

(19)



(11)

EP 3 220 089 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
20.09.2017 Bulletin 2017/38

(51) Int Cl.:
F28D 11/02 (2006.01) **F28G 9/00** (2006.01)
F28G 15/00 (2006.01) **F28F 5/02** (2006.01)
F28F 27/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16305302.8**

(22) Date de dépôt: **18.03.2016**

(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:
MA MD

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

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

(74) Mandataire: **Thinat, Michel**
Cabinet Weinstein
176 avenue Charles de Gaulle
92200 Neuilly sur Seine (FR)

(54) **SYSTEME ET PROCEDE DE NETTOYAGE D'UN ECHANGEUR THERMIQUE**

(57) L'invention concerne un système et un procédé de nettoyage d'un échangeur thermique cylindrique rotatif, notamment un échangeur de type rouleau industriel.

Le système de nettoyage selon l'invention comprend un moyen amovible d'obturation destiné à être inséré dans le conduit d'alimentation (5) pour obturer hermétiquement les entrées (14) des tubes d'alimentation (6)

reliées au conduit d'alimentation (5), et des conduites de nettoyage (28) chacune reliée à un tube d'alimentation (6) en aval de son entrée (14) et agencée pour être raccordée à une source d'un fluide de nettoyage pour injecter le fluide de nettoyage pouvant circuler dans le canal (4) et le tube d'évacuation correspondants jusqu'au conduit d'évacuation (8) du fluide de nettoyage.

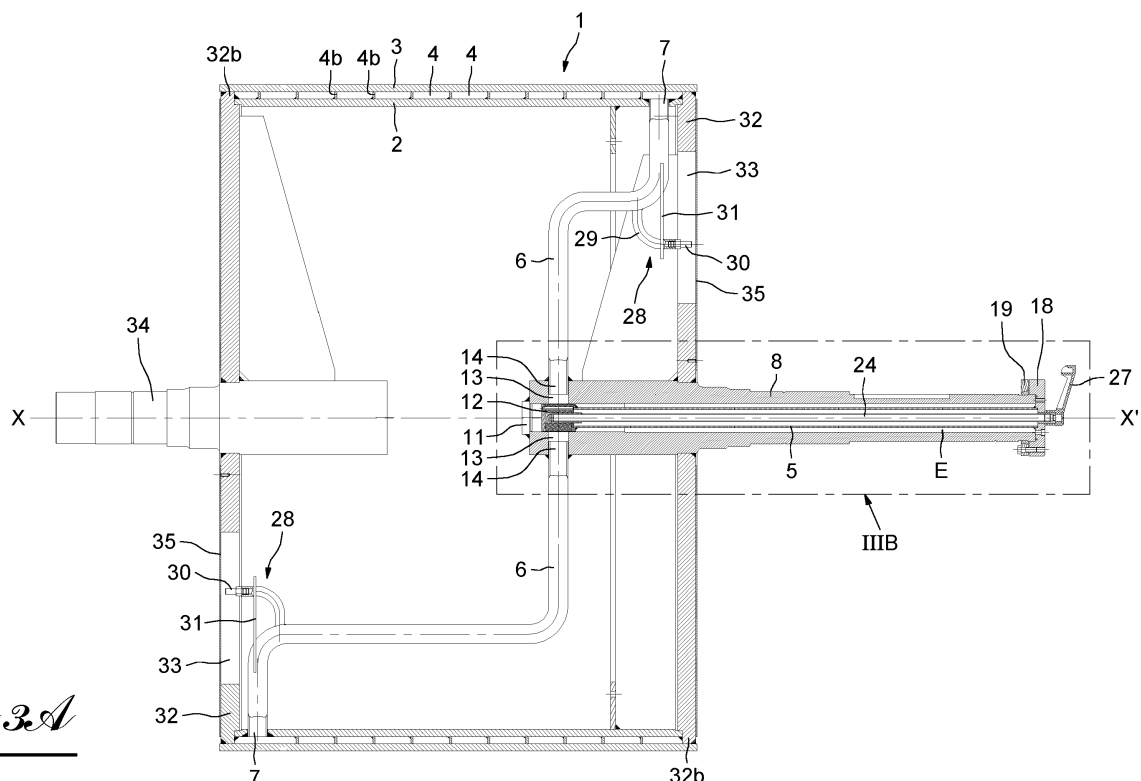


Fig. 3A

EP 3 220 089 A1

Description

[0001] L'invention concerne un système de nettoyage d'un échangeur thermique cylindrique du type rouleau industriel rotatif.

[0002] Il est connu d'utiliser des rouleaux industriels pour assurer le cheminement de films de matériau à faible conductivité thermique, tels que par exemple des films en matière plastique destinés à la fabrication de dalles d'écrans plats. Lorsque ces films sont obtenus par exemple par extrusion à chaud, il est impératif de les refroidir le plus uniformément possible. Le rouleau industriel assurant le cheminement d'un tel film est dans ce cas un échangeur thermique comprenant deux parois cylindriques interne et externe concentriques, des canaux logés dans l'espace défini entre les parois interne et externe et dans lesquels peut circuler un fluide caloporteur assurant un échange thermique avec la paroi cylindrique externe, l'échangeur comprenant en outre au moins un conduit d'alimentation des canaux en fluide caloporteur via des tubes d'alimentation, chacun reliant le conduit d'alimentation à l'entrée d'un canal, et au moins un conduit d'évacuation des canaux en fluide caloporteur via des tubes d'évacuation, chacun reliant la sortie d'un canal au conduit d'évacuation. Ainsi, la circulation du fluide caloporteur dans les canaux assure la stabilité et l'uniformité de la température de toute la surface externe de la paroi externe de l'échangeur thermique, assurant le refroidissement uniforme du film extrudé à chaud acheminé par l'échangeur thermique.

[0003] Cependant, bien que le fluide caloporteur soit traité pour comporter le moins d'impuretés possible, il est fréquent que des dépôts de matière viennent réduire la section transversale des canaux, notamment des dépôts de tartre, de rouille, de graisse ou d'huile, de bactéries. Ceci engendre une diminution du débit de fluide caloporteur circulant dans ce canal et par conséquent une diminution des échanges thermiques entre le fluide caloporteur et le film à refroidir. La température du fluide circulant dans ce canal partiellement bouché a donc tendance à augmenter, affectant ainsi l'uniformité de la température de la surface externe de la paroi externe de l'échangeur thermique et le refroidissement correct du film extrudé à chaud.

[0004] Pour remédier à ce problème, il est connu d'injecter dans le conduit d'entrée de l'échangeur une solution de nettoyage pour supprimer les dépôts de matière. Cependant, la solution de nettoyage aura plutôt tendance à circuler dans les canaux peu ou pas soumis à ces dépôts de matière car présentant une plus grande section transversale. Le nettoyage des canaux partiellement bouchés est donc fastidieux, coûteux et généralement peu efficace. En outre, le volume de solution de nettoyage injectée dans le conduit d'alimentation doit par conséquent être relativement élevé, ce qui engendre une forte consommation de cette solution. Face à ces problématiques, l'utilisateur aura tendance à augmenter la pression d'injection de fluide caloporteur dans l'échan-

geur thermique pour compenser la diminution de débit de fluide caloporteur circulant dans les canaux partiellement bouchés, ce qui engendre un risque de déformation de la paroi externe de l'échangeur thermique.

[0005] La présente invention a pour but de pallier les inconvénients ci-dessus de l'art antérieur.

[0006] Pour atteindre ce but, l'invention concerne un système de nettoyage d'un échangeur thermique cylindrique rotatif tel que décrit précédemment, le système de nettoyage comprenant un moyen amovible d'obturation destiné à être inséré dans le conduit d'alimentation pour obturer hermétiquement les entrées des tubes d'alimentation reliées au conduit d'alimentation, et des conduites de nettoyage chacune reliée à un tube d'alimentation en aval de son entrée et agencée pour être raccordée à une source d'un fluide de nettoyage pour injecter le fluide de nettoyage pouvant circuler dans le canal et le tube d'évacuation correspondants jusqu'au conduit d'évacuation du fluide de nettoyage.

[0007] Selon une autre particularité, le système de nettoyage comprend un dispositif de suivi de la température du fluide caloporteur circulant dans les canaux et comportant des capteurs de température, chacun permettant de mesurer périodiquement la température du fluide caloporteur circulant dans le tube d'évacuation correspondant, et une unité de traitement externe des données de température provenant des capteurs de température et agencés pour générer une information de la nécessité d'un nettoyage d'au moins un canal lorsque la température du fluide caloporteur dans le tube d'évacuation correspondant dépasse une valeur de seuil de température mémorisée dans l'unité de traitement des données de température.

[0008] Selon une autre particularité, chaque capteur de température comprend une sonde en contact avec le tube d'évacuation correspondant et une unité d'acquisition des données de température mesurées par la sonde logée dans un compartiment de l'échangeur thermique, l'unité d'acquisition étant agencée pour transmettre périodiquement à l'unité de traitement les données de température acquises.

[0009] Selon une autre particularité, la communication entre les moyens d'acquisition des données et les moyens de traitement des données est du type sans-fil.

[0010] Selon une autre particularité, le moyen amovible d'obturation comprend une tige dont une partie d'extrémité comprend des joints destinés à obturer hermétiquement les entrées des tubes d'alimentation.

[0011] Selon une autre particularité, les conduits d'alimentation et d'évacuation sont cylindriques.

[0012] Selon une autre particularité, l'échangeur thermique comprend une paire de conduits respectivement d'alimentation et d'évacuation disposés à l'une des extrémités de l'échangeur thermique.

[0013] Selon une autre particularité, les deux conduits respectivement d'alimentation et d'évacuation disposés au niveau de la même extrémité de l'échangeur thermique sont montés concentriques, le diamètre du conduit

d'évacuation étant supérieur au diamètre du conduit d'alimentation de sorte que l'évacuation de fluide caloporteur ou de fluide de nettoyage soit réalisée le long de l'espace annulaire formé entre les deux parois des deux conduits respectivement d'alimentation et d'évacuation.

[0014] Selon une autre particularité, chaque tube d'alimentation est relié au niveau de son entrée radialement au conduit d'évacuation, et chaque tube d'évacuation est relié au niveau de sa sortie radialement au conduit d'évacuation.

[0015] Selon une autre particularité, l'échangeur thermique comprend un conduit d'alimentation disposé à l'une des extrémités de l'échangeur thermique et un conduit d'évacuation disposé à l'extrémité opposée de cet échangeur.

[0016] Selon une autre particularité, les canaux de l'échangeur thermique sont constitués par des bandes métalliques enroulées en spirale autour de la paroi cylindrique interne de l'échangeur thermique en définissant entre elles les canaux de circulation de fluide caloporteur et qui sont soudées sur la surface externe de cette paroi cylindrique interne.

[0017] Selon une autre particularité, l'échangeur thermique comprend six canaux.

[0018] Selon une autre particularité, l'échangeur thermique comprend huit canaux.

[0019] Selon une autre particularité, le fluide de nettoyage possède des propriétés détergentes et/ou détartrantes et/ou antirouille.

[0020] L'invention concerne également un procédé de nettoyage d'un échangeur thermique cylindrique avec un système de nettoyage, l'échangeur thermique comprenant deux parois cylindriques interne et externe concentriques, des canaux logés dans l'espace défini entre les parois interne et externe et dans lesquels peut circuler un fluide caloporteur assurant un échange thermique avec la paroi cylindrique externe, l'échangeur comprenant en outre au moins un conduit d'alimentation des canaux en fluide caloporteur via des tubes d'alimentation chacun reliant le conduit d'alimentation à l'entrée d'un canal, et au moins un conduit d'évacuation des canaux en fluide caloporteur via des tubes d'évacuation chacun reliant la sortie d'un canal au conduit d'évacuation, le système de nettoyage comprenant un moyen amovible d'obturation à joints destiné à être inséré dans le conduit d'alimentation pour obturer hermétiquement à l'aide des joints les entrées des tubes d'alimentation reliées au conduit d'alimentation, des conduites de nettoyage chacune reliée à un tube d'alimentation en aval de son entrée et agencée pour être raccordée à une source d'un fluide de nettoyage pour injecter le fluide de nettoyage pouvant circuler dans le canal et le tube d'évacuation correspondants jusqu'au conduit d'évacuation du fluide de nettoyage, et un dispositif de suivi de la température du fluide caloporteur circulant dans les canaux comportant des capteurs de température chacun permettant de mesurer périodiquement la température du fluide caloporteur circulant dans un tube d'évacuation et des moyens de traitement des données de température, le procédé comprenant :

temment des données de température, le procédé comprenant :

- Une étape de détection d'une température du fluide caloporteur dans au moins l'un des tubes d'évacuation supérieure à une valeur de seuil de température,
- Une étape d'arrêt de l'alimentation en fluide caloporteur du conduit d'alimentation,
- Une étape d'insertion du moyen d'obturation à l'intérieur du conduit d'alimentation, de sorte que les joints obstruent hermétiquement les entrées des tubes d'alimentation reliées au conduit d'alimentation,
- Une étape de raccordement d'une source de fluide de nettoyage à la conduite de nettoyage du tube d'alimentation correspondant,
- Une étape d'injection de fluide de nettoyage dans la conduite de nettoyage de sorte qu'il circule dans le tube d'alimentation, le canal à nettoyer et le tube d'évacuation correspondants jusqu'au conduit d'évacuation du fluide de nettoyage.

[0021] 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 1A représente une vue en coupe longitudinale d'un échangeur thermique cylindrique connu, montrant les tubes d'alimentation en fluide caloporteur ;
- La figure 1B représente une vue agrandie des conduits d'alimentation et d'évacuation de l'échangeur thermique de la figure 1A ;
- La figure 2A représente une vue en coupe longitudinale d'un échangeur thermique cylindrique connu, montrant les tubes d'évacuation de fluide caloporteur ;
- La figure 2B représente une vue agrandie des conduits d'alimentation et d'évacuation de l'échangeur thermique de la figure 2A ;
- La figure 3A représente une vue en coupe longitudinale de l'échangeur thermique de la figure 1A montrant la présence d'un moyen amovible introduit dans le conduit d'alimentation pour l'obturation simultanée des entrées des tubes d'alimentation ;
- La figure 3B représente une vue agrandie du moyen amovible d'obturation de la figure 3A ;

- La figure 4A représente une vue en coupe longitudinale de l'échangeur thermique de la figure 2A montrant la présence d'un moyen amovible introduit dans le conduit d'alimentation pour l'obturation simultanée des entrées des tubes d'alimentation ;
- La figure 4B représente une vue agrandie du moyen amovible d'obturation de la figure 4A ;
- La figure 5 représente une vue en bout de l'échangeur thermique suivant la flèche V de la figure 1A.

[0022] En référence aux figures, un échangeur thermique cylindrique 1 connu du type rouleau industriel rotatif, va maintenant être décrit.

[0023] Comme déjà expliqué au début de la description, un tel échangeur thermique 1 est utilisé notamment pour refroidir uniformément des films de matériau à faible conductivité thermique, notamment des films en matière plastique extrudés à chaud.

[0024] L'échangeur thermique 1 comprend deux parois cylindriques interne 2 et externe 3 concentriques solidaires à leurs deux extrémités opposées de deux parois transversales 32. La paroi cylindrique interne 2 repose par chacune de ses extrémités opposées sur des épaulements internes convexes formés dans la paroi transversale correspondante 32 de l'échangeur thermique 1 et est fixée à ces épaulements par soudage. Ainsi les deux parois cylindriques interne 2 et externe 3 définissent entre elles un espace annulaire. Les deux parois transversales 32 font saillie radialement par leur bord périphérique externe 32b de la surface périphérique externe de la paroi cylindrique interne 2. La paroi cylindrique externe 3 repose par chacune de ses deux extrémités opposées sur les bords périphériques externes 32b des parois transversales 32 et est fixée à celles-ci par soudage.

[0025] L'échangeur thermique 1 comprend en outre des canaux de circulation 4 d'un fluide caloporteur, logés dans l'espace annulaire entre les parois cylindriques interne 2 et externe 3 de manière à ce que le fluide caloporteur circulant dans ces canaux 4 assure un échange thermique avec l'intégralité de la paroi cylindrique externe 3. De manière préférentielle, ces canaux 4 sont constitués par des bandes métalliques rigides 4b enroulées en spirale autour de la paroi cylindrique interne 2 en définissant entre elles les canaux de circulation 4 du fluide caloporteur.

[0026] En outre, les bandes métalliques 4b sont d'une part en appui par leurs bords d'un même côté sur la surface externe de la paroi cylindrique interne 2 de l'échangeur thermique 1 et soudés à cette surface, et d'autre part en appui par leurs bords opposés sur la surface interne de la paroi cylindrique externe 3. Par conséquent, les bandes métalliques 4b sont fixées de manière étanche entre les deux parois interne 2 et externe 3 pour définir les canaux individuels 4.

[0027] La circulation de fluide caloporteur dans les canaux 4 est assurée par un conduit d'alimentation 5 en

fluide caloporteur via des tubes d'alimentation 6, chacun reliant le conduit d'alimentation 5 à l'entrée 7 d'un canal 4, et par un conduit d'évacuation 8 de fluide caloporteur via des tubes d'évacuation 9, chacun reliant la sortie 10 d'un canal 4 au conduit d'évacuation 8. L'entrée 7 et la sortie 10 d'un canal 4 sont formées par des trous radiaux réalisés dans la paroi cylindrique interne 2 au voisinage respectivement des extrémités de la paroi cylindrique interne 2, c'est-à-dire que ces trous radiaux 7, 10 débouchent respectivement aux deux extrémités de la spirale du canal correspondant 4.

[0028] Les conduits d'alimentation 5 et d'évacuation 8 sont constitués par des tubes rigides cylindriques et concentriques, et le conduit d'évacuation 8 est bouché à une extrémité opposée à celle permettant l'évacuation de fluide caloporteur par une paroi d'obturation 11 soudée à l'extrémité correspondante du conduit d'évacuation 8. Ces deux conduits 5, 8 sont disposés au niveau de l'une des extrémités de l'échangeur thermique 1 de manière coaxiale à l'axe de rotation X-X' de l'échangeur thermique 1. Plus précisément, le conduit d'évacuation 8 dont le diamètre est plus grand que le diamètre du conduit d'alimentation 5 traverse la paroi transversale 32 correspondante et est solidaire de celle-ci par soudage. Ce conduit d'évacuation 8 fait également office de demi-axe de rotation de l'échangeur thermique 1.

[0029] Le conduit d'alimentation 5 s'étend dans le conduit d'évacuation 8 sur une grande partie de la longueur de ce dernier et a son extrémité débouchant en regard de la paroi transversale d'obturation 11 du conduit d'évacuation 8.

[0030] Cette extrémité du conduit d'alimentation 5 comporte une bague métallique 17 solidaire de cette extrémité et qui comporte un joint torique d'étanchéité (non représenté) en appui sur la surface interne du conduit d'évacuation 8.

[0031] L'extrémité opposée de ce conduit d'alimentation 5 est solidaire d'un couvercle circulaire 18 amoviblement fixé à une bride 19 solidaire de l'extrémité correspondante du conduit d'évacuation 8, ce couvercle 18 permettant le passage d'un moyen d'obturation amovible des tubes d'alimentation 6 comme on le verra ultérieurement.

[0032] Chaque tube d'alimentation 6 est relié au niveau de son entrée 14 radialement au conduit d'évacuation 8 via des trous radiaux 13 positionnés en aval du joint torique par rapport au sens d'écoulement du fluide caloporteur dans le conduit d'alimentation 5, lesquels trous radiaux 13 débouchent dans la chambre 12 définie entre le joint torique et la paroi d'obturation 11 du conduit d'évacuation 8. Ainsi le fluide caloporteur provenant du conduit d'alimentation 5 est distribué dans les tubes d'alimentation 6 en direction de l'entrée 7 des canaux 4.

[0033] Chaque tube d'évacuation 9 est relié au niveau de sa sortie 16 radialement au conduit d'évacuation 8 via des trous radiaux 15 positionnés en amont du joint torique par rapport au sens d'écoulement du fluide caloporteur dans le conduit d'alimentation 5. Ainsi, le fluide

caloporteur ayant circulé dans les tubes d'évacuation 9 depuis la sortie 10 des canaux 4 s'écoule en sortie des tubes d'évacuation 9 dans l'espace annulaire E défini entre les conduits d'alimentation 5 et d'évacuation 8 pour être évacué dans le conduit d'évacuation 8.

[0034] De manière préférentielle et pour assurer une bonne homogénéité des échanges thermiques entre le fluide caloporteur circulant dans les canaux 4 et la paroi cylindrique externe 3, l'échangeur thermique 1 comprend entre six et huit canaux 4, avec autant de tubes d'alimentation 6 que de canaux 4 et autant de tubes d'évacuation 9 que de canaux 4. Le fluide caloporteur est par exemple un liquide à faible viscosité et purifié, par exemple de l'eau distillée traitée pour éviter le dépôt de matière biologique dans les canaux 4 et pour éviter au mieux le dépôt de calcaire dans les canaux 4. Bien entendu, le conduit d'alimentation 5 est raccordé à une source d'alimentation en fluide caloporteur, non représentée.

[0035] Pour assurer un échange thermique optimal entre le fluide caloporteur et la paroi cylindrique externe 3 de l'échangeur thermique 1, le fluide caloporteur est en écoulement turbulent dans les canaux 4. En outre, toujours pour faciliter les échanges thermiques, les sens de circulation du fluide caloporteur dans deux canaux adjacents sont opposés. La configuration des tubes d'alimentation 6 représentés à la figure 1A illustre une configuration des tubes d'alimentation 6 permettant cette situation.

[0036] Un écoulement turbulent de fluide caloporteur dans les canaux 4 est obtenu pour des vitesses d'écoulement de fluide caloporteur dépassant une certaine valeur dépendant de la section et de la longueur de chaque canal 4. Généralement, si le fluide caloporteur est de l'eau, cette vitesse de seuil est comprise entre 1.5 et 3 m/s pour une pression comprise entre 3 et 4 bars.

[0037] Enfin, l'échangeur thermique 1 comprend également un deuxième demi-axe 34 traversant l'autre paroi transversale 32 et solidaire de celle-ci par soudage. Ce demi-axe permet également la rotation de l'échangeur thermique cylindrique 1.

[0038] En référence aux figures, le système de nettoyage selon l'invention va maintenant être décrit.

[0039] Il comprend un dispositif de suivi de la température du fluide caloporteur circulant dans chaque canal 4. Ce dispositif comprend des capteurs de température 21, 22 chacun permettant de mesurer périodiquement la température du fluide caloporteur circulant dans le tube d'évacuation 9 correspondant à un canal 4.

[0040] Chaque capteur de température comprend une sonde de température 21 en contact avec le tube d'évacuation 9 correspondant et une unité d'acquisition des données de température 22 mesurées par la sonde 21. Cette unité d'acquisition 22 est logée dans un compartiment de l'échangeur thermique 1. En outre, l'unité d'acquisition 22 d'un capteur de température est agencée pour transmettre périodiquement les données de température acquises à une unité de traitement externe des données de température 23. Cette unité de traitement externe des données de température 23 est agencée

pour générer une information de la nécessité de nettoyage d'au moins un canal 4 lorsque la température du fluide caloporteur dans le tube d'évacuation correspondant 9 dépasse une valeur de seuil de température mémorisée dans l'unité de traitement externe 23.

[0041] La période d'acquisition des données de température par les unités d'acquisition 22, ainsi que la période de transmission des données de température par les unités d'acquisition 22 à l'unité de traitement externe 23 peuvent être paramétrées par l'utilisateur. En outre et de manière préférentielle, les données de température sont transmises à l'unité de traitement externe 23 via une connexion du type sans-fil, par exemple WIFI ou Bluetooth.

[0042] Enfin, de manière à protéger l'accès aux capteurs de température, des caches 35 sont amoviblement fixés sur la paroi transversale d'extrémité correspondante 32 de l'échangeur thermique 1. Ces caches 35 obturent respectivement des fenêtres circulaires 33 traversant la paroi transversale 32, permettant notamment d'accéder aux capteurs de température.

[0043] Une température du fluide caloporteur qui augmente dans un canal 4 signifie que la vitesse d'écoulement du fluide dans ce canal 4 diminue au point de devenir laminaire. Ceci est dû au rétrécissement de la section transversale du canal 4 provoqué par des dépôts de matière dans les canaux, par exemple de tartre, de rouille, de graisse ou d'huile, de bactéries.

[0044] De manière à nettoyer et/ou détartrer le canal 4 partiellement obturé, le système de nettoyage selon l'invention comprend en outre le moyen amovible d'obturation précédemment mentionné que l'utilisateur insère dans le conduit d'alimentation 5 au travers d'un perçage central 20 traversant le couvercle 18 fermant l'entrée du conduit d'alimentation 5, pour obturer hermétiquement les entrées 14 des tubes d'alimentation 6 reliées au conduit d'alimentation. De préférence, ce moyen amovible comprend une tige 24 dont une partie d'extrémité comprend des joints 25 qui, une fois la tige 24 mise en place dans le conduit d'alimentation 5, obture hermétiquement les trous radiaux 13 du conduit d'évacuation 8 situés en aval du joint torique par rapport au sens d'écoulement de fluide dans le conduit d'alimentation 5.

[0045] La portion d'extrémité de la tige 24 comprend en outre un serre-joint 26 qui peut être actionné par l'utilisateur via une poignée externe 27 du type quart de tour pour renforcer radialement l'étanchéité des joints 25.

[0046] Bien entendu, avant d'introduire le moyen amovible d'obturation dans le conduit d'alimentation 5, l'utilisateur aura coupé auparavant l'alimentation en fluide caloporteur et débranché la liaison d'alimentation entre le conduit d'alimentation 5 et la source d'alimentation en fluide caloporteur.

[0047] Pour permettre l'injection dans le canal 4 à nettoyer d'un fluide de nettoyage, par exemple une solution aux propriétés détartrantes et/ou détergentes et/ou anti-rouille, le système de nettoyage comprend des conduites de nettoyage 28 chacune reliée à un tube d'alimen-

tation 6 en aval de son entrée. Chaque conduite de nettoyage 28 est accessible au niveau de l'une des extrémités de l'échangeur thermique 1, au travers des fenêtres circulaires 33 de la paroi transversale correspondante 32. En outre, chaque conduite de nettoyage 28 est agencée pour être raccordée à une source externe de fluide de nettoyage (non représentée) pour permettre l'injection de ce fluide dans le tube d'alimentation correspondant 6.

[0048] Les entrées 14 des tubes d'alimentation 6 situées en amont étant bouchées par les joints 25 du moyen amovible d'obturation, la quasi-totalité du fluide de nettoyage injecté dans l'un des tubes d'alimentation 6 circule dans le canal correspondant 4 à nettoyer puis dans le tube d'évacuation correspondant 9, jusqu'à la sortie 16 de ce tube 9 menant dans l'espace annulaire E défini entre les parois des conduits d'alimentation 5 et d'évacuation 8 assurant l'évacuation du fluide de nettoyage vers un bac de réception (non représenté).

[0049] Chaque conduite de nettoyage 28 comprend un tube coudé 29 relié au niveau de sa sortie radialement à la paroi du tube d'alimentation correspondant 6. L'entrée de la conduite de nettoyage 28 comprend un raccord 30 mâle ou femelle, destinée à coopérer avec un raccord relié à la sortie de la source de fluide de nettoyage. Pour renforcer et rigidifier chaque conduite de nettoyage 28, un support plan rigide 31 est solidaire de chaque conduite de nettoyage 28 au voisinage de son extrémité et du tube d'alimentation correspondant 6.

[0050] De manière préférentielle, les tubes d'alimentation 6 et d'évacuation 9 sont agencés de sorte qu'une moitié de l'ensemble des tubes respectivement d'alimentation 6 et d'évacuation 9 soit accessible au travers des fenêtres circulaires 33 de l'une des parois transversales d'extrémités 32 de l'échangeur thermique 1, la moitié restante de cet ensemble de tubes respectivement d'alimentation 6 et d'évacuation 9 étant accessible au travers des fenêtres circulaires 33 de l'autre paroi transversale d'extrémité 32 de l'échangeur thermique 1.

[0051] Le système de nettoyage selon l'invention permet de détecter très rapidement des pertes de débit de fluide caloporteur circulant dans le ou les canaux 4 partiellement bouchés. En effet, lorsque l'un des canaux 4 est partiellement bouché, la sonde de température 21 fournit à l'unité d'acquisition 22 un signal de température qui est transmis à l'unité de traitement externe 23 fournissant une information identifiant le canal 4 partiellement obstrué, par exemple par voie d'affichage. En outre les conduites de nettoyage 28 et le moyen d'obturation amovible permettent d'injecter du fluide de nettoyage uniquement dans les canaux 4 faisant l'objet du nettoyage et/ou détartrage, accroissant significativement l'efficacité du nettoyage des canaux. La consommation de fluide de nettoyage et le volume d'injection de ce dernier dans les canaux 4 à nettoyer sont par conséquent optimisés, évitant notamment toute surconsommation de fluide de nettoyage.

[0052] La configuration telle que décrite n'est pas limi-

tée au mode de réalisation décrit précédemment et représenté sur les figures 3A, 3B, 4A, 4B et 5. Elle n'a été donnée qu'à titre d'exemple non limitatif. De multiples modifications peuvent être apportées sans pour autant sortir du cadre de l'invention. En particulier, on pourrait imaginer un autre mode de réalisation dans lequel les deux demi-axes de rotation constituent respectivement le conduit d'alimentation 5 et le conduit d'évacuation 8 de fluide caloporteur. Dans ces conditions, ces conduits 5, 8 sont des cylindres bouchés à une extrémité, les tubes d'alimentation 6 sont reliés par leurs entrées 14 radialement au conduit d'alimentation 5 et les tubes d'évacuation 9 sont reliés par leurs sorties 16 radialement au conduit d'évacuation 8.

Revendications

1. Système de nettoyage d'un échangeur thermique cylindrique (1), l'échangeur thermique comprenant deux parois cylindriques interne (2) et externe (3) concentriques, des canaux (4) logés dans l'espace défini entre les parois interne (2) et externe (3) et dans lesquels peut circuler un fluide caloporteur assurant un échange thermique avec la paroi cylindrique externe (3), l'échangeur (1) comprenant en outre au moins un conduit d'alimentation (5) des canaux (4) en fluide caloporteur via des tubes d'alimentation (6), chacun reliant le conduit d'alimentation (5) à l'entrée (7) d'un canal, et au moins un conduit d'évacuation (8) des canaux (4) en fluide caloporteur via des tubes d'évacuation (9), chacun reliant la sortie d'un canal (4) au conduit d'évacuation (8), **caractérisé en ce qu'** il comprend un moyen amovible d'obturation destiné à être inséré dans le conduit d'alimentation (5) pour obturer hermétiquement les entrées (14) des tubes d'alimentation (6) reliées au conduit d'alimentation (5), et des conduites de nettoyage (28) chacune reliée à un tube d'alimentation (6) en aval de son entrée (14) et agencée pour être raccordée à une source d'un fluide de nettoyage pour injecter le fluide de nettoyage pouvant circuler dans le canal (4) et le tube d'évacuation (9) correspondants jusqu'au conduit d'évacuation (8) du fluide de nettoyage.
2. Système de nettoyage selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**il comprend un dispositif de suivi de la température du fluide caloporteur circulant dans les canaux (4) et comportant des capteurs de température (21, 22), chacun permettant de mesurer périodiquement la température du fluide caloporteur circulant dans le tube d'évacuation (9) correspondant, et une unité de traitement externe des données de température (23) provenant des capteurs de température et agencés pour générer une information de la nécessité d'un nettoyage d'au moins un canal (4) lorsque la température du fluide caloporteur dans

le tube d'évacuation (9) correspondant dépasse une valeur de seuil de température mémorisée dans l'unité de traitement des données de température.

3. Système de nettoyage selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** chaque capteur de température comprend une sonde (21) en contact avec le tube d'évacuation (9) correspondant et une unité d'acquisition des données de température (22) mesurées par la sonde (21) logée dans un compartiment de l'échangeur thermique (1), l'unité d'acquisition (22) étant agencée pour transmettre périodiquement à l'unité de traitement (23) les données de température acquises. 5
4. Système de nettoyage selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** la communication entre les moyens d'acquisition des données (2) et les moyens de traitement des données (23) est du type sans-fil. 10
5. Système de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le moyen amovible d'obturation comprend une tige (24) dont une partie d'extrémité comprend des joints (25) destinés à obturer hermétiquement les entrées (14) des tubes d'alimentation (6). 15
6. Système de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les conduits d'alimentation (5) et d'évacuation (8) sont cylindriques. 20
7. Système de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'échangeur thermique (1) comprend une paire de conduits respectivement d'alimentation (5) et d'évacuation (8) disposés à l'une des extrémités de l'échangeur thermique (1). 25
8. Système de nettoyage selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les deux conduits respectivement d'alimentation (5) et d'évacuation (8) disposés au niveau de la même extrémité de l'échangeur thermique (1) sont montés concentriques, le diamètre du conduit d'évacuation (8) étant supérieur au diamètre du conduit d'alimentation (5) de sorte que l'évacuation de fluide caloporteur ou de fluide de nettoyage soit réalisée le long de l'espace annulaire (E) formé entre les deux parois des deux conduits respectivement d'alimentation (5) et d'évacuation (8). 30
9. Système de nettoyage selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** chaque tube d'alimentation (6) est relié au niveau de son entrée (14) radialement au conduit d'évacuation (8), et **en ce que** chaque tube d'évacuation (9) est relié au niveau de sa sortie (16) radialement au conduit d'évacuation (8). 35

10. Système de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'échangeur thermique (1) comprend un conduit d'alimentation (5) disposé à l'une des extrémités de l'échangeur thermique (1) et un conduit d'évacuation (8) disposé à l'extrémité opposée de cet échangeur (1). 40
11. Système de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** les canaux (4) de l'échangeur thermique (1) sont constitués par des bandes métalliques (4b) enroulées en spirale autour de la paroi cylindrique interne (2) de l'échangeur thermique en définissant entre elles les canaux de circulation (4) de fluide caloporteur et qui sont soudées sur la surface externe de cette paroi cylindrique interne (2). 45
12. Système de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'échangeur thermique (1) comprend six canaux (4). 50
13. Système de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'échangeur thermique (1) comprend huit canaux (4). 55
14. Système de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** le fluide de nettoyage possède des propriétés détergentes et/ou détartrantes et/ou antirouille.
15. Procédé de nettoyage d'un échangeur thermique cylindrique (1) à l'aide d'un système de nettoyage, l'échangeur thermique (1) comprenant deux parois cylindriques interne (2) et externe (3) concentriques, des canaux (4) logés dans l'espace défini entre les parois interne (2) et externe (3) et dans lesquels peut circuler un fluide caloporteur assurant un échange thermique avec la paroi cylindrique externe (3), l'échangeur comprenant en outre au moins un conduit d'alimentation (5) des canaux en fluide caloporteur via des tubes d'alimentation (6) chacun reliant le conduit d'alimentation (5) à l'entrée (7) d'un canal (4), et au moins un conduit d'évacuation (8) des canaux (4) en fluide caloporteur via des tubes d'évacuation (9) chacun reliant la sortie (10) d'un canal (4) au conduit d'évacuation (8), le système de nettoyage comprenant un moyen amovible d'obturation à joints (25) destiné à être inséré dans le conduit d'alimentation (5) pour obturer hermétiquement à l'aide des joints (25) les entrées (14) des tubes d'alimentation (6) reliées au conduit d'alimentation (5), des conduites de nettoyage (28) chacune reliée à un tube d'alimentation (5) en aval de son entrée (14) et agencée pour être raccordée à une source d'un fluide de nettoyage pour injecter le fluide de nettoyage pouvant circuler dans le canal (4) et le tube d'évacuation (9) correspondants jusqu'au conduit d'évacuation (8) du fluide de nettoyage, et un dispositif de

suivi de la température du fluide caloporteur circulant dans les canaux (4) comportant des capteurs de température (21, 22) chacun permettant de mesurer périodiquement la température du fluide caloporteur circulant dans un tube d'évacuation (9) et des moyens de traitement des données de température (23), **caractérisé en ce que** le procédé comprend :

- Une étape de détection d'une température du fluide caloporteur dans au moins l'un des tubes d'évacuation (9) supérieure à une valeur de seuil de température, 10
- Une étape d'arrêt de l'alimentation en fluide caloporteur du conduit d'alimentation (5),
- Une étape d'insertion du moyen d'obturation à l'intérieur du conduit d'alimentation (5), de sorte que les joints (25) obstruent hermétiquement les entrées (14) des tubes d'alimentation (6) reliées au conduit d'alimentation (5), 15
- Une étape de raccordement d'une source de fluide de nettoyage à la conduite de nettoyage (28) du tube d'alimentation (6) correspondant, 20
- Une étape d'injection de fluide de nettoyage dans la conduite de nettoyage (28) de sorte qu'il circule dans le tube d'alimentation (6), le canal (4) à nettoyer et le tube d'évacuation (9) correspondants jusqu'au conduit d'évacuation (8) du fluide de nettoyage. 25

30

35

40

45

50

55

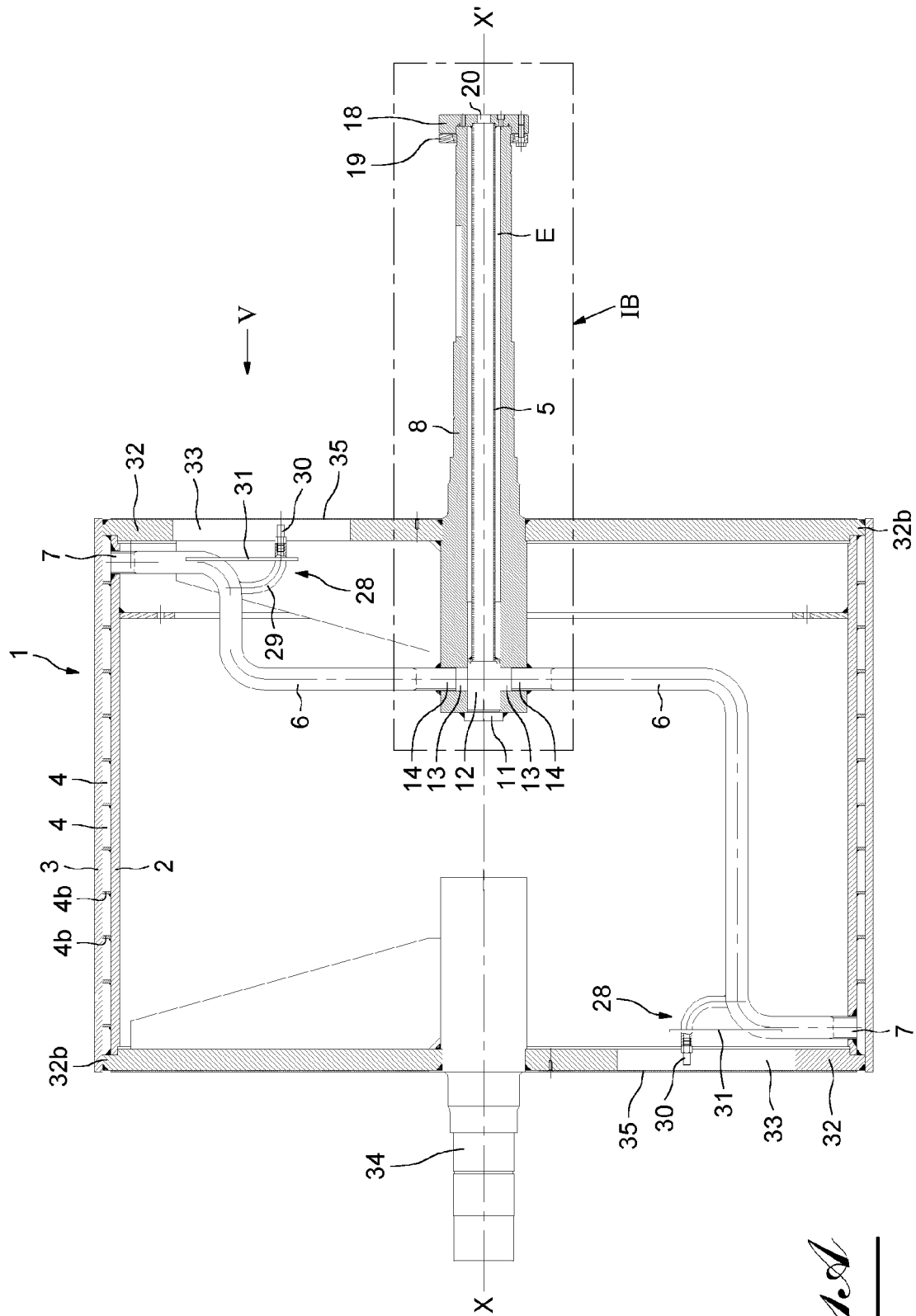


Fig. 1A

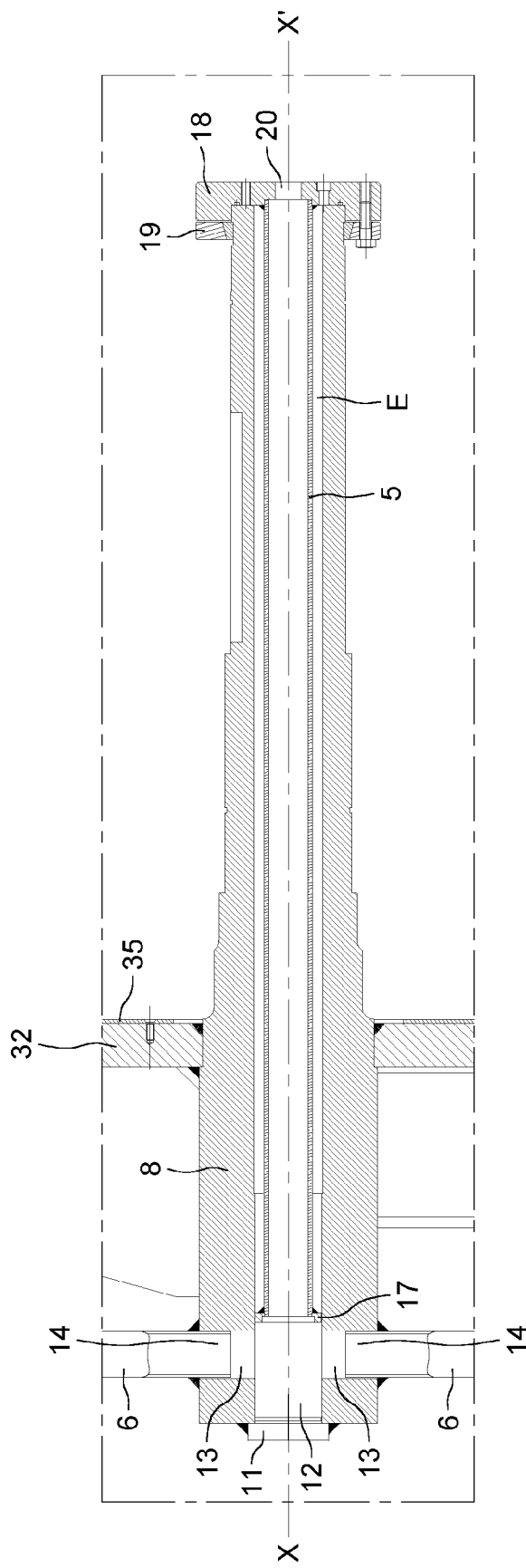


Fig. 1B

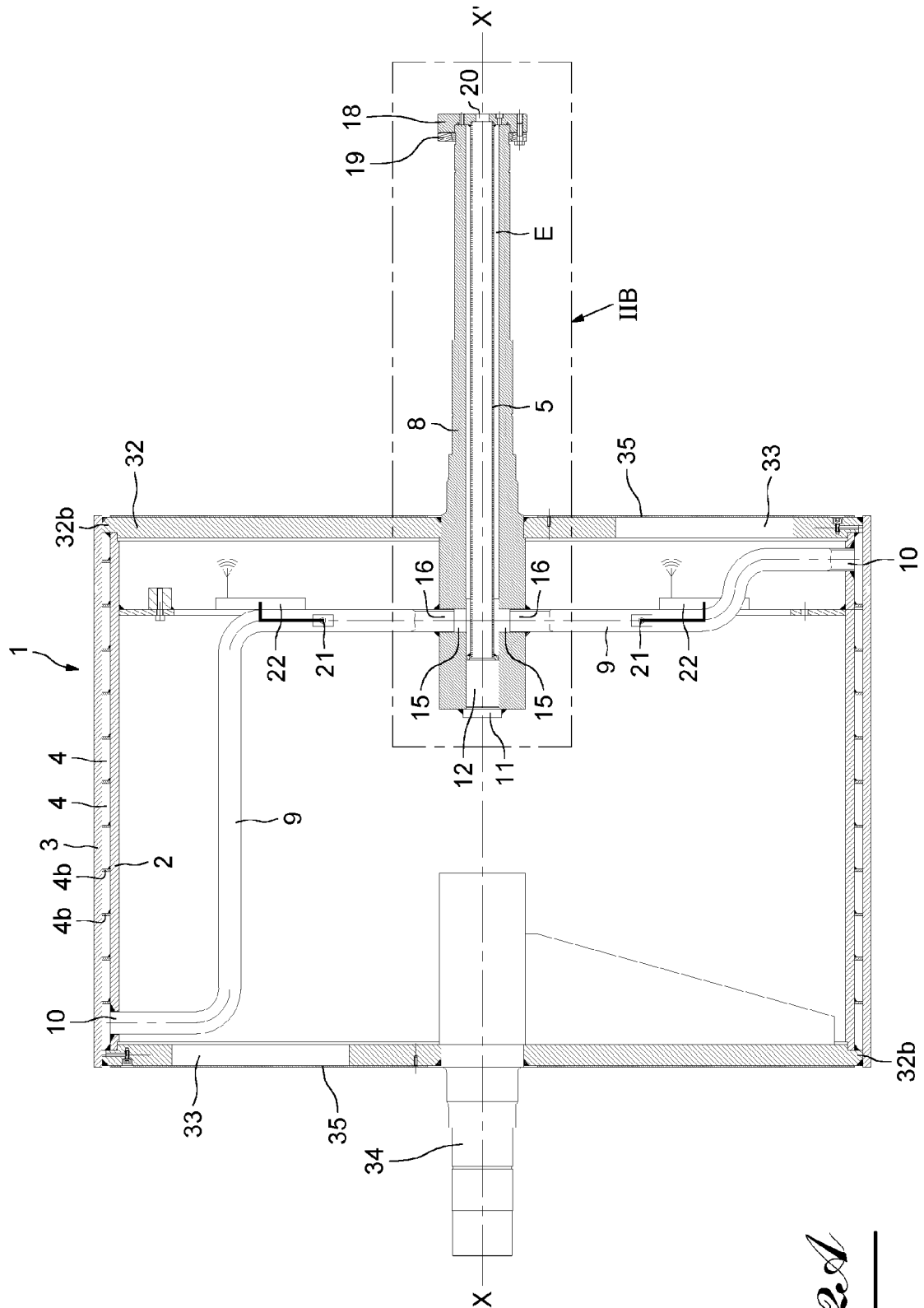


Fig. 2A

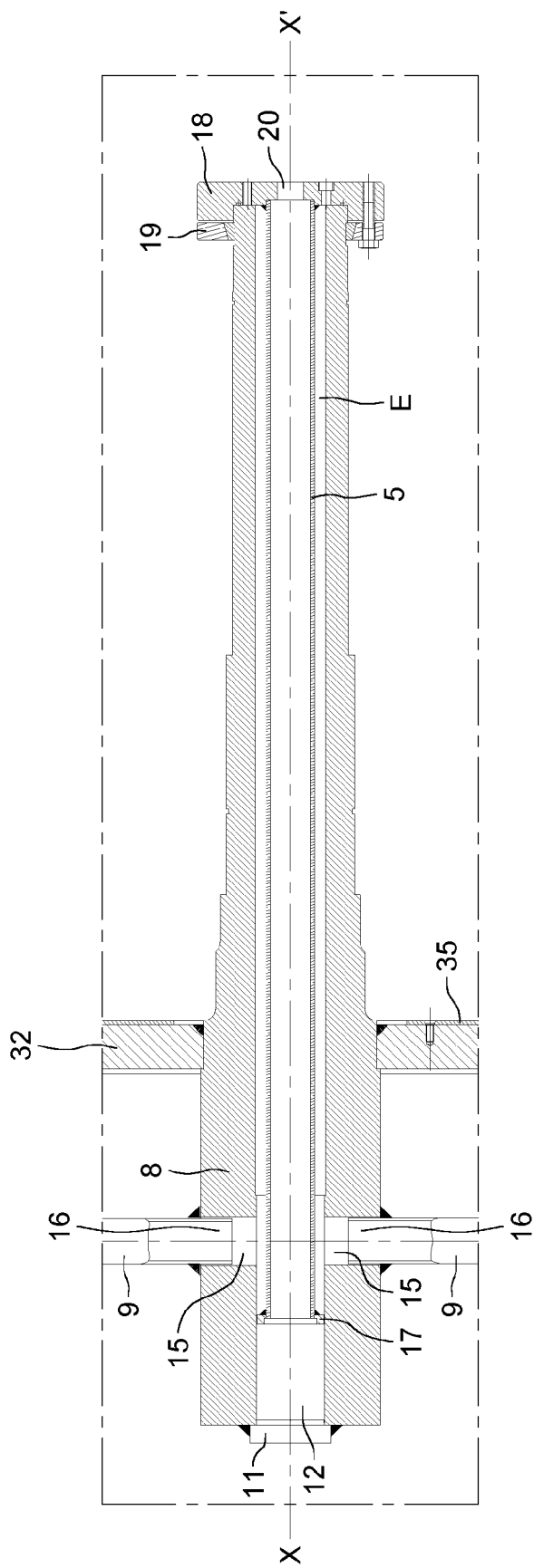


Fig. 2B

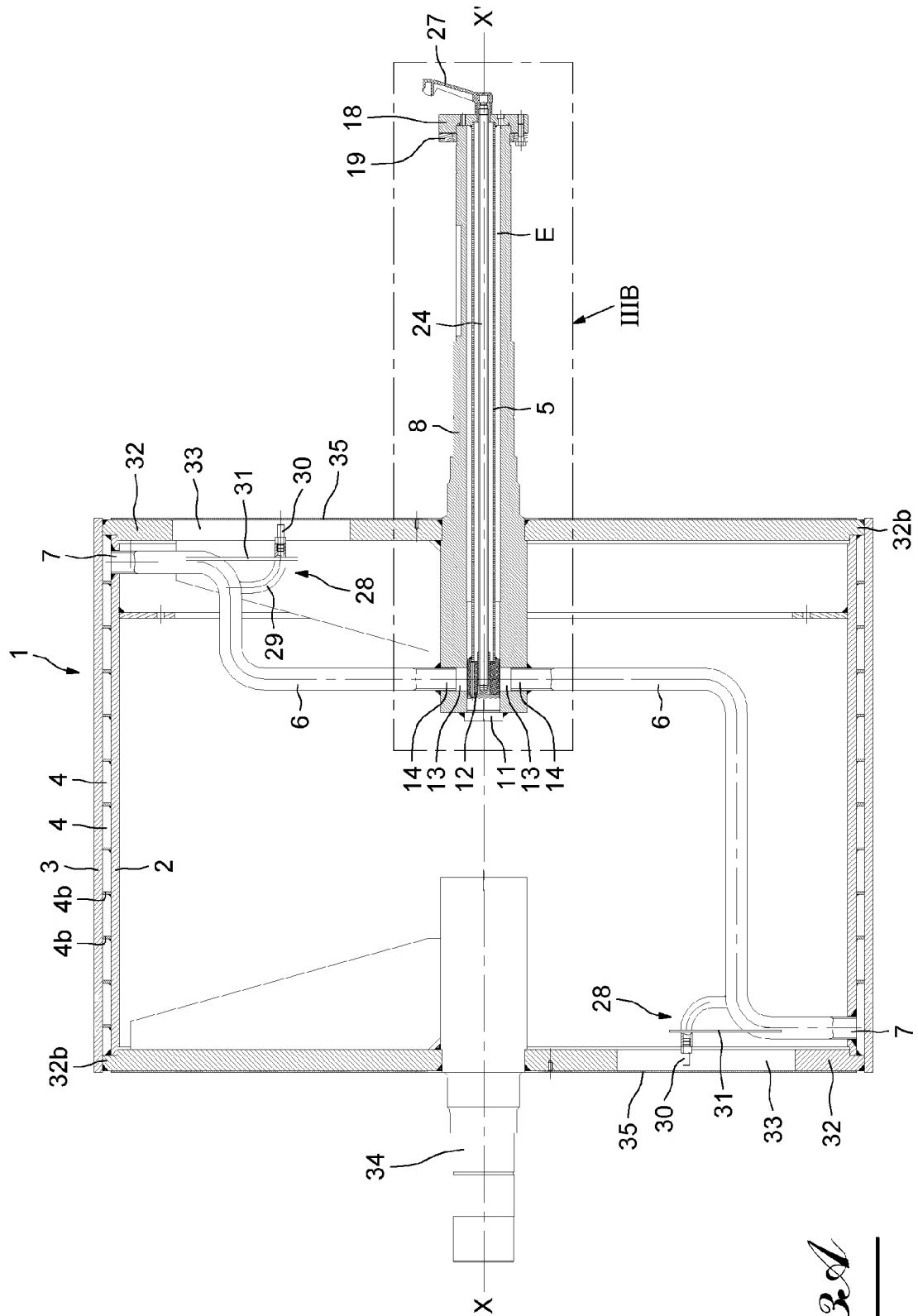


Fig. 3A

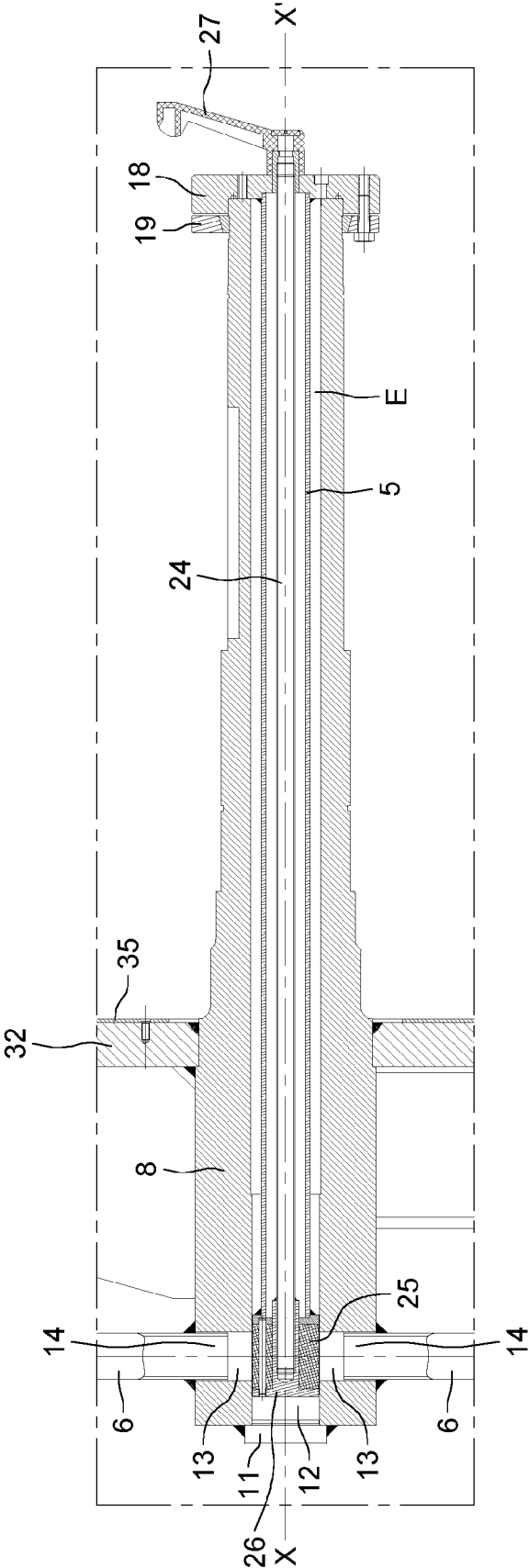


Fig. 3B

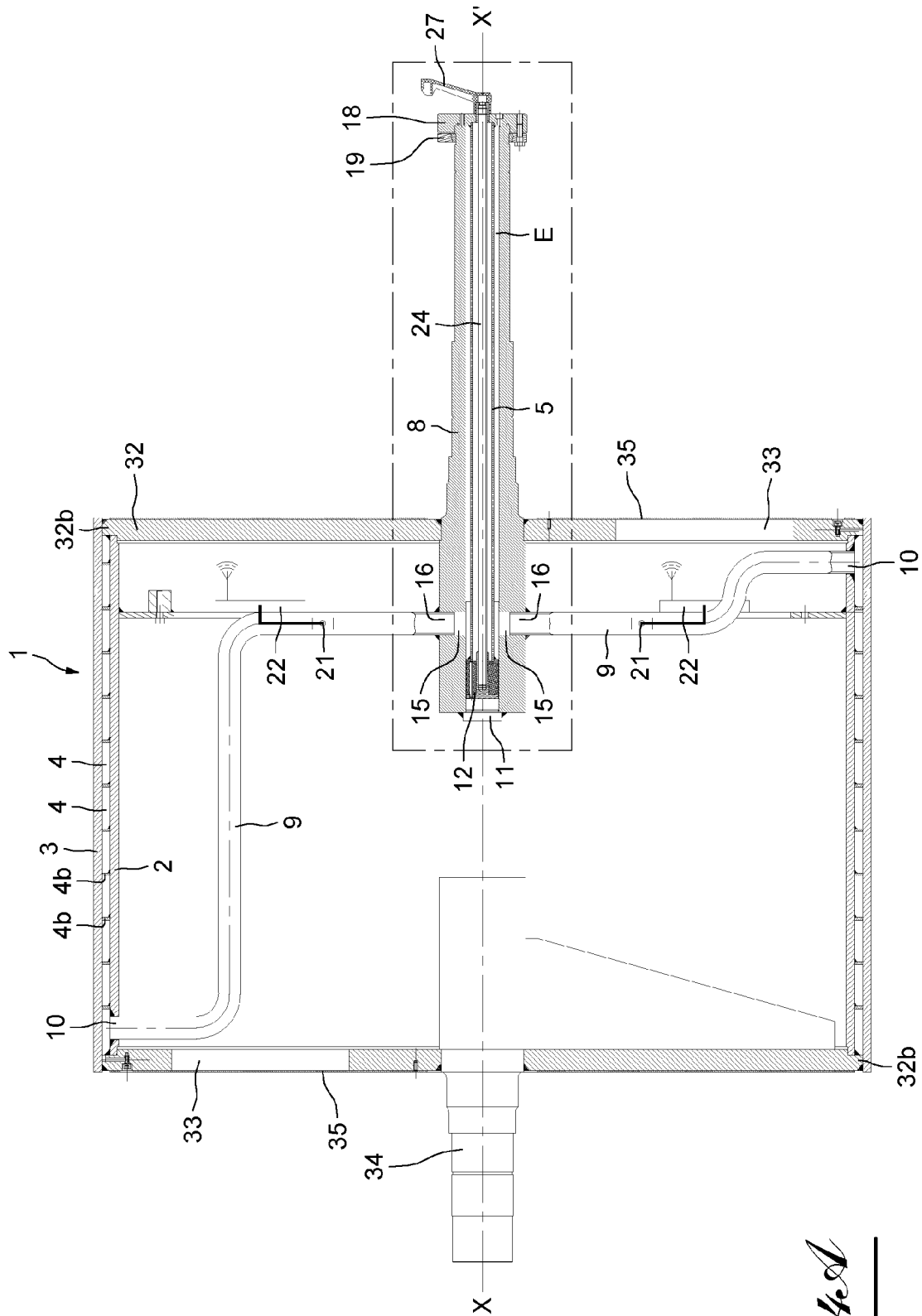


Fig. 4A

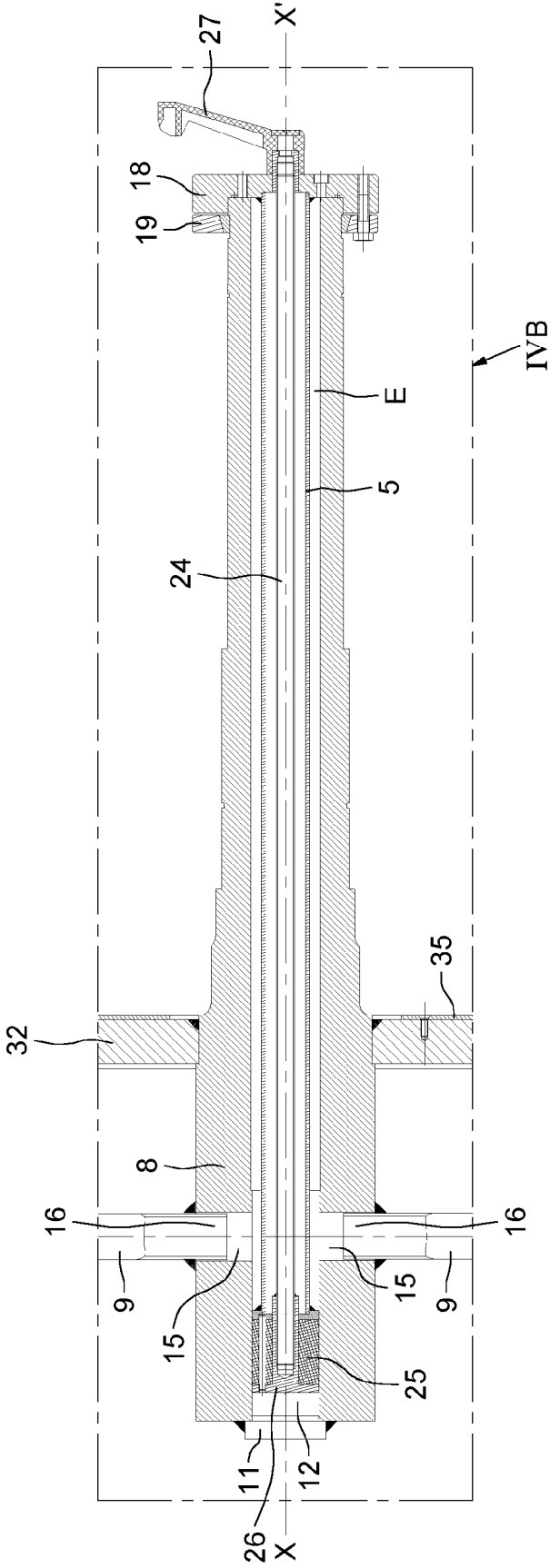


Fig. 4B

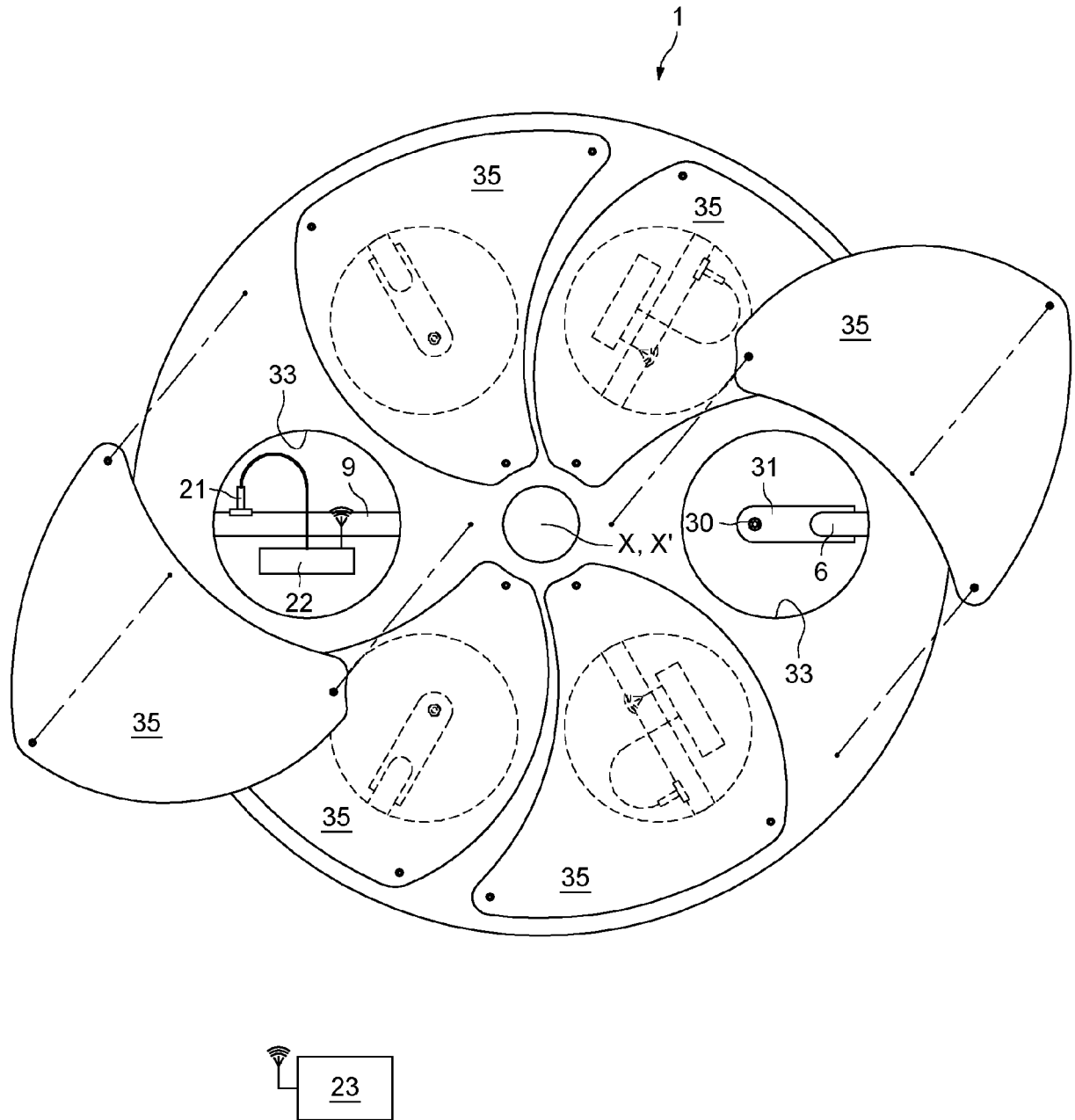


Fig.5



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 30 5302

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)
A	US 5 292 298 A (SCANNELL DANIEL B [US]) 8 mars 1994 (1994-03-08) * colonne 1, ligne 32 - colonne 2, ligne 15 * * colonne 4, ligne 4 - colonne 7, ligne 3; figures 1-5 *	1-15	INV. F28D11/02 F28G9/00 F28G15/00 F28F5/02 F28F27/02
A	WO 2015/181691 A1 (COS T A S R L [IT]) 3 décembre 2015 (2015-12-03) * page 14, lignes 1-19; figures 2,3,9 *	1,6-15	
A	DE 33 15 376 C1 (MANNESMANN AG) 16 août 1984 (1984-08-16) * colonne 2, lignes 27-32; figure 1 *	1,15	
A	US 3 187 809 A (SPEARS PAUL G) 8 juin 1965 (1965-06-08) * colonne 2, ligne 22 - colonne 3, ligne 12; figure 1 *	1,6-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F28D F28G F28F F26B B22D B08B B29C B21B C03B D21F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 2 septembre 2016	Examineur Leclaire, Thomas
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 16 30 5302

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.

02-09-2016

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5292298 A	08-03-1994	AUCUN	
WO 2015181691 A1	03-12-2015	AUCUN	
DE 3315376 C1	16-08-1984	CA 1200359 A DE 3315376 C1 US 4593744 A	11-02-1986 16-08-1984 10-06-1986
US 3187809 A	08-06-1965	AUCUN	

EPO FORM P0460

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