

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Numéro de publication:

0 004 824
A2

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21

Numéro de dépôt: 79420015.4

51

Int. Cl.²: H 01 H 1/02

22

Date de dépôt: 26.03.79

30

Priorité: 31.03.78 FR 7810333

43

Date de publication de la demande:
17.10.79 Bulletin 79/21

84

Etats Contractants Désignés:
DE GB NL SE

71

Demandeur: SOCIETE DE VENTE DE L'ALUMINIUM
PECHINEY

23 bis, rue Balzac
F-75008 Paris(FR)

72

Inventeur: Ladet, Michel
82, avenue Jules Vallès
F-38029 Grenoble(FR)

72

Inventeur: Lefebvre, Jacques
8, rue de la Rivoire
F-38500 Voiron(FR)

72

Inventeur: Patrie, Jos
3, rue des Marronniers
F-38000 Grenoble(FR)

7A

Mandataire: Givord, Jean-Pierre et al.
PECHINEY UGINE KUHLMANN 28, rue de Bonnel
F-69433 Lyon Cedex 3(FR)

54

Méthode de réalisation de contacts électriques sur pièces en aluminium, dispositifs permettant d'assurer une liaison électrique par contact et procédé pour réaliser de tels dispositifs.

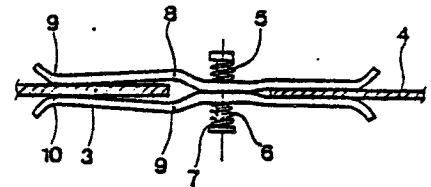
57

L'invention concerne des pièces en aluminium telles que barres, profilés ou pièces d'appareillage permettant de réaliser des contacts électriques résistant aux sollicitations mécaniques et thermiques.

La méthode de réalisation de ces pièces consiste à déposer au moins dans la zone de contact une couche de nickel de grande adhérence sur le substrat en aluminium. La qualité du contact est encore améliorée quand la pièce nickelée est au contact d'une pièce argentée.

Les pièces suivant l'invention permettent la réalisation de contacts par embrochage et aussi de tous dispositifs permettant d'établir ou d'interrompre un circuit électrique tels que sectionnements, interrupteurs, contacteurs.

FIG.3



EP 0 004 824 A2

TITRE MODIFIÉ
voir page de garde

- 1 -

NOUVELLE METHODE DE REALISATION
DE CONTACTS ELECTRIQUES SUR PIÈCES EN ALUMINIUM

La nouvelle méthode qui fait l'objet de l'invention résulte des travaux de Messieurs Michel LADET, Jacques LEFEBVRE et Jos PATRIE.

Cette nouvelle méthode s'applique à la réalisation de contacts électri-
5 ques fixes ou mobiles sur toutes sortes de pièces en aluminium telles que barres, profilés de tous types ou pièces d'appareillage.

La nouvelle méthode s'applique, entre autres, à la réalisation de con-
tacts fortement sollicités mécaniquement et thermiquement tels que ceux
10 réalisés par embrochage et débrochage de doigts sur des barres conductrices. Elle s'applique aussi à la réalisation de systèmes à contacts glissants tels que ceux qu'on emploie dans les machines tournantes électriques à collecteur ou à bague. Enfin, elle peut s'appliquer aussi à la réalisation d'interrupteurs, contacteurs, disjoncteurs ou sectionneurs.

15

Le développement considérable de l'aluminium comme conducteur électrique est bien connu. Il a supplanté le cuivre dans un grand nombre d'utilisations principalement à cause d'un prix de revient nettement inférieur. Cependant, dans la plupart des applications pour lesquelles des
20 problèmes de contacts doivent être résolus, le cuivre conserve un avantage technique grâce à son aptitude à la jonction par soudure tendre et à la réalisation de contacts de faible résistance électrique par serrage mécanique, à la limite sans préparation de surface particulière.

25 Pour améliorer les caractéristiques de contact de l'aluminium conducteur, il est connu de le revêtir d'une couche d'étain de 4 à 20 μ d'épaisseur déposée sur une sous couche de zinc ou de bronze.

- 2 -

C'est ainsi que des jeux de barres conductrices en aluminium, revêtues d'étain, sont développés, qui remplacent des barres semblables en cuivre pour la réalisation de canalisations de distribution d'électricité dans des locaux industriels ou dans les colonnes montantes des grands immeu-
5 bles. Les liaisons voulues entre ces jeux de barres et les appareils d'utilisation sont réalisées à l'aide de dispositifs fixes ou amovibles par exemple au moyen de doigts de contact mobiles qu'on embroche sur les barres conductrices. Les barres ainsi étamées sont en aluminium conducteur contenant le plus souvent au moins 99,5 % d'aluminium tel que l'A5
10 (norme AFNOR), ou en divers alliages d'aluminium utilisés comme conducteurs tels que l'AGS/L (norme AFNOR) qui convient plus spécialement pour les pièces moulées. Les doigts de contact sont le plus souvent en cuivre ou en alliages à base de cuivre, tels que, par exemple, les laitons ou les bronzes.

15

Dans le cas de dispositifs à contacts amovibles, l'expérience a montré que ces installations dont on attendait une grande robustesse souffraient d'un vieillissement rapide dû essentiellement à la dégradation de la qualité des contacts entre barres en aluminium étamé et doigts
20 de contact. Cette dégradation, plus ou moins rapide suivant les caractéristiques des pièces de contact et l'intensité du courant qui les traverse se traduit par une augmentation progressive de la résistance de contact qui entraîne des échauffements. Ces échauffements provoquent ou accélèrent des processus d'oxydation et, peu à peu, les contacts
25 sont gravement endommagés, ce qui peut entraîner des pannes et des pertes de production.

En utilisant au contact de jeux de barres en aluminium étamé des doigts en cuivre nu ou étamé, les premiers incidents résultant de mauvais
30 contacts se produisent souvent après seulement six mois à un an d'utilisation.

Au cours des recherches effectuées dans le but de trouver une solution à ces problèmes de contact électrique sur aluminium, on a constaté que
35 l'un des facteurs essentiels du processus de dégradation de ces contacts est l'usure des couches superficielles des surfaces en appui l'une contre l'autre, usure provoquée par un mouvement vibratoire alternatif

d'origine mécanique ou électrique en liaison avec la fréquence du courant. Ce mouvement vibratoire, qui résulte des interactions entre champ et courant alternatif produit une sorte de phénomène de fretting corrosion qui a pour effet l'abrasion superficielle des couches de revêtement des conducteurs et, en particulier, de la couche d'étain qui protège l'aluminium. Il est aisé de comprendre que l'élimination au moins partielle du revêtement entraîne l'oxydation du métal sous-jacent. Cette oxydation favorise, à son tour, un échauffement de la zone de contact qui s'oxyde alors de façon accélérée. Dès qu'un tel processus est amorcé, la destruction totale du contact devient prévisible à plus ou moins brève échéance. La nouvelle méthode, qui fait l'objet de l'invention, a permis de réaliser des contacts électriques sur pièces en aluminium dont la durée de vie dans des conditions sévères de sollicitations mécaniques et thermiques est considérablement accrue. On entend par pièces en aluminium, du point de vue de l'application de la méthode qui fait l'objet de l'invention, toutes pièces en aluminium non allié utilisées comme conducteur telles que des pièces en A5, ou autres nuances d'aluminium non allié et aussi toutes pièces en alliages à base d'aluminium utilisés comme conducteurs, telles que des pièces en AGS/L ou encore en AS7G.

L'invention concerne aussi de nouveaux dispositifs de contact électrique à pression permettant d'établir et/ou de maintenir et/ou d'interrompre des circuits électriques, ces nouveaux dispositifs ayant une résistance accrue aux sollicitations mécaniques et/ou thermiques avec, pour conséquence, une beaucoup plus grande stabilité en fonction du temps.

La nouvelle méthode de réalisation de contacts électriques consiste à revêtir, au moins dans la zone de contact, la ou les pièces en aluminium d'un revêtement de nickel de grande adhérence déposé directement sur le substrat en aluminium.

Les caractéristiques tout à fait particulières d'adhérence du dépôt de nickel réalisé sans couche intermédiaire résultent de la préparation de surface effectuée sur les pièces en aluminium avant recouvrement.

Comme on le verra, cette préparation de surface permet à la fois une élimination complète de la couche oxydée et l'obtention d'une surface présentant un aspect particulier, observable au microscope électronique qui favorise l'accrochage du dépôt de nickel.

5

Il est possible d'améliorer encore la qualité du contact électrique en mettant la pièce en aluminium revêtue de nickel en contact avec une pièce revêtue d'argent dont l'âme est de l'aluminium ou du cuivre. Il est bien entendu que, pour l'application de la méthode suivant l'invention, il faut entendre par aluminium, nickel, argent ou cuivre, ces métaux à l'état non allié avec leurs impuretés habituelles, dont le niveau est variable suivant les applications et aussi les alliages à base d'aluminium, nickel, argent ou cuivre qui sont susceptibles d'être utilisés comme conducteurs électriques.

15

Comme l'ont montré les essais, la qualité remarquable des dispositifs de contact suivant l'invention, est due en premier lieu à l'efficacité de la couche de nickel qui protège l'aluminium et aussi aux propriétés particulières du couple de contact nickel/argent. On verra que d'autres métaux peuvent être substitués à l'argent, mais au prix de performances sensiblement inférieures.

20

L'une des principales difficultés qu'il a fallu vaincre pour réaliser les dispositifs suivant l'invention a été la réalisation d'un revêtement de nickel direct sur les pièces de contact en aluminium, en l'absence de toute couche intermédiaire.

25

En effet, on a constaté que, pour avoir une bonne tenue à chaud, il fallait proscrire le dépôt de couches intermédiaires de métaux tels que l'étain, le zinc, le cuivre ou le bronze qui tendent à diffuser le métal sous-jacent souvent avec formation de composés intermétalliques fragilisants. Enfin, il est souhaitable de faire appel à une méthode de dépôt électrolytique utilisant des bains stables et de composition aussi simple que possible de façon à revêtir les pièces de contact dans les meilleures conditions de prix de revient.

35

- 5 -

Le procédé électrolytique de dépôt direct de nickel qui constitue également un des objets de l'invention comporte une étape initiale de pré-dépôt temporaire de nickel, au moyen d'un bain de composition déterminée, en l'absence de courant électrique. On élimine ensuite ce
5 pré-dépôt puis on effectue, par voie électrolytique, le dépôt de la couche de revêtement définitive de nickel. Les examens microscopiques effectués au cours des différentes étapes de ce traitement ont montré que la combinaison d'un pré-dépôt de nickel par voie chimique suivi
10 d'une redissolution de ce dépôt, permettait l'obtention d'un état de surface à la fois parfaitement désoxydé et présentant un aspect particulier qui constitue une base d'accrochage exceptionnellement efficace pour le dépôt de nickel définitif qui sera ensuite effectué.

Comme on le verra effectivement ci-après, le revêtement de nickel obtenu par le procédé ainsi mis au point présente une adhérence exceptionnelle à froid et à chaud, qui permet la réalisation d'éléments de contacts particulièrement durables. En effet, le nickel présente par rapport aux autres métaux de recouvrement de l'aluminium, tels que le cuivre, le zinc ou l'étain, l'avantage d'une grande stabilité thermique.
20 C'est ainsi que la diffusion du nickel dans l'aluminium reste faible et sans inconvénient, même à des températures où l'étain et le zinc sont déjà fondus. Le nickel a également l'avantage d'être un métal beaucoup moins rare que l'étain, moins coûteux, et dont le prix n'est pas soumis à des variations spéculatives de l'ampleur de celles
25 qui frappent l'étain ou le cuivre.

Cette opération de nickelage direct peut être effectuée soit en traitement continu, soit discontinu sur des pièces qui seront utilisées ensuite pour la réalisation de tous types de contacts. Cette opération
30 comporte les étapes suivantes :

- les pièces à recouvrir, après si nécessaire un décapage, subissent un pré-dépôt sans passage de courant dans un bain fluoborique contenant du nickel. C'est une solution aqueuse contenant :

	HF	5 à 50 g/l
35	H ₃ BO ₃	10 à 60 g/l
	NiCl ₂	50 à 100 g/l

- 6 -

La température est comprise de préférence entre 20 et 50°C.

Le temps de contact est court : quelques secondes à quelques dizaines de secondes.

- le très faible dépôt de nickel ainsi réalisé est ensuite redissout.

5 par exemple au moyen d'un bain nitrofluorhydrique contenant :

HF	5 à 20 g/l
NO ₃ H	200 à 500 g/l

Il suffit de quelques minutes de contact à température comprise entre 20 et 50° C.

10 - les pièces ainsi préparées sont ensuite nickelées par une méthode électrolytique connue. On peut utiliser, par exemple, le bain de nickelage contenant :

NiCl ₂	30 g/l
Sulfamate de Ni	300 g/l
H ₃ BO ₃	30 g/l

15

La densité de courant est de 2 à 20 A/dm²

L'épaisseur de la couche de Ni est déterminée en fonction des applications. Elle sera, le plus souvent, d'environ 3 à environ 25 µm. D'autres bains peuvent aussi être utilisés. On peut, en particulier, faire
20 appel à des bains permettant le dépôt d'alliages à base de nickel.

EXEMPLE :

On a revêtu de nickel des tronçons de barres en alliage d'aluminium AGS/L de 40 x 6mm de section, destinées à la réalisation de contacts glissants par embrochement.

25 On a opéré de la façon suivante :

1/ Dégraissage alcalin par une solution aqueuse à 15 g/l de DIVERSEY 708 (marque de la Société DIVERSEY FRANCE) à une température de 60° C. durée du traitement : 5 mn.

2/ Décapage alcalin par une solution aqueuse à 50 g/l d'Aluminux (marque de DIVERSEY FRANCE) à une température de 50° C. - durée du traitement : 5 mn.
30

3/ Neutralisation fluonitrique (NO₃H : 400 g/l; HF : 15 g/l), 30 secondes.

4/ Pré-dépôt de nickel en l'absence de courant électrique au moyen

- 7 -

d'une solution aqueuse contenant :

HF	10 g/l
H ₃ BO ₃	40 g/l
NiCl ₂	400 g/l

5 Le temps de contact a été de 15 secondes à 30°C.

5/ Dissolution du dépôt de nickel au moyen d'un bain fluonitrique contenant :

NO ₃ H	400 g/l
HF	15 g/l

10 durant 3 mn à environ 20°C.

6/ Nickelage électrolytique au moyen d'une solution aqueuse contenant:

Sulfamate de	
Nickel	300 g/l
H ₃ BO ₃	30 g/l
NiCl ₂	30 g/l

L'électrolyse est effectuée entre des anodes en nickel et les barres à recouvrir. On opère à 40° C. avec une densité de courant de 3 A/dm² pendant 25 mn. La couche de Ni obtenue a une épaisseur d'environ 15 microns.

20 On a ensuite comparé la qualité de contacts par embrochements réalisés entre ces barres et des doigts de contact comportant différents revêtements, avec celle de contacts réalisés entre des barres identiques revêtues d'étain et des doigts de contact semblables. La qualité des contacts a été appréciée par un essai dit de fretting corrosion qui

25 consiste à soumettre les surfaces en contact sous pression à des microglissements alternés qui reproduisent, dans une certaine mesure, ce qui se produit dans la réalité sous l'action des forces résultant des interactions champ/courant alternatif avec des fréquences le plus souvent doubles de la fréquence de base de ce courant.

30 Les figures suivantes permettent de comprendre les conditions de l'essai effectué :

La figure 1 est une vue en élévation d'un doigt de contact.

La figure 2 est une vue en plan d'un doigt de contact

La figure 3 est une vue d'un doigt de contact fixé sur une lame support et embroché dans une barre.

La figure 4 représente un détail de la figure 3.

La figure 5 est une vue schématique en plan du dispositif d'essai.

La figure 6 est un schéma d'un dispositif de mesure de résistance de contact entre revêtement et substrat.

La figure 7 est un détail en coupe de la figure 6

5 Les figures 1 à 4 représentent un mode de réalisation d'un doigt de contact. On voit que celui-ci est constitué de deux lames élastiques, généralement appelées éclisses, (1) et (2) en cuivre ou en alliage à
10 de section. Le contact entre le doigt et le circuit d'utilisation est assuré de la même façon par pincement d'une bande (4) raccordée à ce circuit. Des ressorts (5) et (6) montés sur l'axe (7) assurent le serrage élastique de l'ensemble avec une force de serrage d'environ 1 kg. La courbure des éclisses dans la zone (8) et (9) est telle que, prati-
15 quement, le contact barres/éclisses se localise à l'extrémité de celles-ci en (9) et (10).

La figure 5 représente le dispositif d'essai de façon schématique. La barre en aluminium (10) de 40 x 6 mm de section est fixée à ses deux
20 extrémités dans les mâchoires d'une machine de traction/compression alternée, non représentée. De cette façon, la barre est soumise à des efforts alternatifs suivant l'axe XY avec une fréquence de 155 Hertz. Ces efforts se traduisent au niveau des contacts par des microglissements alternatifs comparables à ceux qui se produisent dans les ins-
tallations électriques.

25 Quatre doigts identiques à celui représenté figures 1 à 4, repérés (11) (12), (13) et (14) sont fixés par une extrémité à une pièce fixe (15) solidaire d'un socle non représenté.

30 La contrainte de traction compression appliquée à la barre est de ± 80 MPa.

Chaque essai effectué a consisté à soumettre chaque contact entre doigt et barre à 200.000 cycles de traction compression.

- 9 -

On a expérimenté 10 couples différents.

5 Les cinq premiers couples qui correspondent aux techniques pratiquées de façon habituelle pour la réalisation de contacts par embrochement concernent des contacts comportant une barre en AGS/L recouverte par dépôt électrolytique d'une couche d'étain de 17 μm d'épaisseur sur sous couche de bronze. Les doigts en cuivre sont soit nus, soit recouverts d'étain ou de nickel, ou d'alliage étain-nickel, ou d'argent.

10 Les cinq autres couples qui mettent en oeuvre la méthode suivant l'invention comportent une barre en AGS/L recouverte de 15 μm de nickel, de la façon décrite dans l'exemple et une deuxième série de 5 doigts en cuivre identiques à la première série.

15 Chacun des dix-couples ainsi définis a été expérimenté 4 fois, c'est-à-dire qu'on a utilisé pour chaque couple, 4 doigts identiques au contact de tronçons de barres en AGS/L revêtus soit de nickel, soit d'étain et la valeur du résultat a été déterminée en mesurant la surface des taches d'oxydation formées à la surface des barres après
20 200.000 cycles.

Le tableau I ci-dessous donne les résultats obtenus :

TABLEAU I

25 Revêtement du doigt en cuivre	Surface moyenne de la tache d'oxydation après essai en mm^2	
	Barre AGS/L	Barre AGS/L
	Revêtement étain	Revêtement nickel
Etain	52	50
30 Cuivre nu	48	33
Nickel	66	26
Etain nickel	34	14
Argent	23	7

35

Ces résultats montrent tout d'abord que le revêtement d'étain résiste

mal aux phénomènes de fretting corrosion. Ils montrent, par voie de conséquence, que, pour chaque groupe de deux couples comportant un doigt semblable, c'est toujours celui qui comporte la barre nickelée qui donne le meilleur résultat. Enfin, l'association d'un doigt re-

5 couvert d'argent avec une barre en AGS/L nickelée donne un résultat particulièrement remarquable et tout à fait imprévu.

Des essais complémentaires ont été effectués pour évaluer la qualité des revêtements de nickel réalisés suivant l'invention.

10

On a tout d'abord étudié l'influence d'un vieillissement à 200° C. sur la résistance électrique de contact entre la couche de nickel et le substrat. Pour cela, des tronçons de barre en AGS/L de 40 x 6 mm de section, revêtus de la façon décrite dans l'exemple d'une épaisseur

15 de 15 μm de nickel, ont été revêtus d'une couche supplémentaire de 3 μm d'argent. Ce dernier dépôt a été effectué de façon connue, par électrolyse en bain de cyanure.

Le montage utilisé pour mesurer la résistance de contact est représenté

20 té figures 6 et 7.

Deux doigts (16) et (17) en cuivre, de mêmes dimensions que ceux décrits au début de l'exemple et représentés aux figures 1 à 4, sont embrochés sur un tronçon de barre (18) en AGS/L de 40 x 6 mm de section

25 revêtu comme on vient de le dire de 15 μm de nickel + 3 μm d'argent. Chacun de ces doigts est embroché par son autre extrémité avec des barres de contact (19) et (20) qui sont reliées à une source de courant continu non représentée.

30 Le contact entre les extrémités de chacune des éclisses telles que (21) et (22) et la barre (18) est assuré au moyen de pastilles de contact en argent (23) et (24) dont les faces d'appui planes et parallèles ont la forme d'un carré de 3 x 3 mm de côté. Une des faces de chacune de ces pastilles est brasée à l'éclisse et l'autre est en appui sur la

35 surface du tronçon de barre. L'épaisseur de ces pastilles est d'environ 1 mm et la pression de serrage des éclisses de l'ordre de 1 kg.

permet d'assurer un bon contact entre chaque pastille et la surface argentée de la barre sur laquelle elle vient en appui.

La distance D entre les doigts (16) et (17) au niveau de leur contact avec la barre (18) par l'intermédiaire des pastilles d'argent est de 50 mm entre axes.

Un voltmètre enregistreur (V) est raccordé aux extrémités des éclisses au niveau des pastilles de contact. Il permet de mesurer l'évolution de la tension en fonction du temps. L'intensité du courant continu est fixée une fois pour toutes à une valeur constante de 25 ampères. On voit donc qu'on peut déduire d'une simple mesure de tension une résistance électrique globale 'R' qui est la somme des résistances de contact entre les deux doigts et la barre majorée des résistances de passage du courant à travers le tronçon de barre situé entre les deux doigts. Quant à la résistance de contact entre couche d'argent et couche de nickel, elle est pratiquement négligeable. On a constaté, à la suite d'essais d'étalonnage que, grâce à un bon ajustage des contacts entre pastilles d'argent et surface argentée de la barre, la valeur initiale de R n'est que faiblement supérieure à la somme des deux résistances de contact entre la couche de nickel et le substrat qui se trouvent en série. Une évolution de R en fonction du temps traduit donc une évolution correspondante de cette résistance de contact. Cette évolution a été étudiée au cours d'un essai de 1000 h. pendant lequel le montage décrit a été maintenu dans une enceinte à 200° C. en atmosphère d'air sec.

Les résultats suivants sont chacun la moyenne de 10 essais différents:

	Résistance initiale	: 0,12 m Ω
30	Résistance après 250 h. à 200° C.	: 0,25 m Ω
	Résistance après 500 h. à 200° C.	: 0,31 m Ω
	Résistance après 1000 h. à 200° C.	: 0,27 m Ω

On voit qu'après une légère augmentation initiale, la résistance de contact ne varie pratiquement plus en fonction du temps. Il convient de remarquer que, par comparaison, des revêtements d'étain sur alumi-

nium résistent mal à des séjours de quelques centaines d'heures à 200° C., des phénomènes de diffusion de l'étain dans la sous-couche intermédiaire puis dans l'aluminium sous-jacent se produisent rapidement.

5

Des essais de pliage à 90° ont été effectués sur des tronçons de barres en AGS/L de 40 x 6 mm de section recouverts de 15 µm de Ni, suivant norme ASTM B 571, avant et après vieillissement de 1000 h à 200° C. On n'a observé aucun décollement de la couche de nickel dans la zone de pliage. Un pliage poussé jusqu'à 180° n'a pas entraîné davantage de décollement.

10

D'autres tronçons des mêmes barres ont subi des essais d'exposition en brouillard salin pendant des durées de 100 à 400 h. suivant norme NF 41002. Au cours de ces essais, on n'a pas non plus observé de décollement de la couche de nickel.

15

On a également revêtu d'une couche de 15 µm de nickel des plaquettes en AGS/L de 64 x 72 x 2 mm suivant la méthode décrite dans l'exemple. Ces plaquettes ont ensuite été chauffées localement jusqu'à une température voisine du point de fusion de l'aluminium en 6 à 7 mn. On s'est arrangé pour obtenir sur chaque plaquette, sur une surface de l'ordre de 1 ou 2 cm², un début de fusion de l'aluminium. Après refroidissement, on a observé que la couche de nickel avait conservé toutes ses propriétés d'adhérence.

20

25

Enfin, les barres ainsi revêtues de nickel sont susceptibles de subir des traitements de brasage à relativement haute température, sans décollement de la couche de nickel. C'est ainsi qu'il est possible de raccorder par brasage au moyen d'un alliage Cd/Ag à 95 % de Cd et 5 % d'Ag des barres en AGS/L revêtues de nickel par la méthode décrite dans l'exemple. Cet alliage de brasage a un point de fusion compris entre 340° et 395° C. Il est possible aussi, au moyen du même alliage, de braser des barres en AGS/L revêtues de nickel par la méthode décrite dans l'exemple avec d'autres métaux, tels que le cuivre, l'argent ou des alliages de cuivre ou d'argent en utilisant

30

35

des flux classiques pour la mise en oeuvre de telles brasures. Ceci montre le grand avantage de ce revêtement de nickel par rapport aux revêtements usuels à base d'étain pour lesquels seules les soudures à l'étain ou à l'étain-plomb sont réalisables avec des caractéristiques mécaniques relativement médiocres.

Pour certaines applications particulières, dans le but d'améliorer encore la qualité des contacts, on peut déposer sur la couche de nickel, qui recouvre, suivant l'invention, un substrat en aluminium, une mince couche d'argent. Un tel dépôt sera réalisé par exemple par électrolyse en bain de cyanure d'argent, comme cela a été dit plus haut.

Des essais ont été faits pour étudier le comportement à l'abrasion de contacts électriques dont l'un des deux éléments de contact est en aluminium recouvert de nickel puis d'argent, l'autre élément étant un doigt en cuivre, comportant des pastilles de contact en argent brasées aux extrémités des éclisses, identique à celui qui est représenté figure 7. Ce doigt est embroché comme dans le cas qui vient d'être décrit sur un tronçon de barre en AGS/L de 40 x 6 mm de section, recouvert de 15 µm de nickel plus 3 µm d'argent de la façon décrite précédemment. Un dispositif connu permet de faire subir au tronçon de barre à la fréquence de 3.600 Cycles/h des déplacements alternés dans son plan, d'environ 6 mm d'amplitude, le doigt et, par conséquent, les pastilles de contact en argent restant fixes. La surface de contact de ces pastilles avec la barre est la même que dans l'exemple précédent, soit 9 mm² chacune. La force de serrage des deux éclisses l'une contre l'autre est également la même, soit 1 kg.

Une alimentation stabilisée de type connu reliée, d'une part au doigt et d'autre part au tronçon de barre, délivre un courant constant alternatif de 250 A qui traverse le contact entre barre et doigt. Ce courant élève la température de la barre d'environ 75° C. au-dessus de l'ambiante (soit environ 100° C. pour une température ambiante de 25° C.)

- 14 -

On a effectué une série d'essais d'usure des contacts. Au cours de chacun de ces essais, le contact barre/doigt a subi 15 à 20.000 cycles.

On a suivi l'usure des contacts résultant du cyclage, à la fois par
5 perte de masse et par variation de chute de tension.

Dans le tableau II ci-après, figurent les pertes de masse totales en mmg résultant de l'usure des contacts entre la barre et le doigt. La chute de tension au niveau de ces contacts est aussi donnée. Elle a
10 été mesurée entre l'extrémité des éclisses au niveau des pastilles de contact et la barre au voisinage immédiat de la zone de contact.

Ces résultats montrent une très faible usure des contacts, malgré de
sévères conditions de frottement, et une diminution des chutes de ten-
15 sion de contact due peut-être à une sorte de polissage des surfaces de contact.

Ce dépôt d'argent permet donc de combiner les remarquables qualités
d'une couche de nickel de grande adhérence déposée directement sur un
20 substrat en aluminium avec les qualités bien connues de l'argent pour la réalisation de contacts électriques.

TABLEAU II

25	Nombre de cycles effectués	Perte de masse totale des zones de contacts en mg.	Chute de tension entre barres (23) et (24) au niveau des contacts avec la pièce (25) en $10^{-3}V$
	0	0	34 à 37
30	5.000	4,5	28 à 35
	10.000	13	25 à 30
	15.000	22	21 à 25
	20.000	-	21 à 22

35

On voit que la nouvelle méthode qui fait l'objet de l'invention per-

met de réaliser des dispositifs de contact qui ont des caractéristiques de résistance aux sollicitations mécaniques et thermiques tout à fait remarquables qui les rendent aptes à l'emploi dans les conditions de travail les plus rigoureuses.

5

Ces dispositifs de contact peuvent faire l'objet de très nombreuses variantes qui ne sortent pas du domaine de l'invention.

10 On peut, en particulier, réaliser pour certaines applications des dispositifs dont les deux éléments de contact sont en aluminium recouvert de nickel par la méthode suivant l'invention. On peut aussi revêtir l'un au moins des éléments de contact en aluminium d'une couche d'argent déposée sur une couche de nickel.

15 On peut aussi réaliser au moyen des dispositifs suivant l'invention toutes sortes d'appareils permettant d'établir ou d'interrompre des liaisons électriques et, en particulier, des prises de courant et des interrupteurs pour usage domestique ou professionnel, et aussi certains types de contacteurs ou disjoncteurs.

20

On peut aussi réaliser des conducteurs de grande longueur revêtus de nickel d'une extrémité à l'autre afin de pouvoir réaliser des contacts statiques en n'importe quel point.

25 On peut, enfin, envisager des dispositifs suivant l'invention comportant des pièces de contact en aluminium nickelé sur lesquelles on apporte par brasage une plaquette de contact en cuivre, ou en argent, ou en un alliage ou pseudo-alliage de contact, résistant à l'impact d'arcs électriques de courte durée et aussi à l'abrasion. Il est alors possible d'utiliser de tels dispositifs pour l'établissement et la rupture
30 en charge de circuits, et aussi pour des contacts glissants tels que ceux réalisés sur les collecteurs et les bagues.

REVENDEICATIONS

1/ Méthode de réalisation de contacts électriques résistant à de fortes sollicitations mécaniques et/ou thermiques, caractérisée en ce qu'on dépose directement sur au moins une pièce en aluminium, au moins dans la zone qui participe au contact, une couche de nickel de
5 grande adhérence.

2/ Méthode suivant 1, caractérisée en ce que, dans le but de pouvoir réaliser des contacts statiques en n'importe quel point, le dépôt de nickel est effectué d'une extrémité à l'autre d'au moins un conducteur
10 de grande longueur.

3/ Dispositif permettant d'assurer une liaison électrique par contact dans lequel au moins deux pièces conductrices sont mises en contact électrique, caractérisé en ce que l'une au moins des pièces conductri-
15 ces comporte un substrat en aluminium et, au moins dans la zone qui entre en contact avec l'autre pièce, une couche de revêtement en nickel adhérent directement au substrat.

4/ Dispositif de contact suivant 3, caractérisé en ce qu'au moins une
20 pièce conductrice en aluminium revêtue de nickel est mise en contact avec une deuxième pièce conductrice revêtue, au moins dans la zone de contact, d'une couche d'argent.

5/ Dispositif de contact suivant 4, caractérisé en ce qu'il comporte
25 au moins une pièce conductrice en aluminium revêtue de nickel, celui-ci étant lui-même revêtu d'argent.

6/ Dispositif de contact suivant l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que l'une au moins des pièces conductrices est cons-
30 tituée par un conducteur en aluminium de grande longueur revêtu d'une couche de nickel adhérent directement au substrat d'une extrémité à l'autre.

7/ Dispositif suivant l'une des revendications 3 à 6, caractérisé en
35 ce que l'une au moins des pièces conductrices en aluminium est en AGS/L

- 2 -

8/ Procédé pour réaliser des dispositifs suivant l'une des revendications 3 à 7 par revêtement de nickel de pièces conductrices en aluminium au moyen d'une méthode électrolytique connue en elle-même, caractérisé en ce que l'on effectue un dépôt préalable en l'absence de courant électrique d'une mince couche de nickel qui est ensuite éliminée, avant le dépôt par voie électrolytique de la couche définitive.

9/ Procédé suivant 8, caractérisé en ce que l'on effectue, avant le pré-dépôt, un décapage des pièces à revêtir.

10

10/ Procédé suivant l'une des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que le pré-dépôt est effectué en mettant le produit en aluminium à revêtir en contact avec un bain contenant :

	HF	5 à 50 g/l
15	H ₃ BO ₃	10 à 60 g/l
	Cl ₂ Ni	100 à 500 g/l

11/ Procédé suivant l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que la couche protectrice définitive est réalisée par dépôt électrolytique à partir d'un bain contenant du sulfamate de nickel, de l'acide borique et du chlorure de nickel.

20

FIG.1

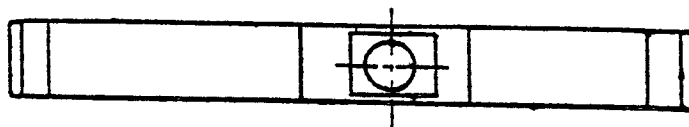


FIG.2

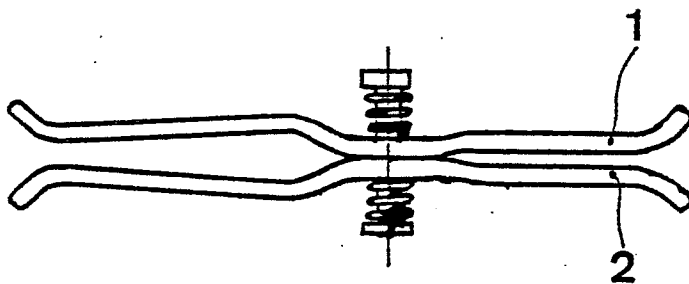


FIG.3

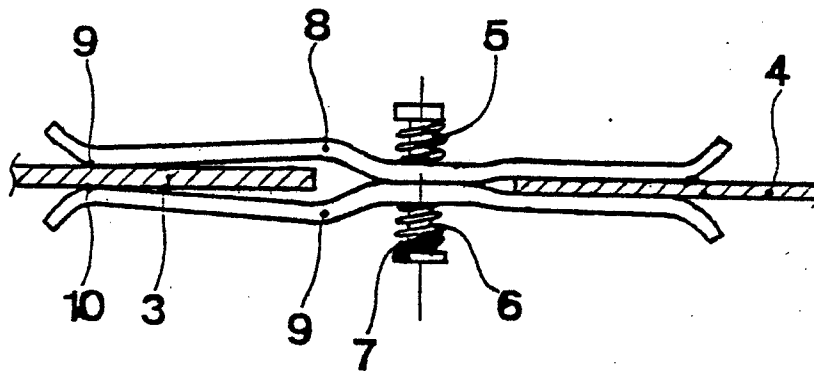


FIG.4

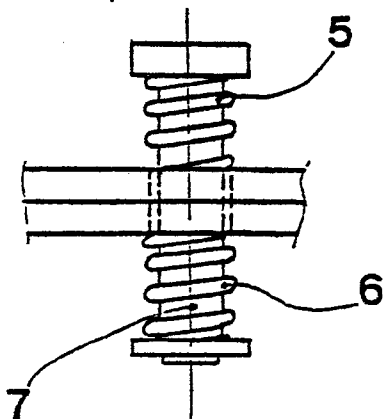
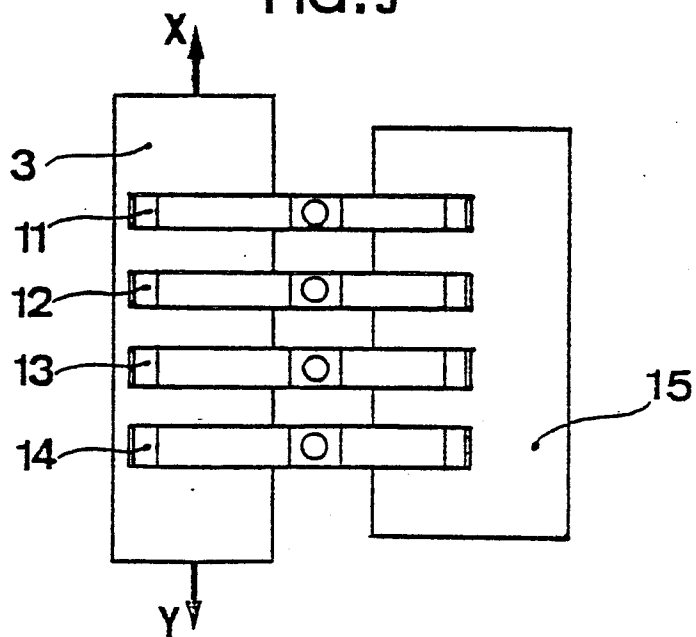


FIG.5



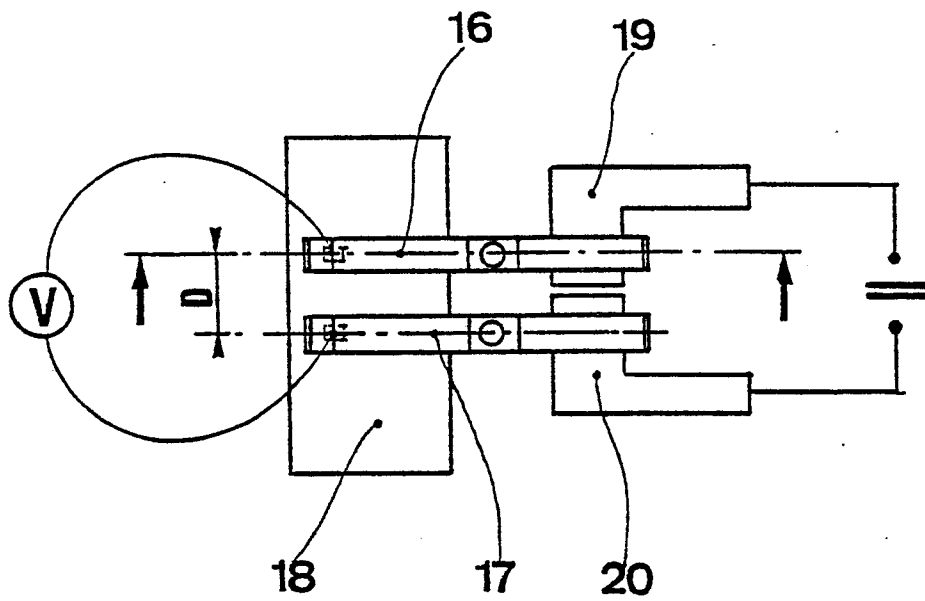


FIG. 6

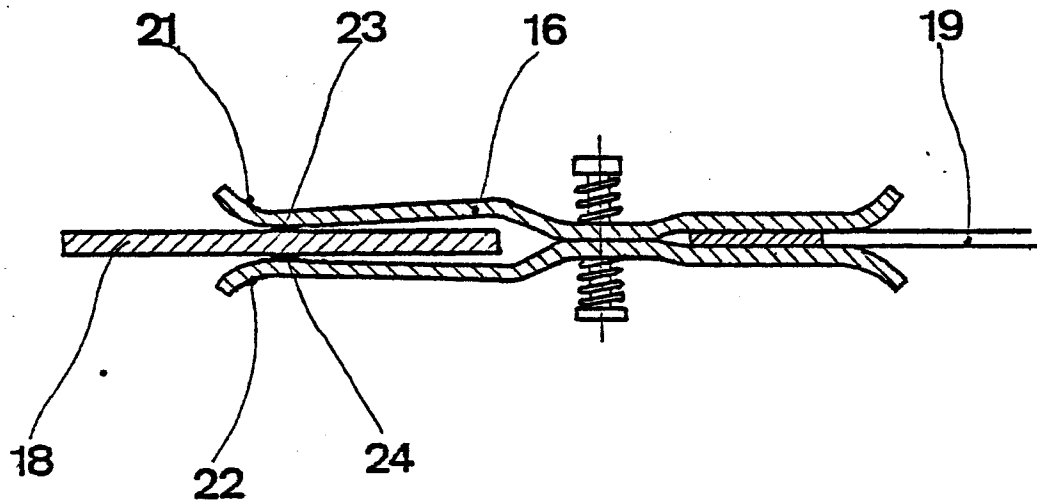


FIG. 7