

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①① N° de publication :

3 033 663

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

16 51713

⑤① Int Cl⁸ : **H 01 B 17/26** (2016.01), **H 02 G 3/22**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 01.03.16.

③③ Priorité : 12.03.15 DE 102015003133.3; 02.09.15
DE 102015216761.5; 23.02.16 DE
102016202763.8.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 16.09.16 Bulletin 16/37.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : SCHOTT AG — DE.

⑦② Inventeur(s) : GERL GABRIELE.

⑦③ Titulaire(s) : SCHOTT AG.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

⑤④ PASSAGE ADAPTE.

⑤⑦ L'invention concerne un passage adapté,
comprenant:

- un corps de support (100) pourvu au moins d'une ouverture de passage (110) et le corps de support (100) présentant un premier coefficient de dilatation thermique α_1 ,
- au moins un élément fonctionnel (200) et un matériau de fixation (120) à isolation électrique composé d'un matériau en verre, le matériau de fixation (120) présentant un deuxième coefficient de dilatation thermique α_2 et le deuxième coefficient de dilatation thermique α_2 étant essentiellement égal au premier coefficient de dilatation thermique α_1 ou la différence entre le premier coefficient de dilatation thermique α_1 et le deuxième coefficient de dilatation thermique α_2 étant inférieure à 20 %.

L'élément fonctionnel (200) présente une surface périphérique extérieure (210) et est maintenu par le matériau de fixation (120) dans l'ouverture de passage (110).

FR 3 033 663 - A1



PASSAGE ADAPTE

La présente invention concerne un passage adapté comprenant un corps de support pourvu d'au moins une ouverture de passage ainsi que d'un élément fonctionnel, qui est inséré dans un matériau de fixation, de manière préférée dans un matériau en verre, dans l'ouverture de passage, l'élément fonctionnel présentant une surface périphérique extérieure et l'élément fonctionnel étant maintenu dans la zone de la surface périphérique extérieure dans le matériau de fixation. Le coefficient de dilatation thermique du corps de support et celui du matériau de fixation sont sensiblement égaux.

L'élément fonctionnel peut être par exemple une broche de contact, un conducteur creux ou un élément de support pour d'autres éléments fonctionnels, etc.

En général, on distingue, en termes de passage, des passages adaptés, dans lesquels les coefficients de dilatation du matériau de support et du matériau de fixation à travers lequel les éléments fonctionnels, par exemple les broches de contact, sont guidés, sont sensiblement égaux, et ce qu'on appelle les passages en verre comprimé, dans lesquels le coefficient de dilatation thermique du matériau de fixation diffère du coefficient de dilatation thermique du corps de support si bien qu'une charge de compression concentrique sur le verre a lieu. Des passages en verre comprimé trouvent en premier lieu application dans le domaine des passages pour des systèmes d'allumage de coussins gonflables de sécurité, tels que décrits par exemple dans le document EP 1 455 160. Dans le cas d'un passage adapté, pour lequel les coefficients de dilatation du corps de support et du matériau de fixation sont sensiblement égaux, le problème vient de la nécessité d'établir une herméticité du passage, cette dernière n'étant pas automatiquement de mise, comme dans le cas d'un passage non adapté, du fait de la pression de compression.

Dans l'état de la technique, une liaison entre le métal et le verre, par exemple par un pont en oxyde métallique, est rendue possible, l'oxyde métallique présentant un coefficient de dilatation, qui correspond sensiblement à la dilatation longitudinale du matériau de fixation. A cet effet, ont été mis en œuvre, dans l'état de la technique, de manière préférée, des alliages de nickel et de fer ou des alliages de nickel, de fer et de cobalt, par exemple le « KOVAR® ». L'utilisation d'alliages de ce type de nickel et de fer ou de nickel, de fer et de cobalt a toutefois pour inconvénient que

lesdits alliages ne fournissent pas une résistance à la corrosion suffisante. Dans un mode de réalisation perfectionné, il était par voie de conséquence prévu dans l'état de la technique que la zone des éléments fonctionnels, qui n'avait pas été incorporée par vitrification dans le matériau de fixation, avait été pourvue d'un revêtement de surface, la plupart du temps d'un revêtement de nickel. Néanmoins, des fissures sont apparues, dans le cas d'une configuration de ce type, dans la zone de transition du matériau de fixation et de l'élément fonctionnel, lesquelles constituaient un problème non pas pour l'étanchéité aux gaz et la résistance de l'isolation électrique, ces dernières étant limitées localement, mais pour la résistance à la corrosion des composants, puisque la zone des fissures laisse apparaître des zones de l'élément fonctionnel non protégées par un revêtement de surface. Par voie de conséquence, une corrosion non souhaitée de l'élément fonctionnel peut apparaître dans la zone des fissures, laquelle corrosion peut conduire à une rupture de la broche de contact.

Le document EP 0157685 A1 décrit un passage adapté résistant à la corrosion. Dans le document EP 0157685 A1, le problème de corrosion, décrit plus haut, dans la zone des fissures, avait aussi été décrit. Afin d'éviter des fissures de ce type, le document EP 0157685 A1 prévoit d'utiliser, en lieu et place d'un élément fonctionnel composé d'un unique matériau, un élément fonctionnel composé d'un bimétal du côté intérieur jusqu'au côté extérieur du passage, la partie, s'étendant vers l'extérieur, de la broche de contact étant confectionnée à partir d'un matériau électroconducteur résistant à la corrosion et la partie, dirigée vers l'intérieur, de l'élément fonctionnel devant obligatoirement fournir uniquement la conduction électrique et la résistance mécanique. Le système selon le document EP 0157685 A1 avait pour inconvénient que l'utilisation d'un bimétal composé de différents matériaux pour l'élément fonctionnel, en particulier pour la broche de contact, nécessite un renfort de moyens important en termes de fabrication. Un autre inconvénient est que la transition entre les deux matériaux n'est pas toujours parfaitement lisse et parfaite, ce qui favorise en supplément des inclusions de gaz dans le vitrage.

On connaît d'après le document EP 0157 685 A1 un passage adapté, qui comprend un corps de support pourvu au moins d'une ouverture de passage ainsi que d'un élément fonctionnel pourvu d'une surface périphérique extérieure. L'élément fonctionnel est maintenu dans l'ouverture de passage par un matériau de fixation, en

particulier par un matériau en verre. Afin d'empêcher toute corrosion, le document EP 0157 685 A1 propose de réaliser l'élément fonctionnel, en particulier la broche de contact, sous la forme d'un conducteur en bimétal, en d'autres termes sous la forme d'un conducteur composé de deux métaux différents. Un revêtement d'un conducteur servant à éviter la corrosion n'est pas illustré dans le document EP 0157 685.

Le document DE 103 48 943 A1 illustre un dispositif de passage électrique hermétiquement étanche pourvu d'une broche incorporée par vitrification dans un matériau de fixation. Dans le cas du document DE 103 48 943 A1, il ne s'agit néanmoins pas d'un passage adapté. De même, un revêtement d'un conducteur n'est pas illustré dans le document DE 103 48 943 A1.

Le document US 2003/0096162 A1 illustre un passage pour une batterie lithium-ion. Le matériau de verre mis en œuvre en tant que matériau de fixation est un système à base de $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-B}_2\text{O}_3$ ou de $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$, qui dispose d'une dilatation thermique concordant largement avec la dilatation thermique de la broche de métal incorporée par vitrification se présentant sous la forme d'une broche à base de molybdène. Les broches de métal issues du document US 2003/0096162 A1 sont pourvues d'un revêtement, toutefois sur toute la longueur de la broche incorporée par vitrification. Sont indiqués, en tant que matériaux de revêtement, le platine, le platine-iridium, des alliages à base de platine, des métaux similaires au platine tels que le titane, l'aluminium, le platine-aluminium, l'iridium, le rhénium, le ruthénium, l'osmium, le palladium, le niobium, le chrome, le tantale ou des combinaisons des métaux mentionnés ci-avant ou leurs oxydes. Les revêtements servent en plus à mieux relier la broche de métal au matériau de fixation situé tout autour, une liaison chimique étant réalisée entre le matériau de fixation et la broche de métal. Une résistance à la corrosion n'est pas obtenue grâce au revêtement, mais le choix des types de verre fournit plutôt la résistance à la corrosion.

Le document US 2004/0101746 A1 illustre un passage en verre, dans lequel le conducteur à base de KOVAR® comprend, au niveau de la périphérie extérieure, au moins en partie un revêtement. Uniquement la partie supérieure et la partie inférieure du conducteur sont, dans le document US 2004/0101746 A1, pourvues d'un revêtement, la partie centrale est sans revêtement. Le document US 2004/0101746 A1 n'illustre aucun conducteur à base de KOVAR®, dans lequel un revêtement à base de nickel se trouve en contact avec le matériau de fixation. La

couche à base de nickel du document US 2004/0101746 A1 est un promoteur d'adhérence sous un placage d'or de sorte qu'un contact existe entre le matériau de fixation et l'or, en revanche pas entre le matériau de fixation et le nickel. Une action anti-corrosion de la couche à base de nickel n'est pas décrite dans le document
5 US 2004/0101746 A1, la couche à base de nickel fait davantage office à cet endroit uniquement de promoteur d'adhérence.

La présente invention a pour objectif de fournir un passage adapté, qui évite les inconvénients mentionnés plus haut de l'état de la technique. Elle vise en particulier à fournir un passage adapté résistant à la corrosion, lequel se distingue par
10 des moyens peu importants en termes de fabrication.

Selon l'invention, cet objectif est atteint en ce que dans le cas d'un passage adapté pourvu d'un corps de support et au moins d'une ouverture de passage, le corps de support présente un premier coefficient de dilatation thermique α_1 . Par ailleurs, le passage comprend au moins un élément fonctionnel et un matériau de
15 fixation, le matériau de fixation présentant un deuxième coefficient de dilatation thermique α_2 et le deuxième coefficient de dilatation thermique α_2 étant sensiblement égal au premier coefficient de dilatation thermique α_1 . Par ailleurs, l'élément fonctionnel comprend une surface périphérique extérieure. L'élément fonctionnel est maintenu par la surface périphérique extérieure dans le matériau de fixation de
20 l'ouverture de passage. L'élément fonctionnel peut par exemple être une broche de contact. Selon l'invention, la broche de contact est recouverte en partie d'un revêtement composé de nickel ou d'un alliage de nickel, en particulier d'un alliage de nickel et de phosphore. De manière préférée, l'élément fonctionnel est inséré dans le matériau de fixation isolant, en particulier dans le matériau en verre, sur toute une
25 longueur L, que l'on appelle une longueur d'incorporation par vitrification.

Afin de fournir non seulement une action anti-corrosion mais également une étanchéité hermétique, il est prévu que le revêtement ne soit appliqué que sur une partie de la longueur d'incorporation par vitrification L sur l'élément fonctionnel, de manière préférée, sur la broche. De manière préférée, la zone pourvue du revêtement
30 est appliquée sur au moins 95 %, de manière préférée au moins 80 %, en particulier au moins 70 %, de manière préférée au moins 60 %, en particulier au moins 50 %, de manière tout particulièrement préférée au moins 40 %, en particulier au moins 20 %,

de manière tout particulièrement préférée au moins 5 % de la longueur d'incorporation par vitrification.

Les inventeurs ont découvert en effet de manière surprenante qu'un élément fonctionnel pourvu d'un revêtement sur la totalité de la longueur d'incorporation par vitrification L, en particulier une broche, est certes résistant à la corrosion, ne fournit
5 toutefois pas l'étanchéité requise présentant un taux de fuite inférieur à 10^{-8} mbar/l pour de l'hélium sous forme gazeuse. Un élément fonctionnel pourvu d'un revêtement sur toute la longueur L, en particulier une broche, affiche en effet une étanchéité de seulement 10^{-6} mbar/l pour l'hélium sous forme gazeuse. Ledit taux de
10 fuite n'est pas suffisant pour une étanchéité hermétique. Si le revêtement comprend seulement une partie de la longueur d'incorporation par vitrification L, par exemple inférieure à 95 % et au moins 5 % de la longueur d'incorporation par vitrification L, on atteint ainsi aussi bien une étanchéité hermétique présentant un taux de fuite inférieur à 10^{-8} mbar/l pour l'hélium sous forme gazeuse ainsi qu'une résistance à la
15 corrosion suffisante.

La solution selon l'invention se distingue en ce qu'au moins en partie un revêtement est appliqué sur la surface périphérique extérieure de l'élément fonctionnel si bien qu'il en résulte une zone pourvue d'un revêtement et une zone sans revêtement sur la surface périphérique extérieure. Le passage adapté présente
20 une structure telle que le matériau de fixation recouvre au moins en partie la zone pourvue d'un revêtement ainsi que la zone sans revêtement. Un tel agencement permet de garantir que du fait du revêtement uniquement partiel de l'élément fonctionnel, se présentant en particulier sous la forme d'une broche de contact, la partie sans revêtement de la broche de contact peut établir une liaison chimique entre
25 le verre et la broche de contact, tandis que la partie pourvue d'un revêtement contribue à l'amélioration de la résistance à la corrosion dans une zone du matériau de fixation, en particulier d'un verre, laquelle peut être attaquée, par exemple du fait d'une fissure, par la corrosion.

Grâce au revêtement partiel de la broche de contact, le revêtement atteignant
30 au moins une partie du matériau de fixation, on parvient d'une part à élaborer dans les zones, dans lesquelles le revêtement n'a pas été appliqué, l'étanchéité hermétique de la broche de contact et du matériau de fixation par la liaison de la broche de contact et du matériau de fixation, et d'autre part à empêcher l'apparition de

corrosion dans la zone pourvue d'un revêtement. Le revêtement partiel le long de la longueur d'incorporation par vitrification L fournit en particulier l'étanchéité hermétique présentant un taux de fuite inférieur à 10^{-8} mbar l/s pour l'hélium, ce qui était surprenant pour l'homme du métier.

- 5 Contrairement à la solution décrite dans le document EP 0157685 A1, la configuration selon l'invention se distingue par une très grande simplicité de fabrication, une étanchéité élevée ainsi que par une résistance élevée à la corrosion. Il ne faut en particulier mettre en œuvre aucun bimétal en tant que conducteur.

- 10 Dans un mode de réalisation avancé du passage adapté, il peut être prévu que la différence $\Delta\alpha$ entre le premier coefficient de dilatation thermique α_1 et le deuxième coefficient de dilatation thermique α_2 soit $\Delta\alpha < 20 \%$, de manière préférée $\Delta\alpha < 5 \%$.

De manière préférée, les coefficients de dilatation α_1 et α_2 se situent dans la plage

- 15 $0,1 \cdot 10^{-6}/K \leq \alpha_1, \alpha_2 \leq 100 \cdot 10^{-6}/K$, de manière préférée dans la plage
 $2 \cdot 10^{-6}/K \leq \alpha_1, \alpha_2 \leq 15 \cdot 10^{-6}/K$.

- 20 Dans le cas présent, α_2 désigne, en règle générale, le coefficient de dilatation ou le CTE du verre ou du matériau vitrocéramique, α_1 désigne le coefficient de dilatation ou le CTE du corps de support, et la différence $\Delta\alpha$ est :

$$\Delta\alpha = \frac{|\alpha_1 - \alpha_2|}{\alpha_2} \cdot 100$$

- 25 Trouve application, en tant que matériau pour le corps de support, de manière préférée, un alliage de fer, de nickel et de cobalt, par exemple l'alliage KOVAR®, qui présente un coefficient de dilatation thermique typiquement d'approximativement 5 ppm/K, en d'autres termes de $5 \cdot 10^{-6}/K$, et une composition de 54 % de fer, 29 % de nickel et 17 % de cobalt. L'élément fonctionnel ou la broche
30 de contact comprend, sur sa surface périphérique extérieure en tant que revêtement, de manière préférée, un revêtement à base de nickel ou d'un alliage de nickel. Sont particulièrement préférés les alliages de nickel et de phosphore, qui fournissent une protection élevée contre la corrosion, laquelle se justifie essentiellement par la teneur

en phosphore de l'alliage. L'élément fonctionnel présente, dans le cas du passage adapté, de manière préférée une forme de broche, en particulier est un conducteur en forme de broche, en particulier se présente sous la forme d'une broche de contact.

L'élément fonctionnel se présentant sous la forme de l'élément en forme de
5 broche comprend de manière préférée un alliage de nickel, NiFe ou NiFe, comprenant une partie intérieure en Cu ou une enveloppe en Cu. NiFeCo, NiFeCr ou NiCr seraient également possibles.

On préfère particulièrement qu'au moins 30 %, de manière préférée au moins
10 50 %, en particulier au moins 60 %, de la surface périphérique extérieure, de manière tout particulièrement préférée entre 30 % et 70 % de la surface périphérique extérieure de l'élément fonctionnel, en particulier de l'élément en forme de broche soient pourvus d'un revêtement.

Sont utilisés en tant que matériau de fixation, dans le cas du passage adapté,
de manière préférée des matériaux inorganiques, en particulier des matériaux en
15 verre, de manière préférée un matériau en verre de borosilicate présentant une composition qui suit exprimée en % en poids :

SiO ₂	61 - 72
Al ₂ O ₃	< 10
B ₂ O ₃	14 - 23
K ₂ O	5 - 10
Li ₂ O	< 3
Na ₂ O	< 7
ZnO	< 1
α_2	$4 \cdot 10^{-6}/K$ jusqu'à $6 \cdot 10^{-6}/K$

Le coefficient de dilatation thermique de verres de borosilicate de ce type se
20 situe, selon la composition, dans la plage de $4 \cdot 10^{-6}/K$ jusqu'à $6 \cdot 10^{-6}/K$.

Est particulièrement préféré un verre de borosilicate présentant la composition qui suit :

SiO ₂	68,8
------------------	------

Al ₂ O ₃	2,7
B ₂ O ₃	18,3
K ₂ O	7,8
Li ₂ O	0,6
Na ₂ O	0,8
ZnO	0,6

et un α_2 ou CTE de $4,9 \cdot 10^{-6}/K$.

L'invention permet que le passage soit résistant à la corrosion selon le standard MIL-STD-883J Méthode 1009.8 au moins dans la zone de l'ouverture de passage. Cette méthode est connue de l'homme du métier et constitue une méthode de test pour la résistance à la corrosion d'un composant contenant le passage décrit.

En particulier, au moins l'élément fonctionnel, par exemple une broche de contact, est résistant à la corrosion selon la norme MIL-STD-883J Méthode 1009.8 au moins dans la zone de l'ouverture de passage.

Le standard MIL-STD-883J Méthode 1009.8 constitue une méthode d'un test accéléré mené en laboratoire portant sur la corrosion, réalisé par un test brouillard salin. Son contenu est résumé dans le texte qui suit. L'homme du métier est en mesure de récupérer de la norme connue davantage de détails. Conformément à MIL-STD-883J Méthode 1009.8, l'attaque d'un revêtement et/ou d'un métal de base par des réactions électrochimiques est testée. Le tableau des dommages comporte en particulier des décollements et/ou la formation de bulles et/ou la formation de trous. Une solution saline de 0,5 – 3 % (exprimée en pourcentage en poids) (NaCl dans de l'eau désionisée) est utilisée aux fins du test. Le composant à examiner est exposé à la solution saline sous forme de brouillard, qui doit présenter au moins une température de 35 °C, conformément au Test Condition A pendant 24 heures, à une température de 35 °C $\pm$ 3°C. La concentration en brouillard salin dans la chambre test et son taux d'introduction sont compris entre 20 000 et 50 000 mg/m²/24 heures. Un composant passe le test avec succès lorsqu'au maximum 5 % de la surface du composant, en dehors de la conduite d'arrivée (par exemple d'une broche de contact), affichent des défauts liés à la corrosion ou lorsque des conduites d'arrivée (pour l'élément fonctionnel, par exemple une broche de contact) affichent des erreurs liées

à la corrosion. Dans ce dernier cas, des tests de flexion sont exécutés avec la conduite d'arrivée.

En particulier, le passage adapté est mis en œuvre pour des conduites d'acheminement, en particulier des conduites d'acheminement qui requièrent une étanchéité élevée, en particulier par rapport à des gaz, et/ou une isolation électrique.

5 Le passage adapté selon l'invention peut en particulier être réalisé, de manière surprenante, de manière hermétiquement étanche. Cela signifie que le taux de fuite de l'hélium sous forme gazeuse à travers le passage est égal à 10^{-8} mbar l/s ou est inférieur par exemple à 10^{-9} mbar l/s. Une étanchéité de ce type ne peut être atteinte

10 que si la partie revêtue du revêtement de l'élément fonctionnel, par exemple de la broche de contact, dépasse dans le matériau de fixation seulement sur une partie de la longueur d'incorporation par vitrification L , par exemple entre 95 % et 5 %.

Des tests portant sur l'étanchéité ont lieu à l'aide d'un système de détection de fuite d'hélium, qui fonctionne selon le principe d'un spectromètre de masses.

15 L'hélium sous forme gazeuse permet en tant qu'agent de test, à l'aide de systèmes avertisseurs de fuite modernes, de relever des taux de fuite les plus infimes allant jusqu'à 10^{-12} mbar l/s. La mesure de taux de fuite extrêmement bas n'est toutefois possible que dans des conditions de laboratoire et requiert de longs cycles de pompage et de mesure. Dans des circonstances normales, des taux de fuite allant

20 jusqu'à 10^{-8} mbar l/s sont mesurés de manière réaliste : dans ce cas, la pression différentielle entre l'intérieur et l'extérieur est de 1 bar.

Les passages hermétiquement étanches peuvent trouver application dans les domaines aéronautique et aérospatial.

Une utilisation dans un boîtier hybride hermétiquement étanche, en particulier

25 dans des capteurs et/ou des composants pour un système électronique de mesure et/ou de commande et/ou dans des microprocesseurs, en particulier pour des applications de radiodétection et/ou des systèmes avertisseurs laser et/ou des convertisseurs CC/CC, est également envisageable.

La présente invention est décrite ci-après de manière plus détaillée à l'aide

30 des exemples de réalisations. On peut voir sans restriction sur les figures :

figure 1 : la vue de principe d'un passage adapté pourvu d'un corps de support, d'une broche de contact introduite dans l'ouverture de passage dans un matériau de fixation à isolation électrique ;

figure 2 : l'application d'un revêtement anti-corrosion sur la broche de contact selon l'état de la technique ;

figure 3 : la formation de fissures dans des composants comprenant un revêtement anti-corrosion selon l'état de la technique ;

5 figure 4 : une configuration de la broche de contact selon le document EP 0157685 A1 ;

figure 5 : une configuration selon l'invention d'un passage adapté ;

figure 6a : une photographie de dommages liés à la corrosion selon un test conforme à MIL-STD-883J Méthode 1009.8 Test Condition A d'un passage selon
10 l'état de la technique ;

figure 6b : une photographie de la résistance à la corrosion selon le test conforme à MIL-STD-883J Méthode 1009.8 Test Condition d'un passage selon l'invention.

La figure 1 illustre une structure de principe d'un passage adapté, tel que ce
15 dernier est réalisé à l'heure actuelle selon une variante de l'état de la technique.

On peut clairement identifier le corps de support 100, qui présente un premier coefficient de dilatation thermique α_1 , ainsi que l'ouverture 110 pratiquée dans le corps de support, laquelle maintient, avec un matériau de fixation 120, un élément fonctionnel 200, de manière préférée se présentant sous la forme d'un conducteur, en
20 particulier d'une broche de contact. Le matériau de fixation 120 est de manière préférée un matériau inorganique, en particulier un matériau en verre, et maintient le corps de support, dans le cas présent la broche de contact 200, dans l'ouverture 110 du corps de support.

Le coefficient de dilatation thermique α_2 du matériau de fixation, en
25 particulier du matériau en verre, coïncide essentiellement avec le coefficient de dilatation thermique du matériau du corps de support 100. Par exemple, le matériau du corps de support peut être un alliage de fer, de nickel et de cobalt, également désigné par KOVAR®. Le coefficient de dilatation α_1 d'un alliage de fer, de nickel et de cobalt de ce type se situe dans la plage de 5 ppm/K, en d'autres termes de $5 \cdot 10^{-6}/K$.

30 Un verre de borosilicate par exemple présentant une CTE ou un α_2 allant de $4 \cdot 10^{-6}/K$ à $6 \cdot 10^{-6}/K$ peut être prévu en tant que matériau de fixation pour l'élément fonctionnel. Dans une configuration particulière d'un verre de borosilicate, le coefficient de dilatation α_2 est de l'ordre de 4,9 ppm/K ou $4,9 \times 10^{-6}/K$.

L'écart du coefficient de dilatation, en d'autres termes $\Delta\alpha$ de l'alliage de nickel et de cobalt et du verre de borosilicate, est alors d'environ 2 %, c'est-à-dire qu'un passage adapté est fourni.

5 Dans la mesure où une CTE peut être réglée entre $4 \cdot 10^{-6}/K$ et $6 \cdot 10^{-6}/K$ avec les verres de borosilicate indiqués selon la composition du verre, il est possible de fournir un passage adapté pour différents matériaux du corps de base.

Dans le cas de la configuration selon la figure 1, une liaison étanche aux gaz dans le passage hermétique adapté est rendue possible grâce à un pont d'oxyde de fer. Ce dernier est fourni par l'alliage de fer, de nickel et de cobalt. L'inconvénient de ces
10 types d'alliages de fer, de nickel et de cobalt est toutefois que leur résistance à la corrosion est insuffisante.

Dans l'état de la technique, tel que représenté sur la figure 2, l'élément fonctionnel, dans le cas présent, le conducteur électrique ou la broche de contact 200, a été recouvert(e) d'une couche de protection 300, et ce dans la zone qui dépasse du
15 matériau de fixation 120, en d'autres termes du matériau en verre.

En cas d'apparition de fissures 400 dans la zone entre la broche de contact 200 et le matériau de fixation 120 dans un passage issu de l'état de la technique, tel que représenté sur la figure 3, les fissures 400 ne constituent en matière d'étanchéité aux gaz et de résistance de l'isolation électrique pas un problème puisqu'elles sont
20 localement limitées. Néanmoins, de telles fissures 400 sont un danger pour la résistance à la corrosion des composants, puisque la zone des fissures laisse apparaître des parties de la broche de contact 200 qui ne sont pas protégées par un revêtement de surface 300. Ces parties sont alors attaquées par la corrosion, ce qui, dans un cas extrême, peut conduire à une rupture de la broche de contact.

25 La figure 4 représente une configuration d'un passage adapté, tel qu'il est connu d'après le document EP 0157685 A1. Selon le document EP 0157685 A1, le matériau du corps de support, dans le cas présent de la broche en métal, de manière préférée de la broche de contact 200, se compose de deux matériaux, d'un premier matériau 200.1 et d'un second matériau 200.2. Le corps de support comprend ainsi
30 un bimétal. Le second matériau 200.2 est à nouveau pourvu, dans la configuration ici présente, d'un revêtement 300. L'inconvénient de la configuration selon le document EP 0157685 A1 est que la fabrication d'une broche de contact composée de deux matériaux différents demande des moyens très importants.

Il est prévu par voie de conséquence selon l'invention, tel que cela est représenté sur la figure 5 que la broche de contact soit pourvue d'un revêtement 300, qui s'étend, néanmoins, sur l'élément fonctionnel 200, dans le cas présent la broche de contact, sur sa périphérie extérieure jusque dans la zone, qui est recouverte par le matériau de fixation 120, ici le matériau en verre. Tel qu'il ressort de la figure 5, il est ainsi prévu selon l'invention que la surface périphérique extérieure de l'élément fonctionnel 200 n'est pas entourée en totalité mais seulement en partie du revêtement 300. Cela donne donc sur la broche de contact une zone pourvue d'un revêtement 200.1 et une zone sans revêtement 200.2 de la surface périphérique extérieure 210 de la broche de contact, le matériau de fixation 120 recouvrant aussi bien la zone pourvue d'un revêtement 200.1 que la zone sans revêtement 200.2 de la broche de contact. La zone sans revêtement 200.1 sert à établir la liaison chimique entre la broche de contact et le matériau de fixation. La zone pourvue du revêtement 200.2 de la broche de contact sert, dans la zone, qui peut être endommagée par des fissures, tel que cela est représenté sur la figure 3, à éviter que la broche de contact ne soit attaquée par la corrosion. La zone pourvue du revêtement de la broche de contact doit obligatoirement dépasser dans la zone incorporée par vitrification indépendamment de la profondeur d'incorporation par vitrification d'au moins 0,254 mm. Cela est requis pour ce type de composants relevant de la spécification valable internationalement JEDEC 9B. La valeur d'au moins 0,254 mm est la profondeur maximale autorisée des éclats du verre, et donc la zone, dans laquelle la broche de contact est à l'air libre et sujette à la corrosion.

La configuration selon l'invention selon la figure 5 constitue ainsi un passage adapté facile à fabriquer, qui est d'une part hermétiquement étanche et qui n'est pas sujet d'autre part à la corrosion, puisque la broche de contact est protégée au moyen d'un revêtement 300 dans la zone critique, dans laquelle des fissures peuvent apparaître. D'un autre côté, une liaison hermétiquement étanche entre la broche de contact et le matériau de fixation est fournie du fait de la présence de la zone sans revêtement de la broche de contact au niveau du matériau de fixation.

Dans le cas présent, le taux de fuite pour l'hélium sous forme gazeuse à travers le passage est égal ou inférieur à 10^{-8} mbar l/s, par exemple est de 10^{-9} mbar l/s. Des tests portant sur l'étanchéité servant à déterminer le taux de fuite peuvent avoir lieu à l'aide d'un système de détection de fuite d'hélium, qui fonctionne selon

le principe d'un spectromètre de masses. L'hélium sous forme gazeuse en tant qu'agent de test permet de relever, à l'aide de systèmes avertisseurs de fuite modernes, les taux de fuite les plus bas allant jusqu'à 10^{-12} mbar l/s. La mesure de taux de fuite extrêmement bas est toutefois possible uniquement dans des conditions

5 de laboratoire et requiert de longs cycles de pompage et de mesure. Dans des circonstances habituelles, il est possible de mesure de manière réaliste des taux de fuite de par exemple 10^{-8} mbar l/s, dans le cas présent, la pression différentielle entre l'intérieur et l'extérieur est de 1 bar. De manière surprenante, les faibles taux de fuite de 10^{-8} mbar l/s ou de moins, par exemple de 10^{-9} mbar l/s, ne sont atteints que

10 lorsque la zone pourvue d'un revêtement 300, de préférence de nickel ou d'un alliage de nickel, ne s'étend pas sur la totalité de la longueur d'incorporation par vitrification L de la broche dans le matériau de fixation 120. Les inventeurs ont découvert de manière surprenante qu'une étanchéité hermétique n'est alors atteinte que lorsque le revêtement dépasse de plus de 5 % à 95 % de la longueur d'incorporation par

15 vitrification L dans le matériau de fixation, en d'autres termes lorsque la broche n'est pas totalement revêtue sur toute la longueur d'incorporation par vitrification L. La figure 5 représente un mode de réalisation, dans lequel 50 % de la longueur d'incorporation par vitrification L de la broche de contact 200 représentée sont pourvus d'un revêtement et où 50 % de la longueur d'incorporation par vitrification

20 de la broche sont sans revêtement. La dépendance de l'étanchéité (herméticité) et la résistance à la corrosion de différents éléments fonctionnels pourvus d'un revêtement, ou de broches de contact, ressort du tableau reproduit sur la figure 7.

Tel qu'il ressort de la figure 7, un élément fonctionnel sans revêtement ou un élément fonctionnel présentant une couche de nickel de 2 μm est certes étanche, mais

25 n'est pas résistant à la corrosion.

Un élément fonctionnel pourvu d'une couche de revêtement de nickel d'une épaisseur de 4 – 8 μm , lequel présente le revêtement sur toute la longueur d'incorporation par vitrification L (proportion élément fonctionnel pourvu d'un revêtement, qui dépasse dans l'ouverture de passage de 100 %), est certes résistant à

30 la corrosion mais n'est pas étanche.

Une étanchéité d'une valeur $< 10^{-8}$ mbar l/s ou d'une valeur $< 10^{-9}$ mbar l/s ainsi qu'une résistance à la corrosion avantageuse ne sont atteintes que lorsque la zone pourvue d'un revêtement représente plus de 50 %, 70 % ou 80 % de la longueur

d'incorporation par vitrification, tel qu'on peut le voir par exemple des derniers exemples de réalisation de la figure 7.

La figure 6a est la photographie d'un passage selon l'état de la technique, qui est soumis au test décrit portant sur la corrosion selon MIL-STD-883J Méthode 1009.8 Test Condition A. Le passage représenté n'a pas passé ce test, car il présente des dommages considérables au niveau du corps de support, qui sont visibles à travers les zones foncées autour du passage.

La figure 6b est la photographie d'un passage conforme à l'invention, qui a été soumis au test décrit portant sur la corrosion selon MIL-STD-883J Méthode 1009.8 Test Condition A et qui l'a passé avec succès. Comme on peut le voir, le corps de support ne présente aucun dommage lié à la corrosion.

Tel que décrit, l'invention améliore la fiabilité en particulier des kits hermétiques. Le passage selon l'invention prend une signification particulière et présente des avantages pour des applications assorties de conditions extérieures particulièrement difficiles, telles que des applications dans les domaines aéronautique et aérospatial.

Le passage selon l'invention peut être employé de manière avantageuse pour des boîtiers hybrides étanches, en particulier hermétiquement étanches. Ces derniers sont utilisés, de manière avantageuse, dans des applications servant à encapsuler des modules à puces multiples, par exemple dans des capteurs et/ou des composants pour des systèmes électroniques de mesure ou de commande et/ou dans des microprocesseurs. Ces derniers sont par exemple employés dans le secteur aéronautique pour des applications de radiodétection, des systèmes avertisseurs laser ou des convertisseurs CC/CC.

Le passage selon l'invention présente en particulier l'avantage qu'il n'est pas porté atteinte à l'intégrité mécanique du composite de verre et de métal dans le passage.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation ci-dessus décrits et représentés, à partir desquels on pourra prévoir d'autres modes et d'autres formes de réalisation, sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Passage adapté comprenant :

- un corps de support (100) pourvu au moins d'une ouverture de passage (110), le corps de support (100) présentant un premier coefficient de dilatation thermique α_1 ,
- au moins un élément fonctionnel (200) et un matériau de fixation (120) à isolation électrique composé d'un matériau en verre, le matériau de fixation (120) présentant un deuxième coefficient de dilatation thermique α_2 et le deuxième coefficient de dilatation thermique α_2 étant essentiellement égal au premier coefficient de dilatation thermique α_1 ou bien la différence entre le premier coefficient de dilatation thermique α_1 et le deuxième coefficient de dilatation thermique α_2 étant inférieure à 20 %,
- l'élément fonctionnel (200) présentant une surface périphérique extérieure (210) et étant maintenu par le matériau de fixation (120) dans l'ouverture de passage (110), caractérisé en ce que
- la surface périphérique extérieure (210) comprend au moins en partie un revêtement comprenant du nickel et/ou un alliage de nickel, donnant lieu à une zone pourvue d'un revêtement (200.1) et à une zone sans revêtement (200.2) de la surface périphérique extérieure (210), et
- le matériau de fixation (120) recouvre au moins en partie la zone pourvue d'un revêtement (200.1) et la zone sans revêtement (200.2).

2. Passage adapté selon la revendication 1,

caractérisé en ce

que l'élément fonctionnel (200) est inséré dans le matériau de fixation (120) isolant sur une longueur L, en particulier sur une longueur d'incorporation par vitrification L.

3. Passage adapté selon la revendication 2,

caractérisé en ce

que la zone revêtue de l'élément fonctionnel (200) s'étend sur au moins 95 %, de manière préférée au moins 80 %, en particulier au moins 80 %, de manière préférée au moins 60 %, en particulier de manière préférée au moins 50 %, de manière tout

particulièrement au moins 40 %, en particulier au moins 30 %, de manière préférée au moins 20 %, en particulier au moins de 5 %, de la longueur L.

4. Passage adapté selon la revendication 3,

5 caractérisé en ce

que la zone pourvue d'un revêtement de l'élément fonctionnel représente entre 95 % et 5 % de la longueur L.

5. Passage adapté selon les revendications 1 à 4,

10 caractérisé en ce

que la différence entre le premier coefficient de dilatation α_1 et le deuxième coefficient de dilatation α_2 est inférieure à 5 %.

6. Passage adapté selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,

15 caractérisé en ce

que le coefficient de dilatation α_1 ainsi que le coefficient de dilatation α_2 se situent dans la plage

$0,1 \cdot 10^{-6}/K \leq \alpha_1, \alpha_2 \leq 100 \cdot 10^{-6}/K$, de manière préférée

$2 \cdot 10^{-6}/K \leq \alpha_1, \alpha_2 \leq 15 \cdot 10^{-6}/K$.

20

7. Passage adapté selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,

caractérisé en ce

que le corps de support comprend un alliage de fer, de nickel et de cobalt.

25 8. Passage adapté selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,

caractérisé en ce

que l'élément fonctionnel (200) est un élément en forme de broche, en particulier un conducteur en forme de broche, en particulier une broche de contact.

30 9. Passage adapté selon l'une quelconque des revendications 1 à 8,

caractérisé en ce

que l'élément en forme de broche, en particulier le conducteur en forme de broche, en particulier la broche de contact, comprend au moins un des matériaux suivants :

- un alliage de nickel, NiFe, NiFeCo, NiFeCr, NiCr ;
- du NiFe comprenant une partie intérieure en Cu et/ou une enveloppe en Cu.

5 10. Passage adapté selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'au moins 30 %, de manière préférée au moins 50 %, en particulier au moins 60 %, en particulier entre 30 % et 70 %, de la surface périphérique extérieure (410) de l'élément fonctionnel sont pourvus d'un revêtement.

10 11. Passage adapté selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le matériau de fixation (120) comprend un matériau inorganique, en particulier un matériau en verre, de manière préférée un matériau en verre de borosilicate, présentant en particulier la composition qui suit exprimée en pourcentage en poids :

15

SiO ₂	61 - 72
Al ₂ O ₃	< 10
B ₂ O ₃	14 - 23
K ₂ O	5 - 10
Li ₂ O	< 3
Na ₂ O	< 7
ZnO	< 1
CTE	4·10 ⁻⁶ /K jusqu'à 6·10 ⁻⁶ /K

20 12. Passage adapté selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que le passage est, au moins dans une zone de l'ouverture de passage (120), résistant à la corrosion selon le standard MIL-STD-883J Méthode 1009.8 Test Condition A.

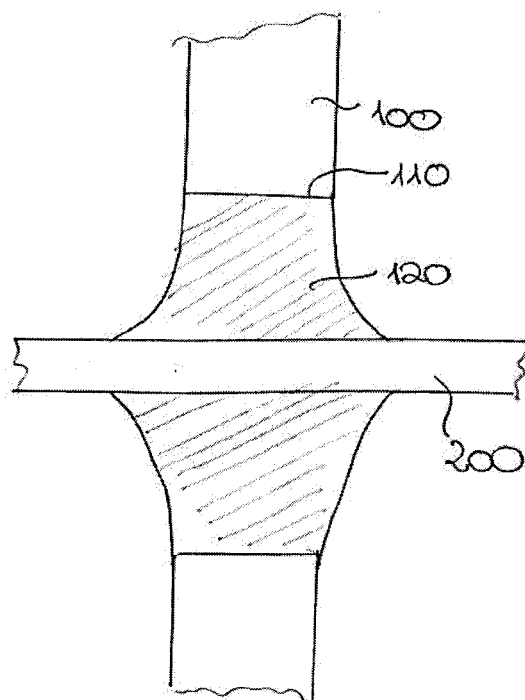
13. Passage adapté selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce

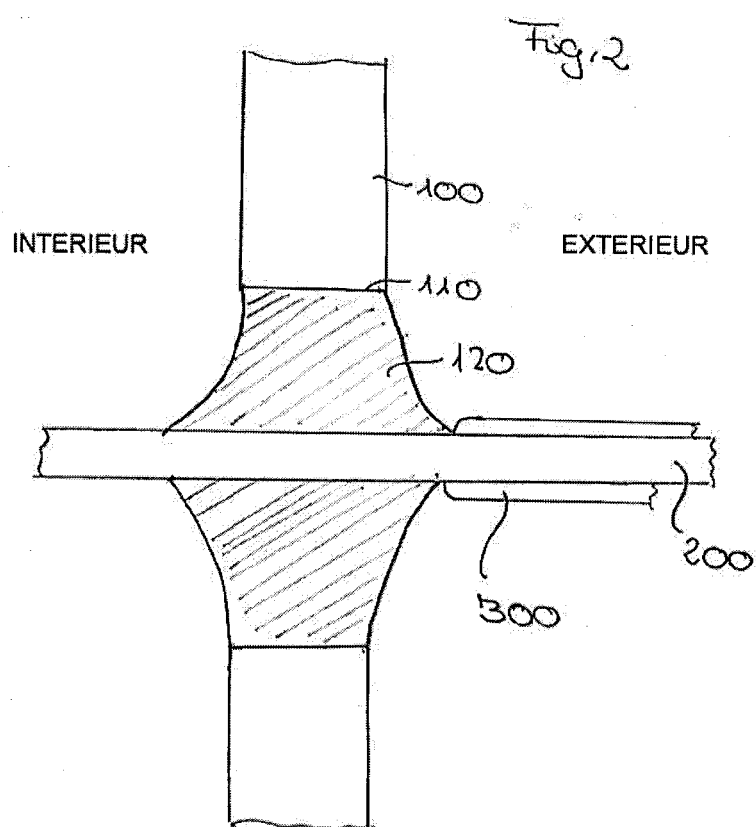
qu'au moins l'élément fonctionnel (200) est, au moins dans la zone de l'ouverture de passage (120), résistante à la corrosion selon le standard MIL-STD-883J Méthode 1009.8 Test Condition A.

- 5 14. Utilisation d'un passage adapté selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 13 dans une conduite d'acheminement, en particulier dans une conduite d'acheminement présentant un faible taux de fuite par rapport aux gaz, de manière préférée présentant un taux de fuite d'au moins 10^{-8} mbar/l pour de l'hélium sous
- 10 forme gazeuse, et/ou dans une conduite d'acheminement équipée d'une isolation électrique.
- 15 15. Utilisation d'un passage adapté selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 14 dans des applications dans le secteur aéronautique et/ou aérospatial.
- 20 16. Utilisation d'un passage adapté selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 15 dans des boîtiers hybrides hermétiquement étanche, en particulier dans des capteurs et/ou des composants pour des systèmes électroniques de mesure et/ou de commande et/ou pour des microprocesseurs, en particulier pour des applications de radiodétection et/ou pour des systèmes avertisseurs laser et/ou pour des convertisseurs CC/CC.

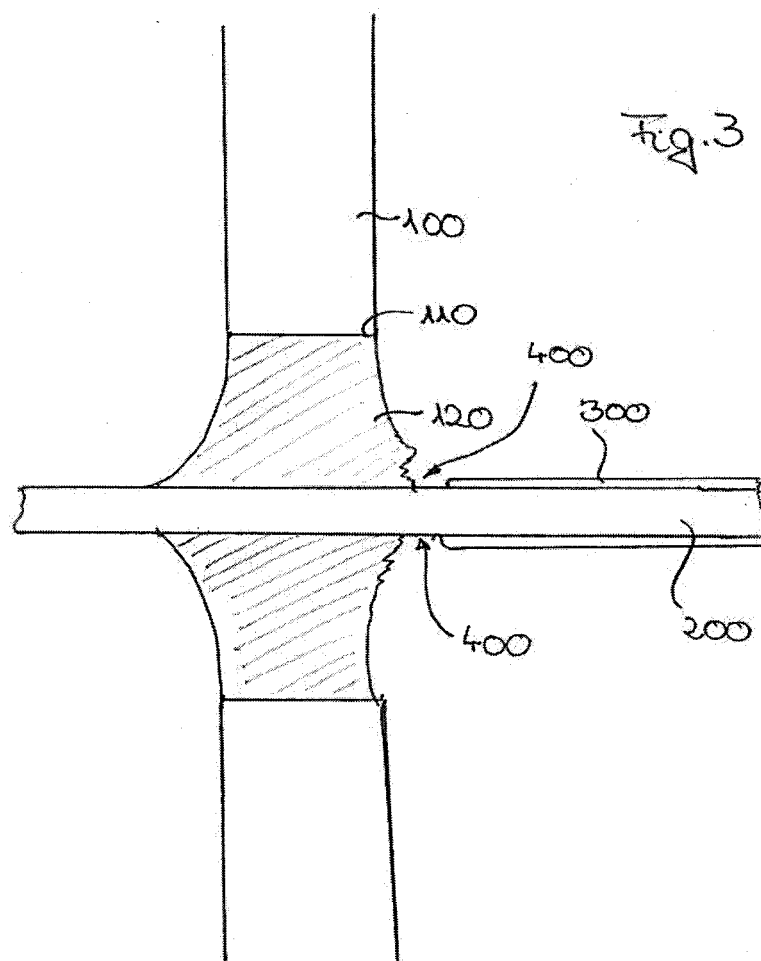
P 19119-IP

Fig. 1

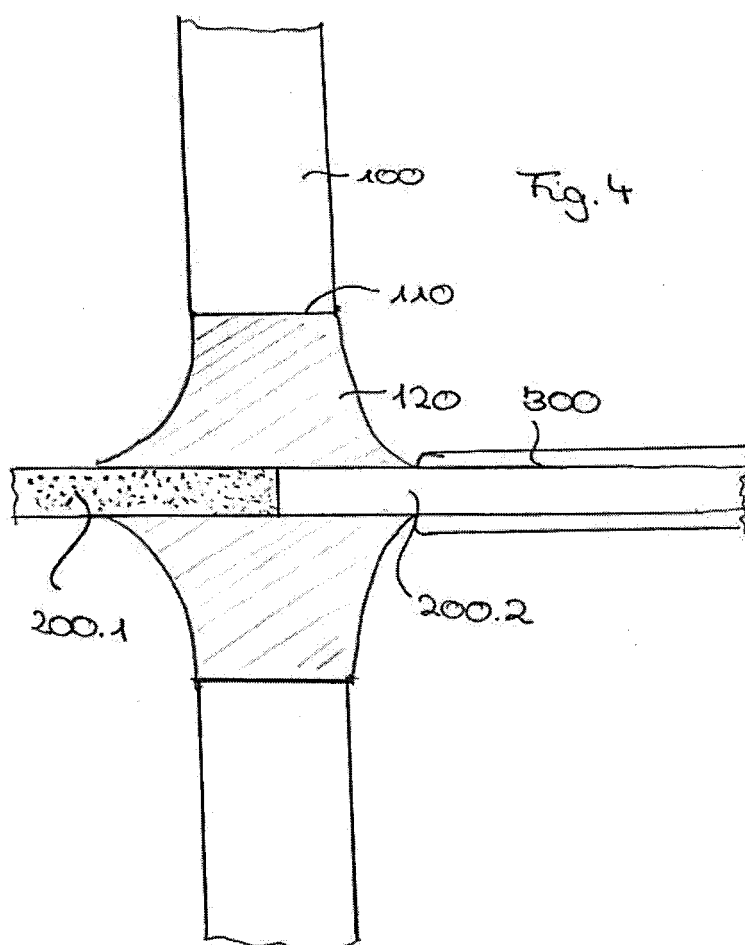




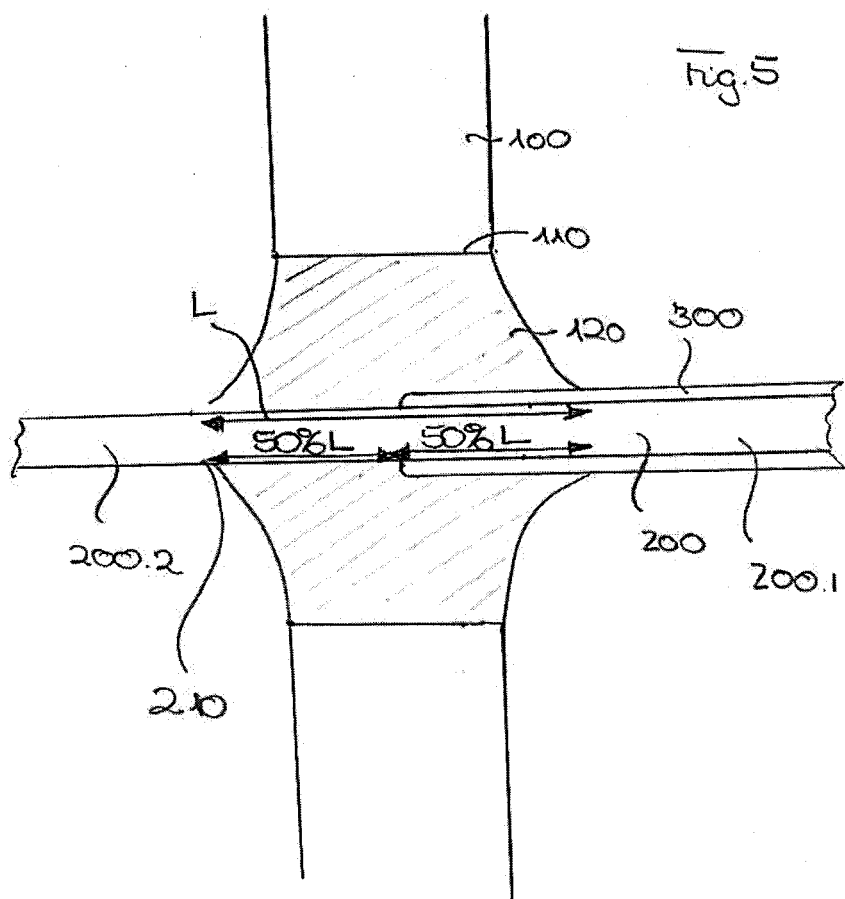
P 19119-IP



P 19119-IP



P 19119-IP



P 19119-IP

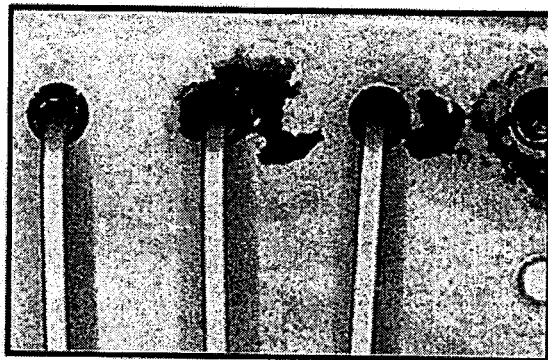


Fig. 6a

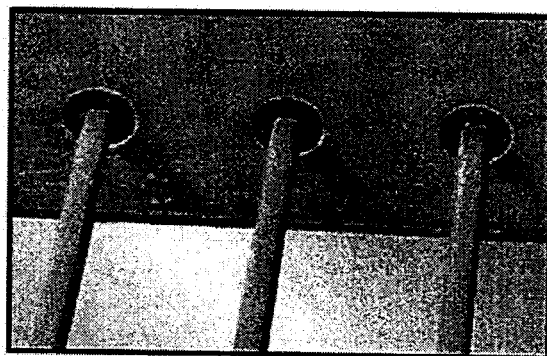


Fig. 6b

Figure 7

Série de tests : étanchéité et résistance à la corrosion de l'élément fonctionnel en corrélation avec le revêtement et la proportion dans l'ouverture de passage

Matériau élément fonctionnel	Revêtement surface périphérique extérieure élément fonctionnel	Proportion élément fonctionnel pourvu d'un revêtement, qui dépassé dans l'ouverture de passage	Proportion élément fonctionnel sans revêtement, qui dépasse dans l'ouverture de passage	Herméticité (étanchéité) THEORIQUE : < 1x10 ⁻⁸ mbar ^{*/l/s} avec de l'hélium pour une pression différentielle de 1 bar selon la norme MIL-STD 883, Méthode 1014, A4	Résultat test brouillard selon la norme MIL-STD 883 Méthode 1009 (24 h) THEORIQUE : dommages liés à la corrosion < 5 % Absence de rupture de fil après un cintrage 90°
KOVAR®	à nu	0 %	100 %	étanche <1x10 ⁻⁸ mbar ^{*/l/s} (mesurée dans la plage de 1x10 ⁻⁹ mbar ^{*/l/s})	Pas ok corrosion > 5 % Rupture de fil
KOVAR®	galv. Ni 2µm	100 %	0 %	étanche <1x10 ⁻⁸ mbar ^{*/l/s} mesurée dans la plage de 1x10 ⁻⁹ mbar ^{*/l/s})	Pas ok corrosion > 5 % Rupture de fil
KOVAR®	galv. Ni 4-8µm	100 %	0 %	non étanche >1x10 ⁻⁸ mbar ^{*/l/s} mesurée dans la plage de 1x10 ⁻⁹ mbar ^{*/l/s})	ok Dommages liés à la corrosion < 5 % Absence de rupture de fil après cintrage 90°
KOVAR®	galv. Ni 4-8µm	50 %	50 %	étanche <1x10 ⁻⁹ mbar ^{*/l/s})	ok Dommages liés à la corrosion < 5 % Absence de rupture de fil après cintrage 90°
KOVAR®	galv. Ni 4-8µm	70 %	30 %	étanche <1x10 ⁻⁸ mbar ^{*/l/s}	ok Dommages liés à la corrosion < 5 % Absence de rupture de fil après cintrage 90°
KOVAR®	galv. Ni 4-8µm	80 %	20 %	étanche <1x10 ⁻⁸ mbar ^{*/l/s}	ok Dommages liés à la corrosion < 5 % Absence de rupture de fil après cintrage 90°