

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 08.06.17.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 14.12.18 Bulletin 18/50.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPA-
TIALES C N E S Etablissement public — FR et

⑦2 Inventeur(s) : CASTERAS CHRISTOPHE, MARTIN
FREDERIC et LEONARDI AURELIE.

⑦3 Titulaire(s) : CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPA-
TIALES C N E S Etablissement public, CLIX INDUS-
TRIES Société à responsabilité limitée.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET GERMAIN ET MAUREAU.

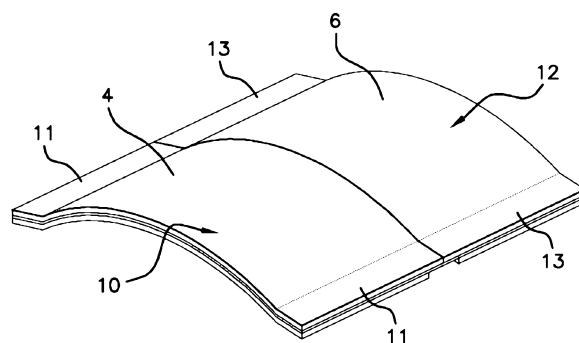
⑤4 DISPOSITIF COMPRENANT UNE CHARNIERE FLEXIBLE ET DES PORTIONS LATERALES.

⑤7 L'invention concerne un dispositif comprenant une
charnière film flexible, reliant deux plaquettes rigides (10,
12), de façon à pouvoir être déplacées entre au moins une
position angulaire déployée et une position angulaire re-
pliée, et dans lequel :

- chaque plaquette rigide présente au moins une portion
principale (4, 6), élastique en flexion avec une forme au re-
pos correspondant à un gauchissement selon une courbure
de sens constant, de sorte que les plaquettes rigides sont
rappelées élastiquement vers leur position angulaire la plus
proche de la forme au repos, caractérisé en ce que :

- il existe un plus grand cercle inscrit au sein de ladite
courbure de sens constant,

- chaque plaquette rigide présente, à partir de la char-
nière, au moins une portion latérale (11, 13) s'étendant de
chaque côté de la portion principale, chaque portion latérale
ayant une forme au repos s'écartant dudit plus grand cercle
inscrit.



DISPOSITIF COMPRENANT UNE CHARNIÈRE FLEXIBLE ET DES PORTIONS LATÉRALES

L'invention concerne un dispositif comportant au moins une charnière, en particulier une charnière flexible (non articulée), intégrée entre deux
5 plaquettes rigides, les deux plaquettes rigides pouvant être déplacées par pivotement autour de la charnière entre une position angulaire déployée et une position angulaire repliée.

En particulier, chaque plaquette rigide présente au moins une portion principale élastique en flexion avec une forme au repos correspondant à un
10 gauchissement selon une courbure de sens constant, de sorte que les plaquettes rigides sont rappelées élastiquement vers leur position angulaire la plus proche de la forme au repos de leur portion centrale.

Les charnières non articulées intégrées, par exemple du type dit charnière-film, sont connues depuis longtemps et font l'objet de nombreuses
15 applications, notamment dans le domaine de l'emballage. Elles consistent en général en une réduction locale d'épaisseur d'un matériau élastique en flexion permettant de former une portion plus souple entre deux portions plus rigides de ce matériau.

De telles charnières connues ne présentent pas des caractéristiques mécaniques suffisantes dans certaines applications, par exemple
20 dans le domaine spatial.

US 7 354 033 décrit un dispositif formant charnière monolithique élastique non articulée entre deux portions d'une bande plate ou cintrée (tuilée) de type « joint de carpentier » formant ressort pouvant être formées
25 en acier à ressort, en alliage de cuivre et de béryllium ou d'un matériau composite ou autre. Dans un premier mode de réalisation, la charnière est formée d'une portion en un deuxième matériau plus souple que celui formant la bande ressort, par exemple un alliage à mémoire de forme, un acier, un alliage de cuivre et de béryllium. Dans un deuxième mode de réalisation, la charnière est formée d'une portion constituée du même matériau que celui de la bande formant ressort, mais en
30 une épaisseur plus faible, à la façon des charnières-films. Le troisième mode de

réalisation est similaire au deuxième et présente de surcroît des renforts latéraux en alliage à mémoire de forme.

Le premier mode de réalisation pose le problème de la fabrication fiable de la jonction entre la portion formant charnière et les portions formant la bande. En particulier, dans le domaine spatial et aéronautique, un tel dispositif pliable doit être fiable et présenter une résistance suffisante aux sollicitations mécaniques, et notamment aux sollicitations mécaniques subies par le dispositif lors de tout déploiement et de tout repliement. D'autre part, les matériaux métalliques et à mémoire de forme ne permettent pas d'obtenir un très faible rayon de courbure sans dégradation de leur propriété élastique après plusieurs déplacements correspondant à des déploiements et des repliements du dispositif.

Cependant, il s'avère que les sollicitations mécaniques subies par le dispositif lors de tout déploiement et de tout repliement, en particulier lorsque ceux-ci sont répétés de nombreuses fois, entraînent une détérioration du dispositif et notamment de la charnière flexible de celui-ci.

L'invention vise donc en particulier à proposer un dispositif permettant de pallier ces inconvénients.

L'invention vise également à proposer un tel dispositif qui puisse être replié ou déployé de façon fiable.

L'invention vise également à proposer un tel dispositif pouvant faire l'objet de nombreuses variantes de réalisation, et compatible avec de nombreuses applications, y compris dans le domaine spatial et aéronautique.

L'invention vise encore à proposer un tel dispositif qui, de surcroît, peut être réalisé de façon à présenter une résistance améliorée en compression longitudinale dans une position angulaire déployée.

Pour ce faire, l'invention concerne un dispositif comprenant une charnière film flexible reliant deux plaquettes, dites plaquettes rigides, plus rigides que la charnière, de façon à pouvoir être déplacées par pivotement des plaquettes rigides autour de la charnière entre au moins une position angulaire déployée et une position angulaire repliée, les plaquettes rigides formant entre elles

dans la position angulaire déployée un angle supérieur à celui formé dans la position angulaire repliée, et dans lequel :

- chaque plaquette rigide présente à partir de la charnière au moins une portion, dite portion principale, élastique en flexion avec une forme au repos correspondant à un gauchissement selon une courbure de sens constant autour d'un axe sécant à la charnière, de sorte que les plaquettes rigides sont rappelées élastiquement vers leur position angulaire la plus proche de la forme au repos de leur portion principale, caractérisé en ce que :
- il existe un plus grand cercle inscrit au sein de ladite courbure de sens constant de chaque portion principale de chaque plaquette rigide,
- chaque plaquette rigide présente, à partir de la charnière, au moins une portion latérale s'étendant de chaque côté de la portion principale (c'est-à-dire au moins selon une portion de chaque bordure longitudinale d'une plaquette rigide), chaque portion latérale ayant une forme au repos s'écartant dudit plus grand cercle inscrit et à l'extérieur de celui-ci.

Les inventeurs ont constaté que la présence de telles portions latérales le long des plaquettes rigides du dispositif permet d'améliorer la stabilité du dispositif ainsi que la résistance en flexion transversale (ou à un effort tranchant) et/ou en cisaillement latéral et/ou la résistance en compression longitudinale du dispositif en position déployée. Lors d'un déploiement spontané du dispositif par exemple, la présence desdites portions latérales permet de faciliter et de guider son déploiement, en évitant tout décalage ou déplacement indésirable d'une plaquette rigide, tel qu'une superposition des plaquettes rigides, susceptible de compromettre la possibilité d'atteindre l'état de repos prédéterminé du dispositif selon l'invention. Cela permet également d'éviter, ou au moins de réduire significativement, toute détérioration ou usure prématurée de la charnière flexible qui est particulièrement sollicitée au cours de tout déplacement entre une position angulaire déployée et une position angulaire repliée (d'une position angulaire déployée à une position angulaire repliée ou d'une position angulaire repliée à une position angulaire déployée).

Un autre avantage lié à la présence des portions latérales consiste également à obtenir un dispositif plus robuste, capable d'accumuler plus d'énergie, à la façon d'un ressort, dans une position angulaire distincte de la position de repos qui permet, lorsque le dispositif est relâché ou libéré, un retour vers la position de repos avec un guidage fort procuré par la présence desdites portions latérales. Ceci s'explique en particulier par le fait que le matériau formant la charnière peut être sollicité d'une façon distincte entre les portions latérales et la portion principale des plaquettes rigides en étant par exemple mis en traction lorsque le dispositif est dans une position angulaire suffisamment éloignée de sa position de repos. La présence desdites portions latérales permet donc de générer, à partir d'une position angulaire distincte de la position de repos, un effort de rappel plus important de part et d'autre de chaque plaquette rigide et de procurer un meilleur guidage du dispositif lors du retour du dispositif vers sa position de repos. En outre, cet effort de rappel plus important procuré par un dispositif selon l'invention est réalisé pour un ensemble de positions distinctes de la position de repos, et en particulier même pour des positions angulaires proches de la position de repos, par exemple pour un déplacement angulaire de moins de 90° , voire moins de 50° ou même 30° , d'une plaquette rigide par rapport à l'autre depuis la position de repos du dispositif.

Chaque portion latérale d'une plaquette rigide peut présenter une surface externe plane ou courbe, par exemple un arc de cercle de rayon supérieur au rayon du plus grand cercle inscrit au sein de la courbure de sens constant de la portion principale de la plaquette rigide. La largeur des portions latérales des plaquettes rigides n'est pas nécessairement importante par rapport à la largeur d'une plaquette rigide du dispositif. Une largeur de portion latérale même minime par rapport à la largeur de la plaquette rigide peut suffire à procurer un effet de stabilisation et de guidage significatif. Avantageusement et selon l'invention, chaque portion latérale présente une largeur au moins égale à 1,5%, notamment au moins égale à 3%, et en particulier au moins égale à 5%, de la largeur de la portion principale de la plaquette rigide (à laquelle elle est juxtaposée) lorsque ladite plaquette rigide est aplatie (c'est-à-dire rendue plane). En particulier,

avantageusement et selon l'invention, chaque portion latérale présente une largeur comprise entre 1,5% et 40%, notamment entre 2% et 30%, et en particulier entre 5% et 25%, de la largeur de la portion principale de la plaquette rigide (à laquelle elle est juxtaposée) lorsque ladite plaquette rigide est aplatie (c'est-à-dire rendue plane).

- 5 Plus la largeur des portions latérales augmente, plus l'effet de stabilisation, de guidage et la force de rappel procurés par le dispositif sont également augmentés. Plus les portions latérales sont larges, plus le dispositif aura de facilité à se déployer vers sa position de repos facilement, rapidement et sans risque de chevauchement des plaquettes rigides entre elles et ce, quel que soit l'angle de départ formé entre
10 les plaquettes rigides dans la position angulaire repliée.

- Lesdites portions latérales de chaque plaquette rigide du dispositif peuvent s'étendre sur tout ou partie de la longueur de chaque plaquette rigide. Dans un mode de réalisation avantageux, lesdites portions latérales de chaque plaquette rigide du dispositif sont disposées au moins sur une partie de la
15 portion latérale s'étendant à partir de la charnière. Lesdites portions latérales de chaque plaquette rigide du dispositif peuvent elles-mêmes présenter une épaisseur et une largeur variables ou non. En outre, chaque plaquette rigide du dispositif présente au moins une portion latérale sur chacune de ses deux bordures longitudinales. Le dispositif selon l'invention présente donc dans un mode de
20 réalisation avantageux d'un dispositif selon l'invention une symétrie axiale par rapport à un axe de symétrie longitudinal ou transversal.

- Dans tout le texte, le terme « longitudinal » et ses dérivés se réfèrent, lorsque le dispositif présente une ligne droite de déploiement, à la direction longitudinale droite selon laquelle il est déployé. Lorsque le dispositif est plus ou
25 moins courbé ou présente une ligne de déploiement plus ou moins courbée entre ses deux extrémités longitudinales, ils se réfèrent, en toute section droite de la structure, à une direction tangente à la ligne de déploiement. Le terme « transversal » et ses dérivés, et le terme « latéral » et ses dérivés, se réfèrent à des directions orthogonales à la direction longitudinale. Les termes « haut » et « supérieur » et leurs dérivés se
30 réfèrent à toute zone du dispositif située à l'extérieur de la courbure de sens constant de la portion principale d'une plaquette rigide du dispositif (côté convexe) par

opposition aux termes « bas » et « inférieur » et leurs dérivés se référant à toute zone du dispositif située à l'intérieur de ladite courbure (côté concave).

Chaque portion principale d'une plaquette rigide présente, dans la position de repos, une forme générale d'une portion de courbe fermée (ladite
5 forme générale correspondant à une section droite transversale de ladite portion principale). Cette portion de courbe fermée peut être une portion de courbe fermée simple (qui n'admet pas de point double), par exemple un arc de cercle, un arc d'ellipse, un arc de parabole, un arc d'hyperbole ou un arc de toute autre courbe quelconque, mathématiquement remarquable ou non.

10 Dans une variante particulièrement avantageuse d'un dispositif selon l'invention, la section droite transversale de chaque plaquette rigide est telle que chaque portion principale présente une forme au repos en arc de cercle et en ce que chaque portion latérale présente une forme au repos s'écartant dudit arc de cercle. Il y a donc au moins une discontinuité ou un point d'inflexion entre une
15 portion principale et une portion latérale d'une même plaquette rigide d'un dispositif selon l'invention (ladite portion principale et ladite portion latérale étant juxtaposées, au contact l'une de l'autre et directement liées l'une à l'autre).

Avantageusement et selon l'invention, la section droite transversale de chaque plaquette rigide présente une forme générale au repos
20 distincte d'un arc de cercle (c'est-à-dire en coupe transversale). Ainsi, chaque plaquette rigide peut présenter une forme générale au repos comprenant un arc de cercle (correspondant en particulier à au moins une portion principale d'une plaquette rigide), mais pas uniquement un arc de cercle, cet arc de cercle pouvant être juxtaposé avec au moins une autre portion distincte dudit arc de cercle
25 (correspondant en particulier à au moins une portion latérale d'une plaquette rigide).

La section droite transversale de la portion principale de chaque plaquette rigide présente une forme au repos correspondant à un gauchissement et ladite portion principale est élastique en flexion au moins dans le
30 l'application d'une contrainte de compression présentant au moins une composante normale à la surface de la portion principale, de supprimer ledit gauchissement par

un aplatissement ponctuel de la plaquette rigide. Si la contrainte de compression est supprimée, la portion principale de la plaquette rigide retrouve sa forme de repos correspondant à un gauchissement.

La forme au repos de chaque plaquette rigide correspond en particulier à une position angulaire déployée du dispositif selon l'invention. Dans ce cas, pour disposer le dispositif selon l'invention dans une position angulaire repliée, il est nécessaire d'appliquer une contrainte dans une direction sensiblement normale à la surface de la portion principale de chaque plaquette rigide de façon à les aplatir puis d'effectuer un effort de rapprochement des deux plaquettes rigides, puis si cette contrainte est ôtée, le dispositif se déploie à nouveau spontanément vers sa position de repos déployée. Dans une telle variante de réalisation d'un dispositif selon l'invention, les plaquettes rigides sont rappelées élastiquement en flexion vers ladite au moins une position angulaire déployée.

L'invention concerne donc également un dispositif pliable/déployable à déploiement spontané pouvant être placé :

- à l'état déployé dans lequel il présente au moins deux plaquettes rigides reliées par une charnière film, chaque plaquette rigide étant élastique en flexion avec une forme au repos correspondant à un gauchissement autour d'un axe orthogonal à la charnière,
- dans un état replié dans lequel les plaquettes rigides forment entre elles un angle inférieur à celui formé à l'état déployé, chaque plaquette rigide étant aplatie élastiquement en flexion de sorte que le dispositif est rappelé à l'état déployé.

Les plaquettes rigides et la charnière flexible peuvent être formés d'un même matériau (la charnière flexible étant par exemple formée d'un amincissement du matériau entre les deux plaquettes rigides), ledit matériau pouvant être choisi dans les groupe des matériaux métalliques, des polymères (en particulier thermoplastiques ou thermodurcissables) et des matériaux composites (à matrice polymère en particulier). Les plaquettes rigides et la charnière flexible peuvent également être formées de matériaux distincts, les plaquettes rigides étant

par exemple formées d'un premier matériau et la charnière flexible étant formée d'un deuxième matériau distinct dudit premier matériau.

Avantageusement et selon l'invention, chaque plaquette rigide comprend au moins une structure de renfort d'un matériau composite rigide qui la
 5 compose, apte à impartir une résistance au moins en traction et en compression longitudinales à ce matériau composite rigide, et une matrice au sein de laquelle s'étend la structure de renfort.

Dans tout le texte, on désigne par « matériau composite » tout matériau solide synthétique hétérogène comprenant au moins une structure de
 10 renfort, formée d'au moins un premier matériau, et adaptée pour conférer principalement des propriétés de résistance mécanique audit matériau composite, cette structure de renfort étant associée à au moins une autre partie, dit matrice, formée en au moins un deuxième matériau polymère présentant des propriétés mécaniques différentes de celles de la structure de renfort. En particulier, cette
 15 expression couvre les matériaux composites traditionnellement constitués d'une structure de renfort formée de nappes, de bandes ou de tissus de fibres (ayant pour fonction de transmettre les contraintes au moins en traction longitudinale (dans le sens des fibres), et en général également les contraintes en compression longitudinale), cette structure de renfort étant noyée dans une matrice de matériau
 20 polymère (ayant pour fonction de conférer la forme générale et les dimensions du matériau, de soutenir la structure de renfort et de résister en compression transversale (orthogonalement aux fibres de la structure de renfort)). Mais elle désigne également notamment les matériaux multicouches (tels que ceux traditionnellement qualifiés de complexes ou de stratifiés), par exemple comprenant
 25 une âme centrale (formée d'une ou plusieurs couches, par exemple métallique(s) et/ou en matériau synthétique rigide en traction) faisant office de structure de renfort apte à transmettre des contraintes au moins en traction longitudinale (dans toute direction parallèle au plan de chaque couche constituant cette âme) interposée entre deux épaisseurs (formées elles-mêmes chacune d'une ou plusieurs couches) de
 30 matériaux polymères, ces deux épaisseurs faisant office de matrice.

Avantageusement et selon l'invention, ladite charnière est formée d'au moins une couche de liaison d'une structure de renfort s'étendant en continuité et en commun entre lesdites plaquettes rigides. Les plaquettes rigides sont plus rigides que la charnière film flexible.

5 Avantageusement et selon l'invention, ladite charnière comprend au moins une matrice au sein de laquelle s'étend ladite couche de liaison d'une structure de renfort, la matrice de ladite charnière étant elle-même formée en matériau plus souple en flexion que celui constituant une matrice de matériau composite rigide de chaque plaquette rigide.

10 La portion principale peut présenter une courbure différente dans les différentes positions angulaires. En particulier, avantageusement et selon l'invention, chaque portion principale de chaque plaquette rigide présente des courbures différentes dans la position angulaire déployée et dans la position angulaire repliée.

15 En particulier, avantageusement et selon l'invention, chaque portion principale de chaque plaquette rigide présente au moins une extrémité s'étendant le long de la charnière dont la courbure est nulle dans une position angulaire repliée. Chaque portion principale d'une plaquette rigide peut présenter une portion plane dans une position angulaire repliée du dispositif selon l'invention.

20 Avantageusement et selon l'invention, chaque plaquette rigide présente au moins une butée d'extrémité en contact avec au moins une butée d'extrémité d'une plaquette rigide distincte, en présentant des chants en regard, dans la position angulaire déployée, lesdites butées n'étant pas en contact dans la position angulaire repliée.

25 Avantageusement et selon l'invention, lesdits chants en regard sont agencés pour pouvoir faire office de butée en compression selon une direction normale aux chants tout en autorisant un repliement de la charnière au moins dans un sens à partir de la position angulaire déployée.

30 L'invention concerne également un dispositif selon l'invention comprenant une pluralité de portions principales au sein d'une même plaquette rigide, lesdites portions principales étant juxtaposées les unes par rapport

aux autres latéralement et reliées entre elles par lesdites portions latérales, de façon à former une structure présentant une forme générale de type « tôle ondulée » (lesdites ondulations ainsi formées étant régulières ou irrégulières les unes par rapport aux autres). Avantageusement et selon l'invention, chaque plaquette rigide comprend au moins deux portions principales reliées entre elles par au moins une portion latérale. Avantageusement et selon l'invention, le nombre de portions principales de chacune des deux plaquettes rigides est identique et le nombre de portions latérales de chacune des deux plaquettes rigides est identique, au moins une portion latérale étant disposée entre deux portions principales d'une même plaquette rigide. Les portions latérales disposées entre deux portions principales qu'elles relient entre elles peuvent présenter toute forme générale plane (notamment en présentant plusieurs portions planes sécantes entre elles) ou courbe (à courbure constante ou variable). Un tel dispositif selon l'invention comprenant une pluralité de portions principales peut donc être symétrique par rapport à la charnière ou non.

En outre, dans une variante particulièrement avantageuse d'un dispositif selon l'invention, chaque portion latérale présente une forme au repos correspondant à un gauchissement selon une courbure, autour d'un axe sécant à la charnière, présentant un sens inverse à la courbure de la portion principale au côté de laquelle elle s'étend. Un tel dispositif comprenant plusieurs portions principales et plusieurs portions latérales juxtaposées latéralement par alternance les unes avec les autres contribue à former des ondulations successives à la façon d'une tôle ondulée.

Un dispositif selon l'invention, notamment un dispositif comprenant plusieurs portions principales, présente également l'avantage de pouvoir présenter une longueur plus grande que celle d'autres dispositifs distincts.

L'invention concerne aussi un dispositif caractérisé en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaissent à la lecture de la description suivante d'un de ses modes de réalisation

préférentiel donné à titre d'exemple non limitatif, et qui se réfère aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective représentant un dispositif selon l'invention selon un premier mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire déployée,

- la figure 2 est une vue schématique en perspective du dispositif selon le premier mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire déployée,

- la figure 3 est une vue schématique en perspective du dispositif selon le premier mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire repliée à 90°,

- la figure 4 est une vue schématique en perspective du dispositif selon le premier mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire repliée à 180°,

- la figure 5 est une vue schématique du dispositif selon le premier mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire repliée à 180°, du côté de la charnière repliée,

- la figure 6 est une vue schématique en coupe longitudinale du dispositif selon le premier mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire déployée,

- la figure 7 est une vue schématique en coupe longitudinale du dispositif selon le premier mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire repliée à 180°,

- la figure 8 est une vue schématique en coupe transversale du dispositif selon le premier mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire repliée à 180°,

- la figure 9 est une vue schématique en coupe transversale du dispositif selon le premier mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire repliée à 180°,

- la figure 10 est une vue schématique en perspective représentant un dispositif selon l'invention selon un deuxième mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire déployée,

5 - la figure 11 est une vue schématique en coupe longitudinale du dispositif selon le deuxième mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire déployée,

- la figure 12 est une vue schématique en coupe longitudinale du dispositif selon le deuxième mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire repliée à 180°,

10 - la figure 13 est un schéma représentant une portion d'un plus grand cercle pouvant être inscrit au sein d'une plaquette rigide d'un dispositif selon l'invention,

- les figures 14 à 16 sont des vues schématiques en coupe transversale représentant différents modes de réalisation d'un dispositif selon
15 l'invention avec un plus grand cercle inscrit au sein d'une plaquette rigide dudit dispositif,

- la figure 17 est une vue schématique en perspective représentant un dispositif selon l'invention selon un troisième mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire déployée,

20 - la figure 18 est une vue schématique en coupe longitudinale du dispositif selon le troisième mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire déployée,

- la figure 19 est une vue schématique en perspective représentant un dispositif selon l'invention selon un quatrième mode de réalisation
25 de l'invention dans une position angulaire déployée,

- la figure 20 est une vue schématique en perspective du dispositif selon le quatrième mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire repliée à 90°,

- la figure 21 est une vue schématique en perspective du
30 dispositif selon le quatrième mode de réalisation de l'invention dans une position angulaire repliée à 180°,

- les figures 22 à 25 sont des vues schématiques en coupe transversale représentant différents modes de réalisation d'un dispositif selon l'invention avec un plus grand cercle inscrit au sein d'une plaquette rigide dudit dispositif.

5 Dans le premier mode de réalisation représenté sur les figures 1 à 9, le dispositif selon l'invention comprend deux plaquettes rigides 10 et 12 formées en matériau rigide, plus rigide que le matériau formant une charnière 20 reliant les deux plaquettes rigides 10, 12. Les plaquettes rigides 10, 12 sont adaptées pour pouvoir être déplacées par pivotement autour de la charnière 20 entre une
10 position angulaire déployée et au moins une position angulaire repliée, les plaquettes rigides 10, 12 formant entre elles, dans la position angulaire déployée, un angle supérieur à celui formé dans la position angulaire repliée.

Les plaquettes rigides peuvent être réalisées en matériau synthétique polymérique ou en matériau composite rigide, la charnière film étant
15 formée d'un amincissement du matériau entre les deux tronçons (figures 17 et 18), ou d'une structure de renfort commune avec une matrice plus souple (figures 1 à 12).

Le matériau formant chaque plaquette rigide peut par exemple être choisi parmi les polymères thermoplastiques : polyéthylènes, polypropylènes,
20 polytéréphtalates d'éthylène (PET), polystyrènes, polycarbonates, polyéthers, polyéthers cétone ; ou thermodurcissables : résines polyester, résines époxy, résines phénoliques, résines polyimides, résines cyanate ester et résines de mélamine. Le matériau formant chaque plaquette rigide peut par exemple être choisi parmi les matériaux composites, notamment les matériaux composites à matrice polymère
25 (thermoplastique ou thermodurcissable) au sein de laquelle s'étend au moins un renfort tel que des particules (minérales, céramiques ou encore métalliques), des tissus de fibres synthétiques (fibres de carbone, fibres de verre, fibres aramides, fibres de bore...), des fils de fibres synthétiques (fibres de polyamide, fibres de polyester, fibres de polyéthylène, chlorofibres, fibres acryliques, fibres de
30 polypropylène, fibres de polyuréthane...), des fibres métalliques, des fibres de béryllium, des fibres céramiques, des fibres cellulosiques et leurs mélanges.

La charnière peut par exemple être formée d'au moins une bande 15 en au moins un matériau choisi dans le groupe formé des matériaux polymères flexibles (notamment les caoutchoucs naturels, les élastomères de silicone, les élastomères de polyuréthane, les élastomères de polychloroprène, les polyéthylènes, les polystyrènes...), des matériaux composites flexibles, des matériaux métalliques flexibles, des tissus de fibres synthétiques (fibres de carbone, fibres de verre, fibres aramides (polyamides aromatiques), fibres de bore...), des fils de fibres synthétiques (fibres en polyamide, fibres en polyester, fibres en polyéthylène, fibres en polychlorure de vinyle (PVC) (chlorofibres), fibres acryliques, fibres en polypropylène, fibres en polyuréthane...), des fibres métalliques, des fibres de béryllium, des fibres céramiques, des fibres cellulosiques et de leurs mélanges.

Chaque plaquette rigide 10, 12 présente :

- une portion principale 4, 6 élastique en flexion avec une forme au repos correspondant à un gauchissement selon une courbure de sens constant autour d'un axe sécant à la charnière 20, et
- des portions latérales 11, 13 s'étendant sur chaque côté des portions principales 4, 6, chaque portion latérale 11, 13 ayant une forme au repos s'écartant du plus grand cercle inscrit au sein de la courbure de chaque portion principale.

Chaque portion principale 4, 6 est élastique en flexion avec une forme au repos correspondant à un gauchissement selon une courbure de sens constant autour d'un axe sécant à la charnière, de sorte que les plaquettes rigides 10, 12 sont rappelées élastiquement vers leur position angulaire la plus proche de la forme au repos de leur portion principale.

Les figures 1 et 2 représentent le dispositif dans la position de repos qui correspond à un état déployé de celui-ci dans lequel les plaquettes rigides sont dans le prolongement l'une de l'autre et s'étendent longitudinalement sensiblement dans un même plan. La charnière 20 relie les plaquettes rigides entre elles. Du côté supérieur du dispositif, les plaquettes rigides sont prolongées l'une vers l'autre, au-dessus de la charnière, sur une partie de l'épaisseur du dispositif.

Sur cette partie de l'épaisseur, les plaquettes rigides 10, 12 sont prolongées de façon à former des chants 30 d'extrémité s'étendant transversalement et venant au contact l'un de l'autre dans la position angulaire déployée de façon à faire office de butée en compression longitudinale. Les chants 30 s'étendent selon toute la largeur des
 5 plaquettes rigides 10, 12 et permettent aussi de bloquer le dispositif selon l'invention en position angulaire déployée en interdisant le repliement de la charnière dans un sens, tout en autorisant le repliement de la charnière uniquement dans l'autre sens.

Dans ce premier mode de réalisation, le dispositif est formé
 10 d'une bande 15 de tissu de fibres en aramide (polyamide aromatique) disposée entre des lamelles supérieures 16, 17 et des lamelles inférieures 18, 19, les lamelles inférieures 18, 19 n'étant pas au contact l'une de l'autre (notamment à l'état déployé) mais sont suffisamment espacées pour permettre un repliement du dispositif alors que les lamelles supérieures 16, 17 sont juxtaposées l'une dans le
 15 prolongement de l'autre de façon à présenter des chants 30 au contact en position angulaire déployée. Les lamelles supérieures et inférieures peuvent être formées de tout matériau polymère ou composite à matrice polymère tel que défini ci-dessus en ce qui concerne les plaquettes rigides. La bande 15 de tissu est liée (par collage ou par copolymérisation ou fusion préalable des lamelles 16, 17, 18, 19) aux lamelles
 20 supérieures 16, 17 et aux lamelles inférieures 18, 19, la bande 15 n'est pas liée aux lamelles supérieures 16, 17 dans la zone de la bande 15 formant charnière. La bande 15 de tissu n'est liée aux lamelles supérieures 16, 17 qu'en regard des lamelles inférieures 18, 19. La plaquette rigide 10 comprend donc une partie de la bande 15 de tissu entre une lamelle supérieure 16 et une lamelle inférieure 18. La plaquette
 25 rigide 12 comprend donc une partie de la bande 15 de tissu entre une lamelle supérieure 17 et une lamelle inférieure 19.

Sur la figure 1, on ne peut donc pas voir la charnière, celle-ci étant recouverte par les plaquettes rigides prolongées l'une vers l'autre. La charnière 20 est visible sur la figure 2 représentant une vue en perspective du
 30 dispositif et permettant de visualiser la face inférieure du dispositif (à l'intérieur de la courbure des portions principales des plaquettes rigides).

La figure 3 représente le dispositif dans une position angulaire partiellement repliée, les deux plaquettes rigides formant entre elles un angle de l'ordre de 90° (ou l'une des deux plaquettes rigides ayant subi une rotation de l'ordre de 90° depuis la position angulaire déployée). Dans cette position angulaire, le long de la charnière les portions principales des plaquettes rigides présentent une courbure nulle ou plus faible que dans la position angulaire déployée. L'écartement des extrémités des plaquettes rigides au niveau de la charnière laisse apparaître la charnière 20. Dans la position représentée en figure 3, les portions latérales 11, 13 de chacune des plaquettes rigides 10, 12 sont en contact les unes avec les autres au cours du déploiement du dispositif et permettent d'éviter tout chevauchement ou toute superposition d'une plaquette rigide par l'autre plaquette rigide du dispositif.

La figure 4 représente une vue en perspective et du côté opposé à la charnière du dispositif dans une position angulaire entièrement repliée, l'une des deux plaquettes rigides ayant subi une rotation de l'ordre de 180° depuis la position angulaire déployée.

La figure 5 représente une vue de face et du côté de la charnière du dispositif dans une position angulaire entièrement repliée, l'une des deux plaquettes rigides ayant subi une rotation de l'ordre de 180° depuis la position angulaire déployée. On peut constater sur la figure 5 que la bande 15 de tissu est plus étirée aux extrémités des portions latérales 11, 13, la bande 15 de tissu étant en traction. La bande 15 de tissu est en traction dans des zones 3 des portions latérales et dans une zone 2 correspondant à la largeur de la portion principale des plaquettes rigides, les plaquettes rigides étant comprimées l'une vers l'autre par l'exercice d'une pression sur chacune de leurs portions principales. Dans la zone charnière du dispositif ainsi replié, les zones 2 et 3 de la bande 15 de tissu au niveau des portions latérales et de la portion principale, qui s'écartent en position angulaire repliée, sont en traction, ce qui génère un effort de rappel de chaque plaquette rigide procurant un meilleur guidage du dispositif lors de son retour en position de repos (position angulaire déployée). En conséquence, cela permet également d'empêcher toute superposition intempestive des plaquettes rigides entre elles. Un autre avantage lié à la présence des portions latérales consiste également à permettre d'obtenir un

dispositif plus robuste, capable d'accumuler plus d'énergie (à la façon d'un ressort) en position angulaire repliée qui permet, lorsque le dispositif est relâché ou libéré, un retour vers la position de repos avec un guidage fort procuré grâce à la présence des portions latérales. En d'autres termes, l'effort de rappel lié à la mise en traction

5 de la bande 15 de tissu améliore la force de déploiement du dispositif pour son retour spontané en position de repos. Cette « motorisation » (par déploiement spontané) est liée à l'augmentation de l'énergie accumulée par le dispositif déplacé hors de la position de repos. En outre, lors du repliement (déplacement des plaquettes rigides vers une position angulaire repliée), la surface en contact des

10 plaquettes rigides est accrue au niveau des portions latérales, ce qui a pour effet de diminuer la pression de contact et donc d'améliorer la résistance des plaquettes rigides ainsi que de prévenir toute délamination.

Un déploiement spontané du dispositif peut avoir lieu à partir de toute position angulaire distincte d'une position angulaire correspondant à la

15 position de repos (figure 1), notamment à partir d'une position repliée telle que représentée en figures 3 et 4 mais pourrait également avoir lieu spontanément à partir d'une position intermédiaire entre la position représentée en figure 1 et la position représentée en figure 3. En d'autres termes, il n'est pas absolument nécessaire de replier au maximum (tel que représenté en figure 4) le dispositif pour

20 pouvoir générer une force de rappel suffisante pour permettre un déploiement spontané.

Les figures 6 et 7 sont des vues en coupe longitudinale du dispositif représentant les plaquettes rigides 10 et 12 et la charnière 20 dans un état déployé (figure 6) et un état entièrement replié (figure 7).

25 Les figures 8 et 9 représentent des vues en coupe transversale du dispositif dans une position angulaire entièrement repliée, l'une des deux plaquettes rigides ayant subi une rotation de l'ordre de 180° depuis la position angulaire déployée. Sur la figure 8, les portions principales 4, 6 des plaquettes rigides 10, 12 sont aplaties (de sorte à être planes, au moins à l'endroit de la coupe représentée), les portions latérales apparaissant relevées vers l'extérieur. Le schéma

30 de la figure 8 correspond à un mode de réalisation tel que le premier mode de

réalisation représenté, dans lequel les portions latérales s'écartent dudit plus grand cercle inscrit au sein de la courbure de chaque portion principale et s'écartent notamment de la tangente audit plus grand cercle en un point correspondant à la jonction entre la portion principale et la portion latérale de la plaquette rigide. Sur la

5 figure 9, les portions principales 4, 6 des plaquettes rigides 10, 12 sont aplaties, chaque plaquette rigide apparaissant donc plane (au moins à l'endroit de la coupe représentée) sous l'application d'une contrainte de compression sur les portions principales des plaquettes rigides 10, 12. Le schéma de la figure 9 correspond à un

10 mode de réalisation dans lequel les portions latérales s'écartent dudit plus grand cercle inscrit au sein de la courbure de chaque portion principale en étant parallèles à la tangente audit plus grand cercle en un point correspondant à la jonction entre la portion principale et la portion latérale de la plaquette rigide.

Les portions latérales des plaquettes rigides et de la charnière permettent d'améliorer la stabilité du dispositif, et en particulier d'augmenter la

15 résistance en flexion transversale (c'est-à-dire la résistance à un effort tranchant) à l'état déployé comme dans un état au moins partiellement replié. En conséquence, les portions latérales des plaquettes rigides et de la charnière permettent d'améliorer la stabilité du dispositif lors de son déploiement ou de son repliement en procurant un effet de guidage. Dans le cas du premier mode de réalisation des figures 1 à 9,

20 cela permet en particulier d'éviter tout chevauchement des plaquettes rigides au niveau de la charnière au moment d'un déploiement du dispositif jusqu'à la position de repos représentée à la figure 1.

Les portions latérales des plaquettes rigides et de la charnière d'un dispositif selon l'invention permettent également d'éviter le chevauchement

25 des plaquettes.

Dans le mode de réalisation représenté, les plaquettes rigides 10, 12 présentent des chants 30 en regard qui sont des faces planes parallèles l'une à l'autre, lesdits chants 30 étant au contact l'un de l'autre en position déployée (position de repos).

30 Dans le deuxième mode de réalisation représenté sur les figures 10 à 12, le dispositif selon l'invention comprend deux plaquettes rigides 10

et 12 formées en matériau rigide plus rigide qu'une charnière 20 reliant les deux plaquettes rigides 10, 12. Chaque plaquette rigide 10, 12 présente une portion principale 4, 6 et des portions latérales 11, 13.

Les figures 11 et 12 sont des vues en coupe longitudinale du dispositif selon ce deuxième mode de réalisation représentant les plaquettes rigides 10 et 12 et la charnière 20 dans un état déployé rectiligne (figure 11) et dans un état entièrement replié (après une rotation de 180° de l'une des deux plaquettes rigides autour de la charnière) (figure 12).

Le dispositif selon ce deuxième mode de réalisation diffère du dispositif selon le premier mode de réalisation en ce qu'il ne présente pas lesdites lamelles inférieures 18, 19. Le dispositif est donc formé d'une bande 15 de tissu de fibres en aramide (polyamide aromatique) disposée sous les lamelles supérieures 16, 17, les lamelles supérieures 16, 17 étant juxtaposées l'une dans le prolongement de l'autre de façon à présenter des chants 30 au contact en position angulaire déployée.

Les lamelles supérieures peuvent être formées de tout matériau polymère ou composite à matrice polymère tel que défini ci-dessus en ce qui concerne les plaquettes rigides. La bande 15 de tissu est liée (par collage ou par copolymérisation ou fusion préalable des lamelles 16, 17, 18, 19) aux lamelles supérieures 16, 17, sauf dans une zone centrale correspondant à la charnière, la bande 15 n'étant pas liée aux lamelles supérieures 16, 17 dans une zone de la bande 15 formant charnière. La plaquette rigide 10 comprend donc une lamelle supérieure 16 disposée sur une partie de la bande 15 de tissu. La plaquette rigide 12 comprend donc une lamelle supérieure 17 disposée sur l'autre partie de la bande 15 de tissu. Dans les modes de réalisation représentés, l'épaisseur des plaquettes rigides et l'épaisseur de la charnière sont sensiblement identiques, l'épaisseur du dispositif étant sensiblement constante à l'état déployé.

Dans les premier et deuxième modes de réalisation représentés, la bande 15 de tissu s'étend selon toute la largeur et toute la longueur du dispositif mais la bande 15 de tissu pourrait également tout à fait s'interrompre avant sans s'étendre sur toute la largeur et/ou la longueur du dispositif, à partir du moment où elle relie les deux plaquettes rigides en formant une charnière 20.

La figure 13 représente une portion 60 d'un cercle susceptible d'être le plus grand cercle pouvant être inscrit au sein de la courbure de la portion principale d'une plaquette rigide d'un dispositif selon l'invention. Les portions de droite représentées dans le domaine 62 situé entre une droite 61 sécante à la portion de cercle 60 illustrent l'ensemble des positions accessibles (portions de droites représentées en pointillés dans le domaine 62) que peuvent prendre les portions latérales d'une plaquette rigide dans sa position de repos (en coupe transversale). Au sein du domaine 62 représenté en figure 13, les portions latérales peuvent également prendre d'autres formes que des portions de droites.

Les figures 14, 15 et 16 représentent une portion 60 du plus grand cercle inscrit au sein de la courbure de la portion principale 65 d'une plaquette rigide 1 d'un dispositif selon l'invention.

Dans le mode de réalisation illustré à la figure 14, les portions latérales 64 de la plaquette rigide 1 sont des portions de droite s'écartant dudit plus grand cercle inscrit et s'étendant dans une direction s'étendant entre ledit plus grand cercle inscrit et la droite 61 sécante à ce cercle.

Dans le mode de réalisation illustré à la figure 15, les portions latérales 66 de la plaquette rigide 1 sont des portions de droite s'écartant dudit plus grand cercle inscrit et parallèles à la droite 61 sécante à ce cercle.

Dans le mode de réalisation illustré à la figure 16, les portions latérales 66 de la plaquette rigide 1 sont des arcs de cercle s'écartant dudit plus grand cercle inscrit et s'étendant entre ledit plus grand cercle inscrit et la droite 61 sécante à ce cercle. En outre, les portions latérales 68 de la plaquette rigide 1 présentent une courbure de sens inverse à la courbure de la portion de cercle 60 de la portion principale de la plaquette rigide, le rayon des arcs de cercle des portions latérales 68 étant supérieur au rayon de l'arc de cercle 60.

Dans un troisième mode de réalisation représenté sur les figures 17 et 18, le dispositif selon l'invention comprend deux plaquettes rigides 40 et 41 formées en matériau rigide plus rigide qu'une charnière 50 reliant les deux plaquettes rigides 40, 41, les plaquettes rigides et la charnière 50 étant formés d'un même matériau dont l'épaisseur est plus faible en ce qui concerne la charnière 50,

de façon à permettre un repliement du dispositif par pivotement des plaquettes rigides 40, 41 autour de la charnière 50. Dans le mode de réalisation représenté aux figures 17 et 18, l'amincissement est réalisé sous la forme d'une rainure transversale formée dans la charnière 50 du côté supérieur du dispositif, la face inférieure de la charnière 50 étant plane. Toutefois, il pourrait également par exemple s'agir d'un amincissement présentant toute autre forme et pouvant également être ménagé dans la charnière 50 du côté inférieur du dispositif.

Le dispositif peut être formé d'un matériau choisi dans le groupe formé des matériaux polymères (thermoplastiques : polypropylènes, polyéthylènes, polystyrènes, polyéthers cétone, polychlorures de vinyle... ; ou thermodurcissables : résines polyester, résines époxy, résines phénoliques, résines polyimides, résines cyanate ester, résines de mélamine...), et des matériaux composites, notamment les matériaux composites à matrice polymère (thermoplastique ou thermodurcissable) au sein de laquelle s'étend au moins un renfort tel que des particules (minérales, céramiques ou encore métalliques), des tissus de fibres synthétiques (fibres de carbone, fibres de verre, fibres aramides, fibres de bore...), des fils de fibres synthétiques (fibres de polyamide, fibres de polyester, fibres de polyéthylène, fibres en polychlorure de vinyle (PVC) (chlorofibres), fibres acryliques, fibres de polypropylène, fibres de polyuréthane...), des fibres métalliques, des fibres de béryllium, des fibres céramiques, des fibres cellulosiques.

Chaque plaquette rigide 40, 41 présente :

- une portion principale 44, 45 élastique en flexion avec une forme au repos correspondant à un gauchissement selon une courbure de sens constant autour d'un axe sécant à la charnière, et
- des portions latérales 47, 48 s'étendant sur chaque côté des portions principales 44, 45 chaque portion latérale 47, 48 ayant une forme au repos s'écartant du plus grand cercle inscrit au sein de la courbure de chaque portion principale 44, 45.

Chaque portion principale 44, 45 est élastique en flexion avec une forme au repos correspondant à un gauchissement selon une courbure de sens

constant autour d'un axe sécant à la charnière, de sorte que les plaquettes rigides 40, 41 sont rappelées élastiquement vers leur position angulaire la plus proche de la forme au repos de leur portion principale.

La figure 18 est une vue en coupe longitudinale du dispositif selon ce troisième mode de réalisation représentant les plaquettes rigides 40 et 41 et la charnière 50 dans un état déployé.

Dans un quatrième mode de réalisation représenté sur les figures 19 à 21, le dispositif se distingue d'un dispositif selon le premier mode de réalisation en ce que les portions latérales se prolongent transversalement sous une forme distincte d'un plan mais présentant plusieurs portions de surfaces courbes, à la façon d'une tôle ondulée. Ceci permet de procurer un effort de rappel plus important de part et d'autre de chaque plaquette rigide et de procurer un meilleur guidage du dispositif lors du retour du dispositif vers sa position de repos que dans un dispositif selon le premier mode de réalisation, et donc d'obtenir un dispositif présentant une motorisation plus importante, c'est-à-dire une force de rappel vers la position de repos plus importante. Pour un dispositif présentant une même largeur et une même longueur, l'invention offre donc la possibilité de fournir un dispositif présentant un encombrement réduit, par rapport à l'encombrement d'un dispositif selon le premier mode de réalisation, selon l'épaisseur du dispositif (l'encombrement s'apparentant à l'amplitude crête à crête du dispositif). Le dispositif selon l'invention selon le quatrième mode de réalisation comprend deux plaquettes rigides 70 et 72 formées en matériau rigide plus rigide qu'une charnière 80 reliant les deux plaquettes rigides 70, 72. Les plaquettes rigides 70, 72 sont adaptées pour pouvoir être déplacées par pivotement autour de la charnière 80 entre une position angulaire déployée et au moins une position angulaire repliée, les plaquettes rigides 70, 72 formant entre elles, dans la position angulaire déployée, un angle supérieur à celui formé dans la position angulaire repliée.

Dans les quatre modes de réalisation précédents, l'angle formé par les plaquettes rigides entre elles se réfère à un angle saillant formé par les deux plaquettes (au moins en position repliée du dispositif). Toutefois, il est également

possible de prévoir que la position repliée du dispositif corresponde à une position dans laquelle l'angle formé entre les deux plaquettes est supérieur à 180° .

Les figures 22 à 25 représentent une portion 60 du plus grand cercle inscrit au sein de la courbure de la portion principale 65 d'une plaquette rigide
5 d'un dispositif selon l'invention.

Dans le mode de réalisation illustré à la figure 22, les portions latérales 69 de la plaquette rigide sont des arcs de cercle s'écartant dudit plus grand cercle inscrit et sécante à la droite 61 sécante au plus grand cercle inscrit. Les portions latérales 69 de la plaquette rigide présentent une courbure de sens inverse à
10 la courbure de la portion de cercle 60 de la portion principale de la plaquette rigide et le rayon des arcs de cercle des portions latérales 69 est inférieur au rayon de l'arc de cercle 60.

Dans le mode de réalisation illustré à la figure 23, les portions latérales de la plaquette rigide sont formées par des arcs de cercle 91 et 93 s'écartant
15 dudit plus grand cercle inscrit, les arcs de cercle 90 et 92 formant des portions principales (le rayon du plus grand cercle inscrit au sein de la courbure de la portion 90 étant supérieur au rayon du plus grand cercle inscrit au sein de la courbure des portions 92). Les arcs de cercle 91 de la plaquette rigide présentent une courbure de sens inverse à la courbure de la portion de cercle 60 de la portion principale de la
20 plaquette rigide. Les arcs de cercle 92 de la plaquette rigide présentent une courbure de sens inverse à la courbure des arcs de cercle 91 et les arcs de cercle 93 de la plaquette rigide présentent une courbure de sens inverse à la courbure des arcs de cercle 92.

Dans le mode de réalisation illustré à la figure 24, les portions
25 latérales de la plaquette rigide sont des arcs de cercle 96, 97 s'écartant dudit plus grand cercle inscrit. L'encombrement du dispositif présentant une section telle que représenté à la figure 24 est inférieur à celui du dispositif dont la section est représentée à la figure 22. Les arcs de cercle 96 de la plaquette rigide présentent une courbure de sens inverse à la courbure de la portion de cercle 60 de la portion
30 principale de la plaquette rigide. Les arcs de cercle 96 sont eux-mêmes prolongés

latéralement par des arcs de cercle 97 de la plaquette rigide présentant une courbure de sens inverse à la courbure des arcs de cercle 96.

Dans le mode de réalisation illustré à la figure 25, les portions latérales de la plaquette rigide sont des arcs de cercle 101, 99, 102, 104 et 105 s'écartant respectivement des plus grands cercles inscrits 106, 60 et 107 si l'on considère les arcs de cercle 100, 98 et 103 comme des portions principales de la plaquette rigide. La section transversale d'un dispositif tel que représenté en figure 25 présente la forme d'une portion de sinussoïde amortie. Entre l'arc de cercle 101 et l'arc de cercle 105 (de gauche à droite sur la figure 25), on constate que les arcs de cercles jouxtés un à un présentent des rayons décroissants, chaque arc de cercle présentant une courbure de sens inverse à la courbure de l'arc de cercle précédent et un rayon inférieur au rayon de l'arc de cercle précédent. Un tel dispositif peut notamment présenter un intérêt dans les cas où il est utile de contrôler le déploiement du dispositif depuis une position angulaire repliée de façon à éviter par exemple une collision avec un autre objet disposé à proximité dans le cadre du déploiement simultané de plusieurs instruments. En effet, compte tenu de la décroissance des rayons des portions principales et de la largeur des portions latérales, la zone comprenant l'arc de cercle 100 aura tendance à se déployer plus rapidement que la zone de la plaquette rigide comprenant l'arc de cercle 103.

Les figures 23 et 25 illustrent des dispositifs selon l'invention comprenant plusieurs portions principales au sein d'une même plaquette rigide, lesdites portions principales étant juxtaposées les unes par rapport aux autres latéralement et reliées entre elles par des portions latérales s'éloignant du plus grand cercle inscrit au sein de la courbure de chacune des portions principales.

Le prolongement des portions latérales des plaquettes rigides sous des formes telles qu'illustrées dans le quatrième mode de réalisation (figures 19 à 21) et aux figures 22 à 25 permet d'augmenter le couple de rappel vers la position de repos d'un dispositif et/ou d'en diminuer l'encombrement. Pour mieux comprendre, on peut par exemple considérer l'exemple d'un dispositif présentant une seule portion principale sur chaque plaquette rigide, la flèche de la portion principale étant par exemple de 30 mm, ce dispositif étant équivalent en termes de

force de rappel à un dispositif comprenant trois portions principales par plaquette rigide, la flèche de chaque portion principale étant alors de 10 mm (pour les mêmes dimensions par ailleurs).

L'ensemble des dispositifs selon l'invention permet
5 d'augmenter la durée de vie de dispositifs comprenant au moins une charnière en diminuant les contraintes résiduelles subies par les dispositifs et permet de diminuer considérablement les risques de dégradation en bordure, notamment de délamination, entre les matériaux formant ledit dispositif.

En outre, les dispositifs selon l'invention comprenant plusieurs
10 portions principales (et donc plus de trois portions latérales distinctes par plaquette rigide) présentent une force de rappel vers une position de repos du dispositif d'autant plus importante, permettant ainsi de procurer un excellent guidage au déploiement et d'empêcher toute superposition intempestive des plaquettes rigides d'un même dispositif entre elles. Les dispositifs selon l'invention comprenant
15 plusieurs portions principales permettent également de concevoir et de fabriquer des structures de plus grandes dimensions, et en particulier présentant des longueurs plus importantes, compte tenu de leur caractère d'auto-raidisement à la façon des raidisseurs « oméga ».

L'invention peut également faire l'objet de très nombreuses
20 applications différentes pour réaliser une charnière souple fiable et en particulier à déploiement spontané. En particulier, un dispositif selon l'invention s'applique avantageusement pour réaliser une structure dépliable (déployable) ou repliable (escamotable) sur un système spatial, par exemple un mât déployable après lancement.

Un dispositif selon l'invention peut par exemple également
25 servir pour le déploiement et/ou le support d'organes mécaniques et/ou de capteurs, pour des applications spatiales : panneaux photovoltaïques solaires de systèmes spatiaux, voile de freinage d'un satellite permettant d'en ajuster l'orbite, baffle de télescope, mât spatial... ; ou pour des applications terrestres dans lesquelles les
30 mêmes problèmes peuvent se poser : support en hauteur de caméra, détecteur, émetteur, récepteur, capteurs divers, panneaux d'affichage, pour la construction

d'abris provisoires, de tentes, de chapiteaux etc. Un tel dispositif pliable peut aussi plus généralement servir d'actionneur linéaire, et notamment être intégré au sein d'un mécanisme.

- 5 D'autre part, il est possible de prévoir que le dispositif ne s'étende pas dans un même plan à l'état déployé mais que l'état déployé corresponde à une conformation dans laquelle les plaquettes rigides forment entre elles un angle inférieur à 180° ou encore que le dispositif déployé présente une forme courbe (longitudinalement).

REVENDICATIONS

- 1/ - Dispositif comprenant une charnière film flexible (20) reliant deux plaquettes, dites plaquettes rigides (10, 12), plus rigides que ladite charnière (20) de façon à pouvoir être déplacées par pivotement des plaquettes rigides (10, 12) autour de la charnière (20) entre au moins une position angulaire déployée et une position angulaire repliée, les plaquettes rigides (10, 12) formant entre elles dans la position angulaire déployée un angle supérieur à celui formé dans la position angulaire repliée, et dans lequel :
- chaque plaquette rigide présente à partir de la charnière au moins une portion, dite portion principale (4, 6), élastique en flexion avec une forme au repos correspondant à un gauchissement selon une courbure de sens constant autour d'un axe sécant à la charnière, de sorte que les plaquettes rigides (10, 12) sont rappelées élastiquement vers leur position angulaire la plus proche de la forme au repos de leur portion principale,
 - caractérisé en ce que :
 - il existe un plus grand cercle inscrit au sein de ladite courbure de sens constant de chaque portion principale (4, 6) de chaque plaquette rigide (10, 12),
 - chaque plaquette rigide (10, 12) présente, à partir de la charnière, au moins une portion latérale (11, 13) s'étendant de chaque côté de la portion principale (4, 6), chaque portion latérale (11, 13) ayant une forme au repos s'écartant dudit plus grand cercle inscrit et à l'extérieur de celui-ci.
- 2/ - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la section droite transversale de chaque plaquette rigide est telle que chaque portion principale (4, 6) présente une forme au repos en arc de cercle et en ce que chaque portion latérale (11, 13) présente une forme au repos s'écartant dudit arc de cercle.
- 3/ - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la section droite transversale de chaque plaquette rigide (10, 12) présente une forme générale au repos distincte d'un arc de cercle.

4/ - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les plaquettes rigides (10, 12) sont rappelées élastiquement en flexion vers ladite au moins une position angulaire déployée.

5 4/ - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que chaque plaquette rigide (10, 12) comprend au moins une structure de renfort d'un matériau composite rigide qui la compose, apte à impartir une résistance au moins en traction et en compression longitudinales à ce matériau composite rigide, et une matrice au sein de laquelle s'étend la structure de renfort.

10 6/ - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ladite charnière (20) est formée d'au moins une couche de liaison d'une structure de renfort s'étendant en continuité et en commun entre lesdites plaquettes rigides.

15 7/ - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que ladite charnière (20) comprend au moins une matrice au sein de laquelle s'étend ladite couche de liaison d'une structure de renfort, la matrice de ladite charnière étant elle-même formée en matériau plus souple en flexion que celui constituant une matrice de matériau composite rigide de chaque plaquette rigide.

20 8/ - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que chaque portion principale (4, 6) de chaque plaquette rigide (10, 12) présente des courbures différentes dans la position angulaire déployée et dans la position angulaire repliée.

25 9/ - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que chaque portion principale (4, 6) de chaque plaquette rigide (10, 12) présente au moins une extrémité s'étendant le long de la charnière dont la courbure est nulle dans une position angulaire repliée.

30 10/ - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que chaque plaquette rigide (10, 12) présente au moins une butée d'extrémité en contact avec au moins une butée d'extrémité d'une plaquette rigide distincte, en présentant des chants (30) en regard, dans la position angulaire déployée, lesdites butées n'étant pas en contact dans la position angulaire repliée.

11/ - Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que lesdits chants (30) en regard sont agencés pour pouvoir faire office de butée en compression selon une direction normale aux chants tout en autorisant un repliement de la charnière (20) au moins dans un sens à partir de la position angulaire déployée.

12/ - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que chaque plaquette rigide (70, 72) comprend au moins deux portions principales reliées entre elles par au moins une portion latérale.

13/ - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que le nombre de portions principales de chacune des deux plaquettes rigides (70, 72) est identique et le nombre de portions latérales de chacune des deux plaquettes rigides (70, 72) est identique, au moins une portion latérale étant disposée entre deux portions principales d'une même plaquette rigide.

14/ - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que chaque portion latérale présente une forme au repos correspondant à un gauchissement selon une courbure, autour d'un axe sécant à la charnière, présentant un sens inverse à la courbure de la portion principale au côté de laquelle elle s'étend.

Fig 1

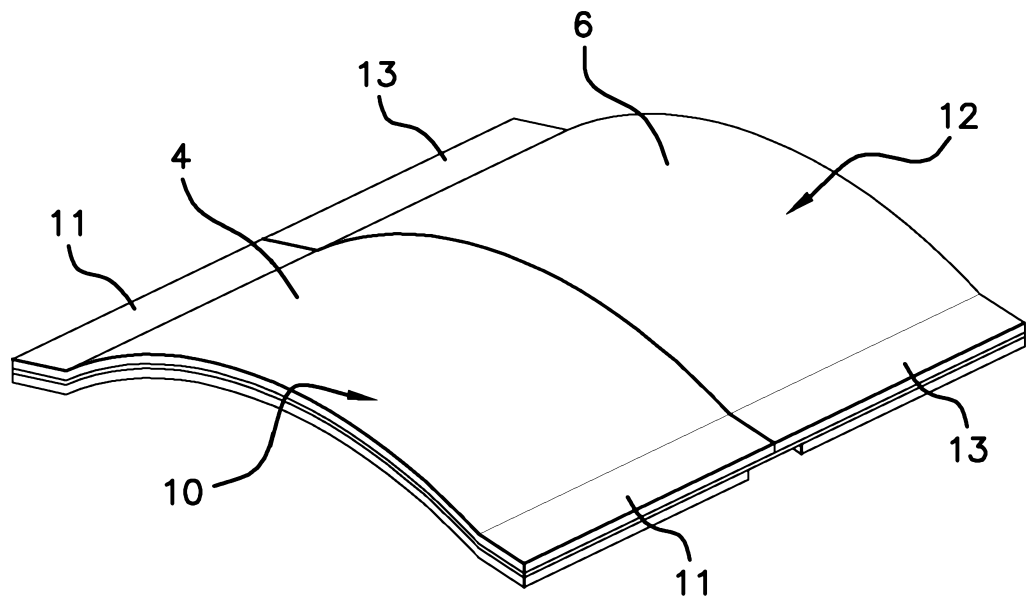


Fig 2

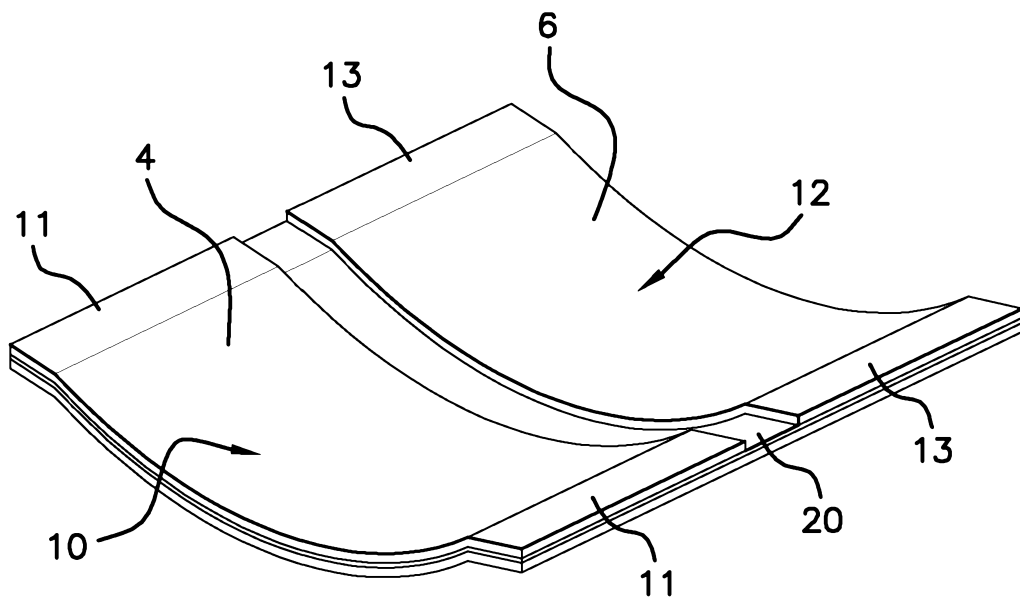


Fig 3

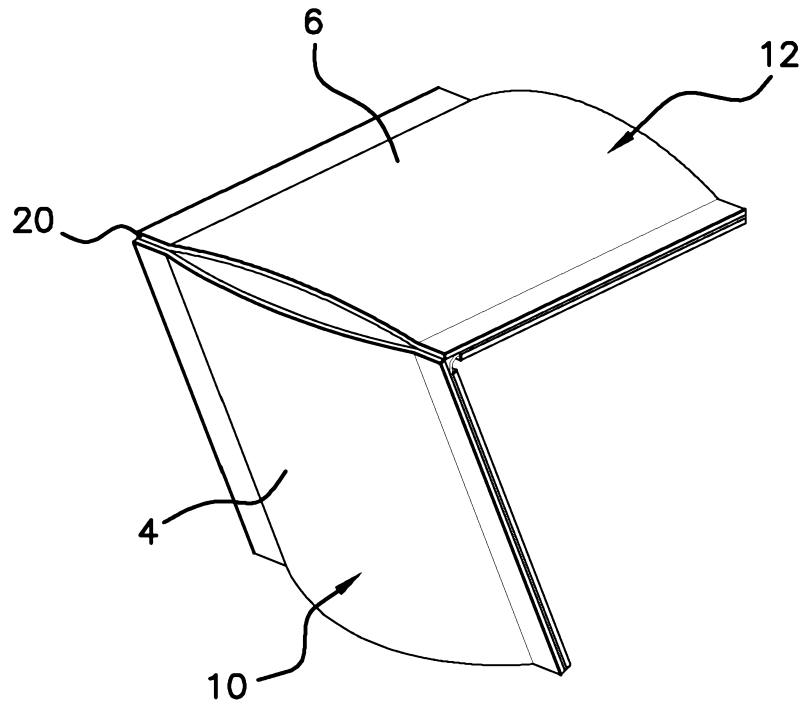


Fig 4

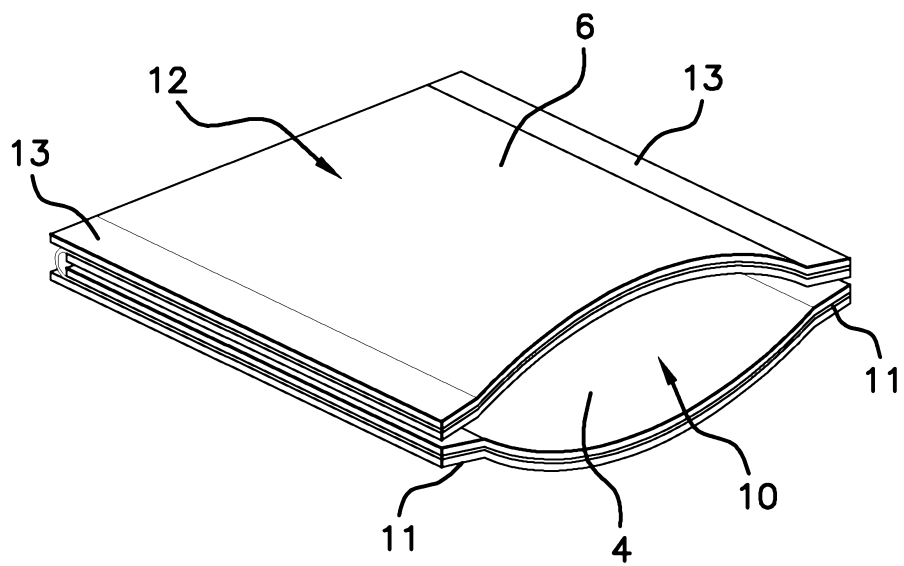


Fig 5

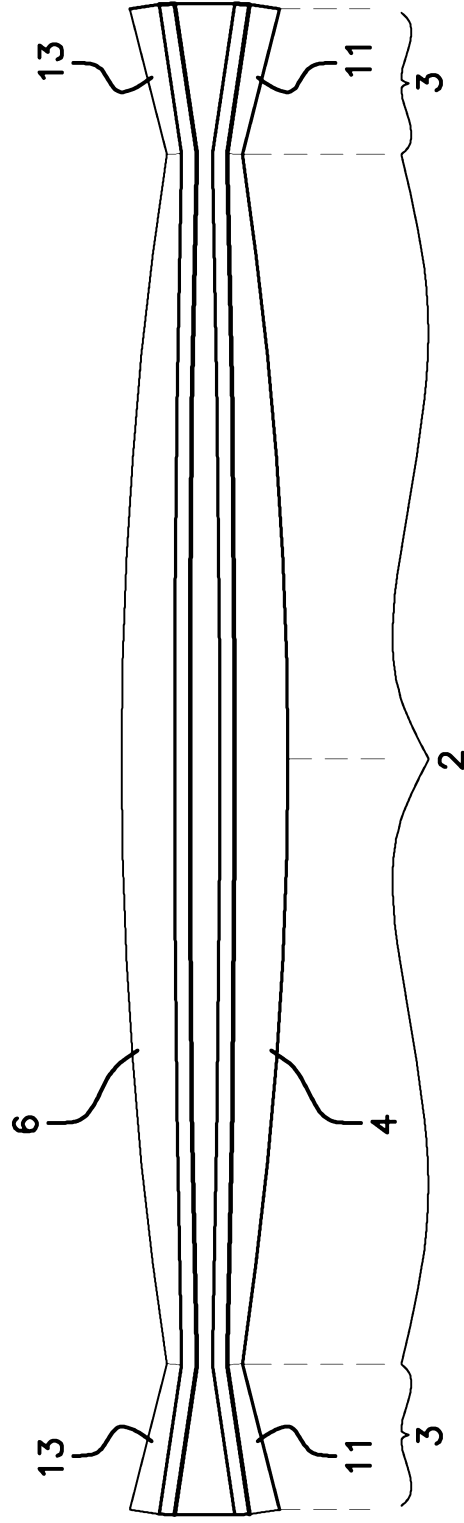


Fig 6

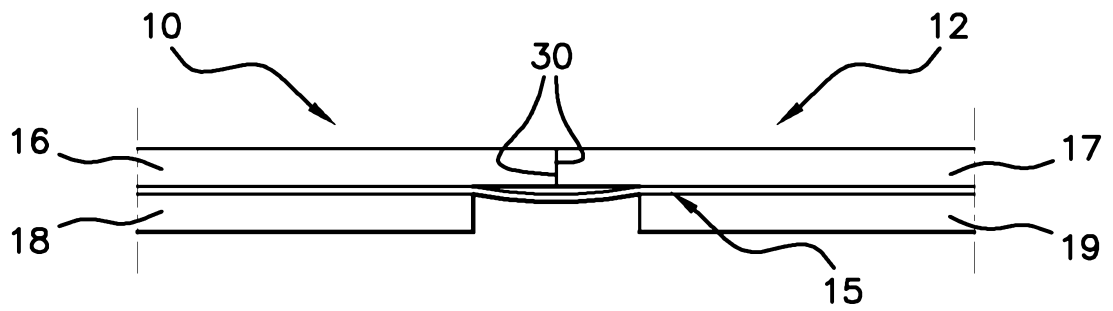


Fig 7

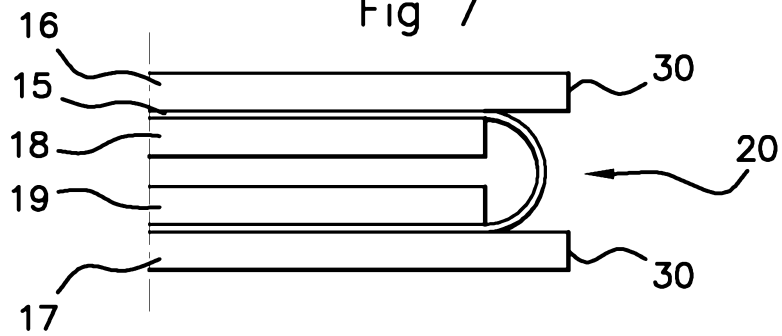


Fig 8

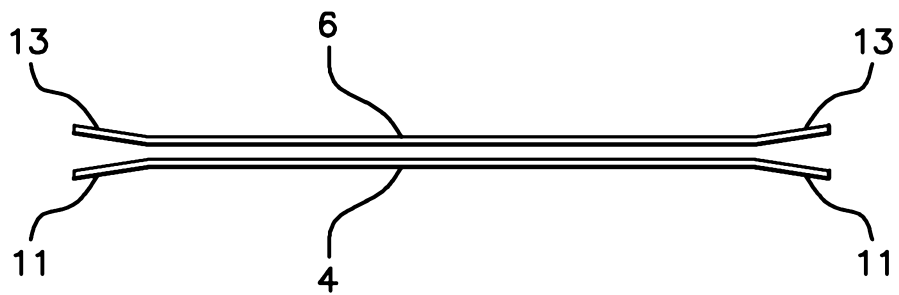


Fig 9

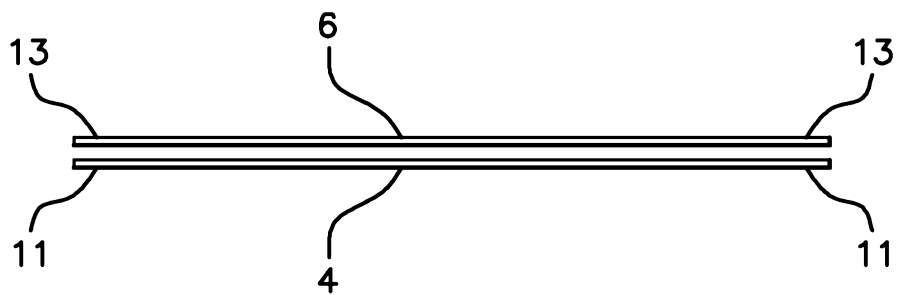


Fig 10

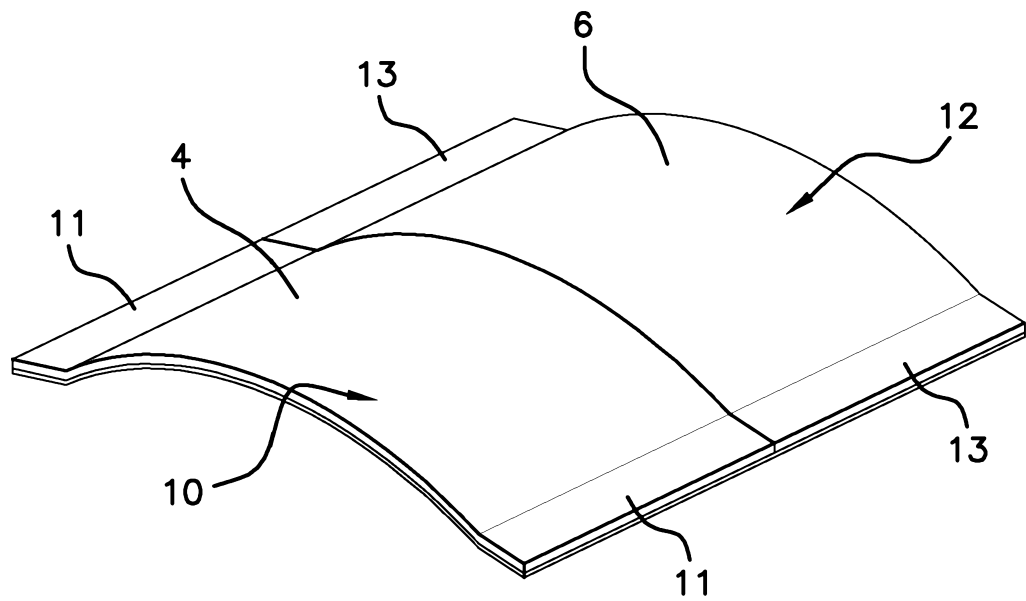


Fig 11

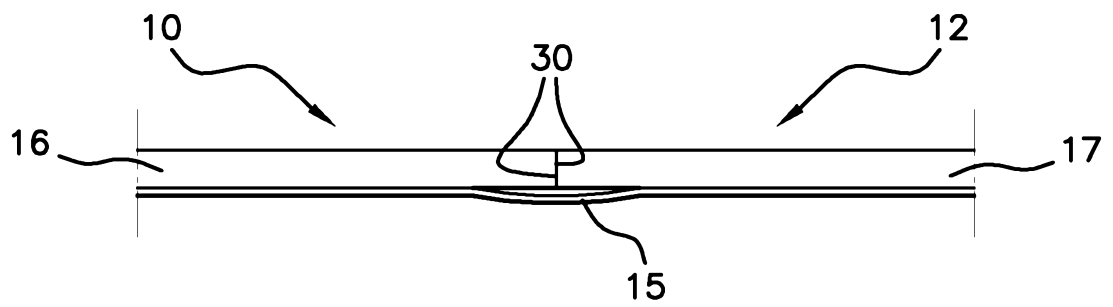


Fig 12

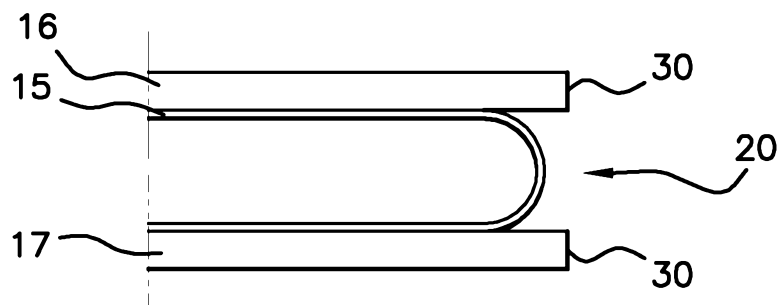


Fig 13

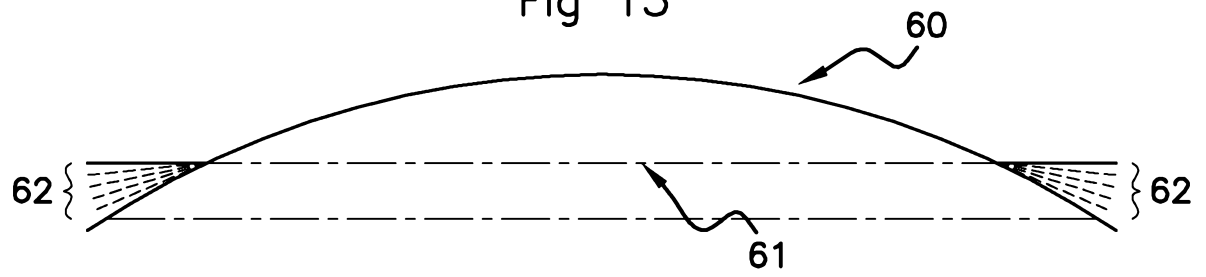


Fig 14

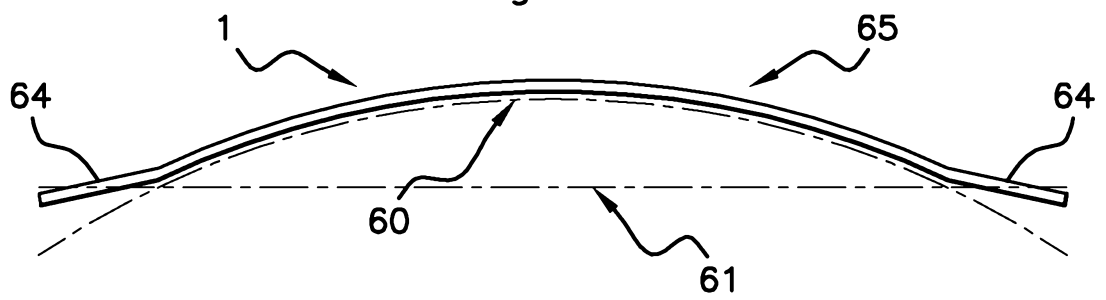


Fig 15

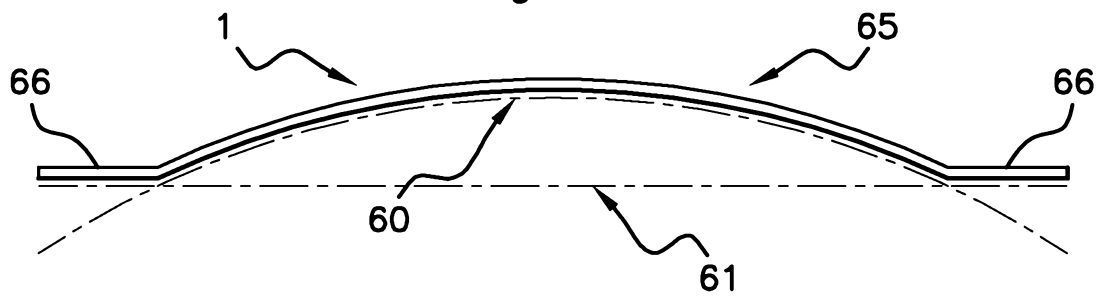
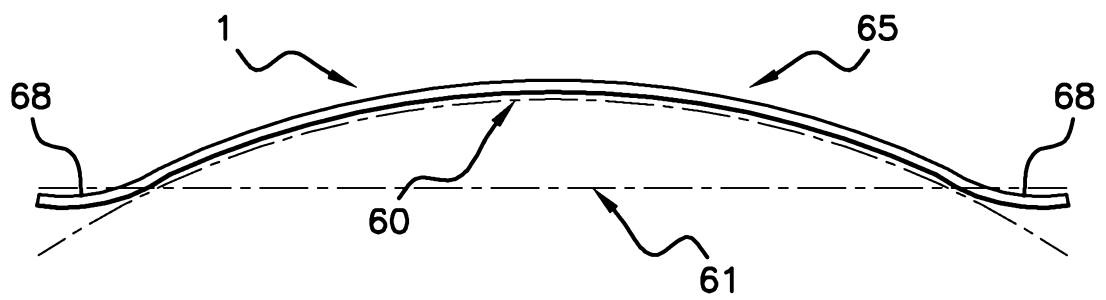


Fig 16



7/10

Fig 17

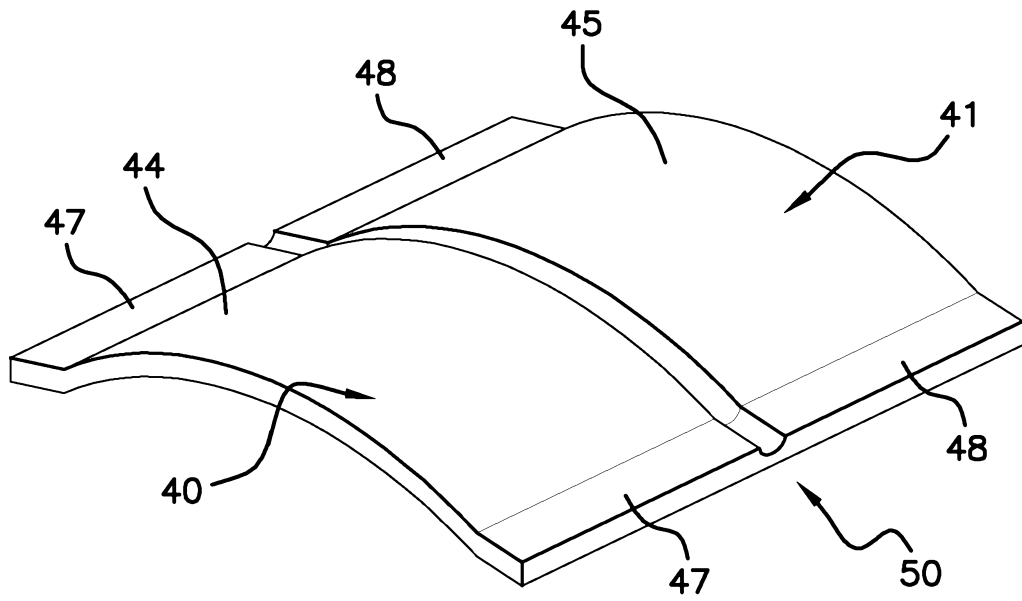


Fig 18

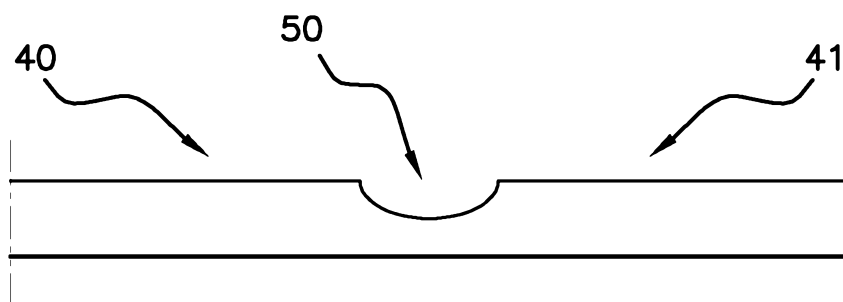
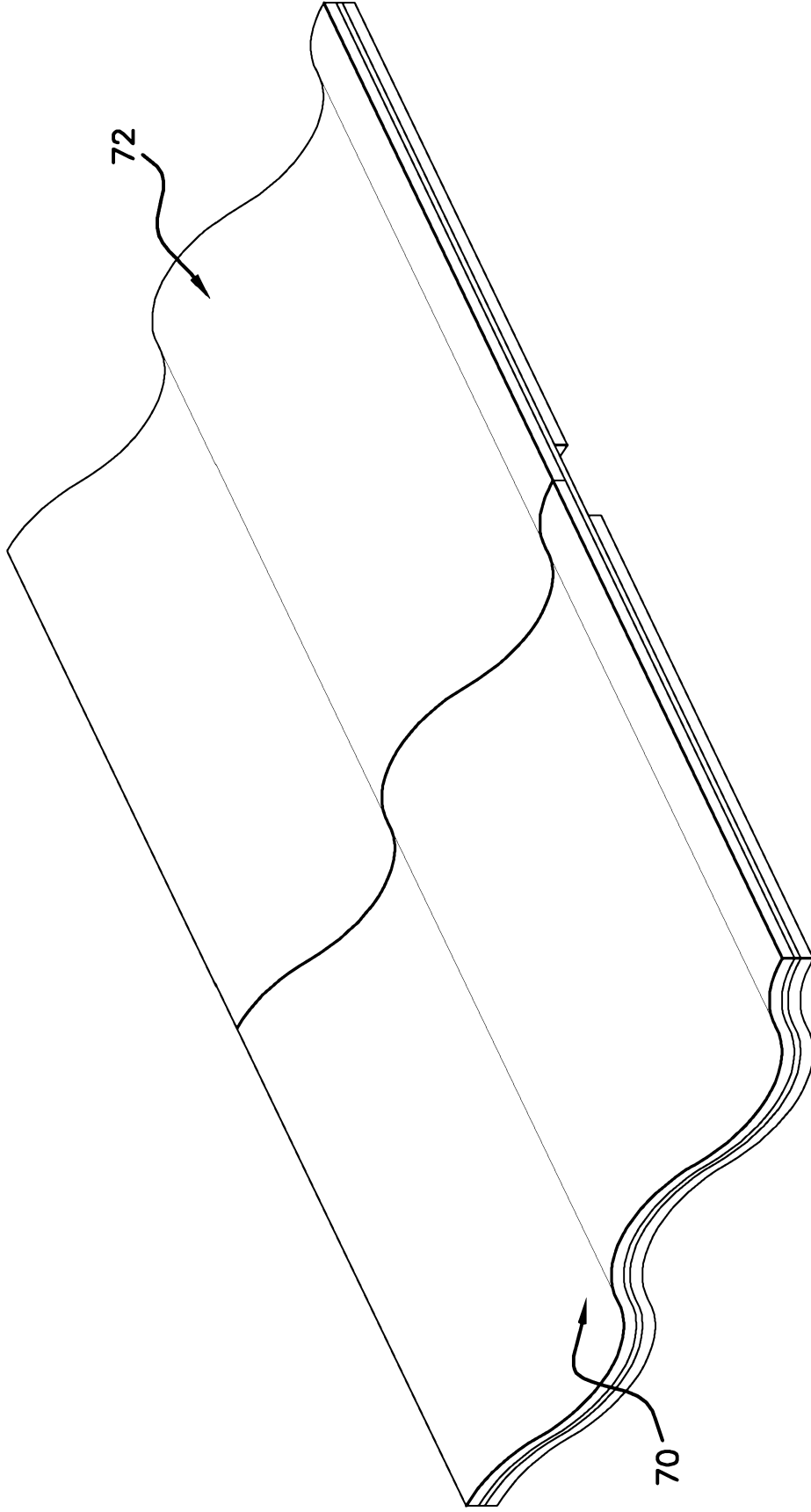


Fig 19



9/10

Fig 20

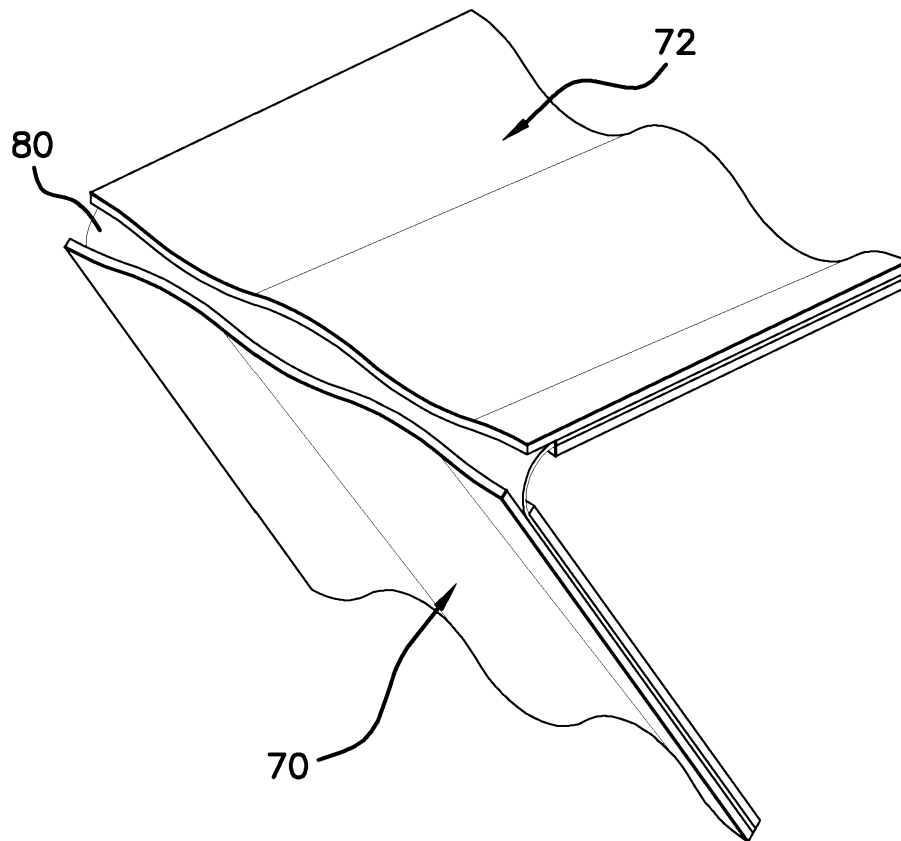
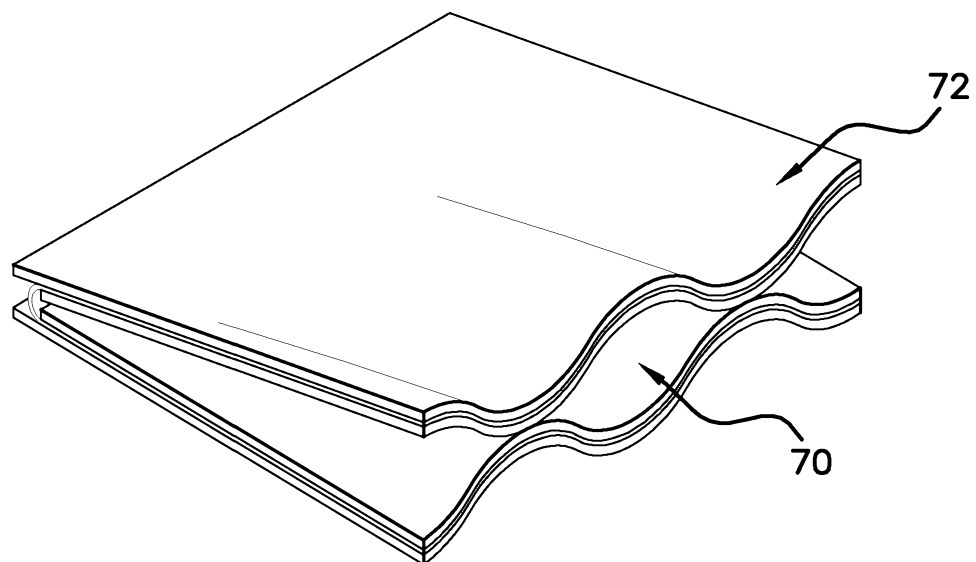


Fig 21



10/10

Fig 22

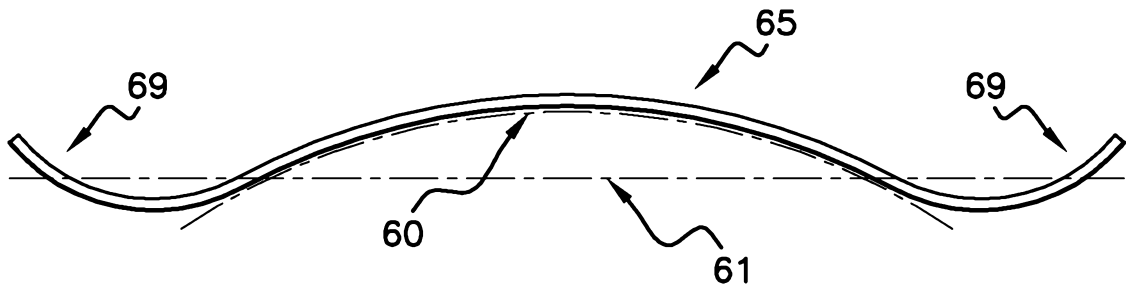


Fig 23

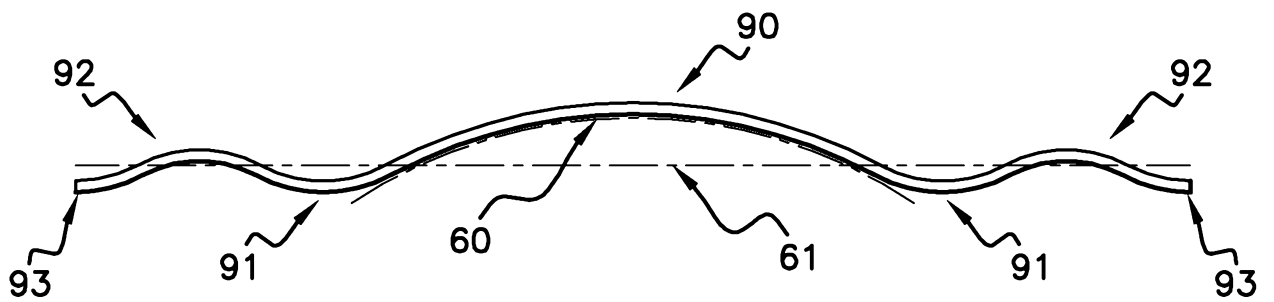


Fig 24

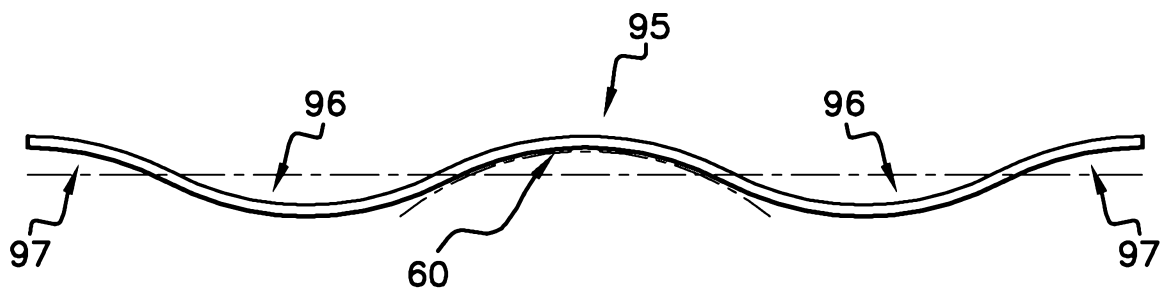
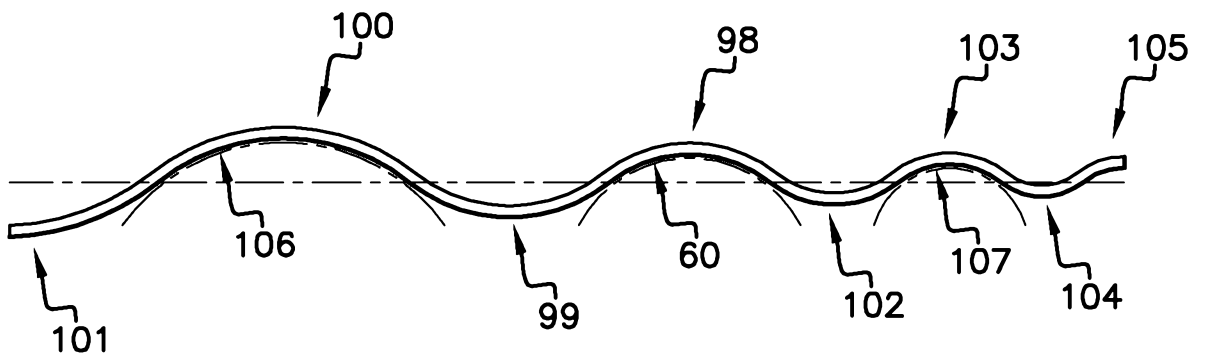


Fig 25



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 842654
FR 1755134

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 0 926 068 A1 (FOKKER SPACE BV [NL]) 30 juin 1999 (1999-06-30) * alinéas [0011], [0016], [0032]; figures 5,1a,1b,1c *	1-14	E05D1/02 E05F1/12 F16F1/18 B64G1/22
A	US 3 691 705 A (LUCKEY GEORGE R) 19 septembre 1972 (1972-09-19) * figure 1 *	1-14	
A,D	US 7 354 033 B1 (MURPHEY THOMAS W [US] ET AL) 8 avril 2008 (2008-04-08) * le document en entier *	1-14	
A	EP 0 360 694 A1 (AEROSPATIALE [FR]) 28 mars 1990 (1990-03-28) * le document en entier *	1-14	
A	WO 2010/034946 A1 (CENTRE NAT ETD SPATIALES [FR]; CASTERAS CHRISTOPHE [FR]) 1 avril 2010 (2010-04-01) * le document en entier *	1-14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B64G E05D H02S
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
7 février 2018		Cuiper, Ralf	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1755134 FA 842654**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **07-02-2018**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0926068 A1	30-06-1999	EP 0926068 A1	30-06-1999
		US 6091016 A	18-07-2000

US 3691705 A	19-09-1972	AUCUN	

US 7354033 B1	08-04-2008	AUCUN	

EP 0360694 A1	28-03-1990	EP 0360694 A1	28-03-1990
		FR 2636598 A1	23-03-1990
		JP H03502566 A	13-06-1991
		WO 9003310 A1	05-04-1990

WO 2010034946 A1	01-04-2010	EP 2340344 A1	06-07-2011
		ES 2498092 T3	24-09-2014
		FR 2936551 A1	02-04-2010
		US 2011177279 A1	21-07-2011
		WO 2010034946 A1	01-04-2010
