



(11)

EP 3 137 640 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
07.08.2019 Bulletin 2019/32

(51) Int Cl.:
C22C 19/05 (2006.01) **H01R 13/05** (2006.01)
H01R 13/33 (2006.01) **H01B 1/02** (2006.01)
H01R 4/12 (2006.01) **H01R 13/03** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15723270.3**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2015/051125

(22) Date de dépôt: **24.04.2015**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2015/166174 (05.11.2015 Gazette 2015/44)

(54) **CONTACT ELECTRIQUE MINIATURE DE HAUTE STABILITE THERMIQUE**

ELEKTRISCHER MINIATURKONTAKT MIT HOHER THERMISCHER STABILITÄT

MINIATURE ELECTRICAL CONTACT OF HIGH THERMAL STABILITY

(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**

(30) Priorité: **29.04.2014 FR 1453882**

(43) Date de publication de la demande:
08.03.2017 Bulletin 2017/10

(73) Titulaire: **AXON'CABLE
51210 Montmirail (FR)**

(72) Inventeurs:
• **DE DEKEN, Leen
51210 Montmirail (FR)**
• **YU, Ning
77174 Villeneuve le Comte (FR)**
• **BROCARD, Bastien
51530 Saint Martin D'Ablois (FR)**

(74) Mandataire: **Mendelsohn, Isabelle M. N. et al
Cabinet Beau de Loménie
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)**

(56) Documents cités:
**WO-A1-82/03140 US-A- 3 319 217
US-A1- 2013 104 392**

- **Anonymous: "Nimonic 90 Composition, Properties and Applications of Nimonic 90 Nickel-Chromium-Cobalt Alloy by Alloy Wire International", Alloy Wire International, 11 juin 2013 (2013-06-11), pages 1-5, XP002734759, UK Extrait de l'Internet:
URL:<http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=4199> [extrait le 2015-01-20]**
- **"NIMONIC® alloy 80A", SPECIAL METAL CORPORATION, 4 septembre 2004 (2004-09-04), pages 1-23, XP002734760, Extrait de l'Internet:
URL:www.specialmetals.com [extrait le 2015-01-20]**
- **Material Data Sheet no. 4047: "Nicrofer® 7016 TiAl - alloy 751", , 30 octobre 2005 (2005-10-30), XP002734761, Germany Extrait de l'Internet:
URL:www.thyssenkruppvd.com [extrait le 2015-01-20]**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 3 137 640 B1

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine des contacts électriques de type Twist-Pin (technologie Twist-Pin ou broche torsadée) à haute stabilité thermique utilisable dans des connecteurs de la famille micro-D selon la norme Mil-DTL-83513.

[0002] Dans l'intérêt de rendre plus compact l'interconnexion de systèmes électroniques, la densité de points de connexion devient de plus en plus une performance recherchée, ce qui a conduit à miniaturiser non seulement le câble de transmission, mais également le connecteur.

[0003] La norme Mil-DTL-83513 définit une famille de connecteurs rectangulaires mâles et femelles, dont les parties en connexion ont une forme de D. Cette famille, appelée micro-D, est caractérisée par un pas de 1,27 mm, le pas représentant la distance entraxe entre 2 points de connexion adjacents quelconques.

[0004] La norme définit aussi explicitement le nombre de point de connexion (ou le nombre de contacts) qui sont respectivement de 9, 15, 21, 25, 31, 37, 51 et 100. Ces contacts sont disposés dans le connecteur en 2 ou 3 rangées (figure 1).

[0005] La série de connecteurs micro-D commence à apparaître massivement sur le marché de connexion électronique ces dernières années.

[0006] Dans un connecteur en général, une conception particulière garantie une rétention entre chaque couple de contacts en plus des vis de fixation.

[0007] Dans le cas du connecteur micro-D, la rétention est assurée par le contact mâle, le contact femelle étant un tube. Pour cela, les technologies utilisées présentent un renflement qui assure un contact latéral avec le tube. L'une d'elle s'appelle le « Twist-Pin », noté TP. Celle-ci consiste à réaliser d'abord un toron composé de cuivre et cuivre béryllium, et puis de le sertir dans un tube en cuivre ou en cuivre béryllium (comme divulgué par exemple dans les brevets US 3255430, US 3319217, US 3402466 et WO82/03140). Dans cette technologie, le renflement est réalisé par une opération mécanique dite de « bump » qui fait écarter à un juste niveau les brins périphériques du toron. L'ensemble du contact est enfin revêtu par voie électrolytique d'une sous-couche de nickel puis une couche finale d'or selon la norme MIL-G-45204. Dans la figure 2 est schématiquement illustré ce contact twist pin mâle.

[0008] Cependant, ce contact ne peut être utilisé dans des applications où la température de service est élevée et dans lesquelles il est nécessaire de désaccoupler et réaccoupler les connecteurs entre les utilisations. En effet, de par l'insuffisante stabilité thermique du cuivre béryllium, la rétention des contacts n'est plus assurée dans ces conditions. Plus précisément, la zone de renflement du contact pâtit d'un phénomène dit de « fluage » (creeping en anglais) en perdant sa caractéristique d'élasticité, sous les actions de la chaleur et de contrainte mécanique du contact femelle, ce qui ne permet plus de garantir une bonne transmission des signaux. Expérimentalement, après quelques heures accouplées à un contact femelle à 260°C, le bump du contact mâle ressort aplati. Ce manque de rétention a pour conséquences une augmentation drastique de la résistance de contact comme illustré dans l'exemple 9 et des coupures de contact et donc des coupures dans le signal transmis lors de chocs ou de vibrations.

[0009] Il est donc nécessaire de repenser la construction du contact Twist-Pin pour ses applications de haute température en particulier de façon à obtenir un contact capable de tenir à 260°C pendant 2000 heures tout en respectant les principales exigences de la norme Mil-DTL-83513.

[0010] Peu de données sont disponibles sur la tenue au fluage des matériaux à 260°C. Les inventeurs se sont donc tournés vers des alliages ayant de bonnes caractéristiques mécaniques et de préférence à durcissement structural car cela garantit souvent de meilleures caractéristiques mécaniques en température. En effet, la température de sur-revenu est en général plus élevée que la température de recristallisation. Il est en outre nécessaire que de tels matériaux aient une bonne conductivité pour pouvoir être utilisés en tant que contact électrique et qu'ils puissent être soudés avec des brins en cuivre.

[0011] Mais ces matières n'ont pas montré expérimentalement de résultats meilleurs que les contacts standards en cuivre béryllium (Cu-Be) à 260°C (exemples comparatifs 1 à 3 : alliages Cu-Be-Co, Cu-Ni-Sn-Mn et torons Au-Cu-Pt-Ag-Zn).

[0012] Les alliages Ni-Cr-Ti-Al tels que l'alliage Nimonic 90 de Alloy Wire International sont connus de l'art antérieur pour être utilisés en tant que ressort haute température mais pour des températures extrêmes, bien supérieures aux besoins (>700°C). Par contre, leur utilisation pour la transmission d'un courant n'est pas évidente. En effet, ils présentent une conduction électrique limitée (de l'ordre 1-2% IACS). Ceci ne facilite donc pas leur utilisation en tant que contact électrique. En outre il n'était pas évident qu'il serait possible d'obtenir des contacts avec une résistance de contact respectant la valeur limite donnée par la norme Mil-DTL-83513. En particulier il n'était pas évident de pouvoir réaliser la soudure des brins cuivre- Ni-Cr-Ti-Al

[0013] Or, de façon surprenante, les inventeurs ont découvert qu'il était possible d'obtenir des contacts capables de tenir à 260°C pendant 2000 heures tout en respectant les principales exigences de la norme Mil-DTL-83513 à l'aide d'un toron de la borne électrique du contact mâle comprenant (en particulier constitué par) 3 brins centraux en Ni ou Cu et 7 brins périphériques en alliage Ni-Cr-Ti-Al.

[0014] La présente invention concerne donc un contact électrique mâle de type broche torsadée (ou « twist-Pin » ou TP) comprenant une borne électrique constituée par un toron comprenant (avantageusement constitué par) trois brins centraux en nickel (Ni) ou en cuivre (Cu) et 7 brins périphériques en alliage de Ni-Cr-Ti-Al et un renflement (ou « bump ») en partie centrale, ledit alliage pouvant éventuellement comprendre en outre du Co et/ou du Mo. étant constitué de, en

Chrome: 15 - 25 %,

Titane : 1,5 - 3,5 %,

Cobalt : 0 - 25 %,

Aluminium : 1 - 2 %,

Molybdène : 0 - 11 %,

Nickel : solde,

et les impuretés inévitables,

les brins périphériques étant enroulés en hélice autour des brins centraux, les trois brins centraux étant assemblés avec un pas compris entre 1 et 5 mm gauche, et les sept brins périphériques étant assemblés autour avec un pas compris entre 1 et 5 mm droite.

[0015] Par « contact électrique », on entend au sens de la présente invention une pièce ou un ensemble de pièces, apte à être fixés à une extrémité d'un élément conducteur, pour assurer un contact électrique entre cet élément conducteur et un autre élément conducteur. Cet « autre élément conducteur » est généralement également un contact électrique.

[0016] Le contact femelle peut avoir simplement la forme d'un tube.

[0017] Le contact mâle est constitué généralement essentiellement par une borne électrique de contact (pièce conductrice, mâle ou femelle), et une pièce de jonction conductrice (appelée plus simplement « la jonction ») sur laquelle est fixée mécaniquement et électriquement la borne, la jonction étant agencée en outre de manière à pouvoir être fixée mécaniquement et électriquement à un élément conducteur.

[0018] L'expression « élément conducteur » vise ici de manière large tout corps dont une partie au moins est conductrice de l'électricité ; il peut s'agir notamment d'un fil électrique, ou encore d'une borne de contact.

[0019] Le terme « borne » ou « borne de contact » désigne ici une pièce (ou une portion de pièce) destinée à entrer en contact avec une autre pièce (une autre borne) de manière à établir un contact électrique.

[0020] Par « contact électrique mâle de type broche torsadée », on entend au sens de la présente invention tout contact électrique mâle selon la présente invention utilisant la technologie Twist-Pin (ou TP).

[0021] Dans cette technologie, la fabrication d'un contact femelle consiste simplement à réaliser un tube, par décolletage de haute précision.

[0022] La fabrication d'un contact mâle, quant à elle, comprend trois étapes : on fabrique d'abord un premier élément conducteur qui est une borne électrique constituée par un toron comprenant un ou plusieurs brins centraux (dans le cas de la présente invention 3 brins centraux) et des brins périphériques (dans le cas de la présente invention 7 brins périphériques), et présentant un renflement (appelé « bump ») en partie centrale (Dans cette technologie, le renflement est réalisé par une opération mécanique dite de « bump » qui fait écarter à un juste niveau les brins externes du toron) ; on fabrique un tube par une opération de décolletage de haute précision, identique à la fabrication du contact femelle ; on fixe le toron dans une extrémité du tube.

[0023] Cette technologie est par exemple illustrée par le brevet US4,358,180.

[0024] Comme illustrée à la figure 2, le contact électrique mâle 1 selon la présente invention comprend donc un toron 2 munie d'un renflement ou « bump » 3 en partie centrale, le toron formant la borne électrique. Cette borne électrique est insérée dans un cylindre 4 qui est muni d'un fil électrique 5.

[0025] Les brins périphériques sont enroulés en hélice autour des brins centraux du toron.

[0026] Le contact électrique mâle selon la présente invention peut donc être réalisé par des méthodes bien connues de l'homme du métier selon la technologie TP.

[0027] Ainsi dans le cadre de la présente invention, les 7 brins périphériques du toron sont en alliage de Ni-Cr-Ti-Al. Cet alliage peut éventuellement contenir du Cobalt (Co) et/ou du Molybdène (Mo). Il peut ainsi s'agir par exemple d'un alliage Ni-Cr-Co-Ti-Al, ou Ni-Cr-Co-Mo-Ti-Al. De façon avantageuse, il s'agit d'un alliage Ni-Cr-Co-Ti-Al.

[0028] Cet alliage peut en outre contenir moins de 2% en poids par rapport au poids total de l'alliage de fer (Fe).

[0029] L'alliage Ni-Cr-Ti-Al est constitué de (avantageusement est constitué par), en pourcentage en poids par rapport au poids total de l'alliage :

Chrome: 15 - 25 %, avantageusement 17 - 22 %, plus particulièrement 18 - 21%, par exemple 18-20% ;

Titane : 1,5 - 3,5 %, avantageusement 1,7 - 3,4 %, plus particulièrement 1,8 - 3,3 %, par exemple 2 - 3% ;

Cobalt : 0 - 25 %, avantageusement 2 - 23 % ;

Aluminium : 1 - 2 %, avantageusement 1 - 1,8%, plus particulièrement 1,2-1,6%, en particulier 1,4 - 1,6%, par

exemple 1,5 % ;

Molybdène : 0 - 11 %, avantageusement 0 - 10,5 % ;

Nickel : solde, avantageusement 50 - 80 %, plus particulièrement 51 - 79,5 %, par exemple 52,6 - 79,2 %, en particulier 53 - 60%, plus particulièrement 53 - 55% ;

et les impuretés inévitables.

[0030] En particulier les impuretés inévitables sont choisies parmi (en pourcentage en poids par rapport au poids total de l'alliage)

- Ag (avantageusement $\leq 0,00030\%$, en particulier $\leq 0,00020\%$),
- B (avantageusement $\leq 0,01\%$, plus avantageusement $\leq 0,02\%$, en particulier $\leq 0,008\%$, par exemple $\leq 0,00370\%$),
- Bi (avantageusement $\leq 0,00004\%$, en particulier $\leq 0,00003\%$),
- C (avantageusement $\leq 0,13\%$, plus avantageusement $\leq 0,1\%$, en particulier $\leq 0,061\%$),
- Cu (avantageusement $\leq 0,5\%$, plus avantageusement $\leq 0,2\%$, en particulier $\leq 0,02\%$),
- Fe (avantageusement $\leq 5\%$, plus avantageusement $\leq 3\%$, en particulier $\leq 2\%$, plus particulièrement $\leq 1,5\%$, par exemple $\leq 1,02\%$),
- Mn (avantageusement $\leq 1\%$, plus avantageusement $\leq 0,1\%$, en particulier $\leq 0,030\%$),
- P (avantageusement $\leq 0,03\%$, plus avantageusement $\leq 0,0060\%$, en particulier $\leq 0,0050\%$),
- Pb (avantageusement $\leq 0,0025\%$, plus avantageusement $\leq 0,0020\%$, en particulier $\leq 0,0003\%$),
- S (avantageusement $\leq 0,03\%$, plus avantageusement $\leq 0,015\%$, en particulier $\leq 0,00040\%$),
- Si (avantageusement $\leq 1\%$, plus avantageusement $\leq 0,75\%$, en particulier $\leq 0,20\%$, par exemple $\leq 0,170\%$)
- et/ou Zr (avantageusement $\leq 0,15\%$, plus avantageusement $\leq 0,12\%$, en particulier $\leq 0,0560\%$).

[0031] Plus particulièrement, les impuretés sont choisies parmi B, Zr, Cu, Fe, S, Si, Mn, C, Pb et/ou P.

[0032] Le pourcentage d'impureté global (par rapport au poids total de l'alliage) est donc en général $\leq 10\%$, avantageusement $\leq 8\%$, plus avantageusement $\leq 6\%$, en particulier $\leq 5\%$, plus particulièrement $\leq 3\%$, par exemple $\leq 2\%$. Avantageusement, la teneur en Nickel + Cobalt, en pourcentage en poids par rapport au poids total de l'alliage, est comprise entre 62 et 83%, avantageusement entre 64,5 et 81,5 %, par exemple 69 - 75%.

[0033] De façon avantageuse, l'alliage comprend du Cobalt, en particulier en une teneur comprise entre 2 et 23%, en poids par rapport au poids total de l'alliage, plus particulièrement entre 10 et 22% encore plus particulièrement entre 12 et 21%, par exemple entre 15 et 21%.

[0034] De façon particulière, l'alliage comprend du Molybdène, en particulier en une teneur comprise entre 3,5 et 11% en poids par rapport au poids total de l'alliage, avantageusement entre 4 et 10,5%, par exemple entre 9 et 10,5%. Cet alliage est en particulier disponible dans le commerce chez la société Alloy wire international sous les références Nimonic 80A, Nimonic 90, Waspaloy et Rene 41.

[0035] Les trois brins centraux du toron sont assemblés avec un pas compris entre 1 et 5 mm gauche, en particulier entre 1 et 3 mm gauche, avantageusement il est de 2 mm gauche.

[0036] Les sept brins périphériques sont assemblés autour des brins centraux avec un pas compris entre 1 et 5 mm droite, en particulier entre 1 et 3mm droite avantageusement il est de 2,4 mm droite.

[0037] Ainsi, les trois brins centraux du toron sont assemblés avec un pas compris entre 1 et 5 mm gauche, en particulier entre 1 et 3 mm gauche, avantageusement il est de 2 mm gauche, et les sept brins périphériques sont assemblés autour avec un pas compris entre 1 et 5 mm droite, en particulier entre 1 et 3mm droite avantageusement il est de 2,4 mm droite.

[0038] Avantageusement les trois brins centraux du toron du contact selon la présente invention ont un diamètre compris entre 0,069 et 0,109 mm, en particulier compris entre 0,079 et 0,099 mm, avantageusement il est de 0,089 mm.

[0039] De façon avantageuse, les sept brins périphériques du toron du contact selon la présente invention ont un diamètre compris entre 0,1 et 0,160 mm, en particulier entre 0,110 et 0,137, avantageusement il est de 0,127 mm.

[0040] Dans un mode particulièrement avantageux, les trois brins centraux du toron du contact selon la présente invention ont un diamètre compris entre 0,069 et 0,109 mm, en particulier compris entre 0,079 et 0,099 mm, avantageusement il est de 0,089 mm, et les sept brins périphériques du toron du contact selon la présente invention ont un diamètre compris entre 0,1 et 0,160 mm, en particulier entre 0,110 et 0,137 mm, avantageusement il est de 0,127 mm.

[0041] Dans un mode de réalisation avantageux, le toron du contact selon la présente invention est revêtu d'une couche d'or électrolytique, avantageusement d'une épaisseur comprise entre 1-6 μm , plus avantageusement afin d'avoir la résistance de contact maximale acceptable par la norme MIL-DTL-83513, d'au minimum 2,6 μm , en particulier comprise entre 2,6 et 6 μm , plus particulièrement entre 2,6 et 2,8 μm , par exemple d'environ 2,7 μm .

[0042] Ce revêtement se fait par des procédés bien connus de l'homme du métier.

[0043] En effet les inventeurs se sont aperçus de façon surprenante qu'une couche de 2,6 μm d'or électrolytique sur le toron du contact selon la présente invention suffisait pour atteindre les valeurs de résistance de contact données par

la norme MIL-DTL-83513.

[0044] De façon avantageuse, le toron du contact selon la présente invention ne comprend pas de sous-couche entre l'alliage et l'or électrolytique.

[0045] En effet les inventeurs se sont aperçus de façon surprenante qu'il n'était pas nécessaire de poser une sous-couche, en particulier une sous-couche de nickel, avant le dépôt de la couche d'or sur le toron pour atteindre les valeurs de résistance de contact données par la norme MIL-DTL-83513.

[0046] De façon avantageuse, la température d'utilisation du contact selon la présente invention est $\leq 260^{\circ}\text{C}$, avantageusement pendant une durée d'utilisation d'au moins 2000 heures. En effet les inventeurs se sont aperçus que jusqu'à y compris une température de 260°C , le renflement de la partie centrale du toron (ou « bump ») du contact selon la présente invention ne subissait pas de phénomène de fluage, même après au moins 2000 heures d'utilisation par insertion dans un contact femelle. Les connexions et déconnexions sont donc possibles entre les utilisations sans perte de rétention. La force minimale de séparation définie dans la norme MIL-DTL-83513 est ainsi respectée même après vieillissement. Il n'y a donc pas de risque de coupure de contact et donc de coupure dans le signal transmis à ces températures lors de chocs ou vibrations.

[0047] La présente invention concerne donc en outre l'utilisation du contact électrique mâle selon la présente invention dans un connecteur micro-D, avantageusement pour des applications à une température de service $\leq 260^{\circ}\text{C}$.

[0048] On entend au sens de la présente invention par « connecteur micro-D », tout connecteur régit par la norme Mil-DTL-83513 et caractérisé par un entraxe de 1,27 mm entre conducteurs voisins, la rétention étant assurée par le contact mâle, le connecteur femelle étant un tube. Il s'agit d'une famille de connecteurs rectangulaires mâles et femelles dont les parties en connexion ont une forme de D.

[0049] Dans un mode de réalisation avantageux de la présente invention, les 3 brins centraux du toron du contact selon la présente invention sont en cuivre et le contact selon l'invention a une valeur de magnétisme $< 1\text{nT}$ selon la norme GFSC - S - 311. Cette caractéristique trouve son importance en électronique dans de nombreuses applications, notamment en exploration offshore ou souterraine.

[0050] Ainsi, la présente invention concerne également l'utilisation du contact électrique mâle selon l'invention dans lequel les 3 brins centraux du toron sont en cuivre pour des applications en exploration offshore ou souterraine.

[0051] La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description des figures et des exemples qui suivent, qui sont donnés à titre indicatif non limitatif.

La figure 1 représente un schéma en perspective d'un exemple d'un connecteur micro-D femelle 15 points selon la norme Mil-DTL-83513.

La figure 2 représente une vue schématique latérale d'un contact électrique mâle de type broche torsadée (Twist-Pin) 1 comprenant un toron 2 munie d'un renflement ou « bump » 3 en partie centrale, le toron formant la borne électrique. Cette borne électrique est insérée dans un cylindre 4 qui est muni d'un fil électrique 5.

La figure 3 représente une photo d'un contact électrique mâle de type broche torsadée (Twist-Pin) sans fil électrique selon la figure 2 dont les 3 brins centraux du toron sont en Cu et les 7 brins périphériques en alliage CuBeCo avant séjour en étuve (Figure 3A) et après séjour en étuve à 260°C en atmosphère ambiante pendant 100 heures d'accouplement avec un contact femelle (Figure 3 B) (Exemple comparatif 1)

La figure 4 représente une photo d'un contact électrique mâle de type broche torsadée (Twist-Pin) sans fil électrique selon la figure 2 dont les 3 brins centraux du toron sont en Cu et les 7 brins périphériques en alliage Cu-Ni-Sn-Mn avant séjour en étuve (Figure 4A) et après séjour en étuve à 260°C en atmosphère ambiante pendant 100 heures d'accouplement avec un contact femelle (Figure 4B) (Exemple comparatif 2).

La figure 5 représente la mesure conformément à la norme MIL-DTL-83513 sur 10 contacts électriques mâle de type broche torsadée (Twist-Pin) selon la figure 2 dont les 3 brins centraux du toron sont en Cu et les 7 brins périphériques en alliage Cu-Ni-Sn-Mn de la force de séparation en N (Fmax, Fmin et F moyenne) en fonction du temps de séjour en étuve (h : heure) à 260°C en atmosphère ambiante comparée à la force -minimale en valeur absolue à avoir selon la norme MIL-DTL-83513 (max. norme) (Exemple comparatif 2).

La figure 6 représente une photo d'un contact électrique mâle de type broche torsadée (Twist-Pin) sans fil électrique selon la figure 2 dont les 3 brins centraux et les 7 brins périphériques du toron sont en alliage Au-Cu-Pt-Ag-Zn avant séjour en étuve (Figure 6A) et après séjour en étuve à 260°C en atmosphère ambiante pendant 100 heures d'accouplement avec un contact femelle (Figure 6B) (Exemple comparatif 3).

La figure 7 représente une photo d'un contact électrique mâle de type broche torsadée (Twist-Pin) sans fil électrique selon la figure 2 dont les 3 brins centraux du toron sont en Ni et les brins périphériques en alliage Ni-Cr20-Co18-Ti-Al avant séjour en étuve (Figure 7A) et après séjour en étuve à 260°C en atmosphère ambiante pendant 2000 heures d'accouplement avec un contact femelle (Figure 7B) (Exemple 1).

La figure 8 représente la mesure conformément à la norme MIL-DTL-83513 sur 10 contacts électriques mâle de type broche torsadée (Twist-Pin) selon la figure 2 dont les 3 brins centraux du toron sont en Ni et les brins périphériques en alliage Ni-Cr20-Co18-Ti-Al de la force de séparation (Fmax, Fmin et F moyenne) en fonction du temps

EP 3 137 640 B1

de séjour en étuve (h : heure) à 260°C en atmosphère ambiante comparée à la force -minimale en valeur absolue à avoir selon la norme MIL-DTL-83513 (max. norme) (Exemple 1).

La figure 9 représente une photo d'un contact électrique mâle de type broche torsadée (Twist-Pin) sans fil électrique selon la figure 2 dont les 3 brins centraux du toron sont en Cu et les brins périphériques en alliage Ni-Cr20-Co18-Ti-Al avant séjour en étuve (Figure 9A) et après séjour en étuve à 260°C en atmosphère ambiante pendant 2000 heures d'accouplement avec un contact femelle (Figure 9B) (Exemple 5).

La figure 10 représente la mesure conformément à la norme MIL-DTL-83513 sur 10 contacts électriques mâle de type broche torsadée (twist-pin) selon la figure 2 dont les 3 brins centraux du toron sont en Cu et les brins périphériques en alliage Ni-Cr20-Co18-Ti-Al de la force de séparation (Fmax, Fmin et F moyenne) en fonction du temps de séjour en étuve (h : heure) à 260°C en atmosphère ambiante comparée à la force minimale en valeur absolue à avoir selon la norme MIL-DTL-83513 (max. norme) (Exemple 5).

La figure 11 représente le schéma de câblage pour la mesure de la résistance de contact selon la norme MIL-DTL-83513 (Exemple 6)

La figure 12 représente l'évolution des valeurs de résistance de contact faible intensité en mOhm (mesurées à température ambiante avec le dispositif de la figure 11) avec le temps (en heure) que le connecteur mâle a passé au four à 260°C, accouplé à un connecteur femelle pour un connecteur selon l'invention (avec contact Toron Cu et Ni-Cr20-Co18-Ti-Al selon l'exemple 7) et un connecteur de l'art antérieur (avec contacts Toron Cu et Cu-Be-Co selon l'exemple comparatif 1) (exemple 9).

Exemples

Exemple comparatif 1 (Toron Cu et Cu-Be-Co)

[0052] On réalise des contacts TP composés de 3 brins centraux (diamètre = 0,089mm) en cuivre et 7 brins périphériques (diamètre = 0,127mm) en alliage de cuivre, béryllium et cobalt (Cu-Be-Co : Cu-Be1,8-Co0,2) de la société NGK, (référence Berylco 25). Les caractéristiques mécaniques de l'alliage sont rassemblées dans le tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1 :

Exemple	Composition	Rm (MPa)	Rp0,2% (MPa)	E (GPa)	A (%)	Conductivité (%IACS)
Comparatif 1	Cu-Be1,8-Co0,2	1260-1450	1090-1350	130	1	19-28

[0053] Les trois brins centraux du toron sont assemblés avec un pas de 2mm gauche, puis les sept brins autour sont assemblés avec un pas de 2,4mm droite. Le tube est en cuivre. Les contacts TP sont ensuite insérés dans des contacts femelles de diamètre interne 0,573 mm. Le vieillissement a lieu à 260°C en atmosphère ambiante pendant 100 heures sur 10 couples de contacts. L'observation visuelle montre que le bump du contact est rétréci après vieillissement (Figure 3). Après le vieillissement, on observe visuellement le retrait du bump sur ces contacts et on mesure la force d'insertion dans une pige de diamètre 0,561 mm et la force de séparation des contacts dans une pige de diamètre 0,584 mm suivant la norme MIL-DTL-83513G. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 2 ci-dessous :

Tableau 2 :

Exemple comparatif 1	t dans l'étuve (heure)	0	100
	force moyenne d'engagement (N)	1,14	0,27
	force moyenne de séparation (N)	-0,49	-0,07

[0054] La force d'engagement est divisée par 4 lorsqu'on compare la valeur avant et après séjour en étuve, celle de séparation est divisée par 7. La norme MIL-DTL-83513G stipule une force d'insertion maximale de 1,67 N et une force de séparation minimale de 0,14 N en valeur absolue. Les valeurs en séparation obtenues après 100h à 260°C sont donc inférieures à la limite de la norme. En conclusion, ce contact ne peut pas être utilisé pour des applications à 260°C.

Exemple comparatif 2 (Toron Cu et Cu-Ni-Sn-Mn)

[0055] On réalise des contacts TP similaires à ceux de l'Exemple comparatif 1 mais en utilisant pour les 7 brins périphériques un alliage cuivre, nickel, étain et manganèse (Cu-Ni-Sn-Mn : Cu-Ni13-Sn7-Mn0,15) de la société Berda (référence Nibrodal 138), dont les caractéristiques se trouvent dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 :

Exemple	Composition	Rm (MPa)	Rp0,2% (MPa)	E (GPa)	A (%)	Conductivité (%IACS)
Comparatif 2	Cu-Ni13-Sn7-Mn0,15	1309-1337		119	0,6-1	8,4

[0056] On procède au vieillissement thermique à 260°C dans des conditions similaires à l'Exemple comparatif 1. Après le vieillissement, on effectue comme dans l'Exemple comparatif 1, l'observation visuelle et la mesure des forces d'insertion et de séparation. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 :

Exemple comparatif 2	t dans l'étuve (heure)	0	113	264	500	1008
	force moyenne d'engagement (N)	0,76	0,55	0,48	0,66	0,48
	force moyenne de séparation (N)	-0,36	-0,23	-0,16	-0,22	-0,21

[0057] Les bumps des contacts se sont aplatis et il y a apparition d'un petit renflement à l'arrière du contact (Figure 4). Les forces moyennes obtenues, présentées dans le tableau 4, respectent la norme, mais la dispersion de celles-ci fait qu'une partie des contacts ne la respectent pas (Figure 5). On arrive ainsi à une conclusion similaire à l'Exemple comparatif 1, à savoir que ce contact ne peut pas être utilisé pour des applications à 260°C.

Exemple comparatif 3 (Toron Au-Cu-Pt-Ag-Zn)

[0058] On réalise des contacts TP similaires à ceux des Exemple comparatifs 1 et 2, mais en utilisant pour les 3 brins centraux et les 7 brins périphériques, un alliage Au-Cu-Pt-Ag-Zn (Au71,5-Cu14,5-Pt8,5-Ag4,5-Zn1), de la société Texpart dont les caractéristiques se trouvent dans le tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5 :

Exemple Comparatif 3	Composition	Rm (MPa)	Rp0,2% (MPa)	E (GPa)	A (%)	Conductivité (%IACS)
	Au71,5-Cu14,5-Pt8,5-Ag4,5-Zn1	1030-1380	900	110	2	12,2

[0059] On procède au vieillissement thermique à 260°C dans les mêmes conditions que dans les Exemples comparatifs 1 et 2. Après le vieillissement, on effectue comme dans les 2 exemples comparatifs précités, l'observation visuelle et la mesure des forces d'insertion et de séparation. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 :

Exemple comparatif 3	t dans l'étuve (heure)	0	100
	force moyenne d'engagement (N)	1,47	0,49
	force moyenne de séparation (N)	-0,59	-0,12

[0060] Les bumps s'aplatissent également (Figure 6). Les résultats de forces montrent que les forces de séparation sont en moyenne en dessous de la norme. On arrive ainsi à la conclusion similaire aux 2 exemples comparatifs précédents, à savoir que ce contact ne peut pas être utilisé pour des applications à 260°C.

Exemple 1 (Toron Ni et Ni-Cr20-Co18-Ti-Al (UNS N07090) - aspect mécanique)

[0061] On réalise des contacts TP de construction similaire aux exemples comparatifs précédents mais en utilisant 3 brins centraux en nickel et 7 brins périphériques en alliage Ni-Cr20-Co18-Ti-Al disponible chez la société Alloy wire international sous la référence Nimonic 90, dont les caractéristiques se trouvent dans le tableau 7 ci-dessous et la composition exacte dans le tableau 8 ci-dessous.

EP 3 137 640 B1

Tableau 7 :

Exemple	Composition	Rm (MPa)	Rp0,2% (MPa)	E (GPa)	A (%)	Conductivité (%IACS)
1	Ni-Cr20-Co18-Ti-Al	1500-1800		213-240		1,5

Tableau 8 :

Exemple	DIN	UNS	Composition (en %)				
			Ni	Co	Cr	Ti	Al
1	Ni-Cr20-Co18-Ti-Al	N07090	54	15-21	18-21	2-3	1-2

[0062] On fait subir un vieillissement thermique à 260°C en atmosphère ambiante pendant 2000 heures à ces couples contact TP-contact femelle. Dans cet exemple, 60 couples ont été testés. Après vieillissement, comme dans les Exemples comparatifs précédents, on ressort le contact TP du contact femelle et on effectue l'observation visuelle et la mesure des forces d'insertion et de séparation. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 9 ci-dessous.

Tableau 9 :

Exemple 1	t dans l'étuve (heure)	0	120	264	600	1008	1516	2016
	force moyenne d'engagement (N)	1,79	2,10	1,34	1,49	1,45	1,38	1,19
	force moyenne de séparation (N)	-1,07	-0,89	-0,70	-0,67	-0,85	-0,57	-0,55

[0063] Visuellement, les contacts conservent leur bump (Figure 7). On ne voit pas de différence entre les contacts avant et après vieillissement.

[0064] Les forces obtenues, présentées dans le tableau 9, montrent que même après 2000h de vieillissement, la force de séparation moyenne est supérieure en valeur absolue à celle imposée par la norme. De plus, tous les contacts respectent cette norme et pas uniquement la moyenne. Ceci est montré dans la figure 8. En conséquence, on peut conclure que ces contacts TP, contrairement aux 3 Exemples comparatifs précédents, peuvent être utilisés pour des applications à 260°C, car les forces de séparation de ces contacts respectent la norme MIL-DTL-83513 après séjour en étuve de 2000h.

Exemple 2 (Toron Ni et Ni-Cr20-Ti-Al (UNS N07080) - aspect mécanique)

[0065] On réalise des contacts TP de construction similaire à l'exemple 1 précédent mais avec 7 brins périphériques en alliage Ni-Cr20-Ti-Al disponible chez la société Alloy wire international sous la référence Nimonic 80A, dont les caractéristiques se trouvent dans le tableau 10 ci-dessous et la composition exacte dans le tableau 11 ci-dessous.

Tableau 10

Exemple	Composition	Rm (MPa)	Rp0,2% (MPa)	E (GPa)	A (%)	Conductivité (%IACS)
2	Ni-Cr20-Ti-Al	1500-1800		222		1,3

Tableau 11

Exemple	DIN	UNS	Composition (en %)				
			Ni	Co	Cr	Ti	Al
2	Ni-Cr20-Ti-Al	N07080	72,5-79,2	<2	18-21	1,8-2,7	1-1,8

[0066] On fait subir le même vieillissement que précédemment aux couples contact TP-contact femelle. Dans cet exemple, 10 couples ont été testés. Après vieillissement, comme dans l'exemple 1 et les exemples comparatifs précédents, on ressort le contact TP du contact femelle, et on effectue l'observation visuelle et la mesure des forces d'insertion et de séparation.

EP 3 137 640 B1

[0067] Visuellement, les contacts conservent leur bump comme dans l'exemple 1 précédent. De plus, les forces de séparation obtenues sont similaires à l'exemple 1 précédent. Elles sont rassemblées dans le tableau 11a ci-dessous :

Tableau 11a :

Exemple 2		avant étuve	après 2005h à 260°C
	F moyenne de séparation (N)	-0,66	-0,59
	F moyenne d'engagement (N)	1,55	1,33

[0068] En conséquence, cette construction peut également être utilisée pour des applications à 260°C.

Exemple 3 (Toron Ni et Ni-Cr20-Co14-Mo-Ti-Al (UNS N07001) - aspect mécanique)

[0069] On réalise des contacts TP de construction similaire aux exemples 1 et 2 précédents mais avec 7 brins périphériques en alliage Ni-Cr20-Co14-Mo-Ti-Al disponible chez la société Alloy wire international sous la référence Waspaloy, dont les caractéristiques se trouvent dans le tableau 12 ci-dessous et la composition exacte dans le tableau 13 ci-dessous.

Tableau 12 :

Exemple	Composition	Rm (MPa)	Rp0,2% (MPa)	E (GPa)	A (%)	Conductivité (%IACS)
3	Ni-Cr20-Co14-Mo-Ti-Al	1300-1500		211		1,4

Tableau 13 :

Exemple	DIN	UNS	Composition (en %)						
			Ni	Co	Cr	Ti	Al	Mo	Fe
3	NiCr20Co14MoTiAl	N07001	56,7-58,7	13,5	19	3	1,5	4,3	<2

[0070] On fait subir un vieillissement thermique à 260°C en atmosphère ambiante pendant 2000 heures à ces couples contact TP-contact femelle. Dans cet exemple, 10 couples ont été testés. Après vieillissement, comme dans les Exemples 1 et 2 précédents, on ressort le contact TP du contact femelle, et on effectue l'observation visuelle et la mesure des forces d'insertion et de séparation. Visuellement, les contacts conservent leur bump comme dans les exemples 1 et 2 précédents. De plus, les forces de séparation obtenues sont également similaires aux exemples 1 et 2 précédents. Elles sont rassemblées dans le tableau 13a ci-dessous :

Tableau 13a :

Exemple 3		avant étuve	après 2005h à 260°C
	F moyenne de séparation (N)	-1,06	-0,59
	F moyenne d'engagement (N)	1,75	1,44

[0071] En conséquence, cette construction peut également être utilisée pour des applications à 260°C.

Exemple 4 (Toron Ni et Ni-Cr19-Co11-Mo-Ti-Al (UNS N07041) - aspect mécanique)

[0072] On réalise des contacts TP de construction similaire aux exemples 1 à 3 précédents mais avec 7 brins périphériques en alliage Ni-Cr19-Co11-Mo-Ti-Al, disponible chez la société Alloy wire international sous la référence Rene 41, dont les caractéristiques se trouvent dans le tableau 14 ci-dessous et la composition exacte dans le tableau 15 ci-dessous.

EP 3 137 640 B1

Tableau 14 :

Exemple	Composition	Rm (MPa)	Rp0,2% (MPa)	E (GPa)	A (%)	Conductivité (%IACS)
4	Ni-Cr19-Co11-Mo-Ti-Al	1600-2000		218		1,3

Tableau 15 :

Exemple	DIN	UNS	Composition (en %)					
			Ni	Co	Cr	Ti	Al	Mo
4	NiCr19Co11MoTiAl	N07041	52,6-56,6	12	18-20	3-3,3	1,4-1,6	9-10,5

[0073] On fait subir le même vieillissement que précédemment aux couples contact TP-contact femelle. Dans cet exemple, 10 couples ont été testés. Après vieillissement, comme dans les Exemples 1-3 précédents, on ressort le contact TP du contact femelle, et on effectue l'observation visuelle et la mesure des forces d'insertion et de séparation. Visuellement, les contacts conservent leur bump comme dans les exemples 1-3 précédents. De plus, les forces de séparation obtenues sont également similaires aux exemples 1-3 précédents. Elles sont rassemblées dans le tableau 15a ci-dessous :

Tableau 15a :

Exemple 4		avant étuve	après 2005h à 260°C
	F moyenne de séparation (N)	-1,08	-0,50
	F moyenne d'engagement (N)	1,84	1,11

[0074] En conséquence, cette construction peut également être utilisée pour des applications à 260°C.

[0075] Dans la suite, nous nous sommes concentrés sur la construction utilisant l'alliage Ni-Cr20-Co18-Ti-Al de l'exemple 1 pour les 7 brins périphériques, mais des résultats similaires peuvent être obtenus avec les 3 autres alliages utilisés pour les 7 brins périphériques des Exemples 2-4.

Exemple 5 (Toron Cu et Ni-Cr20-Co18-Ti-Al - aspect mécanique)

[0076] On réalise des contacts TP de construction similaire aux exemples précédents 1-4 mais en utilisant 3 brins centraux en cuivre et 7 brins périphériques en alliage Ni-Cr20-Co18-Ti-Al disponible chez la société Alloy wire international sous la référence Nimonic 90, dont les caractéristiques se trouvent dans le tableau 7 ci-dessus et la composition exacte dans le tableau 8 ci-dessus. On fait subir un vieillissement thermique à 260°C en atmosphère ambiante pendant 2000 heures à des couples contact TP-contact femelle. Après vieillissement, comme dans les Exemples précédents 1-4, on ressort chaque contact TP du contact femelle, et on effectue l'observation visuelle et la mesure des forces d'insertion et de séparation. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 16 ci-dessous.

Tableau 16 :

Exemple 5	t dans l'étuve (heure)	0	120	288	600	1000	1624	2176
	force moyenne d'engagement (N)	1,07	1,03	0,88	0,88	0,99	1,02	0,99
	force moyenne de séparation (N)	-0,57	-0,50	-0,45	-0,49	-0,41	-0,50	-0,45

[0077] Visuellement, les contacts conservent leur bump (Figure 9). On ne voit pas de différence entre les contacts avant et après vieillissement. Les forces obtenues, présentées dans le tableau 16, montrent que même après 2000h de vieillissement, la force de séparation moyenne est supérieure en valeur absolue à celle imposée par la norme. De plus, tous les contacts respectent cette norme et pas uniquement la moyenne. Ceci est représenté visuellement dans la Figure 10. De plus, les écarts types obtenus sont très faibles pour cet exemple comparé aux précédents. En conséquence, cette construction peut également être utilisée pour des applications à 260°C.

EP 3 137 640 B1

Exemple 6 (Toron Ni et Ni-Cr20-Co18-Ti-Al - résistance de contact) *Sous-Exemple 6a (épaisseur revêtement or = 1,3 μm)*

[0078] On réalise des contacts TP de construction similaire à l'Exemple 1 sur lesquels on applique en plus un traitement de surface. Celui-ci est constitué d'un revêtement électrolytique d'or d'une épaisseur d'environ 1,3 μm . Des mesures de résistance de contact sont réalisées suivant le schéma de câblage présenté en figure 11, comme précisé dans la norme MIL-DTL-83513. Les valeurs données entre parenthèses sont en mm. Un fil de gauge AWG26 a été utilisé pour le câblage. Le test est réalisé à température ambiante, pour deux intensités imposées. Ces dernières et les conditions à respecter selon la norme sont présentées dans le Tableau 17 ci-dessous.

Tableau 17 :

	conditions de test	Condition à respecter
résistance de contact	L=2,5A	Vm<65mV
Résistance de contact faible intensité	L=100mA	R<28mohm

[0079] Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 18 ci-dessous.

Tableau 18 :

Echantillon	Résistance de contact (mV)	Résistance de contact faible intensité (mOhm)
1	79,1	31,2
2	79,3	30,8
3	78,3	31,65
4	69	30,05
5	77,1	31,52
6	70,3	30,27
7	81,5	33,73
8	75,7	27,44
9	71,5	28,37
10	68,9	28,56
moyenne	75,1	30,36

[0080] Les valeurs moyennes obtenues pour les deux mesures sont au-dessus des valeurs imposées par la norme.

Sous-exemple 6b (épaisseur revêtement or = 2 μm)

[0081] On réalise des contacts TP de construction identique au Sous-Exemple 6a précédent, mais avec un revêtement électrolytique d'or d'une épaisseur d'environ 2 μm . Les mêmes tests ont été réalisés que dans le sous-exemple 6a précédent. Les résultats sont présentés dans le tableau 19 ci-dessous.

Tableau 19 :

Echantillon	Résistance de contact (mV)	Résistance de contact faible intensité (mOhm)
1	69,5	24,12
2	73,3	27,04
3	54,5	26,77
4	73,7	31,77
5	71,2	27,45
6	69,2	27,57

EP 3 137 640 B1

(suite)

Echantillon	Résistance de contact (mV)	Résistance de contact faible intensité (mOhm)
7	55,3	27,14
8	68,5	27,96
9	69,3	27,42
10	72,2	30,54
moyenne	67,7	27,78

[0082] Les valeurs sont toujours au-dessus de la norme mais en sont plus proches que les contacts du sous-exemple 6a précédant. Ceci montre que la résistance de contact peut se rapprocher des valeurs de la norme en augmentant l'épaisseur d'or déposée.

Sous-exemple 6c (épaisseur revêtement or = 2,7 μm)

[0083] On réalise des contacts TP de construction identique aux Sous-Exemples précédents 6a et 6b, mais avec un revêtement électrolytique d'or d'une épaisseur d'environ 2,7 μm. Les mêmes tests ont été réalisés que précédemment. Les résultats sont présentés dans le tableau 20 ci-dessous.

Tableau 20 :

Echantillon	Résistance de contact (mV)	Résistance de contact faible intensité (mOhm)
1	51,4	24,93
2	51,5	25,50
3	53,7	25,71
4	54	25,97
5	54,4	26,40
6	56,1	26,67
7	56,4	27,06
8	56,7	27,23
9	57,3	27,60
10	58,7	27,78
moyenne	55,0	26,49

[0084] Les valeurs obtenues pour les deux types de mesure respectent celle définies par la norme. Une épaisseur d'or de 2,7 μm sur les contacts en Ni et Ni-Cr20-Co18-Ti-Al permet donc de respecter la norme au niveau des résistances de contact.

Exemple 7 (Toron Cu et Ni-Cr20-Co18-Ti-Al - résistance de contact)

[0085] On réalise un contact TP de construction similaire à l'exemple 5. Un revêtement électrolytique d'or d'une épaisseur d'environ 2,6 μm est également réalisé. Les mêmes tests ont été réalisés que dans les sous-exemples 6a-6c précédents. Les résultats sont présentés dans le tableau 21 ci-dessous.

Tableau 21 :

Echantillon	Résistance de contact (mV)	Résistance de contact faible intensité (mOhm)
1	47,9	28,89
2	48,7	27,52

(suite)

Echantillon	Résistance de contact (mV)	Résistance de contact faible intensité (mOhm)
3	50,5	25,76
4	57,5	23,96
5	52,9	27,12
6	53,6	26,85
7	50,6	29,02
8	48,0	28,27
9	50,0	30,37
10	48,0	26,87
moyenne	50,8	27,46

[0086] Cette solution montre que le remplacement des trois brins en nickel par des brins en cuivre plus conducteurs permet de baisser de manière significative la résistance de contact jusqu'à atteindre la valeur des contacts standards en cuivre béryllium (52mV). En ce qui concerne la résistance de contact en faible intensité, cette dernière est très peu affectée par le changement de matière. Mais des valeurs proches de la norme sont obtenues.

Exemple 8 (Toron Cu et Ni-Cr20-Co18-Ti-Al - aspect amagnétique)

[0087] Sur les contacts réalisés dans l'Exemple 5, des mesures de magnétisme résiduel ont été effectuées selon la procédure définie dans la norme GFSC-S-311, à l'aide d'un magnétomètre tridimensionnel. Premièrement, le champ magnétique initial est mesuré. Ensuite, les contacts sont magnétisés avec un champ de 500mT à l'aide d'un aimant. Une nouvelle mesure de champ magnétique résiduel est effectuée. Enfin, une phase de démagnétisation est réalisée en appliquant un champ magnétique alternatif d'une valeur supérieure à 500mT. Une mesure est de nouveau réalisée. Les trois mesures ont révélé un magnétisme résiduel inférieur à 1nT, valeur critique en-dessous de laquelle les contacts testés sont considérés comme amagnétiques.

Exemple 9 : comparaison entre un contact selon l'invention (Toron Cu et Ni-Cr20-Co18-Ti-Al selon l'exemple 7) et un contact de l'art antérieur (Toron Cu et Cu-Be-Co selon l'exemple comparatif 1)

[0088] L'évolution des valeurs de résistance de contact faible intensité (en mOhm) avec le temps (en heure) que le connecteur mâle a passé au four à 260°C, accouplé à un connecteur femelle a été mesurée suivant le schéma de câblage présenté en figure 11, comme précisé dans la norme MIL-DTL-83513 à température ambiante pour les deux types de contact. Les connecteurs ont été désaccouplés-réaccouplés 5 fois avant la mesure de résistance de contact.

[0089] Un fil de gauge AWG26 a été utilisé pour le câblage. Les conditions du test et celles à respecter selon la norme sont présentées dans le Tableau 17 de l'exemple 6.

[0090] Les résultats sont rassemblés dans la figure 12.

[0091] Il est flagrant que le connecteur réalisé avec des contacts standards de l'art antérieur n'assure plus un bon contact électrique ne serait-ce qu'après une centaine d'heures accouplés à 260°C.

Revendications

1. Contact électrique mâle de type broche torsadée comprenant une borne électrique constituée par un toron comprenant trois brins centraux en nickel ou en cuivre et 7 brins périphériques en alliage de Ni-Cr-Ti-Al et un renflement en partie centrale, ledit alliage étant constitué de, en pourcentage en poids par rapport au poids total de l'alliage :

Chrome: 15 - 25 %,
Titane : 1,5 - 3,5 %,
Cobalt : 0 - 25 %,
Aluminium : 1 - 2 %,
Molybdène : 0 - 11 %,

Nickel : solde,
et les impuretés inévitables,
les brins périphériques étant enroulés en hélice autour des brins centraux, les trois brins centraux étant assem-
blés avec un pas compris entre 1 et 5 mm gauche, et les sept brins périphériques étant assemblés autour avec
un pas compris entre 1 et 5 mm droite.

2. Contact électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'alliage Ni-Cr-Ti-Al est constitué de, en pourcentage en poids par rapport au poids total de l'alliage :

Chrome: 17 - 22 %
Titane : 1,7 - 3,4 %
Cobalt : 2 - 23 %
Aluminium : 1,5 %
Molybdène : 0 - 10,5 %
Nickel : solde, avantageusement 50 - 80 %
et les impuretés inévitables.

3. Contact électrique selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la teneur en Nickel + Cobalt, en pourcentage en poids par rapport au poids total de l'alliage, est comprise entre 62 et 83%, avantageusement entre 64,5 et 81,5 %.

4. Contact électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 **caractérisé en ce qu'il** comprend du Cobalt en une teneur comprise entre 10 et 22% en poids par rapport au poids total de l'alliage.

5. Contact électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 **caractérisé en ce qu'il** comprend du Molybdène en une teneur comprise entre 3,5 et 11% en poids par rapport au poids total de l'alliage, avantageusement entre 4 et 10,5%.

6. Contact électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les trois brins centraux sont assemblés avec un pas de 2 mm gauche, et les sept brins périphériques sont assemblés autour avec un pas de 2,4 mm droite.

7. Contact électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les trois brins centraux ont un diamètre compris entre 0,069 et 0,109 mm, avantageusement il est de 0,089 mm

8. Contact électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les sept brins périphériques ont un diamètre compris entre 0,1 et 0,160 mm, avantageusement il est de 0,127 mm.

9. Contact électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le toron est revêtu d'une couche d'or électrolytique, avantageusement d'une épaisseur d'au minimum 2,6 μm , en particulier comprise entre 2,6 et 6 μm .

10. Contact électrique selon la revendication 9 **caractérisé en ce que** le toron ne comprend pas de sous-couche entre l'alliage et l'or électrolytique.

11. Contact électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** sa température d'utilisation est $\leq 260^\circ\text{C}$, avantageusement pendant une durée d'utilisation d'au moins 2000 heures.

12. Contact électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** les 3 brins centraux sont en cuivre et **en ce que** sa valeur de magnétisme est inférieure à 1nT.

13. Utilisation du contact électrique mâle selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 dans un connecteur micro-D, avantageusement pour des applications à une température de service $\leq 260^\circ\text{C}$.

14. Utilisation du contact électrique mâle selon la revendication 12 pour des applications en exploration offshore ou souterraine.

Patentansprüche

- 5 1. Elektrischer Stiftkontakt vom Typ verdrahter Stift, umfassend eine elektrische Anschlussklemme, die aus einem Strang mit drei zentralen Litzen aus Nickel oder Kupfer, 7 Umfangslitzen aus Ni-Cr-Ti-Al-Legierung und einer Wölbung im Mittelteil besteht, wobei die Legierung in Gewichtsprozent, bezogen auf das Gesamtgewicht der Legierung, aus folgenden Komponenten besteht:

Chrom: 15 - 25 %,
Titan: 1,5 - 3,5 %,
10 Kobalt: 0 - 25 %,
Aluminium: 1 - 2 %,
Molybdän: 0 - 11 %,
Nickel: Rest
sowie unvermeidliche Verunreinigungen,

15 wobei die Umfangslitzen schraubenförmig um die zentralen Litzen gewickelt sind, wobei die drei zentralen Litzen mit einer Steigung zwischen 1 und 5 mm links herum angeordnet sind und die sieben Umfangslitzen mit einer Steigung zwischen 1 und 5 mm rechts um diese herum angeordnet sind.
- 20 2. Elektrischer Kontakt nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ni-Cr-Ti-Al-Legierung in Gewichtsprozent, bezogen auf das Gesamtgewicht der Legierung, aus folgenden Komponenten besteht:

Chrom: 17 - 22 %
Titan: 1,7 - 3,4 %
Kobalt: 2 - 23 %
25 Aluminium: 1,5 %
Molybdän: 0 - 10,5 %
Nickel: Rest, vorzugsweise 50 - 80 %
sowie unvermeidliche Verunreinigungen.
- 30 3. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gehalt an Nickel und Kobalt in Gewichtsprozent, bezogen auf das Gesamtgewicht der Legierung, zwischen 62 und 83 %, vorzugsweise zwischen 64,5 und 81,5 % liegt.
- 35 4. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** er Kobalt mit einem Gehalt von 10 bis 22 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Legierung, umfasst.
- 40 5. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** er Molybdän mit einem Gehalt von 3,5 bis 11 Gew.-%, vorzugsweise zwischen 4 und 10,5 %, bezogen auf das Gesamtgewicht der Legierung, umfasst.
- 45 6. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die drei zentralen Litzen mit einer Steigung von 2 mm links herum angeordnet sind und die sieben Umfangslitzen rechts um diese herum mit einer Steigung von 2,4 mm angeordnet sind.
7. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die drei zentralen Litzen einen Durchmesser zwischen 0,069 und 0,109 mm, vorzugsweise von 0,089 mm, aufweisen.
8. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die sieben Umfangslitzen einen Durchmesser zwischen 0,1 und 0,160 mm, vorzugsweise von 0,127 mm, aufweisen.

50
9. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strang mit einer elektrolytischen Goldschicht, vorzugsweise mit einer Dicke von mindestens 2,6 µm, insbesondere zwischen 2,6 und 6 µm, beschichtet ist.
- 55 10. Elektrischer Kontakt nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strang keine Unterschicht zwischen der Legierung und dem elektrolytischen Gold aufweist.
11. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** seine Betriebstemperatur

≤ 260 °C beträgt, vorzugsweise während einer Betriebszeit von mindestens 2000 Stunden.

12. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die 3 zentralen Litzen aus Kupfer bestehen und dass dessen Magnetismuswert kleiner als 1 nT ist.

13. Verwendung des elektrischen Stiftkontakts nach einem der Ansprüche 1 bis 12 in einem Mikro-D-Stecker, vorzugsweise für Anwendungen bei einer Betriebstemperatur von ≤ 260 °C.

14. Verwendung des elektrischen Stiftkontakts nach Anspruch 12 für Offshore- oder Untertage-Explorationsanwendungen.

Claims

1. A male electrical contact of twist-pin type, comprising an electrical terminal formed by a bundle comprising three central strands made of nickel or made of copper and 7 peripheral strands made of Ni-Cr-Ti-Al alloy and a bulge in the central portion, said alloy consisting of, as percentage by weight relative to the total weight of the alloy:

chromium: 15% - 25%;

titanium: 1.5% - 3.5%;

cobalt: 0 - 25%;

aluminum: 1% - 2%;

molybdenum: 0 - 11%;

nickel: balance;

and the unavoidable impurities.

the peripheral strands being helically wound around the central strands,

the three central strands being assembled with a pitch of between 1 and 5 mm left, and the seven peripheral strands being assembled around with a pitch of between 1 and 5 mm right.

2. The electrical contact as claimed in claim 1, **characterized in that** the Ni-Cr-Ti-Al alloy consists of, as percentage by weight relative to the total weight of the alloy:

chromium: 17% - 22%;

titanium: 1.7% - 3.4%;

cobalt: 2% - 23%;

aluminum: 1.5%;

molybdenum: 0 - 10.5%;

nickel: balance, advantageously 50% - 80%;

and the unavoidable impurities.

3. The electrical contact as claimed in any of claims 1 or 2, **characterized in that** the content of nickel + cobalt, as percentage by weight relative to the total weight of the alloy, is between 62% and 83%, advantageously between 64.5% and 81.5%.

4. The electrical contact as claimed in either one of claims 1 to 3, **characterized in that** it comprises cobalt in a content of between 10% and 22% by weight relative to the total weight of the alloy.

5. The electrical contact as claimed in any one of claims 1 to 4, **characterized in that** it comprises molybdenum in a content of between 3.5% and 11% by weight relative to the total weight of the alloy, advantageously between 4% and 10.5%.

6. The electrical contact as claimed in any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the three central strands are assembled with a pitch of 2 mm left, and the seven peripheral strands are assembled around with a pitch of 2.4 mm right.

7. The electrical contact as claimed in any one of claims 1 to 6, **characterized in that** the three central strands have a diameter of between 0.069 and 0.109 mm, advantageously it is 0.089 mm.

EP 3 137 640 B1

8. The electrical contact as claimed in any one of claims 1 to 7, **characterized in that** the seven peripheral strands have a diameter of between 0.1 and 0.160 mm, advantageously it is 0.127 mm.
- 5 9. The electrical contact as claimed in any one of claims 1 to 8, **characterized in that** the bundle is coated with an electrolytic gold layer, advantageously having a thickness of at least 2.6 μm , in particular between 2.6 and 6 μm .
10. The electrical contact as claimed in claim 9, **characterized in that** the bundle comprises no sublayer between the alloy and the electrolytic gold.
- 10 11. The electrical contact as claimed in any one of claims 1 to 10, **characterized in that** its service temperature is $\leq 260^\circ\text{C}$, advantageously for a service life of at least 2000 hours.
- 15 12. The electrical contact as claimed in any one of claims 1 to 11, **characterized in that** the 3 central strands are made of copper and **in that** its magnetism value is less than 1 nT.
13. The use of the male electrical contact as claimed in any one of claims 1 to 12 in a micro-D connector, advantageously for applications at a service temperature $\leq 260^\circ\text{C}$.
- 20 14. The use of the male electrical contact as claimed in claim 12, for offshore or subterranean exploration applications.

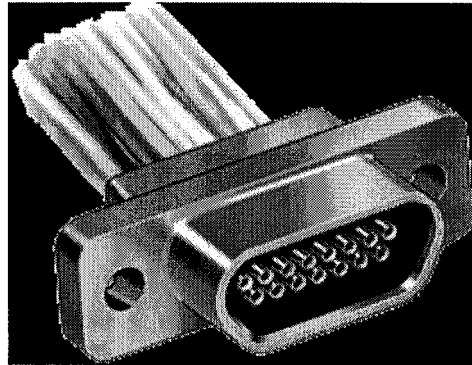


FIG 1

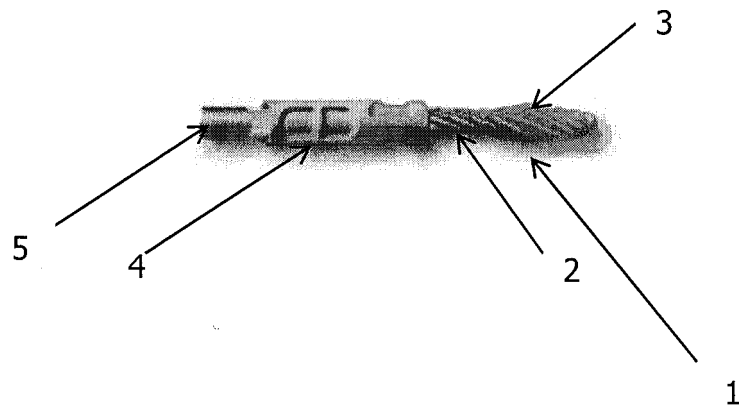


FIG 2

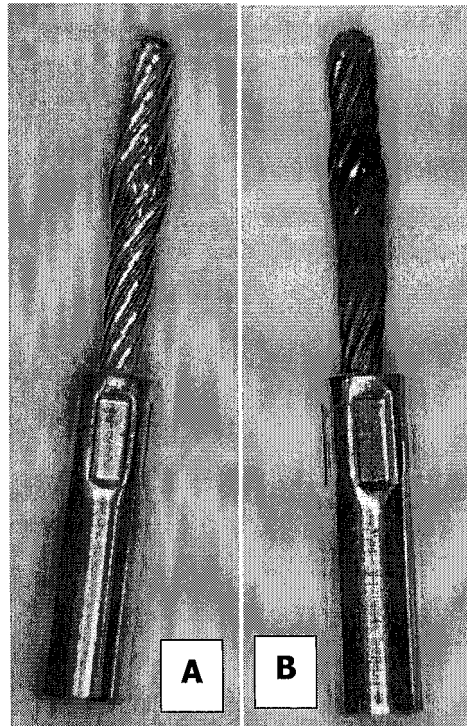


FIG 3

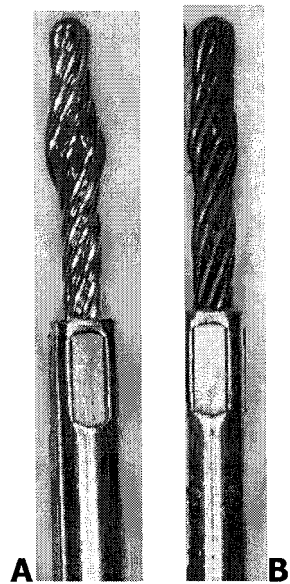


FIG 4

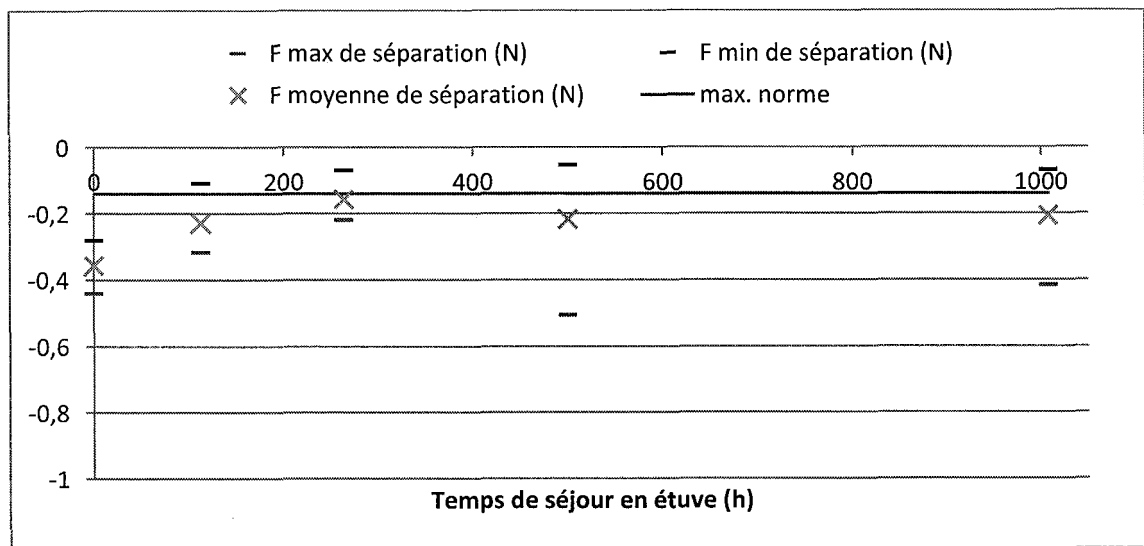


FIG 5

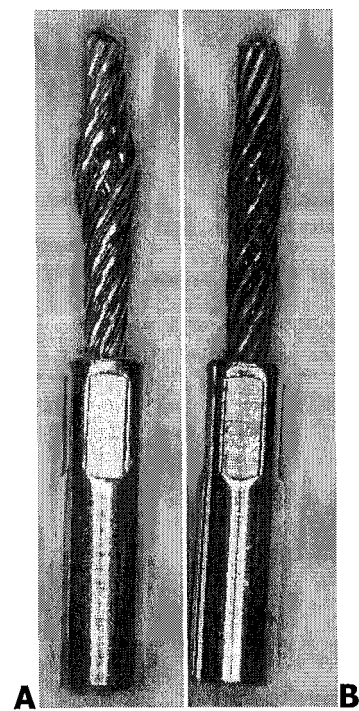


FIG 6

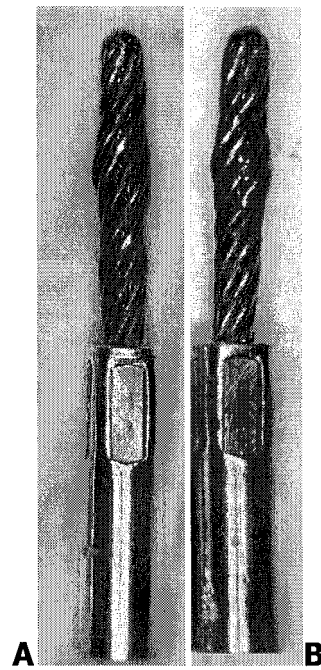


FIG 7

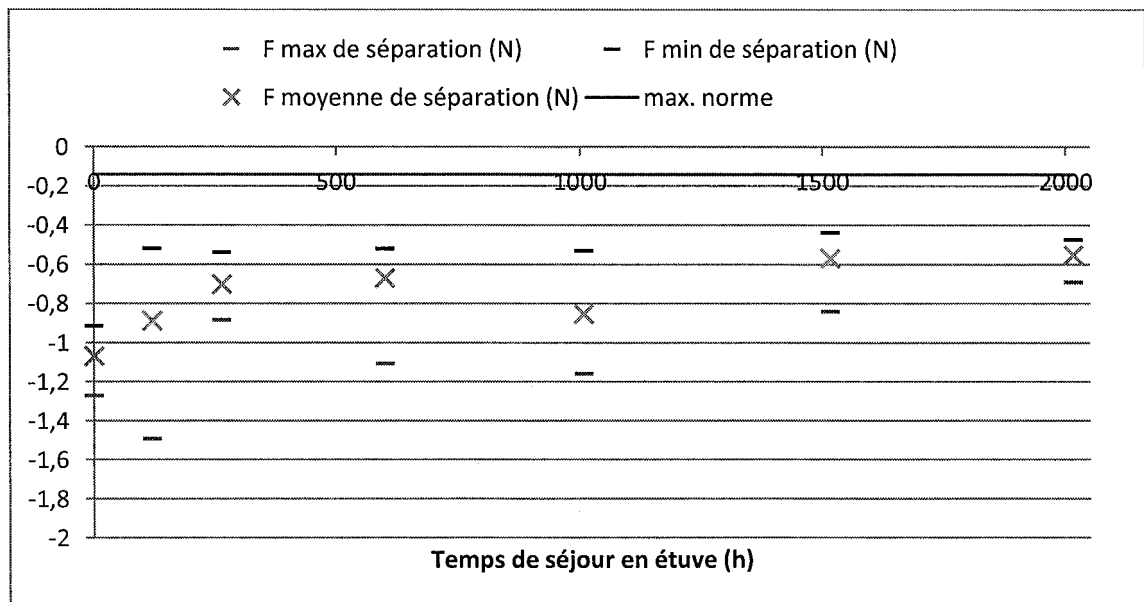


FIG 8

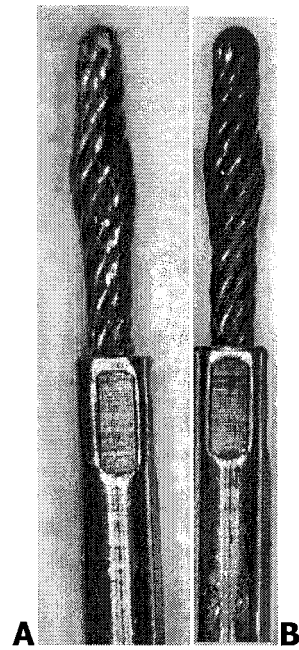


FIG 9

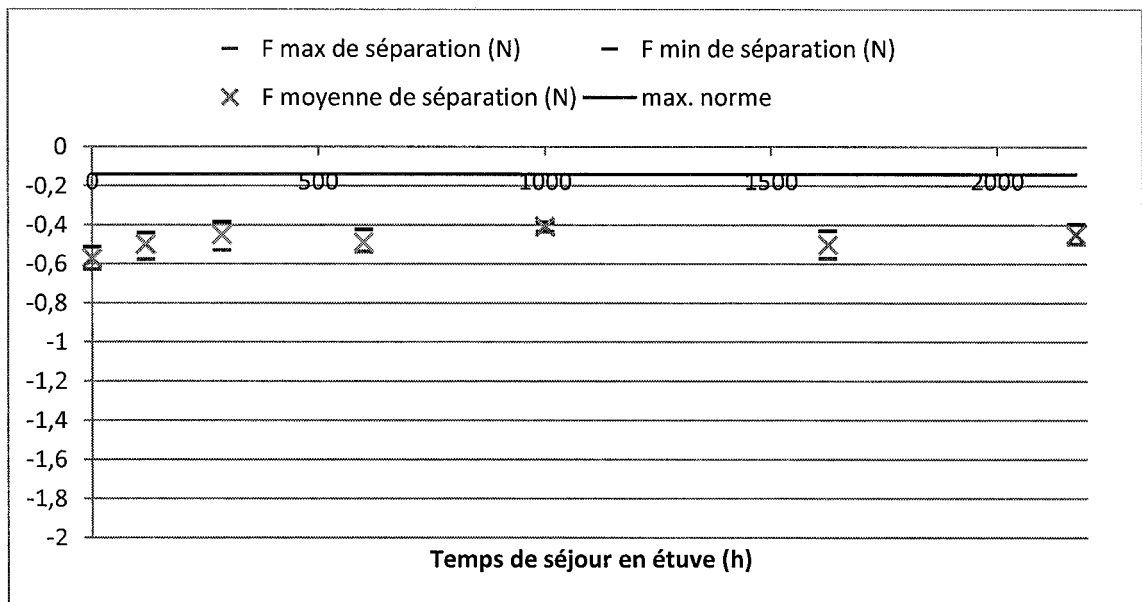


FIG 10

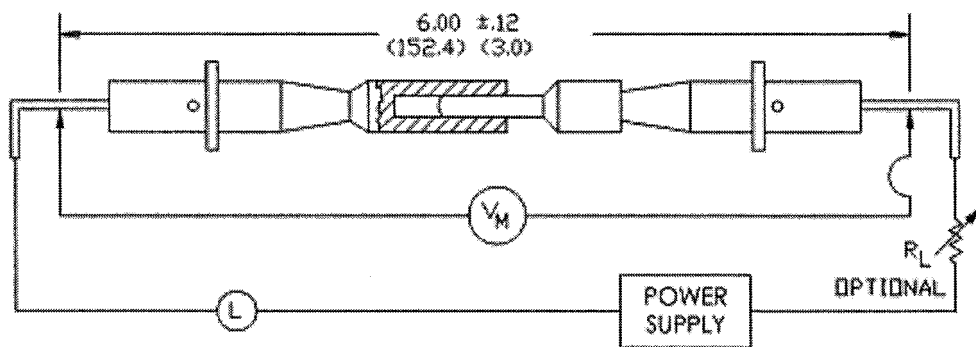


FIG 11

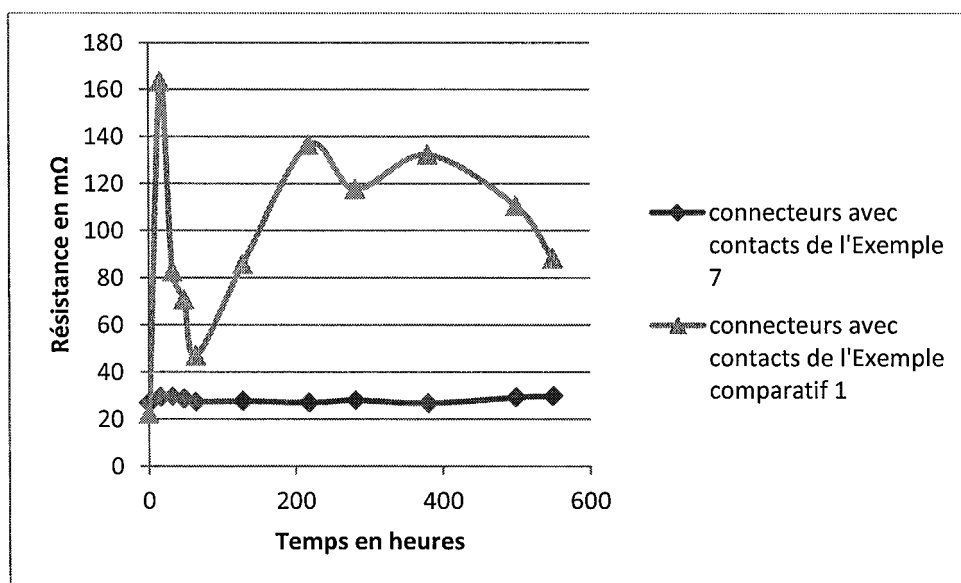


FIG 12

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- US 3255430 A [0007]
- US 3319217 A [0007]
- US 3402466 A [0007]
- WO 8203140 A [0007]
- US 4358180 A [0023]