

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑫① Numéro de dépôt: **89870101.6**

⑫⑤ Int. Cl.⁵: **H 01 H 1/02**
H 01 H 11/04

⑫② Date de dépôt: **23.06.89**

⑫③ Priorité: **29.06.88 BE 8800753**

⑫④ Date de publication de la demande:
03.01.90 Bulletin 90/01

⑫⑥ Etats contractants désignés: **DE ES FR GB IT**

⑫⑦ Demandeur: **CENTRE DE RECHERCHES
METALLURGIQUES CENTRUM VOOR RESEARCH IN DE
METALLURGIE Association sans but lucratif
Vereniging zonder winstoogmerk Rue Montoyer, 47
B-1040 Bruxelles (BE)**

⑫⑧ Inventeur: **Coutsouradis, Dimitri
10/071 Quai Orban
B-4020 Liège (BE)**

**Davin, Armand
16, rue des Peupliers
B-4208 Boncelles (BE)**

⑫⑨ Mandataire: **Lacasse, Lucien Emile et al
CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES Abbaye
du Val-Benoît 11, rue Ernest Solvay
B-4000 Liège (BE)**

⑫④ **Matériau composite à base de cuivre pour contacts électriques fortement sollicités, procédés de fabrication de ce matériau et organe de contact s'en composant.**

⑫⑤ **Matériau composite à base de cuivre pour contacts électriques fortement sollicités, contenant au moins un composant de renforcement dispersé dans la matrice du cuivre. Ce composant de renforcement comprend un ou plusieurs oxydes stables vis-à-vis du cuivre, tels que Al_2O_3 et Y_2O_3 , qui forment de préférence une dispersion durcissante dans la matrice du cuivre. Le composant de renforcement peut également comprendre des fibres courtes constituées de substances stables vis-à-vis du cuivre, telles que Al_2O_3 et SiC. La teneur en oxydes est comprise entre 1 % et 10 % en volume; la proportion desdites fibres courtes est comprise entre 5 % et 25 % en volume.**

Description

Matériau composite à base de cuivre pour contacts électriques fortement sollicités, procédés de fabrication de ce matériau et organes de contact s'en composant.

La présente invention concerne des matériaux composites à base de cuivre pour contacts électriques fortement sollicités. Elle porte également sur des procédés de fabrication de tels matériaux, ainsi que sur des organes de contact électrique fortement sollicités réalisés à partir de ce matériau composite.

On sait que le cuivre et les alliages de cuivre sont les métaux le plus largement utilisés pour la fabrication d'éléments conducteurs de l'électricité, à cause précisément de leur excellente conductibilité électrique et aussi de leur prix de revient relativement modéré.

Dans de nombreuses applications, les organes de contact électrique doivent présenter non seulement une conductibilité électrique élevée, mais également une bonne résistance mécanique, en particulier à la compression, aussi bien à la température ambiante qu'à haute température. Ces conditions concernent notamment les outils utilisés dans la soudure par points, tels que les électrodes ou les roulettes, qui doivent en même temps admettre de fortes densités de courant sans s'échauffer exagérément et supporter les pressions élevées imposées pour assurer la soudure.

De plus, les organes de contact électrique doivent présenter une inertie métallurgique aussi large que possible à l'égard du métal constituant les pièces avec lesquelles ils sont mis en contact. La soudure par points de tôles d'acier nues ne pose à cet égard pas de problèmes majeurs. En revanche, dans le cas de plus en plus fréquent de la soudure de tôles galvanisées, il se produit une diffusion de zinc dans l'alliage de cuivre; cela conduit à une dégradation rapide de l'organe de contact par suite de la formation, à l'extrémité de cet organe, de divers alliages cuivre-zinc dont la conductibilité électrique est mauvaise et dont les propriétés mécaniques sont médiocres.

Pour la fabrication d'organes de contact électrique fortement sollicités tels que ceux qui viennent d'être mentionnés, on utilise depuis longtemps des alliages de cuivre contenant de faibles quantités de certains éléments durcissants, notamment le cadmium, le chrome ou le zirconium. La résistance mécanique de ces alliages à la température ambiante est augmentée par rapport à celle du cuivre pur, soit par voie thermique, à savoir par durcissement par précipitation, soit par voie mécanique, à savoir par écrouissage. La résistance mécanique à chaud est cependant médiocre, et la conductibilité électrique est sensiblement réduite par la présence des éléments durcissants. Enfin, ces alliages sont très sensibles à la dégradation résultant de la diffusion de zinc lors de l'assemblage par résistance de tôles galvanisées.

On connaît également des alliages de cuivre durcis par dispersion d'oxydes inertes tels que des oxydes de zinc ou d'aluminium. Ces alliages sont fabriqués par fusion, atomisation en poudre, oxydation interne des poudres, consolidation par extru-

sion et écrouissage à froid par étirage. La dispersion d'alumine garantit une remarquable stabilité des propriétés mécaniques à chaud. La conductibilité électrique de cet alliage est cependant plus faible que celle du cuivre. De plus, ce type de matériau n'apporte pas de remède au problème de la contamination de l'organe de contact par le zinc provenant d'une tôle galvanisée.

La présente invention a pour objet de proposer des alliages et des matériaux composites à base de cuivre qui ne présentent pas les inconvénients précités en matière de propriétés mécaniques, électriques et métallurgiques. Un autre objet de l'invention est de proposer des procédés de fabrication de ces alliages et de ces matériaux composites. Enfin, la présente invention porte également sur un procédé pour améliorer l'inertie métallurgique d'un organe de contact en cuivre à l'égard du zinc ou d'un alliage de zinc provenant d'une pièce galvanisée.

Conformément à l'invention, un matériau composite à base de cuivre pour contacts électriques fortement sollicités, est caractérisé en ce qu'il contient au moins un composant de renforcement dispersé dans la matrice de cuivre.

Dans le cadre de l'invention, le composant de renforcement peut prendre diverses formes; un matériau composite conforme à l'invention peut d'ailleurs contenir plusieurs éléments et/ou composants de renforcement présentant des formes différentes.

Selon une première forme de réalisation, ce composant de renforcement peut être constitué par un ou plusieurs oxydes stables vis-à-vis du cuivre, tels que les oxydes d'yttrium (Y_2O_3) ou d'aluminium (Al_2O_3), qui forment une dispersion durcissante dans la matrice de cuivre.

La proportion de ces oxydes est de préférence comprise entre 2 % et 5 % en volume, mais elle peut être comprise entre 1 et 10 % en volume sans sortir du cadre de l'invention; ces dernières valeurs marquent sensiblement les limites au-delà desquelles les effets de la dispersion d'oxydes ne sont plus nettement perceptibles. Les alliages à base de cuivre ainsi durcis par dispersion d'oxydes présentent une résistance élevée à la recristallisation, une haute résistance mécanique à chaud, ainsi qu'une conductibilité électrique très élevée, proche de celle du cuivre pur.

Selon une autre forme de réalisation, ce composant de renforcement peut être constitué par un ou plusieurs éléments peu solubles dans le cuivre, tels que le chrome et le zirconium, qui donnent lieu à un durcissement supplémentaire par précipitation.

Selon encore une autre forme de réalisation, ce composant de renforcement peut être constitué par des fibres courtes, constituées de matériaux stables vis-à-vis du cuivre, réparties dans la matrice de cuivre, telles que des fibres de Al_2O_3 ou de carbure de silicium (SiC).

Par fibres courtes, il faut entendre des fibres dont

le diamètre n'est pas supérieur à 50 µm et dont la longueur est comprise entre 0,1 et 2 mm.

Avantageusement, la proportion de ces fibres courtes dans le matériau composite est comprise entre 5 et 25 % en volume pour assurer une résistance mécanique élevée, tant à la température ambiante qu'à haute température, ainsi qu'une très bonne conductibilité électrique. Une proportion préférentielle de 12 à 20 % en volume s'est avérée particulièrement favorable à l'obtention d'une inertie métallurgique élevée du matériau composite à l'égard du zinc.

Comme on l'a déjà indiqué plus haut, un matériau composite conforme à l'invention peut contenir en même temps une dispersion d'oxydes et de fibres courtes dans une matrice de cuivre. Le matériau composite bénéficie ainsi de la combinaison du durcissement de la matrice de cuivre par dispersion d'oxydes et de son renforcement par les fibres courtes.

Les matériaux composites qui viennent d'être décrits sont de préférence réalisés par des procédés particuliers qui constituent un autre aspect de la présente invention.

Suivant un premier mode de mise en oeuvre, on réalise un alliage mécanique d'une poudre de cuivre ou d'alliage de cuivre et d'au moins un composant de renforcement.

Par alliage mécanique, on entend ici le mélange de constituants à l'état solide dans tout appareil approprié, par exemple un broyeur à boulets ou un broyeur vibrant, pendant une durée suffisante pour assurer la dispersion.

Dans le cas d'un alliage durci par dispersion d'oxydes, la durée de mélange est avantageusement comprise entre 1 h et 48 h, de préférence entre 4 et 24 h, selon la granulométrie des poudres initiales.

Le mélange ainsi obtenu est de préférence consolidé par extrusion à chaud, puis étiré en vue de la fabrication d'organes de contact électrique.

Pour préparer un matériau contenant des fibres courtes, le principe de l'alliage mécanique est également applicable; dans ce cas cependant, on utilise un mélangeur au lieu d'un broyeur, afin de ne pas détruire les fibres courtes.

Suivant un autre mode de mise en oeuvre, on prépare une charge fondue de cuivre ou d'alliage de cuivre, on lui ajoute les oxydes et/ou les fibres courtes en quantité appropriée, on agite le bain fondu pour assurer la dispersion desdits composants et on coule ladite charge en lingotins dont on provoque ensuite la solidification rapide. En général, les lingotins sont ensuite extrudés et éventuellement étirés.

Les matériaux composites à base de cuivre conformes à la présente invention possèdent une excellente résistance mécanique, tant à la température ambiante qu'à haute température, ainsi qu'une conductibilité électrique extrêmement élevée, souvent proche de celle du cuivre pur. L'inertie métallurgique de ces matériaux est également très bonne, ce qui prolonge leur durée de vie dans des proportions sensibles.

En ce qui concerne les procédés de fabrication de ces alliages et matériaux composites, conformé-

ment à l'invention, un avantage majeur réside dans le fait qu'ils permettent de choisir, indépendamment l'un de l'autre, la matrice à base de cuivre et les éléments et/ou composants de renforcement.

Les exemples qui suivent montrent le niveau des propriétés des matériaux conformes à l'invention.

Exemple 1.

On a mélangé 2 kg de poudre de cuivre et 30 g de poudre de Y_2O_3 pendant 5 h dans un mélangeur ayant la forme d'un cube mobile, de manière à créer une répartition sensiblement uniforme des particules.

Après cette opération, le mélange a été broyé pendant 24 h dans un attritor avec des billes de carbure, sous balayage d'argon. La quantité de billes utilisée était de 10 kg pour 2 kg de poudre de cuivre; l'argon était de la qualité dite "argon de soudure" connue sous la dénomination N39.

La poudre broyée a été versée dans des conteneurs en cuivre d'un diamètre extérieur de 80 mm et d'une épaisseur de paroi de 5 mm; ces derniers sont fermés par des bouchons en cuivre permettant de maintenir le remplissage.

Les conteneurs sont préchauffés à 800 °C pendant 1 h, dans un four à l'air, et extrudés avec chemise en barres d'environ 13 mm de diamètre. Après extrusion et à la température ambiante, le diamètre des barres est de 13 mm. Les barres ont ensuite subi une déformation à froid par rétreinte, en 6 passes, provoquant une réduction de section d'environ 48 %.

La résistance du matériau à la recristallisation a été déterminée par des mesures de dureté après une exposition pendant 1 h à diverses températures allant jusqu'à 760 °C. La dureté du matériau s'élevait, après exposition pendant 1 h à 760 °C, à 64 Rb. Dans les mêmes conditions d'exposition, la dureté d'un alliage de cuivre conventionnel C 18200 (Cu - 1 % Cr) n'était que 10 Rb.

Exemple 2.

Des poudres de cuivre et des fibres courtes de SiC, à raison de 12 % en volume, ont été mélangées pendant 8 h dans un broyeur vibrant. Le mélange obtenu a été consolidé par extrusion et ensuite écroui à froid dans les mêmes conditions que dans l'exemple 1. La stabilité thermique des barres obtenues a été déterminée comme dans l'exemple 1.

Dans ces conditions, on a observé que la dureté rémanente du matériau, après 1 h à 760 °C, était de 70 Rb.

Revendications

1. Matériau composite à base de cuivre pour contacts électriques fortement sollicités, caractérisé en ce qu'il contient au moins un composant de renforcement dispersé dans la matrice de cuivre.

2. Matériau composite suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit composant de renforcement comprend un ou plusieurs

oxydes stables vis-à-vis du cuivre.

3. Matériau composite suivant la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits oxydes forment une dispersion durcissante dans la matrice du cuivre.

4. Matériau composite suivant l'une ou l'autre des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que la teneur en oxydes est comprise entre 1 et 10 % en volume.

5. Matériau composite suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit composant de renforcement comprend un ou plusieurs éléments peu solubles dans le cuivre.

6. Matériau composite suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit composant de renforcement comprend des fibres courtes constituées de substances stables vis-à-vis du cuivre.

7. Matériau composite suivant la revendication 6, caractérisé en ce que la proportion desdites fibres courtes est comprise entre 5 et 25 % en volume.

8. Matériau composite suivant l'une ou l'autre des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que lesdites fibres courtes sont constituées de Al_2O_3 et/ou de SiC.

9. Procédé de fabrication d'un matériau composite suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'on réalise un alliage mécanique d'une poudre de cuivre ou d'alliage de cuivre et d'au moins un composant de renforcement, et en ce que l'on consolide le mélange obtenu en le soumettant à une opération d'extrusion à chaud.

10. Procédé de fabrication d'un matériau composite suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'on prépare une charge fondue de cuivre ou d'alliage de cuivre, en ce qu'on lui ajoute le ou les composants de renforcement en quantité appropriée, en ce que l'on agite le bain fondu pour assurer la dispersion desdits composants de renforcement et en ce que l'on coule ladite charge en lingotins dont on provoque ensuite la solidification rapide.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65