



(11) **EP 4 361 492 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
23.04.2025 Bulletin 2025/17

(21) Numéro de dépôt: **23187161.7**

(22) Date de dépôt: **24.07.2023**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
F17C 3/00 (2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F17C 3/00; F17C 2201/0109; F17C 2201/056;
F17C 2201/058; F17C 2203/0391; F17C 2203/0629;
F17C 2203/0643; F17C 2203/0646;
F17C 2203/0648; F17C 2205/0126;
F17C 2205/0308; F17C 2205/0323; F17C 2209/221;
F17C 2221/012; F17C 2223/0161; (Cont.)

(54) **DISPOSITIF DE STOCKAGE DE FLUIDE CRYOGÉNIQUE**

VORRICHTUNG ZUR LAGERUNG EINER KRYOGENEN FLÜSSIGKEIT
CRYOGENIC FLUID STORAGE DEVICE

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **25.10.2022 FR 2211045**

(43) Date de publication de la demande:
01.05.2024 Bulletin 2024/18

(73) Titulaire: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET
L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES
CLAUDE
75007 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **LADOUS, Robin
38360 SASSENAGE (FR)**

• **JEUNESSE, Loïc
38360 SASSENAGE (FR)**
• **LOSCO, Jérôme
38360 SASSENAGE (FR)**

(74) Mandataire: **Air Liquide
L'Air Liquide S.A.
Direction de la Propriété Intellectuelle
75, Quai d'Orsay
75321 Paris Cedex 07 (FR)**

(56) Documents cités:
**WO-A1-2015/040268 US-A- 3 132 762
US-A- 4 149 388 US-A1- 2020 047 852
US-A1- 2022 146 047 US-B1- 6 279 326
US-B2- 11 807 340**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 4 361 492 B1

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
(Cont.)F17C 2223/033; F17C 2227/0383;
F17C 2260/012; F17C 2260/032

Description

[0001] L'invention concerne un dispositif de stockage de fluide cryogénique, par exemple pour le stockage d'hydrogène liquéfié.

[0002] Un tel dispositif est connue de US 2020/047852 A1.

[0003] L'invention concerne plus particulièrement un dispositif de stockage de fluide cryogénique conformément au préambule de la revendication 1.

[0004] L'invention concerne en particulier un réservoir isolé sous vide pour des fluides cryogéniques (typiquement de l'hydrogène liquide) muni d'un boîtier d'équipements (appelé parfois "boîte à vanne"). Ce boîtier ou "boîte à vanne" est une partie du réservoir cryogénique qui contient tout ou partie des composants annexes au stockage (vanne(s), échangeur(s) de chaleur, dispositif(s) de sécurité, etc.). Ces composants nécessitent généralement de bénéficier d'une isolation thermique de préférence de type sous vide.

[0005] Cette boîte à vanne est habituellement composée du même matériau que l'enveloppe externe du réservoir. Ceci permet de pouvoir lier directement l'enveloppe de la boîte à vanne avec la paroi du réservoir, par soudage par exemple. Dans le cadre d'une enveloppe externe en acier inoxydable, la boîte à vanne réalisée dans le même matériau et l'assemblage est simple à mettre en œuvre. Cette solution conduit cependant à un réservoir de masse relativement importante.

[0006] Dans le cas d'un réservoir plus léger, par exemple en alliage d'aluminium par exemple, la réalisation de l'enveloppe de la boîte à vanne en aluminium pose des problèmes. Compte tenu du grand nombre de traversées (orifices de passage) de la paroi de ce boîtier, les soudures aluminium, moins fiables que des soudures en alliage d'acier inoxydable, peuvent être défectueuses. Le réservoir cryogénique étant généralement doté d'une isolation sous vide statique, une liaison vissée entre l'enveloppe extérieure du réservoir et l'enveloppe de la boîte à vanne est risquée.

[0007] Pour cette raison, dans le cas d'un réservoir en alliage d'aluminium, les équipements habituellement présents dans une boîte à vannes ne sont pas intégrés dans un tel boîtier. Dans ce cas, les équipements sont alors mal ou pas isolés thermiquement et sujets à la condensation (d'eau ou d'air). Ceci peut poser des problèmes d'exploitation ou de sécurité.

[0008] Un but de la présente invention est de pallier tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur relevés ci-dessus.

[0009] A cette fin, le dispositif selon l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule de la revendication 1, est essentiellement caractérisé en ce que la première paroi (3) est en alliage d'aluminium et en ce que la portion de jonction (5) est composée d'un alliage à base d'aluminium et d'acier inoxydable.

[0010] Par ailleurs, des modes de réalisation de l'in-

vention peuvent comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la seconde paroi et la première paroi sont soudées respectivement au niveau de deux extrémités de la portion de jonction,
- les portions de la seconde paroi et de la première paroi soudées respectivement au niveau de deux extrémités de la portion de jonction sont amincies relativement à la portion de jonction et/ou relativement au reste des parois,
- la portion de jonction a la forme d'une bague, la première paroi et la seconde paroi comprenant chacune une portion tubulaire dont une extrémité circulaire est soudée sur la circonférence de la bague formée par la portion de jonction,
- la première paroi et/ou la seconde paroi a une forme générale cylindrique,
- la portion soudée de la première paroi et/ou la seconde paroi est située au niveau d'un piquage cylindrique solidaire de la paroi,
- le volume délimité par la seconde paroi abrite au moins l'un parmi, au moins une vanne, un échangeur de chaleur, une portion de conduite, un appareillage électrique, une portion de tuyauterie,
- la seconde paroi comprend au moins un passage configuré pour la traversée de la seconde paroi par un ou des équipement(s),
- le dispositif comprend une troisième paroi délimitant un volume de stockage pour du fluide cryogénique, la première paroi étant disposée autour de la troisième paroi avec un espacement isolé thermiquement de sorte que le réservoir est du type à double parois,
- l'espacement entre la première et la troisième paroi est sous vide,
- le volume délimité par la seconde paroi est sous vide et communique avec l'espacement.

[0011] L'invention peut concerner également tout dispositif ou procédé alternatif comprenant toute combinaison des caractéristiques ci-dessus ou ci-dessous dans le cadre des revendications. D'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description ci-après, faite en référence aux figures dans lesquelles :

Brève description des figures

[0012] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

[Fig. 1] est une vue schématique et partielle, de côté, d'un exemple de dispositif de stockage selon l'invention,

[Fig. 2] est une vue schématique et partiellement en coupe, d'un détail d'un autre mode de réalisation du

dispositif selon l'invention.

Description détaillée

[0013] Sur toutes les figures, les mêmes références se rapportent aux mêmes éléments.

[0014] Dans cette description détaillée, les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes de réalisation, cela ne signifie pas que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de réalisation peuvent également être combinées et/ou interchangeables pour fournir d'autres réalisations.

[0015] Le dispositif 1 de stockage de fluide cryogénique illustré comprend une première paroi 2 en alliage d'aluminium délimitant un réservoir et une seconde paroi 4 délimitant un volume ou boîtier adjacent prévu pour abriter un ensemble d'équipements du réservoir, par exemple au moins une vanne, au moins un échangeur de chaleur, de la circuiterie, ...

[0016] Dans l'exemple de la [Fig. 1], le réservoir et le boîtier adjacent ont chacun une forme générale cylindrique à section circulaire. Bien entendu, tout autre forme est envisageable pour l'un ou les deux contenants.

[0017] La première paroi 2 est par exemple l'enveloppe extérieure du réservoir et est disposée autour d'une troisième paroi 3 délimitant le volume de stockage pour du fluide cryogénique. La première paroi 2 est disposée par exemple autour de la troisième paroi 3 avec un espacement 7 isolé thermiquement, de préférence sous vide, de sorte que le réservoir est du type à double parois 2, 3. La seconde paroi 4 est en acier inoxydable et est soudée à la première paroi 2 via une portion 5 de jonction composée d'un alliage à base d'alliage d'aluminium et d'acier inoxydable et interposée entre les deux parois 2, 4.

[0018] C'est-à-dire que cette structure prévoit une jonction de type bi-matière (typiquement comprenant un alliage d'aluminium et un alliage d'acier inoxydable). Cette portion 5 de jonction peut être obtenue par exemple par soudage par explosion ou par diffusion.

[0019] Cet arrangement permet de prévoir une boîte à vanne en acier inoxydable, apte à intégrer tout ou partie des traversées de cloisons (fluidiques et/ou électriques) de manière plus satisfaisante qu'avec une paroi aluminium, et qui est assemblée de façon fiable à une paroi 2 de réservoir en alliage d'aluminium. La seconde paroi 4 peut ainsi comporter des passages 6 symbolisés par des orifices dans les représentations schématiques configurés pour permettre la traversée étanche de la seconde paroi (passage de câbles et/ou conduites...).

[0020] La seconde paroi 4 et la première paroi 2 peuvent être soudées respectivement au niveau de deux extrémités de la portion 5 de jonction. C'est-à-dire que l'assemblage peut être réalisé via une soudure acier inoxydable avec acier inoxydable puis aluminium avec aluminium.

[0021] Comme visible à la [Fig. 2], les portions de la seconde paroi 4 et de la première paroi 2 soudées respectivement au niveau de deux extrémités de la portion 5 de jonction peuvent être amincies relativement à la portion 5 de jonction et/ou relativement au reste des parois 4, 2. Par exemple la portion de jonction a une épaisseur centrale de l'ordre de 10 mm tandis que ses bordures soudées aux parois ont une épaisseur inférieure, par exemple de l'ordre de 1 à 2 mm.

[0022] La portion 5 de jonction peut avoir la forme générale d'une bague. La première paroi 2 et la seconde paroi 4 peuvent comprendre chacune une extrémité tubulaire soudée sur une circonférence de la bague formée par la portion 5 de jonction.

[0023] Par exemple, la première paroi 2 et/ou la seconde paroi 4 a une forme générale cylindrique.

[0024] L'extrémité soudée de la première paroi 2 peut en particulier être au niveau d'un piquage cylindrique solide rapportée sur la première paroi 2.

[0025] De préférence le volume délimité par la seconde paroi 4 est sous vide et par exemple communique avec l'espacement 7, par exemple par un orifice ou passage (et donc partage de préférence le même vide).

Revendications

1. Dispositif de stockage de fluide cryogénique comprenant une première paroi (2) formant un réservoir et une seconde paroi (4) délimitant un volume prévu pour abriter un ensemble d'équipements du réservoir, par exemple au moins une vanne, la seconde paroi (4) étant fixée à la première paroi par soudage, la seconde paroi (4) étant en acier inoxydable et le soudage de la seconde paroi (4) à la première paroi (2) étant réalisé via une portion (5) de jonction interposée entre les deux parois (2,4), **caractérisé en ce que** la première paroi (3) est en alliage d'aluminium et **en ce que** la portion de jonction (5) est composée d'un alliage à base d'aluminium et d'acier inoxydable.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la seconde paroi (4) et la première paroi (2) sont soudées respectivement au niveau de deux extrémités de la portion (5) de jonction.
3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les portions de la seconde paroi (4) et de la première paroi (2) soudées respectivement au niveau de deux extrémités de la portion (5) de jonction sont amincies relativement à la portion (5) de jonction et/ou relativement au reste des parois (4, 2).
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la portion (5) de jonction a la forme d'une bague et **en ce que** la première paroi (2) et la seconde paroi (4) comprennent chacune une

portion tubulaire dont une extrémité circulaire est soudée sur la circonférence de la bague formée par la portion (5) de jonction.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la première paroi (2) et/ou la seconde paroi (4) a une forme générale cylindrique. 5
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la portion soudée de la première paroi (2) et/ou la seconde paroi (4) est située au niveau d'un piquage cylindrique solidaire de la paroi (2, 4). 10
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le volume délimité par la seconde paroi (4) abrite au moins l'un des équipements suivants faisant partie du dispositif de stockage : au moins une vanne, un échangeur de chaleur, une portion de conduite, un appareillage électrique, une portion de tuyauterie. 20
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la seconde paroi (4) comprend au moins un passage (6) configuré pour la traversée de la seconde paroi par un ou des équipement(s). 25
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'il** comprend une troisième paroi (3) délimitant un volume de stockage pour du fluide cryogénique et **en ce que** la première paroi (2) est disposée autour de la troisième paroi (3) avec un espacement (7) isolé thermiquement de sorte que le réservoir est du type à double parois (2, 3). 30
10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** l'espacement (7) entre la première (2) et la troisième (3) paroi est sous vide. 40
11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le volume délimité par la seconde paroi (4) est sous vide et communique avec l'espacement (7). 45

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Lagerung von kryogenem Fluid, umfassend eine erste Wand (2), die einen Tank bildet, und eine zweite Wand (4), die ein zum Aufnehmen einer Gruppe von Einrichtungen des Tanks, beispielsweise mindestens eines Ventils, vorgesehenes Volumen begrenzt, wobei die zweite Wand (4) an der ersten Wand durch Schweißen befestigt ist, wobei die zweite Wand (4) aus Edelstahl ist und wobei das Schweißen der zweiten Wand (4) an die 50

erste Wand (2) über einen Verbindungsabschnitt (5) ausgeführt wird, der zwischen den beiden Wänden (2, 4) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Wand (3) aus einer Aluminiumlegierung ist und dass der Verbindungsabschnitt (5) aus einer Legierung auf Basis von Aluminium und von Edelstahl besteht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Wand (4) beziehungsweise die erste Wand (2) an zwei Enden des Verbindungsabschnitts (5) geschweißt sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die an zwei Enden des Verbindungsabschnitts (5) geschweißten Abschnitte der zweiten Wand (4) beziehungsweise der ersten Wand (2) in Bezug auf den Verbindungsabschnitt (5) und/oder in Bezug auf den Rest der Wände (4, 2) verdünnt sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbindungsabschnitt (5) die Form eines Rings hat und dass die erste Wand (2) und die zweite Wand (4) jeweils einen röhrenförmigen Abschnitt umfassen, von dem ein kreisrundes Ende an den Umfang des durch den Verbindungsabschnitt (5) gebildeten Rings geschweißt ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Wand (2) und/oder die zweite Wand (4) eine zylindrische Grundform hat.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der geschweißte Abschnitt der ersten Wand (2) und/oder die zweite Wand (4) an einem zylindrischen Stutzen gelegen ist, der fest mit der Wand (2, 4) verbunden ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das durch die zweite Wand (4) begrenzte Volumen mindestens eine der folgenden Einrichtungen aufnimmt, die zu der Vorrichtung zur Lagerung gehören: mindestens ein Ventil, ein Wärmetauscher, ein Leitungsabschnitt, ein elektrisches Gerät, ein Rohrleitungsabschnitt.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Wand (4) mindestens einen Durchlass (6) umfasst, der zur Durchquerung der zweiten Wand durch eine oder mehrere der Einrichtung(en) ausgestaltet ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine dritte Wand (3) umfasst, die ein Speichervolumen für kryo- 55

genes Fluid begrenzt, und dadurch, dass die erste Wand (2) um die dritte Wand (3) herum mit einem thermisch isolierten Zwischenraum (7) angeordnet ist, so dass der Tank doppelwandig (2, 3) ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenraum (7) zwischen der ersten (2) und der dritten (3) Wand unter Vakuum steht.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das durch die zweite Wand (4) begrenzte Volumen unter Vakuum steht und mit dem Zwischenraum (7) in Verbindung steht.

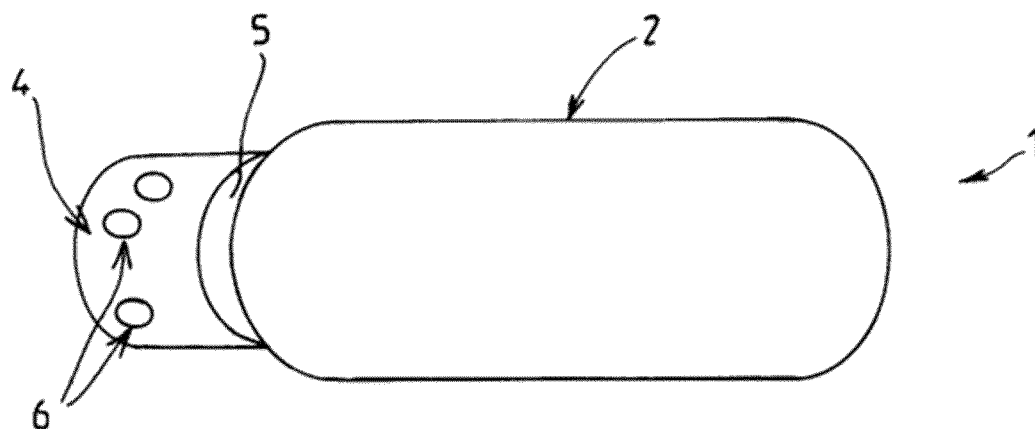
Claims

1. Cryogenic-fluid storage device comprising a first wall (2) forming a tank and a second wall (4) delimiting a volume intended to house a set of equipment for the tank, for example at least one valve, the second wall (4) being fastened to the first wall by welding, the second wall (4) being made of stainless steel and the second wall (4) being welded to the first wall (2) via a joining portion (5) interposed between the two walls (2, 4), **characterized in that** the first wall (3) is made of aluminium alloy and **in that** the joining portion (5) is made of an aluminium-based alloy and stainless steel.
2. Device according to Claim 1, **characterized in that** the second wall (4) and the first wall (2) are welded at two ends of the joining portion (5) respectively.
3. Device according to Claim 2, **characterized in that** the portions of the second wall (4) and of the first wall (2) that are welded respectively at two ends of the joining portion (5) are thinner than the joining portion (5) and/or than the rest of the walls (4, 2).
4. Device according to any one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the joining portion (5) is ringshaped and **in that** the first wall (2) and the second wall (4) each comprise a tubular portion, one circular end of which is welded to the circumference of the ring formed by the joining portion (5).
5. Device according to any one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the first wall (2) and/or the second wall (4) has an overall cylindrical shape.
6. Device according to any one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the welded portion of the first wall (2) and/or the second wall (4) is located level with a cylindrical tap integral with the wall (2, 4).
7. Device according to any one of Claims 1 to 6, **char-**

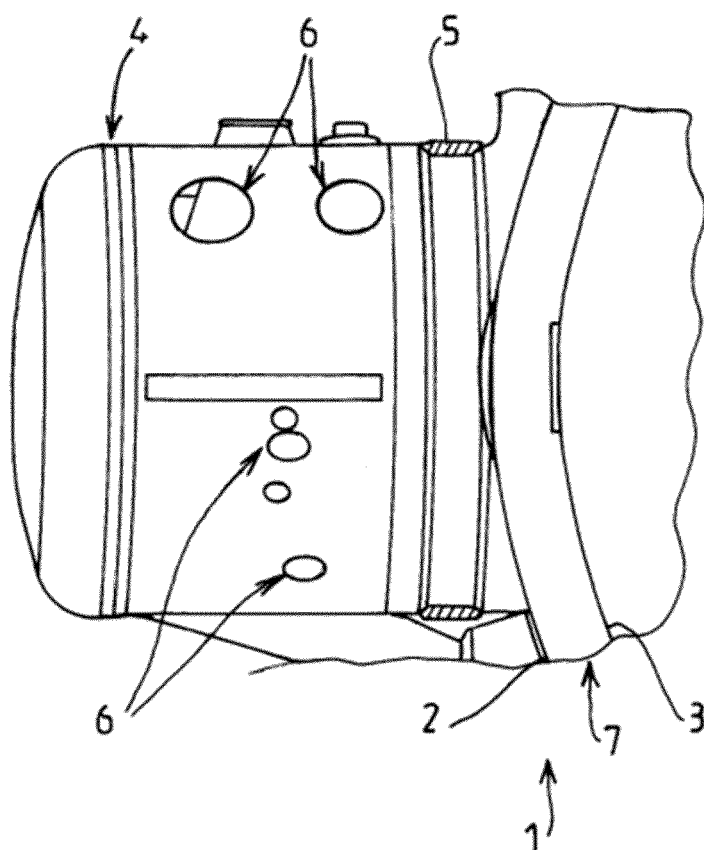
acterized in that the volume delimited by the second wall (4) houses at least one of the following items of equipment forming part of the storage device: at least one valve, a heat exchanger, a duct portion, an electrical apparatus, a piping portion.

8. Device according to any one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the second wall (4) comprises at least one passage (6) designed to enable equipment to pass through the second wall.
9. Device according to any one of Claims 1 to 8, **characterized in that** it comprises a third wall (3) delimiting a storage volume for cryogenic fluid and **in that** the first wall (2) is arranged about the third wall (3) with a thermally insulated gap (7), thereby making the tank a double-walled (2, 3) tank.
10. Device according to Claim 9, **characterized in that** the gap (7) between the first wall (2) and third wall (3) is under vacuum.
11. Device according to Claim 10, **characterized in that** the volume delimited by the second wall (4) is under vacuum and communicates with the gap (7).

[Fig. 1]



[Fig. 2]



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- US 2020047852 A1 [0002]