



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**06.09.2023 Bulletin 2023/36**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**H02B 1/00 (2006.01) H01R 24/38 (2011.01)**  
**H01R 101/00 (2006.01) H01R 13/533 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **22305238.2**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**H01R 13/533; H01R 24/38; H01R 2101/00**

(22) Date de dépôt: **02.03.2022**

(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:  
**KH MA MD TN**

(72) Inventeurs:  
• **VANDEPLASSCHE, Philippe**  
**6032 Mont-sur-Marchienne (FR)**  
• **COULON, Alexia**  
**6032 Mont-sur-Marchienne (BE)**

(74) Mandataire: **Atout PI Laplace**  
**Immeuble "Visium"**  
**22, avenue Aristide Briand**  
**94117 Arcueil Cedex (FR)**

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

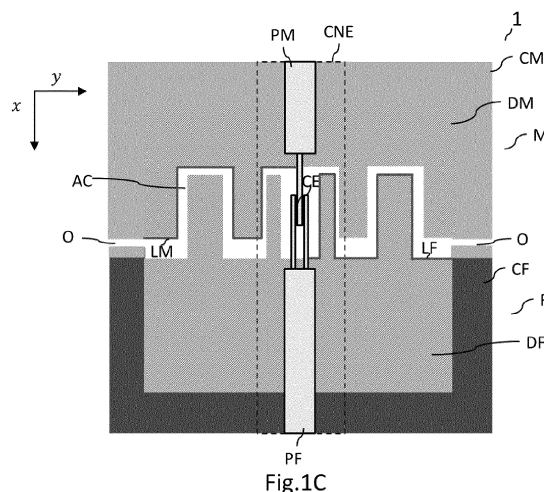
(54) **CONNECTEUR ELECTRIQUE HAUTE TENSION POUR LE DOMAINE SPATIAL**

(57) Connecteur électrique (1) haute tension pour le domaine spatial comprenant une portion mâle (M) et une portion femelle (F) destinées à réaliser un contact électrique (CE) entre les portions, ladite portion mâle comprenant :

- une coque externe mâle métallique (CM);
- un bloc diélectrique mâle (DM) encapsulé par la coque mâle et présentant une région structurée mâle (RSM) comprenant un renforcement dit mâle (RM) ;
- la portion femelle (F) comprenant :
- une coque externe femelle métallique (CF)
- un bloc diélectrique femelle (DF) encapsulé par la coque femelle et présentant une région structurée femelle

(RSF) comprenant un renforcement femelle (RF); la coque externe mâle ou femelle présentant au moins une ouverture (O), la région structurée mâle présentant une forme complémentaire à une forme de la région structurée femelle, de sorte que la région structurée mâle soit apte à s'insérer dans la région structurée femelle pour permettre le contact électrique et de manière à créer un conduit de fuite (AC) entre la région structurée femelle et la région structurée mâle permettant une circulation de l'air compris entre la région structurée femelle et la région structurée mâle jusqu'à ladite au moins une ouverture.

Figure 1C



## Description

### Domaine technique :

**[0001]** La présente invention concerne le domaine des connecteurs électriques haute tension et plus particulièrement le domaine des connecteurs électriques haute tension pour le domaine spatial.

### Technique antérieure :

**[0002]** Dans le domaine du spatial, des connecteurs électriques haute tension sont connus de l'homme de l'art. Par « connecteurs électriques haute tension », on entend ici et dans la suite de la demande des connecteurs pouvant fonctionner à une tension supérieure à 5 kV. Il est connu de réaliser un connecteur haute tension via une connectique filaire directe comportant une brasure des fils dans les modules haute tension et un surmoulage de ce module afin de réaliser l'isolation électrique.

**[0003]** Cette technique d'interconnexion au moyen d'un isolant solide permet de rendre la liaison électrique robuste à toute la gamme de pressions de service allant de la pression atmosphérique jusqu'au vide profond lors de la mission en orbite.

**[0004]** Malgré cette excellente fonctionnalité cette technique présente plusieurs inconvénients :

- Cette opération doit être effectuée par le fabricant de l'EPC ou du TWT et nécessite une validation par test.
- Elle n'est pas réversible facilement et nécessite un mode de fonctionnement dit de réparation et oblige de refaire des tests.
- Comme l'EPC et le(les) TWT sont des objets différents qui seront placés dans des zones thermiques différentes la manutention devient assez complexe et nécessite des moyens très spécifiques.

**[0005]** Les nouveaux marchés demandent d'augmenter la compacité du satellite et cette technique d'interconnexion n'est donc pas ou très difficilement envisageable si on souhaite augmenter le nombre de TWT branchés sur un seul EPC.

**[0006]** En effet la partie électronique pouvant être mutualisée afin d'alimenter plus de deux TWT, la solution actuelle est intrinsèquement limitée et pose de nombreux problèmes au niveau logistique et au niveau des moyens de production. L'alimentation de plus de deux TWT est particulièrement critique pour la réalisation de satellites comprenant une antenne active qui comportent avantageusement un très grand nombre de TWT créant ainsi une complexité importante de la connectique haute tension.

**[0007]** Dans le domaine de l'aéronautique, des connecteurs électriques haute tension sont connus de l'homme de l'art. Ces connecteurs sont conçus pour fonctionner sur une certaine gamme d'altitudes (du niveau de la mer à souvent 33000 pieds ou 10000m) c'est-à-dire pour une gamme de pression prédéterminée. Typiquement, les connecteurs de l'aéronautique sont rendus hermétiques, par exemple au moyen de joints autour du contact électrique, afin de conserver l'air emprisonné entre les contacts électriques à la pression atmosphérique.

**[0008]** Cependant, ce type de connecteur n'est pas nécessairement conçu pour fonctionner pendant une très grande durée de vie (15 ans ou plus) comme cela est nécessaire dans le domaine du spatial. En effet, en aéronautique, ils seront soumis à un plan de maintenance entraînant son entretien ou son remplacement. L'utilisation d'un joint d'étanchéité pose beaucoup de questions sur le comportement du connecteur lors de son dégazage inévitable pendant une très longue durée d'utilisation. En effet, l'herméticité n'est pas parfaite et comporte nécessairement une micro fuite qui fera évoluer la pression interne du connecteur.

**[0009]** L'invention vise à pallier certains problèmes de l'art antérieur. A cet effet, un objet de l'invention est un connecteur électrique haute tension pour le domaine spatial comprenant une portion mâle et une portion femelle destinées à réaliser un contact électrique. Le connecteur de l'invention est ventilé et présente l'avantage de permettre de facilement désolidariser la portion mâle et la portion femelle. Par « ventilé », on entend ici et dans la suite de la description que le connecteur est apte à être pompé de manière à atteindre un vide poussé (pression inférieure à  $10^{-6}$  mbar) ou moins, particulièrement dans sa région de contact électrique.

### Résumé de l'invention :

**[0010]** A cet effet, un objet de l'invention est connecteur électrique haute tension pour le domaine spatial comprenant une portion mâle et une portion femelle destinées à réaliser un contact électrique entre les portions, ladite portion mâle comprenant :

- une coque externe mâle métallique ;
- un bloc diélectrique mâle encapsulé par la coque mâle et présentant une région structurée mâle comprenant un renforcement dit mâle ;
- une partie mâle du contact électrique encastrée au moins partiellement dans le bloc diélectrique mâle, ladite partie mâle s'étendant selon une direction x, une extrémité dite mâle de ladite partie mâle étant disposée dans le renforcement mâle,

la portion femelle comprenant :

- une coque externe femelle métallique
- un bloc diélectrique femelle encapsulé par la coque

femelle et présentant une région structurée femelle comprenant un renforcement femelle

- une partie femelle du contact électrique encastrée au moins partiellement dans le bloc diélectrique femelle, ladite partie femelle s'étendant selon la direction x, une extrémité dite femelle de ladite partie femelle étant disposée dans le renforcement femelle, ladite extrémité femelle étant adaptée pour que ladite extrémité mâle puisse s'emboîter dans ladite extrémité femelle pour créer le contact électrique, un ensemble formé ladite partie mâle, ladite partie femelle, ledit renforcement mâle et ledit renforcement femelle étant dénommé connecteur élémentaire,

la coque externe mâle ou femelle présentant au moins une ouverture, la région structurée mâle présentant une forme complémentaire à une forme de la région structurée femelle, de sorte que la région structurée mâle soit apte à s'insérer dans la région structurée femelle ou inversement pour permettre le contact électrique et de manière à créer un conduit de fuite entre la région structurée femelle et la région structurée mâle permettant une circulation de l'air compris entre la région structurée femelle et la région structurée mâle jusqu'à ladite au moins une ouverture.

**[0011]** Selon un mode de réalisation du dispositif de l'invention, le conduit de fuite constitue l'unique moyen de circulation de l'air compris entre la région structurée femelle et la région structurée mâle jusqu'à l'extérieur dudit connecteur.

**[0012]** Selon un mode de réalisation du dispositif de l'invention, une portion du conduit de fuite dans lequel est disposé le contact électrique, s'étend dans la direction x, de sorte que ladite portion soit sensiblement perpendiculaire à des lignes de champ associé audit contact électrique. De manière préférentielle, une épaisseur du conduit de fuite est suffisamment petite pour qu'il n'existe pas de claquage électrique dans l'air à une pression de 1 Pa au sein du conduit de fuite

**[0013]** Selon un mode de réalisation du dispositif de l'invention, la région structurée mâle est adaptée pour qu'une ligne de fuite dite mâle entre le contact électrique et la coque externe mâle, passant par une surface du conduit de fuite comprise dans le bloc diélectrique mâle, présente une longueur supérieure à une distance de claquage diélectrique prédéterminée et associée à ladite tension prédéterminée, à pression atmosphérique, et dans lequel la région structurée femelle est adaptée pour qu'une ligne de fuite dite femelle entre le contact électrique et la coque externe femelle passant par une surface du conduit de fuite comprise dans le bloc diélectrique femelle présente une longueur supérieure à ladite distance de claquage diélectrique prédéterminée. De manière préférentielle, la ligne de fuite mâle présente une longueur supérieure à 1.2 cm et la ligne de fuite femelle présente une longueur supérieure à 1.2 cm, pour une

tension prédéterminée de 7 kV.

**[0014]** Selon un mode de réalisation du dispositif de l'invention, le nombre d'ouvertures et la dimension des ouvertures sont adaptés en fonction d'un volume du conduit de fuite, de sorte qu'il soit possible d'obtenir un vide poussé dans le conduit de fuite en un temps prédéterminé.

**[0015]** Selon un mode de réalisation du dispositif de l'invention, le renforcement mâle et femelle sont en forme de cylindre creux.

**[0016]** Selon un mode de réalisation du dispositif de l'invention, le dispositif comprend une pluralité de connecteurs élémentaires. De manière préférentielle, lesdits connecteurs élémentaires sont disposés de manière à former une ligne ou une matrice. De manière encore préférentielle, le dispositif comprend un premier connecteur élémentaire et un deuxième connecteur élémentaire alignés selon une direction y perpendiculaire à x, partageant un même conduit de fuite, et dans lequel une ligne de fuite dite intercontact mâle, entre le contact électrique du premier connecteur élémentaire et le contact électrique du connecteur deuxième élémentaire, passant par une surface du conduit de fuite comprise dans le bloc diélectrique mâle présente une longueur supérieure à une distance de claquage diélectrique prédéterminée, et associée à la tension prédéterminée, à pression atmosphérique, et dans lequel une ligne de fuite dite intercontact femelle entre le contact électrique du premier connecteur élémentaire et le contact électrique du deuxième connecteur élémentaire passant par une surface du conduit de fuite comprise dans le bloc diélectrique femelle présente une longueur supérieure à ladite distance de claquage prédéterminée.

#### **Breve description des figures :**

**[0017]** D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description faite en référence aux dessins annexés donnés à titre d'exemple et qui représentent, respectivement :

[Fig.1A], [Fig.1B] et [Fig.1C], une vue schématique en coupe selon un plan (x, y) de, respectivement, la portion mâle, la portion femelle et le connecteur selon l'invention,

[Fig.1D], une représentation graphique de la courbe de Paschen dans l'air,

[Fig.2], un agrandissement du connecteur élémentaire du connecteur selon l'invention,

[Fig.3], une vue schématique du connecteur selon un mode de réalisation comprenant un premier connecteur élémentaire et un deuxième connecteur élémentaire alignés selon une direction y, et partageant un même conduit de fuite,

[Fig.4], une vue schématique du connecteur selon un mode de réalisation.

**[0018]** Dans les figures, sauf contre-indication, les éléments ne sont pas à l'échelle.

#### Description détaillée :

**[0019]** L'invention porte sur connecteur électrique 1 haute tension pour le domaine spatial comprenant une portion mâle M et une portion femelle F destinées à réaliser un contact électrique CE. Les figures 1A, 1B et 1C illustrent schématiquement une vue en coupe selon un plan (x, y) de, respectivement, la portion mâle M, la portion femelle F et le connecteur 1 selon l'invention, avec la portion mâle M et la portion femelle F enfichées. Comme cela sera plus clairement expliqué plus loin, le connecteur de l'invention est ventilé et permet de facilement désolidariser la portion mâle et la portion femelle. En outre, il est apte à être utilisé à pression atmosphérique et sous vide poussé, pendant une très longue durée de vie (supérieure à 15 ans). Cependant, il n'est pas fonctionnel durant la dépressurisation, c'est-à-dire pendant la mise sous vide poussé, à partir d'une pression atmosphérique et avant d'atteindre le vide poussé.

**[0020]** Dans le connecteur de l'invention, la portion mâle M comprend une coque externe mâle métallique CM et la portion femelle F comprend une coque externe femelle métallique CF. Ces coques CM et CF sont des coques de protection connues de l'homme de l'art.

**[0021]** La portion mâle M comprend de plus un bloc diélectrique mâle DM encapsulé par la coque mâle CM. Le bloc DM est par exemple en Polyétheréthercétone (aussi appelé PEEK) ou encore en tout matériaux diélectriques connus de l'homme de l'art. Le bloc DM présente en outre une région structurée dite mâle RSM comprenant un renforcement dit mâle RM.

**[0022]** En outre, la portion mâle M comprend une partie mâle PM du contact électrique CE, encastrée au moins partiellement dans le bloc diélectrique DM. La partie mâle comprend une extrémité dite mâle EM qui est disposée dans le renforcement mâle RM. Cette partie mâle PM est connue de l'homme de l'art et est adaptée pour être reliée à une alimentation haute tension (non représentée dans les figures 1A-1C). Dans l'invention, par convention, la partie mâle s'étend selon la direction x.

**[0023]** La portion F comprend elle aussi un bloc diélectrique femelle DF encapsulé par la coque femelle CF et présentant une région structurée femelle RSF comprenant un renforcement femelle RF. Ce bloc DF est lui aussi un isolant électrique qui va permettre, via sa coopération avec le bloc DM, d'assurer un bon fonctionnement électrique du connecteur 1 à la pression atmosphérique et sous vide poussé.

**[0024]** De plus, la portion F comprend une partie femelle PF du contact électrique CE, encastrée au moins partiellement dans le bloc diélectrique femelle DF et s'étendant selon la direction x. Afin de réaliser le contact

électrique, une extrémité dite femelle EF de la partie femelle est disposée dans le renforcement femelle RF et l'extrémité femelle EF est adaptée pour que l'extrémité mâle EM puisse s'emboîter dans l'extrémité femelle EF pour créer le contact électrique CE. Le contact électrique CE est défini comme la zone de contact entre l'extrémité mâle EM et l'extrémité femelle EF. Le principe de création de contact électrique à partir d'une extrémité mâle EM et d'une extrémité femelle EF, apte à être emboîtées l'une dans l'autre, est bien connu de l'homme de l'art.

**[0025]** On dénomme connecteur élémentaire CNE., un ensemble formé par la partie mâle PM, la partie femelle PF, le renforcement mâle RM et le renforcement femelle RF.

**[0026]** De manière essentielle, dans le connecteur de l'invention, la coque externe mâle CM ou femelle CF présente au moins une ouverture O traversant la coque et débouchant sur l'extérieur du connecteur. Ces ouvertures, aussi appelées « trous d'évents », permettent de mettre sous vide poussé le connecteur 1 afin de réaliser son isolation électrique. A titre d'exemple illustratif, dans les figures 1A-1C, la coque CM comprend deux ouvertures O. Alternativement, selon un autre mode de réalisation, la coque CM comprend un nombre d'ouvertures différent de deux.

**[0027]** Enfin, dans le connecteur 1, la région structurée mâle RSM présente une forme complémentaire à une forme de la région structurée femelle RSF, de sorte que la région structurée mâle soit apte à s'insérer dans la région structurée femelle ou inversement. En outre, les deux régions structurées sont configurées pour, lorsque insérées l'une dans l'autre, permettre le contact électrique CE et la création un conduit de fuite AC entre la région structurée femelle et la région structurée mâle. Ce conduit permet la circulation de l'air compris entre la région structurée femelle et la région structurée mâle jusqu'à l'ouverture. Dans le connecteur, le conduit de fuite AC constitue l'unique moyen de circulation de l'air compris entre la région structurée femelle et la région structurée mâle jusqu'à l'extérieur du connecteur.

**[0028]** Il est entendu que l'emboîtement de l'extrémité mâle EM et de l'extrémité femelle EF, et la création du conduit de fuite AC est permis à la fois par l'insertion des régions RSM et RSF mais aussi par la coopération des coques mâle CM et femelle CF. C'est-à-dire que la coque mâle CM et femelle CF présentent chacune une structure 3D autorisant la création du conduit AC, et évitant par exemple qu'une portion en saillie de la région RSF soit en contact avec la région RSM, ce qui boucherait le conduit AC.

**[0029]** Le conduit de fuite AC de l'invention présente plusieurs avantages :

- il permet d'atteindre le vide poussé dans le connecteur et plus précisément dans le conduit de fuite AC où est disposé le contact électrique. Cela garantit une isolation électrique du connecteur sous vide poussé. En effet, dans ce régime de pression, le libre

parcours moyen des électrons potentiellement arrachés au contact électrique CE est trop grand : il n'y a plus assez d'atomes de gaz sur leur chemin pour déclencher, par collisions avec ceux-ci, l'effet d'avalanche qui transforme le gaz en plasma et qui induit le claquage électrique dans l'air.

- en régime de pression atmosphérique, il permet d'éviter un claquage diélectrique entre le contact électrique CE et la coque externe mâle CM passant à la surface du bloc diélectrique DM d'une part, et entre le contact électrique CE et la coque externe femelle CF passant à la surface du bloc diélectrique DF. Cela protège le connecteur à pression atmosphérique d'autre part. On appelle ici « claquage diélectrique », ou « cheminement », le processus qui produit une piste partiellement conductrice sur la surface d'un matériau isolant suite à des décharges électriques sur ou à proximité d'une surface d'isolation. De plus, le conduit AC permet d'éviter un claquage électrique dans l'air entre le contact électrique CE et la coque externe mâle CM et entre le contact électrique CE et la coque externe femelle CF. Ces caractéristiques seront détaillées plus loin.
- préférentiellement, il permet un fonctionnement électrique correct (c'est-à-dire sans création de claquage électrique dans l'air) du connecteur même lors d'une remontée en pression accidentelle jusqu'à 1 Pa. Cette condition dépend spécifiquement de la structure de la portion du conduit de fuite dans lequel est disposé le contact électrique (voir plus loin).

**[0030]** Le connecteur de l'invention présente donc une structure ingénieuse qui permet de facilement désolidariser la portion mâle et la portion femelle et qui est apte à être utilisé à la pression atmosphérique et sous vide poussé pendant d'une très longue durée de vie (supérieure à 15 ans). Il est donc particulièrement adapté pour la réalisation de satellites comprenant une antenne active comportant un très grand nombre de TWT.

**[0031]** La figure 1D est une représentation générale graphique de la courbe de Paschen dans l'air, c'est-à-dire la courbe qui précise la tension de claquage dans l'air pour une tension entre deux électrodes séparées d'une distance  $d$  et pour une pression  $p$ . Cette figure va permettre d'explicitier le fonctionnement du connecteur dans le régime de pression atmosphérique (région R1), dans le régime de dépressurisation (région R2) et sous vide poussé (région R3). Dans le connecteur enfiché de la figure 1C, la distance  $d$  correspond à la plus petite distance dans l'air entre le contact électrique CE et la coque externe mâle CM ou entre le contact électrique CE et la coque externe femelle CF.

**[0032]** Sur la figure 1D, à titre d'exemple non limitatif, est représentée une droite horizontale qui correspond à une tension de fonctionnement prédéterminée du connecteur égale à 7 kV. La courbe de la figure 1D illustre

le fait qu'il existe nécessairement une gamme de valeur  $p \times d$  d'environ [2.5 Torr. cm; 10<sup>2</sup> Torr. cm] (région R2) pour laquelle on obtient un claquage dans l'air, pour une tension de fonctionnement de 7 kV.

**[0033]** À droite et en dessous de la courbe de Paschen, (portion R1 de la figure 1D) l'air est un isolant disposant d'une tension de claquage supérieure à la tension de fonctionnement prédéterminée. Il n'y a pas assez d'électrons libres arrachés à la connection électrique CE et leur libre parcours moyen est trop faible pour qu'ils accélèrent suffisamment entre deux collisions : leur énergie cinétique est insuffisante pour ioniser le gaz et ainsi créer un claquage. Ce régime correspond au fonctionnement souhaité du connecteur 1 à pression atmosphérique.

**[0034]** Pour cela, à pression atmosphérique, il est nécessaire d'éviter un cheminement entre la coque CM et le contact CE passant à la surface du bloc DM. Ainsi, selon un mode de réalisation de l'invention, la région structurée mâle est adaptée pour qu'une ligne de fuite dite mâle LM entre le contact électrique et la coque externe mâle, passant par une surface du conduit de fuite comprise dans le bloc diélectrique mâle, présente une longueur supérieure à une distance de claquage diélectrique prédéterminée et associée à la tension prédéterminée de fonctionnement du connecteur, à pression atmosphérique. Cette distance de claquage diélectrique prédéterminée correspond à la distance maximale entre deux électrodes, passant par la surface d'un isolant pour laquelle le cheminement à lieu entre les deux électrodes, pour une tension donnée et une pression donnée. Cette distance de claquage diélectrique est déterminée par des règles standard (voir par exemple paragraphe 5.1.10 de l'ECSS-E-HB-20-05A).

**[0035]** De même, afin d'éviter un cheminement entre la coque CF et le contact CE, passant à la surface du bloc DF, la région structurée femelle est adaptée pour qu'une ligne de fuite dite femelle LF entre le contact électrique CE et la coque externe femelle CF passant par une surface du conduit de fuite AC comprise dans le bloc diélectrique femelle DF présente une longueur supérieure à la distance de claquage diélectrique prédéterminée.

**[0036]** De manière préférentielle, la ligne de fuite mâle et la ligne de fuite femelle présentent une longueur supérieure à 1.2 cm, pour une tension prédéterminée de 7 kV afin d'éviter l'apparition du phénomène de cheminement.

**[0037]** On note que la condition concernant la longueur des lignes LM et LF permet nécessairement d'éviter l'apparition de claquage dans l'air à cette pression entre le contact électrique CE et la coque externe mâle CM d'une part et la coque externe femelle CF d'autre part. En effet, le claquage dans l'air a lieu pour une tension supérieure au cheminement (ou une distance inférieure entre deux électrodes), donc si on évite le cheminement, on évite le claquage dans l'air.

**[0038]** Lorsque la pression de l'air diminue, on intercepte la courbe de Paschen (portion R2 de la figure 1D) et la décharge électrique apparaît si le connecteur est

sous tension. Ce régime correspond à la dépressuration (ie : mise sous vide) du connecteur, dans lequel le connecteur de l'invention ne fonctionne pas et n'est pas mis sous tension.

**[0039]** Si la pression continue de descendre, on est alors en dessous et à gauche de la courbe de Paschen (portion R3 de la figure 1D). Le libre parcours moyen des électrons devient cette fois trop grand : il n'y a plus assez d'atomes de gaz sur leur chemin pour déclencher, par collisions avec ceux-ci, l'effet d'avalanche qui transforme le gaz en plasma et génère le claquage. Ce régime correspond au fonctionnement sous vide poussé du connecteur. Dans ce régime, le vide poussé fait donc office d'isolant.

**[0040]** Dans l'invention, la région mâle RSM et la région femelle RSF peuvent présenter n'importe quelle forme sans sortir du cadre de l'invention tant que la région mâle RSM soit apte s'insérer dans la région femelle RSF ou inversement, de manière à créer le conduit de fuite AC. Ainsi, selon le mode de réalisation illustré dans la figure 1C, la région mâle RSM est structurée de manière à présenter des créneaux dans le plan (x,y) qui sont en renforcement par rapport au reste du bloc diélectrique DM et la région femelle RSF est structurée de manière à présenter des créneaux dans le plan (x,y) qui sont saillies par rapport au reste du bloc diélectrique DF. Alternativement, selon un autre mode de réalisation, la région femelle RSF est structurée de manière à présenter des créneaux dans le plan (x,y) qui sont en renforcement par rapport au reste du bloc diélectrique DF et la région mâle RSM est structurée de manière à présenter des créneaux dans le plan (x,y) qui sont saillies par rapport au reste du bloc diélectrique DM. Selon un autre mode de réalisation, la région femelle RSF et la région mâle RSM présente une structure dans le plan (x, y) qui présente à la fois des renforcements et des portions en saillies par rapport au reste du bloc diélectrique DF et DM respectivement.

**[0041]** En outre, selon un mode de réalisation de l'invention, différent de celui illustré en figure 1C, les régions RSM et RSF sont telles que leur coupe selon le plan (x, y) présente des structures qui ne sont pas en forme de créneaux rectangulaires ou carrés mais qui sont par exemple être en forme de triangle ou bien toute autre forme connue de l'homme de l'art, tant que la région mâle RSM soit apte s'insérer dans la région femelle RSF ou inversement, de manière à créer le conduit de fuite AC et permettre le contact électrique CE.

**[0042]** De même, la forme spécifique des renforcements RF et RM n'est pas pertinente pour l'invention tant que la région mâle RSM est apte à s'insérer dans la région femelle RSF. A titre d'exemple non limitatif, les renforcements RF et RM sont en forme de cylindre creux à base carrée, à base circulaire, ou encore à base polygonale.

**[0043]** Dans l'invention, il faut que la région structurée mâle RSM ne soit pas en contact avec la région structurée femelle RSF à défaut de sceller le conduit de fuite

AC. Cela pourrait empêcher d'atteindre le vide poussé dans le connecteur 1 et/ou pourrait perturber la protection du connecteur contre le claquage électrique.

**[0044]** De manière préférentielle, le nombre d'ouvertures et la dimension des ouvertures sont adaptés en fonction du volume du conduit de fuite, de sorte qu'il soit possible d'obtenir un vide poussé dans le conduit de fuite (ou encore un équilibre des pressions entre le conduit de fuite et l'extérieur du connecteur) en un temps prédéterminé. Ce temps prédéterminé est défini par le cahier des charges de l'utilisateur et par des normes liées au domaine d'utilisation.

**[0045]** Préférentiellement, la région RSM et la région RSF présente une structuration permettant de limiter les effets de pointes liés à leur volume. Ainsi, préférentiellement, la région RSM et la région RSF sont tels que les arrêtes du canal de fuite sont arrondies.

**[0046]** La figure 2 illustre schématiquement un agrandissement du connecteur élémentaire CNE du connecteur 1. Dans cette figure 2 est représentée la portion PAC du conduit de fuite AC où est disposé le contact électrique CE. On note D, la distance selon une direction y perpendiculaire à x entre le contact électrique CE et une surface de la portion du conduit de fuite PAC. En outre, sur la figure 2, on a représenté les lignes de champs LC associées au contact électrique CE. Ces lignes de champs dépendent bien entendu de la géométrie du contact électrique et représentent la direction du vecteur traduisant l'action à distance subie par une charge électrique. C'est-à-dire qu'un électron arraché en un point donné du contact CE suivra la direction de la ligne de champ LC associé à ce point.

**[0047]** Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, la portion du conduit de fuite PAC s'étend dans la direction x, comme cela est illustré dans la figure 2, de sorte que ladite portion soit sensiblement perpendiculaire aux lignes de champ LC associées au contact CE qui sont selon la direction y dans l'exemple de la figure 2. Cette caractéristique est particulièrement intéressante pour rendre le connecteur 1 résistant à une remontée en pression accidentelle à partir du vide poussé. En effet, cet arrangement du conduit PAC permet d'artificiellement limiter le libre parcours moyen des électrons arrachés au contact CE, empêchant ainsi qu'ils puissent accélérer suffisamment entre deux collisions pour ioniser le gaz et ainsi créer un claquage, car les électrons ainsi arrachés vont être « stoppés » par les parois diélectriques de la portion PAC du conduit. Le paramètre clé contrôlant le libre parcours moyen des électrons arrachés est la distance D entre deux surfaces opposées du conduit de fuite. Autrement dit, D est l'épaisseur du conduit de fuite formé par les régions RSM et RSF. Plus D est petit, plus les parois diélectriques du conduit de fuite sont susceptibles de limiter l'accélération des électrons arrachés. Ainsi, une remontée en pression qui serait susceptible de faire passer le connecteur de la région R3 de la figure 1D à la région R2 et provoquer un claquage ne nuit pas au fonctionnement électrique du connecteur. Il

est entendu que ceci n'est vrai que pour une remontée en pression relativement faible et dépendant de la tension de fonctionnement prédéterminée. De manière encore préférentielle, il est souhaitable que le connecteur fonctionne correctement pour une remontée en pression allant jusqu'à 1 Pa. Pour cela, la distance D est choisie pour être suffisamment petite de sorte qu'il n'existe pas de claquage électrique dans l'air à une pression de 1 Pa au sein du conduit de fuite.

**[0048]** Selon un mode de réalisation préféré de l'invention noté MP, le connecteur de l'invention comprend une pluralité de connecteurs élémentaires CNE, par exemple disposés de manière à former une ligne ou une matrice. Cela permet de maximiser le nombre de signaux transmis par le connecteur 1.

**[0049]** La figure 3 illustre schématiquement un exemple du mode de réalisation MP dans lequel le connecteur 1 comprend un premier connecteur élémentaire CNE1 et un deuxième connecteur élémentaire CNE2 alignés selon la direction y, partageant un même conduit de fuite AC. Dans l'exemple de la figure 3, il est essentiel que l'introduction de deux connecteurs élémentaires CNE1 et CNE2 dans le même conduit AC ne provoque pas de cheminement ou de claquage dans l'air. Pour éviter l'apparition de ces phénomènes, une ligne de fuite dite intercontact mâle LIM, entre le contact électrique CE1 du premier connecteur élémentaire CNE1 et le contact électrique CE2 du deuxième connecteur élémentaire CNE2, passant par une surface du conduit de fuite comprise dans le bloc diélectrique mâle présente une longueur supérieure à la distance de claquage diélectrique prédéterminée. De même, une ligne de fuite dite intercontact femelle entre le contact électrique du premier connecteur élémentaire et le contact électrique du deuxième connecteur élémentaire passant par une surface du conduit de fuite comprise dans le bloc diélectrique femelle présente une longueur supérieure à la distance de claquage diélectrique prédéterminée. Ainsi, le connecteur de la figure 3 permet de transmettre un plus grand nombre de signaux tout en conservant un fonctionnement électrique optimal.

**[0050]** La figure 4 illustre schématiquement le connecteur 1 selon un mode de réalisation de l'invention, avec la portion mâle M et la portion femelle F enfichées. A titre d'exemple non limitatif, la coque externe mâle CM comprend 2 ouvertures O placées sur chacune des petites faces latérales de la coque CM. Le connecteur de la figure 4 est simple, peu encombrant et permet de facilement desolidariser la portion mâle de la portion femelle. A titre d'exemple non limitatif, le connecteur 1 présente typiquement une dimension de 85x16x55mm.

## Revendications

1. Connecteur électrique (1) haute tension pour le domaine spatial comprenant une portion mâle (M) et une portion femelle (F) destinées à réaliser un con-

tact électrique (CE) entre les portions, ladite portion mâle comprenant :

- une coque externe mâle métallique (CM);
- un bloc diélectrique mâle (DM) encapsulé par la coque mâle et présentant une région structurée mâle (RSM) comprenant un renforcement dit mâle (RM) ;
- une partie mâle (PM) du contact électrique encastrée au moins partiellement dans le bloc diélectrique mâle, ladite partie mâle s'étendant selon une direction x, une extrémité dite mâle de ladite partie mâle étant disposée dans le renforcement mâle,

la portion femelle (F) comprenant :

- une coque externe femelle métallique (CF)
- un bloc diélectrique femelle (DF) encapsulé par la coque femelle et présentant une région structurée femelle (RSF) comprenant un renforcement femelle (RF);
- une partie femelle (PF) du contact électrique encastrée au moins partiellement dans le bloc diélectrique femelle, ladite partie femelle s'étendant selon la direction x, une extrémité dite femelle (EF) de ladite partie femelle étant disposée dans le renforcement femelle, ladite extrémité femelle étant adaptée pour que ladite extrémité mâle puisse s'emboîter dans ladite extrémité femelle pour créer le contact électrique (CE),  
un ensemble formé ladite partie mâle, ladite partie femelle, ledit renforcement mâle et ledit renforcement femelle étant dénommé connecteur élémentaire (CNE),

la coque externe mâle ou femelle présentant au moins une ouverture (O), la région structurée mâle présentant une forme complémentaire à une forme de la région structurée femelle, de sorte que la région structurée mâle soit apte à s'insérer dans la région structurée femelle ou inversement pour permettre le contact électrique et de manière à créer un conduit de fuite (AC) entre la région structurée femelle et la région structurée mâle permettant une circulation de l'air compris entre la région structurée femelle et la région structurée mâle jusqu'à ladite au moins une ouverture.

2. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel le conduit de fuite constitue l'unique moyen de circulation de l'air compris entre la région structurée femelle et la région structurée mâle jusqu'à l'extérieur dudit connecteur.
3. Dispositif selon l'une quelconques des revendications précédentes, dans lequel une portion du con-

duit de fuite (PAC) dans lequel est disposé le contact électrique, s'étend dans la direction  $x$ , de sorte que ladite portion soit sensiblement perpendiculaire à des lignes de champ (LC) associé audit contact électrique.

4. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel une épaisseur du conduit de fuite est suffisamment petite pour qu'il n'existe pas de claquage électrique dans l'air à une pression de 1 Pa au sein du conduit de fuite 5
5. Dispositif selon l'une quelconques des revendications précédentes, dans lequel la région structurée mâle est adaptée pour qu'une ligne de fuite dite mâle (LM) entre le contact électrique et la coque externe male, passant par une surface du conduit de fuite comprise dans le bloc diélectrique mâle, présente une longueur supérieure à une distance de claquage diélectrique prédéterminée et associée à ladite tension prédéterminée, à pression atmosphérique, et dans lequel la région structurée femelle est adaptée pour qu'une ligne de fuite dite femelle (LF) entre le contact électrique et la coque externe femelle passant par une surface du conduit de fuite comprise dans le bloc diélectrique femelle présente une longueur supérieure à ladite distance de claquage diélectrique prédéterminée. 10  
15  
20  
25
6. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel la ligne de fuite mâle présente une longueur supérieure à 1.2 cm et la ligne de fuite femelle présente une longueur supérieure à 1.2 cm, pour une tension prédéterminée de 7 kV. 30  
35
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le nombre d'ouvertures et la dimension des ouvertures sont adaptés en fonction d'un volume du conduit de fuite, de sorte qu'il soit possible d'obtenir un vide poussé dans le conduit de fuite en un temps prédéterminée. 40
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le renforcement mâle et femelle sont en forme de cylindre creux. 45
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une pluralité de connecteurs élémentaires. 50
10. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel lesdits connecteurs élémentaires sont disposés de manière à former une ligne ou une matrice. 55
11. Dispositif selon la revendication précédente, comprenant un premier connecteur élémentaire (CNE1) et un deuxième connecteur élémentaire (CNE2) alignés selon une direction  $y$  perpendiculaire à  $x$ , par-

tageant un même conduit de fuite, et dans lequel une ligne de fuite dite intercontact mâle (LIM), entre le contact électrique (CE1) du premier connecteur élémentaire (CNE1) et le contact électrique (CE2) du connecteur deuxième élémentaire (CNE2), passant par une surface du conduit de fuite comprise dans le bloc diélectrique mâle présente une longueur supérieure à une distance de claquage diélectrique prédéterminée, et associée à la tension prédéterminée, à pression atmosphérique, et dans lequel une ligne de fuite dite intercontact femelle entre le contact électrique du premier connecteur élémentaire et le contact électrique du deuxième connecteur élémentaire passant par une surface du conduit de fuite comprise dans le bloc diélectrique femelle présente une longueur supérieure à ladite distance de claquage prédéterminée.

Figure 1A

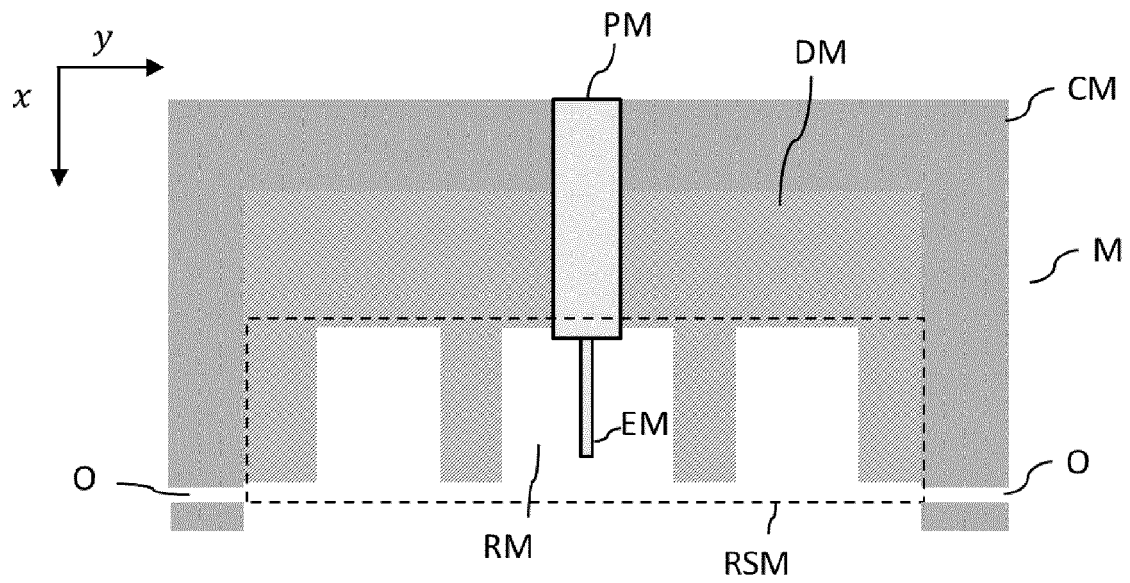


Fig.1A

Figure 1B

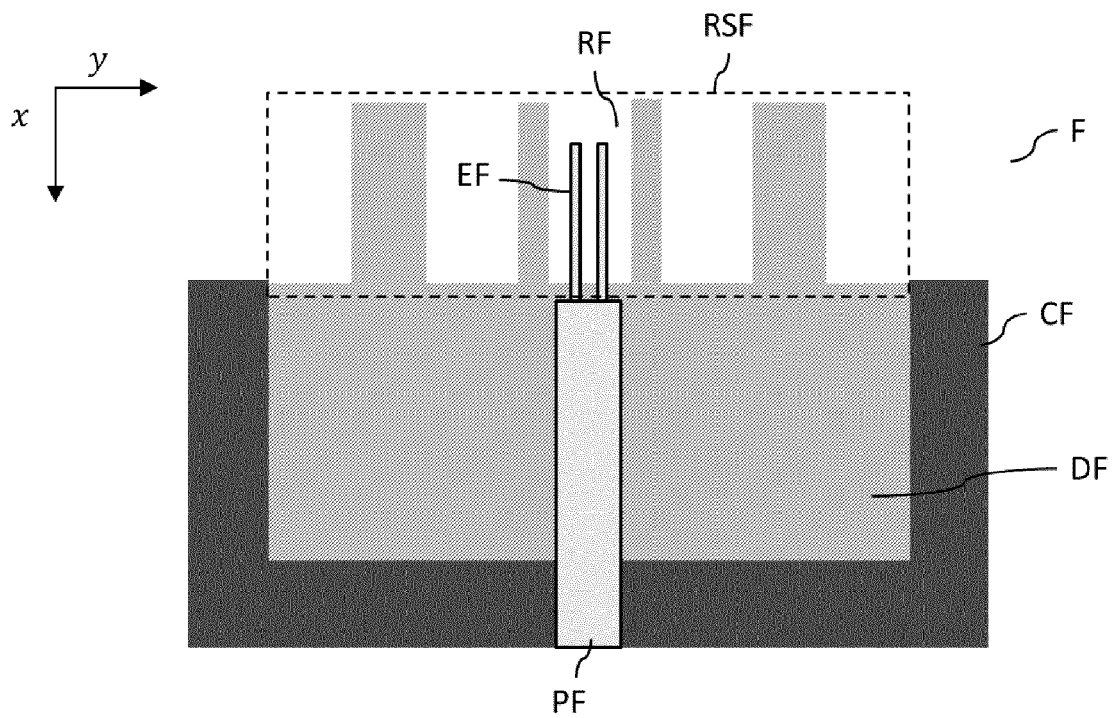


Fig.1B

Figure 1C

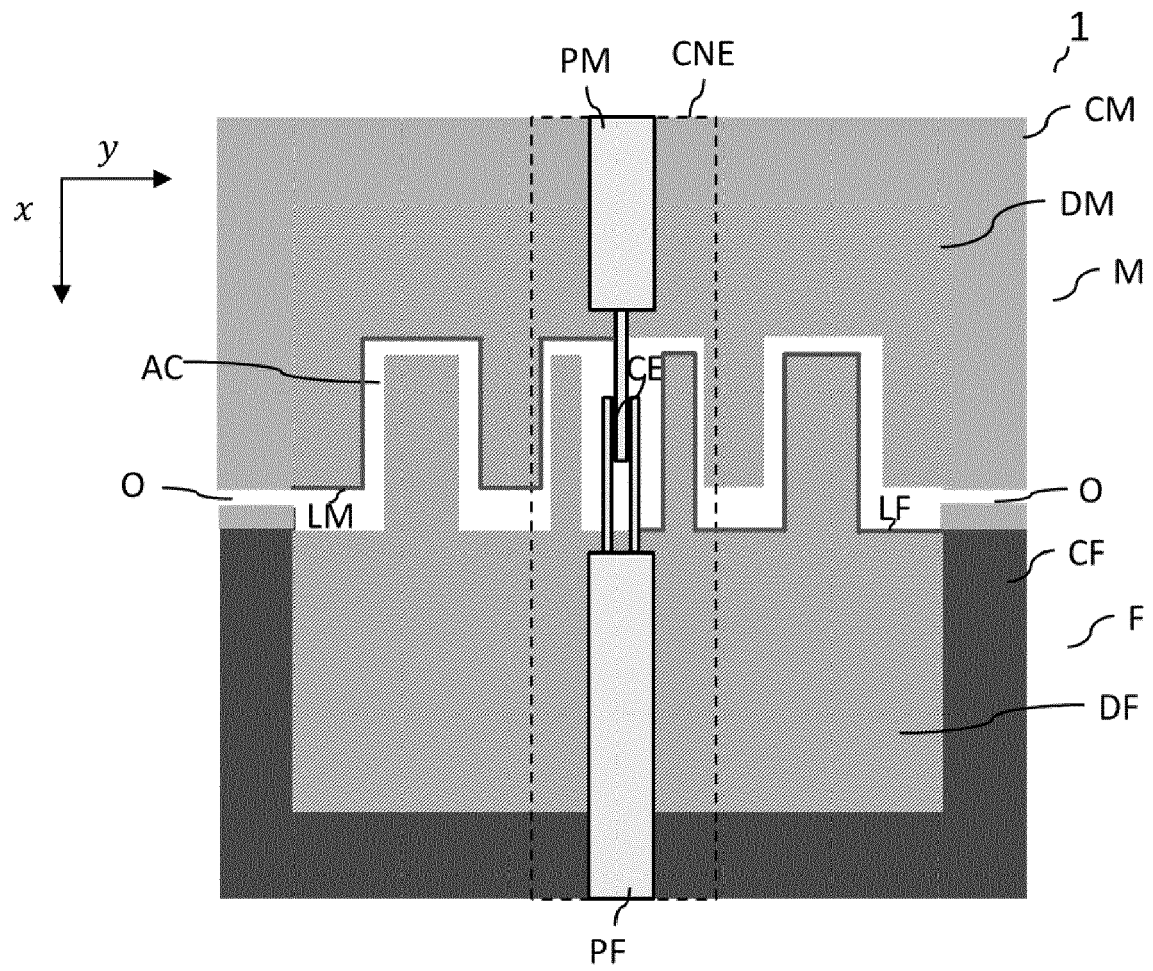


Fig.1C

Figure 1D

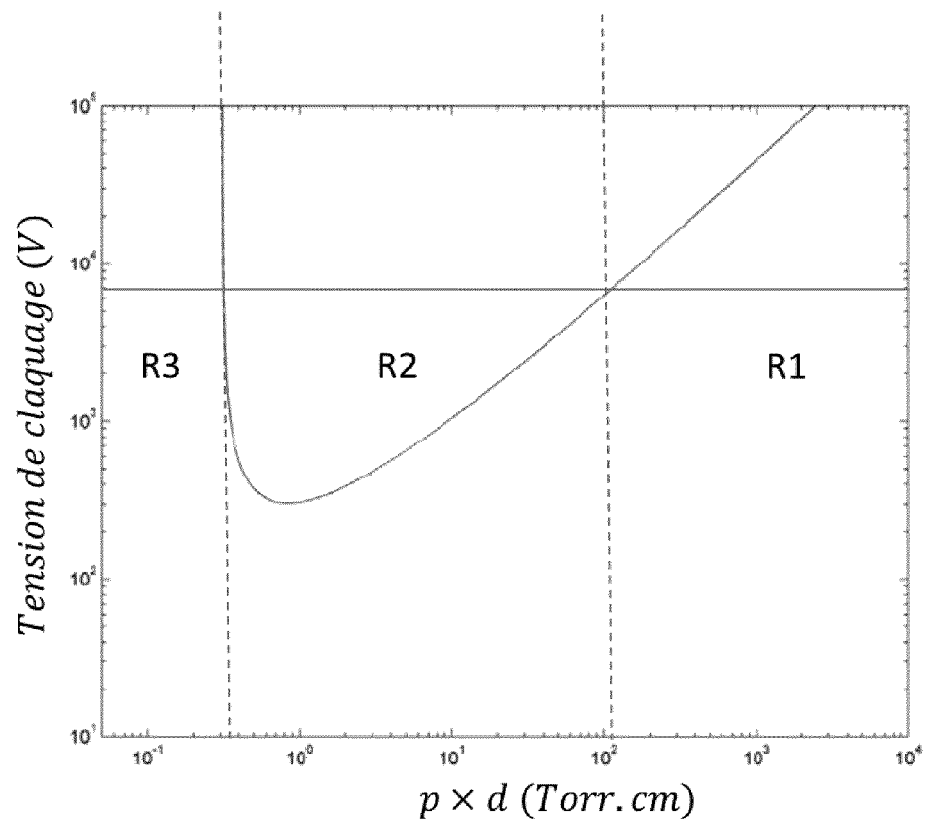
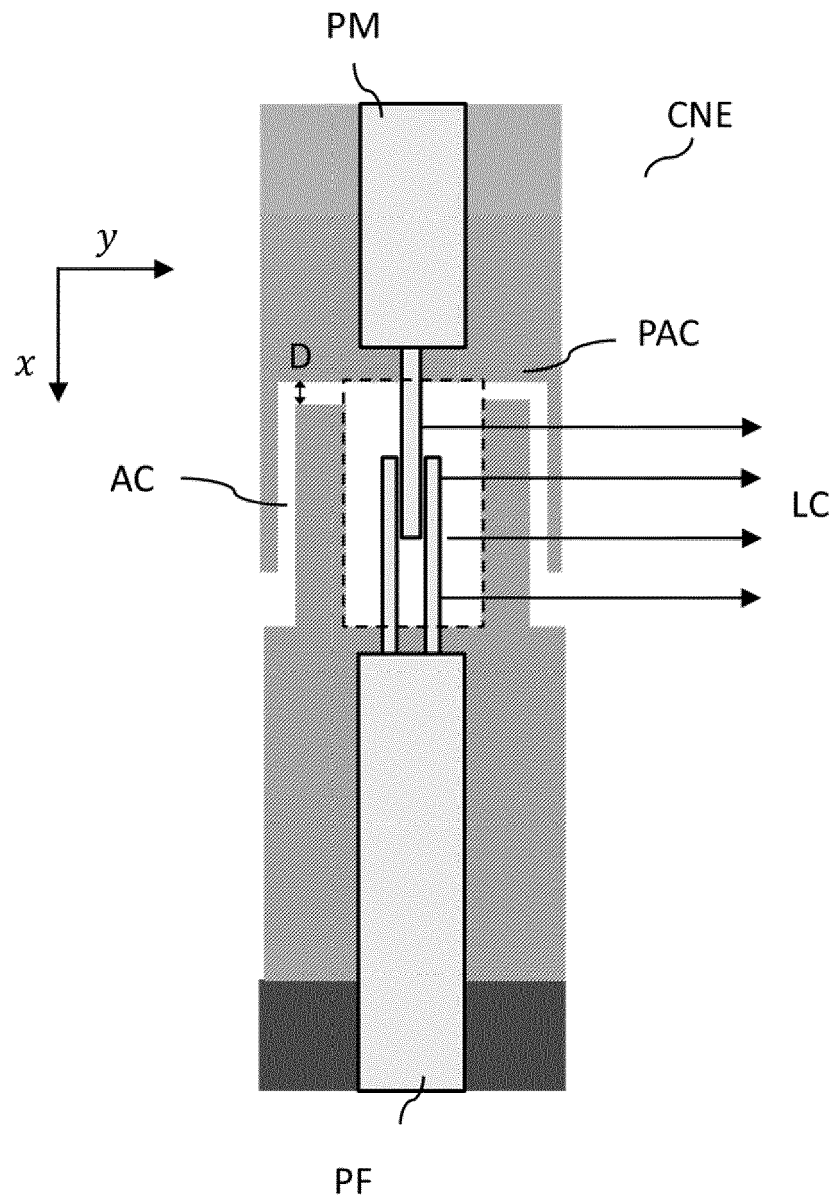


Fig.1D

Figure 2



PF  
Fig.2

Figure 3

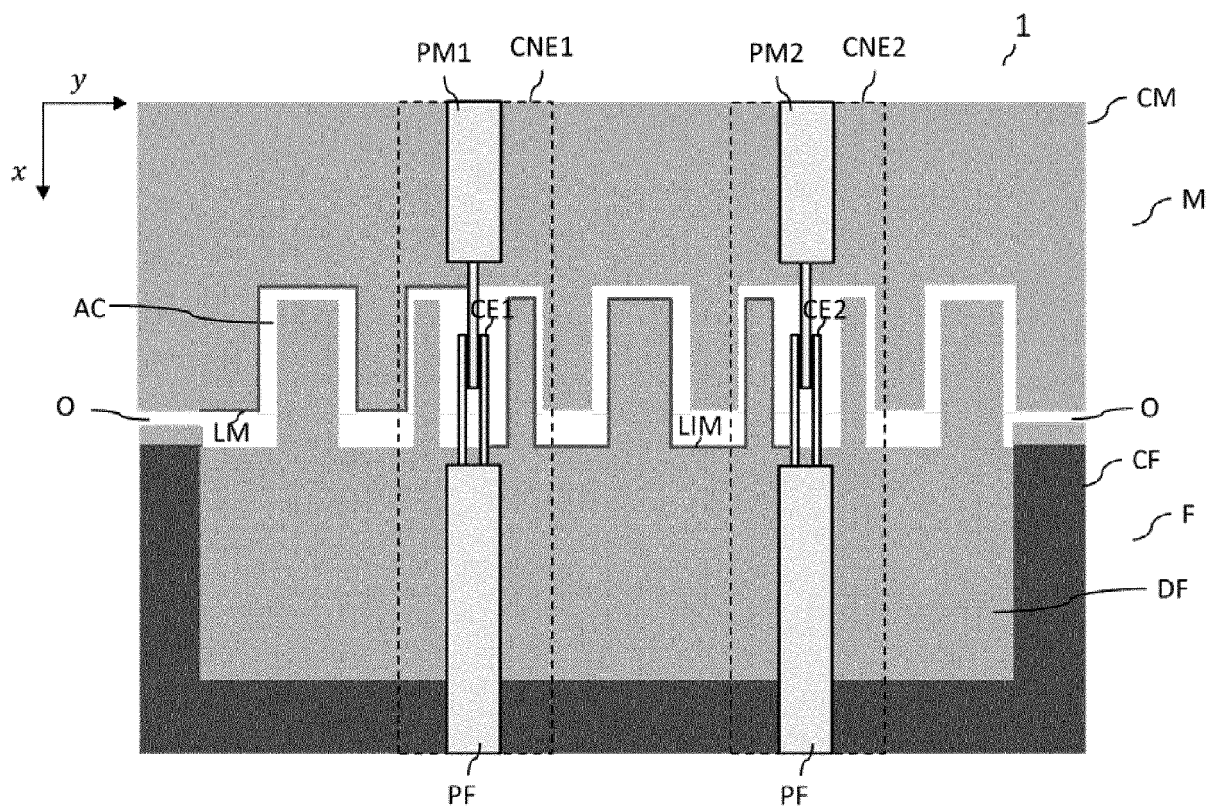


Fig.3

Figure 4

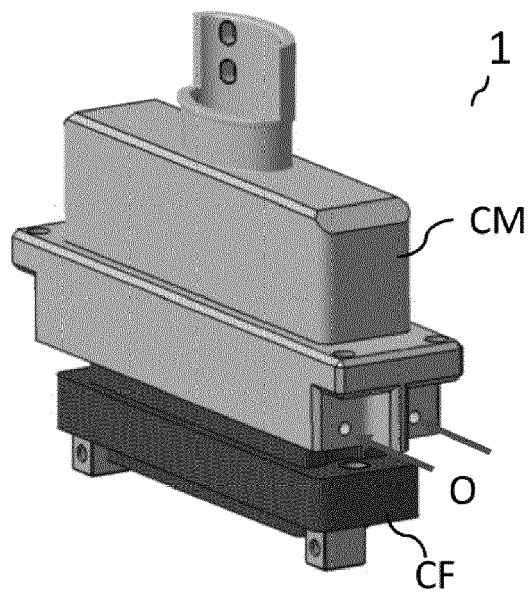


Fig.4



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 30 5238

## 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 2013/143430 A1 (SOROLLA ROSARIO EDEN [ES] ET AL) 6 juin 2013 (2013-06-06)    | 1-8                     | INV.                                 |
| Y                                                              | * le document en entier *                                                       | 9-11                    | H02B1/00                             |
|                                                                | -----                                                                           |                         | H01R24/38                            |
| Y                                                              | US 2020/353830 A1 (DUENKEL DIRK [DE] ET AL) 12 novembre 2020 (2020-11-12)       | 9-11                    | H01R101/00                           |
|                                                                | * alinéa [0031] - alinéa [0036] *                                               |                         | H01R13/533                           |
|                                                                | * figure 1 *                                                                    |                         |                                      |
|                                                                | -----                                                                           |                         |                                      |
|                                                                |                                                                                 |                         | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) |
|                                                                |                                                                                 |                         | H01R                                 |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications |                                                                                 |                         |                                      |

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                   |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Lieu de la recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Date d'achèvement de la recherche | Examineur                   |
| <b>La Haye</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>9 août 2022</b>                | <b>Henrich, Jean-Pascal</b> |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES<br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire<br>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                   |                             |

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

EP 22 30 5238

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.

09-08-2022

|    |                                                 |                        |                                         |                        |
|----|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| 10 | Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
| 15 | US 2013143430 A1                                | 06-06-2013             | CA 2798696 A1                           | 17-11-2011             |
|    |                                                 |                        | CN 102884683 A                          | 16-01-2013             |
|    |                                                 |                        | DE 202010006813 U1                      | 09-09-2010             |
|    |                                                 |                        | DK 2569828 T3                           | 25-08-2014             |
|    |                                                 |                        | EP 2569828 A1                           | 20-03-2013             |
|    |                                                 |                        | ES 2495996 T3                           | 18-09-2014             |
|    |                                                 |                        | US 2013143430 A1                        | 06-06-2013             |
|    |                                                 |                        | WO 2011141353 A1                        | 17-11-2011             |
| 20 | US 2020353830 A1                                | 12-11-2020             | CN 111916950 A                          | 10-11-2020             |
|    |                                                 |                        | DE 102019111749 A1                      | 12-11-2020             |
|    |                                                 |                        | US 2020353830 A1                        | 12-11-2020             |
| 25 |                                                 |                        |                                         |                        |
|    |                                                 |                        |                                         |                        |
|    |                                                 |                        |                                         |                        |
| 30 |                                                 |                        |                                         |                        |
|    |                                                 |                        |                                         |                        |
|    |                                                 |                        |                                         |                        |
| 35 |                                                 |                        |                                         |                        |
|    |                                                 |                        |                                         |                        |
|    |                                                 |                        |                                         |                        |
| 40 |                                                 |                        |                                         |                        |
|    |                                                 |                        |                                         |                        |
|    |                                                 |                        |                                         |                        |
| 45 |                                                 |                        |                                         |                        |
|    |                                                 |                        |                                         |                        |
|    |                                                 |                        |                                         |                        |
| 50 |                                                 |                        |                                         |                        |
|    |                                                 |                        |                                         |                        |
|    |                                                 |                        |                                         |                        |
| 55 |                                                 |                        |                                         |                        |
|    |                                                 |                        |                                         |                        |
|    |                                                 |                        |                                         |                        |

EPO FORM P0460

EPO FORM P0460

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