



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 381 065 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
14.01.2004 Bulletin 2004/03

(51) Int Cl.7: **H01H 33/76**

(21) Numéro de dépôt: **02405598.0**

(22) Date de dépôt: **12.07.2002**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(71) Demandeur: **Metalor Technologies International
S.A.**
2009 Neuchâtel (CH)

(72) Inventeurs:
• **Hauner, Franz**
91341 Röttenbach (DE)
• **Ramoni, Pierre**
2205 Montezillon (CH)

(74) Mandataire: **Gresset, Jean**
GLN
Gresset & Laesser Neuchâtel
Puits-Godet 8A
2000 Neuchâtel (CH)

(54) **Matériau de contact électrique et son procédé de fabrication**

(57) La présente invention concerne un matériau de contact électrique comportant une matrice en métal conducteur et une fraction instable incorporée dans cette matrice. Ladite fraction instable a la propriété de se décomposer entre la température d'utilisation du contact électrique et la température de fusion dudit métal en dégageant un gaz susceptible de déstabiliser un arc électrique.

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un matériau de contact électrique, consistant à :

- se doter d'un mélange comportant un métal conducteur et un constituant instable se décomposant à une température comprise entre la température d'utilisation du contact électrique et la température de fusion dudit métal en dégageant un gaz susceptible de déstabiliser un arc électrique;
- compacter ce mélange; et
- le mettre en forme selon l'usage souhaité.

EP 1 381 065 A1

Description

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des contacts électriques. Elle concerne, plus particulièrement, un matériau de contact avec effet d'extinction d'arc ainsi que son procédé de fabrication.

[0002] Un tel type de matériau trouve son application principalement pour la réalisation de contacts dits "à basse tension", c'est-à-dire dont la plage de fonctionnement se situe approximativement entre 10 et 1 000 volts et entre 1 et 10 000 Ampères. Ces contacts sont utilisés généralement dans les domaines domestique, industriel et automobile, aussi bien en courant continu qu'alternatif, pour des interrupteurs, des relais, des contacteurs et des disjoncteurs.

[0003] Lorsqu'on ouvre une paire de plots de contacts électriques sous tension, le courant continue de passer d'un plot à l'autre en ionisant le gaz qu'il traverse. Cette colonne de gaz ionisé, communément appelée "arc électrique", a une longueur maximum qui dépend de différents paramètres tels que la nature et la pression du gaz, la tension aux bornes, le matériau de contact, la géométrie de l'appareil, l'impédance du circuit, ...

[0004] L'énergie dégagée par l'arc électrique est suffisante pour fondre le matériau constituant les plots, ce qui entraîne, non seulement, la dégradation des parties métalliques mais, aussi, parfois, leur soudure, avec pour conséquence le blocage de l'appareil.

[0005] Dans les applications en courant alternatif, le passage de la tension par zéro facilite la coupure de l'arc. Néanmoins, certains appareils de protection doivent couper des courants très élevés, qui occasionnent des arcs suffisamment énergétiques pour endommager les contacts.

[0006] En revanche, pour les applications en courant continu, les arcs électriques sont très stables, surtout lorsque la tension est nettement supérieure à 10 volts. Une solution pour couper l'arc consiste à augmenter sa longueur de façon telle qu'il devienne instable et disparaisse de lui-même. Pour une tension de 14 volts, une distance de l'ordre du millimètre est suffisante alors que pour une tension de 42 volts, particulièrement lorsqu'on est en présence d'une charge inductive, cette distance peut être de plusieurs centimètres. Ceci complique sérieusement la construction des appareils de coupure et la durée des arcs créés réduit fortement leur durée de vie.

[0007] Le problème se pose tout particulièrement dans l'industrie de l'automobile qui envisage l'utilisation de circuits à 42 volts continus pour s'adapter au nombre toujours plus élevé de dispositifs électriques présents dans les voitures (jusqu'à cent moteurs dans un véhicule haut-de-gamme). A de telles tensions, l'intérêt de limiter les problèmes liés aux arcs devient primordial.

[0008] Ainsi, les matériaux des contacts électriques doivent satisfaire les trois exigences suivantes :

- faible résistance de contact pour éviter un échauf-

fement 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.

[0009] Pour satisfaire ces exigences partiellement contradictoires, une solution consiste à utiliser des pseudo-alliages comportant une matrice d'argent ou de cuivre et, insérée dans cette matrice, une fraction constituée d'environ 20% en volume de particules réfractaires (par exemple, Ni, C, W, WC, CdO, SnO₂) d'une taille généralement comprise entre 1 et 5 microns. Le matériau ainsi obtenu résiste mieux à la chaleur dégagée par l'arc électrique. Bien que constituant une solution intéressante, cette méthode ne permet pas de limiter les fusions et, à cause de leur répétition, des problèmes d'érosion et de soudage des plots peuvent survenir à court ou moyen terme.

[0010] Par ailleurs, lorsqu'il s'agit, en courant alternatif, de réaliser des appareils de protection (disjoncteurs) capables de couper des courants très élevés, on a proposé de recourir à des moyens auxiliaires pour faciliter la coupure de l'arc ou éviter son rallumage : soufflage électromagnétique ou pneumatique. On a aussi proposé de remplacer le gaz présent dans l'espace séparant les deux contacts par un gaz très stable et donc difficile à ioniser, comme du SF₆. Cependant, toutes ces solutions sont complexes à mettre en oeuvre.

[0011] La présente invention a donc pour but de fournir un matériau de contact électrique avec lequel on peut réaliser des plots dont le fonctionnement n'est altéré ni à court terme, ni à long terme, par l'énergie d'un arc électrique.

[0012] De façon plus précise, le matériau de contact avec effet d'extinction selon l'invention comporte une matrice en métal conducteur et une fraction instable incorporée dans cette matrice avec la propriété de se décomposer à une température comprise entre la température d'utilisation du contact et la température de fusion du métal en dégageant un gaz susceptible de déstabiliser un arc électrique.

[0013] L'invention concerne également un procédé pour fabriquer le matériau défini ci-dessus. Il consiste essentiellement à :

- se doter d'un mélange comportant un métal conducteur et un constituant instable tel que précédemment défini;
- compacter ce mélange; et
- le mettre en forme selon l'usage souhaité.

[0014] D'autres caractéristiques de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, non accompagnée de dessin.

[0015] Le matériau de contact selon l'invention est essentiellement constitué des trois composants suivants :

- une matrice en métal conducteur, généralement en

argent ou en cuivre ;

- une fraction réfractaire, stable à une température supérieure à 900°C, qui peut être avantageusement choisie dans le groupe suivant : CdO, SnO₂, ZnO, Fe₂O₃, Ni, Fe, W, Mo, C, WC, MgO; et
- une fraction instable qui se décompose à une température comprise entre 200 et 900°C en libérant un gaz capable de refroidir l'arc, et qui peut être avantageusement choisie dans le groupe suivant : hydrures métalliques (TiH₂, ZrH₂, MgH₂), hydrures multimétalliques à base de Ti, Zr, Hf, V, Nb, Mg, Ta, Cr, Mo, W, Fe, Co, Ni, La, Y.

[0016] Lorsque la fraction instable a libéré son gaz de refroidissement de l'arc, sa décomposition ayant eu lieu, en général, dans l'air, le résidu est un métal, ayant partiellement ou totalement réagi avec l'oxygène et l'azote de l'air, qui peut se substituer, totalement ou partiellement, à la fraction réfractaire. Celle-ci n'est donc pas un composant indispensable du matériau de contact.

[0017] En l'absence de fraction réfractaire, la fraction instable constitue, à elle seule, entre 5 et 50% du volume du matériau de contact.

[0018] En présence d'une fraction réfractaire, les deux fractions constituent entre 5 et 50% du volume du matériau mais, alors, la proportion de fraction instable est, au moins, de 2% en volume.

[0019] Le matériau selon l'invention peut avantageusement comprendre, en plus, de petites quantités de dopants destinés à en optimiser les propriétés. Par exemple, ces dopants sont Bi₂O₃, CuO, Re.

[0020] Des paires de plots de contacts peuvent être réalisées en utilisant des matériaux de mêmes compositions ou de compositions différentes. Dans ce cas, il est possible qu'un seul des deux contacts contienne une fraction instable.

[0021] Ainsi est proposé un matériau de contact électrique qui, sous l'effet de la chaleur produite par un arc électrique, dégage un gaz essentiellement formé d'hydrogène dans le cas où, avantageusement et comme mentionné précédemment, la fraction instable décomposée est un hydrure. Ce gaz refroidit et déstabilise l'arc qui s'éteint alors rapidement.

[0022] L'arc s'étant néanmoins produit, une portion de chacun des contacts a pu fondre sous l'effet de sa chaleur, de telle sorte qu'ils se trouvent soudés ensemble. Si tel est le cas, étant donné que le dégagement gazeux de la fraction instable a rendu poreuse, et donc fragile, la surface des contacts fondus, leur soudure sera facile à casser lors de la prochaine ouverture des contacts. Il s'agit là d'un avantage important du matériau selon l'invention.

[0023] D'une manière générale, le procédé de fabrication du matériau de contact qui vient d'être décrit consiste successivement à :

- se doter d'un mélange des constituants de base susmentionnés : un métal conducteur, une fraction

instable et, éventuellement, une fraction réfractaire;

- compacter ce mélange;
- éventuellement, fritter la pièce obtenue;
- mettre en forme la pièce selon l'usage souhaité;
- éventuellement, lui appliquer un traitement thermique final; et
- si nécessaire, l'apprêter pour son utilisation.

[0024] Selon un premier mode de réalisation préféré, les constituants de base du matériau sont sous la forme de poudres qui sont alors mélangées par voie sèche, par voie humide ou par la technique dite du "mechanical alloying" qui provoque une soudure des particules entre elles, puis leur rupture en particules plus petites. Ces trois méthodes sont toutes bien connues de l'homme de métier.

[0025] Le mélange obtenu est ensuite compacté en forme de pastille, soit par pressage à froid de façon uniaxiale, soit par pressage à chaud mais à température modérée et éventuellement sous pression d'hydrogène, c'est-à-dire dans des conditions de température et de pression d'hydrogène où la fraction instable ne se décompose pas, soit encore par chocs (procédé de compactage adiabatique).

[0026] La pièce résultante est alors frittée à température modérée et éventuellement sous pression d'hydrogène. On notera que cette opération est facultative dans les cas où le compactage a été effectué à température modérée ou par chocs.

[0027] Enfin, la pièce est mise en forme par un recompactage à froid.

[0028] Selon un deuxième mode de réalisation préféré, le procédé reprend les mêmes premières étapes que le mode de réalisation décrit ci-dessus, le mélange étant, cette fois, compacté par pressage sous la forme d'une bande. Le pressage est effectué selon le mode uniaxial à froid ou à température modérée, la pièce résultante étant ensuite frittée à température modérée, éventuellement sous pression d'hydrogène. Comme dans le premier mode de réalisation, le frittage n'est pas nécessaire si le pressage a déjà été fait à température modérée. La pièce est finalement mise en forme par laminage.

[0029] Selon un troisième mode de réalisation préféré, le même mélange initial est compacté sous la forme d'une billette, par pressage soit à froid, selon un mode isostatique, soit à température modérée. La pièce résultante est ensuite frittée également à température modérée et éventuellement sous pression d'hydrogène. Le frittage est facultatif si le pressage a déjà été fait à température modérée. La pièce est finalement mise en forme par extrusion à température modérée sous forme de bandes ou de fils. Ces produits sont ensuite transformés en pièce de contact par toutes les techniques connues de l'homme du métier.

[0030] Selon un quatrième mode de réalisation, les différents constituants sont encore fournis en poudre. Cependant, la fraction instable n'est pas sous sa forme

définitive, mais sous la forme d'un précurseur, c'est à dire que les atomes métalliques de la fraction instable ont un degré d'oxydation nul. Par exemple, la poudre est sous la forme de Ti au lieu de TiH_2 , de Zr au lieu de ZrH_2 ou de Mg au lieu de MgH_2 . Le précurseur peut être libre ou allié avec la matrice. Les différentes poudres sont ensuite mélangées par voie sèche, par voie humide ou par « mechanical alloying ». Puis, le mélange est compacté en forme de pastille par pressage à froid de façon uniaxiale, par pressage à chaud ou par chocs. La pièce est ensuite frittée à haute température, sans hydrogène, facultativement si le pressage a été fait à chaud ou par chocs, avant d'être soumise, en atmosphère d'hydrogène, à un traitement thermique d'hydruration du précurseur de la fraction instable. Enfin, la pièce est mise en forme par un recomptage à froid. En variante, le frittage peut être effectué directement en atmosphère d'hydrogène, ce qui évite, ensuite, le traitement spécifique d'hydruration.

[0031] Selon un cinquième mode de réalisation, le même mélange que celui décrit dans le mode de réalisation précédent est compacté par pressage isostatique à froid, ou par pressage uniaxial à chaud. La pièce obtenue est ensuite soit frittée à haute température, facultativement si le pressage a été fait à chaud, soit frittée sous atmosphère d'hydrogène, de façon à hydrurer le précurseur de la fraction instable. Pour cela, il est nécessaire que la billette compactée soit suffisamment poreuse pour permettre l'accès de l'hydrogène jusqu'au centre de la pièce. Lorsque le frittage a été fait à haute température sans hydrogène, la pièce est mise en forme par une extrusion à haute température avant de subir un traitement d'hydruration. Dans le cas où le frittage a été fait sous atmosphère d'hydrogène, la pièce est mise en forme par une extrusion à température modérée.

[0032] Selon un sixième mode de réalisation, le même mélange que celui décrit dans le mode de réalisation précédent est compacté en forme de bande par pressage à froid de façon uniaxiale ou à chaud. La pièce obtenue est ensuite soit frittée à haute température, facultativement si le pressage a été fait à chaud, soit frittée sous atmosphère d'hydrogène, de façon à hydrurer le précurseur de la fraction instable. La pièce est mise en forme par laminage avant de subir, si nécessaire, un traitement d'hydruration.

[0033] Selon un septième mode de réalisation, les différents constituants du matériau sont fournis sous la forme d'un alliage massif contenant le précurseur de la fraction instable. L'alliage est alors fondu et coulé sous la forme d'une billette ou d'un lingot puis, dans le cas d'une billette, extrudé sous haute température, typiquement à $900^{\circ}C$, ou, s'il s'agit d'un lingot, transformé en bande ou en fil par des opérations de déformation plastique successives (laminage, tréfilage, martelage, ...) entrecoupées de traitements thermiques, avant de subir l'hydruration finale.

[0034] Selon les sept modes de réalisation précédents, les pièces subissent des traitements finaux con-

ventionnels, par exemple découpage, formage, polissage, traitement thermique de détente.

[0035] Les différents modes de réalisation qui viennent d'être décrits ne constituent pas une liste exhaustive. D'autres combinaisons des différents moyens proposés pour chacune des étapes peuvent éventuellement être utilisées.

[0036] Dans tous les modes de réalisations décrits, on peut également ajouter, lors du compactage, une sous-couche mince, généralement de même composition que le métal conducteur utilisé (généralement argent ou cuivre), destinée à faciliter, par la suite, les opérations de soudage et de brasage que pourra subir la pièce au cours de son utilisation.

[0037] Bien entendu, la fraction instable peut être constituée d'un mélange, soit de plusieurs des éléments proposés ci-dessus pour former ladite fraction, soit d'un de ces éléments mais sous différentes granulométries. De la sorte, il est possible d'obtenir des cinétiques de décomposition variées de manière à ce que le matériau obtenu puisse fonctionner dans une plage de conditions étendue.

[0038] Ainsi, en résumé, l'invention propose un matériau de contact électrique susceptible de déstabiliser un arc électrique survenant entre deux plots de contact, de manière à n'être pas altéré à long terme par les effets de la chaleur dégagée. De plus, le procédé de fabrication de ce matériau, de par sa grande flexibilité, permet de réaliser des pièces de contact sous toutes les formes usuelles, en utilisant les mêmes moyens de productions que pour les matériaux actuels.

Revendications

1. Matériau de contact électrique comportant une matrice en métal conducteur et une fraction instable incorporée dans cette matrice, **caractérisé en ce que** la fraction instable a la propriété de se décomposer entre la température d'utilisation du contact électrique et la température de fusion dudit métal en dégageant un gaz susceptible de déstabiliser un arc électrique.
2. Matériau selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit métal est de l'argent ou du cuivre.
3. Matériau selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** ladite fraction instable comporte au moins un hydrure.
4. Matériau selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** ledit hydrure a pour base au moins un des éléments choisis dans le groupe Ti, Zr, Hf, V, Nb, Mg, Ta, Cr, Mo, W, Fe, Co, Ni, La, Y.
5. Matériau selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** ladite fraction instable consti-

tue entre 5 et 50% de son volume.

6. Matériau selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'il** comporte, en outre, une fraction réfractaire. 5
7. Matériau selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** ladite fraction réfractaire comporte au moins un composant choisi dans le groupe CdO, SnO₂, ZnO, Fe₂O₃, Ni, Fe, W, Mo, C, WC et MgO 10
8. Matériau selon l'une des revendications 6 et 7, **caractérisé en ce que** la fraction réfractaire et la fraction instable constituent entre 5 et 50% de son volume, la fraction instable constituant au moins 2% dudit volume. 15
9. Procédé de fabrication d'un matériau de contact électrique, **caractérisé en ce qu'il** consiste à : 20
 - se doter d'un mélange comportant un métal conducteur et un constituant instable se décomposant à une température comprise entre la température d'utilisation du contact électrique et la température de fusion dudit métal en dégageant un gaz susceptible de déstabiliser un arc électrique; 25
 - compacter ce mélange; et
 - le mettre en forme selon l'usage souhaité. 30
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** ledit mélange comporte, en plus, un composé réfractaire. 35
11. Procédé selon l'une des revendications 9 et 10, **caractérisé en ce que** les constituants dudit mélange sont sous forme de poudres. 40
12. Procédé selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** le constituant instable est fourni sous la forme d'un précurseur. 45
13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le précurseur est allié avec le métal conducteur. 50
14. Procédé selon l'une des revendications 12 et 13, **caractérisé en ce que** ledit mélange est compacté par fonte et coulée sous forme d'une billette ou d'un lingot massif. 55
15. Procédé selon l'une des revendications 9 à 13, **caractérisé en ce que** ledit mélange est compacté par pressage à froid soit de façon uniaxiale soit en mode isostatique ou par pressage à chaud de façon uniaxiale ou par chocs.
16. Procédé selon l'une des revendications 9, 10 et 11

et selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** le frittage est réalisé dans des conditions d'atmosphère, de pression et de température telles que la fraction instable ne se décompose pas.

17. Procédé selon l'une des revendications 12 et 13 et selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** le frittage est réalisé à température élevée en l'absence d'hydrogène.
18. Procédé selon l'une des revendications 12 et 13 et selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** le frittage est réalisé à température élevée en présence d'hydrogène.
19. Procédé selon la revendication 14 ou l'une des revendications 16 à 18, **caractérisé en ce que** ledit mélange est mis en forme par recompactage, laminage ou extrusion.
20. Procédé selon la revendication 14 ou selon les revendications 17 et 19, **caractérisé en ce qu'après** sa mise en forme, le mélange est soumis à un traitement thermique d'hydruration.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 40 5598

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	US 3 641 298 A (BROVERMAN IRWIN) 8 février 1972 (1972-02-08) * colonne 2, ligne 1 - colonne 4, ligne 45 *	1-5,9, 11-20	H01H33/76
X	US 4 247 327 A (PLEWES JOHN T) 27 janvier 1981 (1981-01-27) * colonne 1 - colonne 3 *	1-5,9	
A	US 3 515 542 A (LARSEN EARL I) 2 juin 1970 (1970-06-02) * le document en entier *	1,9	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H01H
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		8 octobre 2002	Findeli, L
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 02 40 5598

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

08-10-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3641298	A	08-02-1972	AUCUN	
US 4247327	A	27-01-1981	AUCUN	
US 3515542	A	02-06-1970	AUCUN	

EPO FORM P0460

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