(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 505 657 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
02.10.2024 Bulletin 2024/40

(21) Numéro de dépôt: **18215774.3**

(22) Date de dépôt: **21.12.2018**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
C25D 17/00 *(2006.01)* ***C25D 7/06*** *(2006.01)*

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
C25D 7/0657; C25D 17/005

(54) ROULEAUX CONDUCTEURS DE COURANT

LEITROLLEN FÜR STROM

CURRENT CONDUCTOR ROLLERS

(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: **29.12.2017 FR 1763378**

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

(73) Titulaire: **Polimiroir**
77165 Saint-Soupplets (FR)

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

(74) Mandataire: **Berger, Helmut**
Weinstein Services & Conseils
2-10 Avenue Marc Sangnier
92390 Villeneuve-la-Garenne (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 0 538 113
FR-A1- 2 648 269
US-A- 3 678 226
US-A- 3 887 776

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).

EP 3 505 657 B1

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 connait 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] On citera également les publications FR2648269, EP0538113, US3678226 et US3887776 qui divulguent des rouleaux conducteur de courant comprenant un tourillon en acier et une frette interne en cuivre.

[0012] 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 défilement de la bande métallique.

[0013] La présente invention a pour but de proposer un nouveau rouleau conducteur de courant qui améliore la performance énergétique de la technique antérieure.

[0014] 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.

[0015] 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. En outre, les valeurs respectives sont 1,55 A/mm2 pour le cuivre et 0,26 A/mm2 pour l'acier.

[0016] 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.

[0017] Cette technique permet de garantir la continuité électrique, quelles que soient les conditions d'utilisation et de maintenance ainsi qu'une résistance mécanique importante.

[0018] 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.

[0019] 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 ;

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] En figure 1, le rouleau conducteur de courant 200 comprend une partie centrale 210 prolongée respectivement, à ses extrémités, par deux tourillons 220.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] Le revêtement de cuivre peut être remplacé par un revêtement de chrome ou un revêtement de carbure de tungstène.

[0029] 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%.

[0030] 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] De préférence un embout est rapporté par frettage et fixé par soudure sur chaque extrémité des tourillons (figure 3).

[0042] Suivant l'invention, on recherche une faible valeur d'ampérage dans les matériaux afin de limiter au maximum l'effet Joule.

[0043] 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.

[0044] Dans la frette de cuivre la valeur de conductivité électrique est de 58 m/(Ω mm^2). Dans la partie en acier du tourillon la valeur de conductivité électrique est de 7,7 m/(Ω mm^2).

[0045] On utilise des valeurs d'intensité par unité de surface faibles comme ci-dessous :

[0046] Pour le cuivre, une valeur maximale de 1,55 A/mm2, et pour l'acier, moins conducteur que le cuivre, une valeur maximale de 0,26 A/mm2. Ces valeurs garantissent que le rouleau ne subit pas d'échauffement.

[0047] 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.

[0048] Il en résulte alors une section de cuivre de 3827 mm^2, et une section minimale d'acier de 3043 mm^2.

[0049] 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 (200) 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, où 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), **caractérisé en ce que** les valeurs respectives sont 1,55 A/mm2 pour le cuivre et 0,26 A/mm2 pour l'acier, la section de cuivre étant de 3827 mm^2 et une section minimale d'acier de 3043 mm^2, et **en ce que** le rouleau (200) comprend un collecteur de portée de diamètre 90 mm, avec une conduite interne cylindrique pour un liquide de refroidissement dont le diamètre est de 25 mm, et une section de cuivre de diamètre externe égal à 65 mm, la section de cuivre étant recouverte de l'acier du rouleau.

2. Rouleau (200) selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** la frette interne en cuivre (230) est protégée par un fourreau (260).

3. Rouleau (200) selon la revendication 2, **caractérisé par le fait que** le fourreau (150) est en acier inoxydable.

4. Rouleau (200) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé par le fait que** la surface externe du corps en acier est chromée.

5. Rouleau (200) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé par le fait que** la surface externe du tourillon (220) est pourvue de filetages (F).

6. Rouleau (200) 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.

Patentansprüche

1. Leitrolle für Strom (200) für eine kontinuierliche Elektrolyselinie, umfassend einen Zapfen (220) aus Stahl, der den Strom von einem Kollektor (C) zu einem Tisch (210) der Rolle leitet, wobei der Zapfen (220) zumindest auf einem Teil seiner Länge einen inneren Kupferring (230) umfasst, dessen Durchmesser optimiert wurde, um die Summe der Ströme, die durch den Stahlkörper und den Ring fließen können, zu maximieren, indem die Stromstärken pro Querschnittsflächeneinheit im Kupfer und im Stahl unter zwei jeweiligen Werten gehalten werden und indem die mechanische Festigkeit des Zapfens (220) aufrechterhalten wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die jeweiligen Werte 1,55 A/mm^2 für Kupfer und 0,26 A/mm^2 für Stahl betragen, wobei der Kupferquerschnitt 3827 mm^2 und ein minimaler Stahlquerschnitt 3043 mm^2 beträgt, und dass die Rolle (200) einen Kollektor mit einem Sitz mit einem Durchmesser von 90 mm umfasst, mit einem zylindrischen inneren Kanal für eine Kühlflüssigkeit, dessen Durchmesser 25 mm beträgt, und einem Kupferquerschnitt mit einem Außendurchmesser von gleich 65 mm, wobei der Kupferquerschnitt mit dem Stahl der Rolle bedeckt ist.

2. Rolle (200) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der innere Kupferring (230) durch eine Hülse (260) geschützt ist.

3. Rolle (200) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülse (150) aus rostfreiem Stahl ist.

4. Rolle (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenfläche des Stahlkörpers verchromt ist.

5. Rolle (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenfläche des Zapfens (220) mit Gewinden (F) versehen ist.

6. Rolle (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine äußere Chrom- oder Wolframkarbidabscheidung (214) auf dem Tisch (210) der Rolle umfasst.

Claims

1. A current conductor roller (200) for a continuous electrolysis line, comprising a steel trunnion (220) conducting the current of a collector (C) to a table (210) of the roller, where the trunnion (220) comprises, at least over a portion of its length, an internal copper ferrule (230) whose diameter has been optimized to maximize the sum of the currents able to circulate in the steel body and the ferrule by maintaining the intensities per unit area of section in the copper and in the steel below two respective values and maintaining the mechanical strength of the trunnion (220), **characterized in that** the respective values are 1.55 A/mm^2 for copper and 0.26 A/mm^2 for steel, the copper section being 3827 mm^2 and a minimal steel section of 3043 mm^2, and **in that** the roller (200) comprises a collector with a bearing having a diameter of 90 mm, with a cylindrical inner pipe for a coolant whose diameter is 25 mm, and a copper section of outer diameter equal to 65 mm, the copper section being covered by the steel of the roller.

2. The roller (200) according to claim 1, **characterized in that** the copper inner ferrule (230) is protected by a sheath (260).

3. The roller (200) according to claim 2, **characterized in that** the sheath (150) is made of stainless steel.

4. The roller (200) according to one of claims 1 to 3, **characterized in that** the outer surface of the steel body is chrome-plated.

5. The roller (200) according to one of claims 1 to 4, **characterized in that** the outer surface of the trunnion (220) is provided with threads (F).

6. The roller according to one of claims 1 to 5, **characterized in that** it comprises an external deposit of chromium or tungsten carbide (214) on the table (210) of the roller.

Fig. 1

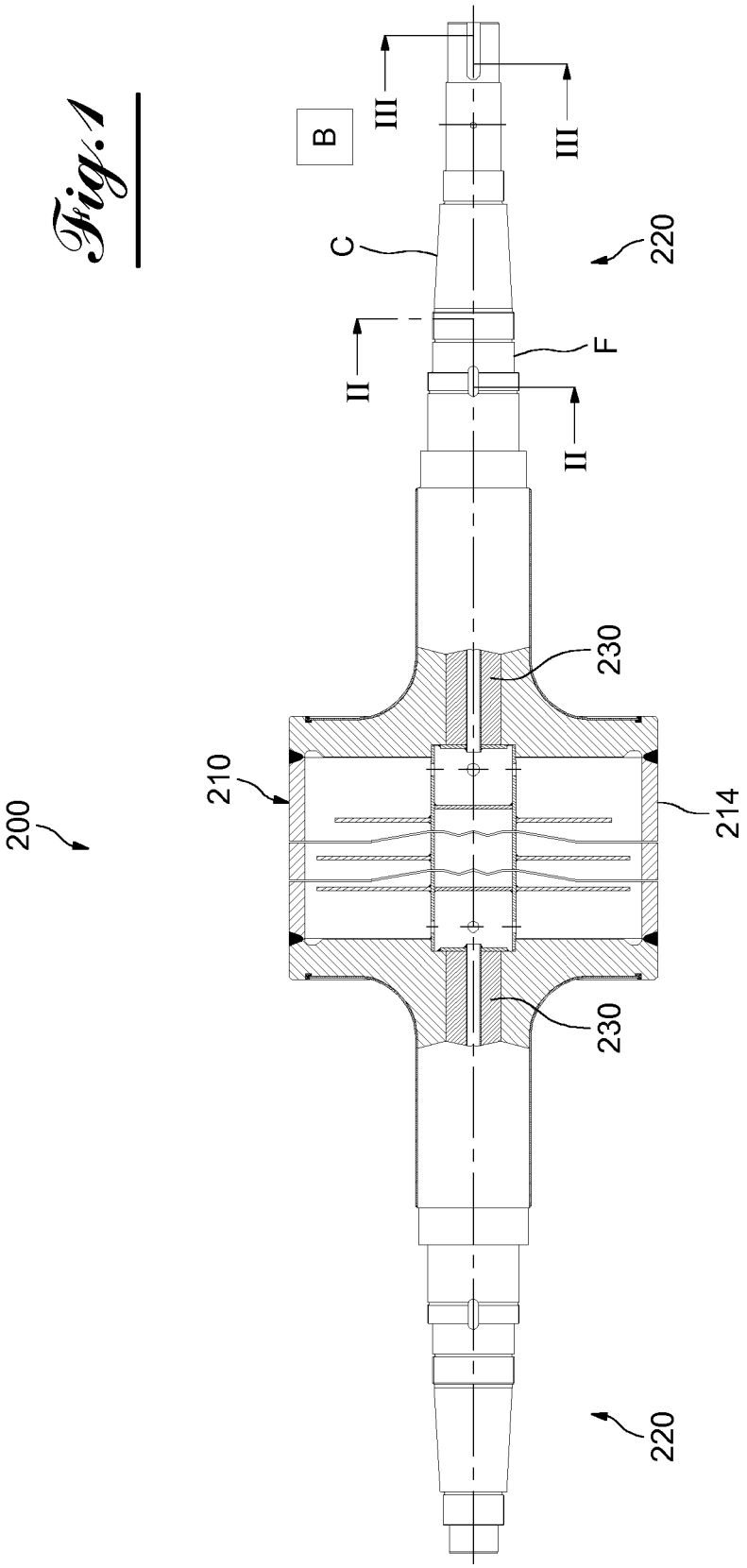
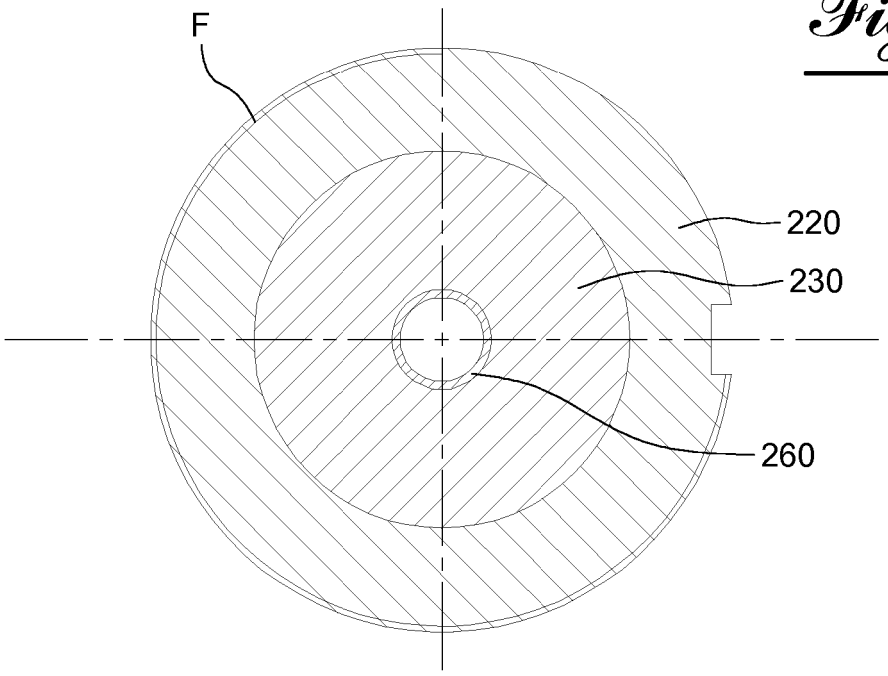


Fig.2



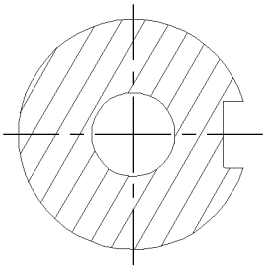
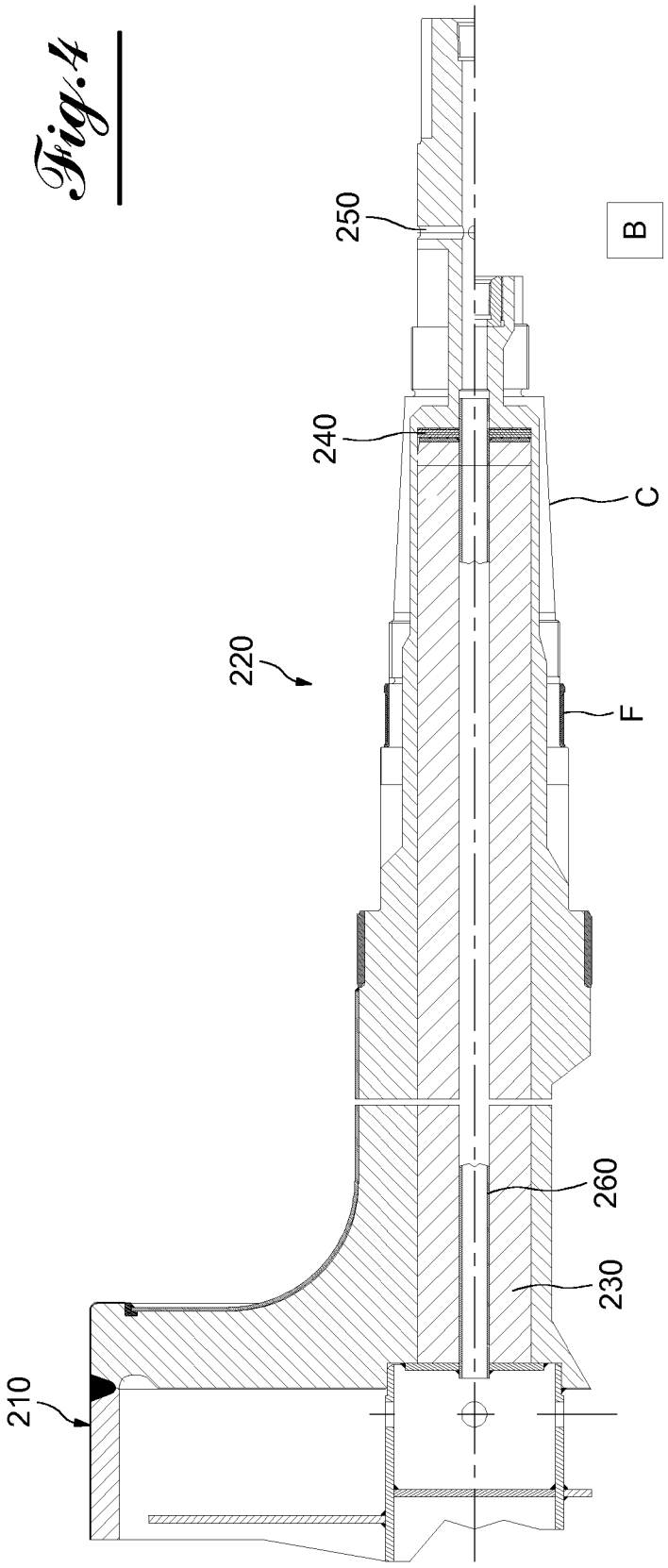


Fig.3

Fig. 4



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2648269 **[0011]**
- EP 0538113 A **[0011]**
- US 3678226 A **[0011]**
- US 3887776 A **[0011]**