

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
03.07.2019 Bulletin 2019/27

(51) Int Cl.:
C25D 7/06 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18215774.3**

(22) Date de dépôt: **21.12.2018**

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

(71) Demandeur: **Polimiroir**
77165 Saint-Soupplets (FR)

(72) Inventeur: **PEIFFER, Olivier**
94300 VINCENNES (FR)

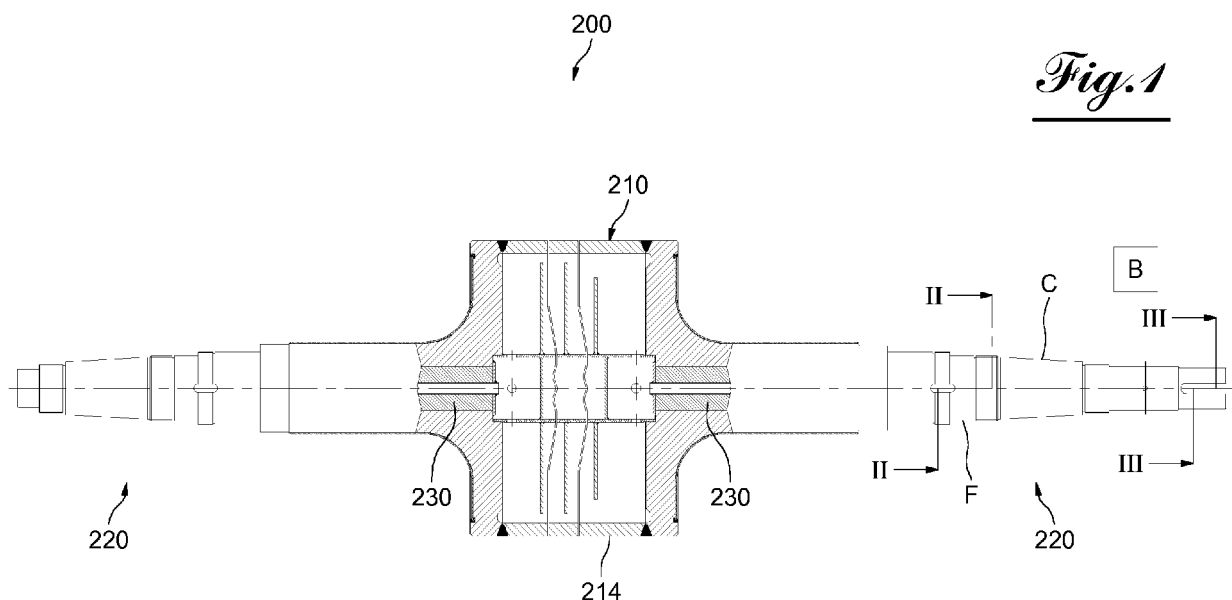
(74) Mandataire: **Lefevre-Groboillot, David André**
Cabinet Weinstein
176 avenue Charles de Gaulle
92200 Neuilly sur Seine (FR)

(30) Priorité: **29.12.2017** **FR 1763378**

(54) **ROULEAUX CONDUCTEURS DE COURANT**

(57) Rouleau conducteur de courant pour ligne d'électrolyse en continu, comprenant un tourillon (220) en acier conduisant le courant d'un collecteur (C) à une table (210) du rouleau, le tourillon (220) comprenant, au moins sur une partie de sa longueur, une frette interne en cuivre (230) dont le diamètre a été optimisé pour maxi-

miser la somme des courants pouvant circuler dans le corps en acier et la frette en maintenant les intensités par unité de surface de section dans le cuivre et dans l'acier en dessous de deux valeurs respectives et en maintenant la résistance mécanique du tourillon (220) .



Description

[0001] L'invention s'inscrit dans le domaine des rouleaux conducteurs de courant, par exemple pour lignes d'électrolyse.

[0002] Dans l'industrie métallurgique, un procédé d'électrolyse en continu est utilisé pour le revêtement de bandes d'acier par une couche de métal déposé, comme le nickel, l'étain, ou le chrome.

[0003] Les lignes de dépôts électrolytiques sont constituées de plusieurs cellules de traitement. Chaque cellule comprend un bain dans lequel la bande d'acier est plongée et avance avant de ressortir. La progression de la bande se fait à l'aide de rouleaux, dont l'un est un rouleau conducteur qui sert de cathode, pour polariser le métal de la bande en sorte de provoquer le dépôt des ions métalliques à sa surface.

[0004] Ainsi, chaque cellule est composée d'une cuve contenant l'électrolyte, d'anodes, d'un rouleau de fond de bac et d'un rouleau conducteur assurant la fonction de cathode.

[0005] De tels rouleaux comprennent une partie centrale ayant la forme d'un cylindre de révolution qui constitue la partie du rouleau intervenant dans l'électrolyse, appelée généralement "table" du rouleau. Le rouleau porte aussi deux demi-arbres, ou tourillons, disposés respectivement de part et d'autre de la table et coaxiaux à celle-ci. Les tourillons sont en acier, et présentent un diamètre qui peut varier le long de l'axe, qui est inférieur à celui de la partie centrale, et qui diminue par étage en s'éloignant de la table. Un ou plusieurs balais électriques en contact sur des collecteurs électriques des tourillons permettent la fermeture du circuit électrique. Les tourillons guident le rouleau en rotation et amènent le courant électrique à la table.

[0006] Les rouleaux sont traversés par un canal axial permettant une circulation d'eau de refroidissement. Un refroidissement du rouleau doit être assuré tout particulièrement au niveau de la zone de collecteur formée sur les tourillons.

[0007] Afin que le courant circule favorablement dans le rouleau, il faut utiliser, dans sa constitution, outre l'acier, des métaux électriquement conducteurs comme le cuivre, l'aluminium ou l'argent.

[0008] On connaît des technologies, maintenant relativement anciennes, par lesquelles du cuivre électrolytique était déposé sur un corps de rouleau en acier.

[0009] Cette technique est longue à mettre en oeuvre au stade de la fabrication ou de la réparation, et de plus l'épaisseur de cuivre déposée en surface du rouleau a une résistance mécanique faible, ce qui cause rapidement une usure importante. Il fallait par conséquent compter d'assez nombreux rouleaux pour assurer le fonctionnement continu de chaque cellule d'électrolyse, car dès qu'un rouleau était usé, il fallait l'immobiliser assez longtemps pour le réparer, et donc il était nécessaire de disposer immédiatement d'un ou plusieurs rouleaux de remplacement.

[0010] Une autre technologie, avantageuse et plus récente, utilise un matériau conducteur de courant, comme le cuivre, l'aluminium ou l'argent, mais celui-ci est totalement intégré dans le corps du rouleau en acier, et donc protégé des agressions mécaniques. Il peut être présent sous la forme d'une frette ou armature centrale, de forme cylindrique de révolution, d'axe l'axe du rouleau. La frette par exemple en cuivre est présente au moins sur une partie de la longueur du rouleau.

[0011] En tout état de cause, l'électrolyse consomme des puissances énergétiques importantes, et il y a une forte circulation d'électricité, pouvant causer des déperditions énergétiques par effet joule. Cela est notamment critique avec les nouvelles solutions électrolytiques imposées par la réglementation environnementale, ainsi qu'au vu de la nécessité d'augmenter les cadences de défillement de la bande métallique.

[0012] La présente invention a pour but de proposer un nouveau rouleau conducteur de courant qui améliore la performance énergétique de la technique antérieure.

[0013] Il est proposé un rouleau conducteur de courant pour ligne d'électrolyse en continu, comprenant un tourillon en acier conduisant le courant d'un collecteur à une table du rouleau.

[0014] De manière remarquable, le tourillon comprend, au moins sur une partie de sa longueur, une frette interne en cuivre dont le diamètre a été optimisé pour maximiser la somme des courants pouvant circuler dans le corps en acier et la frette en maintenant les intensités par unité de surface de section dans le cuivre et dans l'acier en dessous de deux valeurs respectives et en maintenant la résistance mécanique du tourillon.

[0015] Par calcul, les sections du matériel conducteur de courant et de l'enveloppe acier sont définies afin d'optimiser le passage de courant avec le minimum de déperdition énergétique par effet Joule, mais aussi de respecter les caractéristiques de résistance mécanique du rouleau et garantir sa facilité de réparation.

[0016] Cette technique permet de garantir la continuité électrique, quelles que soient les conditions d'utilisation et de maintenance ainsi qu'une résistance mécanique importante.

[0017] L'optimisation des caractéristiques électriques obtenue par calcul, tout en respectant les caractéristiques mécaniques, permet aux rouleaux conducteurs de passer plus de courant tout en permettant de nombreuses opérations de maintenance.

[0018] Selon des caractéristiques avantageuses et optionnelles :

- la frette interne en cuivre est protégée par un fourreau ;
- le fourreau est en acier inoxydable ;
- la surface externe du corps en acier est chromée ;
- la surface externe du tourillon est pourvue de

filetages ;

- le rouleau comprend un dépôt externe de chrome ou de carbure de tungstène sur la table du rouleau ;
- les valeurs respectives sont 1,55 A/mm² pour le cuivre et 0,26 A/mm² pour l'acier.

[0019] L'invention concerne aussi un procédé de fabrication d'un rouleau conducteur de courant pour ligne d'électrolyse en continu, comprenant un tourillon en acier conduisant le courant d'un collecteur à une table du rouleau, le tourillon comprenant, au moins sur une partie de sa longueur, une frette interne en cuivre.

[0020] Le procédé comprend une étape d'optimisation pour maximiser la somme des courants pouvant circuler dans le corps en acier et la frette en maintenant les intensités par unité de surface de section dans le cuivre et dans l'acier en dessous de deux valeurs respectives et en maintenant la résistance mécanique du tourillon.

[0021] La frette interne en cuivre est protégée par un fourreau en acier inoxydable. Le fourreau en combinaison avec des rondelles empêche toute corrosion des frettes internes en cuivre.

[0022] L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement dans la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant un mode de réalisation de l'invention et dans lesquels :

- La figure 1 est une vue d'un mode de réalisation de l'invention ;
- les figures 2 et 3 sont des vues de détails dudit mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 4 est une autre vue du mode de réalisation de l'invention, montrant plus particulièrement le tourillon.

[0023] En figure 1, le rouleau conducteur de courant 200 comprend une partie centrale 210 prolongée respectivement, à ses extrémités, par deux tourillons 220.

[0024] La partie centrale 210 du rouleau est formée d'un manchon en acier cylindrique de révolution autour d'un axe. Le cas échéant, la partie centrale 210 peut être munie d'un revêtement 214, par exemple un revêtement en cuivre déposé par électrodéposition.

[0025] Les rouleaux sont en effet formés dans certaines technologies d'un corps en acier pourvu d'un revêtement externe en cuivre. Le corps en acier est lui-même emmanché à chacune de ses extrémités sur un des deux tourillons coaxiaux, et soudé à ses extrémités sur ceux-ci.

[0026] Le revêtement de cuivre est dans ce cas formé par électrodéposition. Dans cette technologie ancienne, la réalisation du revêtement de cuivre est longue et coûteuse,

compte-tenu des épaisseurs imposées par les ampérages requis pour l'électrolyse en ligne, qui étaient compris généralement entre 12 000 et 18 000 ampères, et qui peuvent être ramenés à des valeurs plus faibles, de l'ordre de 10 000 ampères mais en multipliant les cellules d'électrolyse installées en série.

[0027] Le revêtement de cuivre peut être remplacé par un revêtement de chrome ou un revêtement de carbure de tungstène.

[0028] Comme cela est visible en figure 4, une frette interne 230 en cuivre peut être placée dans un alésage borgne du corps en acier, s'étendant sur la majeure partie de la longueur du tourillon 220, typiquement 75%.

[0029] Le tourillon 220 présente de préférence une section étagée sur sa longueur et sa surface extérieure, visible, est en acier inoxydable, éventuellement chromé en surface. Pour l'essentiel, la section étagée du corps en acier est de dimension croissante à partir de l'extrémité axiale du tourillon 220 vers la partie centrale 210.

[0030] Un fourreau 260, de préférence réalisé en acier inoxydable, peut être assemblé par frettage à l'intérieur de la frette en cuivre 230. Il est destiné à protéger la frette en cuivre 230 de l'eau de refroidissement circulant dans le canal central du rouleau et de l'acide chromique utilisé, le cas échéant, pour la réfection du rouleau. Pour cela, il peut posséder une longueur supérieure à la frette en cuivre 230 et émerger axialement sur chacune des extrémités de celle-ci. Ce fourreau a une forme cylindrique de révolution et est complémentaire de la surface interne des frettes pour un contact serré.

[0031] La disposition a pour but de permettre l'assemblage de la frette interne en cuivre 230 dans l'alésage borgne du corps en acier du tourillon en garantissant un contact étroit entre la paroi externe de la frette interne en cuivre 230 et la paroi interne du corps en acier.

[0032] Un joint compressible 240 peut être intercalé entre le fond de l'alésage borgne et l'extrémité correspondante de la frette interne en cuivre, comme cela est visible en figure 4. Le joint compressible peut être apte à expansion radiale lors d'une compression axiale. Le joint 240 est adapté à la géométrie de l'alésage. Il s'agit de préférence, d'un joint en silicone à lèvres.

[0033] Dans une variante, l'un au moins des deux tourillons 220 est muni axialement d'au moins un alésage traversant 250 s'étendant dans une direction générale radiale. Cet alésage est conçu pour déboucher dans une boîte à eau destinée à récupérer l'eau de refroidissement circulant dans le passage central du rouleau. Chaque tourillon 220 peut posséder au moins deux alésages radiaux débouchant dans la boîte à eau.

[0034] L'utilisation d'une telle boîte à eau permet de libérer la surface du tourillon 220, pour équiper par exemple celle-ci de moyens d'entraînement en rotation.

[0035] La surface en acier des tourillons 220 peut être munie de portées pour des joints associés à un roulement placé entre ces portées. La surface externe en acier des tourillons 220 peut être munie également d'un filetage F destiné à recevoir un écrou servant au serrage de ce

roulement. Les portées peuvent être formées par exemple en chrome, ou à l'aide d'une bague en acier inoxydable, ou encore à l'aide d'une bague en acier inoxydable revêtue d'oxyde de chrome. La coupe est visible en figure 2.

[0036] L'extrémité axiale des tourillons 220 est adaptée de façon pour recevoir les moyens d'entraînement à rotation. L'extrémité des tourillons 220 peut ainsi être munie d'un taraudage et d'un filetage externe, pour recevoir un bouchon d'étanchéité, et un écrou de serrage de la boîte à eau, et les moyens d'entraînement.

[0037] Une portée de collecteur C peut être formée entre le filetage F et la boîte à eau B. Cette portée de collecteur C peut être formée par dépôt d'argenture ou de cuivre par électrolyse par exemple. La frette interne 230 en cuivre est au droit de toute l'étendue du collecteur C.

[0038] Pour renforcer le contact électrique, on peut insérer un dépôt d'argenture entre le corps d'acier des tourillons et les frettes internes 230. Le dépôt d'argenture peut être réalisé sur la surface externe des frettes, ou sur la surface interne des tourillons.

[0039] L'utilisation d'une frette interne en cuivre et d'un fourreau, outre le fait qu'elle autorise une fabrication rapide et économique, permet de garantir le passage de l'intensité électrique requise. En effet, grâce à la protection formée par le fourreau 260, on empêche toute corrosion entre le corps en acier des tourillons et les frettes 230.

[0040] De préférence un embout est rapporté par frettage et fixé par soudure sur chaque extrémité des tourillons (figure 3).

[0041] Suivant l'invention, on recherche une faible valeur d'ampérage dans les matériaux afin de limiter au maximum l'effet Joule.

[0042] Ce possible échauffement qui serait provoqué par un fort ampérage dans l'art antérieur, provoque une dilatation des matériaux constituant le rouleau conducteur et ses accessoires (paliers, collecteurs électriques notamment) et donc dans certains cas des pertes de contact électrique.

[0043] Dans la frette de cuivre la valeur de conductivité électrique est de $58 \text{ m}/(\Omega \text{ mm}^2)$. Dans la partie en acier du tourillon la valeur de conductivité électrique est de $7,7 \text{ m}/(\Omega \text{ mm}^2)$.

[0044] On utilise des valeurs d'intensité par unité de surface faibles comme ci-dessous :

Pour le cuivre, une valeur maximale de $1,55 \text{ A/mm}^2$, et pour l'acier, moins conducteur que le cuivre, une valeur maximale de $0,26 \text{ A/mm}^2$. Ces valeurs garantissent que le rouleau ne subit pas d'échauffement.

[0045] On est alors en mesure de définir, pour un rouleau ayant un collecteur de portée de diamètre 90 mm, avec une conduite interne cylindrique pour le liquide de refroidissement dont le diamètre est de 25 mm, une section de cuivre de diamètre externe égal à 65 mm, recouverte de l'acier du rouleau.

[0046] Il en résulte alors une section de cuivre de 3827

mm^2 , et une section minimale d'acier de 3043 mm^2 .

[0047] Cela permet de faire passer dans le rouleau une intensité de 10348 A, répartie sur les deux tourillons à parts égales de 5174 A par tourillon. Dans chaque tourillon, l'intensité se divise en 4383 A dans le cuivre et 791 A dans l'acier.

Revendications

1. Rouleau conducteur de courant pour ligne d'électrolyse en continu, comprenant un tourillon (220) en acier conduisant le courant d'un collecteur (C) à une table (210) du rouleau, **caractérisé par le fait que** le tourillon (220) comprend, au moins sur une partie de sa longueur, une frette interne en cuivre (230) dont le diamètre a été optimisé pour maximiser la somme des courants pouvant circuler dans le corps en acier et la frette en maintenant les intensités par unité de surface de section dans le cuivre et dans l'acier en dessous de deux valeurs respectives et en maintenant la résistance mécanique du tourillon (220).
2. Rouleau selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** la frette interne en cuivre (230) est protégée par un fourreau (260).
3. Rouleau selon la revendication 2, **caractérisé par le fait que** le fourreau (150) est en acier inoxydable.
4. Rouleau selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé par le fait que** la surface externe du corps en acier est chromée.
5. Rouleau selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé par le fait que** la surface externe du tourillon est pourvue de filetages (F).
6. Rouleau selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé par le fait qu'il** comprend un dépôt externe de chrome ou de carbure de tungstène (214) sur la table (210) du rouleau.
7. Rouleau selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les valeurs respectives sont $1,55 \text{ A/mm}^2$ pour le cuivre et $0,26 \text{ A/mm}^2$ pour l'acier.
8. Procédé de fabrication d'un rouleau conducteur de courant pour ligne d'électrolyse en continu, comprenant un tourillon (220) en acier conduisant le courant d'un collecteur (C) à une table (210) du rouleau, le tourillon (220) comprenant, au moins sur une partie de sa longueur, une frette interne en cuivre (230), **caractérisé par le fait que** le procédé comprend une étape d'optimisation pour maximiser la somme des courants pouvant circuler dans le corps en acier

et la frette en maintenant les intensités par unité de surface de section dans le cuivre et dans l'acier en dessous de deux valeurs respectives et en maintenant la résistance mécanique du tourillon (220).

5

10

15

20

25

30

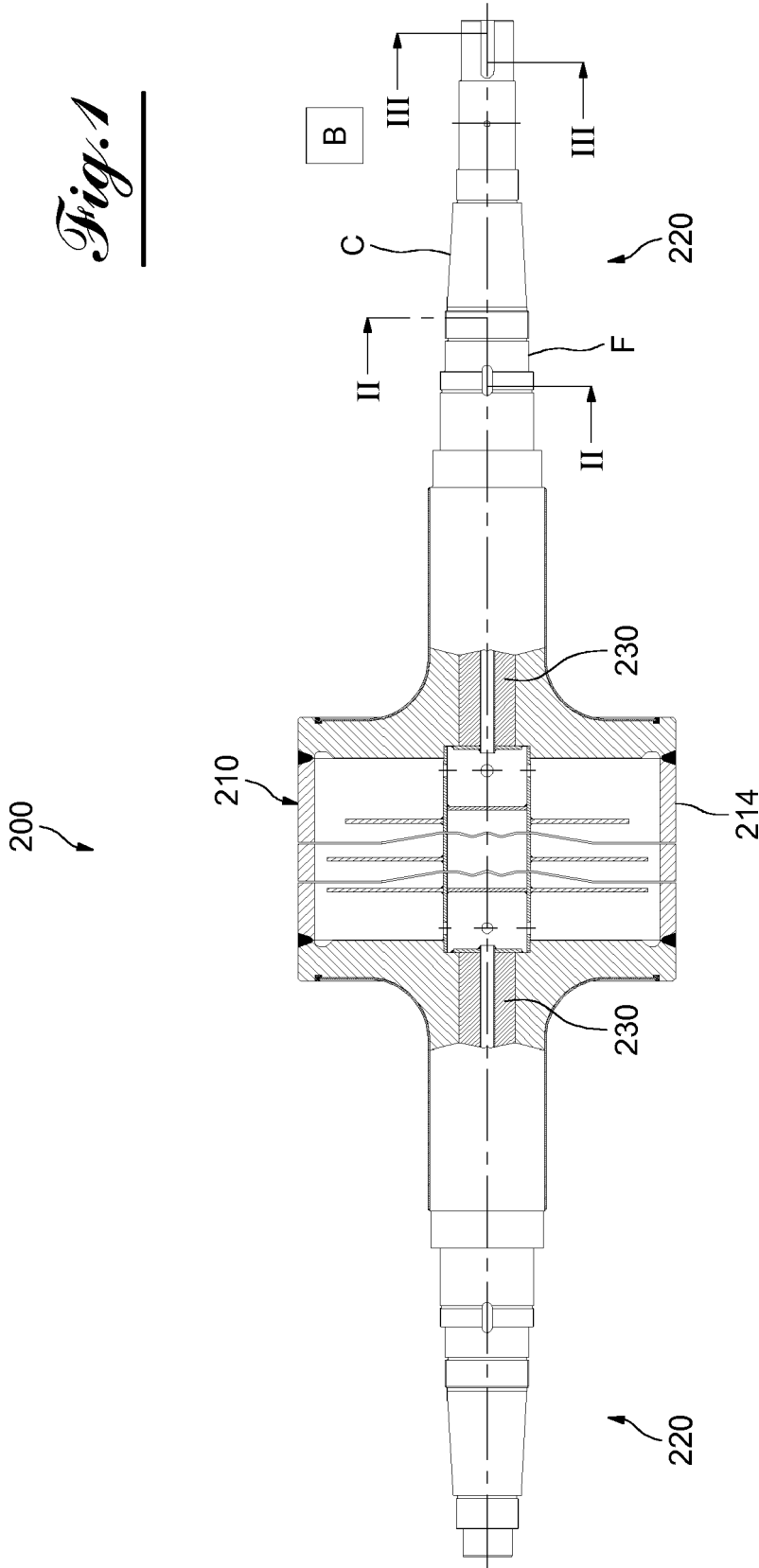
35

40

45

50

55



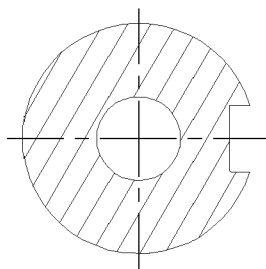
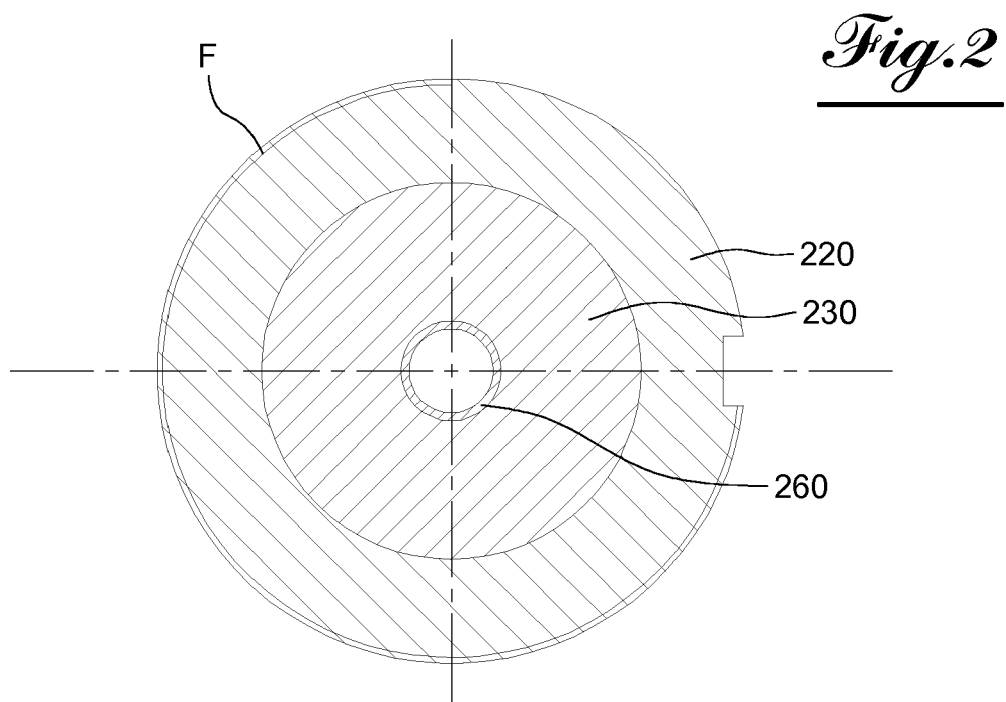
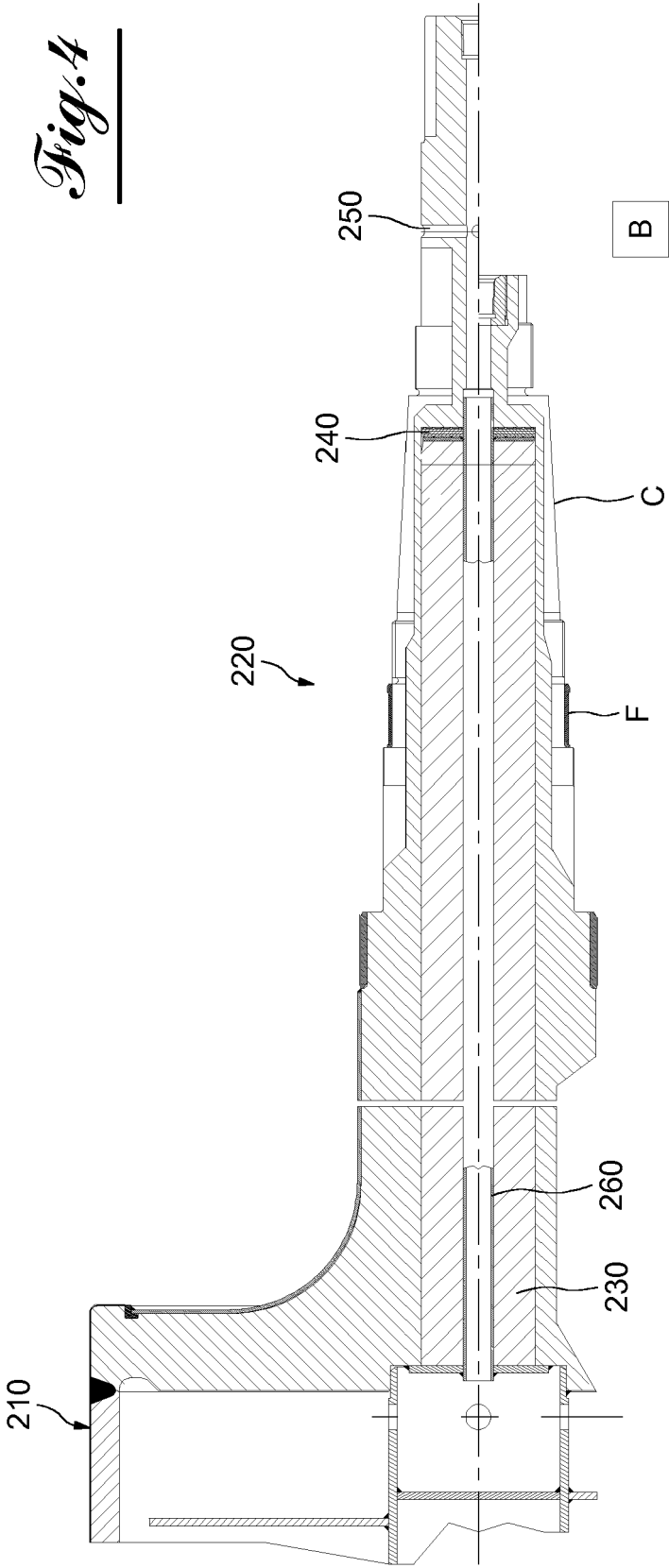


Fig.3

Fig. 4





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 18 21 5774

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	FR 2 648 269 A1 (POLIMIROIR [FR]) 14 décembre 1990 (1990-12-14) * abrégé * * pages 1,2,4,6 * * revendication 1 * * figure 3 *	1-8	INV. C25D7/06
X	EP 0 538 113 A1 (POLIMIROIR [FR]) 21 avril 1993 (1993-04-21) * abrégé * * colonnes 3,4,6 * * figure 2 *	1-8	
X	US 3 678 226 A (HATAGI HIROYUKI ET AL) 18 juillet 1972 (1972-07-18) * abrégé * * figure * * colonne 1 * * revendication 1 *	1-8	
X	US 3 887 776 A (KANBAYASHI MASAHIKO) 3 juin 1975 (1975-06-03) * le document en entier *	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) C03C C25D C25F C25B C25C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 10 mai 2019	Examineur Picard, Sybille
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 18 21 5774

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

10-05-2019

10

Document brevet cité
au rapport de recherche

Date de
publication

Membre(s) de la
famille de brevet(s)

Date de
publication

15

FR 2648269 A1 14-12-1990

CA 2018741 A1 12-12-1990

DE 69026535 D1 23-05-1996

DE 69026535 T2 19-12-1996

EP 0403362 A1 19-12-1990

ES 2085902 T3 16-06-1996

FR 2648269 A1 14-12-1990

US 5083353 A 28-01-1992

20

EP 0538113 A1 21-04-1993

AT 132548 T 15-01-1996

CA 2080620 A1 16-04-1993

DE 69207335 D1 15-02-1996

DE 69207335 T2 22-08-1996

EP 0538113 A1 21-04-1993

ES 2081073 T3 16-02-1996

FR 2682525 A1 16-04-1993

JP 3227470 B2 12-11-2001

JP H0754838 A 28-02-1995

US 5310467 A 10-05-1994

25

30

US 3678226 A 18-07-1972

DE 1803877 A1 27-05-1970

FR 1589971 A 06-04-1970

GB 1208350 A 14-10-1970

US 3678226 A 18-07-1972

35

US 3887776 A 03-06-1975

JP S5033124 A 31-03-1975

US 3887776 A 03-06-1975

40

45

50

55

EPO FORM P0480

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