

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 201 779 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**08.03.2006 Patentblatt 2006/10**

(51) Int Cl.:  
**C22C 21/02** <sup>(2006.01)</sup> **C22C 21/08** <sup>(2006.01)</sup>  
**H01B 1/02** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **00811003.3**

(22) Anmeldetag: **27.10.2000**

### (54) Verfahren zur Herstellung von einem elektrischen Leiter aus einer Aluminiumlegierung

Process for producing an electrical conductor in aluminium alloy

Procédé de production d'un conducteur électrique en alliage d'aluminium

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU NL  
PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**SI**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.05.2002 Patentblatt 2002/18**

(73) Patentinhaber: **Alcan Technology & Management  
AG**  
**8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)**

(72) Erfinder:  
• **Herrmann, Stephan**  
**78224 Singen-Bohlingen (DE)**  
• **Gold, Ernst**  
**78239 Rielasingen-Worblingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A-98/01591** **CH-A- 535 285**  
**FR-A- 2 053 838** **FR-A- 2 148 200**  
**FR-A- 2 179 515** **FR-A- 2 286 886**  
**GB-A- 1 511 087** **GB-A- 2 096 172**  
**US-A- 4 065 326** **US-A- 4 151 896**  
**US-A- 4 405 385**

- **EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG:**  
**"Aluminium und Aluminiumlegierungen -**  
**Chemische Zusammensetzung und Form von**  
**Halbzeug - Teil 3 : Chemische**  
**Zusammensetzung" EUROPÄISCHE NORM -**  
**EUROPEAN STANDARD - NORME**  
**EUROPEENNE, DIN EN 573-3, Dezember 1994**  
**(1994-12), Seiten 1-12, XP000942072**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 1 201 779 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Leiters aus einer Aluminiumlegierung vom Typ AlMgSi mit hoher Stromtragfähigkeit.

**[0002]** Es ist bekannt, für den Antrieb elektrischer Bahnen, Kabinentaxis, Laufkrane und dgl. Stromschienen zu verwenden, wenn Freileitungen ausser Betracht fallen. Unter den Stromschienen haben sich vor allem Stromschienen aus einem Aluminiumprofil mit einer Edelstahlaufledge als Lauffläche für Stromschleifschuhe durchgesetzt.

**[0003]** Eine wirtschaftliche Herstellung von sogenannten Verbundstromschienen erfolgt im Strangpressverfahren. In der Schweisskammer des Strangpresswerkzeuges entsteht unter dem Einfluss von Druck und Temperatur eine metallische Bindung zwischen dem Aluminiumprofil und der Edelstahlaufledge.

**[0004]** Für Anwendungen von Strangpressprofilen aus Aluminium als Stromschienen in der Elektrotechnik ist die elektrische Leitfähigkeit der eingesetzten Legierung von Bedeutung. Dies gilt selbstverständlich auch für Verbundstromschienen aus stranggepresstem Aluminium mit Edelstahlaufledge.

**[0005]** Kenngrösse von Stromschienen ist die Stromtragfähigkeit. Diese hängt im wesentlichen vom elektrischen Widerstand pro Längeneinheit ab. Der elektrische Widerstand pro Längeneinheit ergibt sich als Produkt des spezifischen elektrischen Widerstandes multipliziert mit der Leiterlänge dividiert durch den Querschnitt des Aluminiumprofils. Aus dieser Beziehung ergibt sich, dass bei gegebenem Aluminiumprofilquerschnitt dann eine höhere Stromtragfähigkeit bzw. reduzierte elektrische Verlustleistungen erreicht werden können, wenn ein Werkstoff mit verbesserten Leitwerten eingesetzt wird. Andererseits kann durch den Einsatz von Aluminiumlegierungen mit optimierten Leitwerten versucht werden, bei gleichen elektrischen Eigenschaften des Produktes den Querschnitt des Aluminiumprofils, das Aluminiumgewicht sowie in der Folge die Materialkosten zu reduzieren.

**[0006]** Bei der werkstoff- und fertigungsseitigen Optimierung von Strangpresslegierungen für die Elektrotechnik ist grundsätzlich ein Zielkonflikt zwischen mechanischen und elektrischen Eigenschaften zu berücksichtigen. So ist generell festzustellen, dass die Verbesserung elektrotechnischer Eigenschaften die Einschränkung mechanischer Werte wie beispielsweise der Zugfestigkeit, Streckgrenze und Werkstoffhärte zur Folge hat.

**[0007]** Nach DIN EN 573-3 sind für Anwendungen in der Elektrotechnik hauptsächlich folgende Legierungen und Legierungszusammensetzungen bekannt:

| Bezeichnung | EN AW 6101B | EN AW 6060  | EN AW 6063 |
|-------------|-------------|-------------|------------|
| Silizium    | 0,30 - 0,6  | 0,30 - 0,6  | 0,20 - 0,6 |
| Eisen       | 0,10 - 0,30 | 0,10 - 0,30 | 0,35       |
| Kupfer      | 0,05        | 0,10        | 0,10       |
| Mangan      | 0,05        | 0,10        | 0,10       |
| Magnesium   | 0,35 - 0,6  | 0,35 - 0,6  | 0,45 - 0,9 |
| Chrom       | -           | 0,05        | 0,10       |
| Zink        | 0,10        | 0,15        | 0,10       |
| Titan       | -           | 0,10        | 0,10       |
| Weitere     |             |             |            |
| - einzeln   | 0,03        | 0,05        | 0,05       |
| - insgesamt | 0,10        | 0,15        | 0,15       |

**[0008]** Aus GB-A-2 096 172, US-A-4 405 385, US-A-4 065 326 und GB-A-1 511 087 sind Verfahren zur Herstellung elektrischer Leiter aus einer Aluminiumlegierung vom Typ AlMgSi in der Form gezogener Drähte bekannt. Die auf Enddicke gezogenen Drähte werden warm ausgelagert. Als Beispiele für Warmauslagerungsbedingungen sind genannt: 10 Stunden bei 145°C, 5 Stunden bei 164°C, 7 Stunden bei 155°C und 1 bis 12 Stunden bei 220° bis 280°C.

**[0009]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen elektrischen Leiter aus einer Aluminiumlegierung mit hoher Stromtragfähigkeit bei gleichzeitig hoher mechanischer Festigkeit zu schaffen. Insbesondere soll der elektrische Leiter die folgenden Minimalanforderungen erfüllen:

|                 |                    |         |
|-----------------|--------------------|---------|
| Zugfestigkeit   | R <sub>m</sub>     | 220 MPa |
| 0,2% Dehngrenze | R <sub>p</sub> 0,2 | 200 MPa |
| Dehnung         | A <sub>5</sub>     | 10%     |

Tabelle fortgesetzt

Brinethärte HB 75  
elektr. Leitfähigkeit  $\chi$  32 MS/m

[0010] Zur erfindungsgemässen Lösung der Aufgabe führt ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1.

[0011] Der überalterte Zustand T7 kann generell durch eine Wärmebehandlung in einem Temperaturbereich von 160 bis 230 °C während einer Zeitdauer von 5 bis 30 h erreicht werden. Im allgemeinen strebt man aus Produktivitätsgründen jedoch eine Minimierung der Glühdauer an.

[0012] Erfindungsgemäss erfolgt die Warmauslagerung hingegen in einem Temperaturbereich von 165 bis 175°C während 19 bis 21 h.

[0013] Das Profil kann an der Strangpresse beispielsweise mit Wasser abgeschreckt werden.

[0014] Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet für den erfindungsgemässen elektrischen Leiter sind stranggepresste Strom- bzw. Verbundstromschienen.

[0015] Die Vorzüge des erfindungsgemässen elektrischen Leiters gegenüber Leitern nach dem Stand der Technik ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels.

[0016] In der nachfolgenden Tabelle sind die an einem erfindungsgemässen Leiter im Werkstoffzustand T7 gemessenen Kennwerte verschiedenen Leitern nach dem Stand der Technik aus den Legierungen EN AW 6101B T6/T7. EN AW 6060 T66 sowie EN AW 6063 T6 nach DIN EN 573-3 und Eigenschaften nach DIN EN 755-2 gegenübergestellt. Der erfindungsgemässe Werkstoffzustand T7 wurde durch eine Glühung bei 170°C während 20 h eingestellt

| Werkstoff   | Zustand | Rm [MPa] | Rp0,2 [MPa] | $\chi$ [MS/m] 20°C |
|-------------|---------|----------|-------------|--------------------|
| EN AW 6101B | T6      | min.215  | min. 160    | min. 30            |
| ENAW6101B   | T7      | min. 170 | min. 120    | min. 32            |
| EN AW 6060  | T66     | min. 215 | min. 160    | (min. 30)          |
| EN AW 6063  | T6      | min. 215 | min. 170    | (min. 30)          |
| Erfindung   | T7      | min. 220 | min. 200    | min. 32            |

[0017] Zusätzlich wurden beim erfindungsgemässen Leiter noch die folgenden Kennwerte ermittelt: A513,7%, HB=78.

[0018] Die bei vergleichbaren Festigkeitswerten erhöhte Leitfähigkeit des erfindungsgemässen Leiters ist ohne weiteres erkennbar. Mit der Verwendung des erfindungsgemässen Leiters lassen sich bei gleicher Profilgeometrie von Stromschienen Spannungsabfälle und Leistungsverluste in elektrischen Netzen ohne Mehrkosten um rund 5% reduzieren.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Leiters aus einer Aluminiumlegierung vom Typ AlMgSi mit hoher Stmmtragfähigkeit,

**dadurch gekennzeichnet, dass**  
eine Legierung mit (in Gew.-%)

|           |           |     |     |
|-----------|-----------|-----|-----|
| Silizium  | 0,4       | bis | 0,6 |
| Eisen     | 0,15      | bis | 0,2 |
| Kupfer    | max. 0,03 |     |     |
| Mangan    | max. 0,05 |     |     |
| Magnesium | 0,4       | bis | 0,6 |
| Chrom     | max. 0,01 |     |     |
| Zink      | max. 0,03 |     |     |
| Titan     | max. 0,02 |     |     |

weitere Legierungsbestandteile einzeln max. 0,03, insgesamt max. 0,10 und Aluminium als Rest zu einem Profil stranggepresst und nachfolgend zur Erzeugung des überalterten Zustandes T7 in einem Temperaturbereich von

165 bis 175°C während 19 bis 21 h warm ausgelagert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Profil an der Strangpresse abgeschreckt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Profil an der Strangpresse mit Wasser abgeschreckt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Profil als Stromschiene verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Profil mit einer Auflage aus Edelstahl im Verbund stranggepresst und als Verbundstromschiene verwendet wird.

## Claims

1. Method of producing an electrical conductor from an aluminium alloy of the AlMgSi type with a high current-carrying capacity, **characterised in that** an alloy containing (in % by weight)

|           |      |      |    |     |
|-----------|------|------|----|-----|
| silicon   |      | 0.4  | to | 0.6 |
| iron      |      | 0.15 | to | 0.2 |
| copper    | max. | 0.03 |    |     |
| manganese | max. | 0.05 |    |     |
| magnesium |      | 0.4  | to | 0.6 |
| chromium  | max. | 0.01 |    |     |
| zinc      | max. | 0.03 |    |     |
| titanium  | max. | 0.02 |    |     |

and other alloying constituents, individually to a max. of 0.03 and in total to a max. of 0.10, with the remainder aluminium, is extruded to form a section and is then artificially aged at a temperature in the range of 165 to 175°C for 19 to 21 hours in order to produce the overaged condition T7.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the section is press quenched.
3. Method according to claim 2, **characterised in that** the section is press quenched with water.
4. Method according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the section is used as a conductor rail.
5. Method according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the section is co-extruded with a stainless steel support and is used as a composite conductor rail.

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'un conducteur électrique à partir d'un alliage d'aluminium du type AlMgSi ayant une capacité de résistance à la charge électrique élevée, **caractérisé en ce que** l'on extrude en un profilé un alliage avec (en % en poids)

|           |      |      |   |     |
|-----------|------|------|---|-----|
| Silicium  |      | 0,4  | à | 0,6 |
| Fer       |      | 0,15 | à | 0,2 |
| Cuivre    | max. | 0,03 |   |     |
| Manganèse | max. | 0,05 |   |     |
| Magnésium |      | 0,4  | à | 0,6 |
| Chrome    | max. | 0,01 |   |     |
| Zinc      | max. | 0,03 |   |     |
| Titane    | max. | 0,02 |   |     |

## EP 1 201 779 B1

les autres composants d'alliage constituant chacun au maximum 0,03, pour au total un maximum de 0,10, et de l'aluminium pour le reste, que l'on stocke ensuite à chaud dans une plage de températures de 165 à 175°C pendant 19 à 21 h pour produire l'état survieilli T7.

- 5      2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le profilé est refroidi sur l'extrudeuse.
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le profilé est refroidi à l'eau sur l'extrudeuse.
- 10      4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le profilé est utilisé comme rail électrifié.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le profilé est extrudé en composite avec un placage d'acier inoxydable et qu'il est utilisé comme rail électrifié composite.

15

20

25

30

35

40

45

50

55