



(11)

EP 2 513 932 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
27.11.2013 Bulletin 2013/48

(51) Int Cl.:
H01H 1/021 ^(2006.01) **H01H 11/04** ^(2006.01)
C23C 24/08 ^(2006.01) **C23C 28/00** ^(2006.01)
H01H 1/023 ^(2006.01) **H01H 1/025** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10793241.0**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2010/069885

(22) Date de dépôt: **16.12.2010**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2011/073314 (23.06.2011 Gazette 2011/25)

(54) **PROCEDES DE FABRICATION D'UN PLOT DE CONTACT ELECTRIQUE ET D'UN CONTACT ELECTRIQUE**

HERSTELLUNGSVERFAHREN EINES KONTAKTPLÄTTCHENS EINES ELEKTRISCHEN KONTAKTS UND EINES ELEKTRISCHEN KONTAKTS

METHODS FOR MANUFACTURING A STUD OF AN ELECTRIC CONTACT AND AN ELECTRIC CONTACT

(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**

- **JEANDIN, Michel**
F-75012 Paris (FR)
- **BOURDA, Christine**
F-28300 Mainvilliers (FR)

(30) Priorité: **18.12.2009 EP 09179852**

(74) Mandataire: **GLN SA**
Avenue Edouard-Dubois 20
2000 Neuchâtel (CH)

(43) Date de publication de la demande:
24.10.2012 Bulletin 2012/43

(73) Titulaire: **Metalor Technologies International S.A.**
2009 Neuchâtel (CH)

(56) Documents cités:
EP-A2- 1 921 176 DE-A1- 10 045 783
DE-A1-102008 015 464 DE-B3-102005 062 225
FR-A1- 2 931 303 US-A1- 2006 093 736
US-A1- 2007 116 890

(72) Inventeurs:
• **ROLLAND, Gilles**
F-91400 Orsay (FR)

EP 2 513 932 B1

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).

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des contacts électriques. Elle concerne, plus particulièrement, un procédé de fabrication d'un plot de contact électrique et un procédé de fabrication d'un contact électrique, ainsi qu'un plot de contact électrique et un contact électrique susceptibles d'être obtenus par leur procédé de fabrication respectif.

Etat de la technique

[0002] Les contacts électriques dits "basse tension", c'est-à-dire dont la plage de fonctionnement se situe approximativement entre 10 et 1000V et entre 1 et 10000A, sont utilisés généralement dans les domaines domestique, industriel et automobile, aussi bien en courant continu qu'en courant alternatif, pour des interrupteurs, des relais, des contacteurs et des disjoncteurs, etc.

[0003] Les contacts électriques sont réalisés à partir de matériaux qui doivent satisfaire les trois exigences suivantes:

- une résistance de contact faible et stable pour éviter un échauffement excessif lors du passage du courant ;
- bonne résistance au soudage en présence d'un arc électrique ; et
- faible érosion sous l'effet de l'arc.

[0004] Pour satisfaire ces exigences partiellement contradictoires, une solution consiste à utiliser, pour réaliser le plot, des pseudo-alliages comportant une matrice d'argent ou de cuivre et, insérée dans cette matrice, une fraction constituée d'environ 10 à 50% en volume de particules réfractaires (par exemple, Ni, C, W, WC, CdO, SnO₂) d'une taille généralement comprise entre 1 et 5 µm. Le matériau ainsi obtenu résiste mieux à l'énergie dégagée par l'arc électrique.

[0005] D'une manière classique connue de l'homme du métier, le plot peut être obtenu à partir de poudres, par compactage-frittage ou compactage-frittage-extrusion-laminage-découpage. Puis, le plot est assemblé sur un support de contact approprié, très bon conducteur d'électricité et de chaleur, pour obtenir un contact électrique. L'assemblage du plot sur le support de contact peut se faire par soudage, brasage ou rivetage par exemple.

[0006] Plus particulièrement, le support de contact est traditionnellement du cuivre. Le plot étant réalisé pour être résistant au soudage, l'assemblage du plot sur le cuivre par soudage est difficile. Il est donc nécessaire d'ajouter sur le plot une couche de liaison en argent par exemple.

[0007] Ces procédés classiques comportent de nombreuses opérations qui entraînent un coût de fabrication

élevé.

[0008] Par ailleurs, il est très difficile d'assembler le plot par soudage ou brasage sur un support de contact en aluminium, car cela demande de chauffer le support à une température proche de son point de fusion.

Le document FR 2 931 303 A1 décrit un procédé selon les préambules des revendications 1 et 3.

[0009] Un but de la présente invention est donc de pallier ces inconvénients, en proposant un procédé de fabrication d'un plot de contact électrique et des procédés de fabrication d'un contact électrique permettant de simplifier les procédés connus en réduisant le nombre d'opérations.

[0010] Un autre but de la présente invention est de proposer un procédé de fabrication d'un contact électrique permettant d'utiliser plus facilement l'aluminium comme matériau de support de contact électrique.

Divulcation de l'invention

[0011] A cet effet, et conformément à un premier aspect de la présente invention, il est proposé un procédé de fabrication d'au moins un plot de contact électrique comprenant un support de plot et au moins une couche de contact, ledit procédé comprenant une étape de dépôt, par projection dynamique par gaz froid, d'une première poudre sur ledit support de plot pour former ladite couche de contact, ladite première poudre contenant au moins des particules comprenant des grains d'au moins un matériau réfractaire incorporés dans une matrice à base de métal conducteur choisi parmi l'argent ou le cuivre.

[0012] Selon un autre aspect, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un contact électrique comprenant un support de contact et au moins un plot, ledit procédé comprenant :

- une étape de fabrication dudit plot par le procédé de fabrication d'un plot défini ci-dessus, et
- une étape d'assemblage dudit plot sur ledit support de contact.

[0013] Selon un autre aspect, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un contact électrique comprenant un support de contact et au moins une couche de contact, ledit procédé comprenant une étape de dépôt, par projection dynamique par gaz froid, d'une première poudre sur ledit support de contact pour former ladite couche de contact, ladite première poudre contenant au moins des particules comprenant des grains d'au moins un matériau réfractaire incorporés dans une matrice à base de métal conducteur choisi parmi l'argent ou le cuivre.

[0014] La présente invention concerne également un plot de contact électrique susceptible d'être obtenu par le procédé de fabrication d'un plot de contact électrique défini ci-dessus.

[0015] La présente invention concerne également un

contact électrique susceptible d'être obtenu par l'un ou l'autre des procédés de fabrication d'un contact électrique définis ci-dessus.

Brève description des dessins

[0016] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, faite en référence à la figure 1 annexée, représentant schématiquement un pistolet de projection par cold spray.

Modes de réalisation de l'invention

[0017] La présente invention concerne un procédé de fabrication d'au moins un plot de contact électrique comprenant un support de plot et au moins une couche de contact ainsi qu'un procédé similaire appliqué à la fabrication d'au moins un contact électrique comprenant un support de contact et au moins une couche de contact. Les procédés selon l'invention se distinguent tout d'abord en ce qu'ils utilisent la technique de projection dynamique par gaz froid pour déposer une première poudre sur ledit support de plot ou ledit support de contact afin de former ladite couche de contact.

[0018] Cette technique de dépôt d'une poudre par projection dynamique par gaz froid, également appelée « cold spray » se caractérise, contrairement aux autres procédés de projection thermique, par une faible température de projection et une forte vitesse de projection des particules de poudre pouvant aller jusqu'à Mach 5. A la différence des procédés plasma ou HVOF où les particules de poudres sont fondues avant d'impacter le substrat, le cold spray, de part une température de gaz de projection n'excédant généralement pas 600°C, ne provoque pas de fusion des particules qui restent donc à l'état solide durant toute la durée de projection. Lors de l'impact sur le substrat, les particules se déforment plastiquement et s'agglomèrent pour former un dépôt. L'intérêt du procédé cold spray par rapport à la projection plasma par exemple est de ne pas trop chauffer les particules composant le dépôt ainsi que le support, d'où une faible oxydation favorable pour obtenir une meilleure conductivité électrique et une bonne cohésion. Le procédé cold spray est par exemple décrit dans le brevet EP 0 484 533.

[0019] Dans la pratique, le principe du procédé cold spray peut être décrit de la manière suivante en référence à la figure 1. La poudre 1, d'une granulométrie idéalement comprise entre 5 et 50 μm , est acheminée sous pression au niveau de la buse de projection 2 via un gaz porteur, généralement de même nature que le gaz propulseur 3. L'apport d'énergie cinétique aux particules s'effectue par l'intermédiaire d'un gaz porteur pouvant être chauffé entre 200°C et 650°C afin d'augmenter l'expansion et donc sa vitesse. Le mélange poudre + gaz porteur est porté à une vitesse supersonique en sortie de buse 4 grâce à sa forme particulière (tuyère de Laval 5) qui porte le mélange en sortie à une vitesse largement supersonique. Bien

que la température des gaz puisse sembler élevée au premier abord, le divergent de la tuyère 5 entraîne une détente des gaz et par conséquent un abaissement de température non négligeable (de 650°C à 250°C). Les particules de poudres, qui par ailleurs ont un temps de séjour extrêmement limité dans le flux de gaz chauds, restent dans tous les cas dans un état solide ou légèrement visqueux (chauffage en surface).

[0020] On peut considérer que les dépôts cold spray se forment de la façon suivante :

- décapage de la surface du substrat : sert de sablage pour nettoyer le support (par exemple élimination des oxydes de surface), afin de permettre ensuite une bonne adhésion de la première couche
- formation de la première couche sur le substrat
- construction du dépôt et densification des couches.

[0021] Dans le procédé cold spray, il est possible de contrôler sept paramètres, à savoir :

- la nature du gaz propulseur (air, azote, hélium et leurs mélanges)
- la température du gaz propulseur
- la géométrie de la tuyère
- la pression d'introduction des gaz dans la buse de projection (détente ensuite dans la buse)
- les caractéristiques intrinsèques à la poudre (nature, forme, granulométrie, état d'oxydation)
- la distance de projection (qui influence la vitesse d'impact sur le substrat)
- l'angle de projection.

[0022] Le principal paramètre d'influence sur la qualité des dépôts obtenus est la vitesse de projection des particules. En effet, une vitesse trop faible entraîne une mauvaise cohésion entre les particules de poudres.

[0023] Un autre paramètre important à considérer est la nature de la poudre utilisée.

[0024] Les procédés selon l'invention se distinguent également en ce que la poudre déposée pour former la couche de contact du plot ou du contact électrique, appelée par la suite première poudre, contient au moins des particules comprenant des grains d'au moins un matériau réfractaire incorporés dans une matrice à base de métal conducteur choisi parmi l'argent ou le cuivre.

[0025] La première poudre est donc préparée préalablement au dépôt. Plus particulièrement, les particules comprenant les grains d'au moins un matériau réfractaire incorporés dans la matrice de métal conducteur sont obtenues à partir d'un procédé choisi parmi le groupe comprenant les procédés de dépôt physique en phase vapeur (Physical Vapour Deposition PVD), les procédés de dépôt chimique en phase vapeur (Chemical Vapour Deposition CVD), les procédés électroless, la précipitation chimique sur particules en suspension.

[0026] Les particules obtenues par précipitation chimique sur particules en suspension, procédé décrit par

exemple dans les brevets US 5,846,288 et US 5,963,772, sont particulièrement préférées. En effet, ces particules présentent une structure spongieuse, avec porosité « percolante », c'est-à-dire communiquant entre elles, d'où une grande aptitude à se déformer de façon à ne pas rebondir lors du dépôt par cold spray.

[0027] D'une manière avantageuse, le matériau réfractaire peut être choisi parmi le groupe comprenant CdO, CuO, SnO₂, ZnO, Bi₂O₃, C, WC, MgO, In₂O₃, ainsi que Ni, Fe, Mo, Zr, W ou leurs oxydes.

[0028] La première poudre peut contenir entre 2% et 50%, de préférence entre 5% et 40%, et plus préférentiellement entre 10% et 40%, en volume de grains de matériau réfractaire par rapport au volume total de la première poudre.

[0029] Le métal conducteur présent dans la couche de contact du plot ou du contact électrique peut constituer 100% de la matrice comprenant les grains de matériau réfractaire ou une quantité inférieure. Dans ce dernier cas, la première poudre contient en outre des particules de métal pur correspondant au métal conducteur de la matrice renfermant les grains de matériau réfractaire, représentant le reste de métal conducteur présent dans la couche de contact.

[0030] De plus, la première poudre peut contenir également au moins un agent dopant.

[0031] Selon une première possibilité, des particules comprenant des grains d'au moins un agent dopant sont incorporés dans une matrice métallique dont le métal correspond au métal conducteur de la matrice renfermant les grains de matériau réfractaire. Ces particules sont préparées de la même manière que les particules comprenant les grains de matériau réfractaire incorporés dans la matrice de métal conducteur, et sont ensuite mélangées auxdites particules comprenant les grains de matériau réfractaire incorporés dans la matrice de métal conducteur et éventuellement aux particules de métal pur pour former la première poudre.

[0032] Selon une deuxième possibilité, au moins un agent dopant est incorporé avec des grains de matériau réfractaire pour les combiner dans leur matrice de métal conducteur.

[0033] Selon une troisième possibilité, au moins un agent dopant est introduit dans la matrice renfermant les grains de matériau réfractaire.

[0034] De préférence, l'agent dopant est un métal ou un oxyde de ce métal, ledit métal étant choisi parmi le groupe comprenant Bi, Mo, W, Re, In et Cu.

[0035] De préférence, la taille des particules de la première poudre est comprise entre 10 µm et 300 µm.

[0036] A la fin des procédés selon l'invention, il peut en outre être prévu une étape de mise en forme du plot ou du contact, au niveau de sa surface. Cette mise en forme peut se faire par exemple par déformation plastique (étampage, bouterollage, laminage), par enlèvement de matière (fraisage, rabotage, meulage) ou par les deux éventuellement.

[0037] Selon une première variante de l'invention, le

procédé de fabrication d'un contact électrique permet d'obtenir directement un contact électrique comprenant un support de contact et au moins une couche de contact telle que définie ci-dessus.

[0038] Le support de contact est un support conducteur, constitué préférentiellement d'un métal très bon conducteur d'électricité et de chaleur. Typiquement, le support de contact peut être réalisé dans un matériau choisi parmi le groupe comprenant le cuivre, l'aluminium, les alliages de cuivre, les alliages d'aluminium, ou encore un composite constitué d'un métal conducteur et d'un métal à haute limite élastique, par exemple cuivre sur acier.

[0039] Le support de contact peut être revêtu d'un dépôt galvanique d'argent ou de cuivre.

[0040] Le support de contact peut se présenter sous la forme de pièces individuelles prédécoupées. Le support de contact peut également se présenter sous la forme d'une bande continue. Dans ce cas, le procédé peut comprendre en outre une étape de découpe de ladite bande pour former les contacts électriques. Si le support de contact se présente sous la forme d'une bande, la couche de contact peut être déposée sur le support de contact par un dépôt par cold spray, conformément à l'invention, de manière à former des points de contacts discrets ou au moins une piste continue.

[0041] Dans cette variante, le procédé de fabrication de contact électrique selon l'invention permet d'obtenir directement un contact électrique, en peu d'opérations, contrairement aux procédés classiques de fabrication de contacts électriques.

[0042] Le procédé de dépôt par cold spray a également pour avantage de nettoyer le support de toutes traces d'oxyde, les particules de poudre projetées au début du processus agissant comme un sablage de la surface du support. L'adhésion des particules de poudre projetées ensuite est donc améliorée.

[0043] Un tel procédé permet notamment d'éliminer les oxydes présents sur les supports en aluminium, et ainsi de déposer la première poudre sur un support en aluminium pour former un contact électrique comprenant un support de contact en aluminium.

[0044] Selon une deuxième variante de l'invention, le procédé de fabrication d'un contact électrique est tel que le contact électrique est fabriqué en deux temps : une étape de fabrication du plot sur un support de plot, conformément au procédé de fabrication d'un plot décrit ci-dessus, et une étape d'assemblage du plot sur un support de contact électrique approprié en vue d'une utilisation comme contact électrique.

[0045] Dans cette variante, le support de plot peut être constitué d'une fine bande continue d'argent ou de cuivre (0.1-1 mm) qui sert de sous-couche pour le brasage ou le soudage. Le dépôt de la première poudre par cold spray pour former la couche de contact peut avoir lieu directement sur cette bande. Comme décrit ci-dessus, cette bande pourra encore subir une opération de mise en forme finale, soit par déformation plastique (lamina-

ge), soit par enlèvement de matière (fraisage, rabotage, meulage), soit éventuellement les deux. Il est également possible de partir d'une bande de brasure, puis d'y ajouter les différentes couches décrites ci-dessus. On obtient alors une bande multi-métallique. Le procédé peut en outre comprendre une étape de découpe de ladite bande pour former des plots destinés à être assemblés par un procédé classique (soudage ou brasage) pour leur utilisation comme contact électrique.

[0046] Par ailleurs, le procédé de fabrication d'un contact électrique selon l'invention peut comprendre, en outre, préalablement à l'étape de dépôt de la couche de contact, au moins une étape d'application d'au moins une sous-couche de liaison entre le support de contact et la couche de contact.

[0047] D'une manière avantageuse, ladite étape d'application de la sous-couche de liaison est réalisée par projection dynamique par gaz froid, d'une seconde poudre sur ledit support de contact pour former la sous-couche de liaison, ladite seconde poudre contenant au moins des particules d'un composé métallique conducteur.

[0048] La présence d'une telle sous-couche de liaison est facultative.

[0049] La sous-couche de liaison peut être constituée d'un métal ou d'un alliage métallique ayant une dureté du même ordre de grandeur que celle du support et une conductibilité électrique relativement élevée, par exemple de l'argent, un alliage d'argent avec 5% de cuivre ou une brasure à base d'argent.

[0050] D'une manière similaire, le procédé de fabrication d'un plot électrique selon l'invention peut comprendre, en outre, préalablement à l'étape de dépôt de la couche de contact, au moins une étape d'application, par projection dynamique par gaz froid, d'au moins une seconde poudre sur ledit support de plot pour former au moins une sous-couche de liaison entre le support de plot et la couche de contact. Dans ce cas, l'intervalle de fusion de la sous-couche de liaison devra être nettement plus élevé que la brasure éventuellement utilisée par la suite pour l'assemblage du plot sur le support de contact.

[0051] Comme pour la première poudre, la taille des particules de la seconde poudre est comprise entre 10 μm et 300 μm .

[0052] Par ailleurs, les procédés de fabrication du plot ou de fabrication du contact électrique peuvent comprendre, en outre, postérieurement à l'étape de dépôt de la couche de contact, au moins une étape de dépôt, par projection dynamique par gaz froid, d'au moins une troisième poudre pour former au moins une surcouche, ladite troisième poudre présentant une composition différente de la première poudre.

[0053] Comme pour les première et deuxième poudres, la taille des particules de la troisième poudre est comprise entre 10 μm et 300 μm .

[0054] Plus particulièrement, un autre avantage du procédé de dépôt par cold spray est de pouvoir modifier la buse de projection, la composition des poudres utilisées ainsi que les débits de projection afin d'obtenir au-

dessus de la couche de contact, différentes couches, pouvant correspondre à différentes couches de contact présentant des compositions différentes. On peut prévoir par exemple en surface une couche adaptée à des courants faibles, et une autre couche adaptée à des courants plus forts en dessous. On peut également prévoir le dépôt d'une surcouche protectrice pour protéger le plot ou le contact pendant le stockage, cette surcouche étant réalisée dans un matériau choisi pour s'éliminer rapidement lors de l'utilisation du contact électrique.

[0055] Les exemples suivants illustrent la présente invention sans toutefois en limiter la portée.

[0056] Exemples

[0057] Dans les exemples 1 à 3 décrits ci-dessous, on utilise comme système de projection dynamique par gaz froid le modèle « Kinetic 3000M » fabriqué par la société Cold Gas Technology (CGT). Il comprend une armoire de commande, un réchauffeur de gaz LINDSPRAY® Cold Spray Heater HT 800/30, un distributeur de poudre CGT-PF4000 Comfort, et un pistolet de projection POWER-JET 3000.

[0058] Exemple 1 (comparatif)

[0059] On réalise un mélange de poudres d'argent dont la taille était comprise entre 30 et 80 microns et d'un oxyde d'étain dont les grains étaient inférieurs à 20 microns, la composition étant de 8% massique en oxyde (environ 12% volume).

[0060] Ledit mélange de poudres a été projeté par cold spray, à 30 bars et 300°C sur une plaque de cuivre de 50 mm de long, 27 mm de large et 1,5 mm d'épaisseur. Une couche de 2 mm a été déposée.

- a. la porosité du dépôt ne dépassait pas 3%
- b. la structure était macroscopiquement homogène, mais microscopiquement hétérogène
- c. mais la composition de la couche obtenue ne correspondait pas à la composition initiale : il y avait une perte d'oxyde d'environ 50%.

[0061] Exemple 2 (Invention)

[0062] Une poudre d'un oxyde d'étain a été revêtue d'argent par CVD, de manière à atteindre la composition volumique désirée (20 %). La taille des grains se situait entre 10 et 40 microns. Une couche de 1.5 mm a été projetée par cold spray sur des supports prédécoupés en cuivre et en laiton UZ15 (épaisseur 1.5 mm) dans les conditions optimisées pour cette granulométrie. Les conditions étaient 30 bars et 400°C.

- a. la porosité du dépôt était faible (< 0,5%)
- b. la structure était homogène
- c. la composition de la couche obtenue était celle de la poudre projetée
- d. toutefois, un recuit de détente a mis en évidence une fissuration du dépôt, et
- e. un test électrique dans les conditions AC3 sur un appareil du commerce (3x400 VAC, 37A) a montré une érosion anormalement élevée comparée au ma-

tériau standard obtenu par métallurgie des poudres traditionnelle.

[0063] Exemple 3 (Invention)

[0064] Une poudre spongieuse d'argent et d'oxyde d'étain obtenue par voie chimique (14% poids d'oxyde, ~20% volume) selon la méthode décrite dans le brevet US 5,846,288 a été projetée par cold spray à 30 bars et 600°C, sur des supports préformés en cuivre (épaisseur déposée : 3 mm, support : 4 mm). Sa granulométrie se situait entre 40 et 300 microns.

- a. la porosité du dépôt était inférieure à 0,1 %
- b. la structure était homogène
- c. la composition de la couche obtenue était celle de la poudre projetée
- d. un test électrique dans les conditions AC3 (460Ampères, 3x400V) sur un appareil du commerce a montré que la durée de vie était de l'ordre de grandeur de celle des contacts habituels à ce type d'appareil. Une fissuration en fin de vie a été constatée, similaire à celle du matériau standard mais moins profonde.

[0065] Exemple 4 (Invention)

[0066] Des contacts en argent - métal réfractaire (nickel) ont été élaborés par projection par cold spray, conformément à l'invention, sur des supports prédécoupés en cuivre et en laiton UZ15 (épaisseur 1.5 mm). Les conditions étaient 30 bars et 400°C.

[0067] La composition initiale était 30 % en masse (33,5% volume) de nickel. La taille des grains de nickel se situait entre 5 et 10 microns.

- a. la perte de nickel était entre 25% et 50%
- b. la structure est homogène macroscopiquement, mais des amas de nickel de l'ordre de 50 µm ont été observés
- c. la porosité du dépôt était limitée à moins de 1 %
- d. un test électrique dans les conditions AC3 sur un appareil du commerce a montré une érosion inférieure de moitié à celle observée avec le matériau standard équipant habituellement cet appareil. Les amas de nickel observés ne sont pas gênants dans la mesure où aucun collage ou aucune résistance de contact prématurés n'ont été observés.

[0068] Exemple 5 (Comparatif)

[0069] Des contacts en argent - oxyde réfractaires, de la même composition que ceux de l'exemple 3, mais élaborés par métallurgie des poudres traditionnelle (compactage billettes, extrusion, laminage, découpe) ont été brasés sur des supports en cuivre par courant induit (soudage HF).

- a. la porosité était très inférieure au 1 % (extrusion)
- b. la structure était homogène
- c. le même test électrique AC3 sur les appareils du

même type que ceux de l'exemple 3 a mis en évidence une fissuration importante dès le premier tiers de leur « vie ».

Revendications

1. Procédé de fabrication d'au moins un plot de contact électrique comprenant un support de plot et au moins une couche de contact, comprenant une étape de dépôt, par projection dynamique par gaz froid, d'une première poudre sur ledit support de plot pour former ladite couche de contact, **caractérisé en ce que** ladite première poudre contient au moins des particules comprenant des grains d'au moins un matériau réfractaire incorporés dans une matrice à base de métal conducteur choisi parmi l'argent ou le cuivre.
2. Procédé de fabrication d'au moins un contact électrique comprenant un support de contact et au moins un plot, **caractérisé en ce qu'il comprend** :
 - une étape de fabrication dudit plot par le procédé selon la revendication 1, et
 - une étape d'assemblage dudit plot sur ledit support de contact.
3. Procédé de fabrication d'au moins un contact électrique comprenant un support de contact et au moins une couche de contact, comprenant une étape de dépôt, par projection dynamique par gaz froid, d'une première poudre sur ledit support de contact pour former ladite couche de contact, **caractérisé en ce que** ladite première poudre contient au moins des particules comprenant des grains d'au moins un matériau réfractaire incorporés dans une matrice à base de métal conducteur choisi parmi l'argent ou le cuivre.
4. Procédé de fabrication d'un plot de contact électrique selon la revendication 1 ou d'un contact électrique selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, **caractérisé en ce que** la première poudre contient en outre des particules de métal pur, correspondant au métal conducteur de la matrice renfermant les grains de matériau réfractaire.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première poudre contient en outre des particules comprenant des grains d'au moins un agent dopant incorporés dans une matrice métallique dont le métal correspond au métal conducteur de la matrice renfermant les grains de matériau réfractaire.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au moins un** agent dopant est incorporé avec des grains de ma-

tériau réfractaire dans leur matrice de métal conducteur.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un agent dopant est introduit dans la matrice renfermant les grains de matériau réfractaire. 5
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** l'agent dopant est un métal ou un oxyde de ce métal, ledit métal étant choisi parmi le groupe comprenant Bi, Mo, W, Re, In et Cu. 10
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau réfractaire est choisi parmi le groupe comprenant CdO, CuO, SnO₂, ZnO, Bi₂O₃, C, WC, MgO, In₂O₃, ainsi que Ni, Fe, Mo, Zr, W ou leurs oxydes. 15
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première poudre contient entre 2% et 50%, et de préférence entre 5% et 40%, et plus préférentiellement entre 10% et 40%, en volume de grains de matériau réfractaire par rapport au volume total de la première poudre. 20
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les particules comprenant les grains d'au moins un matériau réfractaire incorporés dans la matrice de métal conducteur sont obtenues à partir d'un procédé choisi parmi le groupe comprenant les procédés de dépôt physique en phase vapeur (Physical Vapour Deposition PVD), les procédés de dépôt chimique en phase vapeur (Chemical Vapour Deposition CVD), les procédés electroless, la précipitation chimique sur particules en suspension. 25
12. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le support de contact se présente sous la forme de pièces individuelles prédécoupées. 30
13. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le support de contact se présente sous la forme d'une bande continue, et **en ce que** ledit procédé comprend en outre une étape de découpe de ladite bande pour former des contacts électriques. 35
14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la couche de contact forme sur la bande des points de contact discrets. 40
15. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la couche de contact forme sur la bande au moins une piste continue. 45

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 15, **caractérisé en ce que** le support de contact est réalisé dans un matériau choisi parmi le groupe comprenant le cuivre, l'aluminium, les alliages de cuivre, les alliages d'aluminium et un composite acier-cuivre.

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 et 12 à 16, **caractérisé en ce qu'**il comprend en outre, préalablement à l'étape de dépôt de la couche de contact, au moins une étape d'application, par projection dynamique par gaz froid, d'au moins une seconde poudre sur ledit support de contact pour former au moins une sous-couche de liaison, ladite seconde poudre contenant au moins des particules d'un composé métallique conducteur.

18. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il comprend en outre, postérieurement à l'étape de dépôt de la couche de contact, au moins une étape de dépôt, par projection dynamique par gaz froid, d'au moins une troisième poudre pour former au moins une surcouche, ladite troisième poudre présentant une composition différente de la première poudre. 50

19. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**il comprend en outre, préalablement à l'étape de dépôt de la couche de contact, au moins une étape d'application, par projection dynamique par gaz froid, d'au moins une seconde poudre sur ledit support de plot pour former au moins une sous-couche de liaison. 55

20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 17 à 19, **caractérisé en ce que** la taille des particules des première, seconde et troisième poudres est comprise entre 10 µm et 300 µm.

21. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le support de plot se présente sous la forme d'une bande continue, et **en ce que** ledit procédé comprend en outre une étape de découpe de ladite bande pour former des plots de contact électrique.

22. Contact électrique susceptible d'être obtenu par le procédé selon l'une quelconque des revendications 2 et 3 et 12 à 17.

23. Plot de contact électrique susceptible d'être obtenu par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1, 19 et 21.

Patentansprüche

1. Herstellungsverfahren mindestens eines Kontaktplättchens eines elektrischen Kontakts, der einen

- Kontaktplättchenträger und mindestens eine Kontaktschicht umfasst, der einen Aufbringungsschritt durch dynamische Kaltgasprojektion eines ersten Pulvers auf den Kontaktplättchenträger umfasst, um die Kontaktschicht zu bilden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Pulver mindestens Partikel enthält, die Körner mindestens eines hitzebeständigen Materials umfassen, die in eine Matrix auf der Basis leitenden Metalls eingearbeitet sind, das aus dem Silber oder dem Kupfer ausgewählt ist.
2. Herstellungsverfahren mindestens eines elektrischen Kontakts, der einen Kontaktträger und mindestens ein Kontaktplättchen umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** es umfasst:
 - einen Herstellungsschritt des Kontaktplättchens durch das Verfahren nach Anspruch 1, und
 - einen Verbindungsschritt des Kontaktplättchens auf dem Kontaktträger.
 3. Herstellungsverfahren mindestens eines elektrischen Kontakts, der einen Kontaktträger und mindestens eine Kontaktschicht umfasst, der einen Aufbringungsschritt durch dynamische Kaltgasprojektion eines ersten Pulvers auf den Kontaktträger umfasst, um die Kontaktschicht zu bilden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Pulver mindestens Partikel enthält, die Körner mindestens eines hitzebeständigen Materials umfassen, die in eine Matrix auf der Basis leitenden Metalls eingearbeitet sind, das aus dem Silber oder dem Kupfer ausgewählt ist.
 4. Herstellungsverfahren eines Kontaktplättchens eines elektrischen Kontakts nach Anspruch 1 oder eines elektrischen Kontakts nach einem der Ansprüche 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Pulver ferner Reinmetallpartikel enthält, die dem leitenden Metall der Matrix entsprechen, die die Körner hitzebeständigen Materials einschließt.
 5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Pulver ferner Partikel enthält, die Körner mindestens eines dotierenden Mittels umfassen, die in eine metallische Matrix eingearbeitet sind, deren Metall dem leitenden Metall der Matrix entspricht, die die Körner hitzebeständigen Materials einschließt.
 6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein dotierendes Mittel mit Körnern hitzebeständigen Materials in ihre Matrix aus leitendem Metall eingearbeitet ist.
 7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein dotierendes Mittel in die Matrix eingearbeitet ist, die die Körner hitzebeständigen Materials einschließt.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das dotierende Mittel ein Metall oder ein Oxid dieses Metalls ist, wobei das Metall aus der Gruppe ausgewählt ist, die Bi, Mo, W, Re, In und Cu umfasst.
 9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** das hitzebeständige Material aus der Gruppe ausgewählt ist, die CdO, CuO, SnO₂, ZnO, Bi₂O₃, C, WC, MgO, In₂O₃ sowie Ni, Fe, Mo, Zr, W oder ihre Oxide umfasst.
 10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Pulver zwischen 2 Vol.-% und 50 Vol.-% und vorzugsweise zwischen 5 Vol.-% und 40 Vol.-% und in noch bevorzugter Weise zwischen 10 Vol.-% und 40 Vol.-% Körner hitzebeständigen Materials im Verhältnis zum Gesamtvolumen des ersten Pulvers enthält.
 11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Partikel, die die Körner mindestens eines hitzebeständigen Materials umfassen, die in die Matrix des leitenden Metalls eingearbeitet sind, anhand eines Verfahrens hergestellt sind, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die die Verfahren des physikalischen Aufbringens in der Dampfphase (Physical Vapour Déposition PVD), die Verfahren des chemischen Aufbringens in der Dampfphase (Chemical Vapour Déposition CVD), die Elektroless-Verfahren, die chemische Ausfällung auf Partikel in Suspension umfasst.
 12. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Kontaktträger in Form vorgeschnittener individueller Teile darstellt.
 13. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Kontaktträger in Form eines kontinuierlichen Streifens darstellt, und dass das Verfahren ferner einen Schneideschritt des Streifens umfasst, um elektrische Kontakte zu bilden.
 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktschicht auf dem Streifen getrennte Kontaktpunkte bildet.
 15. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktschicht auf dem Streifen mindestens eine kontinuierliche Bahn bildet.
 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kontaktträger aus einem Material hergestellt ist, das aus der Gruppe

pe ausgewählt ist, die das Kupfer, das Aluminium, die Kupferlegierungen, die Aluminiumlegierungen und einen Stahl-Kupfer-Verbund umfasst.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 und 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner vor dem Schritt des Aufbringens der Kontaktschicht mindestens einen Applikationsschritt durch dynamische Kaltgasprojektion mindestens eines zweiten Pulvers auf den Kontaktträger umfasst, um mindestens eine verbindende Unterschicht zu bilden, wobei das zweite Pulver mindestens Partikel einer leitenden metallischen Verbindung enthält. 5
18. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner nach dem Schritt des Aufbringens der Kontaktschicht mindestens einen Schritt des Aufbringens durch dynamische Kaltgasprojektion mindestens eines dritten Pulvers umfasst, um mindestens eine Überschicht zu bilden, wobei das dritte Pulver eine Zusammensetzung aufweist, die sich der des ersten Pulvers unterscheidet. 10
19. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner vor dem Schritt des Aufbringens der Kontaktschicht mindestens einen Applikationsschritt durch dynamische Kaltgasprojektion mindestens eines zweiten Pulvers auf den Kontaktplättchenträger umfasst, um mindestens eine verbindende Unterschicht zu bilden. 15
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe der Partikel des ersten, zweiten und dritten Pulvers zwischen 10 µm und 300 µm inklusive ist. 20
21. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Kontaktplättchenträger in Form eines kontinuierlichen Streifens darstellt, und dass das Verfahren ferner einen Schneideschritt des Streifens umfasst, um Kontaktplättchen elektrischer Kontakte zu bilden. 25
22. Elektrischer Kontakt, der durch das Verfahren nach einem der Ansprüche 2 und 3 und 12 bis 17 herstellbar ist. 30
23. Kontaktplättchen eines elektrischen Kontakts, das durch das Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 19 und 21 herstellbar ist. 35

Claims

1. A method for manufacturing at least one electric contact pad comprising a pad support and at least one contact layer, comprising a step for depositing, by 40

cold gas dynamic spraying, a first powder onto said pad support in order to form said contact layer, **characterized in that** said first powder contains at least particles comprising grains of at least one refractory material incorporated into a matrix based on a conducting metal selected from silver or copper. 45

2. A method for manufacturing at least one electric contact comprising a contact support and at least one pad, **characterized in that** it comprises: 50
 - a step for manufacturing said pad with the method according to claim 1, and
 - a step for assembling said pad onto said contact support.
3. A method for manufacturing at least one electric contact comprising a contact support and at least one contact layer, comprising a step for depositing, by cold gas dynamic spraying, a first powder onto said contact support in order to form said contact layer, **characterized in that** said first powder contains at least particles comprising grains of at least one refractory material incorporated into a matrix based on a conducting metal selected from silver or copper. 55
4. The method for manufacturing an electric contact pad according to claim 1 or an electric contact according to any of claims 2 and 3, **characterized in that** the first powder further contains pure metal particles, corresponding to the conducting metal of the matrix containing the grains of refractory material.
5. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the first powder further contains particles comprising grains of at least one doping agent incorporated into a metal matrix, the metal of which corresponds to the conducting metal of the matrix containing the grains of refractory material.
6. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** at least one doping agent is incorporated with grains of refractory material into their conducting metal matrix.
7. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** at least one doping agent is introduced into the matrix containing the grains of refractory material.
8. The method according to any of claims 5 to 7, **characterized in that** the doping agent is a metal or an oxide of this metal, said metal being selected from the group comprising Bi, Mo, W, Re, In and Cu.
9. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the refractory material

is selected from the group comprising CdO, CuO, SnO₂, ZnO, Bi₂O₃, C, WC, MgO, In₂O₃, as well as Ni, Fe, Mo, Zr, W or oxides thereof.

10. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the first powder contains between 2% and 50% and preferably between 5% and 40% and more preferentially between 10% and 40% by volume of grains of refractory material based on the total volume of the first powder. 5
11. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the particles comprising the grains of at least one refractory material incorporated into the conducting metal matrix are obtained from a method selected from the group comprising physical vapor deposition methods (PVD), chemical vapor deposition methods (CVD), electroless methods, chemical precipitation on suspended particles. 10
12. The method according to claim 3, **characterized in that** the contact support appears as precut individual parts. 15
13. the method according to claim 3, **characterized in that** the contact support appears as a continuous strip, and **in that** said method further comprises a step for cutting out said strip in order to form electric contacts. 20
14. The method according to claim 13, **characterized in that** the contact layer forms on the strip, discrete contact points. 25
15. The method according to claim 13, **characterized in that** the contact layer forms on the strip, at least one continuous track. 30
16. The method according to any of claims 12 to 15, **characterized in that** the contact support is made in a material selected from the group comprising copper, aluminium, copper alloys, aluminium alloys and a steel-copper composite. 35
17. The method according to any of claims 3 and 12 to 16, **characterized in that** it further comprises prior to the step for depositing the contact layer, at least one step for applying by cold gas dynamic spraying, at least one second powder on said contact support in order to form at least one binding sublayer, said second powder containing at least particles of a conducting metal compound. 40
18. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** it further comprises, after the step for depositing the contact layer, at least one step for depositing, by cold gas dynamic spray-

ing, at least one third powder in order to form at least one overlayer, said third powder having a composition different from the first powder.

19. The method according to claim 1, **characterized in that** it further comprises, prior to the step for depositing the contact layer, at least one step for applying, by cold gas dynamic spraying, at least one second powder on said pad support in order to form at least one binding sublayer. 45
20. The method according to any of claims 17 to 19, **characterized in that** the size of the particles of the first, second and third powders is comprised between 10 µm and 300 µm. 50
21. The method according to claim 1, **characterized in that** the pad support appears as a continuous strip, and **in that** said method further comprises a step for cutting out said strip in order to form electric contact pads. 55
22. An electric contact which may be obtained according to any of claims 2 and 3 and 12 to 17.
23. An electric contact pad which may be obtained by the method according to any of claim 1, 19 and 21.

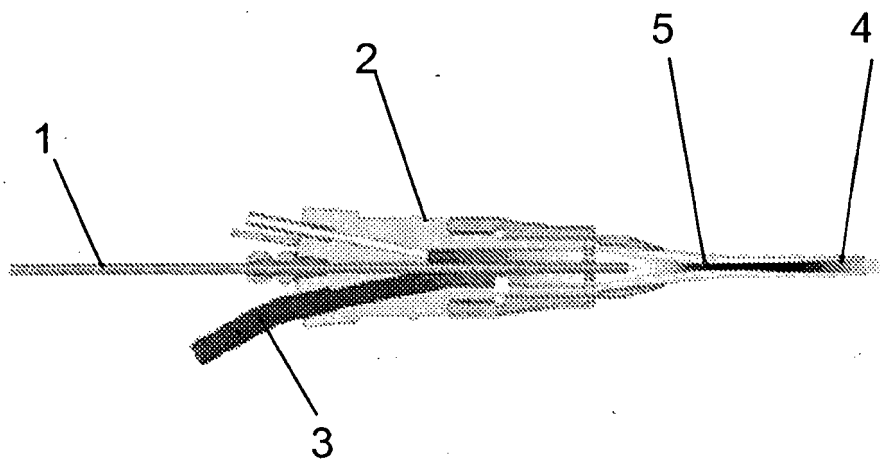


Fig. 1

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

- FR 2931303 A1 [0008]
- EP 0484533 A [0018]
- US 5846288 A [0026] [0064]
- US 5963772 A [0026]