



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
15.05.2024 Bulletin 2024/20

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
H01P 3/12 (2006.01) H01P 1/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **23206294.3**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
H01P 3/12; H01P 1/08

(22) Date de dépôt: **27.10.2023**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **DENIS, Philippe**
78140 VELIZY VILLACOUBLAY (FR)
• **MATHE, Yann**
78140 VELIZY VILLACOUBLAY (FR)

(74) Mandataire: **Atout PI Laplace**
Immeuble Up On
25 Boulevard Romain Rolland
CS 40072
75685 Paris Cedex 14 (FR)

(30) Priorité: **09.11.2022 FR 2211663**

(71) Demandeur: **THALES**
92190 Meudon (FR)

(54) **TUBE COMPRENANT AU MOINS UNE EXTRÉMITÉ DE SECTION PLANE OBLIQUE**

(57) L'invention porte sur un ensemble fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences comprenant :

- une fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences comprenant :
- deux tubes comprenant chacun deux sections planes obliques parallèles, une section plane oblique étant non perpendiculaire à l'axe central du tube et étant d'épaisseur constante dans la section plane oblique ; et
- une lame optique assemblée entre deux extrémités respectives des deux tubes disposés en vis-à-vis ;

- un élément tubulaire prolongateur de la fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences ;
 - deux bagues de centrage de la fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences dans l'élément tubulaire prolongateur ; et
- un boîtier externe muni de deux portions transparentes disposées aux extrémités de l'élément tubulaire prolongateur de la fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences.

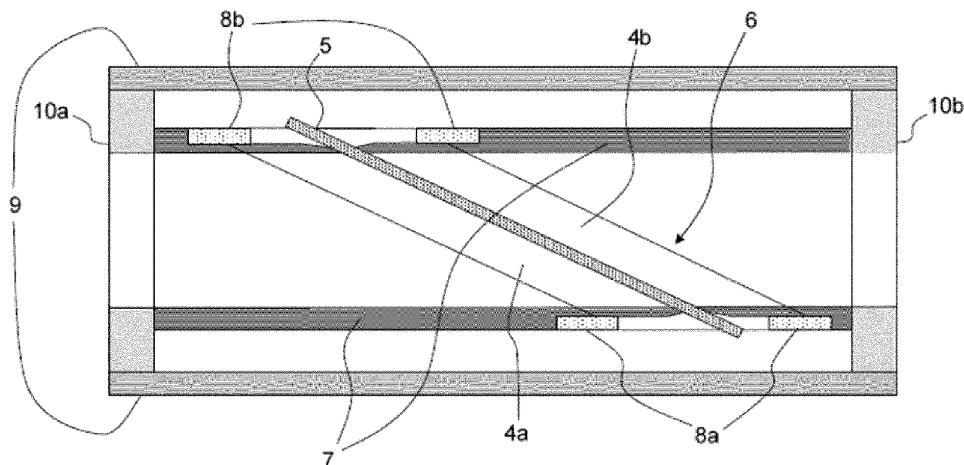


FIG.5

Description

[0001] L'invention porte sur un tube comprenant au moins une extrémité à section plane oblique.

[0002] Lorsqu'un tube 1, d'épaisseur constante, est coupé en oblique, i.e. dont l'extrémité coupée en oblique possède une section plane oblique non perpendiculaire à l'axe central 2, son épaisseur n'est pas constante, comme représenté sur la [Fig. 1].

[0003] En effet, la coupe étant oblique, l'épaisseur de l'extrémité coupée 3 n'est pas constante, comme cela est représenté sur la [Fig. 1], sur laquelle est représentée la variation de l'épaisseur, qui prend par exemple plusieurs valeurs, dont les valeurs extrêmes sont représentées e_1 et e_2 .

[0004] L'assemblage d'une telle extrémité 3 de tube 1 sur une surface plane en un matériau différent, ou sur un autre tube avec une coupe oblique en correspondance (angles de coupe par rapport à l'axe des tubes complémentaires), amène une dissymétrie ayant pour conséquence qu'à partir d'un diamètre supérieur à 30 mm les contraintes liées à la différence de dilatations et des fortes épaisseurs des collets ou brasures par endroit créent une rupture catastrophique de l'assemblage.

[0005] Un but de l'invention est de pallier les problèmes précédemment cités.

[0006] Il est proposé, selon un aspect de l'invention, un ensemble fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences comprenant :

- une fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences comprenant :
 - deux tubes comprenant chacun deux sections planes obliques parallèles, une section plane oblique étant non perpendiculaire à l'axe central du tube et étant d'épaisseur constante dans la section plane oblique ; et
 - une lame optique assemblée entre deux extrémités respectives des deux tubes disposés en vis-à-vis ;
- un élément tubulaire prolongateur de la fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences ;
- deux bagues de centrage de la fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences dans l'élément tubulaire prolongateur ; et
- un boîtier externe muni de deux portions transparentes disposées aux extrémités de l'élément tubulaire prolongateur de la fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences.

[0007] Selon un mode de réalisation, la lame optique est en diamant, ou en quartz, ou en saphir, ou en verre.

[0008] Dans un mode de réalisation, la fenêtre de

transmission de puissance hyperfréquences est une fenêtre dite de Brewster dans laquelle la section plane oblique est telle que l'angle entre l'axe central du tube et une normale à une section plane oblique est de $67,22^\circ$.

[0009] 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 :

[Fig.1] illustre schématiquement un tube, d'épaisseur constante, coupé en oblique, selon l'état de la technique ;

[Fig.2] illustre schématiquement un tube ayant une extrémité à section plane, et d'épaisseur constante, selon un aspect de l'invention ;

[Fig.3] illustre schématiquement une fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences, selon un aspect de l'invention ;

[Fig.4] illustre schématiquement une fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences de la [Fig.3] dans le cas d'une fenêtre dite de Brewster, selon un autre aspect de l'invention ; et

[Fig.5] illustre schématiquement un ensemble fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences, selon un autre aspect de l'invention.

[0010] Sur l'ensemble des figures, les éléments ayant des références identiques sont similaires.

[0011] La [Fig.2] illustre schématiquement un tube 4 ayant une extrémité 3 à section plane, et d'épaisseur constante e , selon un aspect de l'invention.

[0012] L'épaisseur constante e peut être obtenue par usinage 5a.

[0013] Du fait de cet angle, en l'absence d'un tel usinage, les extrémités obliques n'ont pas une dimension constante et en particulier ont une forme oblongue et une épaisseur de paroi non constante qui va en s'épaississant à partir du centre vers l'extrémité de chaque côté de la plus grande dimension.

[0014] On entend par oblique un angle de coupe plane faisant un angle non perpendiculaire avec l'axe 2 du tube 4.

[0015] Cette dissymétrie a pour conséquence qu'à partir d'un diamètre supérieur à 30 mm les contraintes liées à la différence de dilatations et des fortes épaisseurs des extrémités obliques par endroit créent une rupture d'un assemblage avec une plaque ou un tube d'un autre matériau.

[0016] L'objet de la présente invention est de réaliser mécaniquement un usinage permettant de créer une épaisseur constante e tout au long de la circonférence de la coupe oblique, indépendamment de l'angle d'oblique sur une hauteur suffisamment importante pour minimiser les efforts dus aux contraintes thermo mécani-

ques.

[0017] Les assemblages peuvent être effectués par brasage, soudure, collage... La [Fig.3] représente schématiquement une fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences comprenant un assemblage comprenant :

- deux tubes 4a, 4b, ayant chacun deux extrémités d'épaisseur constante et à sections planes obliques parallèles ; et
- une lame optique 5 assemblée entre deux extrémités respectives des deux tubes 4a, 4b, disposées en vis-à-vis.

[0018] En effet, la présente invention s'applique particulièrement bien aux fenêtres de transmission de puissance hyperfréquences pour tubes électroniques. Les fenêtres de puissances doivent être en mesure de transmettre l'énergie fournie par le tube hyperfréquence tout en minimisant les pertes dues aux propriétés intrinsèques du matériau et à l'adaptation hyperfréquence tout en garantissant le maintien de l'étanchéité ultravide. L'adaptation hyperfréquence est réalisée à une fréquence particulière ou sur une bande de fréquence.

[0019] Dans certains cas il est nécessaire d'avoir une adaptation quasi parfaite non pas sur une bande de fréquences mais sur deux fréquences particulières ou plus. C'est le cas notamment pour l'utilisation de tube de type gyrotron bi-fréquence qui délivre des puissances très élevées de l'ordre du mégawatt avec des fréquences très élevées supérieures à 100 GHz. Dans ce cas, il faut utiliser une fenêtre dont le principe est qu'elle soit par conception adaptée pour toutes les fréquences.

[0020] Il s'agit d'une fenêtre appelée fenêtre de Brewster, telle qu'illustrée sur la [Fig.4] dont la propriété principale est d'utiliser une lame, par exemple en diamant, incliné de l'angle dit de Brewster qui est exactement de $67,22^\circ$ dans le cas d'utilisation d'une lame en diamant. Afin de réaliser une fenêtre de ce type il convient donc de réaliser et de placer un tube de part et d'autre de la lame placée à l'angle adéquat afin de créer un assemblage étanche et répondant en tous points aux conditions de fonctionnement de la fenêtre de puissance sur le tube électronique afin de garantir son étanchéité.

[0021] Les fenêtres de ce type de grandes dimensions à monter sur un tube n'existent pas. Il existe énormément de manière d'assembler les céramiques par exemple sur des jupes en cuivre pour garantir les propriétés hyperfréquence et d'étanchéité.

[0022] Du fait de l'angle de Brewster de $67,22^\circ$, dans les réalisations de l'état de l'art, les extrémités de section plane oblique non perpendiculaire à l'axe central du tube n'ont pas une dimension constante et en particulier ont une forme oblongue. L'épaisseur de paroi qui en résulte est non constante et va en s'épaississant à partir du centre du collet vers l'extrémité de chaque côté de la plus grande dimension. Cette dissymétrie a pour conséquence qu'à partir d'un diamètre supérieur à 30 mm les con-

traintes liées à la différence de dilatations et des fortes épaisseurs des extrémités par endroit créent une rupture catastrophique de l'assemblage.

[0023] Il s'agit de réaliser un assemblage étanche et résistant aux différents cycles thermiques. Le concept de base est d'assembler, par exemple par brasage, une paroi réalisée dans un matériau diélectrique comme le diamant sur des extrémités en cuivre placées de part et d'autre de la paroi de transmission hyperfréquence et de faire en sorte que l'assemblage soit étanche.

[0024] La présente invention permet de réaliser mécaniquement un usinage permettant de créer une épaisseur constante tout au long de la longueur brasée indépendamment de l'angle sur une hauteur suffisamment importante afin de créer une souplesse et ainsi minimiser les efforts dus aux contraintes thermo mécaniques lors des opérations d'assemblage et d'étuvage.

[0025] Afin de pouvoir réaliser cet assemblage dans les meilleures conditions compte tenu de l'angle de Brewster, comme illustré sur le [Fig.4], on brase la paroi à plat comme dans le cas de fenêtres classiques cylindriques et de créer les outillages nécessaires pour réaliser cette opération sans mettre en place des outillages compliqués pour assurer le positionnement de la lame de transmission vis-à-vis des extrémités obliques en cuivre. Un second brasage permet d'assembler cette première étape avec le reste de l'assemblage pour constituer un ensemble fenêtre capable d'être assemblé sur le tube considéré.

[0026] Un ensemble fenêtre est représenté schématiquement sur la [Fig.5], comprenant :

- une fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences 6 selon la [Fig.2] ;
- un élément tubulaire 7 prolongateur de la fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences ;
- deux bagues 8a, 8b de centrage de la fenêtre 6 de transmission de puissance hyperfréquences dans l'élément tubulaire 7 prolongateur ; et
- un boîtier externe 9 muni de deux portions transparentes 10a, 10b disposées aux extrémités de l'élément tubulaire 7 prolongateur de la fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences.

[0027] Par exemple, compte tenu du rapport entre les dimensions du diamètre réel et les dimensions apparentes du fait de l'angle de Brewster dans un rapport 2,5, il convient de réaliser un usinage permettant de réduire la portée de brasage à une couronne de 1 mm de largeur tout en permettant une souplesse au niveau des tubes 4a, 4b sans réduire l'épaisseur des tubes 4a, 4b à des valeurs trop faibles pour éviter les phénomènes de perméation, de déformations et plus généralement de défauts d'étanchéité.

[0028] Il s'agit de créer une souplesse au niveau de

l'extrémité de l'assemblage 6 liée au matériau permettant la transmission de l'énergie hyperfréquence, afin de réduire les contraintes dues à la dilatation différentielle entre les différents matériaux et également lié à l'angle de Brewster qui conduit à avoir un rapport de 2,5 entre l'épaisseur de la paroi au niveau du diamètre perpendiculaire à la coupe ce qui correspond au diamètre réel du tube et l'épaisseur de la paroi située au niveau du plan de coupe situé sur le diamètre du grand côté de l'ellipse. 5

[0029] De plus la paroi de l'épaisseur l'assemblage 6 est soumise au même rapport ce qui conduit à avoir une épaisseur qui ne permet pas l'adaptation de l'assemblage 6 aux contraintes dues à la dilatation différentielle. Cet usinage dépend du diamètre réel du tube et de son épaisseur. 10

[0030] Pour pallier cet inconvénient, cette largeur est réduite par un usinage sur le pourtour des tubes aux endroits où l'épaisseur devient supérieure à l'épaisseur souhaitée. 15

Brewster dans laquelle la section plane oblique est telle que l'angle entre l'axe central du tube et une normale à une section plane oblique est de $67,22^\circ$. 20

Revendications

1. Ensemble fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences comprenant : 25
 - une fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences comprenant :
 - deux tubes comprenant chacun deux sections planes obliques parallèles, une section plane oblique étant non perpendiculaire à l'axe central du tube et étant d'épaisseur constante dans la section plane oblique ; et 30
 - une lame optique assemblée entre deux extrémités respectives des deux tubes disposés en vis-à-vis ; 35
 - un élément tubulaire prolongateur de la fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences ; 40
 - deux bagues de centrage de la fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences dans l'élément tubulaire prolongateur ; et
 - un boîtier externe muni de deux portions transparentes disposées aux extrémités de l'élément tubulaire prolongateur de la fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences. 45
2. Ensemble fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences selon la revendication 1, dans lequel la lame optique est en diamant, ou en quartz, ou en saphir, ou en verre. 50
3. Ensemble fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la fenêtre de transmission de puissance hyperfréquences est une fenêtre dite de 55

[Fig. 1]

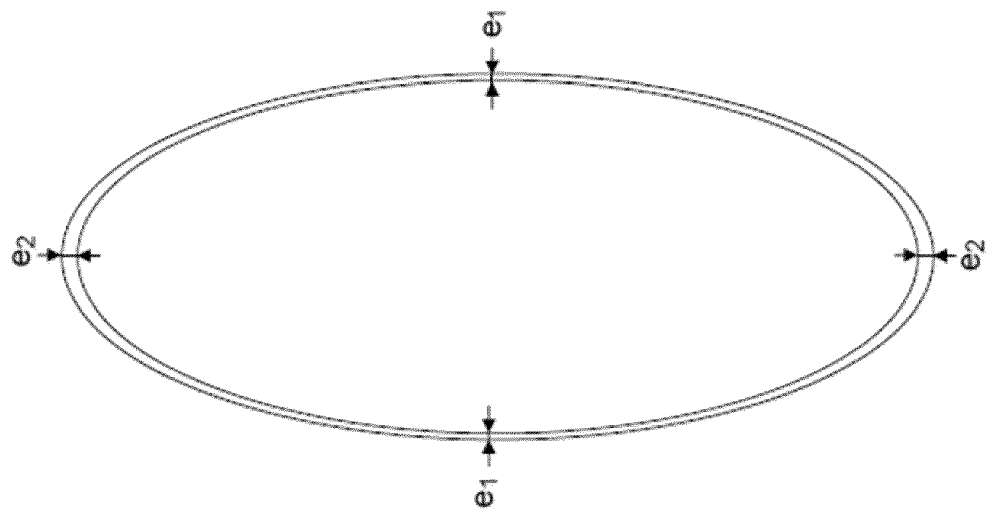


FIG.1

[Fig. 2]

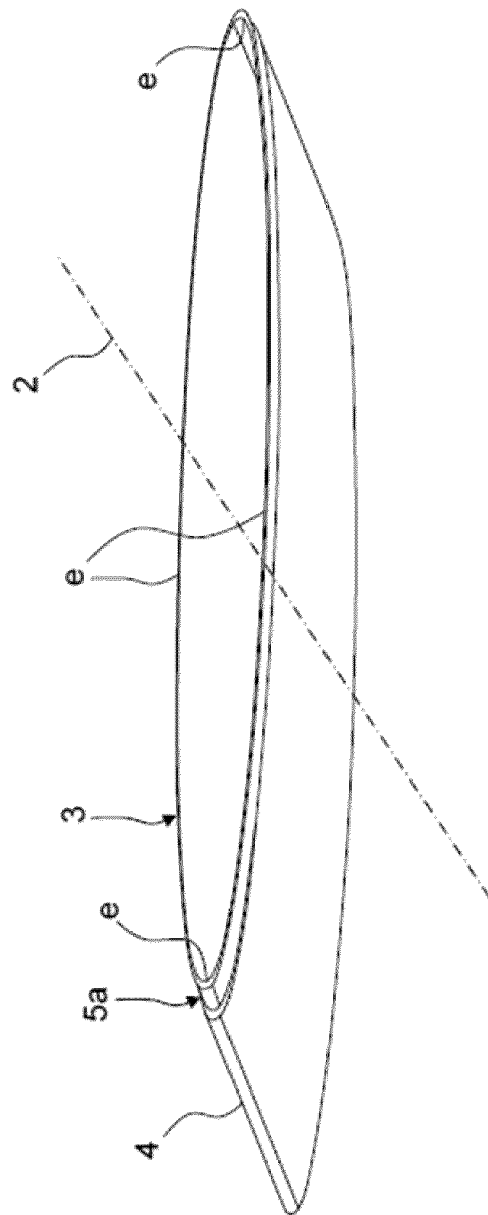


FIG. 2

[Fig. 3]

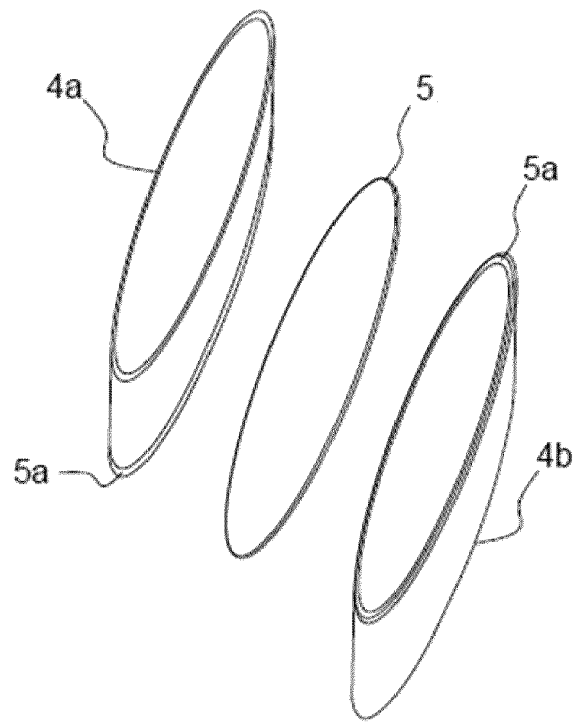


FIG.3

[Fig. 4]

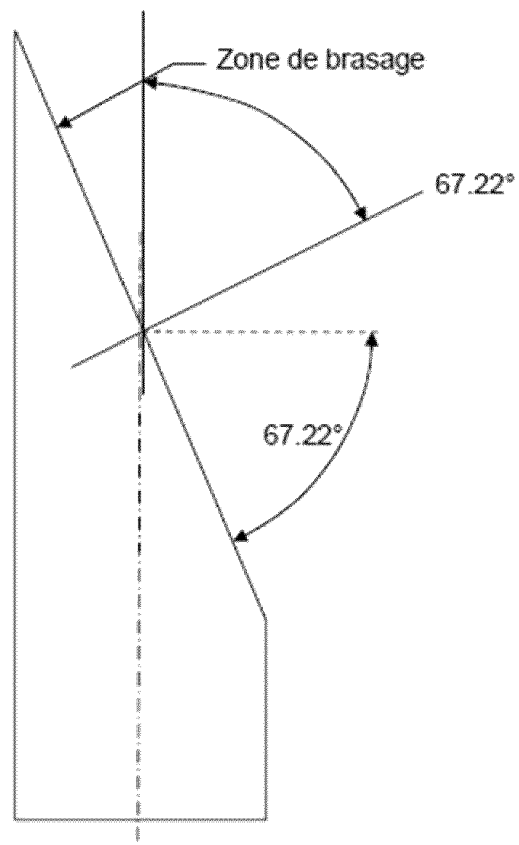
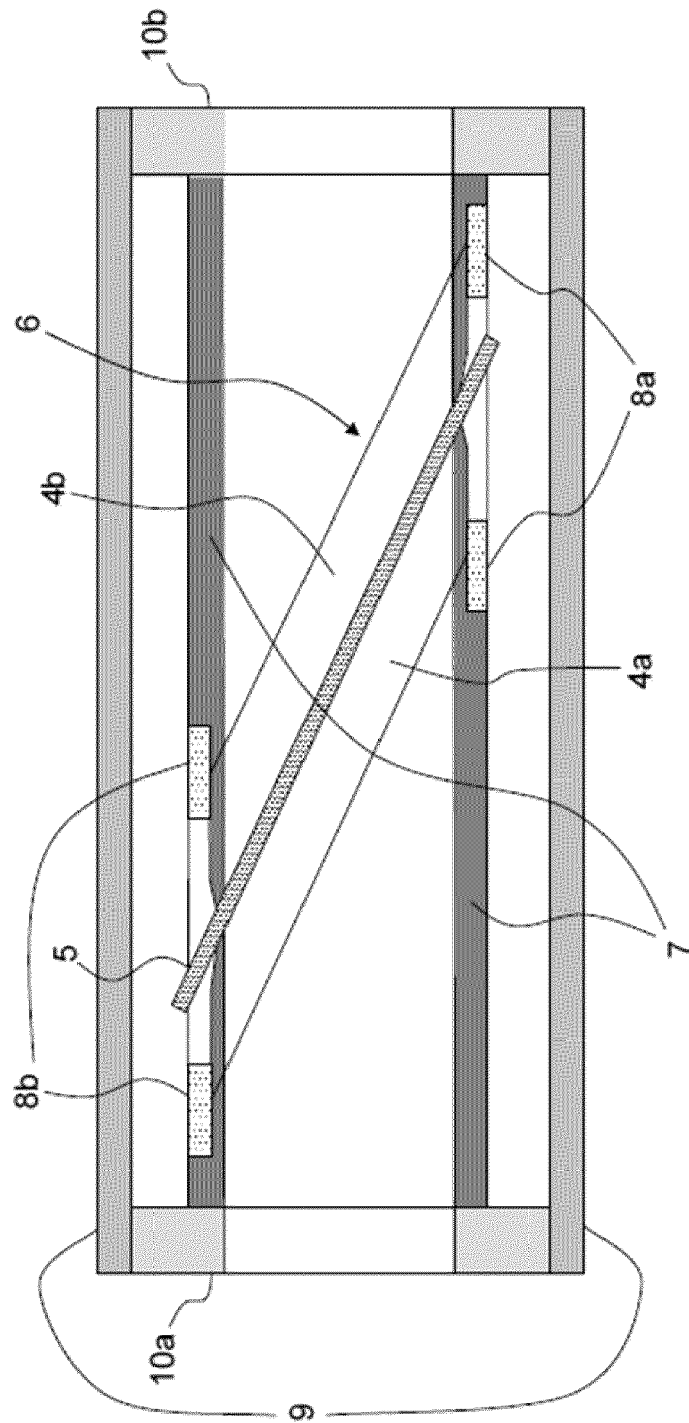


FIG.4

[Fig. 5]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 20 6294

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 3 555 450 A (ROCKWELL ALBERT M JR) 12 janvier 1971 (1971-01-12) * colonne 4; figure 3 * -----	1-3	INV. H01P3/12 H01P1/08
A	GB 857 331 A (VICKERS ELECTRICAL CO LTD) 29 décembre 1960 (1960-12-29) * page 3, ligne 28 - ligne 98; figures 1-3 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01P
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		8 mars 2024	Hueso González, 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			

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.****EP 23 20 6294**

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.

08-03-2024

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
	US 3555450	A	12-01-1971	AUCUN

15	GB 857331	A	29-12-1960	AUCUN

20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0460

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