

(19)



(11)

EP 2 006 951 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
24.12.2008 Bulletin 2008/52

(51) Int Cl.:
H01P 1/30 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08158032.6**

(22) Date de dépôt: **11.06.2008**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
 HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
 RO SE SI SK TR**
 Etats d'extension désignés:
AL BA MK RS

(72) Inventeurs:
 • **Lagrosse, Joël**
31320 CASTANET TOLOSAN (FR)
 • **Bugada, Dominique**
31190, LABRUYERE DORSA (FR)

(30) Priorité: **22.06.2007 FR 0704504**

(74) Mandataire: **Esselin, Sophie et al**
Marks & Clerk France
Conseils en Propriété Industrielle
Immeuble " Visium "
22, avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(71) Demandeur: **THALES**
92200 Neuilly sur Seine (FR)

(54) Dispositif mécanique de compensation en température pour guide d'onde à stabilité de phase

(57) La présente invention concerne un dispositif mécanique de compensation pour guide d'onde (1). Plus précisément, la présente invention propose une technologie permettant d'assurer une stabilité de phase dans un guide d'onde (1) soumis à des dilatations et à des contractions du fait de variations de températures.

longitudinales (2,3) taillées dans la masse et solidaires du guide d'onde (1), induisent, du fait d'un écart important entre les coefficients de dilatation thermique respectifs du guide d'onde (1) et des actionneurs, une rotation des nervures longitudinales (2,3) sur elles-mêmes venant déformer les petits côtés (4,5) du guide d'onde (1) lorsque ledit guide d'onde (1) se dilate ou contracte en fonction des variations de température.

Pour cela, des actionneurs, pouvant être constitués de paires de bretelles (8-9,10-11), reliés à des nervures

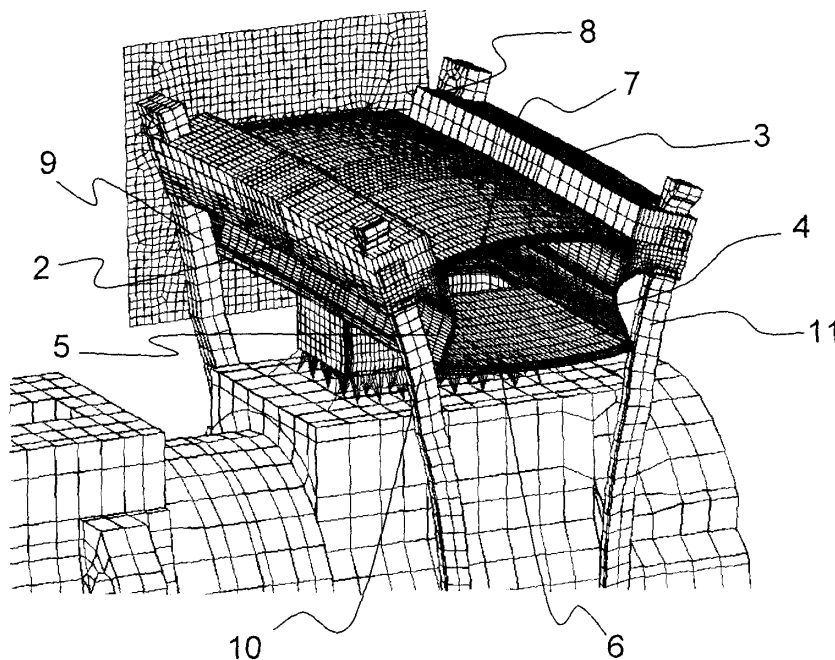


FIG.3b

EP 2 006 951 A1

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif mécanique de compensation pour guide d'onde. Plus précisément, la présente invention propose une solution utilisant une technologie permettant d'assurer une stabilité de phase dans un guide d'onde soumis à des dilatations et à des contractions du fait de variations de températures.

[0002] En particulier, dans le cas de multiplexeurs-démultiplexeurs (ou Omux) intégrés par exemple à des instruments spatiaux, et comprenant des guides d'onde spécifiques couramment appelés manifolds, les variations de températures peuvent être importantes. Ces manifolds pouvant typiquement être constitués d'aluminium, dont le coefficient de dilatation thermique (ou CTE pour Coefficient of Thermal Expansion) vaut 23 ppm, les déformations induites par ces variations de températures sont telles que des déphasages sont introduits dans les ondes guidées. Ces déphasages entraînent un dysfonctionnement de l'équipement; il peut par exemple survenir des désadaptations de canaux dans des Omux.

[0003] Pour corriger ce problème, plusieurs technologies ont été mises au point. La première méthode consiste à réaliser le guide d'onde et le manifold dans un matériau dont le coefficient de dilatation thermique est le plus petit possible. En effet, des matériaux tels que l'Invar™ ont un coefficient de dilatation thermique qui peut descendre à 0,5 ppm, ce qui les rend très peu déformable vis-à-vis de variations de températures. Cependant, pour des raisons pratiques, liées en particulier au fait que les guides d'onde sont montés dans des équipements spatiaux généralement réalisés dans des matériaux légers, dont les coefficients de dilatation thermique sont souvent élevés, comme de l'aluminium par exemple, des solutions de compensation mécanique sont recherchées, notamment pour fonctionner avec des guides d'onde en aluminium. En effet, un écart trop important entre le coefficient de dilatation thermique du manifold et celui de l'équipement complet sur lequel il est monté induit des contraintes mécaniques importantes. Pour réduire ces contraintes, il faut homogénéiser les coefficients de dilatation thermique.

[0004] Ainsi, il est aujourd'hui connu qu'il est possible de compenser la dilatation thermique d'un guide d'onde de section rectangulaire en appliquant une déformation sur ses petits côtés de façon à assurer une stabilité de phase. Une technologie existante consiste à déformer les petits côtés du guide d'onde en venant appuyer ou tirer sur ses petits côtés par l'intermédiaire de pièces d'écartement se déplaçant selon un axe orthogonal aux petits côtés du guide d'onde.

[0005] Cependant, ces technologies nécessitent généralement l'utilisation de vastes plaques en Invar™ (ou autre matériau à coefficient de dilatation thermique similaire), parallèles aux grands côtés du guide d'onde et venant maintenir l'écartement entre elles. La présence de ces plaques augmente l'encombrement lié au guide

d'onde.

[0006] Pour pallier cet inconvénient, l'invention propose l'utilisation d'actionneurs en Invar™ (ou autre matériau à coefficient de dilatation thermique faible) qui, sous l'effet d'une variation de température, mettent en rotation des nervures longitudinales, désaxées, taillées dans la masse et solidaires du guide d'onde, venant déformer les petits côtés du guide d'onde.

[0007] A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de guide d'onde compensé comportant un guide d'onde présentant :

- un premier coefficient de dilatation thermique,
- au moins un grand côté et au moins un petit côté,

ledit petit côté présentant un axe médian et le guide d'onde comportant en outre au moins une nervure longitudinale présentant une surface au moins partiellement commune avec le petit côté du guide d'onde sur environ la moitié de la largeur dudit petit côté, ladite nervure longitudinale étant désaxée par rapport à l'axe médian du petit côté du guide d'onde, et taillée dans la masse du guide d'onde, caractérisé en ce qu'il comprend, au contact de la nervure longitudinale, des moyens de mise en rotation de ladite nervure longitudinale sur elle-même, entraînant une déformation du petit côté du guide d'onde.

[0008] Avantageusement, le guide d'onde présente une section rectangulaire et comprend donc deux petits côtés et deux grands côtés.

Avantageusement, les moyens de mise en rotation de la nervure longitudinale comportent au moins un élément peu thermodéformable, présentant un deuxième coefficient de dilatation thermique inférieur au premier coefficient de dilatation thermique.

Avantageusement, le deuxième coefficient de dilatation thermique est inférieur au premier coefficient de dilatation thermique d'un facteur au moins égal à cinq. Avantageusement, les moyens de mise en rotation de la nervure longitudinale sont constitués d'un bilame comprenant au moins l'élément peu thermodéformable, présentant le deuxième coefficient de dilatation thermique, et un élément complémentaire présentant un troisième coefficient de dilatation thermique supérieur au deuxième coefficient de dilatation thermique.

Avantageusement, l'élément peu thermodéformable du bilame est en Invar™ et l'élément complémentaire du bilame est en aluminium.

Avantageusement, les moyens de mise en rotation de la nervure longitudinale comprennent un premier type de paire de bretelles correspondant à l'élément peu thermodéformable, et une entretoise présentant le premier coefficient de dilatation thermique, solidaire du guide d'onde, et s'interposant entre lesdites bretelles.

Avantageusement, les bretelles sont en Invar™, le guide d'onde et l'entretoise en aluminium.

Avantageusement, les moyens de mise en rotation de la nervure longitudinale comprennent un châssis présentant un quatrième coefficient de dilatation thermique su-

périeur au deuxième coefficient de dilatation thermique et un second type de paire de bretelles correspondant à l'élément peu thermodéformable et assurant en outre la liaison entre ladite nervure longitudinale et ledit châssis. Avantageusement, le dispositif comprend deux nervures longitudinales, opposées, et séparées par un grand côté du guide d'onde, et deux paires de bretelles du second type de paires de bretelles reliées aux extrémités desdites nervures longitudinales.

Avantageusement, les paires de bretelles sont en Invar™, le châssis en aluminium ou en titane et le guide d'onde en aluminium ou en titane.

Avantageusement, les paires de bretelles sont en titane, le châssis et le guide d'onde en aluminium.

[0009] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard des dessins annexés qui représentent :

- la figure 1: la courbe des déformations à appliquer à un guide d'onde en aluminium à 85°C en vue d'assurer une stabilité de phase au sein du guide d'onde ;
- la figure 2a : le schéma du principe de l'invention à température nominale (pas de déformation) ;
- la figure 2b : le schéma du principe de l'invention à température élevée (déformation du guide d'onde) ;
- la figure 3a : l'illustration schématique d'un exemple de dispositif selon l'invention à température nominale (pas de déformation) ;
- la figure 3b : l'illustration schématique d'un exemple de dispositif selon l'invention mettant en avant la déformation du guide d'onde par rotation de nervures sur elles-mêmes ;
- La figure 4 : le schéma d'un autre exemple de dispositif selon l'invention.

[0010] La figure 1 représente une simulation des déformations à appliquer aux petits côtés d'un guide d'onde en aluminium de section rectangulaire afin d'y assurer une stabilité de phase. De façon simplifiée, on considère un profil de déformation de forme trapézoïdale isocèle dont la petite base est appelée profil plat. Alors, pour une compensation théoriquement parfaite, la courbe de la figure 1 indique la somme des déformations à appliquer aux petits côtés en fonction de la taille du profil plat, et ce à 85°C, pour une température étant passée de 20°C à 85°C. Le pire cas, correspondant à un profil plat nul, c'est-à-dire à une déformation triangulaire, imposerait une compensation totale de 142 µm, soit 71 µm sur chacun des petits côtés. En pratique, la déformation étant plutôt courbe, le besoin en compensation est typiquement de l'ordre de 50 µm sur les deux petits côtés. De telles déformations sont atteintes grâce au dispositif de compensation mécanique décrit ci-après.

[0011] La figure 2a présente un schéma du dispositif selon l'invention à température normale. Il n'y a pas de déformation. Le guide d'onde 1 présente une section rectangulaire. Il comprend deux grands côtés 6 et 7 et deux petits 4 et 5 côtés. Deux nervures longitudinales 2 et 3

sont par ailleurs taillées dans la masse et solidaire du guide d'onde 1. Ces nervures longitudinales 2 et 3 possèdent une surface commune avec respectivement les petits côtés 4 et 5 du guide d'onde 1 sur approximativement la moitié de la largeur de ces petits côtés. Elles sont en outre parallèles entre elles et désaxées par rapport à l'axe médian des petits côtés 4 et 5.

[0012] La figure 2b présente le comportement du dispositif selon l'invention lors d'un échauffement. Le principe consiste à provoquer une déformation des petits côtés 4 et 5 du guide d'onde par rotation des nervures longitudinales 2 et 3.

Pour mettre en rotation ces nervures longitudinales 2 et 3, il est par exemple possible d'utiliser des actionneurs tels que des bilames. Ceux-ci sont typiquement constitués de deux plaques de matériaux présentant des coefficients de dilatation thermique très différents, tels que de l'Invar™ et de l'aluminium. Sous l'effet d'une variation de température, le bilame se déforme et, judicieusement positionné au contact d'une nervure longitudinale, la met en rotation. Mais d'autres moyens, préférés, peuvent également être mis en oeuvre, tels que ceux décrits ci-après.

[0013] Les figures 3a et 3b permettent d'expliquer comment les nervures longitudinales peuvent être mises en rotation.

[0014] La figure 3a illustre le dispositif monté sur un quelconque Omux (non complètement représenté) ; le châssis 12 est typiquement en aluminium. Chaque extrémité des deux nervures longitudinales 2 et 3 est reliée au châssis 12 de l'Omux par l'intermédiaire de bretelles 8, 9, 10 et 11 constituées d'un matériau présentant un coefficient de dilatation thermique faible, tel que de l'Invar™ par exemple. Les bretelles 8 et 9 d'une part et 10 et 11 d'autre part se rejoignent au niveau du châssis en une base commune, du même matériau que les bretelles proprement dites. Ainsi, l'écartement entre les bretelles est quasiment constant, quelle que soit la température. En revanche, le guide d'onde 1 se dilate ou se contracte lorsque la température augmente ou diminue, étant constitué d'un matériau à coefficient de dilatation thermique élevé, tel que de l'aluminium

[0015] En conséquence, comme le montre la figure 3b, qui est un agrandissement de la zone du guide d'onde 1 de la figure 3a, lorsque le guide d'onde 1 se dilate, l'écartement étant constant entre les bretelles 8 et 9 d'une part et 10 et 11 d'autre part, les efforts de traction et de pression s'exerçant sur les bretelles 8, 9, 10 et 11 sont transmis aux nervures 2 et 3 qui effectuent une rotation sur elles-mêmes et viennent déformer les petits côtés 4 et 5 du guide d'onde 1.

[0016] En venant déformant les petits côtés 4 et 5 du guide d'onde 1, on parvient à compenser mécaniquement le déphasage introduit par la dilatation du guide d'onde. Le principe est de régler les longueurs électriques du guide d'onde 1 afin de corriger les déphasages introduits par sa dilatation.

[0017] La figure 4 présente un autre exemple de mise

en oeuvre du dispositif selon l'invention. Plus précisément, la figure 4 présente le schéma d'une section d'un guide d'onde compensé selon l'invention. Le différentiel thermoélastique entre les bretelles 13 et 14, typiquement en Invar™ et l'ensemble entretoise 15 - guide d'onde 1, typiquement en aluminium, entraîne une rotation des nervures 2 et 3 sur elle-même lors d'une variation de température. Du fait d'un coefficient de dilatation thermique plus élevé, le guide d'onde 1 et l'entretoise 15 vont en effet se contracter ou se dilater beaucoup plus que les bretelles 13 et 14. Des efforts de traction et de pression vont donc naître et mettre les nervures 2 et 3 en rotation. En conséquence, les nervures 2 et 3 vont venir déformer les petits côtés 4 et 5 du guide d'onde 1. En réglant correctement cette déformation, le dispositif garantit une stabilité de phase au sein du guide d'onde 1.

[0018] En résumé, l'invention a pour principal avantage d'assurer une stabilité de phase au sein d'un guide d'onde de coefficient de dilatation thermique potentiellement élevé et soumis à des variations de températures importantes par l'intermédiaire d'un dispositif mécanique.

Revendications

1. Dispositif de guide d'onde compensé comportant un guide d'onde (1) présentant :

- un premier coefficient de dilatation thermique,
- au moins un grand côté (6,7) et au moins un petit côté (4,5),

ledit petit côté (4,5) présentant un axe médian et le guide d'onde (1) comportant en outre au moins une nervure longitudinale (2,3) présentant une surface au moins partiellement commune avec le petit côté (4,5) du guide d'onde (1) sur environ la moitié de la largeur dudit petit côté (4,5), ladite nervure longitudinale (2,3) étant désaxée par rapport à l'axe médian du petit côté (4,5) du guide d'onde (1), et taillée dans la masse du guide d'onde (1), **caractérisé en ce qu'il** comprend, au contact de la nervure longitudinale (2,3), des moyens de mise en rotation de ladite nervure longitudinale (2,3) sur elle-même, entraînant une déformation du petit côté (4,5) du guide d'onde (1).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le guide d'onde (1) présente une section rectangulaire et comprend donc deux petits côtés (4,5) et deux grands côtés (6,7).

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** les moyens de mise en rotation de la nervure longitudinale (2,3) comportent au moins un élément peu thermodéformable, présentant un deuxième coefficient de dilatation

thermique inférieur au premier coefficient de dilatation thermique.

4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le deuxième coefficient de dilatation thermique est inférieur au premier coefficient de dilatation thermique d'un facteur au moins égal à cinq.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 4, **caractérisé en ce que** les moyens de mise en rotation de la nervure longitudinale (2,3) sont constitués d'un bilame comprenant au moins l'élément peu thermodéformable, présentant le deuxième coefficient de dilatation thermique, et un élément complémentaire présentant un troisième coefficient de dilatation thermique supérieur au deuxième coefficient de dilatation thermique.

6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'élément peu thermodéformable du bilame est en Invar™ et l'élément complémentaire du bilame est en aluminium.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 4, **caractérisé en ce que** les moyens de mise en rotation de la nervure longitudinale (2,3) comprennent un premier type de paire de bretelles (13-14) correspondant à l'élément peu thermodéformable, et une entretoise (15) présentant le premier coefficient de dilatation thermique, solidaire du guide d'onde (1), et s'interposant entre lesdites bretelles (13,14).

8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les bretelles (13,14) sont en Invar™, le guide d'onde (1) et l'entretoise (15) en aluminium.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 4, **caractérisé en ce que** les moyens de mise en rotation de la nervure longitudinale (2,3) comprennent un châssis (12) présentant un quatrième coefficient de dilatation thermique supérieur au deuxième coefficient de dilatation thermique et un second type de paire de bretelles (8-9,10-11) correspondant à l'élément peu thermodéformable et assurant en outre la liaison entre ladite nervure longitudinale (2,3) et ledit châssis (12).

10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'il** comprend deux nervures longitudinales (2,3), opposées, et séparées par un grand côté (6,7) du guide d'onde (1), et deux paires de bretelles (8-9,10-11) du second type de paires de bretelles reliées aux extrémités desdites nervures longitudinales.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 10, **caractérisé en ce que** les paires de bretelles

(8-9, 10-11) sont en Invar™, le châssis en aluminium ou en titane et le guide d'onde (1) en aluminium ou en titane.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 10, **caractérisé en ce que** les paires de bretelles (8-9, 10-11) sont en titane, le châssis et le guide d'onde (1) en aluminium.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

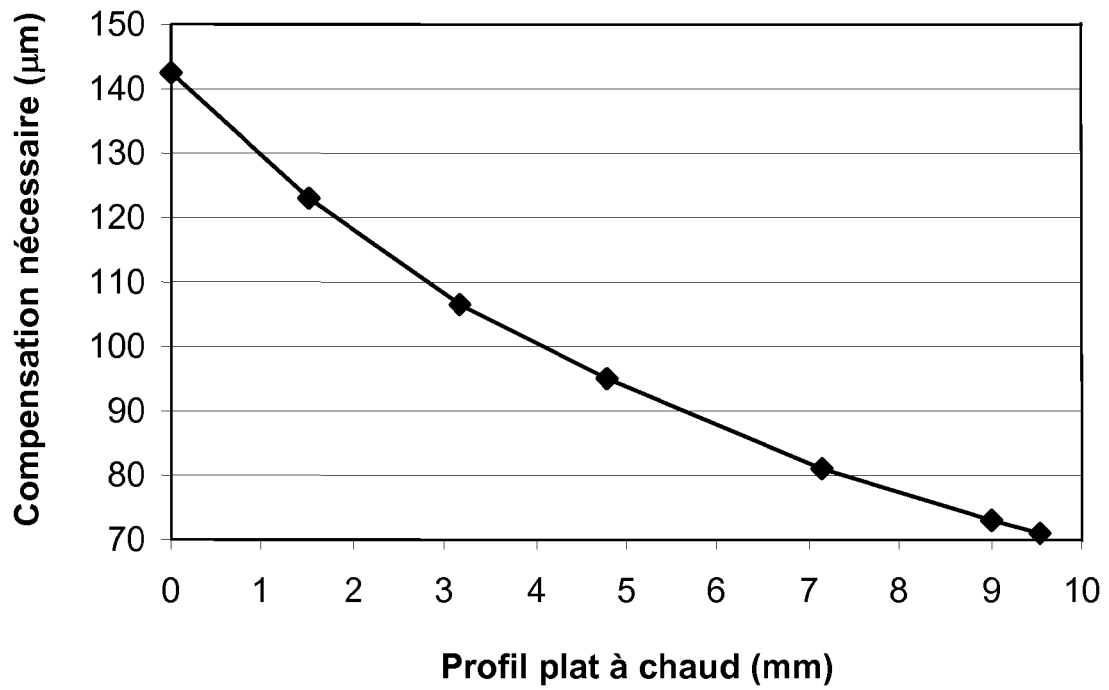


FIG.1

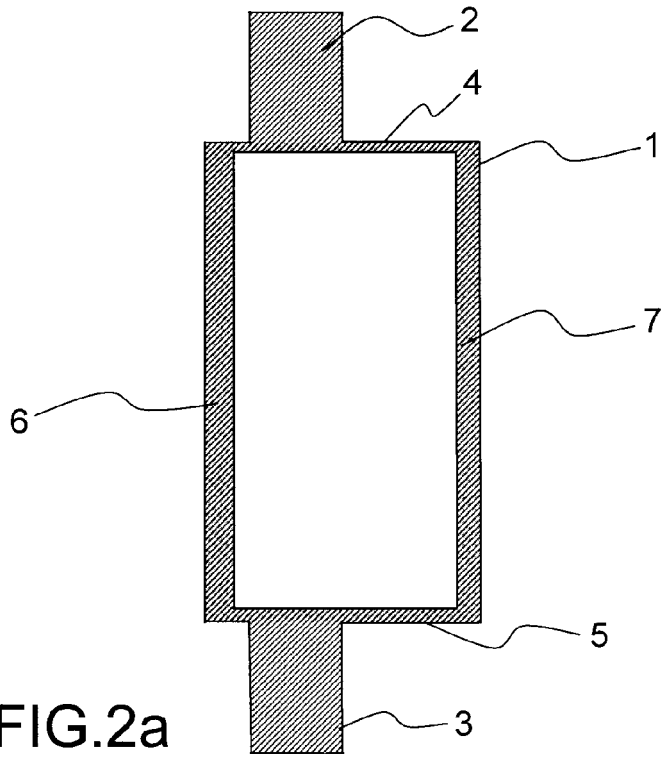


FIG. 2a

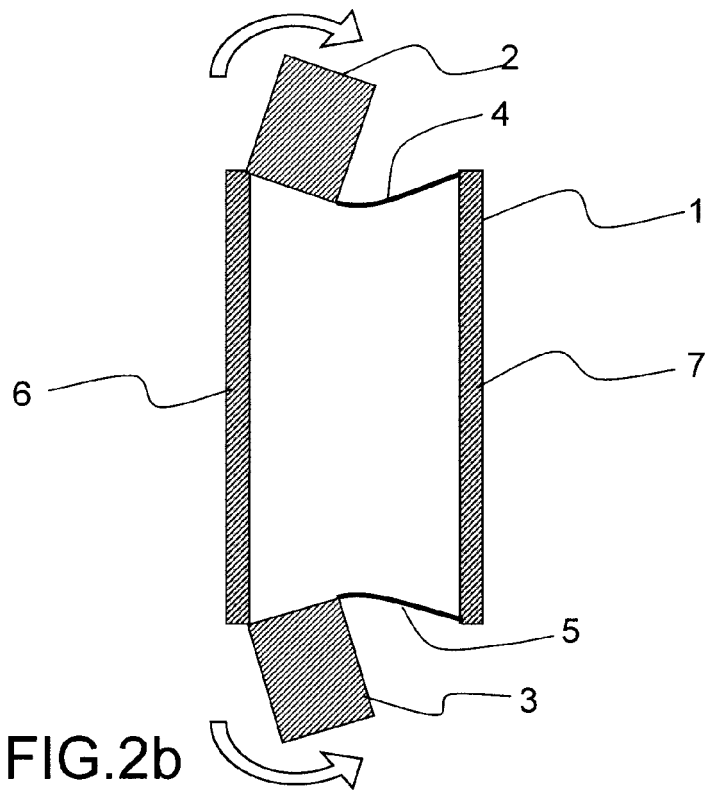


FIG. 2b

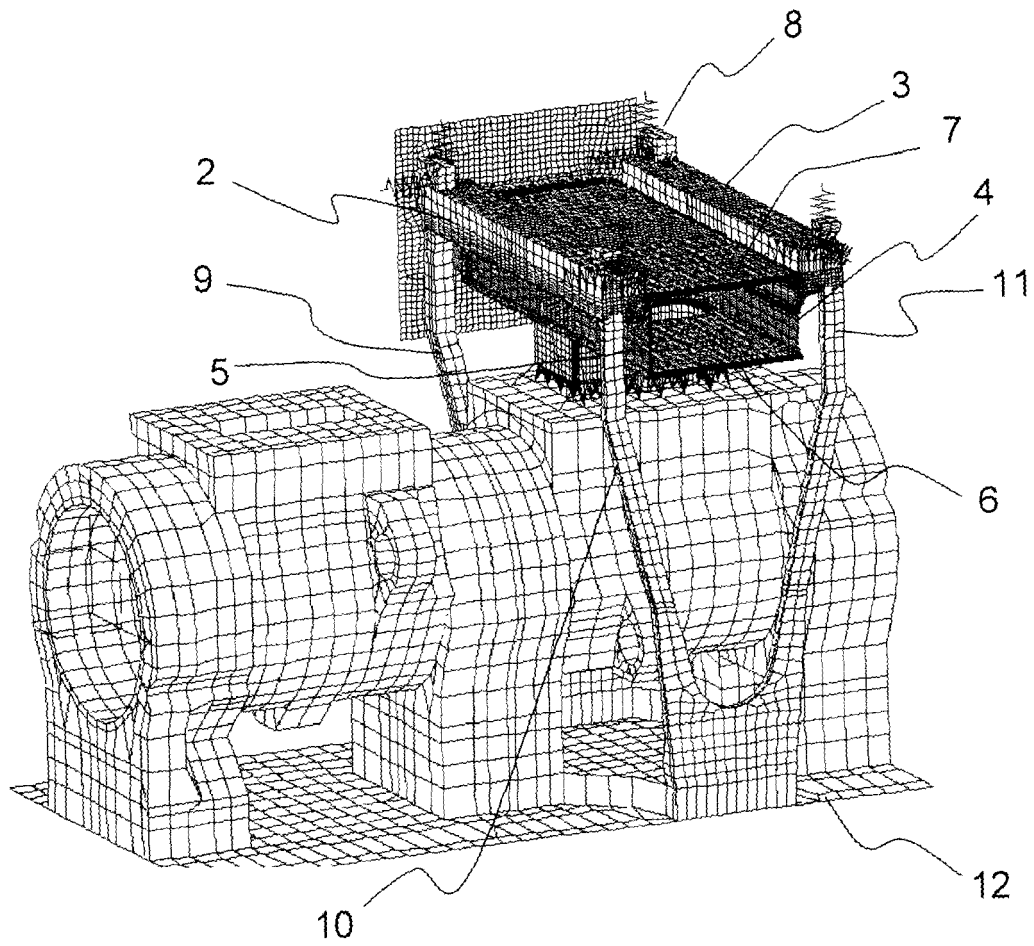


FIG.3a

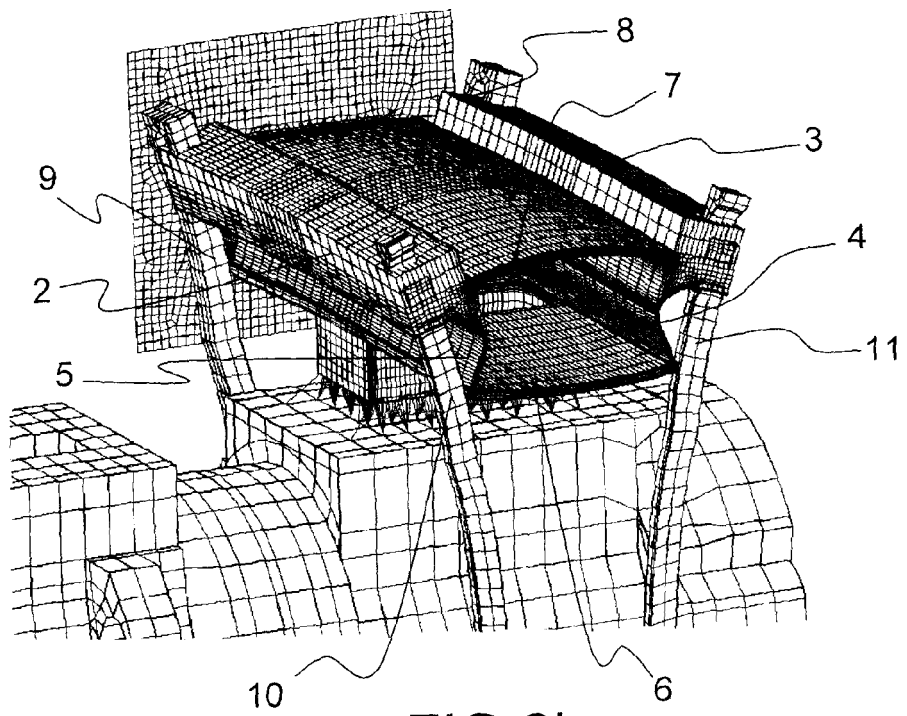


FIG.3b

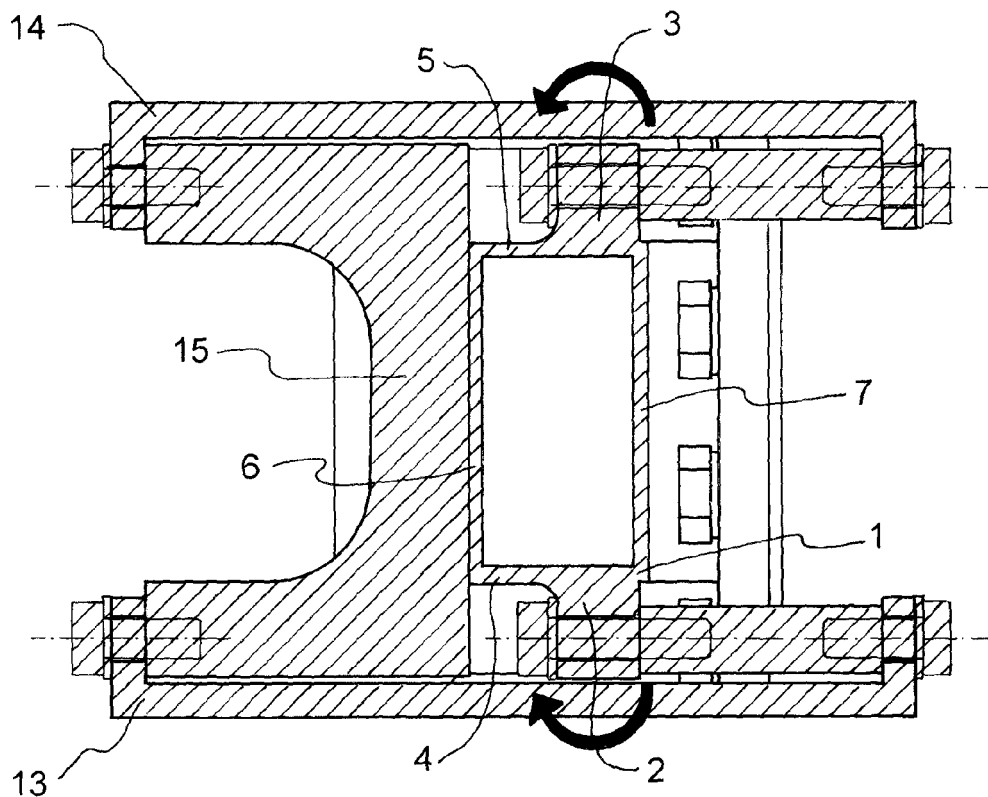


FIG.4



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 5 428 323 A (GEISLER KLAUS [DE] ET AL) 27 juin 1995 (1995-06-27) * colonne 2, ligne 40 - colonne 3, ligne 26; figures 1,2 *	1-4	INV. H01P1/30
A	----- US 5 610 562 A (GEISLER KLAUS H [DE] ET AL) 11 mars 1997 (1997-03-11) * colonne 2, ligne 14 - ligne 47; figure 1 *	1	
A	----- EP 1 187 247 A (COM DEV LTD [CA]) 13 mars 2002 (2002-03-13) * alinéas [0009] - [0013]; figures 1-3 * * alinéas [0017], [0018]; figures 5,6 * * alinéas [0020] - [0024]; figure 4 *	1	
A	----- US 4 057 772 A (BASIL JR RICHARD V ET AL) 8 novembre 1977 (1977-11-08) * colonne 2, ligne 40 - colonne 4, ligne 68; figures 1-5 *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01P
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		23 septembre 2008	Pastor Jiménez, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

5

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 08 15 8032

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

23-09-2008

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
US 5428323	A	27-06-1995	DE 4319886 C1 EP 0630067 A1	28-07-1994 21-12-1994
US 5610562	A	11-03-1997	CA 2147864 A1 DE 4238136 C1 WO 9411249 A1 DE 59303277 D1 EP 0669888 A1	26-05-1994 17-02-1994 26-05-1994 22-08-1996 06-09-1995
EP 1187247	A	13-03-2002	JP 3541227 B2 JP 2002151920 A US 6535087 B1	07-07-2004 24-05-2002 18-03-2003
US 4057772	A	08-11-1977	AUCUN	

EPO FORM P0460

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