



(12) **DEMANDE DE BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT APPLICATION**

(13) **A1**

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2017/09/19
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2018/03/29
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2019/03/19
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2017/052502
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2018/055277
 (30) Priorité/Priority: 2016/09/21 (FR16 58853)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F04B 15/08* (2006.01),
F04B 19/24 (2006.01), *F04B 37/12* (2006.01),
F04B 37/18 (2006.01)
 (71) Demandeur/Applicant:
 COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX
 ENERGIES ALTERNATIVES, FR
 (72) Inventeur/Inventor:
 CHAISE, ALBIN, FR
 (74) Agent: ROBIC

(54) Titre : COMPRESSEUR D'HYDROGENE A HYDRURE METALLIQUE
 (54) Title: HYDROGEN COMPRESSOR WITH METAL HYDRIDE

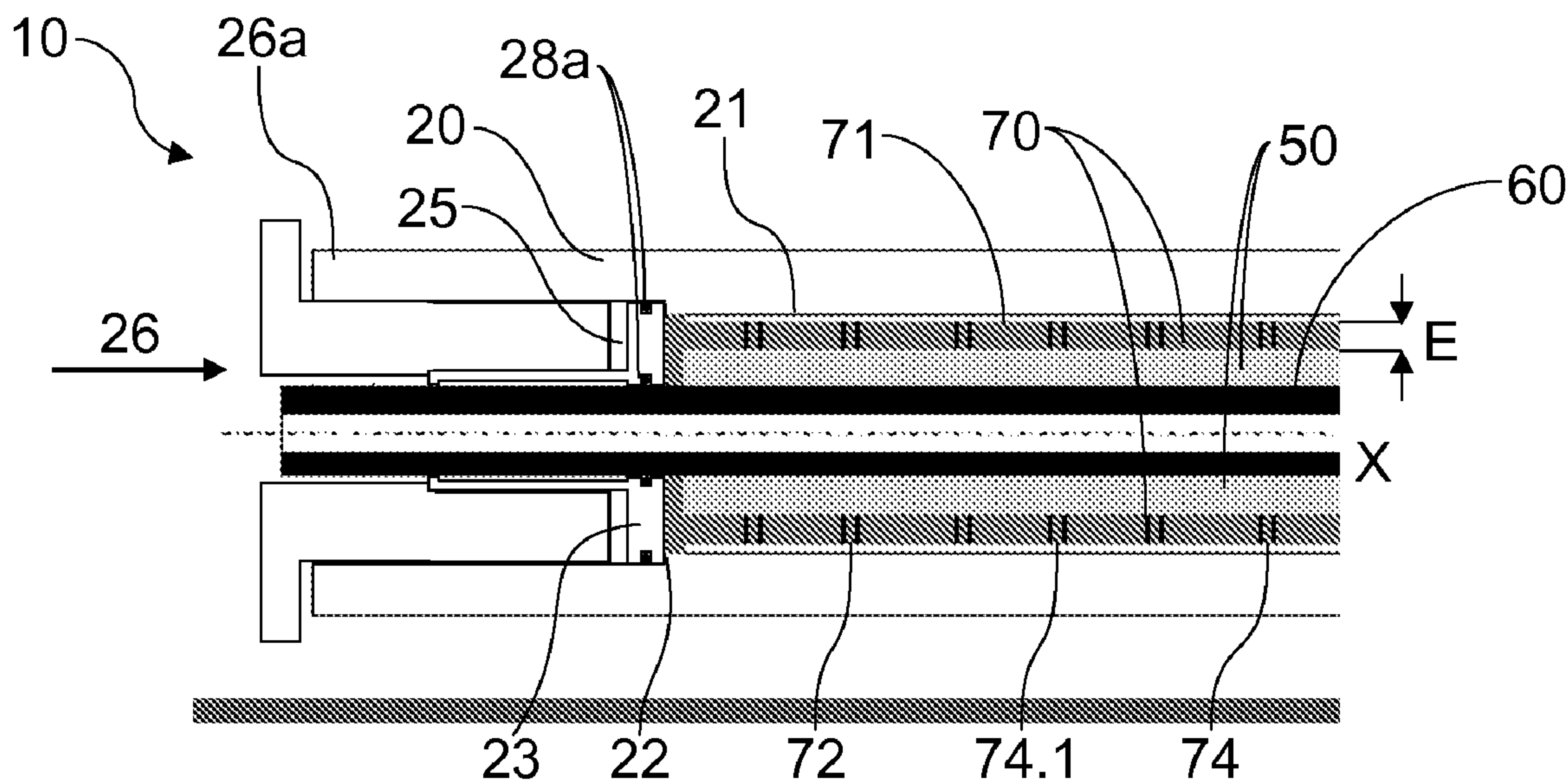


FIG.3a

(57) **Abrégé/Abstract:**

L'invention concerne un compresseur d'hydrogène (10) à hydrure métallique comprenant: -une enceinte de pression (20), comprenant un volume interne, délimité par une première surface interne (21), -une enveloppe (70) d'une épaisseur E, l'enveloppe (70) comprenant une première surface externe (71) en regard de la première surface interne (21), l'enveloppe (70) comprenant un matériau isolant de première conductivité thermique, -un élément de stockage (50) d'hydrogène, contenu dans l'enveloppe (70), comprenant un matériau de stockage adapté pour stocker ou libérer de l'hydrogène en fonction d'une température qui lui est imposée, et présentant une seconde conductivité thermique supérieure à la première conductivité thermique.

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(10) Numéro de publication internationale

WO 2018/055277 A1(43) Date de la publication internationale
29 mars 2018 (29.03.2018)

(51) Classification internationale des brevets :

F04B 15/08 (2006.01) *F04B 37/12* (2006.01)*F04B 19/24* (2006.01) *F04B 37/18* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2017/052502

(22) Date de dépôt international :

19 septembre 2017 (19.09.2017)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

16 58853 21 septembre 2016 (21.09.2016) FR

(71) Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES [FR/FR] ; Bat le Ponant, 25 rue Leblanc, 75015 Paris (FR).

(72) Inventeur : CHAISE, Albin ; 12 rue du Général Rambaud, 38000 Grenoble (FR).

(74) Mandataire : GUERRE, Fabien ; BREVALEX, 95, rue d'Amsterdam, 75378 Paris Cedex 8 (FR).

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

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,

(54) Title: HYDROGEN COMPRESSOR WITH METAL HYDRIDE

(54) Titre : COMPRESSEUR D'HYDROGENE A HYDRURE METALLIQUE

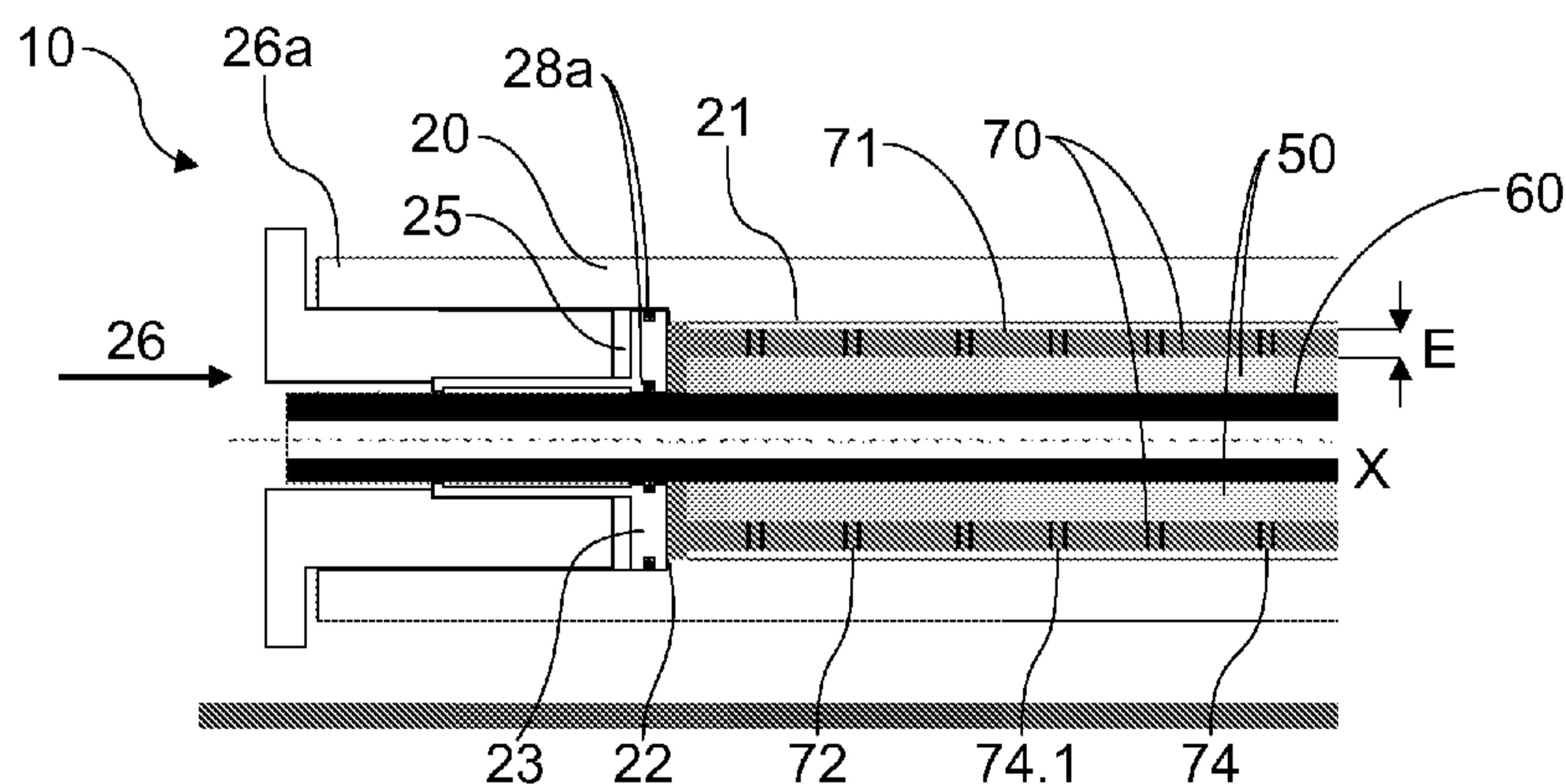


FIG.3a

(57) **Abstract:** The invention relates to a hydrogen compressor (10) with metal hydride comprising: a pressure chamber (20), comprising an inner space, defined by a first inner surface (21); a shell (70) with a thickness E, the shell (70) comprising a first outer surface (71) facing the first inner surface (21), the shell (70) comprising an insulating material with first thermal conductivity; and a hydrogen storage element (50), contained in the shell (70), comprising a storage material suitable for storing or releasing hydrogen as a function of a temperature that is imposed on same, and having a second thermal conductivity higher than the first thermal conductivity.

(57) **Abrégé :** L'invention concerne un compresseur d'hydrogène (10) à hydrure métallique comprenant: -une enceinte de pression (20), comprenant un volume interne, délimité par une première surface interne (21), -une enveloppe (70) d'une épaisseur E, l'enveloppe (70) comprenant une première surface externe (71) en regard de la première surface interne (21), l'enveloppe (70) comprenant un matériau isolant de première conductivité thermique, -un élément de stockage (50) d'hydrogène, contenu dans l'enveloppe (70), comprenant un matériau de stockage adapté pour stocker ou libérer de l'hydrogène en fonction d'une température qui lui est imposée, et présentant une seconde conductivité thermique supérieure à la première conductivité thermique.

WO 2018/055277 A1 

MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

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

COMPRESSEUR D'HYDROGENE A HYDRURE METALLIQUE**DESCRIPTION****DOMAINE TECHNIQUE**

La présente invention concerne un compresseur d'hydrogène, plus particulièrement un compresseur d'hydrogène à hydrure métallique adapté pour délivrer de l'hydrogène à des hautes pressions, par exemple des pressions supérieures à 100 bars.

ART ANTÉRIEUR

La figure 1 présente un compresseur d'hydrogène 1 à hydrure métallique connu de l'état de la technique et décrit dans le document [1] cité à la fin de la demande.

Ce compresseur 1 comprend :

- une enceinte de pression 2 comprenant une surface interne,
- une alimentation 3 en hydrogène,
- une évacuation 4 d'hydrogène,
- un élément de stockage 5 d'hydrogène adapté pour stocker ou libérer de l'hydrogène en fonction d'une température qui lui est imposée, l'élément de stockage 5 comprenant un matériau de stockage,
- un moyen d'échange thermique 6.

Un tel compresseur 1 permet la compression de l'hydrogène gazeux sans recours à un système mécanique impliquant le mouvement de parties mobiles.

Plus particulièrement, le principe de fonctionnement du compresseur à hydrogène à hydrure métallique est basé sur une absorption réversible de l'hydrogène par un matériau de stockage auquel sont imposés des cycles thermiques de refroidissement et d'échauffement.

Le matériau de stockage comprend en général une espèce métallique.

Le moyen d'échange thermique 6 destiné à échanger de la chaleur avec le matériau de stockage comprend généralement un tube métallique parcouru par un fluide caloporteur.

2

Le compresseur d'hydrogène 1 à hydrure métallique peut être alimenté, via un conduit d'alimentation pourvu d'une vanne d'alimentation 7, par une source d'hydrogène basse pression 9.

Le compresseur d'hydrogène 1 peut également être connecté, via un conduit de transfert pourvu d'une vanne de transfert 8, à un réservoir 10.

A titre d'exemple, les figures 2a – 2d illustrent le principe de fonctionnement, en quatre étapes, du compresseur d'hydrogène 1 à hydrure métallique.

Lors de la première étape (figure 2a), l'enceinte de pression, comprenant l'élément de stockage 5, est mise en communication avec la source d'hydrogène à basse pression (par exemple une pression comprise entre 0,02 bar et 270 bars) par ouverture de la vanne d'alimentation 7. Lors de cette même étape, l'élément de stockage 5 est refroidi par le moyen d'échange thermique 6 à une température qui peut être comprise entre -100°C et 50°C. Aussi, dès lors qu'il est refroidi, l'élément de stockage 5 absorbe l'hydrogène.

La seconde étape (figure 2b) débute par l'isolation de l'enceinte de pression de la source d'hydrogène par fermeture de la vanne d'alimentation 7.

L'élément de stockage 5 est alors chauffé à une température comprise entre 30°C et 240°C. Il résulte une désorption de l'hydrogène stocké par l'élément de stockage 5 lors de la première étape, et donc une augmentation de la pression d'hydrogène dans l'enceinte de pression. Cette augmentation de pression est d'autant plus importante que la température imposée à l'élément de stockage 5 est importante.

En effet, la pression d'hydrogène varie selon une loi exponentielle de la température. La pression d'hydrogène dans l'enceinte de pression, à l'issue de la seconde étape, peut alors être comprise entre 3 bars et 4350 bars.

La vanne de transfert 8 est alors ouverte au début de la troisième étape (figure 2c) de manière à transférer l'hydrogène sous haute pression au réservoir 10, tout en imposant un chauffage à l'élément de stockage 5.

Dès lors que l'enceinte de pression est vide, la vanne de transfert 8 est fermée au début de la quatrième étape (figure 2d), et l'élément de stockage 5 est refroidi.

Ainsi, il est possible de remplir des réservoirs 10 d'hydrogène sous pression, notamment des réservoirs 10 d'hydrogène destinés à la distribution d'hydrogène dans des stations-services, ou encore des réservoirs 10 d'hydrogène destinés au transport de l'hydrogène.

5 Nous notons cependant que ce dispositif n'est pas satisfaisant.

En effet, l'efficacité thermique du compresseur d'hydrogène 1 à hydrure métallique connu de l'état de la technique n'est pas optimale.

Plus particulièrement, une partie de la quantité de chaleur fournie par le moyen d'échange thermique 6 sert également à chauffer l'enceinte de pression.

10 Un but de la présente invention est alors de proposer un compresseur d'hydrogène à hydrure métallique présentant une meilleure efficacité que les compresseurs d'hydrogène à hydrure métallique connus de l'état de la technique.

Un autre but de l'invention est également de proposer un compresseur d'hydrogène à hydrure métallique permettant d'atteindre des hautes pressions
15 d'hydrogène, par exemple de pressions supérieures à 100 bars.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

Les buts de la présente invention sont, au moins en partie, atteints par un compresseur d'hydrogène à hydrure métallique comprenant :

20 - une enceinte de pression, comprenant un volume interne, délimité par une première surface interne,

- une enveloppe d'une épaisseur E, l'enveloppe comprenant une première surface externe en regard de la première surface interne, l'enveloppe comprenant un matériau isolant de première conductivité thermique,

25 - un élément de stockage d'hydrogène, contenu dans l'enveloppe, comprenant un matériau de stockage adapté pour stocker ou libérer de l'hydrogène en fonction d'une température qui lui est imposée, et présentant une seconde conductivité thermique supérieure à la première conductivité thermique.

L'enveloppe permet d'isoler thermiquement l'enceinte de pression de l'élément de stockage, et ainsi de limiter les échanges thermiques entre ces deux éléments.

4

Il est donc possible de compresser de l'hydrogène à des pressions supérieures à 100 bars tout en limitant les pertes dues une dissipation de la chaleur par l'enceinte de pression.

5 Selon un mode de mise en œuvre, le compresseur d'hydrogène comprend des agencements permettant une circulation d'hydrogène entre la première surface interne et la première surface externe.

10 Selon un mode de mise en œuvre, les agencements comprennent un espace annulaire disposé entre la première surface interne et la première surface externe, et/ou des canaux formés sur au moins une des première surface interne et première surface externe.

Selon un mode de mise en œuvre, l'enveloppe comprend en outre des moyens aptes à assurer un passage d'hydrogène au travers de l'épaisseur E de l'enveloppe.

Selon un mode de mise en œuvre, l'enveloppe comprend une porosité ouverte permettant le passage d'hydrogène au travers de l'épaisseur E de ladite enveloppe.

15 Selon un mode de mise en œuvre, l'enveloppe comprend au moins un perçage permettant le passage d'hydrogène au travers de l'épaisseur E de ladite enveloppe, avantageusement l'enveloppe comprend également un filtre coopérant avec l'au moins un perçage de manière à confiner l'élément de stockage dans l'enveloppe.

20 Selon un mode de mise en œuvre, l'épaisseur E de l'enveloppe est comprise entre 1 mm et 20 mm.

Selon un mode de mise en œuvre, l'enveloppe comprend au moins un des matériaux choisi parmi : PTFE, un polyamide, un polyuréthane, un polyéthylène, polypropylène, PEEK.

25 Selon un mode de mise en œuvre, la première conductivité thermique est inférieure à 0,3 W/m/K.

Selon un mode de mise en œuvre, le compresseur à hydrogène comprend en outre un moyen d'échange thermique apte à assurer un échange de chaleur de manière directe avec l'élément de stockage, avantageusement le moyen d'échange thermique comprend un tube parcouru par un fluide caloporteur.

Selon un mode de mise en œuvre, le moyen d'échange thermique comprend une seconde surface externe faite d'un matériau de troisième conductivité thermique, ledit moyen d'échange thermique traversant l'enceinte de pression par une première ouverture, le compresseur comprend en outre un moyen de liaison, comprenant
5 une section de forme annulaire, ladite section de forme annulaire assurant un lien étanche entre le moyen d'échange thermique et l'enceinte de pression, et prévenant tout contact entre le moyen d'échange thermique et l'enceinte de pression, le moyen de liaison comprenant un matériau de quatrième conductivité thermique inférieure à un dixième de la troisième conductivité thermique de manière à isoler thermiquement le moyen
10 d'échange thermique de l'enceinte de pression.

Selon un mode de mise en œuvre, l'enceinte de pression comprend une virole cylindrique s'étendant selon un axe longitudinal, comprenant une première extrémité au niveau de laquelle est formée la première ouverture, le moyen de liaison de forme annulaire étant en appui contre une butée formée au niveau de la première surface
15 interne, la butée comprenant avantageusement un épaulement formé au niveau de la première surface interne.

Selon un mode de mise en œuvre, le moyen de liaison est maintenu contre la butée par un moyen de serrage, avantageusement le moyen de serrage comprend un bouchon comprenant un passage traversé par le moyen d'échange thermique.

20 Selon un mode de mise en œuvre, une rondelle anti friction est interposée entre le moyen de serrage et le moyen de liaison.

Selon un mode de mise en œuvre, le moyen de liaison comprend au moins un matériau choisi parmi : un élastomère, une céramique, l'inox ou un alliage de nickel.

25 Selon un mode de mise en œuvre, le moyen de liaison est également pourvu de premiers joints d'étanchéité assurant la liaison étanche entre l'enceinte de pression et le moyen d'échange thermique.

Selon un mode de mise en œuvre, le moyen d'échange thermique traverse également l'enceinte de pression par une seconde ouverture, des seconds joints

d'étanchéité assurant l'étanchéité entre le moyen d'échange thermique et l'enceinte de pression au niveau de la deuxième ouverture.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront dans la description qui va suivre des modes de mise en œuvre du compresseur d'hydrogène à hydrure métallique selon l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique d'un compresseur à hydrure métallique connu de l'art antérieur,

- les figures 2a à 2d sont de représentations schématiques des quatre étapes de fonctionnement d'un compresseur à hydrure métallique,

- les figures 3a et 3b sont des représentations schématiques, respectives, selon une première extrémité et une seconde extrémité, selon une coupe comprenant l'axe longitudinal X du compresseur d'hydrogène à hydrure métallique selon un mode de réalisation de l'invention,

- les figures 4a et 4b représentent une section transverse d'un compresseur d'hydrogène s'étendant selon un axe longitudinal X, plus particulièrement, la figure 4a est une représentation schématique d'un espace annulaire disposé entre la première surface interne et la première surface externe, tandis que la figure 4b est une représentation schématique de canaux formés sur la première surface externe, selon un mode de réalisation de l'invention,

- la figure 5 est une représentation en coupe du moyen de liaison selon un mode de réalisation de l'invention.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

L'invention décrite de manière détaillée ci-dessous met en œuvre un compresseur d'hydrogène à hydrure métallique dans lequel l'élément de stockage ainsi que le moyen d'échange thermique peuvent être thermiquement isolés de l'enceinte de pression afin d'améliorer l'efficacité du compresseur selon l'invention.

Sur les figures 3a et 3b, on peut voir un exemple de réalisation d'un compresseur d'hydrogène 10 à hydrure métallique selon la présente invention.

Le compresseur d'hydrogène 10, selon l'invention, comprend une enceinte de pression 20 comprenant un volume interne, délimité par une première surface interne 21.

Par enceinte de pression 20, nous entendons un contenant adapté pour résister à des hautes pressions, plus particulièrement des pressions supérieures à 100 bars.

L'enceinte de pression 20 a une épaisseur lui conférant une résistance mécanique suffisante pour résister aux pressions qui lui sont imposées (par épaisseur de l'enceinte de pression, nous entendons l'épaisseur de sa paroi).

L'homme du métier, avec ses connaissances générales, peut sans problème déterminer l'épaisseur de l'enceinte de pression la plus adaptée à l'application visée. A titre d'exemple, une enceinte de pression 20 peut être de forme cylindrique, et présenter une épaisseur comprise entre un dixième et deux fois son rayon interne. Par rayon interne, nous entendons le rayon de la plus petite des deux surfaces cylindriques formant l'enceinte de pression 20.

L'enceinte de pression 20 peut comprendre au moins un des matériaux choisis parmi : acier inox, acier au carbone, alliage à base de nickel, alliage à base de titane, d'aluminium ou de cuivre.

Le compresseur d'hydrogène 10 à hydrure métallique peut être alimenté, via un conduit d'alimentation 11, par une source d'hydrogène basse pression.

Le compresseur d'hydrogène 10 peut également être connecté, via un conduit de transfert 12, à un réservoir (un réservoir de stockage par exemple).

Tel que représenté à la figure 3b, le conduit d'alimentation 11 et le conduit de transfert 12 sont un seul et même conduit.

Le compresseur d'hydrogène 10 comprend également une enveloppe 70 d'une épaisseur E. L'enveloppe 70 comprend une première surface externe 71 en regard de la première surface interne 21. L'enveloppe 70 comprend un matériau isolant de première conductivité thermique.

8

Par exemple, l'enveloppe 70 peut comprendre au moins un des matériaux choisis parmi : PTFE (Polytétrafluoroéthène), un polyamide, un polyuréthane, un polyéthylène, un polypropylène, PEEK (polyétheréthercétone).

La première conductivité thermique peut être inférieure à 0,3 W/m/K.

5 Le compresseur d'hydrogène comprend également un élément de stockage 50 d'hydrogène, contenu dans l'enveloppe 70. Ainsi, l'enveloppe 70 prévient tout contact entre l'élément de stockage 50 et l'enceinte de pression 20.

L'élément de stockage 50 comprend un matériau de stockage adapté pour stocker ou libérer de l'hydrogène en fonction d'une température qui lui est imposée.

10 Par exemple, le matériau de stockage peut absorber de l'hydrogène lorsqu'il est refroidi, et désorber ledit hydrogène lorsqu'il est chauffé.

Par exemple, le matériau de stockage peut comprendre au moins un des matériaux choisis parmi : des alliages de type AB, AB₂, AB₅, BCC, par exemple les familles FeTi, TiMn₂, LaNi₅, TiVCr, ou une combinaison de ces types d'alliages avec substitution ou
15 ajouts d'autres éléments permettant d'ajuster les propriétés thermodynamiques du matériau de stockage aux conditions de fonctionnement du compresseur.

Le matériau de stockage peut être sous forme de poudre, compacté, ou fritté.

De manière avantageuse, le matériau de stockage présente une seconde
20 conductivité thermique supérieure à la première conductivité thermique conférant à l'enveloppe 70 une fonction d'isolant thermique.

Le compresseur d'hydrogène 10 peut comprendre des agencements 72 permettant une circulation d'hydrogène entre la première surface interne 21 et la première surface externe 71. Par exemple, les agencements 72 peuvent comprendre un espace
25 annulaire 72.1 disposé entre la première surface interne 21 et la première surface externe 71. De manière alternative ou complémentaire, les agencements peuvent comprendre des canaux 72.2 formés sur au moins une des première surface interne 21 et première surface externe 71.

A titre d'exemple, les figures 4a et 4b représentent une section transverse
30 d'un compresseur d'hydrogène 10 s'étendant selon un axe longitudinal X. Par section

transverse, nous entendons une section dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal X. Plus particulièrement, la figure 4a est une représentation schématique d'un espace annulaire 72.1 disposé entre la première surface interne 21 et la première surface externe 71, tandis que la figure 4b est une représentation schématique de canaux 72.2 formés sur la première surface externe 71 (le cas de figure où les canaux 72.2 sont formés sur la première surface interne 21 n'est pas représenté).

L'espace annulaire 72.1 peut être d'une épaisseur inférieure à 10% du rayon d'un volume cylindrique occupé par l'élément de stockage 50.

L'enveloppe 70 peut également comprendre des moyens aptes à assurer un passage d'hydrogène 74 au travers de l'épaisseur E de l'enveloppe 70.

Selon un premier mode de réalisation particulier des moyens aptes à assurer un passage d'hydrogène 74, l'enveloppe 70 peut comprendre une porosité ouverte permettant le passage d'hydrogène au travers de l'épaisseur E de ladite enveloppe 70 (par opposition à une porosité fermée, une porosité ouverte signifie une absence de cavités fermées au sein de l'enveloppe 70). La porosité ouverte de l'enveloppe 70 peut également jouer le rôle de filtre permettant de confiner le matériau de stockage dès lors que ce dernier est sous forme de poudre.

Une porosité ouverte peut être obtenue avec un matériau fritté ou sous forme de mousse. Les techniques pour la mise en forme du matériau formant l'enveloppe 70 sont connues de l'homme du métier et ne sont donc pas décrites en détails dans la présente invention.

Selon un second mode de réalisation particulier des moyens aptes à assurer un passage d'hydrogène 74, l'enveloppe 70 peut comprendre au moins un perçage 74.1 permettant le passage d'hydrogène au travers de l'épaisseur E de ladite enveloppe 70.

Le perçage 74.1 peut avantageusement être pourvu d'un filtre permettant un passage d'hydrogène, mais confinant le matériau de stockage dès lors que ce dernier est sous forme de poudre.

Nous notons que les premier et second modes de réalisation particuliers des moyens aptes à assurer un passage d'hydrogène 74 peuvent être considérés indépendamment l'un de l'autre ou pris en combinaison.

Avantageusement, la Déposante a remarqué qu'une épaisseur E de l'enveloppe 70 comprise entre 1 mm et 20 mm peut permettre une isolation thermique convenable entre l'enceinte de pression 20 et l'élément de stockage 50.

Le compresseur à hydrogène 10 peut comprendre en outre un moyen d'échange thermique 60 apte à assurer un échange de chaleur de manière directe avec l'élément de stockage 50.

Par assurer un échange de chaleur direct avec l'élément de stockage 50, on entend un moyen d'échange thermique 60 en contact avec ledit élément de stockage 50, avantageusement le moyen d'échange thermique 60 est au moins partiellement compris dans le volume de l'élément de stockage 50.

De manière avantageuse, le moyen d'échange thermique 60 peut comprendre un tube 60 parcouru par un fluide caloporteur comme de l'eau éventuellement sous pression, ou eau glycolée, ou une huile.

Le tube 60 parcouru par un fluide caloporteur peut comprendre un matériau résistant mécaniquement et chimiquement inerte avec l'hydrogène, par exemple le tube 60 peut comprendre au moins un des matériaux choisis parmi : un inox, un alliage de cuivre au béryllium, un laiton, un alliage de nickel, un acier au carbone.

Le moyen d'échange thermique 60 comprend une seconde surface externe 60a faite d'un matériau de troisième conductivité thermique.

La troisième conductivité thermique peut, par exemple, être supérieure à 10 W/m/K.

Le tube 60 peut également comprendre des ailettes adaptées pour augmenter la surface d'échange thermique avec l'élément de stockage 50, et permettre également une meilleure homogénéité de la température au sein dudit élément de stockage 50. De manière avantageuse, les ailettes s'étendent radialement au tube.

Le moyen d'échange thermique 60 traverse l'enceinte de pression 20 par une première ouverture 26. Un moyen de liaison 23 assure un lien étanche entre le moyen

d'échange thermique 60 et l'enceinte de pression 20. Plus particulièrement, le moyen d'échange thermique 60 comprend une section de forme annulaire 23a (rayon interne entre 2 mm et 100 mm, rayon externe entre 6mm et 110mm) interposée entre le moyen d'échange thermique 60 et l'enceinte de pression 20 (figure 5). Le moyen de liaison 23

5 comprend un matériau de quatrième conductivité thermique inférieure à un dixième de la troisième conductivité thermique de manière à isoler thermiquement le moyen d'échange thermique 60 de l'enceinte de pression 20.

Le moyen de liaison 23 peut également être doté de premiers joints d'étanchéité 28a, par exemple des premiers joints d'étanchéité 28a de forme torique en

10 élastomère.

Le moyen de liaison 23 peut comprendre au moins un des matériaux choisis parmi : un polymère, une céramique, un acier, un inox, un alliage de nickel.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, l'enceinte de pression peut comprendre une virole cylindrique s'étendant selon un axe longitudinal X.

15 La virole comprend une première extrémité 26a au niveau de laquelle est formée la première ouverture 26. La virole comprend également une seconde extrémité 27a opposée à la première extrémité 26a selon l'axe longitudinal X.

L'épaisseur de la virole peut être comprise entre un dixième et deux fois son rayon interne.

20 La section de forme annulaire 23a du moyen de liaison 23 est en appui contre une butée 22 formée au niveau de la première surface interne 21.

Par exemple, la butée 22 est formée par un épaulement de la première surface interne 21.

Le moyen de liaison 23 est maintenu contre la butée 22 par un moyen de serrage 24, avantageusement le moyen de serrage 24 comprend un bouchon 24

25 comprenant un passage traversé par le moyen d'échange thermique 60.

Le bouchon 24 peut être vissé au niveau de la première surface interne 21. Ce dernier assure un blocage mécanique du moyen de liaison 23 contre la butée 22. Par ailleurs, le bouchon 24 est conçu pour résister à la pression imposée par l'hydrogène sous

30 pression dans l'enceinte de pression 20.

Le compresseur d'hydrogène 10 peut également comprendre une rondelle anti friction 25 (par rondelle nous entendons un élément de forme annulaire), interposée entre le bouchon 24 et le moyen de liaison 23. Plus particulièrement, la rondelle anti friction 25 est adaptée pour isoler thermiquement le moyen de liaison 23 du bouchon 24. La rondelle anti friction 25 peut, par exemple, comprendre un matériau polymère.

Le moyen de liaison 23 peut également comprendre un moyen de guidage 23b destiné à prévenir l'arcboutement du tube 60 lors de l'introduction dans l'enceinte de pression 20. Le moyen de guidage 23b peut être un cylindre comportant une extrémité liée 23c à la section de forme annulaire 23a, et une extrémité libre 23d. De manière avantageuse le moyen de guidage 23b en forme de cylindre présente une première section cylindrique 23e de rayon interne R_{23e} égal au rayon du tube 60, et une seconde section cylindrique 23f, en contact avec la section de forme annulaire 23a, de rayon interne R_{23f} supérieur au rayon du tube 60. Ainsi, le moyen de guidage 23b n'est en contact avec le tube 60 qu'au niveau de la première section cylindrique 23e. De manière avantageuse, la seconde section cylindrique 23f s'étend sur une longueur E_{23f} au moins égale au rayon du tube 60. La première section cylindrique 23e peut s'étendre sur une longueur E_{23e} comprise entre 0,1 mm et 11 mm.

Avantageusement, le moyen d'échange thermique 60 peut également traverser l'enceinte de pression 20 au niveau d'une seconde ouverture 27 et de manière étanche. Un ou plusieurs seconds joints d'étanchéité 28b peuvent être interposés entre l'enceinte de pression 20 et le moyen d'échange thermique 60.

La seconde ouverture 27 peut correspondre à un perçage formé à partir de la seconde extrémité 27a. Ledit perçage peut comprendre une première surface cylindrique 27b et une seconde surface cylindrique 27c juxtaposées. La première surface cylindrique 27b est en regard d'une section de la seconde surface externe 60a du moyen d'échange thermique 60, et s'étend selon l'axe longitudinal X, à partir de la seconde extrémité sur une longueur E_{27b} . Le diamètre de la première surface cylindrique 27b est supérieur au diamètre du moyen d'échange thermique 60 de sorte qu'il n'y ai aucun contact entre la seconde surface interne 60a et la première surface cylindrique 27b (par

exemple une lame d'air cylindrique d'une épaisseur comprise entre 0,1 mm et 10 mm peut ainsi être observée).

La seconde surface cylindrique 27c est en contact avec la seconde surface externe 60a sur une longueur E27c selon la direction de l'axe longitudinal X. Le second joint d'étanchéité 28b peut être interposé entre la seconde surface externe 60a et la seconde surface cylindrique

REFERENCES

[1] WO 2012/114229

REVENDICATIONS

1. Compresseur d'hydrogène (10) à hydrure métallique comprenant :
 - une enceinte de pression (20), comprenant un volume interne, délimité
5 par une première surface interne (21),
 - une enveloppe (70) d'une épaisseur E, l'enveloppe (70) comprenant une première surface externe (71) en regard de la première surface interne (21), l'enveloppe (70) comprenant un matériau isolant de première conductivité thermique,
 - un élément de stockage (50) d'hydrogène, contenu dans l'enveloppe
10 (70), comprenant un matériau de stockage adapté pour stocker ou libérer de l'hydrogène en fonction d'une température qui lui est imposée, et présentant une seconde conductivité thermique supérieure à la première conductivité thermique.

2. Compresseur selon la revendication 1, dans lequel le compresseur
15 d'hydrogène (10) comprend des agencements (72) permettant une circulation d'hydrogène entre la première surface interne (21) et la première surface externe (71).

3. Compresseur selon la revendication 2, dans lequel les agencements
20 (72) comprennent un espace annulaire (72.1) disposé entre la première surface interne (21) et la première surface externe (71), et/ou des canaux (72.2) formés sur au moins une des première surface interne (21) et première surface externe (71).

4. Compresseur selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel
25 l'enveloppe (70) comprend en outre des moyens aptes à assurer un passage d'hydrogène (74) au travers de l'épaisseur E de l'enveloppe (70).

5. Compresseur selon la revendication 4, dans lequel l'enveloppe (70)
comprend une porosité ouverte permettant le passage d'hydrogène au travers de
l'épaisseur E de ladite enveloppe (70).

6. Compresseur selon la revendication 4 ou 5, dans lequel l'enveloppe (70) comprend au moins un perçage (74.1) permettant le passage d'hydrogène au travers de l'épaisseur E de ladite enveloppe (70), avantageusement l'enveloppe (70) comprend également un filtre coopérant avec l'au moins un perçage (74.1) de manière à confiner l'élément de stockage (50) dans l'enveloppe (70).
7. Compresseur selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel l'épaisseur E de l'enveloppe (70) est comprise entre 1 mm et 20 mm.
8. Compresseur selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel l'enveloppe (70) comprend au moins un des matériaux choisis parmi : PTFE, un polyamide, un polyuréthane, un polyéthylène, PEEK, polypropylène.
9. Compresseur selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel le compresseur à hydrogène (10) comprend en outre un moyen d'échange thermique (60) apte à assurer un échange de chaleur de manière directe avec l'élément de stockage (50), avantageusement le moyen d'échange thermique (60) comprend un tube parcouru par un fluide caloporteur.
10. Compresseur selon la revendication 9, dans lequel le moyen d'échange thermique (60) comprend une seconde surface externe (60a) faite d'un matériau de troisième conductivité thermique, ledit moyen d'échange thermique (60) traversant l'enceinte de pression (20) par une première ouverture (26), le compresseur comprend (10) comprend en outre un moyen de liaison (23), comprenant une section de forme annulaire (23a), ladite section de forme annulaire (23a) assurant un lien étanche entre le moyen d'échange thermique (60) et l'enceinte de pression (20), et prévenant tout contact entre le moyen d'échange thermique (60) et l'enceinte de pression (60), le moyen de liaison (23) comprenant un matériau de quatrième conductivité thermique inférieure à un dixième de la troisième conductivité thermique de manière à isoler thermiquement le moyen d'échange thermique (60) de l'enceinte de pression (20).

11. Compresseur selon la revendication 10, dans lequel l'enceinte de pression (20) comprend une virole cylindrique s'étendant selon un axe longitudinal (X), comprenant une première extrémité (26a) au niveau de laquelle est formée la première ouverture (26), le moyen de liaison (23) de forme annulaire étant en appui contre une
5 butée formée au niveau de la première surface interne (21), la butée comprenant avantageusement un épaulement formé au niveau de la première surface interne (21).

12. Compresseur selon la revendication 11, dans lequel le moyen de liaison (23) est maintenu contre la butée par un moyen de serrage (24), avantageusement
10 le moyen de serrage (24) comprend un bouchon (24) comprenant un passage traversé par le moyen d'échange thermique (60).

13. Compresseur selon la revendication 12, dans lequel une rondelle anti friction (25) est interposée entre le moyen de serrage (24) et le moyen de liaison (23).

15

14. Compresseur selon l'une des revendications 11 à 13, dans lequel le moyen de liaison (23) est également pourvu de premiers joints d'étanchéité (28a) assurant la liaison étanche entre l'enceinte de pression (20) et le moyen d'échange thermique (60).

20

15. Compresseur selon l'une des revendications 11 à 14, dans lequel le moyen d'échange thermique (60) traverse également l'enceinte de pression (20) par une seconde ouverture (27), des seconds joints d'étanchéité (28b) assurant l'étanchéité entre le moyen d'échange thermique (60) et l'enceinte de pression (20) au niveau de la deuxième ouverture (27).

1/4

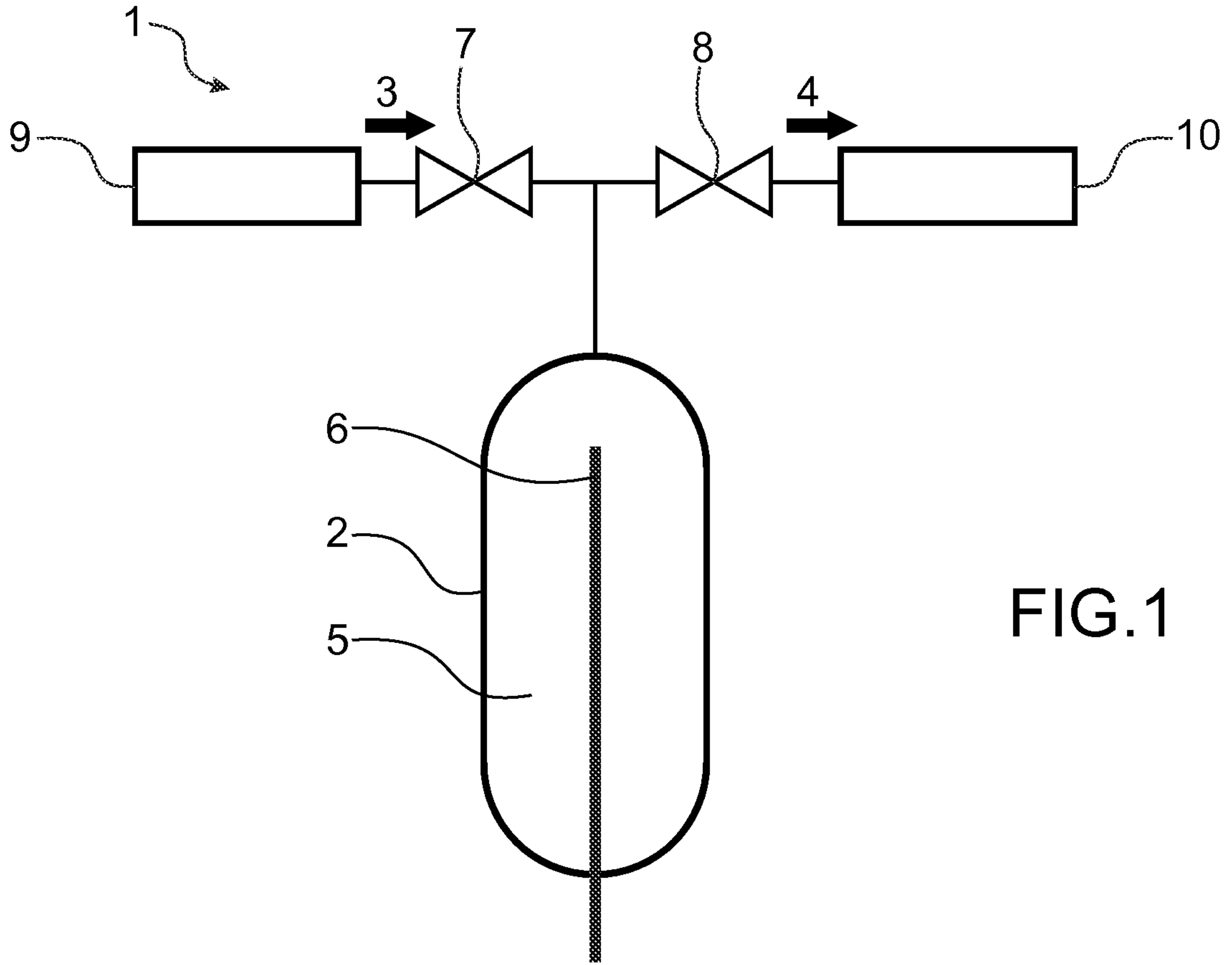


FIG.1

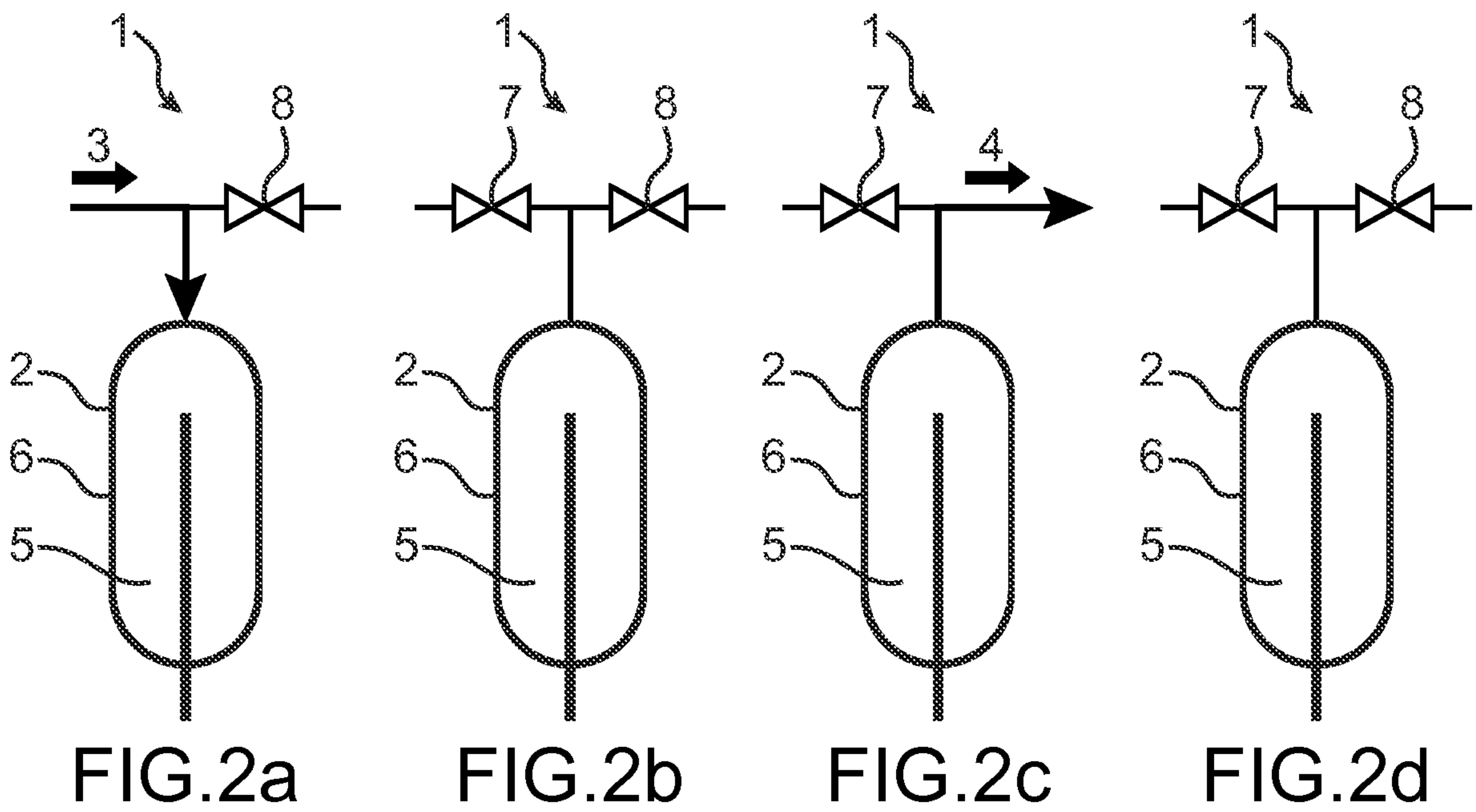


FIG.2a

FIG.2b

FIG.2c

FIG.2d

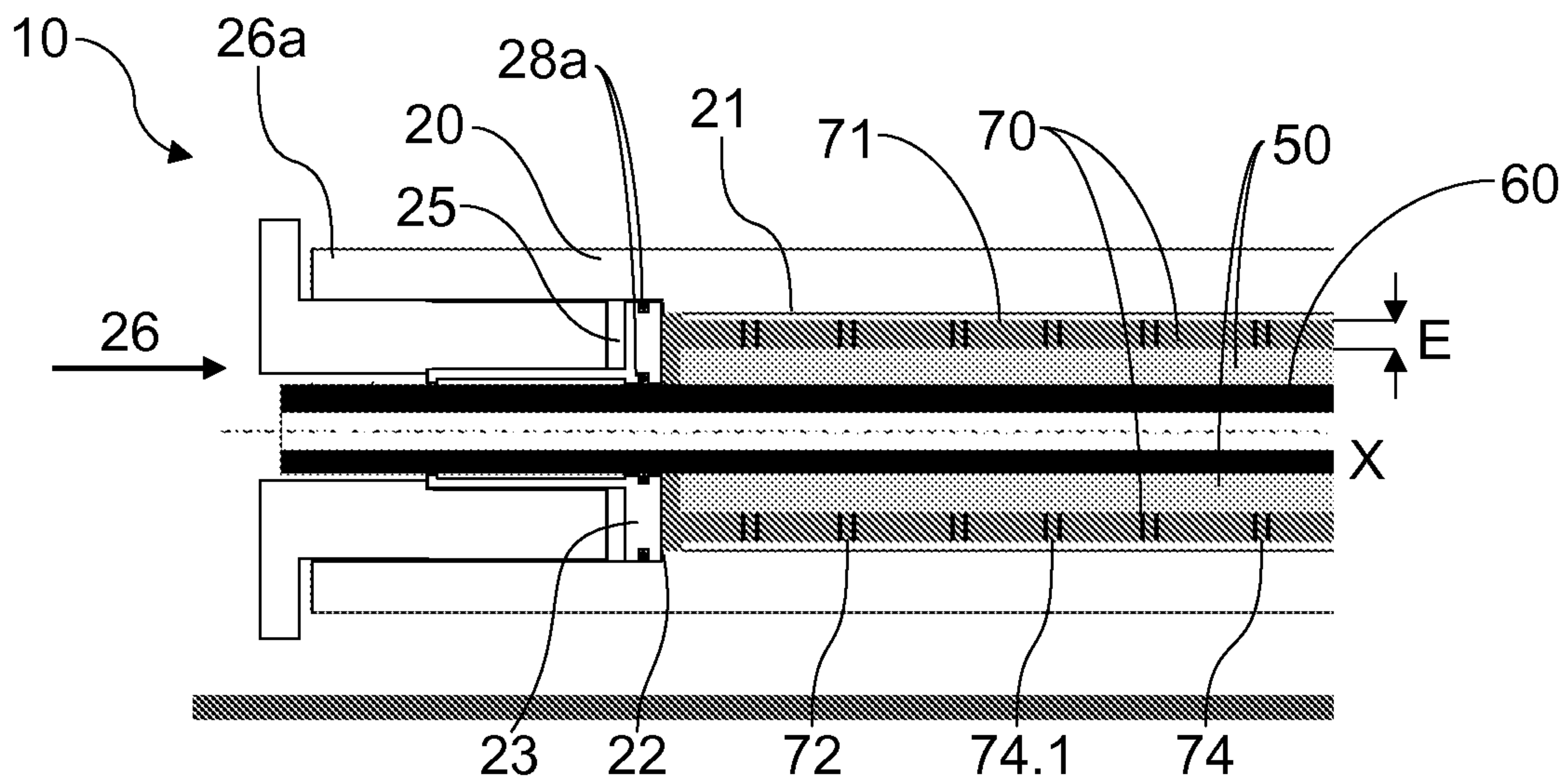


FIG.3a

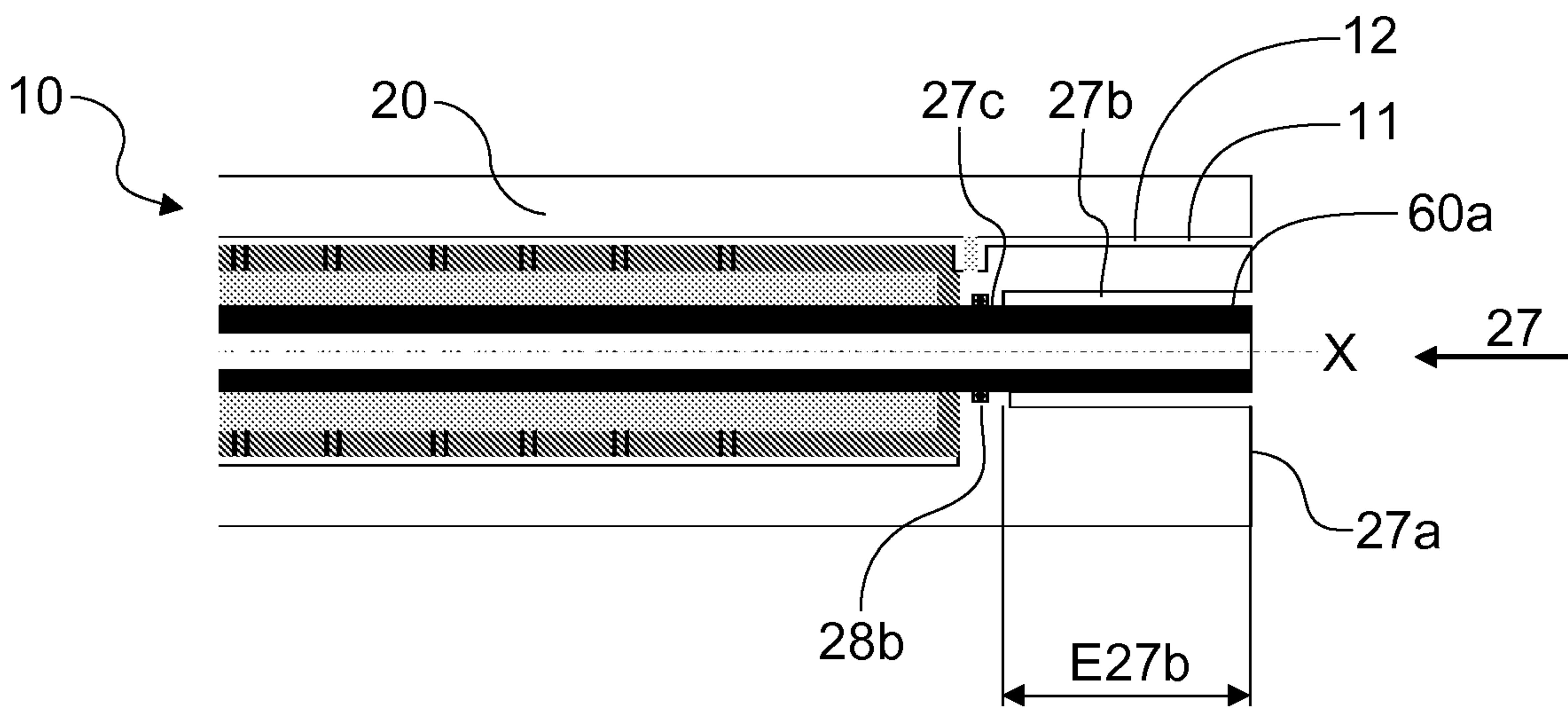


FIG.3b

3/4

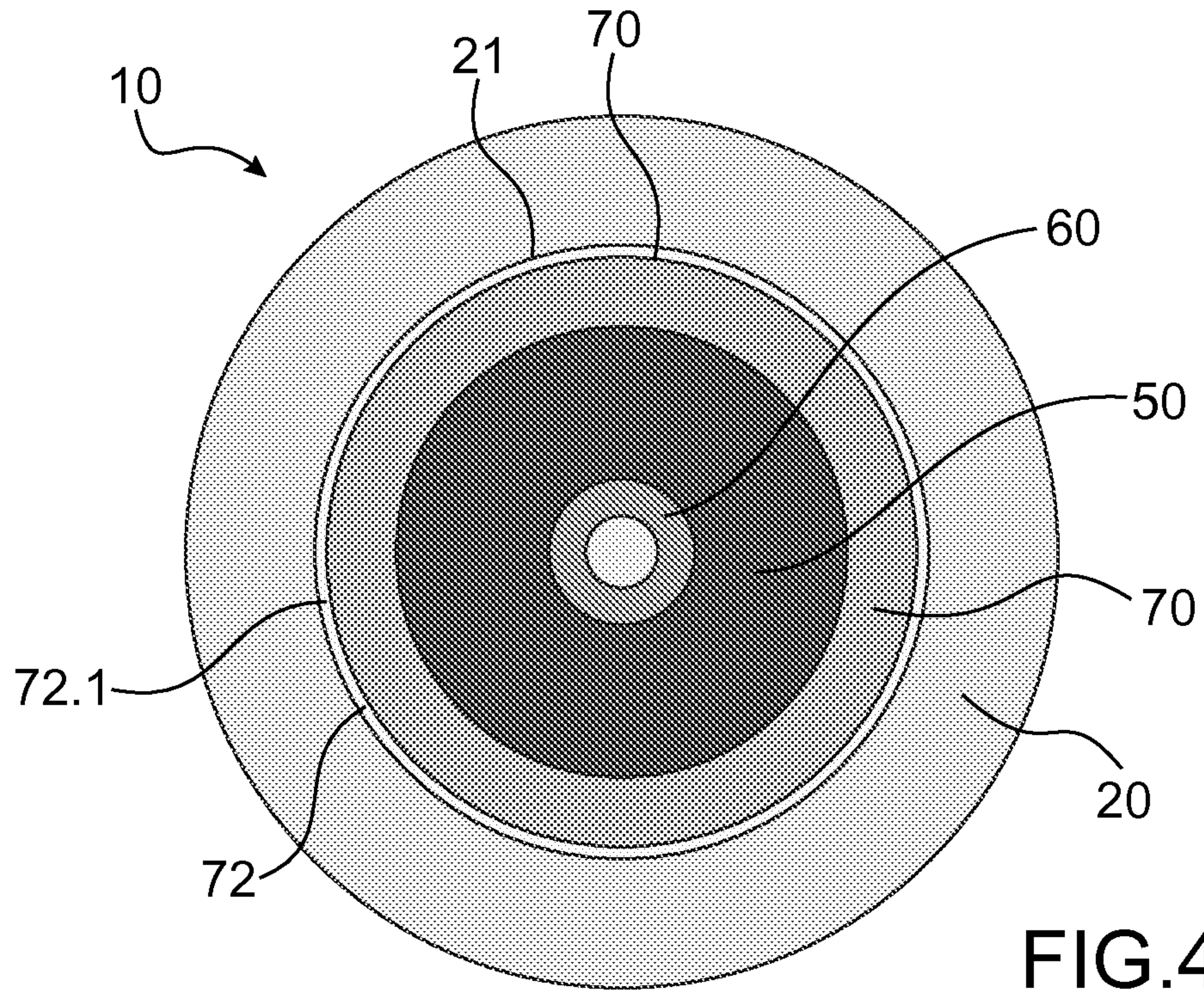


FIG.4a

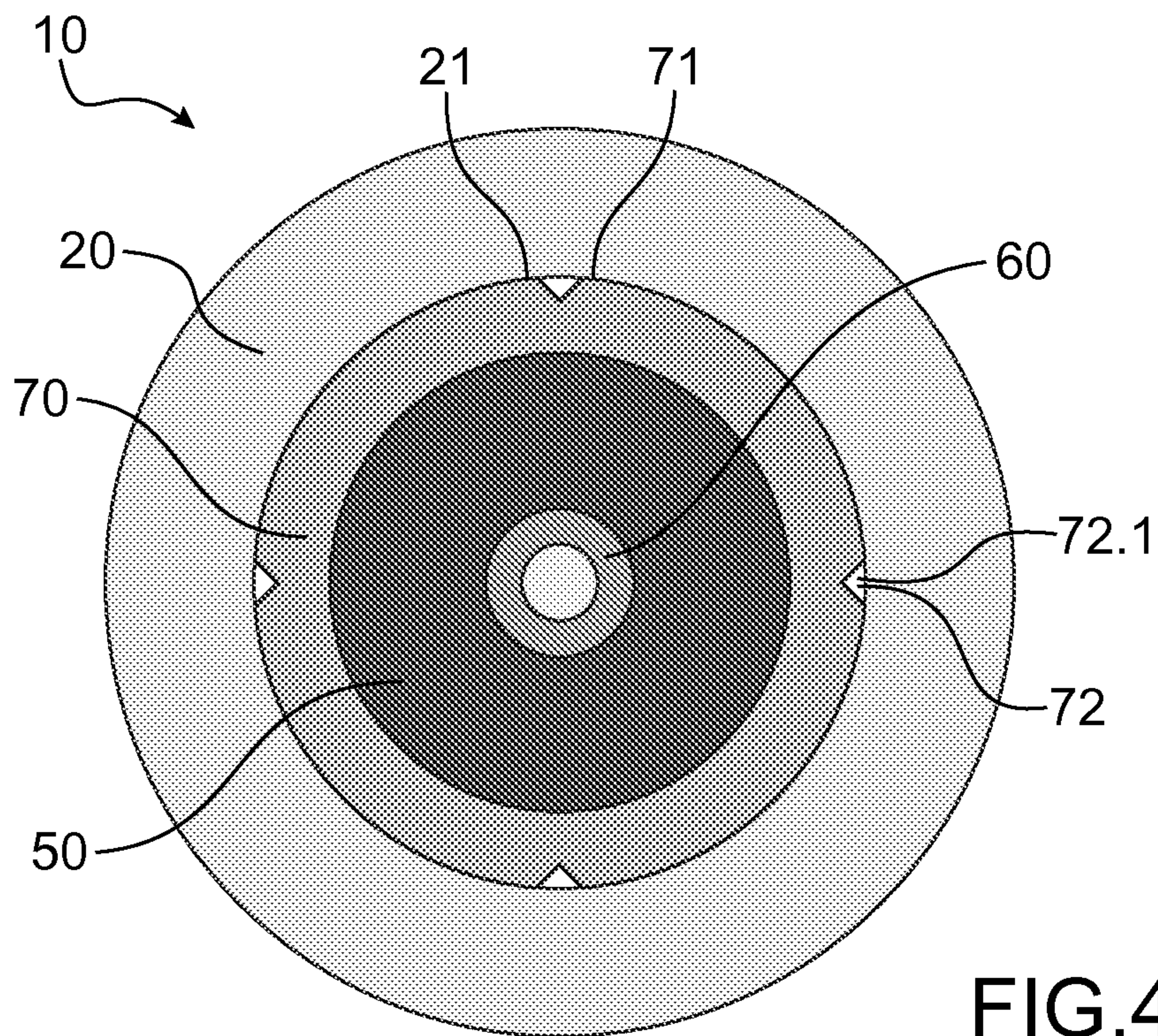


FIG.4b

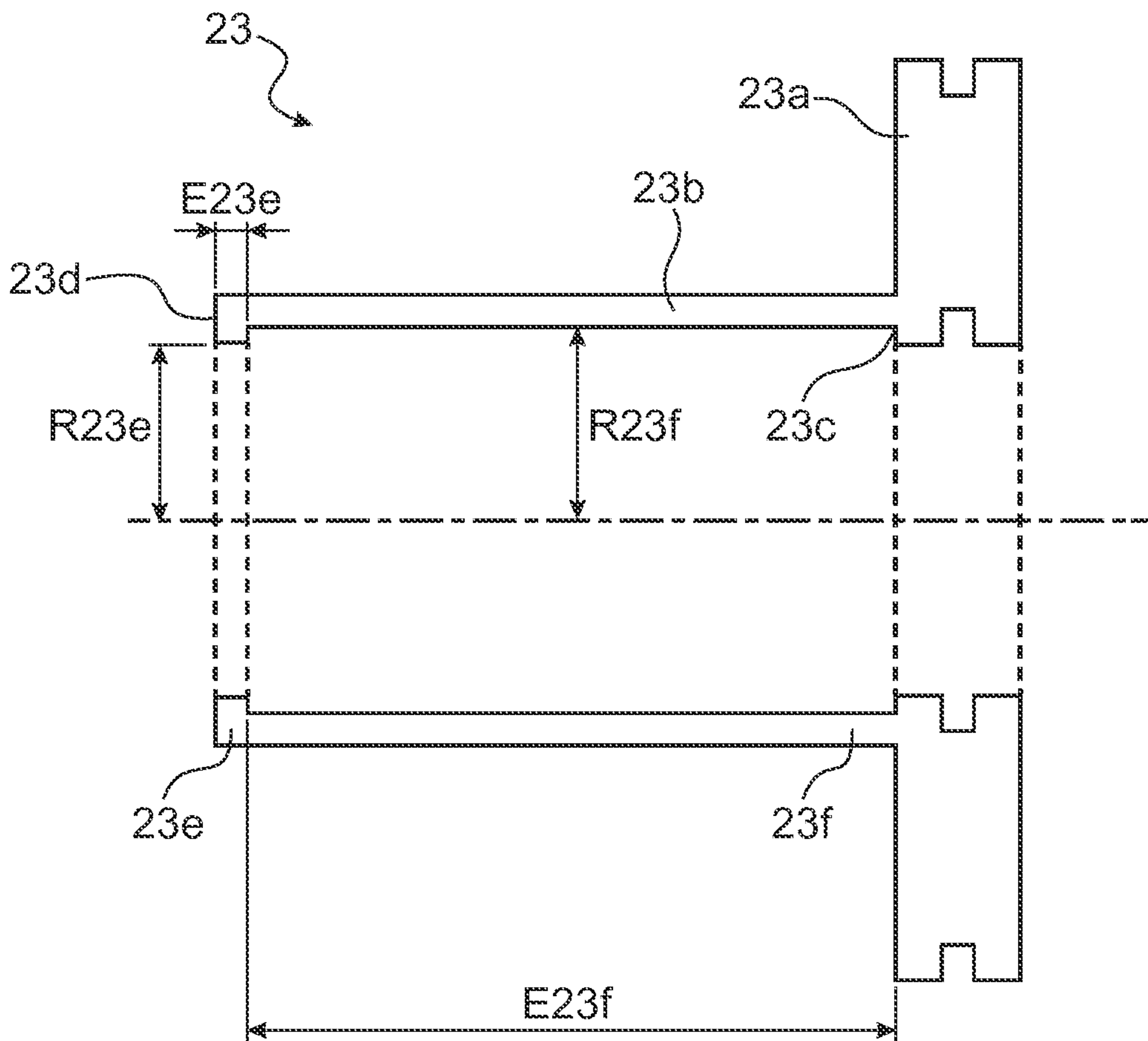


FIG.5

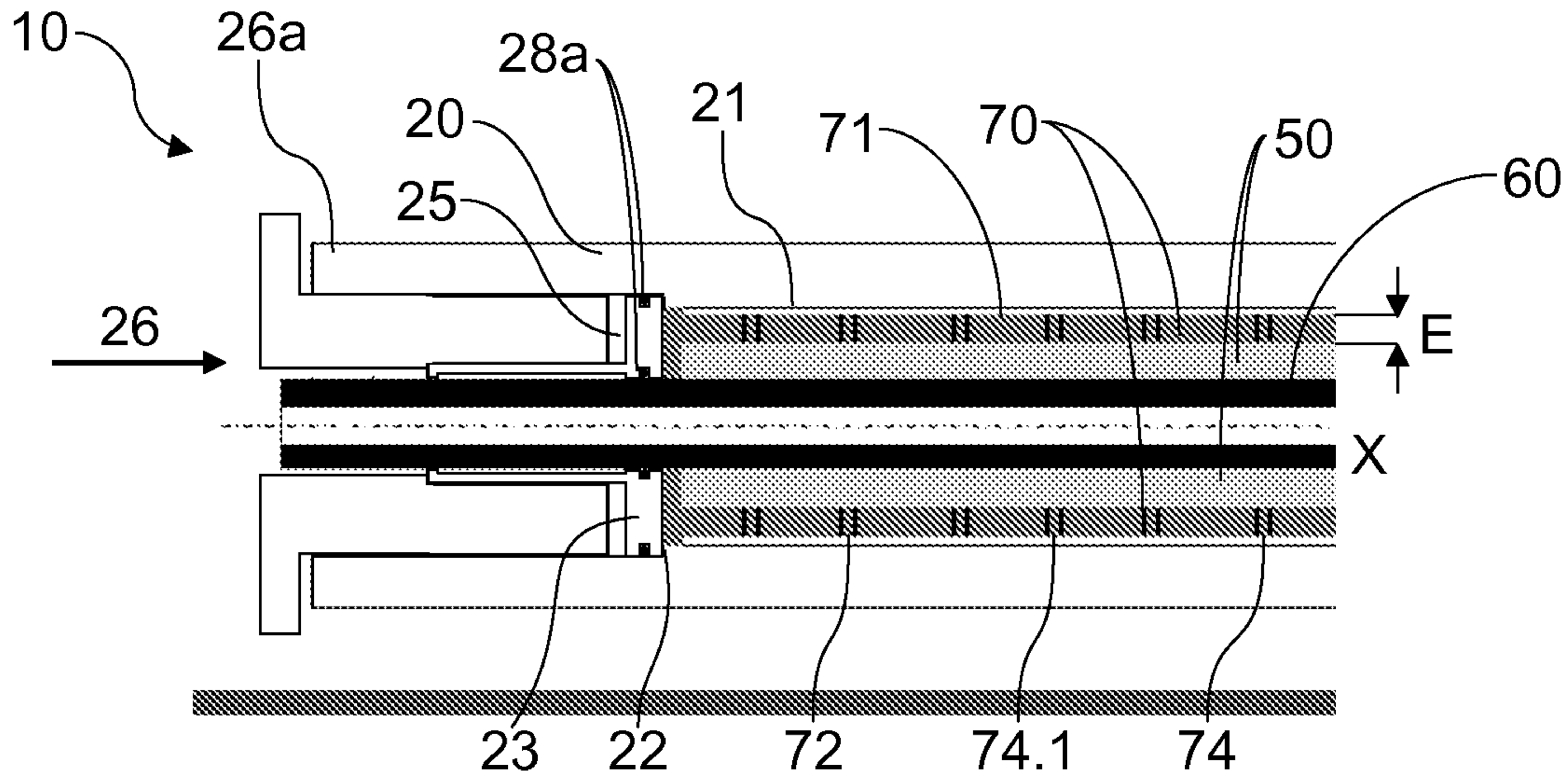


FIG.3a