

(19)



(11)

EP 3 166 177 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
10.05.2017 Bulletin 2017/19

(51) Int Cl.:
H01P 1/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16194650.4**

(22) Date de dépôt: **19.10.2016**

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

(71) Demandeur: **Thales**
92400 Courbevoie (FR)

(72) Inventeur: **DENIS, Philippe**
94600 CHOISY LE ROI (FR)

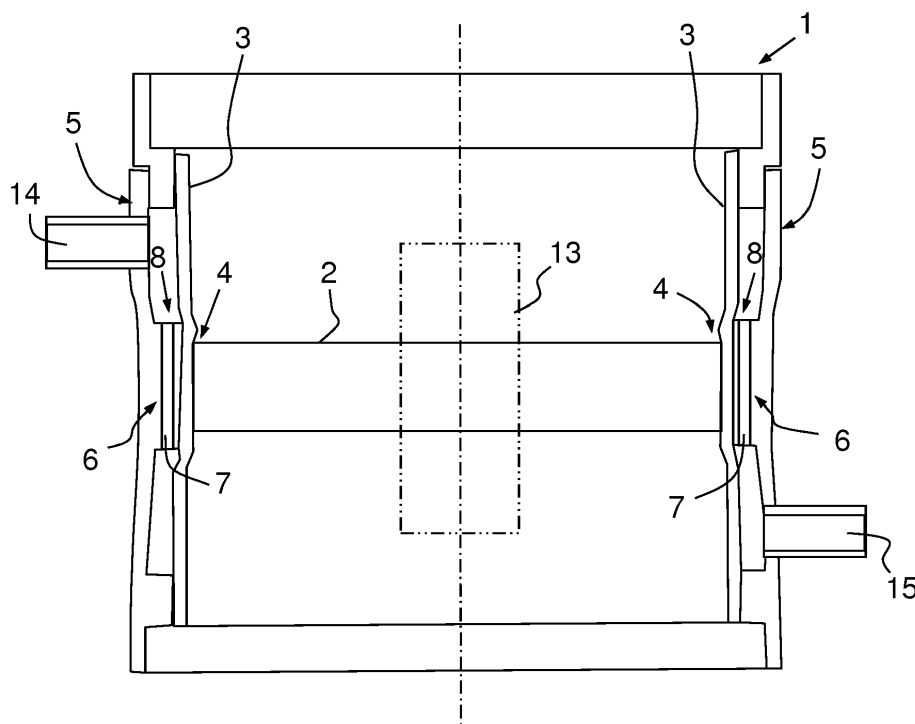
(74) Mandataire: **Brunelli, Gérald et al**
Marks & Clerk France
Immeuble Visium
22, avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(30) Priorité: **06.11.2015 FR 1502344**

(54) FENÊTRE HYPERFRÉQUENCE

(57) Fenêtre hyperfréquence (1) comportant un disque diélectrique (2), une jupe métallique principale (3) brasée tout autour de la périphérie du disque diélectrique (2) et une bague de précontrainte (6) entourant en contact la jupe métallique principale (3) autour de la périphérie du disque diélectrique (2) et exerçant au repos, sur

toute la périphérie du disque diélectrique (2), une contrainte de compression radiale dirigée vers le centre du disque diélectrique (2), ladite bague de précontrainte (6) comprenant un ensemble d'au moins un canal de refroidissement (7) dans le sens longitudinal de la bague de précontrainte (6).

**FIG.4****EP 3 166 177 A1**

Description

[0001] La présente invention concerne les fenêtres hyperfréquence étanches au vide et à l'ultra-vide, utilisées en principe à la sortie d'un tube électronique de puissance pour transmettre une énergie électromagnétique hyperfréquence entre l'intérieur du tube (sous vide poussé) et l'extérieur (en ambiance atmosphérique par exemple).

[0002] Le tube peut être notamment un amplificateur tel qu'un tube à ondes progressives, d'acronyme TOP en langue française ou d'acronyme TWT en langue anglaise pour "travelling wave tube"), ou un klystron par exemple. Ce peut être aussi un oscillateur (magnétron, etc...). Typiquement, on souhaite envoyer l'énergie amplifiée à l'intérieur du tube vers un guide d'onde qui contient de l'air. La fenêtre hyperfréquence assure le passage libre, au moins dans une bande de fréquences donnée, de l'énergie électromagnétique vers le guide d'onde tout en maintenant l'étanchéité du vide à l'intérieur du tube.

[0003] Classiquement, les fenêtres comprennent un disque plat en diélectrique isolant, à travers lequel passe l'énergie électromagnétique. Le plus souvent, ce disque est en alumine ou une autre céramique ayant non seulement de très bonnes propriétés diélectriques mais aussi une bonne conductivité thermique et une bonne résistance aux hautes températures et aux forts gradients de température. En effet, pour des tubes de forte puissance et fonctionnant avec des champs électriques élevés, le passage de l'énergie engendre des pertes dans le diélectrique, donc un échauffement important. Les tubes concernés ici peuvent fournir des puissances de plusieurs dizaines de kilowatts. Le disque diélectrique peut avoir typiquement des dimensions d'une dizaine de centimètres de diamètre pour une épaisseur de 1 millimètre à quelques millimètres.

[0004] Pour réaliser l'étanchéité, le disque diélectrique est brasé sur toute sa périphérie contre la surface intérieure d'une jupe cylindrique métallique (généralement en cuivre) qui l'entoure.

[0005] Il est connu des réalisations qui permettant soit de réaliser un freinage et d'appliquer sur l'assemblage une précontrainte le brevet européen EP 1 364 425 EP (Thales), soit de refroidir sans réaliser de précontrainte.

[0006] Un but de l'invention est de permettre d'augmenter les puissances en sortie d'une fenêtre hyperfréquence, et donc notamment d'améliorer la résistance aux contraintes thermiques tout en conservant les avantages des fenêtres existantes.

[0007] Aussi, il est proposé, selon un aspect de l'invention, une fenêtre hyperfréquence comportant un disque diélectrique, une jupe métallique principale brasée tout autour de la périphérie du disque diélectrique et une bague de précontrainte entourant en contact la jupe métallique principale autour de la périphérie du disque diélectrique et exerçant au repos, sur toute la périphérie du disque diélectrique, une contrainte de compression radiale dirigée vers le centre du disque diélectrique, ladite

bague de précontrainte comprenant un ensemble d'au moins un canal de refroidissement dans le sens longitudinal de la bague de précontrainte.

[0008] La solution apportée permet de créer un circuit de refroidissement autour du disque diélectrique et une précontrainte. Cette invention permet d'améliorer la tenue mécanique en extension dans le matériau diélectrique. D'autre part en évacuant les calories dues aux pertes hyperfréquences dans le matériau diélectrique, les contraintes sont de ce fait minimisées.

[0009] Un autre avantage est le fait d'avoir une fenêtre qui reste froide tout en se préservant du risque de choc thermique par un trop grand écart de températures entre l'extérieur et le centre du matériau diélectrique.

[0010] Enfin, par sa conception, l'assemblage est réalisé en une seule étape comme par exemple par brasage et de ce fait permet de minimiser les coûts de fabrication. En outre, cet ensemble est étuvable au voisinage de 600°C car la bague de précontrainte n'est pas adhérente et donc peut se relaxer lors de ce cycle thermique.

[0011] Ainsi, il est possible de réaliser une contrainte de compression entre 100 et 1000 bars.

[0012] Dans un mode de réalisation, la bague de précontrainte comprend une zone annulaire et est partie d'un ensemble de précontrainte appuyant sur une surface extérieure de la jupe métallique principale autour de la périphérie du disque diélectrique.

[0013] Ainsi, il est possible de réaliser une zone annulaire dans un matériau différent du reste de l'ensemble de précontrainte, pour mieux maîtriser la précontrainte appliquée avec un matériau adapté.

[0014] Selon un mode de réalisation, la bague de précontrainte est en acier inoxydable.

[0015] L'acier inoxydable est bien adapté à des circuits d'eau avec une bonne tenue mécanique.

[0016] Dans un mode de réalisation, l'ensemble de précontrainte comprend au moins une partie d'un circuit de refroidissement comprenant l'ensemble d'au moins un canal de refroidissement.

[0017] Ainsi, il est possible de raccorder la fenêtre à un circuit de refroidissement extérieur.

[0018] Selon un mode de réalisation, l'ensemble de précontrainte comprend des éléments en au moins un métal plus rigide que celui de la jupe métallique principale.

[0019] Dans un mode de réalisation, la fenêtre hyperfréquence comprend, en outre, une jupe métallique additionnelle interne à la jupe métallique principale.

[0020] Ainsi, il est aisé de faire une fenêtre coaxiale.

[0021] Selon un mode de réalisation, l'épaisseur de la bague de précontrainte est comprise entre 2 et 10 mm.

[0022] L'épaisseur de la bague de précontrainte dépend du diamètre des canaux et du débit de fluide caloporteur nécessaire.

[0023] Dans un mode de réalisation, la fenêtre hyperfréquence comprend une substance de lubrification interposée entre la bague de précontrainte et la jupe métallique principale, pour empêcher un frittage entre la ba-

gue de précontrainte et la jupe métallique principale en cas d'élévation de température de la bague de précontrainte.

[0024] La substance de lubrification est de préférence du graphite, car il est particulièrement bien adapté.

[0025] Selon un mode de réalisation, le disque diélectrique est en céramique, car la céramique à un coût limité.

[0026] Dans un mode de réalisation, la jupe métallique principale est en cuivre, le cuivre permettant de s'adapter aux dilatations des matériaux, et étant un bon conducteur électro-magnétique.

[0027] Selon un mode de réalisation, la bague de précontrainte comprend un ensemble d'une pluralité de canaux de refroidissement.

[0028] Par exemple, lesdits canaux de refroidissement ont un diamètre identique compris entre 0,5 et 4 mm, ce qui permet une répartition homogène de la précontrainte.

[0029] Les canaux de refroidissement ont un espacement régulier.

[0030] Il est également proposé, selon un autre aspect de l'invention, un procédé de fabrication d'une fenêtre hyperfréquence consistant à placer un disque diélectrique à l'intérieur d'une jupe métallique principale, avec une matière de brasage, et avec un jeu entre la périphérie du disque et la jupe métallique principale, à placer le disque diélectrique et la jupe métallique principale à l'intérieur d'un ensemble de précontrainte comprenant une bague de précontrainte percée d'un ensemble d'au moins un canal de refroidissement et entourant la jupe métallique principale sur toute la périphérie du disque diélectrique, un jeu étant ménagé entre la bague de précontrainte et la jupe métallique principale, à placer une frette de brasage autour de la bague de précontrainte avec un jeu entre la frette et la bague de précontrainte, le matériau de la frette ayant un coefficient de dilatation plus faible que celui de la bague de précontrainte, à porter l'ensemble frette, bague de précontrainte, jupe métallique principale et disque diélectrique à une température assurant le brasage du disque diélectrique dans la jupe métallique principale, et à laisser refroidir, le refroidissement assurant une précontrainte en compression radiale de la bague de précontrainte sur la jupe métallique principale et sur le disque diélectrique.

[0031] Dans un mode de mise en oeuvre, avant la mise en place de la bague de précontrainte autour de la jupe métallique principale, on interpose entre la bague de précontrainte et la jupe métallique principale une substance de lubrification, de préférence du graphite, empêchant un frittage entre la bague de précontrainte et la jupe métallique principale en cas d'élévation de température de la bague.

[0032] L'invention sera mieux comprise à l'étude de quelques modes de réalisation décrits à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1 à 3 illustrent schématiquement un procédé de fabrication d'une fenêtre hyperfréquence,

selon un aspect de l'invention; et

- la figure 4 illustre une fenêtre hyperfréquence, selon un aspect de l'invention.

[0033] Sur l'ensemble des figures, les éléments ayant des références identiques sont similaires. Les modes de réalisation décrits sont nullement limitatifs.

[0034] Dans la présente description, les caractéristiques et fonctions bien connues de l'homme du métier ne sont pas décrites en détails.

[0035] Les figures 1 à 3 illustrent schématiquement un procédé de fabrication d'une fenêtre hyperfréquence, selon un aspect de l'invention.

[0036] Sur la figure 1 les pièces de la d'une fenêtre hyperfréquence sont indépendantes.

[0037] Le procédé de fabrication d'une fenêtre hyperfréquence 1 consistant à placer un disque diélectrique 2 à l'intérieur d'une jupe métallique principale 3 ou jupe de fenêtre, avec une matière de brasage, et avec un faible jeu 4 entre la périphérie du disque diélectrique 2 et la jupe métallique principale 3, à placer le disque diélectrique 2 et la jupe métallique principale 3 à l'intérieur d'un ensemble de précontrainte 5.

[0038] L'ensemble de précontrainte 5 comprend une bague de précontrainte 6 percée d'un ensemble d'au moins un canal de refroidissement 7 et entourant la jupe métallique principale 3 sur toute la périphérie du disque diélectrique 2, un jeu 8 étant ménagé entre la bague de précontrainte 6 et la jupe métallique principale 3. Sur les figures, la bague de précontrainte (6) est de forme annulaire.

[0039] On place une frette 9 de brasage autour de la bague de précontrainte 6 avec un jeu 10 entre la frette 9 et la bague de précontrainte 6, le matériau de la frette 9 ayant un coefficient de dilatation plus faible que celui de la bague de précontrainte 6.

[0040] On porte l'ensemble frette 9, bague de précontrainte 6, jupe métallique principale 3 et disque diélectrique 2 à une température assurant le brasage du disque diélectrique 2 dans la jupe métallique principale 3, typiquement supérieure à 700 °C, et à laisser refroidir, le refroidissement assurant une précontrainte en compression radiale de la bague de précontrainte 6 sur la jupe métallique principale 3 et sur le disque diélectrique 2.

[0041] La fenêtre hyperfréquences reste ouverte et peut recevoir une flasque de chaque côté pour assurer le raccordement par exemple à une sortie tube d'un côté et à la bride ou au raccordement client de l'autre côté, voire de placer de chaque côté, dans le cas d'une fenêtre de transmission hyperfréquences, une interface client de part et d'autre de la fenêtre précontrainte refroidie.

[0042] Sur les figures de la présente demande est représentée une jupe métallique additionnelle 13, optionnelle, interne à la jupe métallique principale 3, permettant de réaliser, par exemple une fenêtre coaxiale.

[0043] L'ensemble de précontrainte 5 comprend au moins une partie d'un circuit de refroidissement non re-

présenté comprenant les canaux de refroidissement 7. En l'occurrence l'ensemble de précontrainte 5 comprend deux entrées/sorties 14 et 15 pouvant être reliées à un circuit de refroidissement.

[0044] La dimension, la forme et l'espacement des canaux 7 permet d'ajuster d'une part le débit du fluide caloporteur de refroidissement, tel de l'eau ou de l'eau et du glycol, et d'autre part d'ajuster le niveau de précontrainte souhaité.

[0045] La figure 1 illustre donc l'assemblage des éléments de la fenêtre hyperfréquences avant brasage.

[0046] Comme illustré sur la figure 2, les pièces de l'outillage de brasage, non représentées, permettent d'assurer les jeux de brasage.

[0047] La jupe métallique principale 3, généralement en cuivre, est assemblée de manière étanche contre le disque diélectrique 2, généralement en céramique, et également au niveau de chaque extrémité de la bague de précontrainte 6 afin de réaliser l'étanchéité du circuit de refroidissement.

[0048] La précontrainte est réalisée lors de l'assemblage, par exemple par brasage, de l'ensemble à haute température, typiquement supérieure à 700 °C.

[0049] La frette 9, dans un matériau dont le coefficient de dilatation est inférieur à celui du matériau du disque diélectrique, permet de déformer progressivement le circuit de refroidissement et le diamètre extérieur de la bague de précontrainte 6 afin d'ajuster les paramètres d'assemblage.

[0050] La figure 2 illustre donc l'assemblage des éléments de la fenêtre hyperfréquences lors du brasage.

[0051] Comme illustré sur la figure 3, au refroidissement du cycle d'assemblage, la bague de précontrainte 6 imprime une contrainte de compression sur l'assemblage jupe métallique principale/disque diélectrique 6/2 dépendant de son épaisseur, du volume du circuit de refroidissement (ensemble de canaux 7) et des propriétés mécaniques du matériau de la bague de précontrainte 6. Les pièces reviennent à la température ambiante en comprimant l'assemblage.

[0052] La figure 3 illustre donc l'assemblage des éléments de la fenêtre hyperfréquences à l'issue du brasage.

[0053] La figure 4 illustre la fenêtre hyperfréquence obtenue par ce procédé, ou, en d'autres termes l'assemblage des éléments de la fenêtre hyperfréquences réalisé.

Revendications

1. Fenêtre hyperfréquence (1) comportant un disque diélectrique (2), une jupe métallique principale (3) brasée tout autour de la périphérie du disque diélectrique (2) et une bague de précontrainte (6) entourant en contact la jupe métallique principale (3) autour de la périphérie du disque diélectrique (2) et exerçant au repos, sur toute la périphérie du disque diélectrique

(2), une contrainte de compression radiale dirigée vers le centre du disque diélectrique (2), ladite bague de précontrainte (6) comprenant un ensemble d'au moins un canal de refroidissement (7) dans le sens longitudinal de la bague de précontrainte (6).

2. Fenêtre hyperfréquence (1) selon la revendication 1, dans laquelle la bague de précontrainte (6) comprend une zone annulaire et est partie d'un ensemble de précontrainte (5) appuyant sur une surface extérieure de la jupe métallique principale (3) autour de la périphérie du disque diélectrique (2).

3. Fenêtre hyperfréquence (1) selon la revendication 2, dans laquelle la bague de précontrainte (6) est en acier inoxydable.

4. Fenêtre hyperfréquence selon la revendication 2 ou 3, dans laquelle l'ensemble de précontrainte (5) comprend au moins une partie d'un circuit de refroidissement (14, 15) comprenant l'ensemble d'au moins un canal de refroidissement (7).

5. Fenêtre hyperfréquence (1) selon l'une des revendications 2 à 4, dans laquelle l'ensemble de précontrainte (5) comprend des éléments (6) en au moins un métal plus rigide que celui de la jupe métallique principale (3).

6. Fenêtre hyperfréquence selon l'une des revendications précédentes, comprenant, en outre une jupe métallique additionnelle (13) interne à la jupe métallique principale (3).

7. Fenêtre hyperfréquence (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'épaisseur de la bague de précontrainte (6) est comprise entre 2 et 10 mm.

8. Fenêtre hyperfréquence (1) selon l'une des revendications précédentes, comprenant une substance de lubrification interposée entre la bague de précontrainte (6) et la jupe métallique principale (3), pour empêcher un frittage entre la bague de précontrainte (6) et la jupe métallique principale (3) en cas d'élévation de température de la bague de précontrainte (6).

9. Fenêtre hyperfréquence (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le disque diélectrique (2) est en céramique.

10. Fenêtre hyperfréquence (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la jupe métallique principale (3) est en cuivre.

11. Fenêtre hyperfréquence (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la bague de

précontrainte (6) comprend un ensemble d'une pluralité de canaux de refroidissement (7).

12. Fenêtre hyperfréquence (1) selon la revendication 11, dans laquelle lesdits canaux de refroidissement (7) ont un diamètre identique compris entre 0,5 et 4 mm. 5

13. Fenêtre hyperfréquence (1) selon la revendication 11 ou 12, dans laquelle lesdits canaux de refroidissement (7) ont un espacement régulier. 10

14. Procédé de fabrication d'une fenêtre hyperfréquence (1) consistant à placer un disque diélectrique (2) à l'intérieur d'une jupe métallique principale (3), avec une matière de brasage, et avec un jeu (4) entre la périphérie du disque diélectrique (2) et la jupe métallique principale (3), à placer le disque diélectrique (2) et la jupe métallique principale (3) à l'intérieur d'un ensemble de précontrainte (5) comprenant une bague de précontrainte (6) percée d'un ensemble d'au moins un canal de refroidissement (7) et entourant la jupe métallique principale (3) sur toute la périphérie du disque diélectrique (2), un jeu (8) étant ménagé entre la bague de précontrainte (6) et la jupe métallique principale (3), à placer une frette (9) de brasage autour de la bague de précontrainte (6) avec un jeu entre la frette (9) et la bague de précontrainte (6), le matériau de la frette (9) ayant un coefficient de dilatation plus faible que celui de la bague de précontrainte (6), à porter l'ensemble frette (9), bague de précontrainte (6), jupe métallique principale (3) et disque diélectrique (2) à une température assurant le brasage du disque diélectrique (2) dans la jupe métallique principale (3), et à laisser refroidir, le refroidissement assurant une précontrainte en compression radiale de la bague de précontrainte (6) sur la jupe métallique principale (3) et sur le disque diélectrique (2). 15
20
25
30
35
40

15. Procédé selon la revendication 14, dans lequel avant la mise en place de la bague de précontrainte autour de la jupe métallique principale, on interpose entre la bague de précontrainte et la jupe métallique principale une substance de lubrification, empêchant un frittage entre la bague de précontrainte et la jupe métallique principale en cas d'élévation de température de la bague. 45
50
55

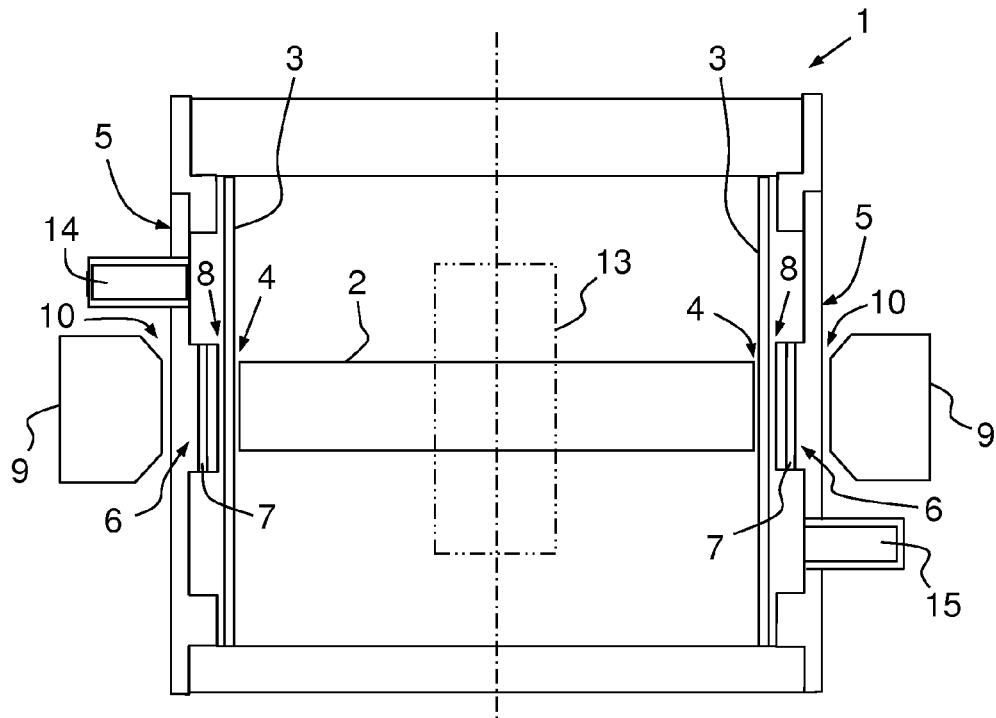


FIG.1

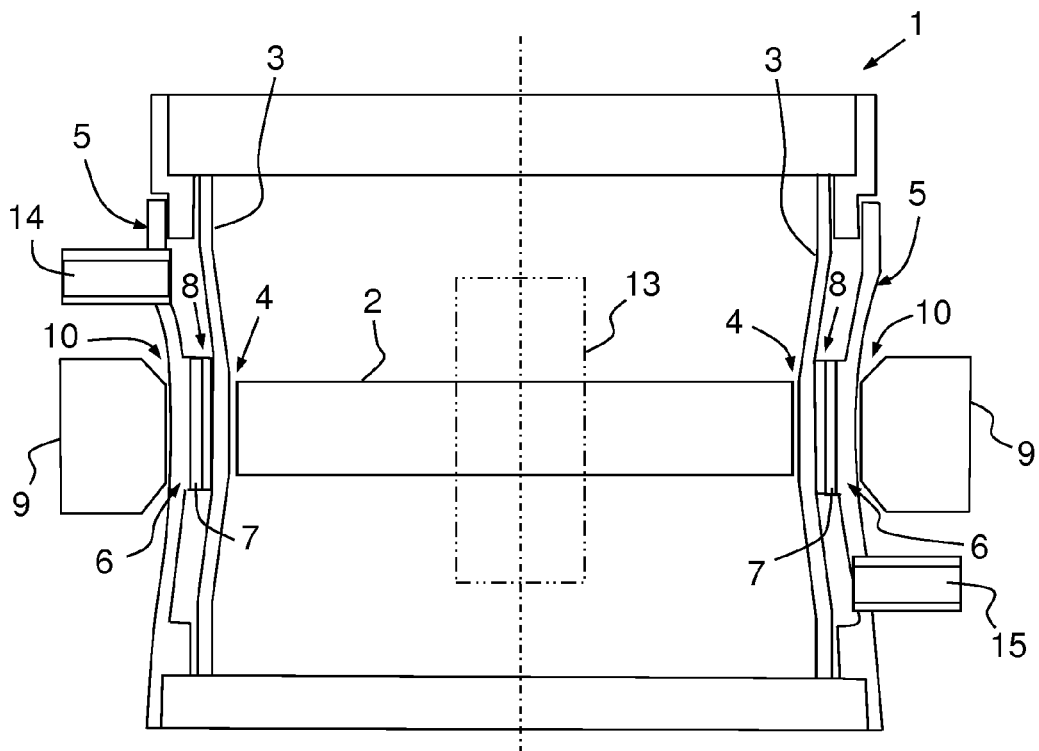


FIG.2

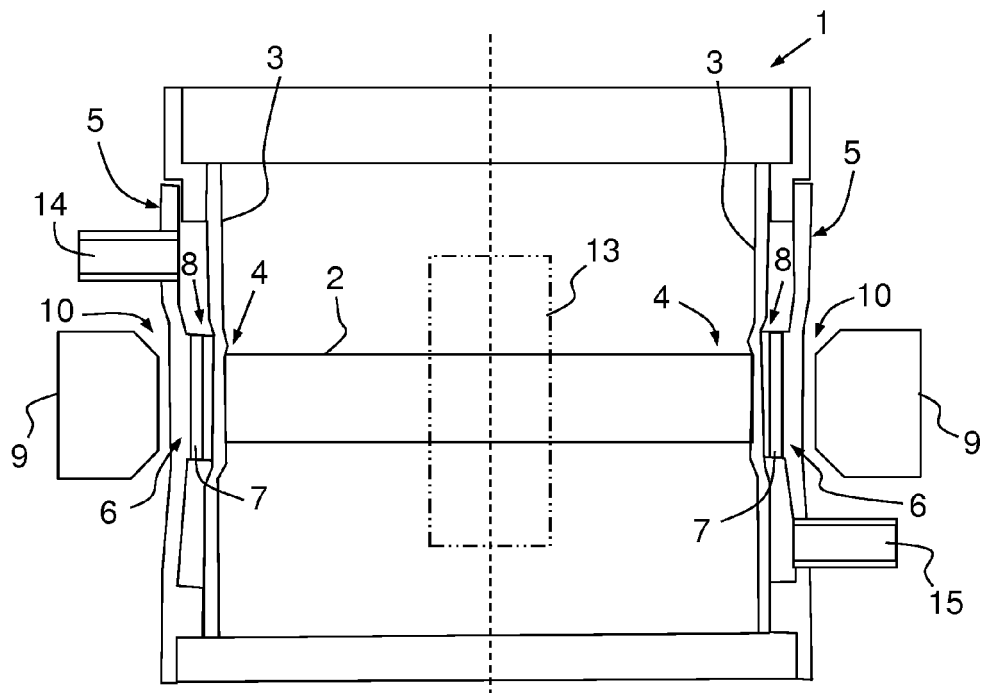


FIG. 3

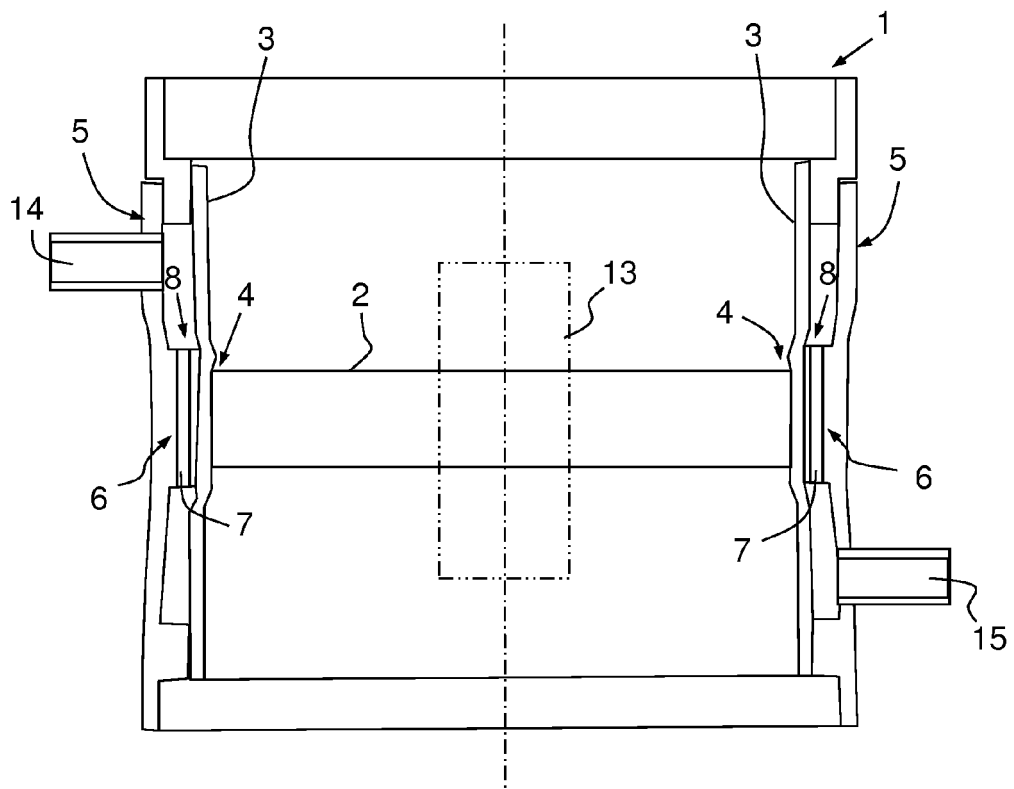


FIG. 4



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 19 4650

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y,D	FR 2 821 487 A1 (THALES ELECTRON DEVICES SA [FR]) 30 août 2002 (2002-08-30) * page 1, ligne 26 - page 2, ligne 26; figure 1 * * page 3, ligne 3 - ligne 32 * * page 5, ligne 23 - page 7, ligne 26; figures 2,3 *	1-5, 7-10,14, 15	INV. H01P1/08
X	JP H10 270902 A (TOSHIBA CORP) 9 octobre 1998 (1998-10-09)	1	
Y	* abrégé; figures 1,2 *	1-5, 7-10,14, 15	
Y	CN 101 789 534 A (ANHUI HUADONG PHOTOELECTRIC TE) 28 juillet 2010 (2010-07-28) * abrégé; figures 1,2 *	1-5, 7-10,14, 15	
A	GB 2 082 844 A (PHILIPS NV) 10 mars 1982 (1982-03-10) * page 2, ligne 20 - ligne 79; figure 2a *	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01P
A	US 2002/067229 A1 (LUBBERS WILHELM [DE]) 6 juin 2002 (2002-06-06) * alinéa [0003] - alinéa [0005] * * alinéa [0020] - alinéa [0021]; figure 1 *	1-15	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 7 mars 2017	Examineur Pastor Jiménez, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 16 19 4650

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

07-03-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2821487 A1	30-08-2002	EP 1364425 A1	26-11-2003
		FR 2821487 A1	30-08-2002
		JP 2004521543 A	15-07-2004
		US 2004080387 A1	29-04-2004
		WO 02069434 A1	06-09-2002
JP H10270902 A	09-10-1998	AUCUN	
CN 101789534 A	28-07-2010	AUCUN	
GB 2082844 A	10-03-1982	CH 642781 A5	30-04-1984
		DE 3028461 A1	08-04-1982
		FR 2487573 A1	29-01-1982
		GB 2082844 A	10-03-1982
		JP S5753101 A	30-03-1982
		JP S6352801 B2	20-10-1988
		US 4458223 A	03-07-1984
US 2002067229 A1	06-06-2002	DE 10060069 C1	25-04-2002
		EP 1217683 A2	26-06-2002
		JP 2002290102 A	04-10-2002
		US 2002067229 A1	06-06-2002

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- EP 1364425 A [0005]