plurality of teeth (3110, 3120) respectively engaged with the splines (313) of the mandrel. 55
11. The installation according to claim 10, **characterized in that** a first cold radial clearance is arranged between the top of the teeth (3110, 3120) of the ferrule (320) and the bottom of the splines (313) of the mandrel (310).
12. The installation according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** said roller (200) comprises two spindles (213, 214) fastened on each side of the ferrule (220), each spindle (213; 214) being extended by a shaft made of metal material (211; 212), the shafts and spindles having a truncated cone-shaped contact surface.
13. The installation according to any one of claims 1 to 12, **characterized in that** the molten metal (12) bath (11) contains liquid zinc for carrying out a galvanizing treatment.

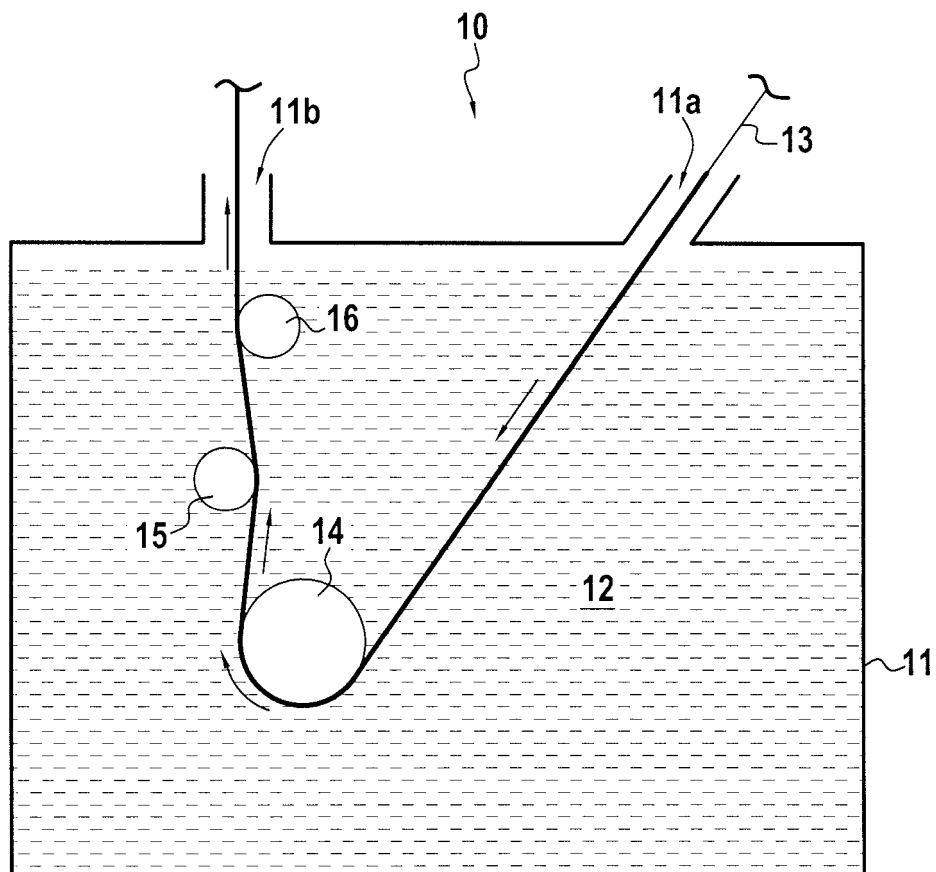


FIG.1

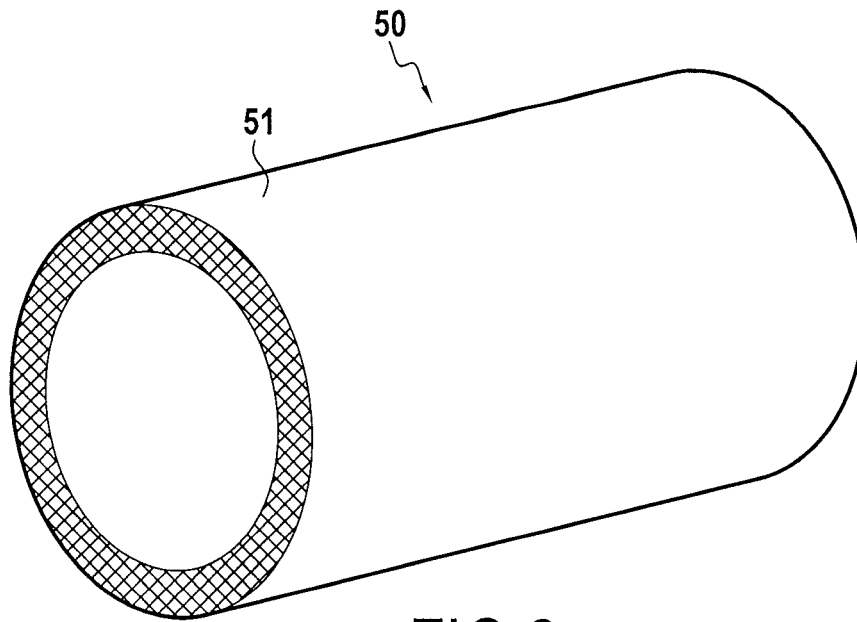


FIG. 2

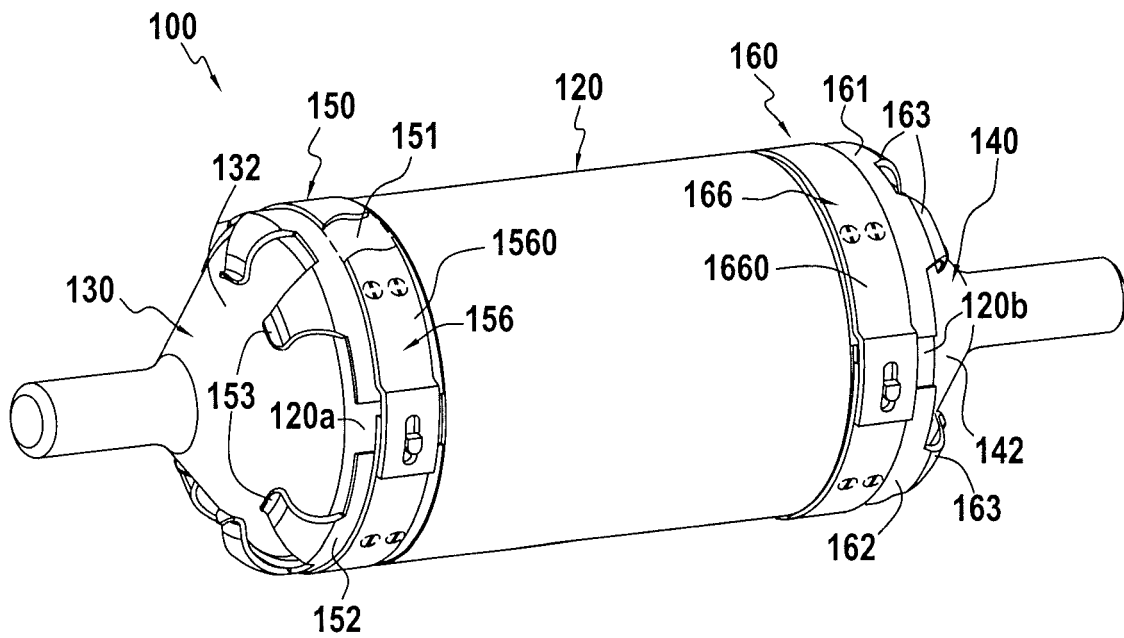


FIG. 3

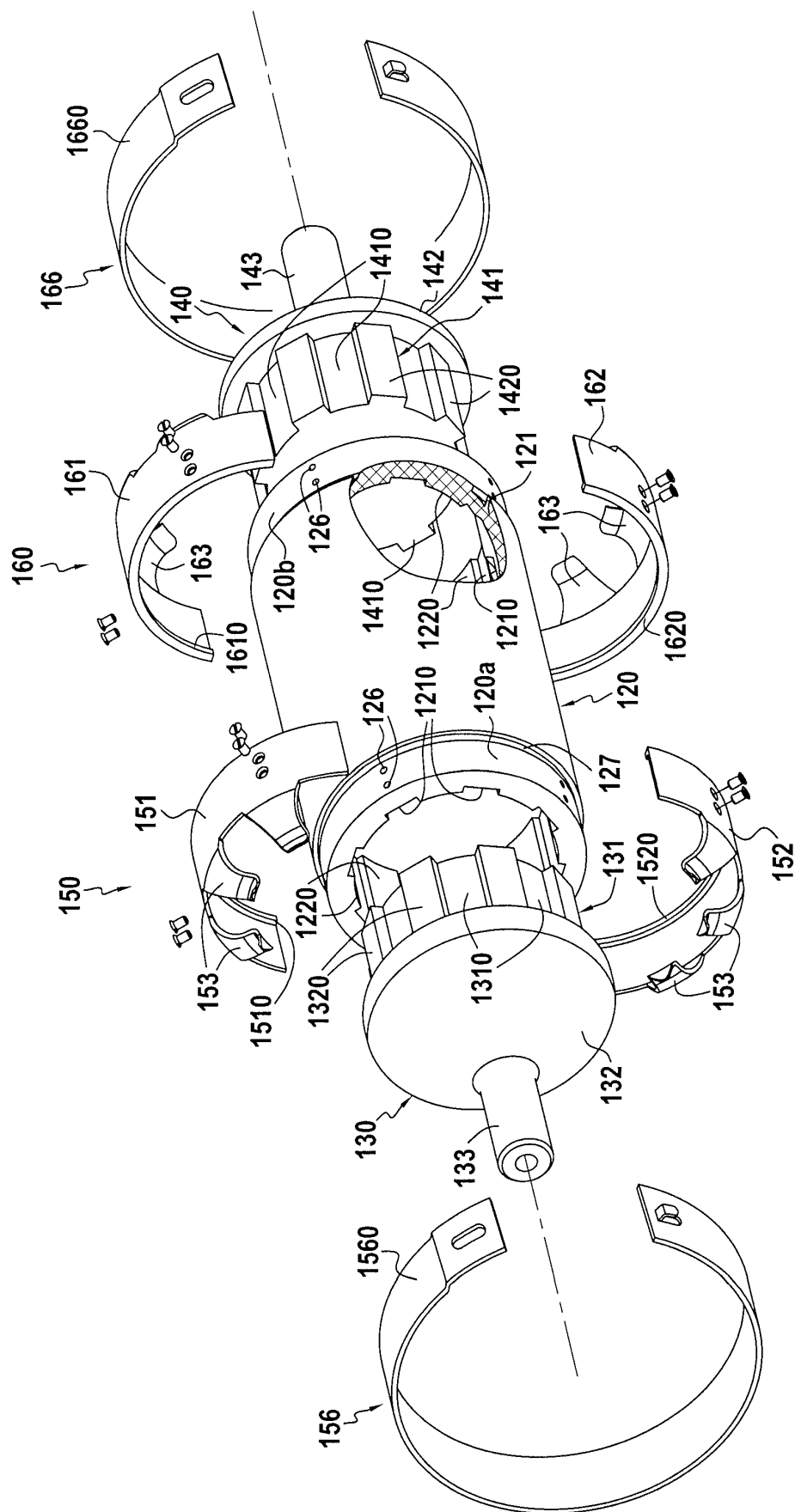


FIG.4

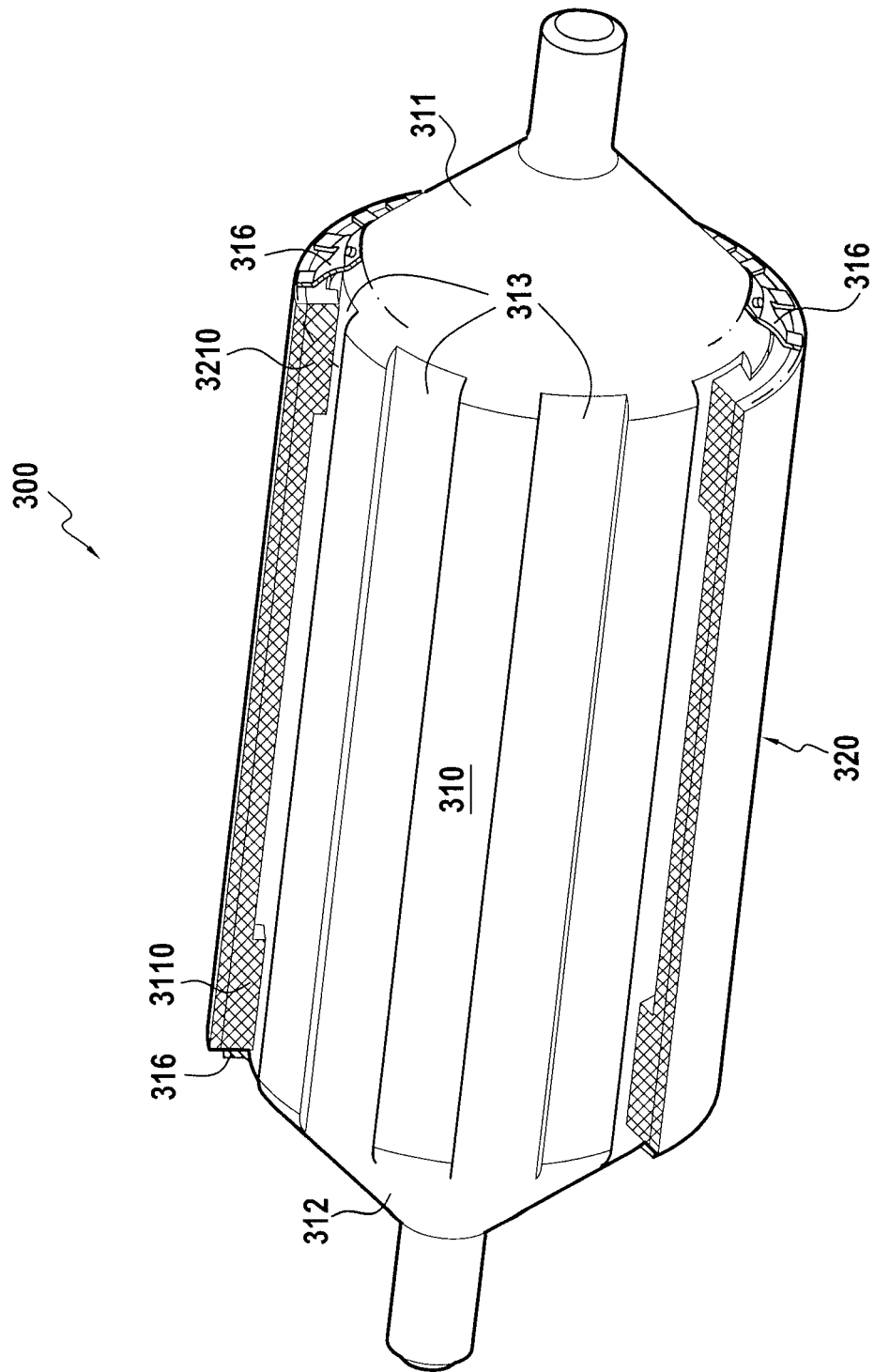


FIG. 5

