

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 204 787 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

16.03.2005 Bulletin 2005/11

(21) Numéro de dépôt: **00953251.6**

(22) Date de dépôt: **18.07.2000**

(51) Int Cl.7: **C25D 5/44**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2000/002061

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2001/007685 (01.02.2001 Gazette 2001/05)

(54) **PROCEDE DE NICKELAGE EN CONTINU D'UN CONDUCTEUR EN ALUMINIUM ET DISPOSITIF
CORRESPONDANT**

VERFAHREN ZUM KONTINUIERLICHEN VERNICKELN EINES ALUMINIUM-LEITERS UND
VORRICHTUNG DAZU

METHOD FOR CONTINUOUS NICKEL-PLATING OF AN ALUMINIUM CONDUCTOR AND
CORRESPONDING DEVICE

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorité: **22.07.1999 FR 9909690**

(43) Date de publication de la demande:
15.05.2002 Bulletin 2002/20

(73) Titulaire: **ALUMINIUM PECHINEY
75218 Paris Cedex 16 (FR)**

(72) Inventeurs:
• **COLOMBIER, Gabriel**
F-38120 Saint Egreve (FR)
• **SAFRANY, Jean-Sylvestre**
F-38140 La Murette (FR)

• **LOREAU, Bernard**
F-94370 Sucy en Brie (FR)

(74) Mandataire: **Marsolais, Richard**
Péchiney,
Immeuble "SIS"
217, cours Lafayette
69451 Lyon Cedex 06 (FR)

(56) Documents cités:
DE-A- 3 822 503 **FR-A- 2 650 696**
US-A- 4 492 615 **US-A- 5 015 340**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no.**
14, 31 décembre 1998 (1998-12-31) & JP 10
237674 A (TOTOKU ELECTRIC CO LTD), 8
septembre 1998 (1998-09-08)

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne les conducteurs en aluminium ou en alliage d'aluminium nickelés. Elle concerne plus spécifiquement les procédés de nickelage des conducteurs en aluminium ou en alliage d'aluminium, ainsi que les dispositifs permettant de les mettre en oeuvre. L'invention concerne également les fils et câbles électriques à âme en aluminium ou en alliage d'aluminium comprenant au moins un conducteur nickelé.

[0002] Le mot "aluminium" s'entend au sens large de l'aluminium et ses alliages. Il en sera ainsi dans toute la suite du texte. Le mot "conducteur" désigne ici un corps électriquement conducteur, de forme allongée, dont la longueur est grande par rapport à ses dimensions transversales, tel qu'un fil, une bande, une barre ou un tube.

Etat de la technique

[0003] Les conducteurs électriques en aluminium sont largement utilisés dans le transport de l'énergie électrique. Ces conducteurs se présentent le plus souvent sous forme de barres, méplats, fils ou câbles.

[0004] Les fils et câbles électriques à âme en aluminium, qui peuvent comprendre un revêtement en matériau isolant, sont généralement obtenus à partir d'un fil "machine" coulé et laminé en continu qui est ensuite tréfilé jusqu'au diamètre souhaité. Des fils, ou brins, unitaires peuvent ensuite être assemblés pour former l'âme conductrice d'un câble.

[0005] Dans une grande partie des applications, telles que le transport et la distribution d'énergie électrique, les conducteurs en aluminium peuvent être utilisés à l'état brut, c'est-à-dire sans traitement particulier de la surface du conducteur, outre un brossage éventuel des parties du conducteur destinées à l'établissement d'un contact électrique. Pour certaines applications, cependant, il est préférable de revêtir le conducteur en aluminium d'une couche de nickel, de manière à améliorer les propriétés de contact électrique.

[0006] Selon les procédés connus de nickelage au défilé, le conducteur circule dans au moins une cuve de nickelage électrolytique. Cette cuve est munie d'une électrode de nickel qui fait fonction d'anode et qui, dans ce but, est raccordée à la borne positive d'une l'alimentation électrique. Le conducteur à traiter fait fonction de cathode vierge et, pour cela, est relié électriquement à la borne négative de cette alimentation.

[0007] Dans la demande française FR 2 526 052 (correspondant au brevet américain US 4 492 615), la demanderesse a proposé un procédé et un dispositif de nickelage électrolytique au défilé d'un conducteur en aluminium permettant d'atteindre des vitesses de défilement de 300 m/minute. Selon ce procédé, le courant électrolytique est transmis au conducteur par une prise dite de courant liquide, c'est-à-dire sans contact mécanique, ce qui évite les inconvénients des prises de courant mécaniques, notamment les arcs électriques. Plus précisément, le conducteur à revêtir circule dans une première cuve munie d'une électrode polarisée négativement, puis dans une seconde cuve munie d'une électrode polarisée positivement ; un courant électrique circule alors dans le conducteur lors de son passage dans les cuves. La première cuve contient une solution ionique aqueuse apte à transmettre le courant électrique de l'électrode au dit conducteur. La seconde cuve contient le bain de nickelage.

Problème posé

[0008] Le nickelage des conducteurs constitue toutefois une opération supplémentaire dont on cherche, à la fois, à minimiser le coût et à maximiser la productivité. Dans le cas des conducteurs sous forme de fil ou de câble, on obtient des coûts et une productivité satisfaisants en réalisant le nickelage des fils élémentaires au défilé à grande vitesse. Or, certains marchés, tels que celui de l'aéronautique, souhaitent disposer de fils d'aluminium nickelé de diamètre compris entre 0,1 et 0,5 mm, et de câbles constitués de tels fils.

[0009] La méthode selon la demande française FR 2 526 052 permet difficilement de nickeler de manière satisfaisante, et avec une grande productivité, des fils de diamètre inférieur à 1 mm. En effet, la demanderesse a constaté que la qualité du revêtement de nickel devenait insuffisante lorsque la vitesse de défilement dépassait les 20 m/minute. D'autre part, puisque toute l'intensité du courant de nickelage transite dans le conducteur à traiter, les risques de rupture du conducteur en cours de traitement augmentent de manière rédhibitoire en dessous de 1 mm de diamètre lorsque, pour une épaisseur de la couche de nickel donnée, l'on cherche à maintenir la vitesse de déroulement (et par conséquent le courant de nickelage) à une valeur élevée. Par ailleurs, cette solution impose un courant dans la première cuve égal au courant de nickelage dans la seconde cuve. Les très fortes densités surfaciques de courant atteintes entraînent une attaque importante du conducteur dans la première cuve et, par conséquent, des irrégularités de la surface du conducteur qui le rendent plus fragile. Enfin, il s'est avéré, à l'usage, que la durée de vie des bains était relativement limitée, notamment en raison de l'important courant transitant dans le premier bain et entraînant un dépôt important de précipités.

[0010] Dans la demande française FR 2 646 174 (correspondant au brevet américain US 5 015 340), la demande-

resse a proposé de résoudre certains de ces inconvénients en utilisant des bains de composition identique, l'un pour une première étape dite d'activation et l'autre pour l'étape suivante de nickelage, ce qui permet de maintenir immergé le conducteur lors du passage d'une cuve à l'autre. Cette solution permet certes d'atteindre des vitesses de défilement de l'ordre de 130 m/minute, mais elle ne permet pas de limiter l'intensité du courant d'activation aux valeurs strictement nécessaires puisqu'elle est imposée par l'intensité du courant de nickelage. Cette solution ne résout pas les problèmes liés à la prise de courant liquide.

[0011] Dans la demande française FR 2 609 292 (correspondant au brevet américain US 4 741 811), la demanderesse a également proposé de moduler la densité de courant le long du parcours du conducteur en réduisant la densité de courant dans la partie amont du bain de nickelage et/ou aval du bain dit d'activation et en réglant l'acidité du bain de nickelage à une valeur de pH comprise entre 1 et 5. Cette modulation est obtenue en pratique par l'utilisation de séries d'électrodes et d'écrans interposés entre les électrodes et le conducteur. Cette solution permet de nickeler des fils de diamètres compris entre 0,51 et 0,15 mm, à des vitesses de défilement comprises entre 25 et 50 m/minute. Toutefois, cette solution nécessite un dispositif complexe qui nécessite réglage précis des dimensions et de la position des composants, qui de surcroît peut évoluer dans le temps.

[0012] Dans la demande française FR 2 650 696, il a été proposé un procédé de revêtement en continu d'un conducteur à base d'aluminium comprenant un pré-traitement chimique de la surface du conducteur pour y créer des points d'accrochage sous forme de germes métalliques microscopiques et le dépôt d'une couche métallique sur le conducteur par électrodéposition. Le procédé et le dispositif décrits dans ce document présentent l'inconvénient de fonctionner à vitesse de défilement réduite (les temps d'immersion sont de l'ordre de 20 à 24 secondes).

[0013] La demanderesse a donc recherché des moyens pour obtenir des conducteurs d'aluminium nickelé de diamètre inférieur à 1 mm qui évitent les inconvénients de l'art antérieur tout en maintenant une rentabilité et une productivité acceptables, avec des coûts d'investissement le plus bas possible.

Description de l'invention

[0014] L'invention a pour objet un procédé de nickelage en continu (ou "au défilé") d'un conducteur en aluminium.

[0015] Plus précisément, le procédé de nickelage au défilé d'un conducteur en aluminium ou en alliage d'aluminium selon l'invention comprend une étape de pré-traitement P apte à favoriser l'adhérence de la couche de nickel et une étape de nickelage électrolytique N, et est caractérisé en ce que ledit pré-traitement P est réalisé par voie électrolytique et est également apte à conférer au dit conducteur des propriétés de contact suffisantes pour permettre un contact électrique mécanique et en ce que le courant de nickelage est transmis au dit conducteur par l'intermédiaire d'un contact électrique mécanique sur la partie du conducteur issue de l'étape de pré-traitement.

[0016] L'étape de nickelage électrolytique N permet de former, par électrodéposition, une couche de nickel uniforme sur ledit conducteur.

[0017] La demanderesse a constaté, de manière inattendue, que, grâce à l'opération de pré-traitement, il était possible d'utiliser des contacts mécaniques sur des conducteurs de très faible diamètre et de faire transiter toute l'intensité de nickelage dans le conducteur par ces contacts (appelés aussi "prises de courant"). Elle a de surplus observé que, de manière surprenante, cette solution permettait d'atteindre des vitesses de défilement nettement supérieures à 20 m/minute, comme le met en évidence l'exemple présenté plus loin.

[0018] L'invention a aussi pour objet un dispositif de nickelage en continu (ou "au défilé") d'un conducteur en aluminium.

[0019] Même si l'invention concerne principalement les conducteurs en aluminium destinés aux applications électriques, elle s'applique également aux conducteurs en aluminium destinés à des usages non électriques, tels que des usages thermiques (qui exploitent la conductivité thermique élevée de l'aluminium, comme un échangeur thermique) ou, éventuellement, des usages essentiellement mécaniques.

[0020] L'invention peut également être appliquée au nickelage de produits en aluminium, tels que des fils, des bandes ou des tubes en aluminium, destinés à être brasés. En particulier, l'invention a pour objet l'utilisation du procédé ou du dispositif selon l'invention pour le nickelage d'un produit en aluminium de manière à permettre un brasage de celui-ci. La couche de nickel, avec une épaisseur typiquement de l'ordre de 1 μ m, peut permettre la formation d'un joint brasé satisfaisant sans avoir recours à un flux de brasage spécifique. L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un produit assemblé, caractérisé en ce qu'il comprend l'utilisation d'un produit en aluminium nickelé selon l'invention. Ledit procédé de fabrication comprend éventuellement une opération de brasage dudit produit en aluminium nickelé.

Description des figures

[0021]

La figure 1 illustre schématiquement un premier mode de réalisation préféré du procédé nickelage au défilé selon l'invention. Dans ce mode de réalisation, l'étape de pré-traitement P est effectuée par voie électrolytique et est réalisée avec des moyens de contact mécanique communs à ceux de l'étape de nickelage N.

La figure 2 illustre schématiquement un deuxième mode de réalisation préféré de l'invention selon lequel l'étape de pré-traitement P est configurée en prise de courant liquide.

La figure 3 illustre un moyen de contact mécanique selon l'invention comprenant une ou plusieurs roues.

La figure 4 illustre un autre moyen de contact selon l'invention comprenant trois roues.

Description détaillée de l'invention

[0022] Le procédé de nickelage au défilé d'au moins un conducteur (1) en aluminium ou en alliage d'aluminium selon l'invention comprend une étape de pré-traitement P apte à favoriser l'adhérence d'une couche de nickel et une étape de nickelage électrolytique N dans laquelle ladite couche de nickel est déposée sur ledit conducteur par l'action d'un courant dit de nickelage ($I_n = I_1$), et est caractérisé en ce que ledit pré-traitement P est réalisé par voie électrolytique et est également apte à conférer au dit conducteur (1) des propriétés de contact suffisantes pour permettre un contact électrique mécanique et en ce que le courant de nickelage ($I_n = I_1$) est transmis au dit conducteur par l'intermédiaire d'un contact électrique mécanique (7), de préférence immergé dans un liquide (14), sur la partie (6) du conducteur (1) issue de l'étape de pré-traitement P.

Ledit contact mécanique (7) comprend de préférence au moins un moyen de contact mécanique par roulement (70) qui comporte typiquement au moins une roue à gorge ou une réa.

[0023] Les propriétés de contact sont suffisantes lorsqu'il est possible de faire transiter toute l'intensité du courant de nickelage par le contact mécanique sans endommager le conducteur. Typiquement, le contact mécanique doit permettre de faire transiter un courant de nickelage de l'ordre de 5 A pour un fil de 0,15 mm de diamètre lorsque la vitesse de défilement est de 50 m/minute.

[0024] Le contact électrique mécanique peut être réalisé, par exemple, à l'aide de roulettes, galets, contacts frottants ou de brosses.

[0025] La composition du bain de nickelage est avantageusement la suivante : 300 ± 30 g/l de $\text{Ni}(\text{NH}_2\text{SO}_3)_2$ (sulfamate), 30 ± 5 g/l de $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 30 ± 5 g/l de H_3BO_3 .

[0026] Le dispositif de nickelage au défilé d'au moins un conducteur en aluminium ou en alliage d'aluminium (ou "ligne de traitement") selon l'invention comprend une cuve de nickelage (30) comprenant un bac (2) apte à contenir un bain de nickelage (4) et au moins une électrode (3) contenant du nickel, dite anode, au moins une alimentation électrique (5) pour appliquer une tension électrique (V_1) entre la, ou chaque, électrode et ledit conducteur, et des moyens (21, 22) pour faire défiler le, ou chaque, conducteur (1) dans le bain de nickelage (4), et est caractérisé en ce qu'il comprend aussi au moins une cuve de pré-traitement électrolytique (40, 41, 42) comprenant un bac (17, 43, 46) apte à contenir un bain de pré-traitement (16, 44, 47), et des moyens pour faire défiler le, ou chaque, conducteur dans le bain de pré-traitement (16, 44, 47), et en ce qu'il comprend des moyens de contact mécaniques (7, 13, 14) pour appliquer ladite tension électrique sur la partie (6) du, ou de chaque, dit conducteur (1) issue de l'étape de pré-traitement P. Typiquement, le conducteur à l'état brut (10), provenant d'au moins un premier dérouleur (22), transite successivement dans les bains de traitement (40, 41, 42, 30) et s'enroule, à l'état nickelé (11), sur au moins un deuxième dérouleur (21).

[0027] L'étape de pré-traitement est choisie pour conférer au conducteur des propriétés de contact suffisantes pour permettre un contact électrique mécanique sur celui-ci.

[0028] L'étape de pré-traitement P est réalisée par voie électrolytique, ce qui permet de maîtriser plus facilement le pré-traitement en fonction des conditions de fonctionnement de la ligne de traitement. La cuve de pré-traitement (40) est munie d'au moins une électrode (15) et le dispositif comprend une alimentation électrique (8) destinée au pré-traitement. La tension électrique V_2 délivrée par cette alimentation peut être alternative, continue ou pulsée, ou une combinaison de celles-ci. La prise de courant sur le conducteur est réalisée par un contact mécanique placé en aval de la cuve de pré-traitement (40). Cette prise de courant mécanique est avantageusement commune à celle de l'étape de nickelage, tel qu'illustré à la figure 1, ce qui permet de simplifier le dispositif sans entraîner une surcharge des moyens de contact mécanique (7, 13, 14) car l'intensité du courant de pré-traitement (I_2) est généralement nettement inférieure à l'intensité du courant de nickelage (I_1).

[0029] Selon une première variante de l'invention, l'étape de pré-traitement P comprend une activation A dans un bain fortement acide ou alcalin qui permette, notamment, une dissolution rapide des oxydes de surface. L'activation est réalisée dans une cuve d'activation (40, 42) comprenant un bac (17, 46) apte à contenir le bain d'activation (16, 47), dans lequel défile le conducteur (1). Lorsque l'étape d'activation est réalisée par voie électrolytique, la cuve d'activation (40, 42) comprend également au moins une électrode (15, 48) et le dispositif comprend une alimentation électrique (8) destinée à cette activation. La tension électrique V_2 délivrée par cette alimentation peut être alternative, continue ou pulsée, ou une combinaison de celles-ci.

[0030] Selon une deuxième variante de l'invention, l'étape de pré-traitement P comprend, outre une étape d'activation A pour dissoudre notamment les oxydes présents en surface du conducteur (1), une étape de pré-nickelage PN permettant de revêtir le conducteur d'aluminium (1) d'un dépôt de nickel "primaire". Le courant de nickelage (I_1) est alors transmis au dit conducteur par l'intermédiaire de moyens de contact mécanique (7, 13, 14) sur la partie (6) du conducteur (1) revêtue dudit dépôt de nickel primaire.

[0031] Le terme "dépôt de nickel primaire" s'entend d'une couche de nickel, qui se présente sous forme de nodules, dont l'épaisseur équivalente est nettement inférieure à l'épaisseur visée de la couche finale. Il a été trouvé préférable de viser une épaisseur équivalente qui est, en moyenne, inférieure à environ 0,1 de l'épaisseur finale. Typiquement, l'épaisseur de la couche finale étant de 1 μm environ, on visera une épaisseur équivalente de la couche de pré-nickelage inférieure à 0,1 μm environ.

[0032] Le pré-nickelage est réalisé dans une cuve (40, 41) comprenant un bac (17, 43) apte à contenir le bain de pré-nickelage (16, 44), dans lequel défile le conducteur (1). Le bain de pré-nickelage (16, 44) contient un sel de nickel de manière à revêtir le conducteur d'aluminium d'un dépôt de nickel primaire lorsque le conducteur défile dans ce bain.

[0033] L'étape de pré-nickelage est de préférence réalisée par voie électrolytique, ce qui permet de maîtriser plus facilement l'épaisseur de la couche en fonction des conditions de fonctionnement de la ligne de traitement. Dans ce cas la cuve de pré-nickelage (40, 41) est munie d'au moins une électrode (15, 45) contenant du nickel et le dispositif comprend une alimentation électrique (8) destinée au pré-nickelage. La tension électrique V_2 délivrée par cette alimentation peut être alternative, continue ou pulsée, ou une combinaison de celles-ci.

[0034] Avantageusement, l'étape de pré-nickelage PN est, en tout ou partie, combinée à l'étape d'activation A, ce qui permet de simplifier considérablement le dispositif. Dans une variante préférée de ce mode de réalisation, les étapes de pré-nickelage et d'activation sont réalisées de manière conjointe avec une prise de courant liquide.

[0035] La figure 2 illustre un dispositif qui permet de mettre en oeuvre cette variante de l'invention. Ce dispositif comprend une cuve d'activation électrolytique (42) et une cuve de pré-nickelage électrolytique (41), de préférence proches l'une de l'autre et éventuellement adjacentes, une première alimentation électrique (8) commune à ces deux cuves, une cuve de nickelage électrolytique (30), une seconde alimentation électrique (5) et des moyens de contact mécanique (7, 13, 14) sur la partie (6) du conducteur (1) située entre la cuve de pré-nickelage (41) et la cuve de nickelage (30).

[0036] La première alimentation électrique (8) est, de préférence, en courant continu, éventuellement modulé ou pulsé ; la borne positive est raccordée à au moins une électrode (45) immergée, en tout ou partie, dans le bain de pré-nickelage (44) et la borne négative est raccordée à au moins une électrode (48) immergée, en tout ou partie, dans le bain d'activation (47). Le courant transite dans le conducteur (1) par un effet de prise de courant liquide. Ainsi, la même alimentation électrique (8) est utilisée pour l'activation et le pré-nickelage.

[0037] La deuxième alimentation électrique (5) est en courant continu, éventuellement modulé ou pulsé ; la borne positive est raccordée à au moins une électrode (3) contenant du nickel immergée, en tout ou partie, dans le bain de nickelage (4) et la borne négative est raccordée sur la partie (6) du conducteur (1) située entre la cuve de pré-nickelage (41) et la cuve de nickelage (30) par l'intermédiaire de moyens de contact mécanique (7, 13, 14).

[0038] Pour la variante illustrée à la figure 2, il a été trouvé avantageux d'utiliser la composition suivante pour les bains d'activation et de pré-nickelage : 125 ± 15 g/l de chlorure de nickel ($\text{NiCl}_2, 6 \text{H}_2\text{O}$), $12,5 \pm 2$ g/l d'acide orthoborique et 6 ± 2 ml/l d'acide fluorhydrique.

[0039] Les étapes de pré-nickelage PN et d'activation A peuvent être réalisées de manière simultanée, dans un même bain (40) et avec des électrodes (15) communes (et ayant la même polarisation), tel qu'illustré à la figure 1. Dans ce cas, l'étape de pré-traitement opère une double fonction d'activation et de pré-nickelage. Le bain d'activation/pré-nickelage (16) est alors apte à opérer les deux traitements, par exemple en ayant une composition mixte qui permet à la fois une activation satisfaisante et un pré-nickelage suffisant. La demanderesse a constaté qu'il était possible de réaliser efficacement ces deux fonctions à l'aide d'un bain unique. La composition suivante a donné d'excellents résultats : 125 ± 15 g/l de chlorure de nickel ($\text{NiCl}_2, 6 \text{H}_2\text{O}$), $12,5 \pm 2$ g/l d'acide orthoborique et 6 ± 2 ml/l d'acide fluorhydrique.

[0040] Dans cette variante, la première alimentation électrique (8) est en courant continu, éventuellement modulé ou pulsé, la borne positive étant raccordée au conducteur (1) par l'intermédiaire du contact mécanique (7) et la borne négative étant raccordée à au moins une électrode (15) immergée, en tout ou partie, dans ledit bain d'activation/pré-nickelage (16). La deuxième alimentation électrique (5) est en courant continu, éventuellement modulé ou pulsé ; la

borne positive est raccordée à une électrode (3) contenant du nickel immergée, en tout ou partie, dans le bain de nickelage (4) et la borne négative est raccordée sur la partie (6) du conducteur (1) située entre la cuve d'activation/pré-nickelage (40) et la cuve de nickelage (30) par l'intermédiaire des moyens de contact mécanique (7, 13, 14), de préférence communs à ceux de la première alimentation (8).

[0041] Pour les conducteurs de très faible section, notamment pour les fils de diamètre inférieur à 0,2 mm, il est préférable que le contact mécanique soit immergé dans un liquide (14) tel que de l'eau ou une solution neutre, de manière à éviter la fusion du conducteur au droit du contact mécanique. Dans ce but, le dispositif peut comprendre un bac intermédiaire (13), généralement de petites dimensions, contenant le liquide (14) et le contact mécanique (7). Le liquide (14) peut éventuellement être refroidi.

[0042] La demanderesse a également noté que, afin d'atteindre des vitesses de défilement élevées, il était préférable d'utiliser des moyens de contact mécanique qui limitent le plus possible le frottement entre ceux-ci et le conducteur car un coefficient de frottement élevé peut conduire à la fusion du conducteur même lorsque le contact électrique est immergé dans un liquide. Il a été trouvé particulièrement avantageux d'utiliser des contacts mécaniques comprenant au moins une roue, de préférence à gorge, en particulier tel qu'illustré aux figures 3 et 4. L'utilisation de roues de contact permet notamment d'éviter les problèmes d'étincelage et de dégradation de la surface du conducteur après pré-traitement.

[0043] Pour le traitement de deux ou plusieurs conducteurs en parallèle (traitement "en nappe"), le contact mécanique peut comprendre plusieurs roues parallèles tournant autour d'un axe commun (tel qu'illustré à la figure 3).

[0044] Le moyen de contact mécanique par roulement (70) illustré à la figure 3, qui correspond à un mode de réalisation préféré de l'invention, comprend une ou plusieurs roues (71) tournant autour d'un essieu (73) dont l'axe central (75) est sensiblement perpendiculaire aux dites roues (71). La (ou chaque) roue (71) est de préférence pourvue d'une gorge (74) dans laquelle s'appuie le conducteur (6), ce qui permet notamment d'éviter les variations de position de celui-ci. Le courant électrique transite de l'essieu (73) au conducteur (6) par l'intermédiaire de la roue (71). L'ensemble essieu-roue(s) (70) peut être immergé dans un liquide (14). Le moyen de contact (70) peut comprendre une bague (72), typiquement en graphite, pour faciliter le roulement des roues (71) autour de l'essieu (73) et améliorer le contact électrique. Cette dernière variante permet également d'éviter le recours à un roulement à billes. Dans les essais de la demanderesse, les roues (71) étaient en cuivre (éventuellement nickelé) et l'essieu (73) était en acier inoxydable.

[0045] Le moyen de contact mécanique illustré à la figure 4, qui correspond également à un mode de réalisation préféré de l'invention, comprend un ensemble d'au moins trois roues (701, 702, 703) qui coopèrent pour assurer un contact électrique satisfaisant sur le (ou chaque) conducteur (6). De préférence, chaque conducteur comprend de tels moyens lorsque plusieurs conducteurs sont traités simultanément. Au moins un desdits moyens de contacts mécaniques (7, 13, 14) comprend un tel moyen de contact. Chaque roue tourne autour d'un axe propre (731, 732, 733) et exerce un effort (F1, F2, F3) sur le conducteur. En pratique, il est suffisant d'ajuster l'effort exercé sur le conducteur en ne déplaçant que la roue centrale (702). Les trois roues peuvent être immergées dans un liquide (14).

[0046] La température des différents bains est généralement choisie de manière à ce que la conductivité ionique et la réactivité des bains soient suffisantes. Typiquement, la température des bains est comprise entre 45 et 60°C.

[0047] Le procédé selon l'invention peut comprendre des étapes complémentaires, telles qu'un rasage et/ou un dégraissage éventuels du conducteur à l'état brut (10) avant l'étape d'activation et/ou de pré-nickelage.

[0048] Le conducteur est typiquement en un alliage AA 1370, le AA 1110 ou le AA 6101 selon la nomenclature de l'Aluminium Association.

[0049] Le procédé de fabrication d'un câble électrique en aluminium peut comprendre une opération de nickelage selon l'invention d'au moins un des fils élémentaires.

[0050] Selon une autre variante de l'invention, plusieurs conducteurs sont traités simultanément, notamment dans les bains de pré-traitement et de nickelage. Dans ce but, on peut, par exemple, disposer deux ou plusieurs conducteurs en parallèle, lesquels conducteurs peuvent passer simultanément d'une cuve à la suivante à l'aide de moyens de défilement individuels pour chaque conducteur ou communs à l'ensemble des conducteurs. En d'autres termes, le dispositif comprend des moyens pour faire défiler simultanément deux ou plusieurs conducteurs dans au moins une desdites cuves de traitement. Par exemple, des nappes de conducteurs provenant d'une série de dérouleurs distincts circulent en parallèle dans lesdits bains et, après traitement, s'enroulent sur une série d'enrouleurs distincts. Les moyens de contact (7, 13, 14) sur la partie des conducteurs (6) issue de l'étape de pré-traitement peuvent être, en tout ou partie, communs à ceux-ci ; par exemple, lesdits moyens peuvent comprendre une bande en matériau carboné qui peut être mise en contact avec l'ensemble des conducteurs d'une nappe.

[0051] Le ou les conducteurs peuvent défiler horizontalement, verticalement ou avec un certain angle par rapport à l'horizontale.

Exemple

[0052] Des essais ont été réalisés, sur les fils d'un diamètre de 0,20 mm, selon l'art antérieur et selon l'invention.

[0053] Dans les essais correspondant à l'art antérieur, les courants d'activation et de nickelage étaient de même intensité et provenaient d'une alimentation commune configurée en prise de courant liquide (tel que décrit dans la demande FR 2 646 174) ; des écrans avaient été interposés entre les électrodes de nickel et le fil (tel que décrit dans la demande FR 2 609 292). Les bains d'activation et de nickelage avaient la même composition, à savoir : 125 ± 15 g/l de chlorure de nickel ($\text{NiCl}_2, 6 \text{ H}_2\text{O}$), $12,5 \pm 2$ g/l d'acide orthoborique et 6 ± 2 ml/l d'acide fluorhydrique.

[0054] Les essais selon l'invention ont été réalisés à l'aide d'un dispositif similaire à celui de la figure 2. Les électrodes (48) de la cuve d'activation (42) étaient en graphite et les électrodes (45) de la cuve de pré-nickelage (41) étaient en nickel. Les bains d'activation et de pré-nickelage avaient la composition suivante : 125 ± 15 g/l de chlorure de nickel ($\text{NiCl}_2, 6 \text{ H}_2\text{O}$), $12,5 \pm 2$ g/l d'acide orthoborique et 6 ± 2 ml/l d'acide fluorhydrique. Le bain de nickelage avait la composition suivante : 300 ± 30 g/l de $\text{Ni}(\text{NH}_2\text{SO}_3)_2$ (sulfamate), 30 ± 5 g/l de $\text{NiCl}_2, 6\text{H}_2\text{O}$, 30 ± 5 g/l de H_3BO_3 .

[0055] Le tableau I ci-dessous regroupe les principaux paramètres de traitement utilisés dans ces essais et certaines caractéristiques des fils traités. La résistance de contact a été mesurée à l'aide d'une méthode dite de "fil en croix", sous une intensité de 0,1 mA et avec une force d'appui de 0,2 N. L'adhérence de la couche de nickel sur le fil a été mesurée par un enroulement du fil sur son propre diamètre ; elle est considérée comme étant excellente si la couche de nickel suit uniformément la déformation du fil sans se détacher de la surface.

Tableau I

	Art antérieur	Invention
Vitesse de défilement (m/min)	50	80
Intensité du courant d'activation-nickelage (A)	12,5	sans objet
Intensité du courant de pré-traitement (A)	sans objet	3-10
Intensité du courant de nickelage (A)	sans objet	15-30
Epaisseur moyenne du dépôt (μm)	0,8	0,8
Résistance de contact moyenne ($\text{m}\Omega$)	15	15
Adhérence du dépôt	excellente	excellente

[0056] Dans les essais selon l'art antérieur, il n'a pas été possible d'effectuer le traitement à une vitesse de défilement aussi élevée que 80 m/min. En effet, à une vitesse aussi élevée, on observait une "brûlure" du dépôt, c'est-à-dire un dépôt noir non-adhérent provoqué par une densité de courant trop importante dans l'étape d'activation.

[0057] La couche de pré-nickelage obtenue par voie électrolytique se présentait sous forme de nodules qui ne recouvraient pas toute la surface du conducteur. La demanderesse a observé qu'il n'était pas nécessaire que ledit dépôt de nickel primaire (ou "couche de pré-nickelage") soit uniforme ou qu'elle revête entièrement la surface du conducteur ; il s'est avéré suffisant d'atteindre un taux de recouvrement équivalent correspondant à environ 0,1 de l'épaisseur finale de la couche de nickel. La demanderesse a émis l'hypothèse qu'un tel taux de recouvrement confère une qualité de contact électrique suffisante pour permettre la transmission par contact mécanique de fortes intensités de courant de nickelage sans dégrader la surface du conducteur et assure une adhérence élevée de la couche de nickel finale. Ainsi, le terme "dépôt de nickel primaire", s'entend d'une couche de nickel dont l'épaisseur est typiquement, en moyenne, de 0,1 μm environ.

[0058] La couche de nickel obtenue selon l'invention présente donc une grande adhérence et une faible résistance de contact électrique.

Avantages

[0059] L'invention permet de nickeler efficacement, et avec une grande productivité, des fils de différents diamètres. Elle permet notamment un ajustement aisé des paramètres de traitement aux conditions de production, grâce au découplage entre les étapes de pré-traitement et de nickelage. Il est en particulier possible d'ajuster indépendamment l'intensité des courants de pré-traitement et de nickelage, et notamment d'imposer une intensité de courant faible dans l'étape de pré-traitement et élevée dans l'étape de nickelage.

[0060] L'invention permet de bénéficier des avantages des prises de courant mécaniques, notamment la possibilité de faire transiter de fortes intensités, et d'en éviter les inconvénients, notamment la propension à former des arcs électriques qui peuvent endommager la surface du conducteur.

[0061] La faible intensité du courant de pré-traitement requise selon l'invention conduit à un enrichissement en aluminium nettement plus lent du bain de pré-traitement, ce qui permet de réduire considérablement la fréquence de remplacement de ce bain. La faible intensité du courant de pré-traitement limite aussi la dissolution du métal et, en

conséquence, la formation de rugosités sur la surface du fil. En d'autres termes, l'étape de pré-traitement selon l'invention permet également de conférer à la surface du conducteur une rugosité définie pour obtenir des propriétés mécaniques optimales.

5

Revendications

1. Procédé de nickelage au défilé d'au moins un conducteur (1) en aluminium ou en alliage d'aluminium comprenant une étape de pré-traitement (P) apte à favoriser l'adhérence d'une couche de nickel et une étape de nickelage électrolytique (N) dans laquelle ladite couche de nickel est déposée sur ledit conducteur par l'action d'un courant dit de nickelage ($I_n = I_1$), et **caractérisé en ce que** ledit pré-traitement (P) est réalisé par voie électrolytique et est également apte à conférer au dit conducteur (1) des propriétés de contact suffisantes pour permettre un contact électrique mécanique et **en ce que** le courant de nickelage I_n est transmis au dit conducteur par l'intermédiaire d'un contact électrique mécanique (7) sur la partie (6) du conducteur (1) issue de l'étape de pré-traitement (P).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'étape de pré-traitement (P) comprend une activation (A) dans un bain fortement acide ou alcalin qui permette, notamment, une dissolution rapide des oxydes de surface.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'étape de pré-traitement (P) comprend une étape de pré-nickelage (PN) permettant de revêtir le conducteur en aluminium ou en alliage d'aluminium (1) d'un dépôt de nickel primaire.
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'étape de pré-traitement (P) comprend une activation (A) dans un bain (47) fortement acide ou alcalin qui permette, notamment, une dissolution rapide des oxydes de surface et une étape de pré-nickelage (PN) dans un bain de pré-nickelage (44) qui permette de revêtir le conducteur en aluminium ou en alliage d'aluminium (1) d'un dépôt de nickel primaire, et **en ce que** les étapes de pré-nickelage (PN) et d'activation (A) sont réalisées de manière conjointe, par voie électrolytique, avec une prise de courant liquide.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le bain d'activation (47) et le bain de pré-nickelage (44) ont sensiblement la même composition.
6. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'étape de pré-traitement (P) comprend une activation (A) dans un bain fortement acide ou alcalin qui permette, notamment, une dissolution rapide des oxydes de surface et une étape de pré-nickelage (PN) qui permette de revêtir le conducteur en aluminium ou en alliage d'aluminium (1) d'un dépôt de nickel primaire, et **en ce que** les étapes de pré-nickelage (PN) et d'activation (A) sont réalisées simultanément dans un même bain (16).
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, **caractérisé en ce que** ledit dépôt de nickel primaire a une épaisseur moyenne équivalente, inférieure à environ $0,1 \mu\text{m}$.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le contact mécanique (7) est immergé dans un liquide (14), éventuellement refroidi, tel que de l'eau ou dans une solution neutre.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** ledit contact mécanique (7) comprend au moins un moyen de contact mécanique par roulement (70).
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** plusieurs conducteurs sont traités simultanément.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le conducteur (1) est en un alliage d'aluminium choisi parmi le AA 1370, le AA 1110 ou le AA 6101 selon la nomenclature de l'Aluminium Association.
12. Procédé de fabrication d'un câble électrique en aluminium ou en alliage d'aluminium comprenant une opération de nickelage d'au moins un des fils élémentaires selon le procédé de nickelage de l'une quelconque des revendications 1 à 11.

13. Dispositif de nickelage au défilé d'au moins un conducteur (1) en aluminium ou en alliage d'aluminium pour mettre en oeuvre le procédé de nickelage selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, ledit dispositif comprenant une cuve de nickelage (30) comprenant un bac (2) apte à contenir un bain de nickelage (4) et au moins une électrode (3), dite anode, contenant du nickel, au moins une alimentation électrique (5) pour appliquer une tension électrique (V_1) entre la, ou chaque, électrode (3) et ledit conducteur (1), et des moyens (21, 22) pour faire défiler le conducteur (1) dans le bain de nickelage (4), ledit dispositif étant **caractérisé en ce qu'il** comprend aussi au moins une cuve de pré-traitement électrolytique (40, 41, 42) comprenant un bac (17, 43, 46) apte à contenir un bain de pré-traitement (16, 44, 47), et des moyens pour faire défiler le, ou chaque, conducteur (1) dans le bain de pré-traitement (16, 44, 47), et **en ce qu'il** comprend des moyens de contact mécaniques (7, 13, 14) pour appliquer ladite tension sur la partie (6) du, ou de chaque, dit conducteur (1) issue de l'étape de pré-traitement (P).
14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en que la, ou chaque, cuve de pré-traitement (40, 41, 42) est munie d'au moins une électrode (15, 45, 48) et en ce que le dispositif comprend au moins une alimentation électrique (8) pour le pré-traitement (P).
15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en que la tension électrique des alimentation de nickelage (5) et de pré-traitement (8) est appliquée au conducteur (1) par l'intermédiaire des mêmes dits moyens de contact mécaniques (7, 13, 14).
16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, **caractérisé en ce que** les moyens de contact mécanique (7, 13, 14) comprennent un bac (13) apte à contenir un liquide (14) permettant d'immerger le contact mécanique (7).
17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 16, **caractérisé en ce qu'il** comprend une cuve d'activation (42) comprenant un bac (46) apte à contenir un bain d'activation (47) et au moins une électrode (48), **en ce qu'il** comprend une cuve de pré-nickelage (41) comprenant un bac (43) apte à contenir un bain de pré-nickelage (44) et au moins une électrode (45), et **en ce qu'il** comprend au moins une alimentation électrique (8) commune pour l'activation (A) et le pré-nickelage (PN).
18. Dispositif selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** l'alimentation électrique des cuves d'activation (42) et de pré-nickelage (41) est configurée en prise de courant liquide par l'intermédiaire du conducteur (1).
19. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 18, **caractérisé en ce qu'il** permet le nickelage de plusieurs conducteurs simultanément.
20. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 18, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens pour faire défiler simultanément deux ou plusieurs conducteurs dans au moins une desdites cuves de traitement.
21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 20, **caractérisé en ce que** les dits moyens de contact mécanique (7, 13, 14) comprennent au moins un moyen de contact mécanique par roulement (70).
22. Dispositif selon la revendication 21, **caractérisé en ce que** le, ou chaque, moyen de contact mécanique par roulement comprend une ou plusieurs roues (71) tournant autour d'un essieu (73) dont l'axe central (75) est sensiblement perpendiculaire aux dites roues (71).
23. Dispositif selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** la, ou chaque, roue (71) comprend une bague (72), typiquement en graphite, pour faciliter le roulement des roues (71) autour de l'essieu (73) et améliorer le contact électrique.
24. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 21 à 23, caractérisé en ce au moins un desdits moyens de contacts mécanique (7, 13, 14) comprend un ensemble d'au moins trois roues (701, 702, 703) qui coopèrent pour assurer un contact électrique sur le conducteur (6).
25. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 22 à 24, **caractérisé en ce que** la ou chaque roue est pourvue d'une gorge.
26. Utilisation du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 ou du dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 25 pour le nickelage d'un produit en aluminium ou en alliage d'aluminium, tel qu'une bande

ou un tube en aluminium ou en alliage d'aluminium, de manière à permettre un brasage dudit produit.

Patentansprüche

1. Verfahren zum kontinuierlichen Vernickeln mindestens eines Leiters (1) aus Aluminium oder Aluminiumlegierung, umfassend einen Vorbehandlungsschritt (P), der geeignet ist, das Haftvermögen einer Nickelschicht zu begünstigen, und einen elektrolytischen Vernickelungsschritt (N), bei dem die Nickelschicht durch die Einwirkung eines sogenannten Vernickelungsstroms ($I_n = I_1$) auf den Leiter abgeschieden wird, und **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorbehandlung (P) auf elektrolytischem Wege durchgeführt wird und außerdem dazu geeignet ist, dem Leiter (1) ausreichende Kontakteigenschaften zu verleihen, um einen mechanischen elektrischen Kontakt zu ermöglichen, und dass der Vernickelungsstrom I_n über einen mechanischen elektrischen Kontakt (7) auf dem aus dem Vorbehandlungsschritt (P) hervorgegangen Teil (6) des Leiters (1) auf den Leiter übertragen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorbehandlungsschritt (P) eine Aktivierung (A) in einem stark sauren oder alkalischen Bad umfasst, die insbesondere eine schnelle Lösung der Oberflächenoxide ermöglicht.
3. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorbehandlungsschritt (P) einen Vorvernickelungsschritt (PN) umfasst, der es ermöglicht, den Leiter aus Aluminium oder Aluminiumlegierung (1) mit einer Nickelgrundierung zu überziehen.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorbehandlungsschritt (P) eine Aktivierung (A) in einem stark sauren oder alkalischen Bad (47) umfasst, die insbesondere eine schnelle Lösung der Oberflächenoxide ermöglicht, sowie einen Vorvernickelungsschritt (PN) in einem Vorvernickelungsbad (44), der es ermöglicht, den Leiter aus Aluminium oder Aluminiumlegierung (1) mit einer Nickelgrundierung zu überziehen, und dass der Vorvernickelungs- (PN) und der Aktivierungsschritt (A) auf elektrolytischem Wege mit einer flüssigen Stromabnahme gemeinsam durchgeführt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aktivierungsbad (47) und das Vorvernickelungsbad (44) im wesentlichen die gleiche Zusammensetzung haben.
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorbehandlungsschritt (P) eine Aktivierung (A) in einem stark sauren oder alkalischen Bad umfasst, die insbesondere eine schnelle Lösung der Oberflächenoxide ermöglicht, sowie einen Vorvernickelungsschritt (PN), der es ermöglicht, den Leiter aus Aluminium oder Aluminiumlegierung (1) mit einer Nickelgrundierung zu überziehen, und dass der Vorvernickelungs- (PN) und der Aktivierungsschritt (A) gleichzeitig in demselben Bad (16) durchgeführt werden.
7. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nickelgrundierung eine mittlere Äquivalentdicke von weniger als etwa 0,1 μm hat.
8. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mechanische Kontakt (7) in eine eventuell gekühlte Flüssigkeit (14) wie Wasser oder in eine neutrale Lösung eingetaucht wird.
9. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mechanische Kontakt (7) mindestens ein rollendes mechanisches Kontaktmittel (70) aufweist.
10. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Leiter gleichzeitig behandelt werden.
11. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (1) aus einer Aluminiumlegierung besteht, gewählt unter AA 1370, AA 1110 oder AA 6101 gemäß der Nomenklatur der Aluminium Association.
12. Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kabels aus Aluminium oder Aluminiumlegierung, umfassend eine Vernickelung mindestens eines der Teildrähte gemäß dem Vernickelungsverfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 11.

13. Vorrichtung zum kontinuierlichen Vernickeln mindestens eines Leiters (1) aus Aluminium oder Aluminiumlegierung zur Durchführung des Vernickelungsverfahrens nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 12, welche Vorrichtung einen Vernickelungsbehälter (30) mit einem Gefäß (2) zur Aufnahme eines Vernickelungsbades (4) und mindestens einer Elektrode (3), der Anode, die Nickel enthält, mindestens eine Stromzuführung (5) zum Anlegen einer elektrischen Spannung (V_1) zwischen der bzw. jeder Elektrode (3) und dem Leiter (1) sowie Mittel (21, 22) aufweist, um den Leiter (1) kontinuierlich durch das Vernickelungsbad (4) zu führen, wobei die Vorrichtung **dadurch gekennzeichnet ist, dass** sie außerdem einen Behälter zur elektrolytischen Vorbehandlung (40, 41, 42) mit einem Gefäß (17, 43, 46) zur Aufnahme eines Vorbehandlungsbades (16, 44, 47) sowie Mittel aufweist, um den bzw. jeden Leiter (1) kontinuierlich durch das Vorbehandlungsbad (16, 44, 47) zu führen, und dass sie mechanische Kontaktmittel (7, 13, 14) aufweist, um die Spannung an den aus dem Vorbehandlungsschritt (P) hervorgegangenen Teil (6) des bzw. jedes Leiters (1) zu legen.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bzw. jeder Vorbehandlungsbehälter (40, 41, 42) mit mindestens einer Elektrode (15, 45, 48) versehen ist und dass die Vorrichtung mindestens eine Stromzuführung (8) für die Vorbehandlung (P) aufweist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Spannung der Vernickelungs- (5) und Vorbehandlungsstromzuführung (8) über dieselben mechanischen Kontaktmittel (7, 13, 14) an den Leiter (1) gelegt wird.
16. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mechanischen Kontaktmittel (7, 13, 14) ein Gefäß (13) zur Aufnahme einer Flüssigkeit (14) aufweisen, in welche der mechanische Kontakt (7) eintauchen kann.
17. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Aktivierungsbehälter (42) mit einem Gefäß (46) zur Aufnahme eines Aktivierungsbades (47) und mindestens einer Elektrode (48) aufweist, dass sie einen Vorvernickelungsbehälter (41) mit einem Gefäß (43) zur Aufnahme eines Vorvernickelungsbades (44) und mindestens einer Elektrode (45) aufweist und dass sie mindestens eine gemeinsame Stromzuführung (8) für die Aktivierung (A) und die Vorvernickelung (PN) aufweist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromzuführung für den Aktivierungs- (42) und Vorvernickelungsbehälter (41) als flüssige Stromabnahme über den Leiter (1) ausgestaltet ist.
19. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie die Vernickelung mehrerer Leiter gleichzeitig ermöglicht.
20. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Mittel aufweist, um zwei oder mehrere Leiter gleichzeitig durch mindestens einen der Behandlungsbehälter zu führen.
21. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 13 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mechanischen Kontaktmittel (7, 13, 14) mindestens ein rollendes mechanisches Kontaktmittel (70) aufweisen.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das bzw. jedes rollende mechanische Kontaktmittel ein oder mehrere Räder (71) aufweist, die sich um eine Radachse (73) drehen, deren Mittelachse (75) im wesentlichen quer zu den Rädern (71) verläuft.
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das bzw. jedes Rad (71) einen Ring (72) aufweist, typischerweise aus Graphit, um das Drehen der Räder (71) um die Radachse (73) zu erleichtern und den elektrischen Kontakt zu verbessern.
24. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 21 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eins der mechanischen Kontaktmittel (7, 13, 14) eine Anordnung aus mindestens 3 Rädern (701, 702, 703) aufweist, welche zusammenwirken, um einen elektrischen Kontakt auf dem Leiter (6) zu gewährleisten.
25. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 22 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** das bzw. jedes Rad mit einer Rille versehen ist.
26. Verwendung des Verfahrens nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 12 bzw. der Vorrichtung nach irgendeinem

der Ansprüche 13 bis 25 zur Vernickelung eines Erzeugnisses aus Aluminium oder Aluminiumlegierung, wie z. B. eines Bandes oder eines Rohrs aus Aluminium oder Aluminiumlegierung, um ein Lötten des Erzeugnisses zu ermöglichen.

Claims

1. Continuous nickel plating process of at least one aluminium or aluminium alloy conductor (1) comprising a pre-treatment step (P) that improves the adherence of a nickel coat, and an electrolytic nickel plating step (N) in which the said nickel coat is deposited on the said conductor by the action of a nickel plating current ($I_n = I_1$), and **characterized in that** the said pre-treatment step (P) is done electrolytically and also makes the contact properties of the said conductor (1) sufficient to enable a mechanical electrical contact and **in that** the nickel plating current I_n is transmitted to the said conductor through a mechanical electrical contact (7) on the part (6) of the conductor (1) output from the pre-treatment step (P).
2. Process according to claim 1, **characterized in that** the pre-treatment step (P) comprises an activation (A) in a strongly acid or alkaline bath, that in particular enables fast dissolution of surface oxides.
3. Process according to any one of claims 1 or 2, **characterized in that** the pre-treatment step (P) comprises a pre-nickel plating step (PN) to coat the aluminium or aluminium alloy conductor (1) with a primary nickel deposit.
4. Process according to claim 1, **characterized in that** the pre-treatment step (P) comprises an activation (A) in a strongly acid or alkaline bath (47), which in particular enables fast dissolution of surface oxides, and a pre-nickel plating step (PN) in a pre-nickel plating bath (44) that coats the aluminium or aluminium alloy conductor (1) with a primary nickel deposit, and **in that** the pre-nickel plating step (PN) and the activation step (A) are done jointly and electrolytically, with a liquid current connection.
5. Process according to claim 4, **characterized in that** the compositions of the activation bath (47) and the pre-nickel plating bath (44) are approximately the same.
6. Process according to claim 1, **characterized in that** the pre-treatment step (P) comprises an activation (A) in a strongly acid or alkaline bath that in particular enables fast dissolution of surface oxides, and a pre-nickel plating step (PN) in which the aluminium or aluminium alloy conductor (1) is coated with a primary nickel deposit, and **in that** the pre-nickel plating step (PN) and the activation step (A) are done simultaneously in the same bath (16).
7. Process according to any one of claims 3 to 6, **characterized in that** the equivalent average thickness of the said primary nickel deposit is less than about 0.1 μm .
8. Process according to any one of claims 1 to 7, **characterized in that** the mechanical contact (7) is immersed in a liquid (14), possibly cooled, such as water or a neutral solution.
9. Process according to any one of claims 1 to 8, **characterized in that** the said mechanical contact (7) comprises at least one mechanical rolling contact means (70).
10. Process according to any one of claims 1 to 9, **characterized in that** several conductors are treated simultaneously.
11. Process according to any one of claims 1 to 10, **characterized in that** the conductor (1) is made of an aluminium alloy chosen from among AA 1370, AA 1110 and AA 6101 according to the nomenclature of the Aluminum Association.
12. Manufacturing process for an aluminium or aluminium alloy electrical cable comprising a nickel plating operation on at least one of the elementary wires using the nickel plating process according to any one of claims 1 to 11.
13. Continuous nickel plating device for at least one aluminium or aluminium alloy conductor (1) to implement the nickel plating process according to any one of claims 1 to 12, the said device comprising a nickel plating tank (30) comprising a receptacle (2) that can contain the nickel plating bath (4) and at least one electrode (3) called the anode, containing nickel, at least one electrical power supply (5) to apply an electrical voltage (V_1) between the electrode (3), or each electrode, and the said conductor (1), and means (21, 22) of moving the conductor (1) in

the nickel plating bath (4), the said device being **characterized in that** it also comprises at least one electrolytic pre-treatment tank (40, 41, 42) comprising a receptacle (17, 43, 46) that may contain a pre-treatment bath (16, 44, 47) and means of moving the conductor (1), or each conductor, in the pre-treatment bath (16, 44, 47) and **in that** it comprises mechanical contact means (7, 13, 14) of applying the said voltage on the part (6) of the conductor (1), or each conductor, output from the pre-treatment step (P).

14. Device according to claim 13, **characterized in that** the pre-treatment tank (40, 41, 42), or each pre-treatment tank, is provided with at least one electrode (15, 45, 48) and **in that** the device comprises at least one electrical power supply (8) for the pre-treatment (P).

15. Device according to claim 14, **characterized in that** the voltage of the electrical power supplies for the nickel plating (5) and the pre-treatment (8) is applied to the conductor (1) through the same mechanical contact means (7, 13, 14).

16. Device according to any one of claims 13 to 15, **characterized in that** the mechanical contact means (7, 13, 14) comprise a tank (13) that may contain a liquid (14) in which the mechanical contact (7) is immersed.

17. Device according to any one of claims 13 to 16, **characterized in that** it comprises an activation tank (42) comprising a receptacle (46) that may contain an activation bath (47) and at least one electrode (48), **in that** it comprises a pre-nickel plating tank (41) comprising a receptacle (43) that may contain a pre-nickel plating bath (44) and at least one electrode (45), and **in that** it comprises at least one common electrical power supply (8) for activation (A) and pre-nickel plating (PN).

18. Device according to claim 17, **characterized in that** the electrical power supply of the activation tank (42) and the pre-nickel plating tank (41) is configured as a liquid current connection through the conductor (1).

19. Device according to any one of claims 13 to 18, **characterized in that** it can be used for nickel plating of several conductors simultaneously.

20. Device according to any one of claims 13 to 18, **characterized in that** it comprises means of advancing two or more conductors simultaneously in at least one of the said treatment tanks.

21. Device according to any one of claims 13 to 20, **characterized in that** the said mechanical contact means (7, 13, 14) comprise at least one mechanical rolling contact means (70).

22. Device according to claim 21, **characterized in that** the mechanical rolling contact means, or each of these means, comprises one or several wheels (71) rotating about an axle (73) whose central axis (75) is approximately perpendicular to the said wheels (71).

23. Device according to claim 22, **characterized in that** the wheel (71), or each wheel, comprises a ring (72) typically made of graphite, to make it easier for the wheels (71) to rotate around the axle (73) and to improve the electrical contact.

24. Device according to any one of claims 21 to 23, **characterized in that** at least one of the said mechanical contact means (7, 13, 14) comprises a set of at least three wheels (701, 702, 703) that work together to make an electrical contact on the conductor (6).

25. Device according to any one of claims 22 to 24, **characterized in that** the wheel, or each wheel, is grooved.

26. Use of the process according to any one of claims 1 to 12, or the device according to any one of claims 13 to 25, for nickel plating of an aluminium or aluminium alloy product such as an aluminium or aluminium alloy strip or tube, to enable brazing of the said product.

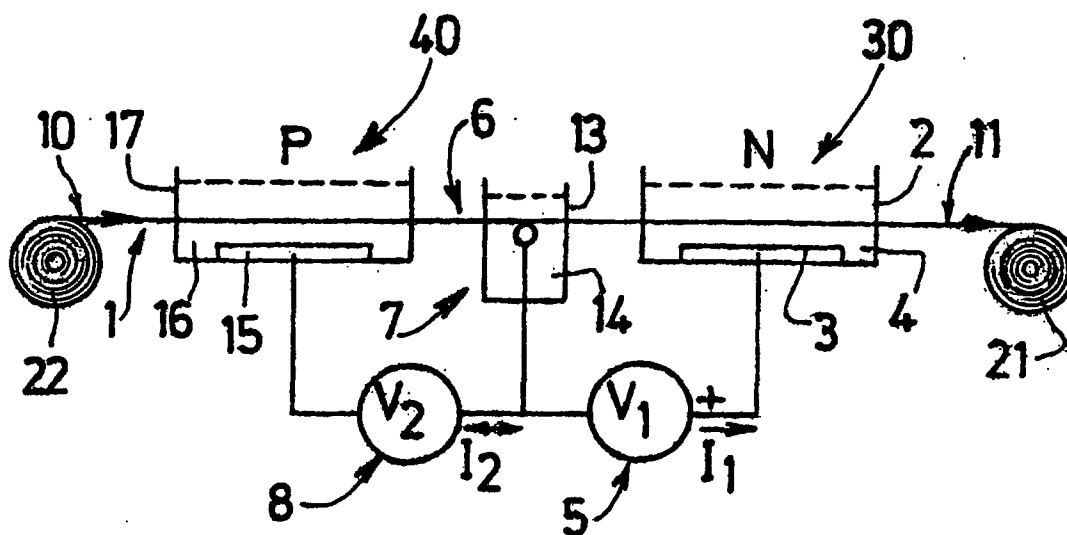


FIG.1

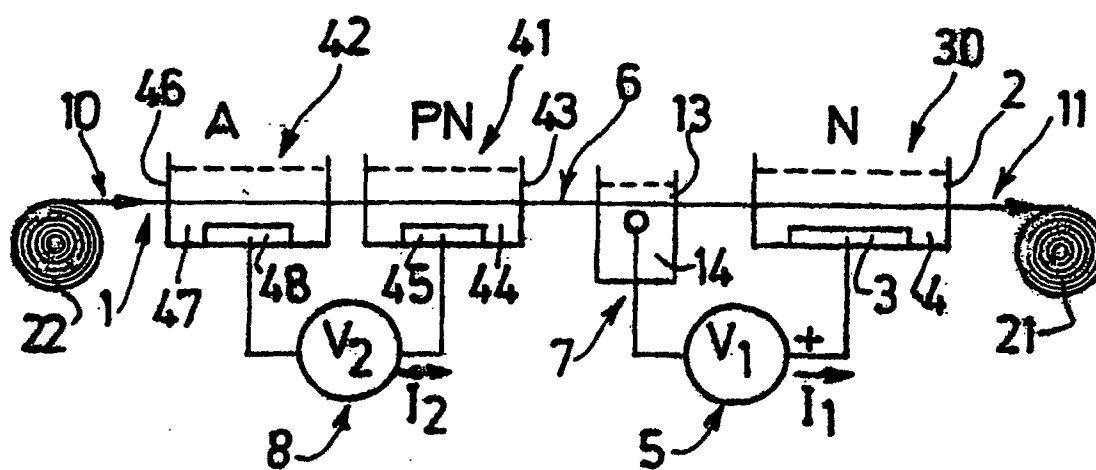
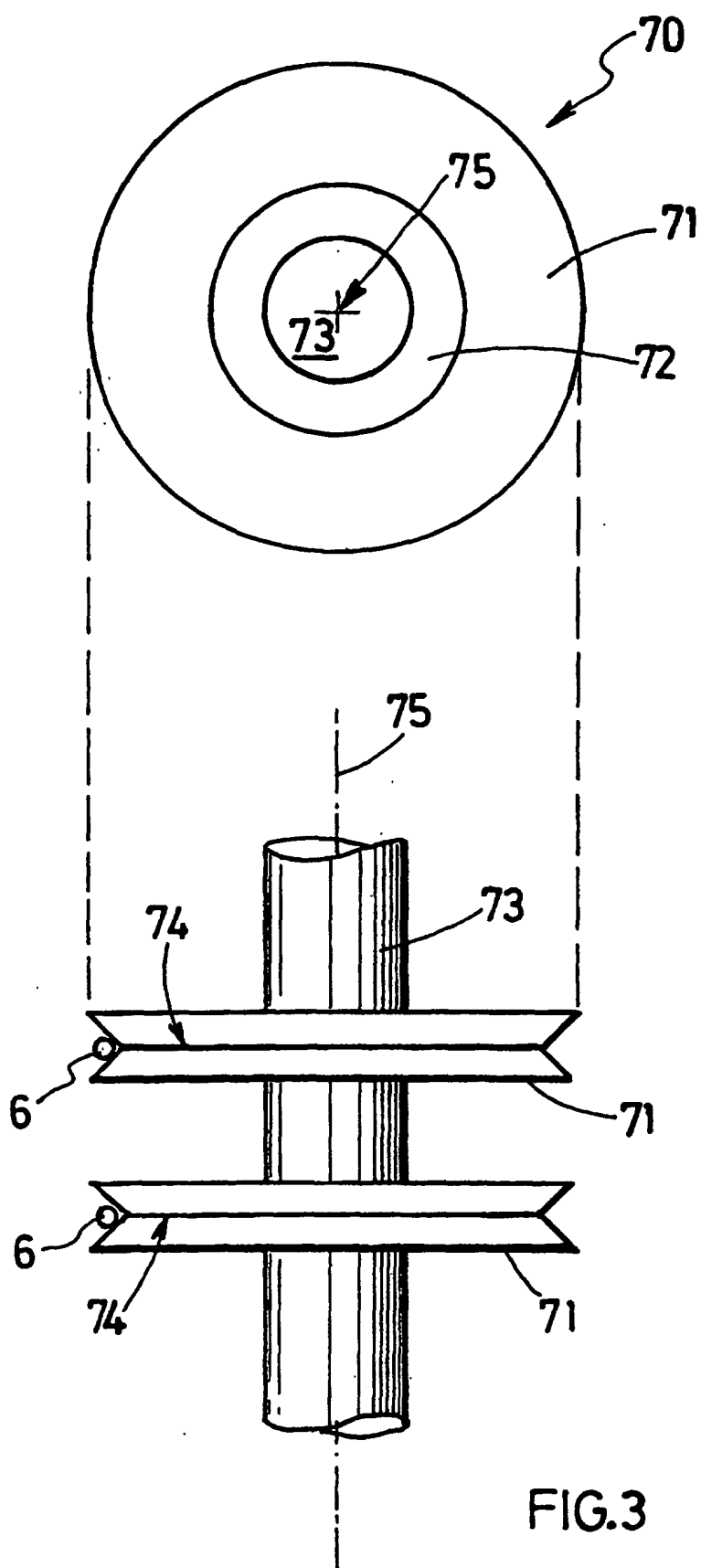


FIG.2



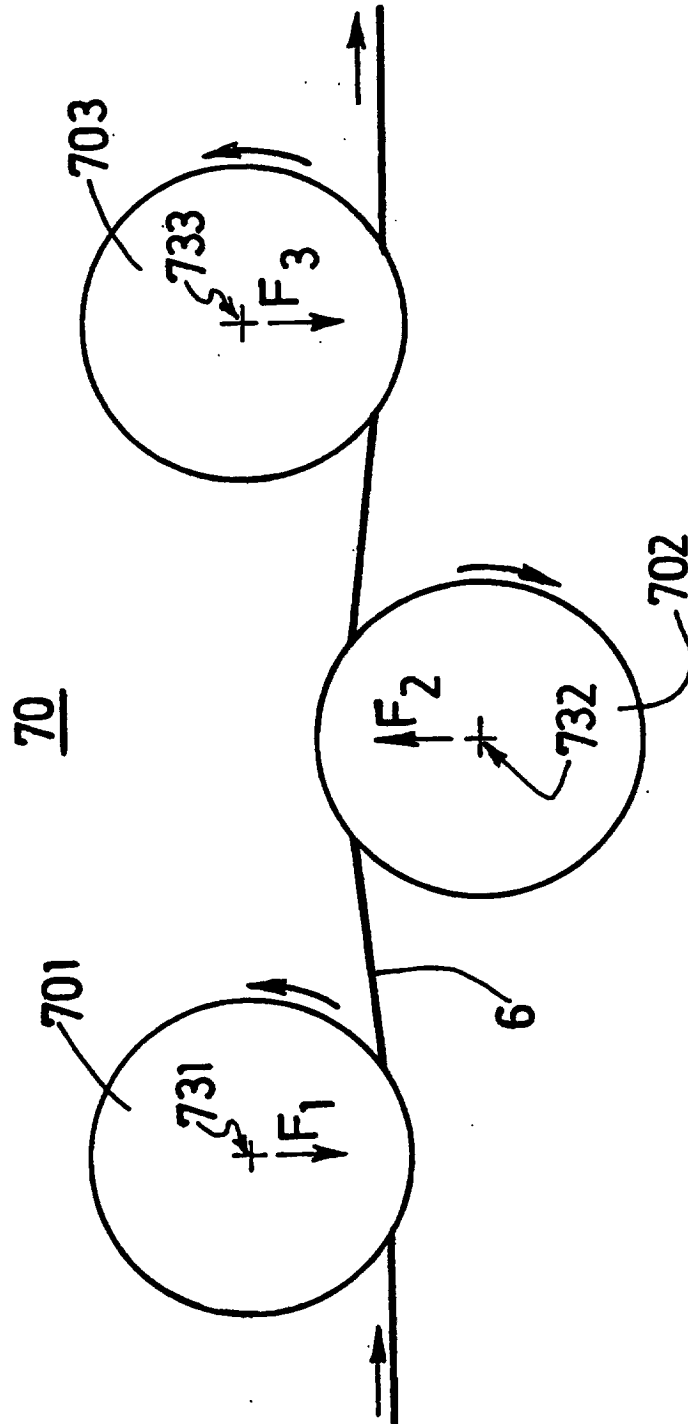


FIG.4