

CONFÉDÉRATION SUISSE  
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **710 014 B1**

(51) Int. Cl.: **F24S 23/71** (2018.01)  
**F24S 10/70** (2018.01)  
**F24S 10/40** (2018.01)

**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 01273/14

(22) Date de dépôt: 26.08.2014

(43) Demande publiée: 29.02.2016

(24) Brevet délivré: 31.05.2018

(45) Fascicule du brevet publié: 31.05.2018

(73) Titulaire(s):  
Francis Pythoud, Case Postale 13  
Rue de l'ancien Comté 9  
1635 La Tour-de-Trême (CH)

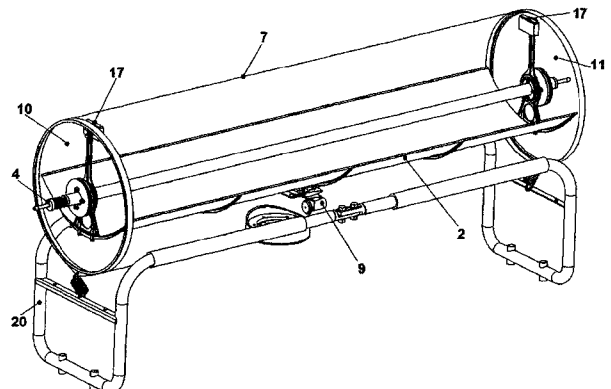
(72) Inventeur(s):  
Francis Pythoud, 1635 La Tour-de-Trême (CH)

(74) Mandataire:  
Schneiter & Vuille, Ch. de Champ-Colomb 7 B  
1024 Ecublens VD (CH)

(54) **Capteur solaire parabolique.**

(57) Le capteur solaire parabolique selon l'invention comprend une enceinte étanche autoportante de configuration symétrique, enfermant un dispositif tubulaire (4) monté fixe à l'intérieur de ladite enceinte, son axe coïncidant avec l'axe de symétrie de l'enceinte (7). Un miroir parabolique linéaire (2) est monté tournant sur le dispositif tubulaire (4), son foyer coïncidant avec l'axe de symétrie de l'enceinte (7). Le miroir parabolique (2) est pourvu d'un dispositif d'orientation énergétiquement autonome (9).

L'invention concerne également un circuit pour fluide caloporteur ainsi qu'une installation de production et/ou stockage d'énergie thermique.



## Description

### Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne un capteur solaire parabolique comprenant un miroir parabolique linéaire et un dispositif tubulaire parcouru par un fluide caloporteur est placé au foyer de la parabole linéaire de sorte que le miroir parabolique concentre les rayons solaires incidents sur le dispositif tubulaire, et fournisse de la chaleur au fluide caloporteur. La présente invention concerne plus particulièrement un tel capteur solaire comportant une enceinte externe transparente et mécaniquement résistante. La présente invention concerne aussi bien un capteur solaire photovoltaïque qu'un capteur solaire thermique.

### Art antérieur

[0002] On connaît des capteurs solaires qui correspondent à la définition donnée ci-dessus. Le document de brevet FR 2 568 991, en particulier, décrit un dispositif de captage et stockage solaire à faible empreinte au sol qui comporte un miroir parabolique linéaire conçu pour pivoter autour d'un pylône creux formant l'axe vertical rigide d'une tour cylindrique dont le soubassement constitue un local technique et un espace de stockage thermique. Les parois de la tour cylindrique sont constituées d'éléments en matériaux plastiques transparents assemblés entre des lisses circulaires superposées. Les lisses sont elles-mêmes suspendues au pylône par une première série de tendeurs et arrimées au soubassement du cylindre par d'autres tendeurs. Cette construction connue présente certains inconvénients. D'une part l'installation décrite est de grande dimension, 6 mètres de diamètre et 20 mètres de haut, ce qui rend difficile son intégration aux bâtiments et structures existants. De plus, la construction ou le montage d'un tel dispositif de captage et stockage solaire représente à l'évidence un travail considérable.

### Bref exposé de l'invention

[0003] Un but de la présente invention est donc de remédier aux inconvénients de l'art antérieur qui viennent d'être décrits, et notamment de fournir un capteur solaire facile à installer et à désinstaller, et qui peut même être transporter en une pièce sans nécessiter de démontage. La présente invention atteint ce but en fournissant un capteur solaire parabolique conforme à la revendication 1 annexée.

[0004] Conformément à l'invention, l'enceinte transparente est autoportante. En d'autres termes, elle est suffisamment rigide pour résister aux déformations et pour assurer l'intégrité structurelle du capteur solaire, même lorsque ce dernier est détaché de tout support. On comprendra qu'un avantage de cette caractéristique est que le capteur solaire de l'invention peut être déplacé sans qu'il soit nécessaire de le désassembler au préalable. Sa maintenance et sa mise en service en sont donc grandement facilitées. De plus, le dispositif tubulaire est monté fixe à l'intérieur de l'enceinte. Il ne tourne donc pas sur lui-même, ce qui simplifie grandement le raccordement des conduites du circuit pour le fluide caloporteur. Finalement, selon une variante avantageuse de l'invention, le dispositif tubulaire traverse l'enceinte de part en part, de sorte que ses deux extrémités débouchent à l'extérieur de part et d'autre du capteur solaire. Cette dernière caractéristique se prête particulièrement bien à la réalisation d'installations comprenant une pluralité de capteurs solaires reliés dans un même circuit pour fluide caloporteur.

[0005] Le miroir parabolique linéaire est monté tournant sur le dispositif tubulaire. Il est pourvu d'un dispositif d'orientation énergétiquement autonome agencé pour prendre appui mécaniquement sur une partie fixe de l'installation. La possibilité de rotation de la parabole linéaire par rapport au dispositif tubulaire est nécessaire pour orienter le miroir face aux rayons solaires incidents. La rotation du miroir peut être très lente. Selon l'invention, le dispositif d'orientation est disposé à l'intérieur de l'enceinte et il est solidaire en rotation du miroir parabolique linéaire. Le dispositif d'orientation est relié à une source d'énergie qui est également contenue à l'intérieur de l'enceinte. Cette caractéristique rend le dispositif d'orientation autonome. De manière avantageuse la source d'énergie est également solidaire en rotation du miroir de manière à rester immobile relativement au dispositif d'orientation. Grâce à cette caractéristique, le câblage du dispositif d'orientation peut être particulièrement simple.

[0006] Selon un mode de réalisation avantageux de l'invention, l'enceinte externe possède un axe de symétrie et a donc la forme d'un solide de révolution. On comprendra que le fait de donner à l'enceinte une forme de solide de révolution lui confère une plus grande rigidité. En outre, selon une variante avantageuse de ce mode de réalisation, le dispositif tubulaire est monté concentriquement à l'axe de symétrie du solide de révolution. En effet, cet arrangement permet de limiter au maximum l'encombrement extérieur de l'enceinte tout en conservant à l'intérieur un dégagement suffisant pour que le miroir parabolique linéaire soit libre de tourner.

[0007] Selon une variante très avantageuse, l'enceinte a la forme d'un solide de révolution fermé à chacune de ses extrémités par une flasque. On comprendra que le solide de révolution forme avec les deux flasques une enceinte jouissant d'une grande stabilité structurelle. Selon cette variante, chaque flasque présente encore une ouverture centrale agencée pour permettre le passage d'une des extrémités du dispositif tubulaire. De préférence, l'ouverture des flasques est encore agencée pour permettre de fixer chaque extrémité du dispositif tubulaire à l'enceinte. Ainsi, le dispositif tubulaire est solidaire des deux flasques, ce qui renforce encore la structure du capteur. On comprendra que l'enceinte transparente joue le rôle d'un châssis à l'intérieur duquel tout le reste de la construction est fixé.

**Breve description des figures**

[0008] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels:

- la fig. 1 est une vue en perspective montrant un capteur solaire parabolique selon un mode de réalisation particulier de l'invention, le capteur solaire étant installé sur un berceau en tubes métalliques;
- les fig. 2A et 2B sont des vues schématiques, respectivement en perspective et de face, de l'enceinte cylindrique transparente du capteur solaire de la fig. 1;
- les fig. 3A et 3B sont des schémas de principe, montrant le miroir parabolique linéaire du capteur solaire de la fig. 1 respectivement en perspective et en coupe transversale, et illustrant comment un miroir parabolique linéaire peut concentrer les rayons solaires incidents sur le foyer linéaire de la parabole;
- les fig. 4A et 4B sont des vues schématiques en coupe montrant le dispositif tubulaire du capteur solaire de la fig. 1;
- la fig. 5 est une vue partielle en coupe montrant plus particulièrement la fixation du dispositif tubulaire à l'enceinte du capteur solaire de la fig. 1;
- les fig. 6A et 6B sont des vues, respectivement en perspective et de face, montrant comment, dans le capteur solaire de la fig. 1, le miroir parabolique linéaire est pivoté sur le dispositif tubulaire à l'aide de deux palier radiaux, chaque palier radial étant fixé au miroir parabolique par une de ses extrémités;
- les fig. 7 A et 7B sont des vues schématiques, respectivement en perspective et en coupe transversale, semblables aux fig. 6A et 6B, mais montrant également l'enceinte externe et le dispositif d'orientation du miroir;
- les fig. 8A, 8B et 8C sont des vues schématiques en coupe correspondant à trois orientations particulières du miroir parabolique linéaire et illustrant pour chaque orientation la réflexion des rayons solaires incidents;
- les fig. 9A et 9B sont des vues schématiques en plan de deux circuits pour fluide caloporteur intégrant chacun un ensemble de capteurs solaires paraboliques identiques à celui de la fig. 1. Les fig. 9A et 9B montrant respectivement les différents capteurs reliés en parallèle et en série;
- la fig. 10 est une vue en perspective montrant la liaison en série de capteurs solaires identiques à celui de la fig. 1.

**Description détaillée d'un mode de réalisation**

[0009] La fig. 1 est une vue en perspective montrant un capteur solaire parabolique 1 selon un mode de réalisation particulier de l'invention. On peut voir sur la figure que le capteur est logé dans une enceinte de protection 7 transparente. L'enceinte de protection est agencée pour enfermer et protéger toutes les parties sensibles et fragiles du capteur solaire. Dans le mode de réalisation illustré, l'enceinte de protection 7 a une forme cylindrique et elle est de préférence réalisée en verre. La forme cylindrique confère à l'enceinte une bonne stabilité structurelle, et cette stabilité est augmentée par la présence de deux flasques de verre 10 et 11 qui sont collées aux deux extrémités du tube cylindrique. On peut voir encore que les deux flasques ont leur centre traversé par un dispositif tubulaire 4 qui est concentrique à l'axe de symétrie du cylindre. Le dispositif tubulaire 4 est prévu pour être parcouru par un liquide caloporteur (non représenté). La fig. 1 montre encore en transparence, à l'intérieur de l'enceinte, un miroir parabolique linéaire 2 qui est monté tournant sur le dispositif tubulaire 4, deux contrepoids 17 pour le miroir tournant, et un dispositif d'orientation 9 énergétiquement autonome qui est porté par le miroir parabolique. Dans le mode de réalisation illustré, le dispositif d'orientation est équipé d'une roue agencée pour prendre appui sur la surface intérieure de l'enceinte 7. On comprendra toutefois que, selon d'autres modes de réalisation, le dispositif d'orientation pourrait prendre appui sur une autre partie fixe de l'installation. En particuliers, il pourrait prendre appui sur le dispositif tubulaire 4. Dans ce cas, les mouvements de rotation du miroir parabolique par rapport au dispositif tubulaire pourraient avantageusement être produits par un moteur à ultrasons analogue à ceux qui sont utilisés couramment dans les dispositifs autofocus de certaines caméras. On notera finalement que le capteur solaire 1 est illustré dans une position horizontale, supporté par un berceau en tubes métalliques 20. Toutefois, on comprendra que le capteur solaire selon l'invention peut fonctionner dans toutes les orientations (horizontale, verticale, inclinée).

**[0010]** Les fig. 2A et 2B sont des vues schématiques de l'enceinte cylindrique 7 transparente du capteur solaire. Comme on l'a déjà dit, dans le mode de réalisation illustré, l'enceinte de protection est constituée d'un tube de verre de forme cylindrique, dont les deux extrémités sont fermées par des flasques circulaires planes 10 et 11 également en verre, qui sont assemblées par collage au cylindre. La liaison des flasques et du cylindre est protégée par deux brides métalliques 21 qui sont collées aux flasques et au cylindre au moyen, par exemple, d'un mastic au silicone. Ces brides permettent également d'arrimer le capteur solaire à un support (le berceau 20 de la fig. 1 par exemple). Le centre des flasques 10 et 11 est utilisé pour la fixation du dispositif tubulaire 4. Dans l'exemple illustré, cette fixation est réalisée par une flasque en aluminium 22. Le verre utilisé pour l'enceinte de protection 7 (y compris les flasques 10, 11) doit de préférence être le plus transparent possible, offrant la meilleure transmittance du rayonnement sur une plage de longueur d'onde allant de 250 à 2500 nanomètres. Du point de vue de la transmittance, le verre de fluorure de calcium est un des plus adaptés, mais il est cher. Le verre de quartz est presque aussi bon et moins cher. On peut également envisager le borosilicate.

**[0011]** L'enceinte 7 du capteur solaire est de préférence étanche. Toutefois, on comprendra que l'intérieur de l'enceinte est soumis à des températures plus élevées que la température extérieure lors du fonctionnement du capteur solaire. Par conséquent, des différences de pression entre l'intérieur et l'extérieur de l'enceinte sont inévitables. Ces différences, pourraient en théorie faire éclater l'enceinte de verre. Plusieurs variantes alternatives peuvent être envisagées pour palier à cette difficulté. Tout d'abord, conformément au mode de réalisation illustré par les figures, on peut équiper l'enceinte de deux soupapes de sécurité. Une première soupape pour limiter les surpressions à l'intérieur de l'enceinte et une deuxième soupape en cas de surpression à l'extérieur de l'enceinte. Selon une variante alternative, on pourrait prévoir une membrane d'expansion montée sur l'enceinte. On comprendra en outre qu'aucun moyen d'égalisation de la pression n'est vraiment nécessaire, pour autant que l'enceinte soit suffisamment solide. Dans le même ordre d'idées, on pourrait quand même créer un vide partiel à l'intérieur de l'enceinte, de manière à ce que la différence de pression soit toujours dans le même sens.

**[0012]** Les fig. 3A et 3B ont des vues schématiques, respectivement en perspective et en coupe transversale, du miroir parabolique linéaire du capteur solaire. Une particularité du miroir parabolique linéaire du mode de réalisation de capteur solaire qui fait l'objet du présent exemple est que le foyer linéaire de la parabole coïncide avec l'axe de symétrie de l'enceinte de protection 7.

**[0013]** Le miroir parabolique linéaire 2 doit présenter un poids aussi faible que possible de manière à limiter la consommation d'énergie électrique nécessaire pour commander son orientation. Les fig. 3A et 3B illustrent un exemple de construction de la parabole linéaire. Selon cet exemple, la parabole linéaire 2 est constituée d'une tôle d'aluminium dont l'épaisseur peut être de 0.2 mm. On donne à la tôle d'aluminium sa forme parabolique par emboutissage. Le dos de cette tôle peut être rigidifié par des arches 23 réalisées en aluminium injecté et usinées. Les arches sont assemblées à la tôle, par exemple par collage, et permettent de garantir la tenue de la forme parabolique. La partie concave de la parabole linéaire 2 présente une surface qui doit assurer la réflexion du rayonnement solaire vers le foyer linéaire. A titre d'exemple, un miroir parabolique réalisé comme expliqué ci-dessus et ayant une surface réfléchissante de 0.575 m<sup>2</sup> pèse environ 680 grammes.

**[0014]** Les fig. 4A et 4B sont des vues schématiques en coupe montrant en détail le dispositif tubulaire 4 du capteur solaire 1. Le dispositif tubulaire a comme rôle principal de transformer l'énergie du rayonnement solaire en énergie thermique. La circulation d'un fluide caloporteur (non représenté) au travers du dispositif tubulaire permet de transporter cette énergie vers l'extérieur du capteur solaire pour être utilisée. Comme on l'a déjà dit, le dispositif tubulaire est disposé concentriquement au foyer linéaire du miroir parabolique 2. Lorsque la parabole est bien orientée, elle concentre donc le rayonnement solaire sur le dispositif tubulaire. De façon connue en soi, ce dernier peut comprendre un tube d'absorption 25 en métal (par exemple de l'acier inoxydable) recouvert d'une couche favorisant l'absorption de l'énergie lumineuse (par exemple un traitement au chrome noir), et d'un tube d'isolation en verre 26 fermé à ses deux extrémités et qui entoure le tube d'absorption. Un vide poussé est réalisé dans le volume formé entre le tube d'absorption 25 et le tube d'isolation 26 de manière à créer une très bonne isolation entre le tube d'absorption et l'extérieur. Dans l'exemple illustré, on notera que le tube d'isolation en verre 26 est fermé à l'une de ses extrémités par une flasque 27. En outre, afin de permettre d'équilibrer la différence de dilatation entre le tube d'isolation 26 et le tube d'absorption 25, l'autre extrémité du tube de verre est fermée par un compensateur 28.

**[0015]** La fig. 5 est une vue partielle en coupe montrant plus particulièrement la fixation du dispositif tubulaire 4 à la flasque en verre 10 de l'enceinte 7 du capteur solaire. On peut voir dans la fig. 5 que, dans l'exemple illustré, la fixation du dispositif tubulaire 4 à la flasque 10 est réalisée par une flasque en aluminium 22, la flasque 22 est collée à la flasque de verre 10 au moyen d'un mastic au silicone supportant la haute température (~200 °C). Ce collage souple permet de diminuer les contraintes liées à la différence de dilatation entre le verre et l'aluminium. Le lien entre la flasque de verre 10 et le tube d'isolation 26 du dispositif tubulaire 4 est réalisé par des O-rings 29, c'est-à-dire joints toriques, supportant la haute température (~200 °C et en Viton par exemple). Une petite flasque de compression 30 en aluminium permet, au moyen d'un serrage mécanique, de comprimer l'O-ring 29 de manière à centrer et fixer le tube d'isolation 26 tout en permettant d'assurer une certaine souplesse de l'assemblage et son étanchéité. L'ensemble est construit de manière à créer un pont de froid entre l'intérieur de l'enceinte de protection 7 et l'extérieur de manière à évacuer un peu de chaleur de l'intérieur de l'enceinte de protection vers l'extérieur, dans le but de limiter la température à l'intérieur de l'enceinte de protection.

**[0016]** Les fig. 6A et 6B sont des vues, respectivement en perspective et de face, montrant comment le miroir parabolique linéaire 2 est pivoté sur le dispositif tubulaire 4 à l'aide de deux paliers radiaux 12. Le miroir parabolique 2 peut tourner autour du dispositif tubulaire sur 360°. A cet effet, les deux paliers radiaux comprennent chacun un roulement à billes. Ces roulements permettent la rotation de la parabole linéaire et la positionne précisément par rapport au dispositif tubulaire durant toute sa rotation. La partie extérieure mobile des roulements à billes est solidaire de la parabole linéaire. La partie intérieure est, quand à elle, serrée sur le tube d'isolation 26 en verre du dispositif tubulaire au moyen d'O-rings donnant à cette liaison une certaine souplesse. Un des deux roulements à billes a une fonction de maintien radial. Quand à l'autre, il doit assurer une fonction de maintien radial et axial. En effet, le capteur solaire doit de préférence pourvoir fonctionner dans toutes les positions, de l'horizontale à la verticale. Un des deux roulements à billes est agencé pour compenser les différences de dilations entre le tube d'isolation (verre) et la parabole linéaire (aluminium).

**[0017]** Les fig. 7A et 7B sont des vues schématiques semblables aux fig. 6A et 6B, mais qui montrent également l'enceinte externe 7 et le dispositif d'orientation 9 du miroir 2. Pour orienter le miroir parabolique 2 perpendiculairement au rayonnement solaire, il est nécessaire de faire pivoter le miroir par rapport aux parties fixes du capteur solaire 1. Dans le présent exemple, le déplacement angulaire du miroir est assuré par un moteur électrique qui fait partie du dispositif d'orientation. La consommation d'énergie électrique de ce moteur doit être la plus faible possible. Comme on l'a déjà dit, le miroir parabolique est pivoté par l'intermédiaire des paliers radiaux 12 qui sont équipés de roulements à billes. Les roulements à billes nécessitent très peu d'énergie pour les «détacher» lors du démarrage, ce qui permet de garantir la précision de la rotation.

**[0018]** Il faut absolument éviter d'introduire des matières susceptibles de s'évaporer à l'intérieur de l'enceinte de protection 7, car les vapeurs se condensent ensuite sur l'intérieur de l'enceinte de protection, sur la partie réfléchissante de la parabole 2 et sur le tube d'isolation 26 en verre, ce qui risque de faire diminuer le rendement du capteur. On utilise donc de préférence des roulements à billes qui peuvent fonctionner à sec, c'est à dire sans graisse ou huile. Rappelons que ces roulements à billes tournent très lentement, en principe une rotation par jour. De préférence, les pièces principales des paliers radiaux 12 sont en aluminium. Toutefois, pour éviter les problèmes de corrosion, les billes des roulements sont de préférence des billes de verre et non d'acier. En effet, l'acier et l'aluminium ne font pas bon ménage (problème de corrosion électrochimique).

**[0019]** On comprendra que le miroir parabolique linéaire 2 n'est pas équilibré par rapport à son axe de rotation. Pour simplifier le système d'orientation, optimiser sa consommation d'énergie électrique et augmenter sa précision, il est utile d'équilibrer la parabole linéaire et de ramener le centre de gravité de l'ensemble sur l'axe de rotation, donc sur l'axe de symétrie de l'enceinte de protection. Dans l'exemple illustré, on a recours à des contrepoids 17 pour équilibrer le miroir. L'enceinte de protection 7 étant cylindrique, son volume permet de placer les contrepoids à l'opposé de la parabole 2. La parabole étant de construction très légère, son système d'orientation étant très petit, la masse des contrepoids 17, respectivement leur volume, sera faible. Les contrepoids peuvent être réalisés en acier, matériau bien plus dense que l'aluminium, et ils sont de préférence placés très proche de la surface intérieure de l'enceinte de protection de manière à maximiser le bras de levier. On notera encore que dans l'exemple illustré, les contrepoids 17 sont aussi utilisés pour accueillir deux petites cellules solaires qui permettent l'alimentation en électricité du dispositif d'orientation 9. Cet emplacement est très favorable pour des cellules solaires, car elles sont ainsi toujours orientées perpendiculairement au rayonnement solaire.

**[0020]** Les fig. 8A, 8B et 8C sont des vues schématiques en coupe montrant trois orientations particulières du miroir parabolique linéaire 2 et illustrant pour chaque orientation la réflexion des rayons solaires incidents. Le capteur solaire est prévu pour capter de l'énergie solaire. Si pour une raison quelconque on décide de stopper la production d'énergie, le miroir parabolique linéaire 2 peut être tourné de manière à ne plus concentrer le rayonnement solaire sur le dispositif tubulaire 4, ce qui aura pour effet de stopper la production d'énergie. Pour cela il suffit de prévoir une électronique de gestion (non représentée) permettant de commander le dispositif d'orientation 9 (fig. 7B) de manière à ce qu'il oriente la parabole linéaire de telle sorte qu'elle ne focalise plus le rayonnement solaire sur le tube d'absorption 25 (fig. 4B).

**[0021]** Dans le mode de réalisation illustré, le dispositif d'orientation 9 n'est pas relié à l'extérieur de l'enceinte 7 par un câblage. Toutefois, on peut prévoir un système radio (par exemple selon la norme Bluetooth®) pour communiquer depuis l'extérieur avec l'électronique de gestion du dispositif d'orientation 9. Dans ces conditions, le système électronique de gestion doit être équipé d'un récepteur. Il est de préférence également équipé d'un émetteur pour envoyer des informations concernant le capteur solaire, par exemple signaler un dysfonctionnement.

**[0022]** Le dispositif tubulaire 4 d'un capteur solaire 1 selon l'invention est prévu pour être parcouru par un fluide caloporteur 5. A cet effet, le tube d'absorption 25 du dispositif tubulaire 4 d'au moins un capteur solaire 1 doit être intégré dans un circuit 6 pour fluide caloporteur. Le nombre de capteurs solaires dont les tubes d'absorption font partie du même circuit pour fluide caloporteur n'est théoriquement pas limité. Les dispositifs tubulaires, ou plus précisément leurs tubes d'absorption, peuvent être reliés en série, en parallèle ou un mélange des deux. On comprendra que chaque capteur solaire 1 est agencé pour fournir de la chaleur au fluide caloporteur 5 qui parcourt le dispositif tubulaire 4. La fig. 9A illustre schématiquement un circuit 6 pour fluide caloporteur 5 associant cinq capteurs solaires 1 reliés en parallèle. La fig. 9B illustre schématiquement un circuit 6 pour fluide caloporteur 5 associant six capteurs solaires 1 reliés en série.

**[0023]** La fig. 10 est une vue en perspective montrant la liaison en série de plusieurs capteurs solaires identiques à celui de la fig. 1. On comprendra que les extrémités de deux tubes d'absorption peuvent être connectés l'un à l'autre de toute manière connue de l'homme du métier. Toutefois, la connexion entre deux tubes d'absorption sera de préférence

une connexion facile à réaliser et facile à défaire. Les deux extrémités des tubes d'absorption peuvent par exemple se terminer chacune par un nez prévu pour pouvoir être inséré à force dans un tube raccord en un matériau déformable. On comprendra qu'un tel tube raccord pourra servir pour relier les extrémités des tubes d'absorption de deux capteurs solaires. Pour éviter une déperdition de chaleur trop importante, le tube raccord est de préférence encore entouré d'un manchon en un matériau à la fois souple et bon isolant thermique, comme la mousse par exemple.

**[0024]** On comprendra en outre que diverses modifications et/ou améliorations évidentes pour un homme du métier peuvent être apportées au mode de réalisation qui fait l'objet de la présente description sans sortir du cadre de la présente invention définie par les revendications annexées. En particulier, l'invention ne se limite pas exclusivement à un capteur solaire thermique, mais concerne également un capteur solaire photovoltaïque. On comprendra en effet qu'il est par exemple possible de remplacer le dispositif tubulaire 4 illustré dans les fig. 4A et 4B par un tuyau recouvert de cellules photovoltaïques.

**[0025]** On sait que le rendement des cellules photovoltaïques diminue avec la température. Dans ces conditions, au lieu d'utiliser le fluide caloporteur pour amener de la chaleur à un dispositif quelconque, on peut utiliser un fluide caloporteur prévu pour refroidir les cellules photovoltaïques. On peut par exemple pomper de l'eau dans une rivière et l'utiliser comme liquide caloporteur. D'autre part, la fonction du tube d'isolation 26 en verre qui entoure le tube d'absorption 25 est de permettre à la température du tube d'absorption de s'élever le plus possible. On comprendra donc que, dans le cas d'un capteur solaire photovoltaïque, il est préférable que le dispositif tubulaire ne comporte pas un tel tube d'isolation. A noter toutefois que certains modes de réalisation de l'invention sont des capteurs solaires mixtes thermiques-solaires qui comprennent un tube d'isolation.

**Liste des numéros de référence:**

**[0026]**

1. Capteur solaire parabolique;
2. miroir parabolique linéaire;
3. rayons solaires incidents;
4. dispositif tubulaire (thermique);
5. fluide caloporteur;
6. circuit pour fluide caloporteur;
7. enceinte externe;
8. élément de liaison (roue)
9. dispositif d'orientation;
10. flasque;
11. flasque;
12. paliers radiaux;
13. premier tube;
14. second tube transparent;
15. enceinte à vide;
16. cellules photovoltaïques;
17. contrepoids;
18. dispositif tubulaire (photovoltaïque);
19. ensemble de cellules photovoltaïques
20. berceau;
21. brides métalliques;
22. flasque en aluminium;

23. arches;
24. rayons solaires;
25. tube d'absorption;
26. tube d'isolation en verre;
27. flasque du tube d'isolation;
28. compensateur;
29. O-ring;
30. flasque de compression en aluminium

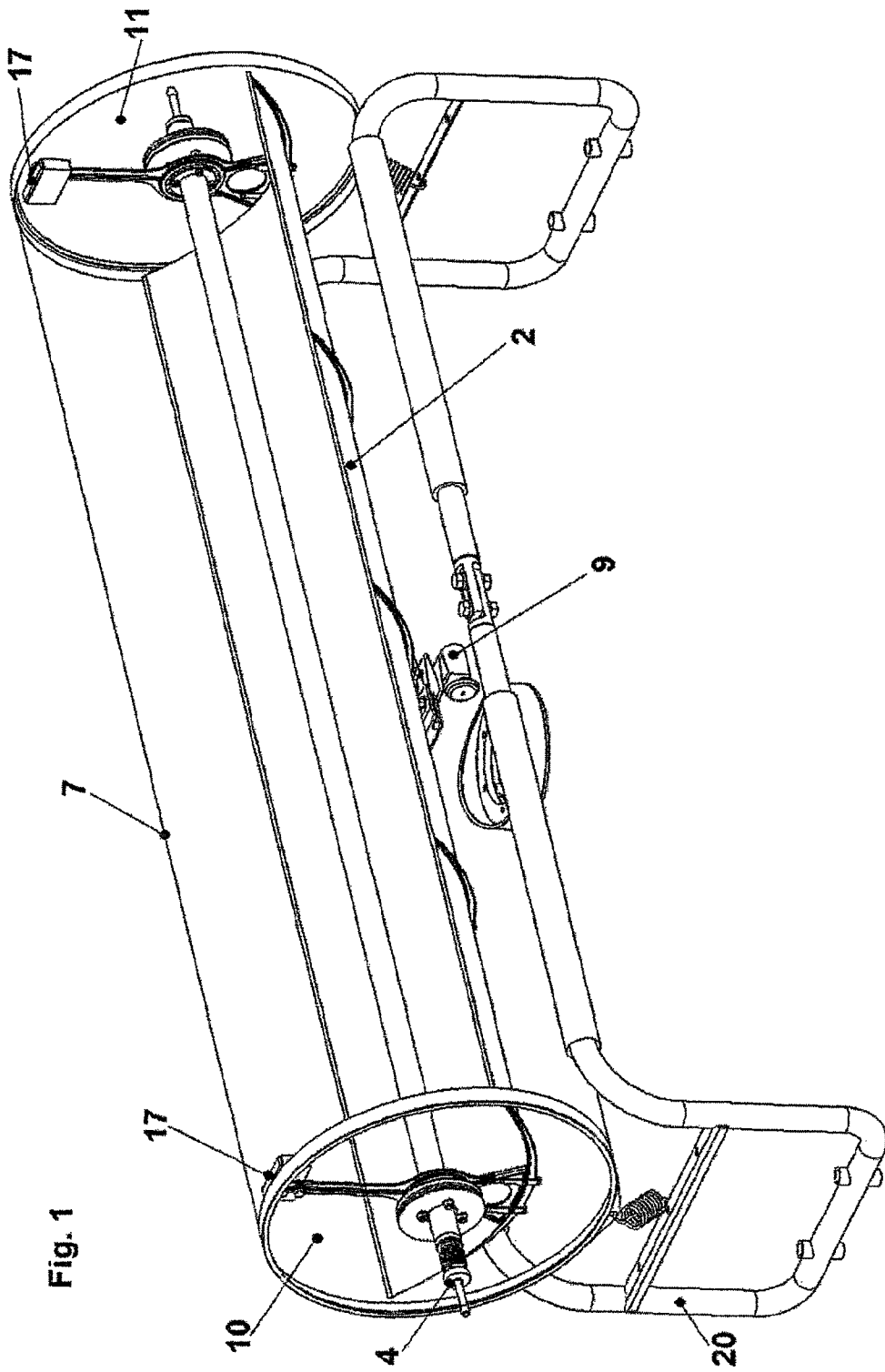
### Revendications

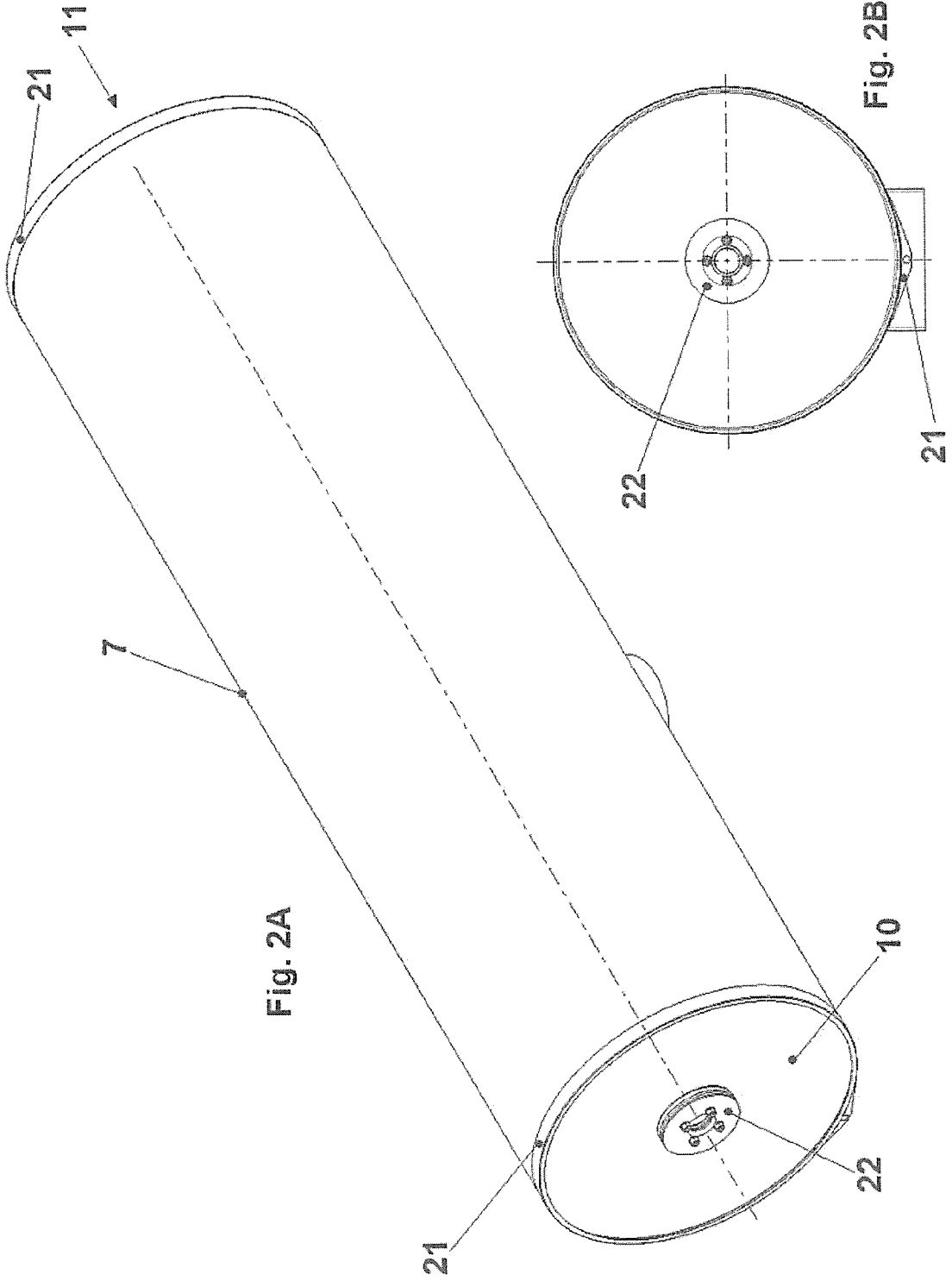
1. Capteur solaire parabolique (1) comprenant un miroir parabolique linéaire (2) agencé pour concentrer les rayons solaires incidents (3) sur un dispositif tubulaire (4; 18) placé au foyer de la parabole et parcouru par un fluide caloporteur (5), et une enceinte externe (7) mécaniquement résistante et transparente aux rayons solaires incidents, caractérisé en ce que
  - l'enceinte (7) est une enceinte étanche, rigide et autoportante,
  - le dispositif tubulaire (4; 18) est monté fixe à l'intérieur de l'enceinte (7),
  - le miroir parabolique linéaire (2) est monté tournant sur le dispositif tubulaire (4; 18),
  - le miroir parabolique (2) est pourvu d'un dispositif d'orientation énergétiquement autonome (9) agencé pour prendre appui mécaniquement sur une partie du capteur solaire qui est fixe par rapport à l'enceinte (7).
2. Capteur solaire parabolique selon la revendication 1, dans lequel le dispositif tubulaire (4; 18) traverse l'enceinte (7) de part en part, de sorte que les deux extrémités du dispositif tubulaire débouchent à l'extérieur, de part et d'autre de l'enceinte.
3. Capteur solaire parabolique selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'enceinte externe (7) est de section circulaire et possède un axe de symétrie, le dispositif tubulaire (4; 18) étant monté concentriquement à l'axe de symétrie.
4. Capteur solaire parabolique selon la revendication 3, dans lequel l'enceinte externe (7) est de forme sensiblement cylindrique.
5. Capteur solaire parabolique selon l'une des revendications 3 et 4, dans lequel l'enceinte externe (7) comprend à ses extrémités deux flasques (10, 11) agencées pour servir de support fixe pour le dispositif tubulaire (4; 18).
6. Capteur solaire parabolique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le miroir parabolique linéaire (2) est mobile sur 360° autour du dispositif tubulaire (4; 18).
7. Capteur solaire parabolique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le miroir parabolique linéaire (2) est monté sur le dispositif tubulaire (4; 18) par l'intermédiaire d'au moins deux paliers radiaux (12) pivotés sur le dispositif tubulaire, chaque palier radial comportant un contrepoids (17) disposé à l'une de ses extrémités et étant agencé pour être fixé au miroir parabolique par son autre extrémité.
8. Capteur solaire parabolique selon la revendication 7, dans lequel au moins un des contrepoids (17) porte une cellule solaire associée au dispositif d'orientation (9) de manière à rendre ce dernier énergétiquement autonome.
9. Capteur solaire parabolique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif d'orientation (9) est fixé au dos du miroir parabolique linéaire (2), le dispositif d'orientation comprenant un moteur électrique alimenté par une cellule solaire et un élément de liaison (8) agencé pour prendre appui mécaniquement sur la surface intérieure de l'enceinte (7).
10. Capteur solaire parabolique selon l'une des revendications précédentes, le capteur solaire parabolique étant un capteur solaire thermique dans lequel le dispositif tubulaire (4) comprend un premier tube (13) parcouru par le fluide caloporteur et un second tube transparent (14) entourant le premier tube et formant enceinte (15) maintenue sous vide.
11. Capteur solaire parabolique selon l'une des revendications 1 à 9, le capteur solaire parabolique étant un capteur solaire photovoltaïque dans lequel le dispositif tubulaire (18) comprend un premier tube (13) parcouru par un fluide caloporteur, et un ensemble de cellules photovoltaïques (19) recouvrant la surface du premier tube, les cellules photovoltaïques étant en contact thermique avec le premier tube.
12. Circuit (6) pour fluide caloporteur, le circuit intégrant au moins un capteur solaire parabolique (1) selon l'une des revendications 1 à 10, le capteur solaire étant agencé pour fournir de la chaleur au fluide caloporteur (5) qui parcourt le dispositif tubulaire (4).

## CH 710 014 B1

13. Circuit pour fluide caloporteur selon la revendication 12, dans lequel le circuit (6) intègre un ensemble de capteurs solaires paraboliques (1) selon l'une des revendications 1 à 10.
14. Circuit pour fluide caloporteur selon la revendication 13, dans lequel les dispositifs tubulaires (4) des différents capteurs (1) sont reliés en série.
15. Installation de production et/ou stockage d'énergie thermique comprenant un circuit (6) pour fluide caloporteur selon l'une des revendications 12 à 14.







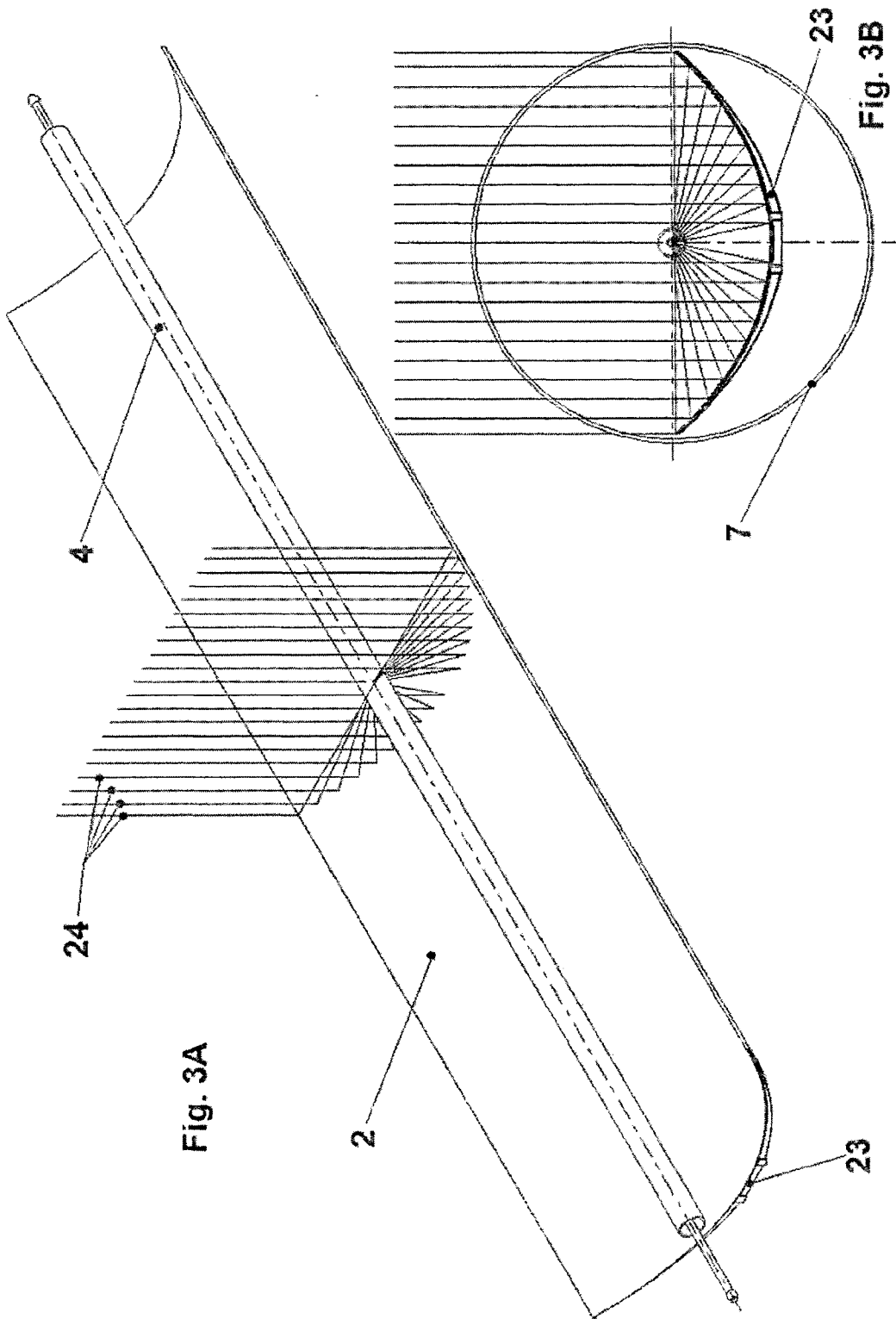


Fig. 4A

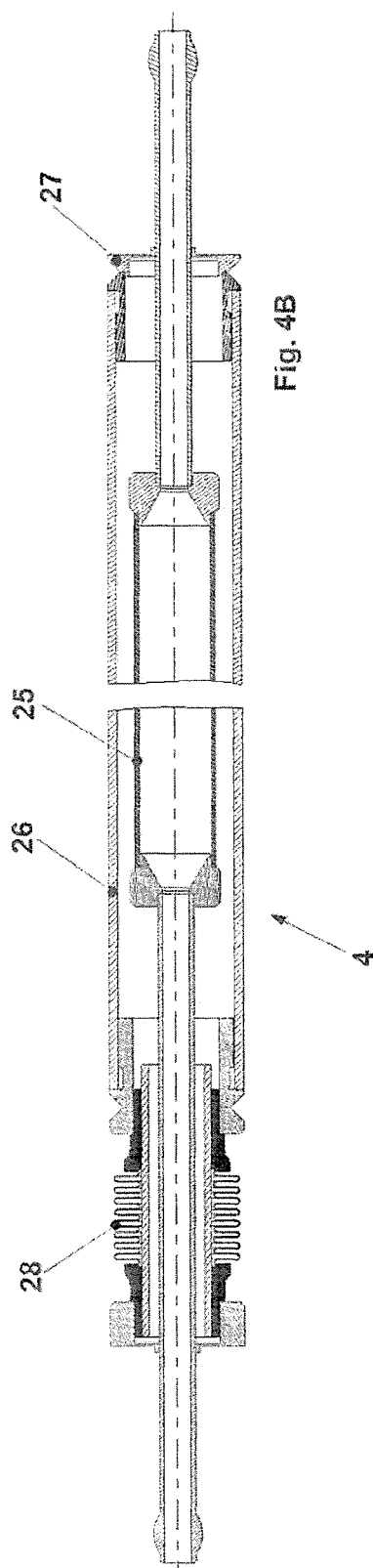
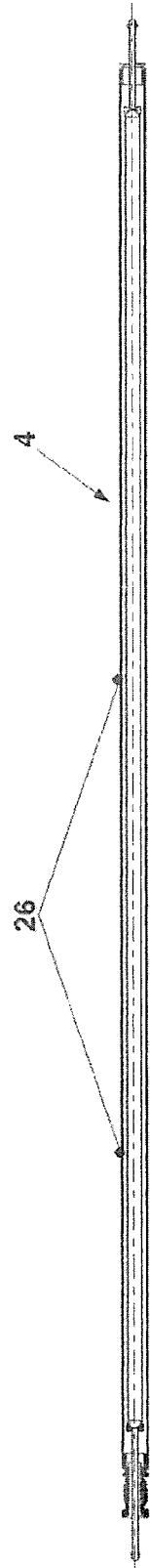


Fig. 4B

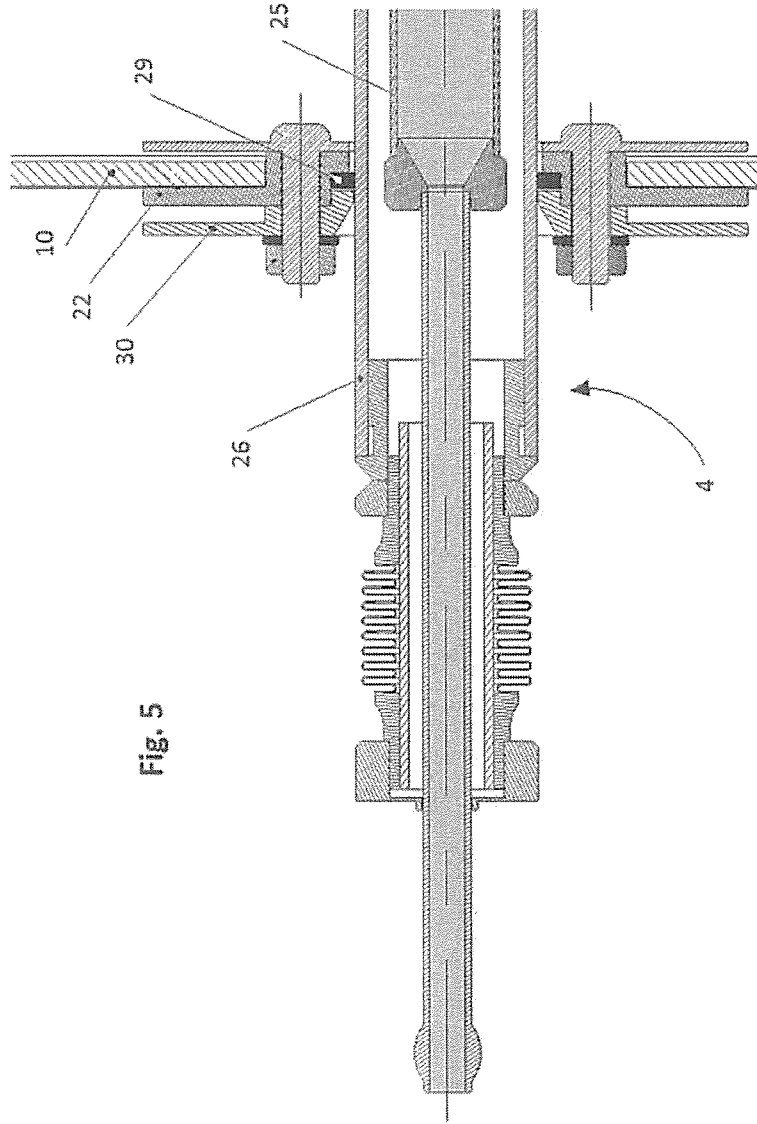
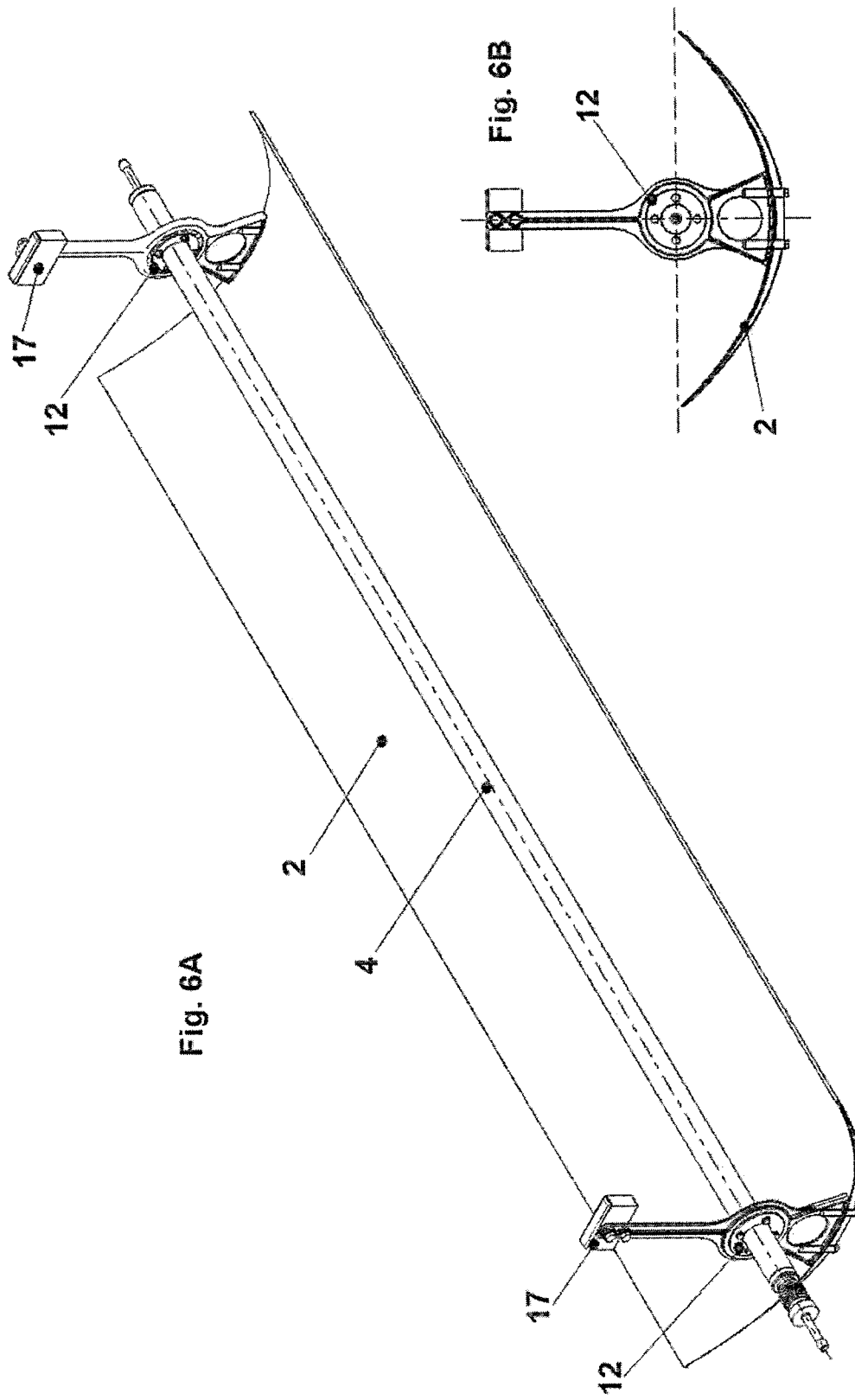


Fig. 5



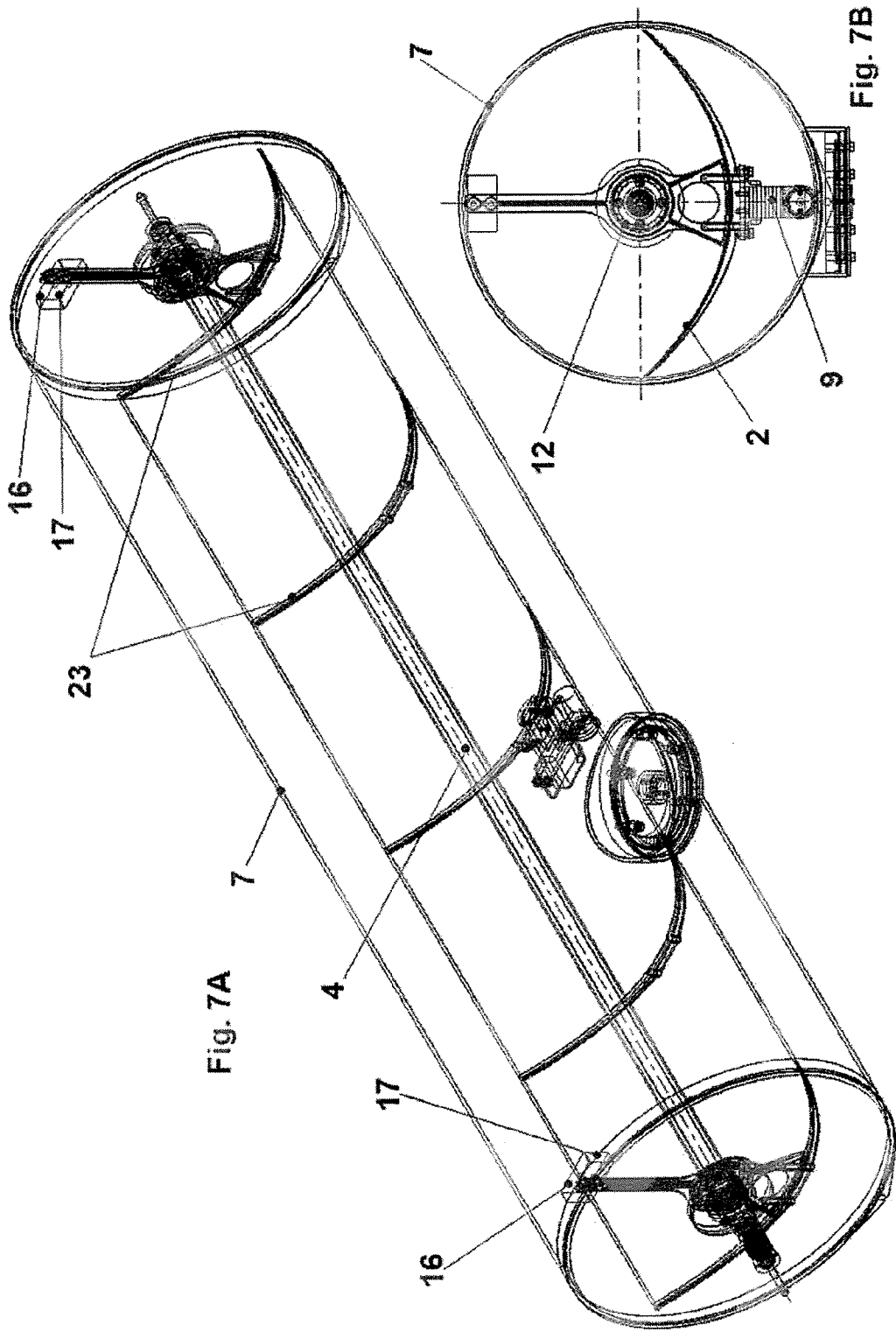


Fig. 7A

Fig. 7B

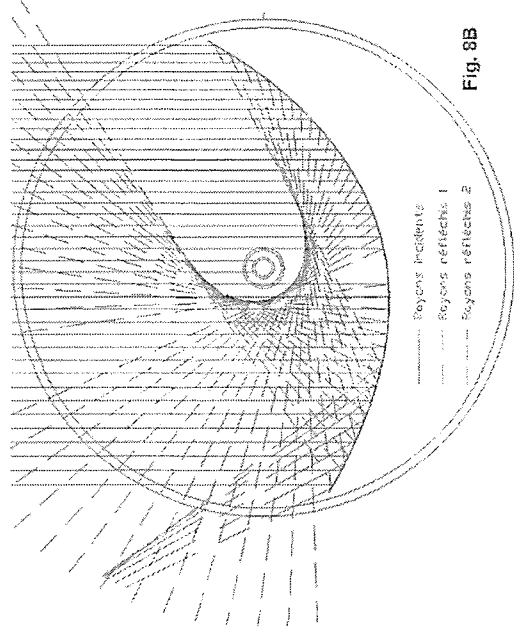


Fig. 8B

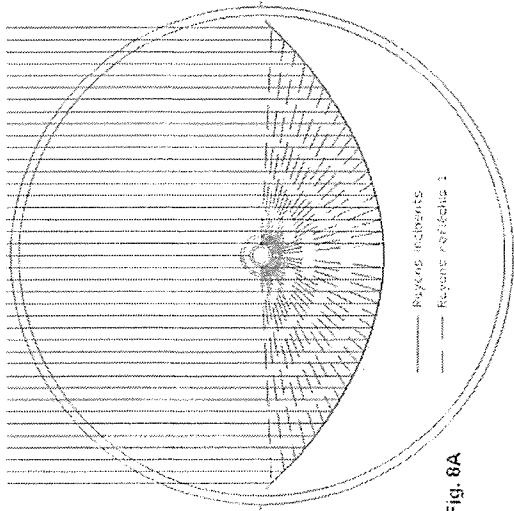


Fig. 8A

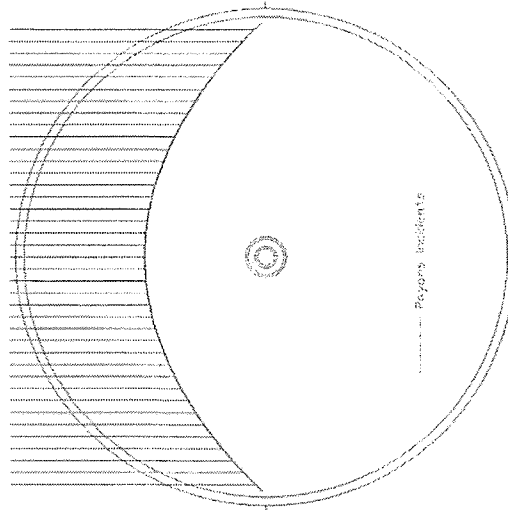
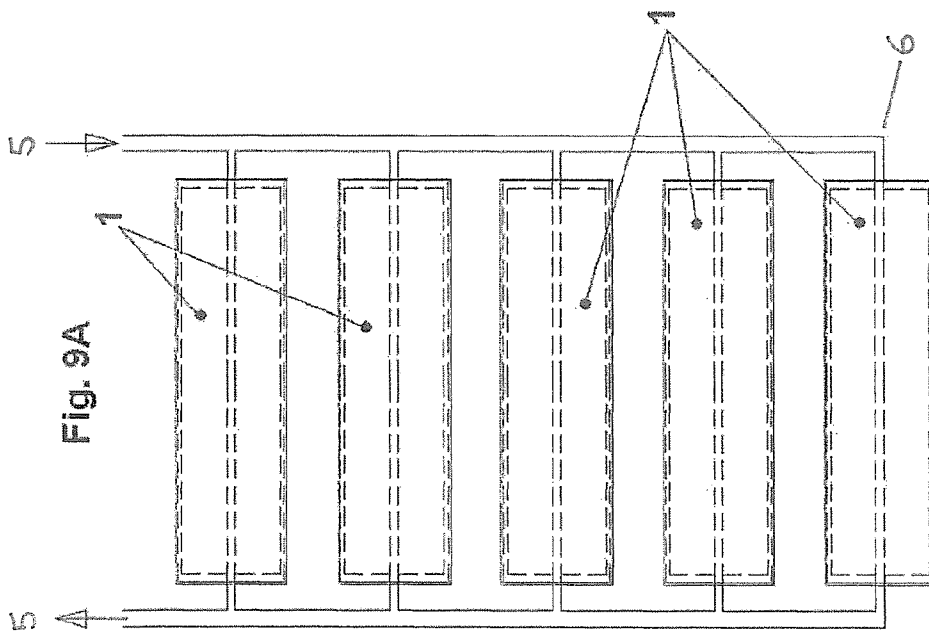
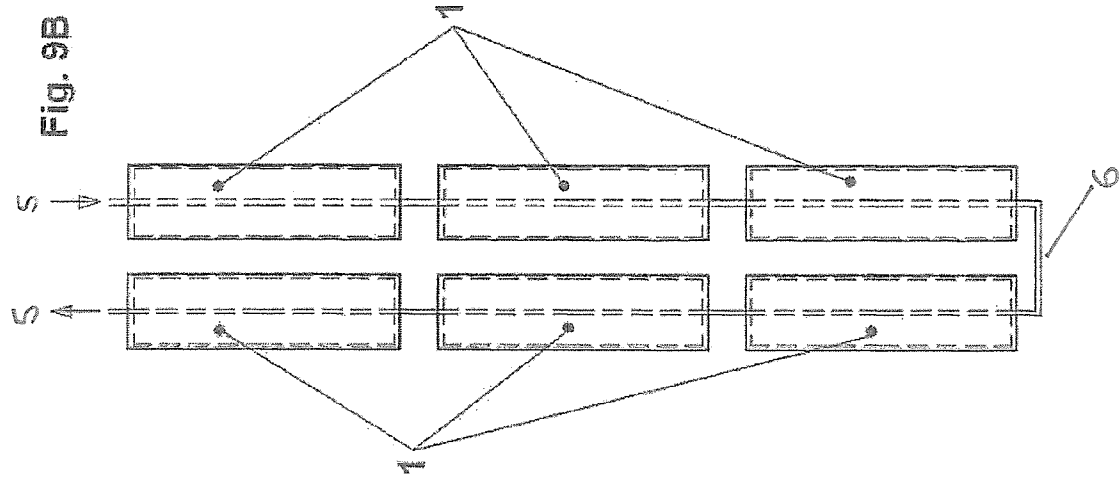


Fig. 8C





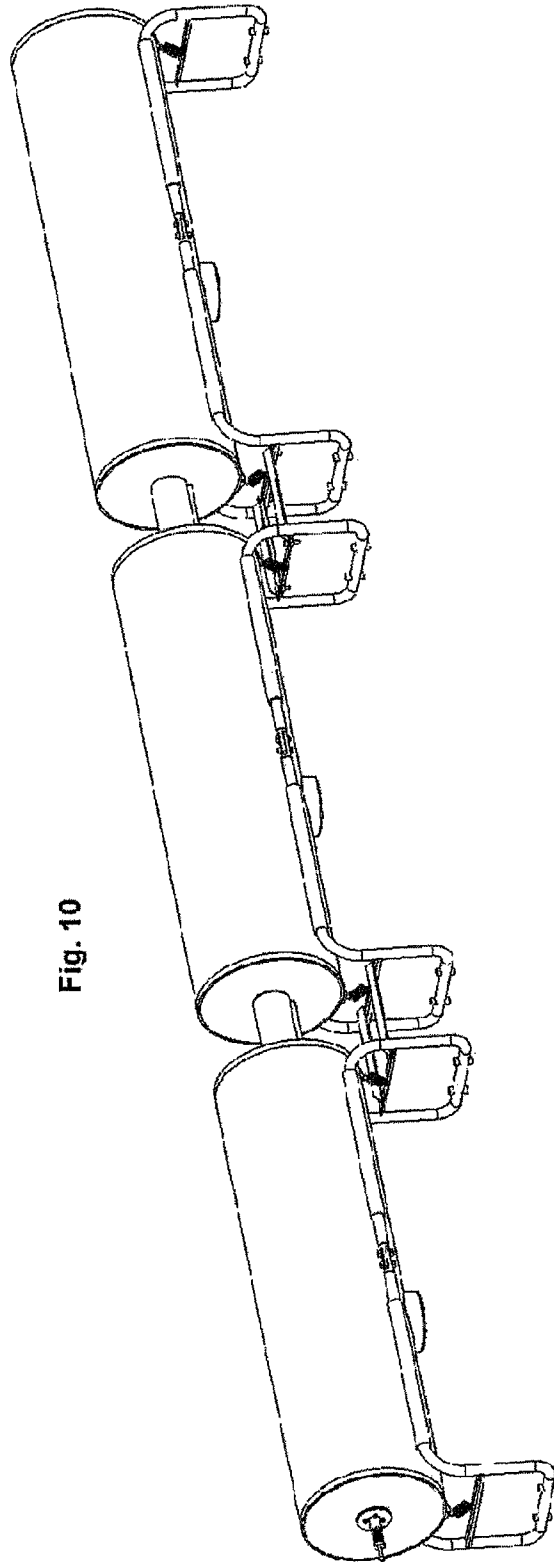


Fig. 10