

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 143 709**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②① N° d'enregistrement national : **22 13348**
⑤① Int Cl⁸ : **F 17 C 13/08 (2023.01), F 17 C 1/00**

①② **BREVET D'INVENTION** **B1**

⑤④ Réservoir modulaire pour gaz sous pression.

②② Date de dépôt : 14.12.22.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 21.06.24 Bulletin 24/25.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 07.03.25 Bulletin 25/10.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *FAURECIA SYSTEMES
D'ECHAPPEMENT Société par actions simplifiée à
associé unique — FR.*

⑦② Inventeur(s) : BOTELLA Ronan.

⑦③ Titulaire(s) : *FAURECIA HYDROGEN SOLUTIONS
FRANCE Société par actions simplifiée (Société à
associé unique).*

⑦④ Mandataire(s) : Lavoix.

FR 3 143 709 - B1



Description

Titre de l'invention : Réservoir modulaire pour gaz sous pression

Domaine technique

[0001] L'invention concerne un réservoir modulaire, composé d'une pluralité de bouteilles, sensiblement identiques, cylindriques, assemblées côte à côte, leurs axes étant parallèles.

Technique antérieure

[0002] Il est connu de réaliser un réservoir modulaire en assemblant une pluralité de bouteilles, sensiblement identiques, cylindriques, parallèlement, afin de former un réservoir sensiblement parallélépipédique.

[0003] Un tel mode de réalisation présente une compacité faible du fait des espaces perdus entre deux bouteilles. De plus, l'assemblage des bouteilles pose problème.

[0004] Aussi, il est recherché un mode de réalisation alternatif, améliorant ces inconvénients.

Résumé de l'invention

[0005] L'invention a pour objet un réservoir modulaire pour gaz sous pression, comprenant une pluralité de bouteilles, sensiblement identiques, cylindriques selon un axe, où les bouteilles sont assemblées deux à deux, leurs axes étant parallèles, une première bouteille de l'assemblage présentant, sur une première paroi externe, un premier profil, une deuxième bouteille de l'assemblage présentant, sur une deuxième paroi externe en regard de la première paroi externe, un deuxième profil, complémentaire du premier profil, afin que le premier profil et le deuxième profil s'interpénètrent.

[0006] Des caractéristiques ou des modes de réalisation particuliers, utilisables seuls ou en combinaison, sont :

[0007] - le premier profil comprend au moins une première mortaise et sensiblement autant de premier tenon, alternativement disposés et le deuxième profil comprend autant de deuxième tenon que de première mortaise et autant de deuxième mortaise que de premier tenon, alternativement disposés, chaque première mortaise étant apte à accueillir un deuxième tenon en regard et chaque deuxième mortaise étant apte à accueillir un premier tenon en regard,

[0008] - l'accueil d'un tenon par une mortaise se fait avec un ajustement serré,

[0009] - une mortaise est en creux dans l'épaisseur de la paroi externe d'une bouteille, selon une profondeur inférieure à l'épaisseur de ladite paroi externe,

[0010] - le fond d'une mortaise d'une bouteille de l'assemblage, est cylindrique selon l'axe et de rayon le rayon de l'autre bouteille de l'assemblage,

[0011] - un tenon est formé par la matière restante entre deux mortaises adjacentes d'un

même profil,

- [0012] - toutes les mortaises et tous les tenons présentent sensiblement une même longueur, mesurée parallèlement à l'axe,
- [0013] - une mortaise est prismatique, préférentiellement symétrique, selon un axe perpendiculaire à l'axe, sensiblement tangent à la bouteille portant la mortaise,
- [0014] - la section axiale d'une mortaise est rectangulaire,
- [0015] - la section axiale d'une mortaise est en queue d'aronde,
- [0016] - les mortaises et les tenons sont réalisés par usinage,
- [0017] - une bouteille comprend une structure composite externe réalisée par enroulement filamentaire et les mortaises et les tenons sont réalisés lors de l'enroulement filamentaire.

Brève description des dessins

- [0018] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, faite uniquement à titre d'exemple, et en référence aux figures en annexe dans lesquelles :
- [0019] [Fig.1] montre, en vue perspective, un réservoir selon l'invention comprenant quatre bouteilles,
- [0020] [Fig.2] montre, en vue perspective éclatée, le réservoir de la [Fig.1],
- [0021] [Fig.3] montre, en vue de dessus éclatée, le réservoir de la [Fig.1],
- [0022] [Fig.4] montre, en vue de dessus, le réservoir de la [Fig.1],
- [0023] [Fig.5] montre, en section transverse, selon un plan de coupe A-A, le réservoir de la [Fig.1],
- [0024] [Fig.6] montre, en section transverse, selon un plan de coupe B-B, le réservoir de la [Fig.1].

Description des modes de réalisation

- [0025] En référence à la [Fig.1], l'invention concerne un réservoir 1 modulaire pour gaz sous pression. Le gaz peut être tout type de gaz, particulièrement de l'hydrogène. Le gaz est sous pression, y inclus sous très haute pression, jusqu'à 1000 bars.
- [0026] Le réservoir 1 est construit de manière modulaire, en assemblant des bouteilles 10, 20, 30, 40. Afin de simplifier, ces bouteilles 10, 20, 30, 40 sont préférentiellement sensiblement identiques. Afin de tenir les fortes pressions, une forme éprouvée cylindrique est retenue pour les bouteilles 10, 20, 30, 40.
- [0027] De manière connue, de telles bouteilles cylindriques sont assemblées, leur axe étant parallèles. Un arrangement plan, tel qu'illustré à la [Fig.1] peut être retenu. Un autre arrangement matriciel, superposant plusieurs arrangements plans peut encore être retenu.
- [0028] Selon ce mode de réalisation connu, deux bouteilles adjacentes 10, 20 sont assemblées côte à côte, une génératrice d'une première bouteille 10 étant en contact avec

une génératrice de l'autre bouteille ou deuxième bouteille 20. Un tel contact cylindre / cylindre laisse un volume perdu important entre deux bouteilles adjacentes 10, 20. De plus, un tel assemblage nécessite un moyen de fixation des bouteilles ensemble.

- [0029] Aussi, selon une caractéristique de l'invention, plus particulièrement visible aux figures 2 et 4, les bouteilles 10, 20 sont assemblées deux à deux, leur axe respectif A1, A2 étant parallèles.
- [0030] Pour réaliser cet assemblage, une première bouteille 10 de l'assemblage présente, sur sa paroi externe, faisant face à la deuxième bouteille 20, et que l'on nomme première paroi externe 11, un profil que l'on nomme premier profil 12. De manière duale, une deuxième bouteille 20 de l'assemblage présente, sur sa paroi externe en regard de la première paroi externe 11, et que l'on nomme deuxième paroi externe 21, un profil que l'on nomme deuxième profil 22. Une paroi externe 11, 21 est une portion axiale de la paroi génératrice du cylindre. Selon une caractéristique, le deuxième profil 22 est complémentaire du premier profil 12, afin que le premier profil 12 et le deuxième profil 22 s'interpénètrent l'un l'autre.
- [0031] Cette interpénétration des premier et deuxième profils 12, 22, permet avantageusement de rapprocher les axes A1, A2 respectifs des première et deuxième bouteilles 10, 20 ainsi assemblées, d'une grandeur d'interpénétration ϵ . Ceci participe d'une réduction du volume total du réservoir 1 et d'une augmentation de la compacité.
- [0032] Si D est le diamètre d'une bouteille 10, 20, la largeur d'un assemblage de n bouteilles selon l'art antérieur est égal à n.D. Selon l'invention un assemblage de n bouteilles présente une largeur réduite $n.D - (n-1)\epsilon$, où ϵ est la profondeur de l'interpénétration. Aussi l'encombrement du réservoir 1 diminue pour une capacité de stockage identique, augmentant la compacité.
- [0033] Dans un assemblage plan, tel qu'illustré aux figures 1-6, une bouteille extrême, n'ayant qu'une voisine, telle la première bouteille 10, comprend un unique tel premier profil 12. Au contraire, une bouteille intermédiaire, telle la deuxième bouteille 20, ayant deux voisines, comprend deux tels profils : le deuxième profil 22 disposé sur la deuxième paroi 21 et le deuxième profil 26 disposé sur la deuxième paroi 25, diamétralement opposée à la deuxième paroi 21.
- [0034] Dans un assemblage matriciel à motif rectangulaire, une bouteille intermédiaire a quatre voisines et comprend quatre tels profils. Dans un assemblage matriciel à motif hexagonal, une bouteille intermédiaire a six voisines et comprend six tels profils. De manière générale, une bouteille comprend autant de profils qu'elle possède de voisines.
- [0035] Selon une autre caractéristique, sur la première bouteille 10 de l'assemblage, le premier profil 12 comprend au moins une première mortaise 13 et sensiblement autant de premier tenon 14. Ici, le terme sensiblement désigne le même nombre à +/- 1 unité près. Si le premier profil 12 comprend m premières mortaises 13, il comprend alors p =

m-1, m ou m+1 premiers tenons 14. Premières mortaises 13 et premiers tenons 14 sont alternativement disposés : un premier tenon 14 une première mortaise 13, un premier tenon 14, etc.

- [0036] Sur la deuxième bouteille 20 de l'assemblage, le deuxième profil 22, complémentaire du premier profil 12, comprend autant de deuxième tenon 24 que le premier profil 12 comprend de première mortaise 13, soit m. Il comprend encore autant de deuxième mortaise 23 que le premier profil 12 comprend de premier tenon 14, soit p. Deuxièmes mortaises 23 et deuxième tenons 24 sont alternativement disposés.
- [0037] Chaque première mortaise 13 est conformée pour pouvoir accueillir un deuxième tenon 24 en regard. De même, chaque deuxième mortaise 23 est conformée pour pouvoir accueillir un premier tenon 14 en regard.
- [0038] Selon une autre caractéristique, l'accueil d'un tenon 14, 24 par une mortaise 13, 23 se fait avec un ajustement serré. Aussi, l'interpénétration mutuelle des premier et deuxième profils 12, 22, participe de la fixation mutuelle des première et deuxième bouteilles 10, 20.
- [0039] Selon une autre caractéristique, une mortaise 13, 23 est conformée en creux dans l'épaisseur de la paroi externe 11, 21 de la bouteille 10, 20 qui la porte. Ce creux présente une profondeur nécessairement inférieure à l'épaisseur de ladite paroi externe 11, 21. La profondeur du creux est égale à l'interpénétration ϵ .
- [0040] La forme du fond d'une mortaise 13, 23 peut être quelconque. De même la forme de l'extrémité d'un tenon 14, 24 peut être quelconque. Avantagement les deux formes précédentes sont complémentaires.
- [0041] Selon une autre caractéristique, le fond d'une mortaise 13, 23 d'une bouteille 10, 20 de l'assemblage, est cylindrique d'axe A1, A2 et de rayon R1, R2 de l'autre bouteille 10, 20 de l'assemblage. Une telle forme de fond de mortaise 13, 23 est doublement avantageuse. Une telle forme est avantageuse en ce qu'elle ne nécessite pas de modification de la forme d'un tenon 14, 24. Et en ce qu'une unique mise en forme de la mortaise 13, 23 la rend directement complémentaire de la forme du tenon 14, 24.
- [0042] Cette caractéristique est plus particulièrement illustrée aux figures 5 et 6 qui montrent respectivement une coupe A-A et une coupe B-B d'un assemblage de bouteilles 10-40. Les plans de coupe A-A et B-B sont définis à la [Fig.4]. Le plan A-A coupe une première mortaise 13 et un deuxième tenon 24, tandis que le plan B-B coupe un premier tenon 14 et une deuxième mortaise 23.
- [0043] Selon une autre caractéristique, un tenon 14, 24 est formé par défaut, en ce qu'il est formé par la matière restante entre deux mortaises 13, 23 adjacentes d'un même profil 12, 22. Selon cette caractéristique avantageuse, seules les mortaises 13, 23 sont mise en forme. Les tenons 14, 24 se déduisent de la mise en forme des mortaises 13, 23.
- [0044] Selon une autre caractéristique, toutes les mortaises 13, 23 et tous les tenons 14, 24

présentent sensiblement une même longueur L, mesurée parallèlement à l'axe A1, A2. Ainsi la longueur L d'un tenon 14, 24 est telle qu'il s'encastre, préférentiellement de manière ajustée, dans une mortaise 13, 23 de dimension L complémentaire.

- [0045] Selon une autre caractéristique, une mortaise 13, 23 est prismatique. Ceci signifie qu'elle se déduit d'une section translaturée selon un segment rectiligne, ledit segment rectiligne étant perpendiculaire à l'axe A1, A2 et sensiblement tangent à la bouteille 10, 20 portant la mortaise 13, 23. Ladite section de la mortaise 13, 23 est préférentiellement symétrique, relativement au segment rectiligne.
- [0046] La section axiale d'une mortaise 13, 23 peut être sensiblement quelconque.
- [0047] Selon une autre caractéristique, ladite section translaturée ou section axiale d'une mortaise 13, 23 est rectangulaire. La section axiale est définie par un plan de coupe radial à la bouteille 10, 20 et passant par l'axe A1, A2 de la bouteille 10, 20 portant la mortaise 13, 23.
- [0048] Selon une autre caractéristique, la section axiale d'une mortaise 13, 23 est en queue d'aronde. La section d'un tenon 14, 24 homologue est complémentaire. Cette caractéristique permet avantageusement de réaliser un assemblage solide des deux bouteilles 10, 20 en engageant mutuellement les tenons 13, 23 dans les mortaises 14, 24.
- [0049] Il apparaît au moins deux modes de réalisation des profils 12, 22.
- [0050] Selon un premier mode de réalisation, les bouteilles 10, 20 sont réalisées au préalable par tout moyen. Puis, dans un second temps, les mortaises 13, 23 et les tenons 14, 24 sont réalisés par usinage en retirant de la matière aux bouteilles 10, 20 au droit des mortaises 13, 23.
- [0051] Une bouteille 10, 20 peut être réalisée sur la base d'une structure composite. Cette structure composite est, de manière connue, classiquement réalisée par enroulement filamentaire. Selon un autre mode de réalisation, les mortaises 13, 23 et les tenons 14, 24 sont réalisés directement lors de l'enroulement filamentaire.
- [0052] Un tel mode de réalisation est avantageux pour une bouteille 10, 20 à structure composite, comparativement au mode de réalisation précédent, en ce que les fibres d'armature du composite ne sont pas coupées par les usinages, au risque de fragiliser la structure.
- [0053] L'invention concerne encore un procédé d'assemblage des bouteilles 10, 20, 30, 40 pour former un réservoir 1. Ce procédé comprend les étapes suivantes. Au cours d'une première étape les bouteilles et leur profils 12, 22 sont réalisés. Une deuxième étape dépose de la résine chaude dans les mortaises 13, 23 et maintient une température élevée de manière à ce que la résine reste visqueuse. Une troisième étape assemble les bouteilles deux à deux, selon un empilement, en engageant les tenons 14, 24 dans les mortaises 13, 23 homologues. Au cours d'une quatrième étape l'ensemble est refroidi de manière à solidifier la résine et à réaliser un soudage entre les bouteilles 10, 20.

[0054] Il est encore possible de renforcer/sécuriser cet assemblage au moyen d'une ceinture composite encerclant les bouteilles 10, 20.

[0055] L'invention a été illustrée et décrite en détail dans les dessins et la description précédente. Celle-ci doit être considérée comme illustrative et donnée à titre d'exemple et non comme limitant l'invention à cette seule description. De nombreuses variantes de réalisation sont possibles.

Liste des signes de référence

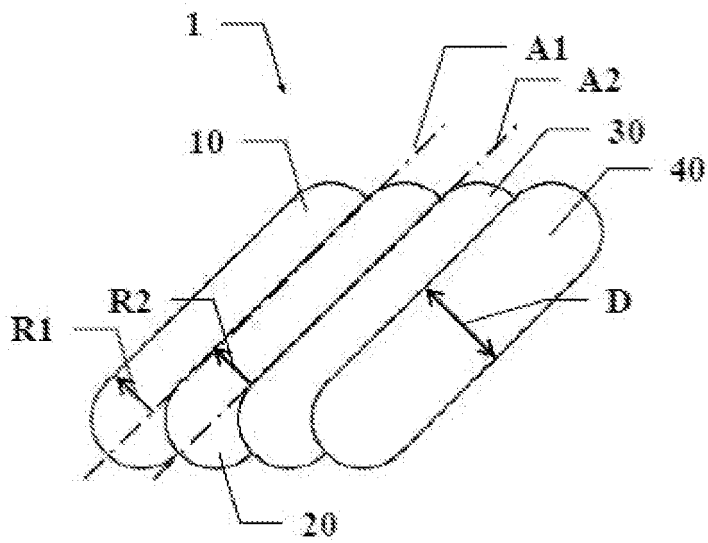
- [0056] 1 : réservoir,
- [0057] 10 : première bouteille,
- [0058] 11 : première paroi externe,
- [0059] 12 : premier profil,
- [0060] 13 : première mortaise,
- [0061] 14 : premier tenon,
- [0062] 20 : deuxième bouteille,
- [0063] 21 : deuxième paroi externe,
- [0064] 22 : deuxième profil,
- [0065] 23 : deuxième mortaise,
- [0066] 24 : deuxième tenon,
- [0067] 25 : paroi externe,
- [0068] 26 : profil,
- [0069] 30 : troisième bouteille,
- [0070] 40 : quatrième bouteille,
- [0071] A1 : axe de la première bouteille,
- [0072] A2 : axe de la deuxième bouteille,
- [0073] D : diamètre d'une bouteille,
- [0074] n : nombre de bouteilles,
- [0075] m : nombre de mortaises,
- [0076] P : nombre de tenons,
- [0077] L : longueur d'une mortaise, longueur d'un tenon,
- [0078] R1 : rayon de la première bouteille,
- [0079] R2 : rayon de la deuxième bouteille.

Revendications

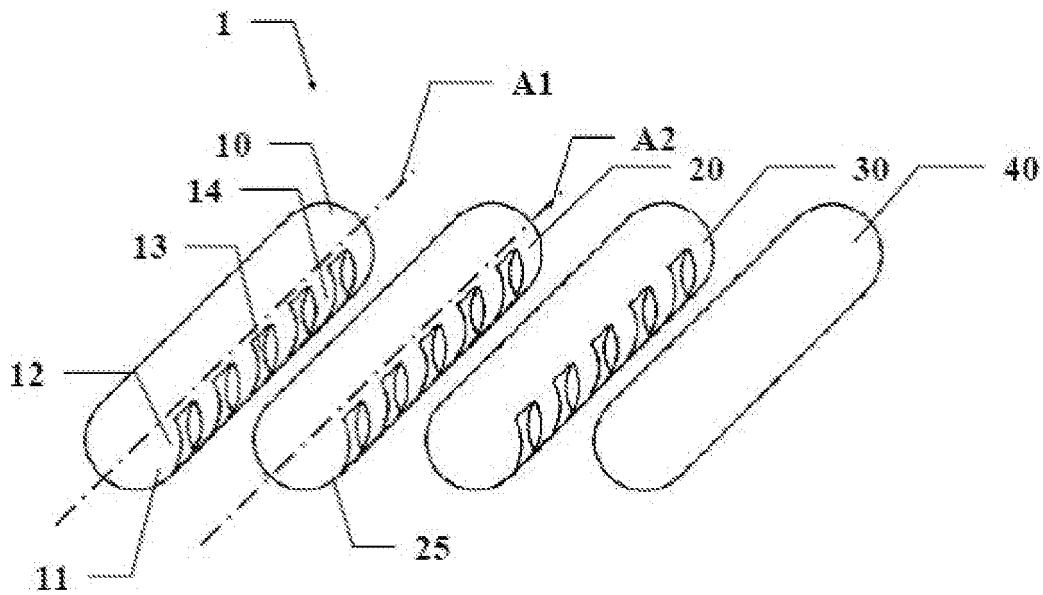
- [Revendication 1] Réservoir (1) modulaire pour gaz sous pression, comprenant une pluralité de bouteilles (10, 20, 30, 40), sensiblement identiques, cylindriques selon un axe (A1, A2), dans lequel les bouteilles (10, 20, 30, 40) sont assemblées deux à deux, leur axe (A1, A2) étant parallèles, une première bouteille (10) de l'assemblage présentant, sur une première paroi externe (11), un premier profil (12), une deuxième bouteille (20) de l'assemblage présentant, sur une deuxième paroi externe (21) en regard de la première paroi externe (11), un deuxième profil (22), complémentaire du premier profil (12), afin que le premier profil (12) et le deuxième profil (22) s'interpénètrent, et dans lequel le premier profil (12) comprend au moins une première mortaise (13) et sensiblement autant de premier tenon (14), alternativement disposés et le deuxième profil (22) comprend autant de deuxième tenon (24) que de première mortaise (13) et autant de deuxième mortaise (23) que de premier tenon (14), alternativement disposés, chaque première mortaise (13) étant apte à accueillir un deuxième tenon (24) en regard et chaque deuxième mortaise (23) étant apte à accueillir un premier tenon (14) en regard, **caractérisé en ce que** où le fond d'une mortaise (13, 23) d'une bouteille (10, 20) de l'assemblage, est cylindrique d'axe l'axe (A1, A2) et de rayon le rayon (R1, R2) de l'autre bouteille (10, 20) de l'assemblage.
- [Revendication 2] Réservoir (1) selon la revendication 1, où l'accueil d'un tenon (14, 24) par une mortaise (13, 23) se fait avec un ajustement serré.
- [Revendication 3] Réservoir (1) selon la revendication 1 ou 2, où une mortaise (13, 23) est en creux dans l'épaisseur de la paroi externe (11, 21) d'une bouteille (10, 20), selon une profondeur inférieure à l'épaisseur de ladite paroi externe (11, 21).
- [Revendication 4] Réservoir (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, où un tenon (14, 24) est formé par la matière restante entre deux mortaises (13, 23) adjacentes d'un même profil (12, 22).
- [Revendication 5] Réservoir (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, où toutes les mortaises (13, 23) et tous les tenons (14, 24) présentent sensiblement une même longueur (L), mesurée parallèlement à l'axe (A1, A2).
- [Revendication 6] Réservoir (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, où une mortaise (13, 23) est prismatique, préférentiellement symétrique, selon un axe perpendiculaire à l'axe (A1, A2), sensiblement tangent à la

- bouteille (10, 20) portant la mortaise (13, 23).
- [Revendication 7] Réservoir (1) selon la revendication précédente, où la section axiale d'une mortaise (13, 23) est rectangulaire.
- [Revendication 8] Réservoir (1) selon l'une quelconque des deux revendications précédentes, où la section axiale d'une mortaise (13, 23) est en queue d'aronde.
- [Revendication 9] Réservoir (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, où les mortaises (13, 23) et les tenons (14, 24) sont réalisés par usinage.
- [Revendication 10] Réservoir (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, où une bouteille (10, 20) comprend une structure composite réalisée par enroulement filamentaire et où les mortaises (13, 23) et les tenons (14, 24) sont réalisés lors de l'enroulement filamentaire.

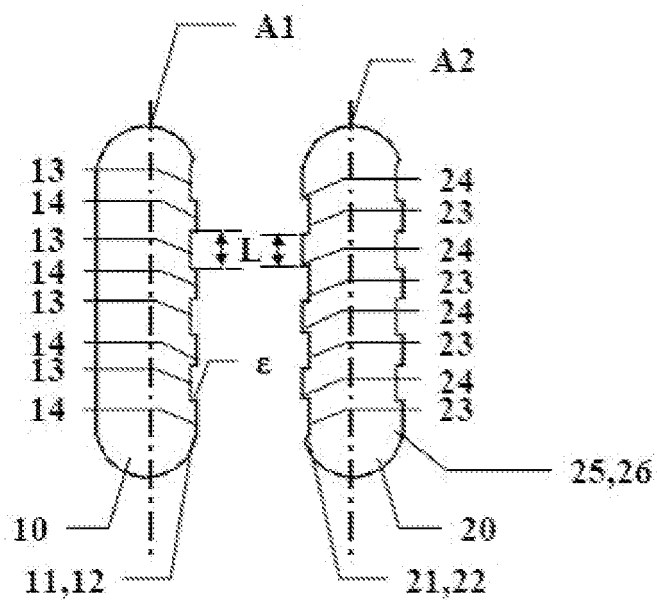
[Fig. 1]



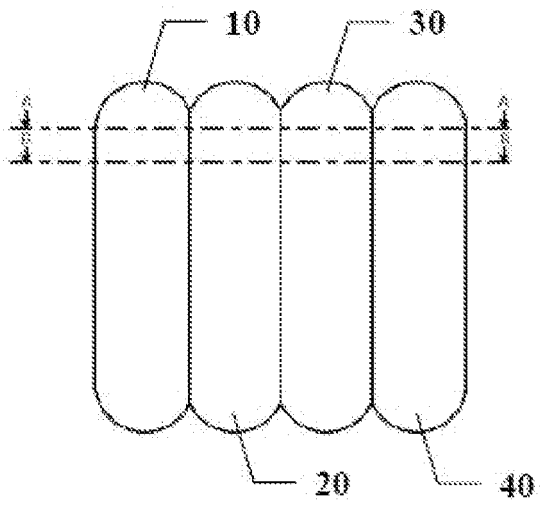
[Fig. 2]



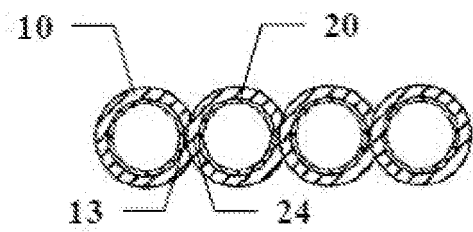
[Fig. 3]



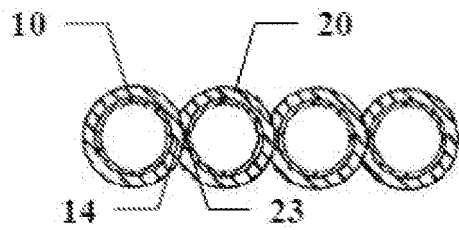
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

EP 1 355 105 A2 (DEUTSCH ZENTR LUFT &
RAUMFAHRT [DE])
22 octobre 2003 (2003-10-22)

US 9 707 841 B2 (QUANTUM FUEL SYSTEMS LLC
[US]) 18 juillet 2017 (2017-07-18)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT