



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
08.09.2021 Bulletin 2021/36

(51) Int Cl.:
F17C 3/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **21159749.7**

(22) Date de dépôt: **26.02.2021**

(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:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Etablissements MAGYAR**
21000 Dijon (FR)

(72) Inventeurs:
• **MAGYAR, Daniel**
75012 Paris (FR)
• **MAGYAR, Laurent**
75001 PARIS (FR)

(30) Priorité: **02.03.2020 FR 2002071**

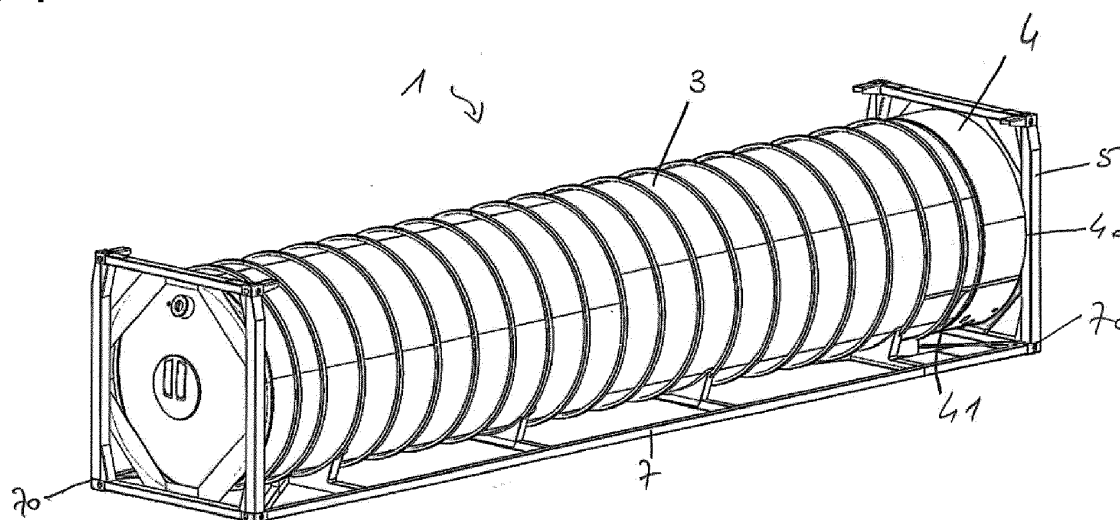
(74) Mandataire: **Cabinet Camus Lebkiti**
25 rue de Maubeuge
75009 Paris (FR)

(54) **DISPOSITIF DE MAINTIEN D'UN RÉSERVOIR INTÉRIEUR D'UNE CITERNE DE TRANSPORT DE LIQUIDE CRYOGÉNIQUE**

(57) La citerne (1) de transport de liquide cryogénique selon l'invention comprend un réservoir intérieur (2), de forme sensiblement cylindrique, disposé dans une enveloppe extérieure (3) et destiné à recevoir un liquide cryogénique, le réservoir intérieur (2) et l'enveloppe extérieure (3) sont coaxiaux d'axe X, ledit réservoir intérieur

(2) étant relié à l'enveloppe extérieure (3) par un dispositif de soutien, elle est caractérisée en ce que le dispositif de soutien comprend une fixation rigide et une bielle (5), un premier côté (53) de la bielle (5) étant fixé à l'autre extrémité du réservoir intérieur (2) et un deuxième côté (54) de la bielle (5) étant fixé à l'enveloppe extérieure (3).

[Fig. 2]



Description

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des citernes et plus particulièrement celles destinées à transporter des liquides cryogéniques que ce soit par conteneur, semi-remorques ou toute autre citerne transportable.

[0002] Les transports de liquides cryogéniques, à cause de la différence de température entre le liquide transporté et l'air ambiant est souvent de l'ordre de 200°C, ce qui nécessite d'isoler thermiquement la citerne. La solution traditionnelle d'isolation est faite par des matériaux de type polyuréthane ou d'autres matériaux combustibles, cependant ceux-ci sont interdits par l'ADR (Accord pour le transport des marchandises Dangereuses par la Route) pour les produits au-dessous de -182°C. Les autres matériaux solides, tels que la perlite, pour une même performance d'isolation nécessitent souvent une épaisseur plus importante d'où une masse totale plus importante. Etant donné la limite de la masse totale routante autorisée, toute masse supplémentaire entraîne par conséquence une réduction de la masse de produit transportable. Même pour des produits légers comme le méthane, l'isolation trop épaisse dépasserait du gabarit routier autorisé.

[0003] Pour ces différentes raisons, les citernes à simple parois avec isolation rigide sont maintenant abandonnées pour les gaz liquides à basse température.

[0004] Aujourd'hui, le marché est donc aux citernes à double parois entre lesquelles on réalise un vide d'air poussé pour empêcher le transfert thermique par conduction. Ces citernes sont constituées d'un réservoir intérieur dans lequel est transporté le liquide cryogénique et une enveloppe extérieure. Cependant avec 200°C de différence entre les parois, le rayonnement est très important. Il est géré soit en remplissant l'inter-paroi de perlite (solution assez lourde et nécessitant une épaisseur d'inter-paroi assez importante pour limiter le flux conductif), soit par une isolation en multi couches (MLI Multi Layer Insulation) comme celle utilisées autour des satellites. La solution vide d'air poussé et MLI est aujourd'hui la solution la plus performante du marché.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

[0005] L'utilisation de citerne à double parois soulève le problème du soutien du réservoir intérieur dans l'enveloppe extérieure. Ces supports doivent répondre à trois problèmes principaux :

- Soutenir la masse du réservoir intérieur par rapport à la gravité, mais aussi les autres accélérations qu'il peut rencontrer sur la route ;
- Résister à la dilatation thermique : l'enveloppe exté-

rieure reste à température ambiante tandis que le réservoir intérieur peut rétrécir jusqu'à environ 7 mm au niveau du diamètre et de 40 mm en longueur ;

- 5 - Avoir le moins possible de déperdition thermique par conduction (utilisation de matériaux peu conducteurs, faibles sections et grande longueur).

[0006] Il est connu de prévoir un cône disposé à l'arrière et une pièce coulissante à l'avant. La pièce coulissante à l'avant permet au réservoir intérieur de coulisser par rapport à l'enveloppe extérieure lors d'une dilatation thermique. Cependant cette solution nécessite que la partie froide coulisser dans une fausse cloison percée. La partie froide allant se contracter en refroidissant, du jeu risque d'apparaître dans la liaison ce qui va, à terme, entraîner de l'usure voire plus grave de la fatigue et une rupture possible.

[0007] On connaît également un dispositif constitué de deux plots fixes et deux plots mobiles disposés en partie basse. Les plots sont constitués d'un empilement de cônes soudés pour limiter la conduction. Cependant il est difficile de maîtriser les jeux : il en faut assez pour permettre le mouvement, mais pas trop car cela engendrerait des chocs indésirables. La tenue dans le temps n'est pas contrôlable.

[0008] Il est aussi utilisé des chaînes pour suspendre la cuve intérieure, ou encore de la poser sur des cales.

[0009] Cependant ces systèmes ne sont pas suffisamment fiables, le réservoir intérieur n'étant pas suffisamment maintenu.

RESUME DE L'INVENTION

[0010] L'objet de l'invention est de répondre à ces problèmes et de garantir un maintien fiable du réservoir intérieur à la fois à l'avant et à l'arrière tout en permettant une récupération de la dilatation longitudinale.

[0011] La citerne de transport de liquide cryogénique selon l'invention comprend un réservoir intérieur, de forme sensiblement cylindrique, disposé dans une enveloppe extérieure et destiné à recevoir un liquide cryogénique, le réservoir intérieur et l'enveloppe extérieure sont coaxiaux d'axe X, ledit réservoir intérieur étant relié à l'enveloppe extérieure par un dispositif de soutien, elle est caractérisée en ce que le dispositif de soutien comprend une fixation rigide fixée à une extrémité et une bielle, un premier côté de la bielle étant fixé à l'autre extrémité du réservoir intérieur et un deuxième côté de la bielle étant fixé à l'enveloppe extérieure.

[0012] Il n'y a pas de pièces coulissantes du côté froid (réservoir), mais uniquement des liaisons pivots (mécaniques) plus fiables et plus faciles à ajuster

[0013] Le dispositif de soutien comprend un élément de soutien à chaque extrémité du réservoir, ces éléments sont disposés à proximité des pièces de coins du cadre qui portent la citerne.

[0014] La fixation rigide pourra par exemple être cons-

titué d'un cône d'axe X avec une base et un sommet, le sommet étant fixée à une extrémité du réservoir intérieur et la base à l'enveloppe extérieure, Le cône pourra être fixé par soudage.

[0015] Le cône concentrique relié au réservoir garantit un espacement périphérique régulier de celui-ci avec l'enveloppe extérieure. Le cône est de fixation simple, sa grande longueur, entre 400 et 1500mm, limite les déperditions par conduction et permet une bonne répartition des contraintes sur tout son pourtour.

[0016] Avantagement, la citerne comprend des tuyaux de remplissage du réservoir disposé à une extrémité et la fixation rigide est disposé à ladite extrémité. Avoir un point fixe (par exemple le cône), résistant et fiable du côté des tuyauteries, permet d'avoir un minimum de contrainte dans ces dernières lors des dilata-tions.

[0017] Avantagement, le cône présente des perçages. Ils permettent de limiter les flux thermiques entre le réservoir intérieur et l'enveloppe extérieure.

[0018] Selon une disposition particulière, la bielle est articulée dans un plan perpendiculaire à l'axe X. Le mou-vement de la bielle est ainsi dirigé selon l'orientation où la dilatation thermique est la plus forte, la dilatation lon-gitudinale.

[0019] Avantagement, la bielle a une longueur pro-portionnelle à la longueur du réservoir intérieur. La gran-deur de la dilatation étant proportionnelle à la longueur du réservoir, on peut prévoir des tailles différentes de bielles selon la dimension du réservoir intérieur. D'autre part, la longueur de la bielle et de ses supports permet de limiter les déperditions par conduction et de s'affran-chir de matériaux isolants sensibles à l'usure ou avec des coefficients de dilatation différents pouvant entrainer des jeux ou des efforts importants.

[0020] Avantagement, la bielle comprend des ba-gues en bronze. Le bronze garantit l'absence d'usure et de risques de grippage.

[0021] Avantagement, la bielle est disposée dans une cuvette prévue à l'extrémité du réservoir intérieur. La cuvette rentrant dans le fond du réservoir intérieur permet d'avoir une citerne très compacte qui permet de garder les extrémités du réservoir intérieur et de l'enve-loppe extérieure très proches l'une de l'autre et ainsi de maximiser le volume transportable.

[0022] Selon une disposition particulière, la bielle a une position repliée où elle est rentrée dans la cuvette et une position déployée où est sensiblement verticale. Ainsi, lors du refroidissement du réservoir intérieur, la bielle pivote sans efforts pour se retrouver en position verticale optimale pour reprendre la charge.

[0023] L'invention concerne aussi un procédé de mon-tage d'une citerne avec au moins une des caractéristi-ques précédentes, il est caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- soudage du sommet du cône sur le réservoir inté-rieur,

- montage de la bielle sur le réservoir intérieur,
- introduction du réservoir intérieur dans l'enveloppe extérieure,
- soudage de la base du cône sur l'enveloppe exté-rieure,
- montage de la bielle sur l'enveloppe extérieure.

[0024] Selon une caractéristique particulière :

- l'enveloppe extérieure comprend une ouverture à une de ses extrémités,
- au moment de l'introduction du réservoir intérieur, la bielle est dépliée
- la bielle dépasse par l'ouverture en fin d'introduction,
- on monte la bielle sur un couvercle et
- on soude le couvercle à l'enveloppe extérieure.

[0025] L'invention et ses différentes applications se-ront mieux comprises à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent don-nées uniquement à titre d'exemple.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0026]

[Fig. 1] est une vue d'une citerne selon l'invention ;

[Fig. 2] est une vue en perspective de la citerne de la figure 1 :

[Fig. 3] montre le détail de la bielle selon l'invention ;

[Fig. 4] est une vue de coté de la bielle en position repliée ;

[Fig. 5] est une vue de la bielle de la figure 3 en position déployée ;

[Fig. 6] est une vue en perspective de la fixation de la bielle sur le réservoir intérieur ;

[Fig. 7] montre la fixation de la bielle sur le couvercle ;

[Fig. 8] illustre la mise en place du couvercle sur l'enveloppe extérieure ;

[Fig. 9] est une vue en coupe de la figure 3.

DESCRIPTION DETAILLEE

[0027] Dans la suite de la description on considèrera que l'avant correspond à l'avant de la citerne et l'arrière à l'arrière de la citerne où sont placés les tuyauteries de remplissage de ladite citerne.

[0028] Comme on peut le voir aux figures 1 et 2, la citerne 1 est une citerne cylindrique à double paroi cons-tituée d'un réservoir intérieur 2 et d'une enveloppe exté-

rieure 3, l'ensemble est orienté selon un axe X sensiblement horizontal est disposé dans un cadre 7. Un cône 4, constituant une fixation rigide, est fixé à l'arrière de la citerne 1 entre le réservoir 2 et l'enveloppe 3. Le cône 4 comprend une base 40 et un sommet 41. La base 40 a un diamètre plus grand que le sommet 41. La base 40 est reliée à l'extrémité arrière de l'enveloppe extérieure 3, tandis que le sommet 41 est relié à l'arrière 24 du réservoir 2 un peu plus en avant.

[0029] Le cône 4 étant relié de façon fixe entre le réservoir 2 et l'enveloppe 3 à l'arrière de la citerne 1 à côté des tuyauteries 6, il permet de limiter au maximum les contraintes dans ces tuyaux lors des dilatations du réservoir 2. La base 40 étant reliée à l'extrémité arrière de la citerne 1, elle facilite la reprise des charges du réservoir 2 via des pièces de coin 70.

[0030] Le cône 4 est troué de perçages 42 (cf. figure 1) afin de l'alléger et de limiter la conduction thermique entre le réservoir intérieur 2 et l'enveloppe extérieure 3. Ici les perçages 42 sont ronds et de taille identique mais ils pourraient être de forme et de taille différente.

[0031] Une bielle 5 (cf. figure 3 et 4) est reliée d'un premier côté 53 à l'avant 23 du réservoir intérieur 2 et d'un deuxième côté 54 à un couvercle 30 disposé à l'avant de l'enveloppe extérieure 3 et destiné à fermer une ouverture 33 (voir figure 7) placée à l'avant de ladite enveloppe 3. Elle présente un premier axe de rotation 50 avec le réservoir intérieur 2 et un deuxième axe de rotation 51 avec l'enveloppe extérieure 3. Les axes 50 et 51 comprennent des bagues et sont parallèles et orientés dans un plan perpendiculaire à l'axe X. Dans l'exemple illustré sur les figures, les deux axes sont horizontaux, mais ils pourraient aussi avoir une autre orientation comme verticale par exemple.

[0032] La bielle 5, le couvercle 30 et l'ouverture 33 sont placés sur l'axe X à l'extrémité avant de la citerne 1.

[0033] La bielle 5 et ses axes 50 et 51 sont disposés dans une cuvette 20 disposée à l'avant du réservoir intérieur 2. Des nervures 21 (ici 4) sont prévues dans la cuvette 20, elles comportent des trous traversants 22 afin de recevoir l'axe 50.

[0034] Des nervures 31 sont également prévues sur le couvercle 30, elles comportent des trous traversants 32 pour recevoir l'axe 51.

[0035] Comme on peut le voir figure 4, à vide, la citerne 1 présente un espace e_0 entre les parois du réservoir 2 et de l'enveloppe 3. Lors du chargement du liquide cryogénique dans le réservoir 2 celui-ci va se rétracter à cause du froid tandis que l'enveloppe 3 va rester à température ambiante et garder les mêmes dimensions. Le réservoir intérieur 2 étant relié de façon fixe à l'enveloppe extérieure 3 à l'arrière par le cône 4, la rétraction R du réservoir 2 va entraîner un écartement du réservoir 2 par rapport à l'enveloppe 3 qui sera repris par la bielle 5 à cet endroit on aura un espacement e_1 (voir figure 5).

[0036] Les figures 4 et 5 montrent comment la bielle 5 va permettre le déplacement du réservoir intérieur 2 par rapport à l'enveloppe extérieure 3 quand celui-ci se ré-

tracte du fait du froid. La rétraction R du réservoir 2 entraînant un agrandissement de l'espace e_0 à e_1 , la bielle 5 va basculer passant d'une position inclinée à une position verticale.

5 [0037] De la même façon, après avoir vidé le réservoir 2, celui-ci va reprendre sa taille normale et la bielle 5 rebasculera en sens opposé.

[0038] La bielle 5 et la cuvette 20 pourront être réalisées par fonderie, les surfaces utiles étant ensuite réusinées.

10 [0039] Le montage de la citerne 1 est fait de la façon suivante :

- On soude la cuvette 20 sur le fond du réservoir intérieur 2 ;
- On monte la bielle 5 dans la cuvette 20 en enfilant l'axe 50 dans les trous traversants 22 (cf. figure 6) ;
- On insère le réservoir intérieur 2 dans l'enveloppe extérieure 3, la bielle 4 dépliée dépassant par l'ouverture 33 ;
- On enfle l'axe 51 dans les trous traversants 32 pour lier la bielle 4 au couvercle 30 (cf. figure 7) ;
- On remonte ensuite la bielle 4 en plaquant le couvercle 30 sur l'enveloppe extérieure 3 (cf. figure 8) et on soude l'enveloppe 3 avec le couvercle 30 (cf. figure 9).

[0040] D'autres modes de réalisations sont possibles, comme l'utilisation de plusieurs bielles 5 disposées sur la partie avant de l'enveloppe 3 en dehors de l'axe X, l'orientation du cône 4 avec la base 40 dirigée vers l'avant au lieu de l'arrière.

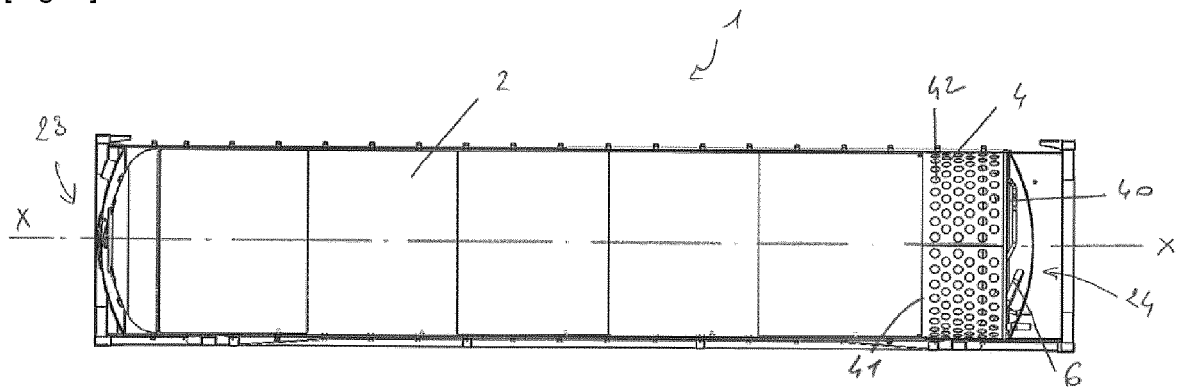
[0041] De la même manière, le montage de la bielle pourra être réalisé d'une autre façon.

Revendications

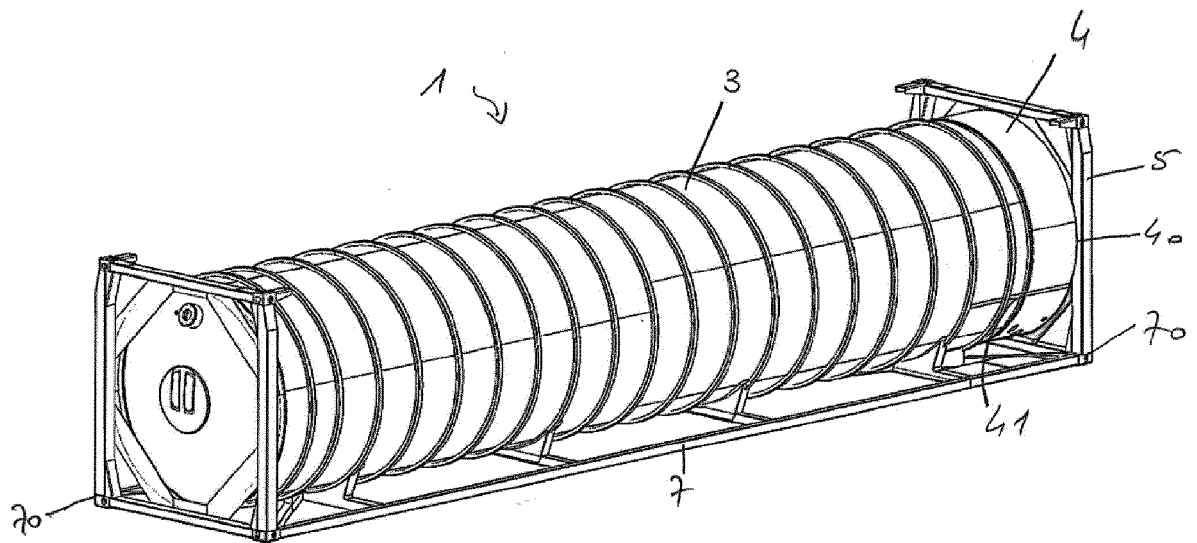
1. Citerne (1) de transport de liquide cryogénique comprenant un réservoir intérieur (2), de forme sensiblement cylindrique, disposé dans une enveloppe extérieure (3) et destiné à recevoir un liquide cryogénique, le réservoir intérieur (2) et l'enveloppe extérieure (3) sont coaxiaux d'axe X, ledit réservoir intérieur (2) étant relié à l'enveloppe extérieure (3) par un dispositif de soutien, **caractérisée en ce que** le dispositif de soutien comprend une fixation rigide fixée à une extrémité (23, 24) et une bielle (5), un premier côté (53) de la bielle (5) étant fixé sur l'axe X à l'autre extrémité (24, 23) du réservoir intérieur (2) et un deuxième côté (54) de la bielle (5) étant fixé à l'enveloppe extérieure (3).
2. Citerne (1) selon la revendication 1 **caractérisée en ce qu'elle** comprend des tuyaux (6) de remplissage du réservoir (2) disposés à une extrémité (24) et que la fixation rigide est disposée à ladite extrémité.

3. Citerne (1) selon une des revendications précédentes **caractérisée en ce que** la fixation rigide est un cône (4) comprenant une base et un sommet et présentant des perçages (42). 5
4. Citerne (1) selon une des revendications précédentes **caractérisée en ce que** la bielle (5) est articulée dans un plan perpendiculaire à l'axe X.
5. Citerne (1) selon une des revendications précédentes **caractérisée en ce que** la bielle (5) a une longueur proportionnelle à la longueur du réservoir intérieur (2). 10
6. Citerne (1) selon une des revendications précédentes **caractérisée en ce que** la bielle (5) comprend des bagues en bronze. 15
7. Citerne (1) selon une des revendications précédentes **caractérisée en ce que** la bielle (5) est disposée dans une cuvette (20) prévue à l'extrémité (24, 23) du réservoir intérieur (2). 20
8. Citerne (1) selon la revendication précédente **caractérisée en ce que** la bielle (5) a une position repliée où elle est rentrée dans la cuvette (20) et une position déployée où est sensiblement verticale. 25
9. Procédé de montage d'une citerne (1) selon une des revendications 3 à 8 **caractérisée en ce qu'il** comprend les étapes suivantes : 30
 - soudage du sommet (41) du cône (4) sur le réservoir intérieur (2),
 - montage de la bielle (5) sur le réservoir intérieur (2), 35
 - introduction du réservoir intérieur (2) dans l'enveloppe extérieure (3),
 - soudage de la base (40) du cône sur l'enveloppe extérieure (3), 40
 - montage de la bielle (5) sur l'enveloppe extérieure (3).
10. Procédé selon la revendication précédente **caractérisée en ce que** 45
 - l'enveloppe extérieure (2) comprend une ouverture (33) à une de ses extrémités,
 - qu'au moment de l'introduction du réservoir intérieur (2), la bielle (5) est dépliée, 50
 - qu'elle dépasse par l'ouverture (33) en fin d'introduction,
 - qu'on monte la bielle (5) sur un couvercle (20) et
 - qu'on soude le couvercle (20) à l'enveloppe extérieure (3). 55

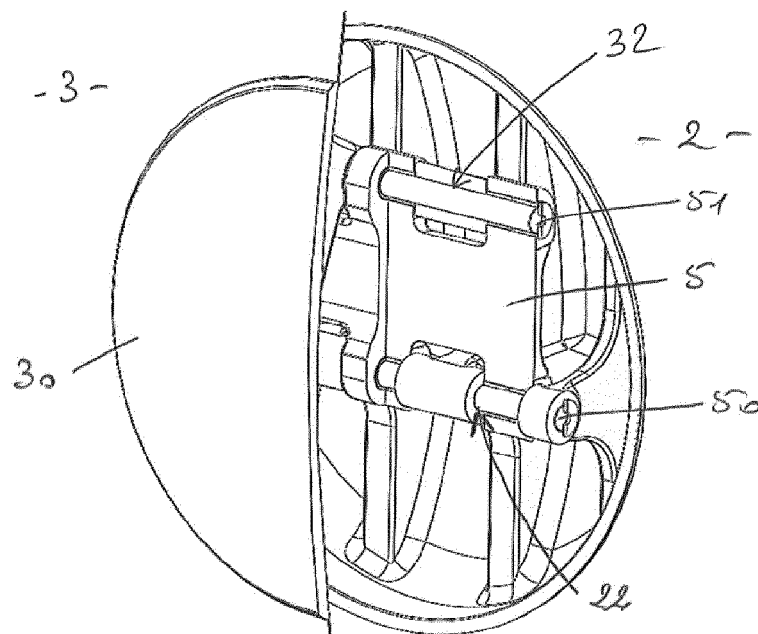
[Fig. 1]



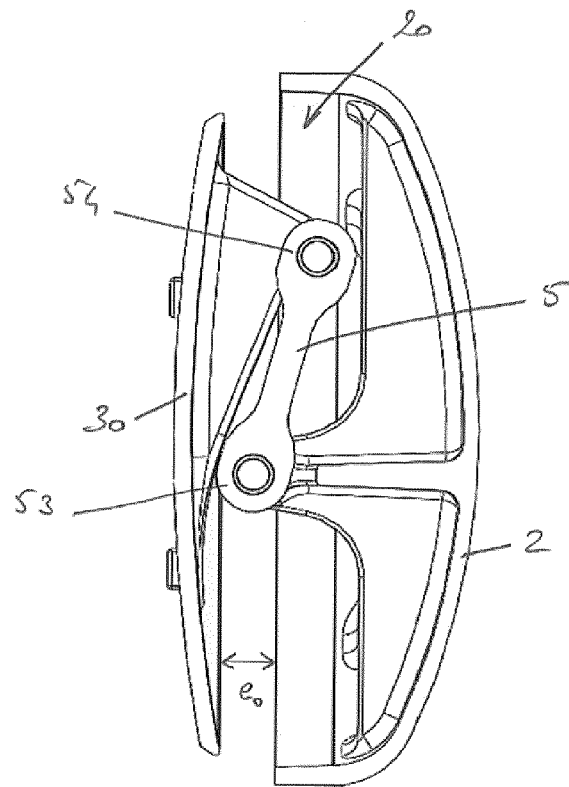
[Fig. 2]



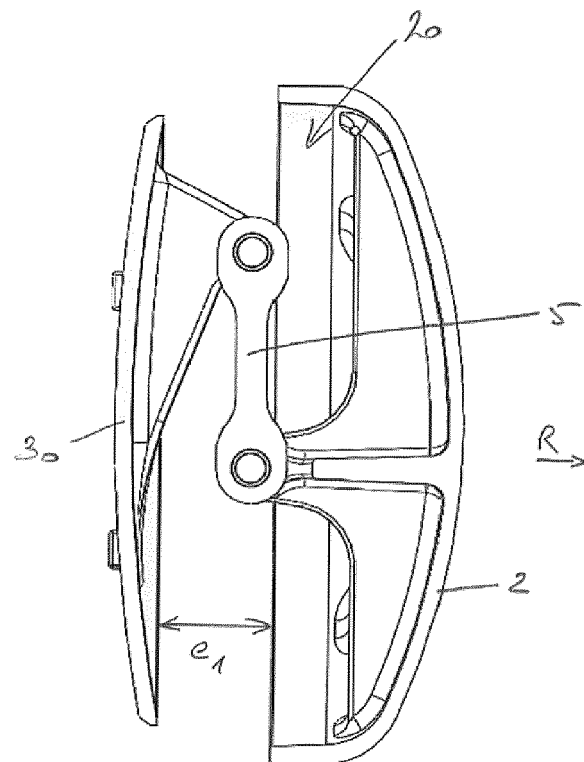
[Fig. 3]



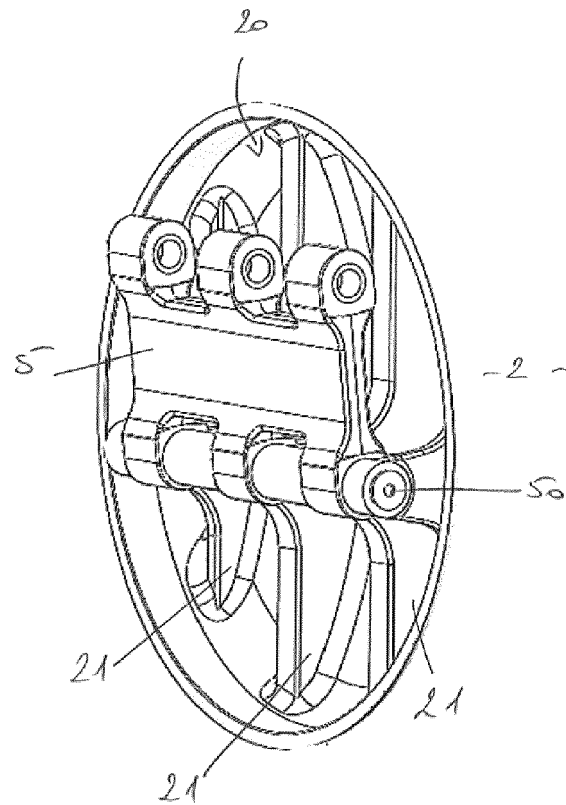
[Fig. 4]



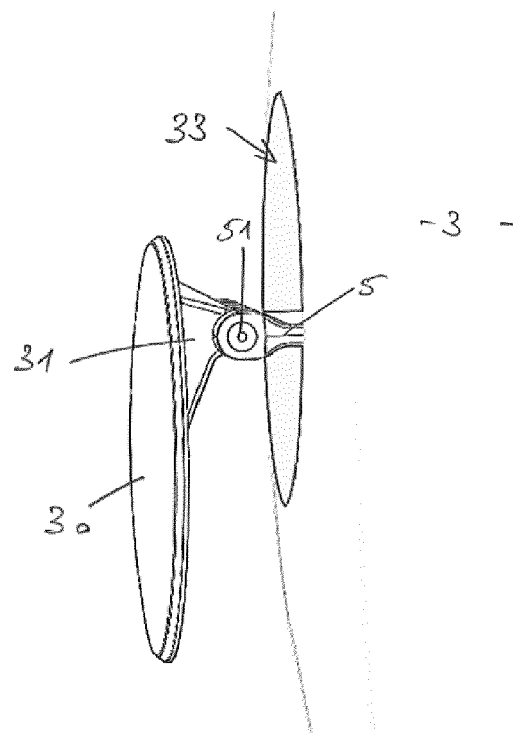
[Fig. 5]



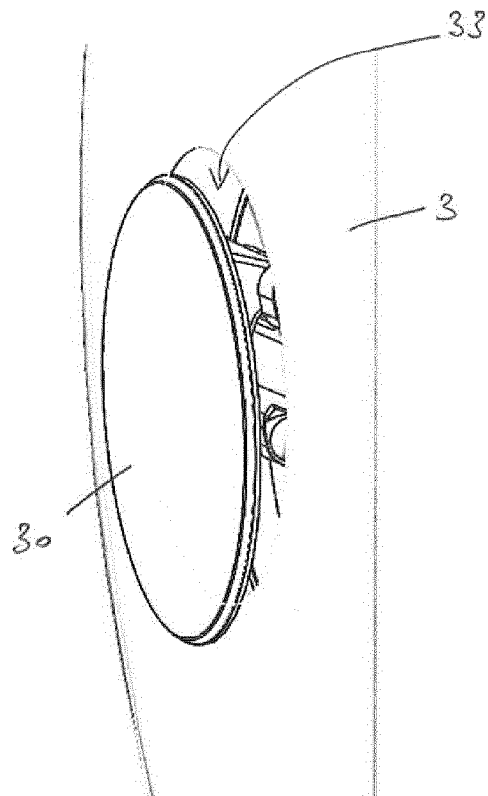
[Fig. 6]



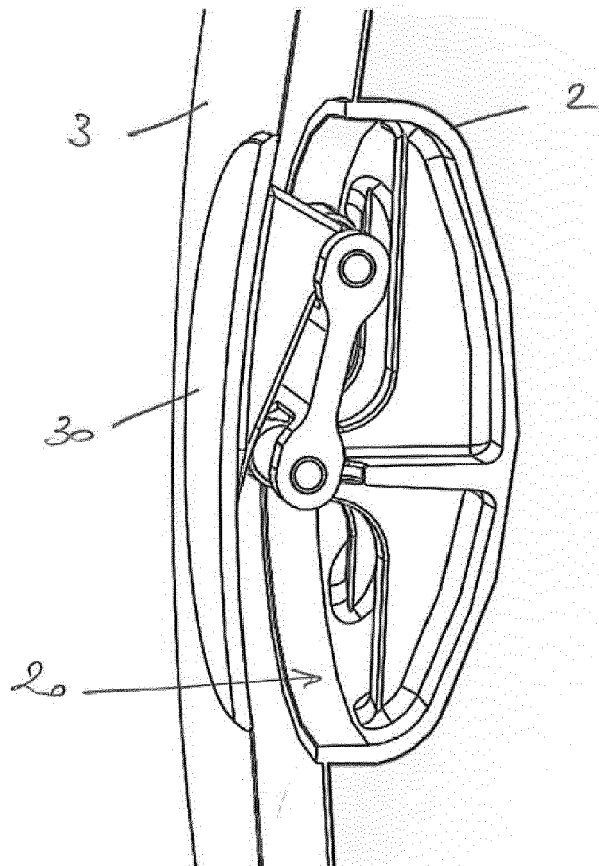
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 21 15 9749

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 3 021 027 A (CLAXTON DAVID R) 13 février 1962 (1962-02-13) * figures 1-4 *	1-10	INV. F17C3/08
A	FR 3 001 713 A1 (ASTRIUM SAS [FR]) 8 août 2014 (2014-08-08) * figures 1-6 *	1-10	
A	GB 1 009 415 A (LINKE HOFMANN BUSCH) 10 novembre 1965 (1965-11-10) * figures 1-3 *	1-10	
A	DE 10 2008 054090 A1 (MT AEROSPACE AG [DE]) 12 mai 2010 (2010-05-12) * figures 1-6 *	1-10	
A	US 3 037 657 A (HAMPTON ROBERT S ET AL) 5 juin 1962 (1962-06-05) * figures 1,2 *	3,9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F17C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 1 juin 2021	Examineur Nicol, Boris
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 21 15 9749

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.

01-06-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3021027 A	13-02-1962	AUCUN	
FR 3001713 A1	08-08-2014	BR 112015018741 A2 CN 104968567 A EP 2953856 A1 FR 3001713 A1 JP 6499974 B2 JP 2016507419 A RU 2015137826 A SG 11201505830Y A US 2015360791 A1 WO 2014122127 A1	18-07-2017 07-10-2015 16-12-2015 08-08-2014 10-04-2019 10-03-2016 13-03-2017 28-08-2015 17-12-2015 14-08-2014
GB 1009415 A	10-11-1965	FR 1407572 A GB 1009415 A	30-07-1965 10-11-1965
DE 102008054090 A1	12-05-2010	AUCUN	
US 3037657 A	05-06-1962	AUCUN	

EPO FORM P0460

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