

(19)



(11)

EP 2 888 382 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Nach dem Einspruchsverfahren

- (45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
26.02.2025 Patentblatt 2025/09
- (45) Hinweis auf die Patenterteilung:
23.11.2016 Patentblatt 2016/47
- (21) Anmeldenummer: **13756051.2**
- (22) Anmeldetag: **22.08.2013**
- (51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C22C 21/00^(2006.01)
- (52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C22F 1/047; C22C 21/08
- (86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/067484
- (87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/029853 (27.02.2014 Gazette 2014/09)

(54) **GEGEN INTERKRISTALLINE KORROSION BESTÄNDIGES ALUMINIUMLEGIERUNGSBAND UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG**

ALUMINIUM ALLOY STRIP WHICH IS RESISTANT TO INTERCRYSTALLINE CORROSION AND METHOD FOR PRODUCING SAME

BANDE D'ALLIAGE EN ALUMINIUM RÉSISTANT À LA CORROSION INTERCRISTALLINE ET SON PROCÉDÉ DE FABRICATION

- | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|--|
| <p>(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR</p> <p>(30) Priorität: 22.08.2012 EP 12181356</p> <p>(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.07.2015 Patentblatt 2015/27</p> <p>(73) Patentinhaber: Speira GmbH
41515 Grevenbroich (DE)</p> <p>(72) Erfinder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • BRINKMAN, Henk-Jan
53175 Bonn (DE) • ENGLER, Olaf
53229 Bonn (DE) • HENTSCHEL, Thomas
53121 Bonn (DE) <p>(74) Vertreter: Cohausz & Florack
Patent- & Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)</p> <p>(56) Entgegenhaltungen:</p> <table border="0"> <tr> <td>EP-A1- 0 690 142</td> <td>DE-A1- 10 231 437</td> </tr> <tr> <td>GB-A- 2 027 621</td> <td>JP-A- 2008 190 021</td> </tr> <tr> <td>JP-A- H07 331 374</td> <td>JP-A- H10 219 412</td> </tr> <tr> <td>JP-A- S62 207 850</td> <td>US-A- 4 081 294</td> </tr> </table> | EP-A1- 0 690 142 | DE-A1- 10 231 437 | GB-A- 2 027 621 | JP-A- 2008 190 021 | JP-A- H07 331 374 | JP-A- H10 219 412 | JP-A- S62 207 850 | US-A- 4 081 294 | <table border="0"> <tr> <td>US-A- 4 151 013</td> <td>US-A- 4 186 034</td> </tr> <tr> <td>US-A- 5 104 459</td> <td>US-A1- 2003 150 587</td> </tr> <tr> <td>US-A1- 2007 125 465</td> <td></td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> • W.C. LIU ET AL.: "Comparison of recrystallization and recrystallization textures in cold rolled DC and CC AA 5182 aluminum alloys", MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING, vol. A358, 2003, pages 84 - 93 • K.L. DEFFENBAUGH: "Grain size control in AA5083: Thermomechanical processing and particle stimulated nucleation", MASTER THESIS, June 2004 (2004-06-01), pages 1 - 66 • J. LI ET AL.: "Comparison of earing behavior between continuous cast and direct chill cast AA 5182 aluminum alloys during cold rolling and annealing", JOURNAL OF MATERIALS PROCESSING TECHNOLOGY, vol. 210, 2010, pages 2007 - 2015 • WEI WEN ET AL.: "The effect of cold rolling and annealing on the serrated yielding phenomenon of AA 5182 aluminum alloy", MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING, vol. A 373, 2004, pages 204 - 216 • BRAUN ET AL.: "Effects of cold working and thermal exposure on the SCC behaviour of AA 5182 alloy sheet", MATERIALS SCIENCE FORUM, 1996 • ENGLER ET AL.: "Control of recrystallization texture and texture-related properties in aluminium sheet", INT. J. MAT. RES., vol. 100, no. 4, 2009, pages 564 - 575 | US-A- 4 151 013 | US-A- 4 186 034 | US-A- 5 104 459 | US-A1- 2003 150 587 | US-A1- 2007 125 465 | |
| EP-A1- 0 690 142 | DE-A1- 10 231 437 | | | | | | | | | | | | | | |
| GB-A- 2 027 621 | JP-A- 2008 190 021 | | | | | | | | | | | | | | |
| JP-A- H07 331 374 | JP-A- H10 219 412 | | | | | | | | | | | | | | |
| JP-A- S62 207 850 | US-A- 4 081 294 | | | | | | | | | | | | | | |
| US-A- 4 151 013 | US-A- 4 186 034 | | | | | | | | | | | | | | |
| US-A- 5 104 459 | US-A1- 2003 150 587 | | | | | | | | | | | | | | |
| US-A1- 2007 125 465 | | | | | | | | | | | | | | | |

EP 2 888 382 B2

- W.C. LIU ET AL: "Comparison of recrystallization and recrystallization textures in cold-rolled DC and CC AA 5182 aluminum alloys", MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING A, vol. 358, no. 1-2, 1 October 2003 (2003-10-01), pages 84 - 93, XP055085246, ISSN: 0921-5093, DOI: 10.1016/S0921-5093(03)00264-8
- ZHAO P Z ET AL: "Development of twin -belt cast AA5XXX series aluminum alloy materials for automotive sheet applications", ALUMINUM ALLOYS: FABRICATION, CHARACTERIZATION AND APPLICATIONS II : PROCEEDINGS OF SYMPOSIA SPONSORED BY THE LIGHT METALS DIVISION OF THE MINERALS, METALS & MATERIALS SOCIETY (TMS) ; HELD DURING TMS 2009 ANNUAL MEETING & EXHIBITION, SAN FRANCISCO, C, vol. 11-17, 15 February 2009 (2009-02-15), pages 11 - 17, XP009150266, ISBN: 978-0-87339-735-3
- HAN GIL SUK ET AL: "Development of Abnormal Grain Growth in Cold Rolled and Recrystallized AA 5182 Sheet", SOLID STATE PHENOMENA, XX, XX, vol. 116-117, 1 January 2006 (2006-01-01), pages 316 - 317, XP009163855, DOI: 10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/SSP.116-117.316
- K.J. KIM ET AL: "Formability of AA5182/ polypropylene/AA5182 sandwich sheets", JOURNAL OF MATERIALS PROCESSING TECHNOLOGY, vol. 139, no. 1-3, 1 August 2003 (2003-08-01), pages 1 - 7, XP055085187, ISSN: 0924-0136, DOI: 10.1016/S0924-0136(03)00173-0
- LIN S ET AL: "Hot-Tear Susceptibility of Aluminum Wrought Alloys and the Effect of Grain Refining", METALLURGICAL AND MATERIALS TRANSACTIONS A, SPRINGER-VERLAG, NEW YORK, vol. 38, no. 5, 10 May 2007 (2007-05-10), pages 1056 - 1068, XP019695806, ISSN: 1543-1940

Beschreibung**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Aluminiumlegierungsband bestehend aus einer Aluminiumlegierung vom Typ AA 5xxx, welche neben Al und unvermeidbaren Verunreinigungen einen Mg-Gehalt von mindestens 4 Gew.-% aufweist. Daneben betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes sowie ein Bauteil hergestellt aus einem erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsband.

[0002] Aluminiummagnesium-(AlMg-)Legierungen vom Typ AA 5xxx werden in Form von Blechen oder Platten bzw. Bändern für die Konstruktion von geschweißten oder gefügten Strukturen im Schiffs-, Automobil- und Flugzeugbau verwendet. Sie zeichnen sich insbesondere durch eine hohe Festigkeit aus, welche mit zunehmendem Magnesiumgehalt steigt.

[0003] Beispielsweise ist aus dem Aufsatz *Development of twin-belt cast AA5XXX series aluminum alloy materials for automotive sheet applications* von Zhao et al. ein Aluminiumband bestehend aus einer AA5182-Legierung mit einem Mg-Gehalt von 4,65 Gew.-%, welches sich für den Einsatz im Automobilbau eignet, bekannt.

[0004] Aluminiumlegierungsbänder vom Typ AA5182 mit einem Mg-Gehalt von mindestens 4 Gew.-% sind ebenfalls aus dem Aufsatz *Semi-Solid Processing of Alloys and Composites* von Kang et al. und aus dem Aufsatz *Comparison of recrystallization textures in cold-rolled DC and CC AA 5182 aluminum alloys* von Liu et al., sowie aus der US 2003/0150587 A1 bekannt. Der Aufsatz *Hot-Tear Susceptibility of Aluminum Wrought Alloys and the Effect of Grain Refining* von Lin et al. betrifft Rundstäbe aus seiner AA5182-Legierung.

[0005] Die DE 102 31 437 A1 betrifft korrosionsbeständige Aluminiumlegierungsbleche, wobei durch die Beigaben von Zn in einem Gehalt von mehr als 0,4 Gew.-% eine ausreichende Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion erreicht wird.

[0006] Zudem offenbart die Druckschrift GB 2 027 621 A ein Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumbandes.

[0007] AlMg-Legierungen vom Typ AA 5xxx mit Mg-Gehalten von mehr als 3 %, insbesondere mehr als 4 % neigen zunehmend zur interkristallinen Korrosion, wenn sie erhöhten Temperaturen ausgesetzt sind. Bei Temperaturen von 70 - 200°C scheiden sich β -Al₃Mg₃ Phasen entlang der Korngrenzen aus, welche als β -Partikel bezeichnet werden und in Anwesenheit eines korrosiven Mediums selektiv aufgelöst werden können. Dies hat zur Folge, dass insbesondere die sehr gute Festigkeitseigenschaften sowie eine sehr gute Umformbarkeit aufweisende Aluminiumlegierung vom Typ AA 5182 (Al 4,5 % Mg 0,4 % Mn) nicht in wärmebelasteten Bereichen eingesetzt wird, sofern mit der Anwesenheit eines korrosiven Mediums, beispielsweise Wasser in Form von Feuchtigkeit, gerechnet werden muss. Dies betrifft insbesondere die Bauteile eines Kraftfahrzeugs, welche üblicherweise einer kathodischen Tauch-Lackierung (KTL) unterzogen und anschließend in einem Einbrennvorgang getrocknet werden, da bereits durch diesen Einbrennvorgang bei üblichen Aluminiumlegierungsbändern eine Sensibilisierung bezüglich interkristalliner Korrosion hervorgerufen werden kann. Darüber hinaus muss für den Einsatz im Automobilbereich die Umformung bei der Herstellung eines Bauteils sowie die anschließende Betriebsbelastung des Bauteils berücksichtigt werden.

[0008] Die Anfälligkeit gegen interkristalline Korrosion wird üblicherweise in einem Standardtest gemäß ASTM G67 geprüft, bei welchem die Proben einer Salpetersäure ausgesetzt werden und der Massenverlust aufgrund der Auslösung von β -Partikeln gemessen wird. Gemäß ASTM G67 beträgt der Massenverlust bei Werkstoffen, welche nicht resistent gegen interkristalline Korrosion sind, mehr als 15 mg/cm².

[0009] Entsprechende Werkstoffe und Aluminiumbänder sind daher nicht geeignet, in wärmebelasteten Bereichen eingesetzt zu werden.

[0010] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Aluminiumlegierungsband aus einer AlMg-Legierung vorzuschlagen, welches trotz hoher Festigkeiten und Mg-Gehalt von mehr als 4 Gew.-%, insbesondere auch nach einer Umformung und einer anschließenden Temperaturbeaufschlagung beständig gegen interkristalline Korrosion ist. Darüber hinaus soll ein Herstellverfahren angegeben werden, mit welchem gegen interkristalline Korrosion beständige Aluminiumbänder hergestellt werden können. Schließlich sollen gegen interkristalline Korrosion beständige Bauteile eines Kraftfahrzeugs, beispielsweise Karosseriebauteile oder Karosserieanbauteile, wie Türen, Hauben und Heckklappen oder andere Strukturteile aber auch Komponententeile aus einer Aluminiumlegierung vom Typ AA 5xxx vorgeschlagen werden.

[0011] Gemäß einer ersten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die oben aufgezeigte Aufgabe durch ein Aluminiumlegierungsband gelöst, das ein rekristallisiertes Gefüge hat, wobei die Korngröße (KG) des Gefüges in μm folgende Abhängigkeit vom Mg-Gehalt (c_{Mg}) in Gew.-% erfüllt:

$$KG \geq 22 + 2 \cdot c_{\text{Mg}}$$

und wobei die Aluminiumlegierung des Aluminiumlegierungsbandes folgende Zusammensetzung in Gew.-% aufweist:

$\text{Si} \leq 0,2 \text{ \%}$,
 $\text{Fe} \leq 0,35 \text{ \%}$,
 $0,04 \text{ \%} \leq \text{Cu} \leq 0,08 \text{ \%}$,
 $0,2 \text{ \%} \leq \text{Mn} \leq 0,5 \text{ \%}$,
 $4,35 \text{ \%} \leq \text{Mg} \leq 4,8 \text{ \%}$,
 $\text{Cr} \leq 0,1 \text{ \%}$,
 $\text{Zn} \leq 0,25 \text{ \%}$,
 $\text{Ti} \leq 0,1 \text{ \%}$,

[0012] Rest Al und unvermeidbare Verunreinigungen einzeln maximal 0,05 Gew.-%, in Summe maximal 0,15 Gew.-%, wobei das Aluminiumlegierungsband kalt gewalzt und weich gegläht ist und das Aluminiumlegierungsband eine Streckgrenze $R_{p0,2}$ von mehr als 120 MPa und eine Zugfestigkeit R_m von mehr als 260 MPa aufweist.

[0013] Bei einem Cu-Gehalt von 0,04 Gew.-% bis 0,08 Gew.-% wird erreicht, dass Kupfer an einer Festigkeitssteigerung beteiligt ist, aber dennoch die Korrosionsbeständigkeit nicht zu stark herabsetzt. Zusätzlich kann durch die Beschränkung des Mg-Bereiches auf 4,35 Gew.-% bis 4,8 Gew.-% eine sehr gute Festigkeit bei moderater Korngröße erzielt werden. Mithin kann auch eine Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion besonders prozesssicher erreicht werden, da die notwendigen Korngrößen des Gefüges im Verfahren sicher erreicht werden können.

[0014] Ein Aluminiumlegierungsband mit einem rekristallisierten Gefüge kann durch Warmbänder oder weichgeglühte Kaltbänder bereitgestellt werden. Durch umfangreiche Untersuchungen wurde herausgefunden, dass ein Zusammenhang zwischen der Korngröße, dem Magnesiumgehalt und der Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion besteht. Da die Korngröße eines Materials stets in Form einer Verteilung vorliegt, beziehen sich alle gemachten Angaben der Korngröße auf die mittlere Korngröße. Die mittlere Korngröße kann gemäß ASTM E1382 ermittelt werden. Bei ausreichend großer Korngröße, d.h. sofern die Korngröße größer oder gleich des erfindungsgemäßen unteren Grenzwertes der Korngröße in Bezug auf den Mg-Gehalt des Aluminiumlegierungsbandes ist, kann eine Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion erreicht werden, so dass der Massenverlust beim ASTM G67 Test auf unter 15 mg/cm² absinkt. Entsprechende Aluminiumbänder können daher als beständig gegen interkristalline Korrosion bezeichnet werden. Dies wurde für die oben genannten Aluminiumbänder im unverformten Zustand nach einem simulierten KTL-Zyklus sowie nach einem simulierten KTL-Zyklus inklusive einer anschließenden Betriebsbelastung mit maximal 500 Stunden bei 80°C nachgewiesen. Auch wurden für die oben genannten Bänder die Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion nachgewiesen, wenn vor dem KTL-Zyklus und der Betriebsbelastung das Material mit 15 % gereckt wird, um die Umformung zu einem Bauteil zu simulieren. Im Ergebnis stellt das erfindungsgemäße Aluminiumlegierungsband aufgrund seines relativ hohen Mg-Gehaltes hohe Festigkeiten und Streckgrenzen zur Verfügung und ist gleichzeitig beständig gegen interkristalline Korrosion. Es ist daher sehr gut für den Einsatz in wärmebelasteten Bereichen im Automobilbau einsetzbar.

[0015] Erfüllt die Korngröße gemäß einer nächsten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes zusätzlich die folgende Bedingung:

$$KG < (253 / (265 - 50 \cdot c_{\text{Mg}}))^2$$

mit KG in μm und c_{Mg} in Gew.-%,

kann sichergestellt werden, dass die Streckgrenze $R_{p0,2}$ des Aluminiumlegierungsbandes größer als 110 MPa ist. Die Zugfestigkeit des Bandes liegt dabei üblicherweise oberhalb von 255 MPa.

[0016] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Aluminiumlegierungsbandes wird dadurch erreicht, dass die Aluminiumlegierung des Aluminiumlegierungsbandes folgende Zusammensetzung in Gew.-% aufweist:

$\text{Si} \leq 0,2 \text{ \%}$,
 $\text{Fe} \leq 0,35 \text{ \%}$,
 $0,04 \text{ \%} \leq \text{Cu} \leq 0,08 \text{ \%}$,
 $0,2 \text{ \%} \leq \text{Mn} \leq 0,5 \text{ \%}$,
 $4,45 \text{ \%} \leq \text{Mg} \leq 4,8 \text{ \%}$,
 $\text{Cr} \leq 0,1 \text{ \%}$,
 $\text{Zn} \leq 0,25 \text{ \%}$,
 $\text{Ti} \leq 0,1 \text{ \%}$,

[0017] Rest Al und unvermeidbare Verunreinigungen einzeln maximal 0,05 Gew.-%, in Summe maximal 0,15 Gew.-%. Durch die Beschränkung des Mg-Bereiches auf 4,45 Gew.-% bis 4,8 Gew.-% wird ebenfalls eine sehr gute Festigkeit bei

moderater Korngröße erzielt werden.

[0018] Gemäß einer nächsten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes liegt die Korngröße maximal bei 50 μm , da bei der Herstellung von Aluminiumbändern mit Korngrößen von mehr als 50 μm aus einer Aluminiumlegierung vom Typ AA 5xxx mit einem Mg-Gehalt von mindestens 4 Gew.-% die Prozesssicherheit absinkt. Eine Korngröße von maximal 50 μm kann dagegen prozessstabil erreicht werden. Die Prozessstabilität zur Erzeugung von Gefügen mit kontrollierter Korngröße nimmt mit sinkender Korngröße zu. Damit ist die Herstellung eines Aluminiumlegierungsbandes mit einer Korngröße von maximal 45 μm , bevorzugt maximal 40 μm mit steigender Prozessstabilität verbunden.

[0019] Gemäß einer nächsten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes weist dieses eine Dicke von 0,5 mm - 5 mm auf und ist damit für die meisten Anwendungen, beispielsweise im Automobilbau, hervorragend geeignet.

[0020] Das erfindungsgemäße Aluminiumlegierungsband ist kalt gewalzt und abschließend weich gegläht. Eine rekristallisierende Weichglühung findet üblicherweise bei Temperaturen von 300°C - 500°C statt und ermöglicht es, die im Walzvorgang eingebrachten Verfestigungen zu beseitigen und eine gute Umformbarkeit des Aluminiumlegierungsbandes zu gewährleisten. Darüber hinaus können mit kaltgewalzten, weich geglähten und daher rekristallisierten Bändern geringere Enddicken bereitgestellt werden als mit rekristallisierten Warmbändern.

[0021] Schließlich weist das erfindungsgemäße Aluminiumlegierungsband eine Streckgrenze $R_{p0,2}$ von mehr als 120 MPa und eine Zugfestigkeit R_m von mehr als 260 MPa auf. Damit übertrifft das gegen interkristalline Korrosion beständige, erfindungsgemäße Aluminiumlegierungsband auch die gemäß DIN485-2 geforderten Festigkeitseigenschaften einer Aluminiumlegierung vom Typ AA5182. Dabei übertreffen auch die Dehnungswerte mit einer Gleichmaßdehnung A_g von mindestens 19% sowie einer Bruchdehnung $A_{80\text{mm}}$ von mindestens 22% die in DIN485-2 geforderten Werte bei weitem.

[0022] Gemäß einer zweiten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die oben aufgezeigte Aufgabe durch ein Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbandes umfassend die folgenden Verfahrensschritte gelöst:

- Gießen eines Walzbarrens bestehend aus einer erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungszusammensetzung,
- Homogenisieren des Walzbarrens bei 480 °C bis 550 °C für mindestens 0,5 h,
- Warmwalzen des Walzbarrens bei einer Temperatur von 280 °C bis 500 °C,
- Kaltwalzen des Aluminiumlegierungsbandes an Enddicke mit einem Abwalzgrad von weniger als 40%, bevorzugt maximal 30 %, besonders bevorzugt maximal 25%,
- Weichglühen des fertig gewalzten Aluminiumlegierungsbandes bei 300 °C bis 500 °C.

[0023] Die aufgezählten Verfahrensschritte führen in Summe dazu, dass aufgrund des geringen Abwalzgrads beim Kaltwalzen des Aluminiumlegierungsbandes an Enddicke eine Korngröße nach dem Weichglühen zur Verfügung gestellt werden kann, welche die oben aufgeführte Abhängigkeit vom Mg-Gehalt erfüllt. Über den Abwalzgrad an Enddicke wird die Verfestigung des Bandes vor dem Weichglühen eingestellt, welche die resultierende Korngröße bestimmt. Mit geringer werdendem Abwalzgrad von weniger als 40 %, über maximal 30 % und maximal 25 % werden also unterschiedliche Korngrößen eingestellt, welche auf die Legierungszusammensetzung abgestimmt werden können. Insofern kann ein Aluminiumlegierungsband hergestellt werden, welches gegen interkristalline Korrosion beständig ist.

[0024] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden nach dem Warmwalzen alternativ die folgenden Verfahrensschritte durchgeführt:

- Kaltwalzen des warmgewalzten Aluminiumlegierungsbandes mit einem Abwalzgrad von mindestens 30 %, vorzugsweise mindestens 50 %,
- Zwischenglühen des Aluminiumlegierungsbandes bei 300 °C bis 500 °C,
- anschließendes Kaltwalzen an Enddicke mit einem Abwalzgrad von weniger als 40%, bevorzugt maximal 30 %, besonders bevorzugt maximal 25%,
- Weichglühen des fertig gewalzten Aluminiumlegierungsbandes bei 300 °C bis 500 °C.

[0025] Beiden zuvor aufgeführten Verfahren ist gemein, dass der Abwalzgrad vor dem Weichglühen, d.h. der Abwalzgrad an Enddicke beim Kaltwalzen auf von weniger als 40%, bevorzugt maximal 30 %, besonders bevorzugt maximal 25% beschränkt ist. In der zweiten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens findet ein zusätzlicher Kaltwalzschritt nach einer Zwischenglühung bei 300°C - 500°C statt. Bei der Zwischenglühung wird das durch das Kaltwalzen stark verfestigte Aluminiumlegierungsband rekristallisiert und erneut in einen umformbaren Zustand überführt. Der anschließende Kaltwalzschritt mit einem Abwalzgrad von weniger als 40%, bevorzugt maximal 30 %, besonders bevorzugt maximal 25% führt dazu, dass in Verbindung mit den verwendeten Mg-Gehalten der Aluminiumlegierung die Korngröße entsprechend dem beanspruchten Verhältnis eingestellt werden kann. Im Ergebnis wird dann im weichgeglühten Zustand ein Band herstellbar, welches sowohl beständig gegen interkristalline Korrosion ist als auch die notwendigen Umform- bzw. Festigkeitseigenschaften aufweist.

[0026] Gemäß einer nächsten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens finden die Weichglühung und/oder die Zwischenglühungen in einem Batchofen, insbesondere einem Kammerofen, oder einem Durchlaufofen statt. Beide Öfen führen zur Bereitstellung eines ausreichend groben Korngefüges, welches die Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion gewährleistet. Batchöfen sind in Betrieb und Anschaffung üblicherweise nicht so kostenintensiv wie Durchlauföfen.

[0027] Gemäß einer dritten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die oben aufgezeigte Aufgabe durch ein Bauteil für ein Kraftfahrzeug gelöst, welches zumindest teilweise aus einem erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsband besteht. Das Bauteil wird üblicherweise einer Lackierung, vorzugsweise einer kathodischen Tauch-Lackierung unterzogen. Dennoch gibt es auch Einsatzmöglichkeiten von unlackierten Bauteilen hergestellt aus dem erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsband.

[0028] Wie bereits oben ausgeführt, weist das Aluminiumlegierungsband hervorragende Eigenschaften in Bezug auf die Festigkeit, Umformeigenschaften und Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion auf, so dass insbesondere die Wärmebelastung bei einer Lackierung, einem Einbrennvorgang der typischerweise 20 Min. bei etwa 185°C dauert, nur wenig Einfluss auf die Beständigkeit des Bauteils gegen interkristalline Korrosion hat. Auch die Umformung zu einem Bauteil, welche mittels eines Reckens um 15% quer zur ursprünglichen Walzrichtung simuliert wurde, hat einen nur geringen Einfluss auf die Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion. Auch nach 15% Recken betragen die Werte für den Massenverlust gemäß ASTM G67 weniger als 15 mg/cm². Weiterhin hat auch der Betrieb in temperaturbelasteten Bereichen, welcher durch eine Wärmebelastung von 200 bzw. 500 Stunden bei 80°C simuliert wurde, nur einen geringen Einfluss auf die Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion. Die Werte für den Massenverlust gemäß ASTM G67 betragen auch nach einer entsprechenden Temperaturbelastung weniger als 15mg/cm².

[0029] Besonders vorteilhaft ist ein Bauteil, wenn dieses als Karosserie- oder ein Karosserieanbauteil eines Kraftfahrzeugs ausgebildet ist. Typische Karosserieteile sind der Kotflügel oder Teile der Bodengruppe, des Dachs etc. Als Karosserieanbauteile werden in der Regel Türen und Heckklappen etc. bezeichnet, welche nicht fest mit dem Kraftfahrzeug verbunden sind. Bevorzugt werden nicht sichtbare Karosseriebauteile oder Karosserieanbauteile aus dem erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsband hergestellt. Dies sind beispielsweise Türinnenteile oder Innenteile von Heckklappen aber auch Bodenbleche etc. Eine typische Wärmebelastung für solche Bauteile eines Kraftfahrzeugs beispielsweise von Türinnenteilen ist beispielsweise durch die Sonneneinstrahlung während des Betriebs eines Kraftfahrzeugs gegeben. Darüber hinaus sind Karosserie- oder Karosserieanbauteile eines Kraftfahrzeugs im Allgemeinen auch Feuchtigkeit, beispielsweise in Form von Spritzwasser oder Kondenswasser, ausgesetzt, so dass eine Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion gefordert werden muss. Die erfindungsgemäßen Karosserie- oder Karosserieanbauteile, hergestellt aus einem Aluminiumlegierungsband gemäß der vorliegenden Erfindung, erfüllen diese Bedingungen und gewährleisten darüber hinaus einen Gewichtsvorteil gegenüber den bisher verwendeten Stahlkonstruktionen.

[0030] Im Weiteren soll die Erfindung nun anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung näher erläutert werden. Die Zeichnung zeigt in

Fig. 1 ein schematisches Ablaufschema für ein Ausführungsbeispiele eines Herstellverfahrens,

Fig. 2 in einem Diagramm die Korngröße in Abhängigkeit vom Magnesiumgehalt der Ausführungsbeispiele und

Fig. 3 ein Bauteil für ein Kraftfahrzeug gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

[0031] Anhand von umfangreichen Versuchen wurde untersucht, ob es einen Zusammenhang zwischen der Korngröße eines Aluminiumlegierungsbandes aus einer Aluminiumlegierung vom Typ AA 5xxx und dem Mg-Gehalt in Bezug auf die Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion besteht. Hierzu wurden verschiedene Aluminiumlegierungen verwendet und unterschiedliche Verfahrensparameter angewendet. In Tabelle 1 sind die verschiedenen Legierungszusammensetzungen dargestellt, anhand deren der Zusammenhang zwischen Korngröße, Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion und Streckgrenze untersucht wurde. Neben den Gehalten der Legierungselemente Si, Fe, Cu, Mn, Mg, Cr, Zn und Ti in Gew.-% enthalten die in Tabelle 1 genannten Aluminiumlegierungen als Rest Aluminium sowie Verunreinigungen einzeln maximal 0,05 Gew.-% und in Summe maximal 0,15 Gew.-%.

[0032] Da insbesondere die Schlussweichglühung und der Endabwalzgrad Einfluss auf die Korngröße hat, sind diese bei den jeweiligen Versuchen variiert bzw. gemessen worden. Die Korngröße variierte beispielsweise von 16 µm bis 61 µm, der Endabwalzgrad von 17 % bis 57 %. Die Schlussweichglühung wurde entweder im Kammerofen (KO) oder im Banddurchlaufofen (BDLO) durchgeführt.

Tabelle 1

Nr	Legierung	Endwalz- grad [%]	Schluss- glühung	Korn- größe [µm]	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
1	III	46	KO	16	0,07	0,24	0,040	0,30	4,50	0,005	0,007	0,016
2	V	57	BDLO	17	0,05	0,17	0,023	0,26	4,95	0,008	0,003	0,026
3	IV	35	BDLO	20	0,10	0,30	0,077	0,33	4,71	0,020	0,009	0,015
4	I	45	KO	21	0,03	0,13	0,002	0,25	4,15	0,001	0,004	0,021
5	IV	30	BDLO	23	0,10	0,30	0,077	0,33	4,71	0,020	0,009	0,015
6	IV	25	BDLO	25	0,10	0,30	0,077	0,33	4,71	0,020	0,009	0,015
7	IV	35	KO	26	0,10	0,30	0,077	0,33	4,71	0,020	0,009	0,015
8	IV	20	BDLO	29	0,10	0,30	0,077	0,33	4,71	0,020	0,009	0,015
9	V	21	BDLO	30	0,05	0,17	0,023	0,26	4,95	0,008	0,003	0,026
10	III	30	KO	30	0,07	0,24	0,040	0,30	4,50	0,005	0,007	0,016
11	I	25	BDLO	31	0,03	0,13	0,002	0,25	4,15	0,001	0,004	0,021
12	IV	30	KO	32	0,10	0,30	0,077	0,33	4,71	0,020	0,009	0,015
13	II	21	BDLO	33	0,06	0,16	0,004	0,27	4,35	0,008	0,002	0,013
14	III	25	KO	34	0,07	0,24	0,040	0,30	4,50	0,005	0,007	0,016
15	I	20	BDLO	34	0,03	0,13	0,002	0,25	4,15	0,001	0,004	0,021
16	IV	25	KO	36	0,10	0,30	0,077	0,33	4,71	0,020	0,009	0,015
17	IV	20	KO	39	0,10	0,30	0,077	0,33	4,71	0,020	0,009	0,015
18	III	17	BDLO	43	0,07	0,24	0,040	0,30	4,50	0,005	0,007	0,016
19	III	17	KO	61	0,07	0,24	0,040	0,30	4,50	0,005	0,007	0,016

[0033] Fig. 1 zeigt den Ablauf von Ausführungsbeispielen zur Herstellung von Aluminiumbändern. Das Ablaufdiagramm von Fig. 1 zeigt schematisch die verschiedenen Verfahrensschritte des Herstellprozesses des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbandes.

[0034] In Schritt 1 wird ein Walzbarren aus einer Aluminiumlegierung vom Typ AA 5xxx mit einem Mg-Gehalt mit mindestens 4 Gew.-% gegossen, beispielsweise im DC-Strangguss. Anschließend wird der Walzbarren im Verfahrensschritt 2 einem Homogenisieren, welches ein- oder mehrstufig durchgeführt werden kann, unterzogen. Bei einem Homogenisieren werden Temperaturen des Walzbarrens vom 480 bis 550 °C für mindestens 0,5 h erreicht. Im Verfahrensschritt 3 wird dann der Walzbarren warmgewalzt, wobei typische Temperaturen von 280 °C bis 500 °C erreicht werden. Die Enddicken des Warmbandes betragen beispielsweise 2 bis 12 mm. Die Warmbandenddicke kann dabei so gewählt werden, dass nach dem Warmwalzen lediglich ein einziger Kaltwalzschrift 4 erfolgt, bei welchem das Warmband mit einem Abwalzgrad von weniger als 40%, bevorzugt maximal 30 %, besonders bevorzugt maximal 25% in seiner Dicke reduziert wird.

[0035] Anschließend wird das an Enddicke kaltgewalzte Aluminiumlegierungsband einer Weichglühung unterzogen. Die Weichglühung wurde in einem Durchlaufofen oder in einem Kammerofen durchgeführt, um die Abhängigkeit der

Korrosionseigenschaften vom Kammer- oder Durchlaufofen zu testen. Bei den in Tabelle 1 dargestellten Ausführungsbeispielen wurde der zweite Weg mit einer Zwischenglühung angewendet. Hierzu wird das Warmband nach dem Warmwalzen gemäß Verfahrensschritt 3 einem Kaltwalzen 4a zugeführt, welches einen Abwalzgrad von mehr als 30 % bzw. mehr als 50 % aufweist, so dass das Aluminiumlegierungsband bei einem nachfolgenden Zwischenglühen vorzugsweise durchgehend rekristallisiert. Die Zwischenglühung wurde bei den Ausführungsbeispielen entweder im Durchlaufofen bei 400 °C bis 450 °C oder im Kammerofen bei 330 °C bis 380 °C durchgeführt.

[0036] Die Zwischenglühung ist in Fig. 1 mit dem Verfahrensschritt 4b dargestellt. Im Verfahrensschritt 4c gemäß Fig. 1 wird das zwischengeglühte Aluminiumlegierungsband schließlich einem Kaltwalzen an Enddicke zugeführt, wobei der Abwalzgrad im Verfahrensschritt 4c weniger als 40%, bevorzugt maximal 30 %, besonders bevorzugt maximal 25% beträgt. Anschließend wird das Aluminiumlegierungsband wieder in den weichen Zustand durch eine Weichglüfung überführt, wobei die Weichglüfung entweder im Durchlaufofen bei 400 °C bis 450 °C bzw. im Kammerofen bei 330 °C bis 380 °C durchgeführt wird. Bei den verschiedenen Versuchen wurden neben unterschiedlichen Aluminiumlegierungen auch verschiedene Abwalzgrade nach der Zwischenglüfung eingestellt. Die Werte für den Abwalzgrad nach der Zwischenglüfung ist ebenfalls in Tabelle 1 dargestellt. Zudem wurde jeweils die Korngröße des weichgeglühten Aluminiumlegierungsbandes gemessen.

[0037] An den entsprechend hergestellten Aluminiumlegierungsbändern wurden mechanische Kennwerte, insbesondere die Streckgrenze $R_{p0,2}$, Zugfestigkeit R_m , die Gleichmaßdehnung A_g und die Dehnung A_{80mm} bestimmt. Darüber hinaus wurde die Korrosionsbeständigkeit gegen interkristalline Korrosion gemäß ASTM G67 gemessen, und zwar ohne zusätzliche Wärmebehandlung im Ausgangszustand (Ausgang 0h). Neben den gemäß EN 10002-1 bzw. ISO 6892 gemessenen mechanischen Kenngrößen der Aluminiumlegierungsbänder sind zudem die berechneten Korngrößen gemäß der unten dargelegten Formeln (1) für die Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion und der Formel (2) zur Erzielung der notwendigen mechanischen Eigenschaften, insbesondere einer ausreichend großen Streckgrenze, in der Tabelle 2 als Spalte KG(IK) und als Spalte KG(Rp) dargestellt. Die Korngrößen wurden nach ASTM E1382 bestimmt und sind in μm angegeben.

[0038] Um den Einsatz im Kraftfahrzeug zu simulieren, wurden die Aluminiumlegierungsbänder vor dem Korrosionstest darüber hinaus unterschiedlichen Wärmebehandlungen unterzogen. Eine erste Wärmebehandlung bestand aus einer Lagerung der Aluminiumbänder für 20 Minuten bei 185 °C, um den KTL-Zyklus abzubilden. In einer weiteren Messreihe wurden die Aluminiumlegierungsbänder zusätzlich 200 Stunden bzw. 500 Stunden bei 80°C gelagert und anschließend dem Korrosionstest unterzogen. Da Umformungen von Aluminiumlegierungsbändern oder -blechen zusätzlich die Korrosionsbeständigkeit beeinflussen können, wurden die Aluminiumlegierungsbänder in einem weiteren Versuch um etwa 15 % gereckt, einer Wärmebehandlung bzw. einer Lagerung bei erhöhter Temperatur unterzogen und dann einem Test auf interkristalline Korrosion gemäß ASTM G67 unterzogen, bei welchem der Massenverlust gemessen wurde.

[0039] Es zeigte sich, dass es einen engen Zusammenhang zwischen der Korngröße, dem Mg-Gehalt und der Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion gibt. Die Ausführungsbeispiele 11 bis 19 sind alle als beständig gegen interkristalline Korrosion einzustufen. Dies gilt auch für deren Einsatz in Kraftfahrzeugen mit Wärmebelastung und der Anwesenheit von Feuchtigkeit bzw. eines korrosiven Mediums. Zusätzlich zeigten die Ausführungsbeispiele 12, 14, 16 und 17 die nach DIN EN 485-2 geforderten mechanischen Kennwerte eines Aluminiumlegierungsbandes vom Typ AA 5182.

[0040] In Fig. 2 sind in dem Diagramm die gemessenen Korngrößen in Abhängigkeit vom Mg-Gehalt in Gew.-% dargestellt. Neben den Messpunkten enthält das Diagramm auch zwei Kurven A und B. Die Gerade A zeigt die Korngrößen an, oberhalb welcher bei einem spezifischen Mg-Gehalt das Aluminiumlegierungsband als beständig gegen interkristalline Korrosion bezeichnet werden kann. Die entsprechende Korngröße (KG) ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$KG = 22 + 2 \cdot c_{Mg} \quad (1)$$

mit c_{Mg} als Mg-Gehalt in Gew.-%.

[0041] Die Kurve B hingegen zeigt die Grenze, ab welcher die Aluminiumlegierungsbänder eine zu niedrige Streckgrenze von weniger als 110 MPa aufweisen, so dass diese nicht als Legierung AA 5182 gemäß DIN EN485-2 anzusehen sind. Die Kurve B wird durch folgende Gleichung bestimmt:

$$KG = \left(\frac{253}{265 - 50 \cdot c_{Mg}} \right)^2 \quad (2)$$

[0042] Alle Ausführungsbeispiele rechts der Kurve B erfüllen damit die Anforderung einer Streckgrenze von mehr als 110 MPa.

[0043] Schließlich zeigt Fig. 3 ein typisches Bauteil eines Kraftfahrzeugs, in Form eines Innentürteils schematisch dargestellt. Innentürteile 6 werden üblicherweise aus einem Stahl hergestellt. Allerdings zeigen die hergestellten Aluminiumlegierungsbänder, dass auch die Bereitstellung hoher Festigkeiten mit einer Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion erreicht werden kann, sofern das Korngrößenverhältnis in Bezug auf den Mg-Gehalt erfindungsgemäß eingestellt wird. Das erfindungsgemäße Bauteil gemäß Fig. 3 weist ein deutlich geringeres Gewicht auf als ein vergleichbares Bauteil aus Stahl und ist dennoch beständig gegen interkristalline Korrosion.

Patentansprüche

[0044]

Tabelle 2

Nr		IK-Massenverluste, ungereckt ** [mg/cm²]				IK- Massenverluste, 15% gereckt ** [mg/cm²]		mechanische Kennwerte, Zustand weich				KG(IK)	KG(Rp)	
		Ausgang (0h)	20 min. 185°C	20 Min. 185° + 200 h 80°C	20Min. 185° + 500 h 80°C	20 Min. 185°C	20 Min. 185° + 200 h 80°C	R _{p0,2} [MPa]	R _m [MPa]	A _g [%]	A _{80mm} [%]			
1	III	15,4	16,6	25,7	26,9	18,8	33,6	135	279	20,7	25,2	31,0	40,0	IK zu hoch
2	V	1,3	5,3		-	-	-	141	286	22,6	27,1	31,9	209,0	IK zu hoch
3	IV	1,1	1,9	27,8	33,0	3,8	33,9	131	287	22,0	25,0	31,4	73,6	IK zu hoch
4	I	8,2	10,8	18,6	22,1	9,6	20,7	106	250	23,8	26,7	30,3	19,4	IK zu hoch
5	IV	1,1	1,7	22,2	29,4	3,3	27,2	127	287	22,3	25,6	31,4	73,6	IK zu hoch
6	IV	1,1	1,7	15,6	23,3	2,9	21,5	124	284	20,3	23,0	31,4	73,6	IK zu hoch
7	IV	3,1	3,2	6,8	10,6	5,9	17,9	134	292	20,7	23,3	31,4	73,6	IK zu hoch
8	IV	1,1	1,6	11,6	16,3	2,6	15,0	121	284	21,3	24,9	31,4	73,6	IK zu hoch
9	V	1,2	2,2	14,9	18,0	-	-	125	282	22,2	26,0	31,9	209,0	IK zu hoch

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

10	III	2,8	3,0	7,9	10,9	6,4	18,0	125	281	19,5	23,6	31,0	40,0	IK zu hoch
11	I	1,1	1,3	10,8	13,1	1,9	14,2	103	252	21,6	26,1	30,3	19,4	Vergleich
12	IV	2,6	2,8	5,6	8,9	4,6	12,5	131	289	19,1	21,6	31,4	73,6	erfindungs- gemäß
13	II	1,2	1,7	10,4	12,5	4,4	12,9	109	259	22,0	24,6	30,7	28,4	Vergleich
14	III	2,4	2,4	6,7	8,8	4,5	11,5	122	278	19,1	22,8	31,0	40,0	erfindungs- gemäß
15	I	1,1	1,2	8,3	11,1	1,7	12,4	101	251	20,8	25,1	30,3	19,4	Vergleich
16	IV	2,2	2,1	4,2	6,6	3,8	10,0	127	287	19,9	22,5	31,4	73,6	erfindungs- gemäß
17	IV	1,8	1,7	3,0	4,3	2,6	6,4	122	284	20,2	22,2	31,4	73,6	erfindungs- gemäß
18	III	1,1	1,3	6,6	9,2	1,8	9,2	109	273	20,4	25,6	31,0	40,0	Vergleich
19	III	1,6	1,6	2,7	3,8	2,0	4,2	108	273	20,4	25,2	31,0	40,0	Vergleich

Patentansprüche

1. Aluminiumlegierungsband bestehend aus einer Aluminiumlegierung vom Typ AA 5xxx, welche neben Al und unvermeidbaren Verunreinigungen einen Mg-Gehalt von mindestens 4 Gew.-% aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Aluminiumlegierungsband ein rekristallisiertes Gefüge hat, wobei die Korngröße (KG) des Gefüges folgende Abhängigkeit vom Mg-Gehalt (c_{Mg}) in Gew.-% erfüllt:

$$KG \geq 22 + 2 \cdot c_{Mg}$$

und dass die Aluminiumlegierung des Aluminiumlegierungsbandes folgende Zusammensetzung in Gew.-% aufweist:

$$\begin{array}{ll} & Si \leq 0,2 \%, \\ & Fe \leq 0,35 \%, \\ 0,04 \% \leq & Cu \leq 0,08 \%, \\ 0,2 \% \leq & Mn \leq 0,5 \%, \\ 4,35 \% \leq & Mg \leq 4,8 \%, \\ & Cr \leq 0,1 \%, \\ & Zn \leq 0,25 \%, \\ & Ti \leq 0,1 \%, \end{array}$$

Rest Al und unvermeidbare Verunreinigungen einzeln maximal 0,05 Gew.-%, in Summe maximal 0,15 Gew.-%, wobei das Aluminiumlegierungsband kalt gewalzt und weich geglüht ist und das Aluminiumlegierungsband eine Streckgrenze $R_{p0,2}$ von mehr als 120 MPa und eine Zugfestigkeit R_m von mehr als 260 MPa aufweist.

2. Aluminiumlegierungsband nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Korngröße (KG) des Gefüges des Aluminiumlegierungsbandes zusätzlich folgende Abhängigkeit vom Mg-Gehalt (c_{Mg}) in Gew.-% erfüllt:

$$KG < \left(\frac{253}{265 - 50 \cdot c_{Mg}} \right)^2$$

3. Aluminiumlegierungsband nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Aluminiumlegierung des Aluminiumlegierungsbandes $4,45 \% \leq Mg \leq 4,8 \%$ aufweist.

4. Aluminiumlegierungsband nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Korngröße maximal 50 μm , vorzugsweise maximal 40 μm beträgt.

5. Aluminiumlegierungsband nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Aluminiumlegierungsband eine Dicke von 0,5 mm bis 5 mm aufweist.

6. Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbandes nach einem der Ansprüche 1 bis 5 umfassend die folgenden Verfahrensschritte:

- Gießen eines Walzbarrens,

- Homogenisieren des Walzbarrens bei 480 °C bis 550 °C für mindestens 0,5 h,
- Warmwalzen des Walzbarrens bei einer Temperatur von 280 °C bis 500 °C,
- Kaltwalzen des Aluminiumlegierungsbandes an Enddicke mit einem Abwalzgrad von weniger als 40%, bevorzugt maximal 30 %, besonders bevorzugt maximal 25%,
- Weichglühen des fertig gewalzten Aluminiumlegierungsbandes bei 300 °C bis 500 °C.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei nach dem Warmwalzen alternativ die folgenden Verfahrensschritte durchgeführt werden:

- Kaltwalzen des warmgewalzten Aluminiumlegierungsbandes mit einem Abwalzgrad von mindestens 30 %, vorzugsweise mindestens 50 %,
- Zwischenglühen des Aluminiumlegierungsbandes bei 300 °C bis 500 °C,
- anschließendes Kaltwalzen an Enddicke mit einem Abwalzgrad von weniger als 40%, bevorzugt maximal 30 %, besonders bevorzugt maximal 25%,
- Weichglühen des fertig gewalzten Aluminiumlegierungsbandes bei 300 °C bis 500 °C.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Zwischenglühung und/oder die Weichglühung in einem Batchofen oder in einem Durchlaufofen durchgeführt wird.

9. Bauteil für ein Kraftfahrzeug zumindest teilweise bestehend aus einem Aluminiumlegierungsband gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5.

10. Bauteil nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Bauteil ein Karosseriebauteil oder ein Karosserieanbauteil eines Kraftfahrzeugs ist.

Claims

1. Aluminium alloy strip composed of an AA 5 xxx -type aluminium alloy, which apart from Al and inevitable impurities has an Mg content of at least 4 wt.%, **characterised in that** the aluminium alloy strip has a recrystallized microstructure, wherein the grain size (GS) of the microstructure satisfies the following dependency on the Mg content (c_Mg) in wt. %:

$$GS > 22 + 2 \cdot c_{Mg}.$$

and **in that** the aluminium alloy of the aluminium alloy strip has the following composition in wt. %:

$$\begin{array}{ll} \text{Si} \leq 0.2\%, & \\ \text{Fe} \leq 0.35\%, & \\ 0.04\% \leq & \text{Cu} \leq 0.08\%, \\ 0.2\% \leq & \text{Mn} \leq 0.5\%. \\ 4.35\% \leq & \text{Mg} \leq 4.8\%, \\ & \text{Cr} \leq 0.1\%, \\ & \text{Zn} \leq 0.25\%, \\ & \text{Ti} \leq 0.1\%, \end{array}$$

the remainder being Al and inevitable impurities, amounting to a maximum of 0.05 wt.% individually and a maximum of 0.15 wt.% in total, whereas the aluminium alloy strip is cold rolled and soft annealed and the aluminium alloy strip has a yield point $R_{p0.2}$ of greater than 120 MPa and a tensile strength R_m of greater than 260 MPa.

2. Aluminium alloy strip according to Claim 1, **characterised in that** the grain size (GS) of the microstructure of the aluminium alloy strip also satisfies the following dependency on the Mg content (c_Mg) in wt. %:

$$GS < \left(\frac{253}{265 - 50 * c_Mg} \right)^2$$

3. Aluminium alloy strip according to any one of Claims 1 or 2, **characterised in that** the aluminium alloy of the aluminium alloy strip has $4.45\% \leq Mg \leq 4.8\%$.
4. Aluminium alloy strip according to any one of Claims 1 to 3, **characterised in that** the grain size is a maximum of 50 μm , preferably a maximum of 40 μm .
5. Aluminium alloy strip according to any one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the aluminium alloy strip has a thickness of 0.5 mm to 5 mm.
6. Method for producing an aluminium alloy strip according to any one of Claims 1 to 5 comprising the following process steps:
 - casting a rolling ingot;
 - homogenisation of the rolling ingot at 480°C to 550°C for at least 0.5 hours;
 - hot rolling of the rolling ingot at a temperature of 280°C to 500°C
 - cold rolling of the aluminium alloy strip to the final thickness with a degree of rolling of less than 40%, preferably a maximum of 30%, particularly preferably a maximum of 25%;
 - soft-annealing of the finished-rolled aluminium alloy strip at 300°C to 500°C..
7. Method according to Claim 6, wherein after the hot rolling alternatively the following process steps are carried out:
 - cold rolling of the hot-rolled aluminium alloy strip with a degree of rolling of at least 30%, preferably at least 50%;
 - intermediate annealing of the aluminium alloy strip at between 300°C and 500°C;
 - subsequent cold rolling to the final thickness with a degree of rolling of less than 40%, preferably a maximum of 30%, particularly preferably a maximum of 25%;
 - soft annealing of the finish-rolled aluminium alloy strip at between 300°C and 500°C.
8. Method according to Claim 6 or 7, **characterised in that** the intermediate annealing and/or the soft annealing is/are carried out in a batch furnace or a continuous furnace.
9. Component for a motor vehicle at least partially composed of an aluminium alloy strip according to any one of Claims 1 to 5.
10. Component according to Claim 9, **characterised in that** the component is a body part or a body accessory of a motor vehicle.

Revendications

1. Bande d'alliage d'aluminium, constituée d'un alliage d'aluminium de type AA 5xxx comportant, outre Al et des impuretés inévitables, une teneur en Mg d'au moins 4 % en poids,

caractérisée en ce que,

la bande d'alliage d'aluminium présente une structure recristallisée, la taille de grain (KG) de la structure dépendant de la teneur en MG (c_Mg) en % en poids selon la relation suivante :

$$KG \geq 22 + 2 * c_Mg$$

et que l'alliage d'aluminium de la bande d'alliage d'aluminium présente la composition suivante en % en poids :

$$\begin{aligned} Si &\leq 0,2 \%, \\ Fe &\leq 0,35 \%, \end{aligned}$$

EP 2 888 382 B2

(fortgesetzt)

0,04 % ≤ Cu ≤ 0,08 %,
0,2 % ≤ Mn ≤ 0,5 %,
4,35 % ≤ Mg ≤ 4,8 %,
Cr ≤ 0,1 %,
Zn ≤ 0,25 %,
Ti ≤ 0,1 %,

le reste étant Al et des impuretés inévitables dont chacune représente au maximum 0,05 % en poids, leur somme représentant au maximum 0,15 % en poids, où ladite bande d'alliage d'aluminium a subi un laminage à froid et un recuit d'adoucissement et ladite bande d'alliage d'aluminium présente une limite d'élasticité Rp0,2 supérieure à 120 MPa et une résistance à la traction Rm supérieure à 260 MPa.

2. Bande d'alliage d'aluminium selon la revendication 1, **caractérisée en ce que**, la taille de grain (KG) de la structure de la bande d'alliage d'aluminium dépend de la teneur en MG (c_Mg) en % en poids selon la relation suivante :

$$KG < \left(\frac{253}{265 - 50 * c_{Mg}} \right)^2$$

3. Bande d'alliage d'aluminium selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que**, l'alliage d'aluminium de ladite bande d'alliage d'aluminium comporte 4,45 % ≤ Mg ≤ 4,8 %.
4. Bande d'alliage d'aluminium selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que**, ladite taille de grain est inférieure ou égale à 50 μm, de préférence inférieure ou égale à 40 μm.
5. Bande d'alliage d'aluminium selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que**, ladite bande d'alliage d'aluminium présente une épaisseur comprise entre 0,5 mm et 5 mm.
6. Procédé de fabrication d'une bande d'alliage d'aluminium selon l'une des revendications 1 à 5, comprenant les étapes de procédé suivantes :
- coulée d'une billette
 - homogénéisation de la billette pendant au moins 0,5 h à 480 °C à 550 °C,
 - laminage à chaud de la billette à une température comprise entre 280 °C et 500 °C,
 - laminage à froid de la bande d'alliage d'aluminium pour atteindre l'épaisseur finale, le taux de réduction étant inférieure à 40 %, de préférence à 30 % au maximum, avec une préférence particulière à 25 % au maximum,
 - recuit d'adoucissement de la bande d'alliage d'aluminium laminée finie à 300 °C à 500 °C.
7. Procédé selon la revendication 6, ledit laminage à chaud étant, selon une variante, suivi des étapes de procédé indiquées ci-après :
- laminage à froid de ladite bande d'alliage d'aluminium, à l'issue du laminage à chaud, le taux de réduction étant d'au moins 30 %, préférentiellement d'au moins 50 %,
 - recuit intermédiaire de la bande d'alliage d'aluminium à 300 °C à 500 °C,
 - ensuite, laminage à froid pour atteindre l'épaisseur finale, le taux de réduction étant inférieure à 40 %, de préférence à 30 % au maximum, avec une préférence particulière à 25 % au maximum,
 - recuit d'adoucissement de la bande d'alliage d'aluminium laminée finie à 300 °C à 500 °C.
8. Procédé selon les revendications 6 ou 7, **caractérisé en ce que**,

le recuit intermédiaire et/ou le recuit d'adoucissement est réalisé dans un four à chargement par lots ou dans un four à passage continu.

- 5 9. Pièce destinée à un véhicule à moteur, constituée au moins partiellement d'une bande d'alliage d'aluminium selon l'une des revendications 1 à 5.

- 10 10. Pièce selon la revendication 9,
 caractérisée en ce que,
 ladite pièce est une pièce de carrosserie ou une pièce à rapporter sur une carrosserie de véhicule à moteur.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

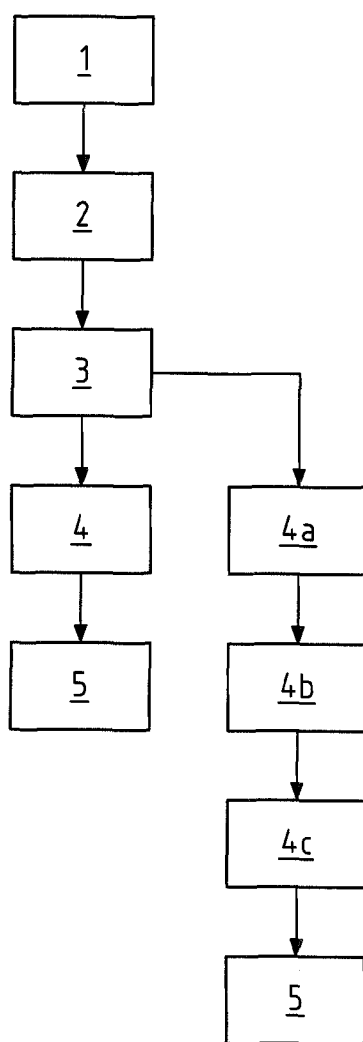


Fig.1

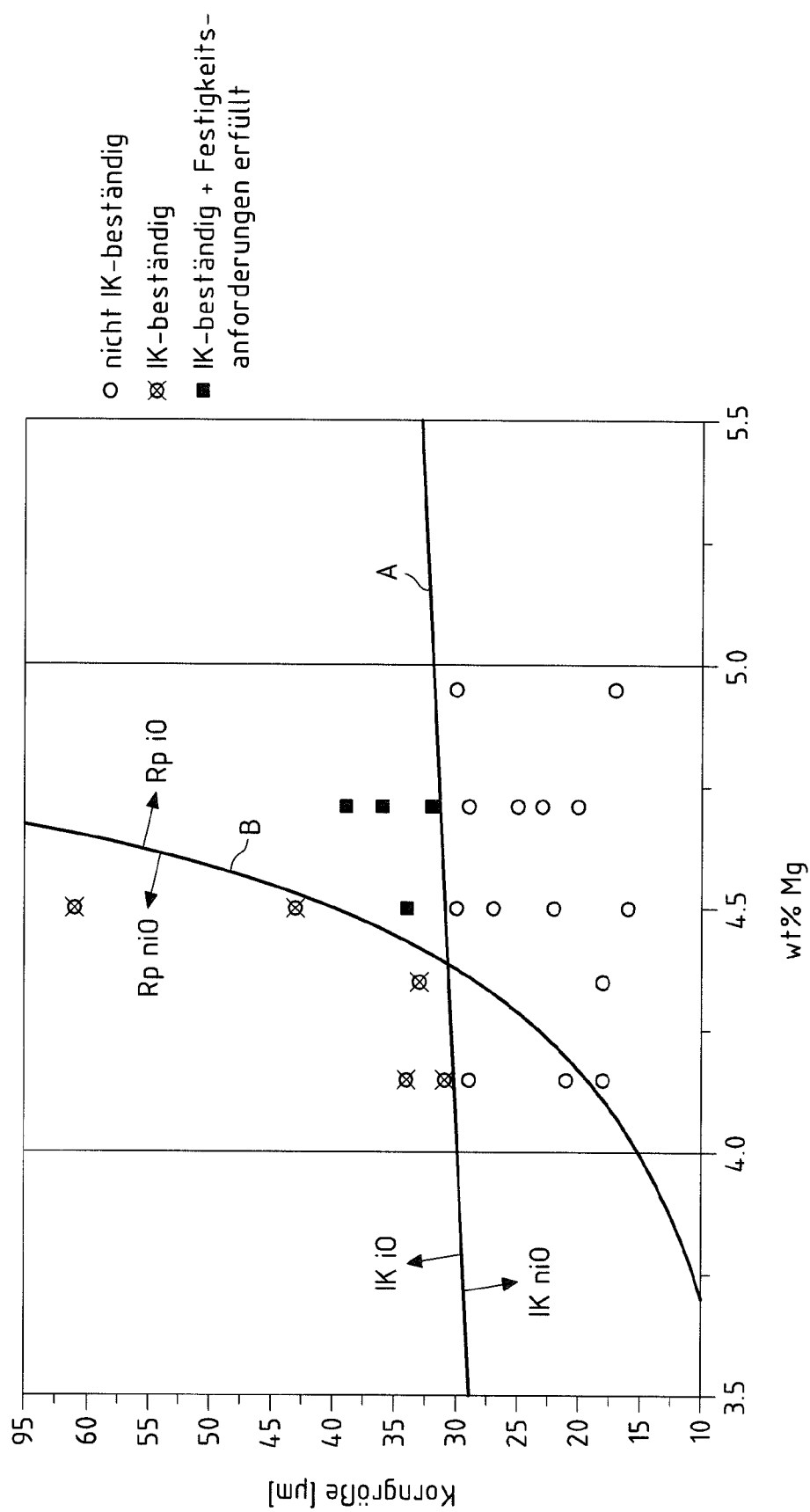


Fig.2

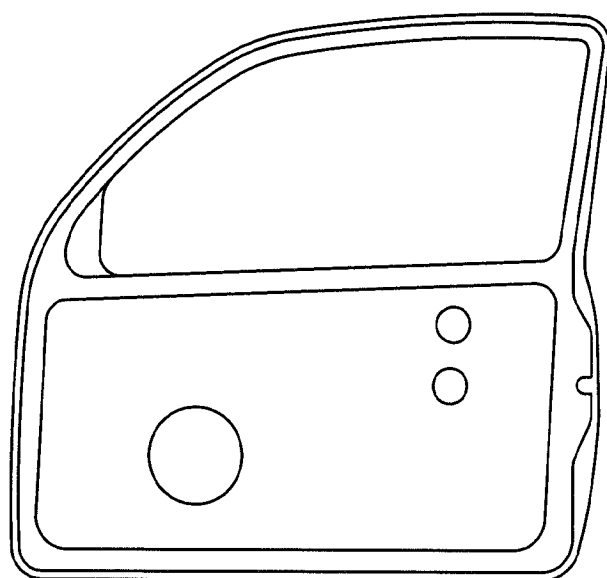


Fig.3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20030150587 A1 [0004]
- DE 10231437 A1 [0005]
- GB 2027621 A [0006]