



(11)

EP 2 770 071 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.02.2017 Patentblatt 2017/05

(51) Int Cl.:
C22C 21/00 (2006.01) **B62D 29/00** (2006.01)
C22F 1/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13156100.3**

(22) Anmeldetag: **21.02.2013**

(54) **Aluminiumlegierung zur Herstellung von Halbzeugen oder Bauteilen für Kraftfahrzeuge, Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbands aus dieser Aluminiumlegierung sowie Aluminiumlegierungsband und Verwendungen dafür**

Aluminium alloy for the production of semi-finished products or components for motor vehicles, method for producing an aluminium alloy strip from this aluminium alloy and aluminium alloy strip and uses thereof

Alliage en aluminium pour la fabrication de demi-produits ou de composants pour véhicules automobiles, procédé de fabrication d'une bande d'alliage en aluminium à partir de cet alliage en aluminium ainsi que la bande d'alliage en aluminium et utilisations de celui-ci

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.08.2014 Patentblatt 2014/35

(73) Patentinhaber: **Hydro Aluminium Rolled Products
GmbH
41515 Grevenbroich (DE)**

(72) Erfinder:
• **Dr. Engler, Olaf
53229 Bonn (DE)**

- **Brinkman, Henk-Jan
53175 Bonn (DE)**
- **Hentschel, Thomas
53121 Bonn (DE)**
- **Dupuis, Réginald
41516 Grevenbroich (DE)**

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack
Patent- & Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 075 935 FR-A1- 2 897 319
GB-A- 2 159 175 US-A- 5 125 452**

EP 2 770 071 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Aluminiumlegierung zur Herstellung von Halbzeugen oder Bauteilen für Kraftfahrzeuge. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbands sowie ein entsprechend hergestelltes Aluminiumlegierungsband und Verwendungen dafür.

[0002] Halbzeuge und Bauteile für Kraftfahrzeuge müssen abhängig von ihrem Einsatzort und Einsatzzweck im Kraftfahrzeug unterschiedliche Anforderungen erfüllen, insbesondere in Bezug auf ihre mechanischen Eigenschaften sowie auf ihre Korrosionseigenschaften.

[0003] Bei Türinnenteilen werden die mechanischen Eigenschaften beispielsweise vorwiegend durch die Steifigkeit bestimmt, welche insbesondere von der Formgebung dieser Teile abhängt. Die Festigkeit hat demgegenüber einen untergeordneten Einfluss, wobei die verwendeten Werkstoffe jedoch auch nicht zu weich sein dürfen. Eine gute Umformbarkeit ist demgegenüber sehr wichtig, da die Bauteile und Halbzeuge zum Beispiel bei der Herstellung von Türinnenteilen im Allgemeinen komplexe Umformprozesse durchlaufen. Das betrifft insbesondere Bauteile, die in einer einteiligen Blechschalenbauweise hergestellt werden, wie z.B. eine Blechinnentür mit integriertem Fensterrahmenbereich. Solche Bauteile haben durch die Einsparung von Fügeoperationen Kostenvorteile gegenüber einer angebauten Profillösung für den Fensterrahmen.

[0004] Vorteilhaft wäre insbesondere, wenn sich ein entsprechendes Halbzeug oder Bauteil aus einer Aluminiumlegierung auf einem Werkzeug für Stahlbauteile umformen ließe, da in diesem Fall auf demselben Werkzeug je nach Bedarf Aluminium- oder Stahlbauteile hergestellt werden können und so Investitions- und Betriebskosten für ein zusätzliches Werkzeug reduziert bzw. vermieden werden können.

[0005] Aus den zuvor genannten Gründen besteht im Bereich der Kraftfahrzeugindustrie ein großes Interesse an hochumformbaren, mittelfesten Aluminiumlegierungen, die insbesondere eine bessere Umformbarkeit aufweisen, als beispielsweise die Standardlegierung AA (Aluminum Association) 5005 (AlMg).

[0006] Neben den mechanischen Eigenschaften spielt bei Kraftfahrzeugen auch die Korrosionsbeständigkeit eine große Rolle, da Kraftfahrzeugbauteile wie Türinnenteile Spritzwasser, Kondenswasser oder Schweißwasser ausgesetzt sind. Es ist daher wünschenswert, dass die Kraftfahrzeugbauteile eine gute Beständigkeit gegen verschiedene Korrosionsangriffe, insbesondere gegen interkristalline Korrosion und gegen Filiform-Korrosion aufweisen.

[0007] Unter Filiform-Korrosion wird ein Korrosionstyp verstanden, der bei beschichteten Bauteilen auftritt und einen fadenförmigen Verlauf zeigt. Die Filiform-Korrosion tritt bei hoher Luftfeuchtigkeit in Gegenwart von Chloridionen auf.

[0008] In der Vergangenheit wurde versucht, Halbzeuge bzw. Bauteile für Kraftfahrzeuge aus der Legierung AA 8006 (AlFe, 5Mn, 0,5) herzustellen. Mit dieser Legierung können zwar Halbzeuge mit einer ausreichenden Festigkeit und einer hohen Umformbarkeit hergestellt werden, jedoch zeigten die entsprechenden Bauteile nach dem Lackieren eine hohe Anfälligkeit für Filiform-Korrosion, so dass die Legierung AA 8006 für beschichtete, insbesondere lackierte Bauteile wie Türinnenteile, nicht geeignet ist.

[0009] Aushärtbare AA 6xxx-Legierungen weisen hohe Festigkeiten sowie eine gute Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion und gegen Filiform-Korrosion auf, sind jedoch deutlich schlechter umformbar als AA 8006 und daher zur Herstellung komplexer Bauteile wie zum Beispiel von Türinnenteilen nicht besonders gut geeignet. Zudem ist die Herstellung von Halbzeugen und Bauteilen aus einer AA 6xxx-Legierung recht aufwändig und teuer, da sie als besonderen Verfahrensschritt eine Durchlaufglühung erfordert.

[0010] AA 5xxx-Legierungen mit hohen Magnesium-Anteilen vereinigen hohe Festigkeiten mit einer recht guten Umformbarkeit. Allerdings reicht die Umformbarkeit nicht an diejenige von Stahllösungen heran, was zu Einschränkungen im Design der Bauteile führt. Zudem neigen diese Legierungen zu interkristalliner Korrosion. Stahlwerkstoffe sind zwar sehr gut umformbar, haben allerdings bei gleicher Steifigkeit einen Gewichtsachteil und sind ebenfalls korrosionsanfällig. Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Aluminiumlegierung zur Herstellung von Halbzeugen oder Bauteilen für Kraftfahrzeuge zur Verfügung zu stellen, die hochumformbar, mittelfest und korrosionsbeständig ist. Weiterhin soll ein entsprechendes Verfahren zur Herstellung von Aluminiumlegierungsbandern aus dieser Aluminiumlegierung bereitgestellt werden, welches relativ kostengünstig durchführbar ist. Schließlich liegt der vorliegenden Erfindung auch die Aufgabe zugrunde, ein entsprechendes Aluminiumlegierungsband sowie vorteilhafte Verwendungen für das Band und die Legierung zur Verfügung zu stellen.

[0011] In Bezug auf die Aluminiumlegierung wird die zuvor genannte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Legierungsbestandteile der Aluminiumlegierung die folgenden Anteile in Gewichtsprozent aufweisen:

	Fe	≤	0,80 %,
	Si	≤	0,50 %,
0,90 % ≤	Mn	≤	1,50 %,
	Mg	≤	0,25 %,
	Cu	≤	0,20 %,

(fortgesetzt)

Cr	≤	0,05 %,
Ti	≤	0,05 %,
V	≤	0,05 %,
Zr	≤	0,05 %,

[0012] Rest Aluminium, unvermeidliche Begleitelemente einzeln < 0,05 %, in Summe < 0,15 %, und der kombinierte Anteil von Mg und Cu folgende Relation in Gew.-% erfüllt:

$$0,17 \% \leq \text{Mg} + \text{Cu} \leq 0,25 \%$$

[0013] Die erfindungsgemäße Aluminiumlegierung basiert auf dem Legierungstyp AA 3xxx, insbesondere AA 3103 (AlMn1). Derartige Legierungen weisen zwar eine sehr gute Umformbarkeit auf, sind aber normalerweise für viele Anwendungen wie Bauteile von Kraftfahrzeugen zu weich. Durch die Zugabe bestimmter Legierungselemente, insbesondere Mg und Cu, kann die Festigkeit der Aluminiumlegierung zwar erhöht werden, jedoch führt dies auch zu einer deutlichen Senkung der Duktilität und damit wiederum zu einer schlechteren Umformbarkeit.

[0014] Im Rahmen der Erfindung wurde unter anderem erkannt, dass der kombinierte Anteil von Kupfer und Magnesium bei der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung genau kontrolliert werden muss, um die gewünschten mechanischen Eigenschaften, nämlich eine Dehngrenze $R_{p0,2}$ von mindestens 45 MPa bei einer Gleichmaßdehnung A_g von mindestens 23 % sowie einer Bruchdehnung A_{80mm} von mindestens 30 %, bei guter Korrosionsbeständigkeit zu erreichen. In Versuchen wurde festgestellt, dass bei einem kombinierten Anteil von Mg und Cu zwischen 0,15 und 0,25 Gew.-% eine für die genannten Anwendungen vorteilhafte Kombination von Festigkeit und Umformbarkeit der Aluminiumlegierung erzielt wird.

[0015] Der kombinierte Anteil von Magnesium und Kupfer muss mindestens 0,17 Gew.-%, betragen, damit die Aluminiumlegierung eine ausreichende Festigkeit, insbesondere mit einer Dehngrenze $R_{p0,2}$ von mindestens 45 MPa, erreicht. Andererseits muss der kombinierte Anteil von Mg und Cu auf höchstens 0,25 Gew.-%, bevorzugt höchstens 0,23 Gew.-%, insbesondere höchstens 0,20 Gew.-% begrenzt werden, da ansonsten Gleichmaßdehnung A_g und Bruchdehnung A_{80mm} zu sehr abfallen, nämlich insbesondere unter 23 % für A_g bzw. unter 30 % für A_{80mm} . Unter dem kombinierten Anteil von Magnesium und Kupfer wird allgemein die Summe der beiden Einzelanteile für Mg und Cu in Gew.-% verstanden.

[0016] Hinsichtlich der einzelnen Anteile weist die Aluminiumlegierung einen Cu-Anteil von maximal 0,20 Gew.-%, bevorzugt von maximal 0,10 Gew.-%, insbesondere von maximal 0,05 Gew.-%, und einen Magnesium-Anteil von maximal 0,25 Gew.-%, bevorzugt maximal 0,2 Gew.-%, auf. Weiterhin weist die Aluminiumlegierung vorzugsweise einen Mg-Anteil von mindestens 0,06 Gew.-%, weiter bevorzugt von mindestens 0,10 Gew.-%, insbesondere von mindestens 0,15 Gew.-% auf.

[0017] Die zuvor beschriebene, erfindungsgemäße Aluminiumlegierung hat sich in Versuchen als hoch-umformbar und mittelfest erwiesen. Dadurch kann die Aluminiumlegierung besonders gut für Halbzeuge und Bauteile von Kraftfahrzeugen verwendet werden, deren Herstellung komplexe Umformprozesse umfasst. Mit der Aluminiumlegierung kann teilweise insbesondere sogar eine so gute Umformbarkeit erreicht werden, dass Halbzeuge und Bauteile aus der Legierung auf Umformwerkzeugen für Stahlbauteile umgeformt werden können.

[0018] Weiterhin hat sich in Versuchen gezeigt, dass die erfindungsgemäße Aluminiumlegierung eine gute Korrosionsbeständigkeit aufweist. Insbesondere tritt bei Legierungen vom Typ AA 3xxx, zu dem die oben genannte Legierung gehört, keine interkristalline Korrosion auf. weiterhin zeigte die erfindungsgemäße Aluminiumlegierung in Laboruntersuchungen eine erheblich bessere Beständigkeit gegenüber Filiform-Korrosion als beispielsweise AA 8006-Legierungen.

[0019] Die Wirkung der einzelnen Legierungsbestandteile wird nun im Folgenden erläutert:

Der Mn-Anteil der Legierung von 0,9 bis 1,5 Gew.-%, vorzugsweise von 1,0 bis 1,4 Gew.-%, insbesondere von 1,0 bis 1,2 Gew.-%, führt in Kombination mit den Fe- und Si-Anteilen in den angegebenen Mengen insbesondere zu relativ gleichförmig verteilten, kompakten Partikeln der quaternären. α -Al(Fe,Mn)Si-Phase, die die Festigkeit der Aluminiumlegierung steigern, ohne andere Eigenschaften wie die Umformbarkeit oder das Korrosionsverhalten negativ zu beeinflussen.

[0020] Die Elemente Titan, Chrom, Vanadium und insbesondere Zirkon können die Rekristallisation bei der Schlussglühung behindern und damit die Umformbarkeit der Aluminiumlegierung verschlechtern. Um eine bessere Umformbar-

keit zu erzielen, weist die Aluminiumlegierung daher Ti-, Cr-, V- und Zr-Anteile von jeweils maximal 0,05 Gew.-% und bevorzugt insbesondere einen Zr-Anteil von maximal 0,02 Gew.-% auf.

[0021] Die Anteile aller anderen unvermeidlichen Begleitelemente betragen einzeln weniger als 0,05 Gew.-% und zusammen weniger als 0,15 Gew.-%, damit diese keine unerwünschte Phasenbildung und/oder negativen Einflüsse auf die Materialeigenschaften hervorrufen.

[0022] In einer ersten bevorzugten Ausführungsform ist der Mg-Anteil der Aluminiumlegierung größer als der Cu-Anteil der Aluminiumlegierung. Auf diese Weise kann das Korrosionsverhalten der Aluminiumlegierung, insbesondere in Bezug auf die Filiform-Korrosion, weiter verbessert werden.

[0023] Die Umformbarkeit der Aluminiumlegierung wird in einer weiteren Ausführungsform dadurch weiter verbessert, dass die Aluminiumlegierung einen Cr-Anteil $\leq 0,02$ Gew.-%, bevorzugt $\leq 0,01$ Gew.-%, und/oder einen V-Anteil $\leq 0,02$ Gew.-%, bevorzugt $\leq 0,01$ Gew.-%, und/oder einen Zr-Anteil $\leq 0,01$ Gew.-% aufweist.

[0024] Titan kann beim Stranggießen der Aluminiumlegierung als Kornfeinungsmittel zum Beispiel in Form von Ti-Borid-Draht oder -Stangen hinzugegeben werden. Daher weist die Aluminiumlegierung in einer weiteren Ausführungsform einen Ti-Anhalt von mindestens 0,01 Gew.-%, bevorzugt von mindestens 0,015 Gew.-%, insbesondere von mindestens 0,02 Gew.-% auf.

[0025] Die Materialeigenschaften der Aluminiumlegierung lassen sich in einer weiteren Ausführungsform dadurch verbessern, dass die Aluminiumlegierung einen Fe-Anteil $\leq 0,7$ Gew.-%, vorzugsweise $\leq 0,6$ Gew.-%, insbesondere $\leq 0,5$ Gew.-%, aufweist. Durch die weitere Beschränkung des Fe-Anteils wird verhindert, dass sich die Anfälligkeit der Aluminiumlegierung gegenüber Filiform-Korrosion erhöht.

[0026] Weiterhin weist die Aluminiumlegierung bevorzugt einen Si-Anteil von $\leq 0,4$ Gew.-%, vorzugsweise $\leq 0,3$ Gew.-%, insbesondere $\leq 0,25$ Gew.-%, auf. Durch die weitere Beschränkung des Si-Anteils kann verhindert werden, dass die Umformbarkeit zu sehr reduziert wird.

[0027] Zur Festigkeitssteigerung weist die Aluminiumlegierung weiterhin vorzugsweise einen Fe-Anteil von mindestens 0,10 Gew.-%, bevorzugt von mindestens 0,25 Gew.-%, insbesondere von mindestens 0,40 Gew.-%, und/oder einen Si-Anteil von mindestens 0,06 Gew.-%, bevorzugt mindestens 0,10 Gew.-%, insbesondere mindestens 0,15 Gew.-% auf.

[0028] Eine gute Festigkeit und Umformbarkeit werden bei einer bevorzugten Ausführungsform der Aluminiumlegierung dadurch erreicht, dass die Legierungsbestandteile der Aluminiumlegierung die folgenden Anteile in Gewichtsprozent aufweisen:

0,40 %	$\leq$	Fe	$\leq$	0,70 %
0,10 %	$\leq$	Si	$\leq$	0,25 %
1,00 %	$\leq$	Mn	$\leq$	1,20 %
		Mg	$\leq$	0,25 %
		Cu	$\leq$	0,10 %
		Cr	$\leq$	0,02 %
		Ti	$\leq$	0,05 %
		V	$\leq$	0,05 %
		Zr	$\leq$	0,05 %

[0029] Rest Aluminium, unvermeidliche Begleitelemente einzeln $< 0,05$ %, in Summe $< 0,15$ %, wobei der kombinierte Anteil von Mg und Cu folgende Relation in Gew.-% erfüllt:

$$0,17 \% \leq \text{Mg} + \text{Cu} \leq 0,25 \%$$

[0030] Die Umformbarkeit dieser Legierung kann dadurch verbessert werden, dass die Legierung einen V-Anteil $\leq 0,02$ Gew.-% und/oder einen Zr-Anteil $\leq 0,01$ Gew.-% aufweist. Weiterhin kann die Kornfeinung durch einen Ti-Anteil von mindestens 0,01 Gew.-% verbessert werden.

[0031] Eine sehr gute Umformbarkeit bei ausreichender Festigkeit wird in einer bevorzugten Ausführungsform der Aluminiumlegierung dadurch erreicht, dass die Legierungsbestandteile der Aluminiumlegierung die folgenden Anteile in Gewichtsprozent aufweisen:

0,40 %	$\leq$	Fe	$\leq$	0,70 %
0,10 %	$\leq$	Si	$\leq$	0,25 %

(fortgesetzt)

1,00 %	≤	Mn	≤	1,20 %
		Mg	≤	0,20 %
		Cu	≤	0,05 %
		Cr	≤	0,02 %
		Ti	≤	0,05 %
		V	≤	0,05 %
		Zr	≤	0,05 %

[0032] Rest Aluminium, unvermeidliche Begleitelemente einzeln < 0,05 %, in Summe < 0,15 %, wobei der kombinierte Anteil von Mg und Cu folgende Relation in Gew.-% erfüllt:

$$0,17 \% \leq \text{Mg} + \text{Cu} \leq 0,20 \%$$

[0033] Die Umformbarkeit dieser Legierung kann dadurch verbessert werden, dass die Legierung einen V-Anteil ≤ 0,02 Gew.-% und/oder einen Zr-Anteil ≤ 0,01 Gew.-% aufweist. Weiterhin kann die Kornfeinung durch einen Ti-Anteil von mindestens 0,01 Gew.-% verbessert werden.

[0034] Die zuvor beschriebene Aufgabe wird erfindungsgemäß weiterhin durch ein Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbands aus einer erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung gelöst, welches folgende Verfahrensschritte umfasst:

- Gießen eines Walzbarrens aus einer erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung,
- Homogenisieren des Walzbarrens bei 480 °C bis 600 °C für mindestens 0,5 h,
- Warmwalzen des Walzbarrens bei 280 °C bis 500 °C zu einem Aluminiumlegierungsband,
- Kaltwalzen des Aluminiumlegierungsbands auf Enddicke und
- rekristallisierendes Schlussglühen des Aluminiumlegierungsbands.

[0035] Die Verfahrensschritte des zuvor beschriebenen Verfahrens werden insbesondere in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt.

[0036] In Versuchen wurde festgestellt, dass mit diesem Verfahren ein Aluminiumlegierungsband hergestellt werden kann, welches hoch-umformbar, mittelfest und korrosionsbeständig, insbesondere gegenüber interkristalliner Korrosion und Filiform-Korrosion, ist. Weiterhin erlaubt dieses Verfahren eine wirtschaftliche Herstellung des Aluminiumlegierungsbands, da das Verfahren Standardprozessschritte (d.h. Strangguss, Homogenisieren, Warmwalzen, Kaltwalzen, Weichglühen) umfasst und nicht notwendigerweise besondere, aufwändige Verfahrensschritte wie zum Beispiel eine Banddurchlaufglühung erfordert.

[0037] Das Gießen des Walzbarrens erfolgt bevorzugt im DC-Strangguss. Alternativ kann jedoch beispielsweise auch ein Bandgussverfahren verwendet werden.

[0038] Durch das Homogenisieren des Walzbarrens bei 480 °C bis 600 °C, bevorzugt bei 500 °C bis 600 °C, insbesondere bei 530 °C bis 580 °C, für mindestens 0,5 h wird erreicht, dass das Aluminiumlegierungsband nach dem Schlussglühen ein feinkörniges Gefüge mit guter Festigkeit und Umformbarkeit aufweist. Diese Eigenschaften lassen sich weiter dadurch verbessern, dass das Homogenisieren des Walzbarrens für mindestens 2 h erfolgt.

[0039] Das Warmwalzen des Walzbarrens erfolgt bei einer Temperatur zwischen 280 °C und 500 °C, bevorzugt zwischen 300 °C und 400 °C, insbesondere zwischen 320 °C und 380 °C. Beim Warmwalzen wird der Walzbarren bevorzugt auf eine Dicke zwischen 3 und 12 mm untergewalzt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass beim nachfolgenden Kaltwalzen ein ausreichend hoher Abwalzgrad, bevorzugt von mindestens 70 %, insbesondere von mindestens 80 %, erreicht wird, durch den die Festigkeit, die Umformbarkeit und die Dehnungswerte des Aluminiumlegierungsbandes mitbestimmt werden.

[0040] Das Kaltwalzen des Aluminiumlegierungsbandes kann in einem oder in mehreren Stichen erfolgen. Bevorzugt wird das Aluminiumlegierungsband auf eine Enddicke im Bereich von 0,2 bis 5 mm, bevorzugt von 0,25 bis 4 mm, insbesondere von 0,5 - 3,6 mm gewalzt. Bei diesen Dickenbereichen können die gewünschten Materialeigenschaften des Aluminiumlegierungsbandes besonders gut erreicht werden.

[0041] Durch das Schlussglühen des Aluminiumbands kann ein feinkörnig durchkristallisiertes Gefüge mit guter Fest-

tigkeit und Umformbarkeit erreicht werden. Beim Schlussglühen handelt es sich daher um eine rekristallisierende Weichglühung. Das Schlussglühen kann insbesondere in einem Kammerofen bei 300 °C bis 400 °C, bevorzugt bei 320 °C bis 360 °C oder in einem Durchlaufofen bei 450 °C bis 550 °C, bevorzugt bei 470 °C bis 530 °C erfolgen. Der Kammerofen ist in Betrieb und Anschaffung weniger kostenintensiv als der Durchlaufofen. Die Dauer des Schlussglühens im Kammerofen beträgt typischerweise 1 h oder mehr.

[0042] In einer ersten Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Verfahren zusätzlich folgenden Verfahrensschritt:

- Fräsen der Ober- und/oder Unterseite des Walzbarrens.

[0043] Durch diesen Verfahrensschritt können die Korrosionseigenschaften des hergestellten Aluminiumlegierungsbandes bzw. eines aus diesem Aluminiumlegierungsband hergestellten Endprodukts verbessert werden. Das Fräsen der Ober- und/oder Unterseite des Walzbarrens kann beispielsweise nach dem Gießen und vor dem Homogenisieren des Walzbarrens erfolgen.

[0044] In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird das Homogenisieren mindestens zweistufig durchgeführt mit folgenden Schritten:

- erstes Homogenisieren bei 500 °C bis 600 °C, bevorzugt bei 550 °C bis 600 °C, für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h, und
- zweites Homogenisieren bei 450 °C bis 550 °C für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h.

[0045] Durch das mindestens zweistufige Homogenisieren kann ein feinkörnigeres Gefüge mit guter Festigkeit und Umformbarkeit nach dem Schlussglühen erzielt werden. Es hat sich gezeigt, dass auf diese Weise nach dem Schlussglühen insbesondere Korngrößen, bestimmt nach ASTM E1382, von kleiner als 45 µm, insbesondere sogar von kleiner als 35 µm, erreicht werden können. Das zweite Homogenisieren wird bevorzugt bei der Warmwalztemperatur durchgeführt, die der Walzbarren zu Beginn des nachfolgenden Warmwalzschrittes aufweist.

[0046] Das mindestens zweistufige Homogenisieren umfasst bei einer weiteren Ausführungsform bevorzugt folgende Schritte:

- erstes Homogenisieren bei 500 °C bis 600 °C, bevorzugt bei 550 °C bis 600 °C, für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h,
- Abkühlen des Walzbarrens nach dem ersten Homogenisieren auf die Temperatur für das zweite Homogenisieren und
- zweites Homogenisieren bei 450 °C bis 550 °C für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h.

[0047] In einer alternativen Ausführungsform umfasst das mindestens zweistufige Homogenisieren bevorzugt folgende Schritte:

- erstes Homogenisieren bei 500 °C bis 600 °C, bevorzugt bei 550 °C bis 600 °C, für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h,
- Abkühlen des Walzbarrens nach dem ersten Homogenisieren auf Raumtemperatur,
- Anwärmen des Walzbarrens auf die Temperatur für das zweite Homogenisieren und
- zweites Homogenisieren bei 450 °C bis 550 °C für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h.

[0048] In einer weiteren Ausführungsform kann ein Fräsen der Ober- und/oder Unterseite des Walzbarrens zwischen dem ersten Homogenisieren und dem zweiten Homogenisieren erfolgen, und zwar besonders bevorzugt nach dem Abkühlen des Walzbarrens auf Raumtemperatur.

[0049] In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens beträgt der Abwalzgrad während des Kaltwalzens mindestens 70 %, vorzugsweise mindestens 80 %. Durch diesen Mindestabwalzgrad kann beim Aluminiumlegierungsband nach der Schlussglühung ein feinkörniges Gefüge mit guter Festigkeit und Umformbarkeit erreicht werden.

[0050] In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens beträgt der Abwalzgrad während des Kaltwalzens maximal 90 %, bevorzugt maximal 85 %. Durch diesen maximalen Abwalzgrad kann eine übermäßige Abnahme der Dehnungswerte des Aluminiumlegierungsbandes verhindert werden.

[0051] Das Verfahren kann in einer weiteren Ausführungsform dadurch besonders wirtschaftlich durchgeführt werden, dass das Kaltwalzen ohne Zwischenglühung durchgeführt wird. Es hat sich herausgestellt, dass die gewünschten Eigenschaften des Aluminiumlegierungsbandes auch ohne eine Zwischenglühung erreicht werden können. Bevorzugt erfolgt bei der Herstellung des Aluminiumlegierungsbandes auch keine aufwändige und teure Banddurchlaufglühung.

[0052] In einer alternativen Ausführungsform des Verfahrens wird das Aluminiumlegierungsband zwischen zwei Kaltwalzstichen, insbesondere zwischen dem vorletzten und dem letzten Kaltwalzstich, zwischengeglüht, insbesondere bei einer Temperatur von 300 °C bis 400 °C, bevorzugt bei einer Temperatur von 330 °C bis 370 °C. Das Zwischenglühen

kann beispielsweise in einem Kammerofen erfolgen. Bei dem Zwischenglühen handelt es sich insbesondere um ein Zwischen-Weichglühen des Bandes.

[0053] Zwar wird das Herstellungsverfahren durch das Zwischenglühen aufwändiger, jedoch kann hierdurch bei einem relativ dicken Warmband das Gefüge positiv beeinflusst werden, so dass das hergestellte Aluminiumlegierungsband im Ergebnis bessere Materialeigenschaften aufweist. Das Zwischenglühen wird bevorzugt dann durchgeführt, wenn der Abwalzgrad beim Kaltwalzen insgesamt mehr als 85 %, insbesondere mehr als 90 % beträgt. Das Kaltwalzen und das Zwischenglühen erfolgt dann vorzugsweise so, dass der Abwalzgrad nach dem Zwischenglühen weniger als 90 %, insbesondere weniger als 85 % beträgt. Besonders bevorzugt beträgt der Abwalzgrad nach dem Zwischenglühen zwischen 70 % und 90 %, insbesondere zwischen 80 % und 85 %.

[0054] Die zuvor beschriebene Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Aluminiumlegierungsband, welches bevorzugt mit einem der zuvor beschriebenen Verfahren hergestellt wird, dadurch gelöst, dass das Aluminiumlegierungsband aus einer erfindungsgemäßen Legierung besteht und eine Dehngrenze $R_{p0,2}$ von mindestens 45 MPa, eine Gleichmaßdehnung A_g von mindestens 23 % sowie eine Bruchdehnung A_{80mm} von mindestens 30 % aufweist.

[0055] Versuche haben gezeigt, dass mit der erfindungsgemäßen Legierung und insbesondere auch durch das erfindungsgemäße Verfahren ein Aluminiumlegierungsband herstellbar ist, welches die oben genannten Materialeigenschaften und zudem eine gute Korrosionsbeständigkeit gegenüber interkristalliner Korrosion und Filiform-Korrosion aufweist. Damit ist das erfindungsgemäße Aluminiumlegierungsband besonders gut für Bauteile und Halbzeuge für Kraftfahrzeuge, insbesondere für beschichtete Bauteile wie Türinnenbauteile geeignet.

[0056] Die Dehngrenze $R_{p0,2}$ wird nach DIN EN ISO 6892-1:2009 bestimmt. Die Gleichmaßdehnung A_g und die Bruchdehnung A_{80mm} werden ebenfalls nach DIN EN ISO 6892-1:2009 mit einer Flachzug-Probe nach DIN EN ISO 6892-1:2009, Anhang B, Form 2 bestimmt.

[0057] In einer Ausführungsform weist das Aluminiumlegierungsband eine Dicke im Bereich von 0,2 bis 5 mm, bevorzugt von 0,25 bis 4 mm, insbesondere von 0,5 - 3,6 mm auf. Bei diesen Dickenbereichen können die gewünschten Materialeigenschaften des Aluminiumlegierungsbands besonders gut erreicht werden.

[0058] Die zuvor beschriebene Aufgabe wird weiterhin gelöst durch die Verwendung der zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung für Halbzeuge oder Bauteile für Kraftfahrzeuge, insbesondere für beschichtete Bauteile für Kraftfahrzeuge. Es hat sich herausgestellt, dass mit der Aluminiumlegierung Materialeigenschaften erreicht werden können, die insbesondere für diese Verwendungen vorteilhaft sind. Die Aluminiumlegierung kann nach einer Ausführungsform besonders vorteilhaft für Türinnenbauteile eines Kraftfahrzeugs verwendet werden.

[0059] Die zuvor beschriebene Aufgabe wird weiterhin gelöst durch die Verwendung eines Blechs, hergestellt aus einem erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsband, als Bauteil im Kraftfahrzeug. Wie zuvor beschrieben eignen sich die Materialeigenschaften des Aluminiumlegierungsbands und damit auch die Materialeigenschaften eines aus diesem hergestellten Blechs besonders für die Verwendung im Kraftfahrzeug, vor allem als Türinnenblech.

[0060] Wegen der guten Beständigkeit gegenüber Filiform-Korrosion werden die erfindungsgemäße Aluminiumlegierung bzw. ein aus dem erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsband hergestelltes Blech besonders bevorzugt für beschichtete, insbesondere lackierte Bauteile eines Kraftfahrzeugs verwendet.

[0061] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung können der nachfolgenden Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele entnommen werden, wobei auch auf die beigefügte Zeichnung Bezug genommen wird.

[0062] In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 ein Ablaufdiagramm für mehrere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm für weitere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 3 ein Diagramm mit Messergebnissen von Ausführungsbeispielen der erfindungsgemäßen Legierung bzw. des erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungsbands und

Fig. 4 ein Bauteil für ein Kraftfahrzeug gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

[0063] Fig. 1 zeigt ein Ablaufdiagramm für ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbands.

[0064] In einem ersten Schritt 2 wird zunächst ein Walzbarren aus einer erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung gegossen. Das Gießen kann beispielsweise im DC-Strangguss oder im Bandguss erfolgen. Nach dem Gießen wird der Walzbarren in Schritt 4 bei einer Temperatur im Bereich von 480 °C bis 600 °C für mindestens 0,5 h homogenisiert. In Schritt 6 wird der Walzbarren anschließend bei einer Temperatur im Bereich von 280 °C bis 500 °C auf eine Enddicke zwischen 3 und 12 mm warmgewalzt. Das aus dem Walzbarren warmgewalzte Warmband wird dann im Schritt 8 auf eine Enddicke von vorzugsweise 0,2 mm bis 5 mm kaltgewalzt. Im Anschluss an das Kaltwalzen erfolgt in Schritt 10 schließlich noch ein Schlussglühen des Aluminiumlegierungsbands, beispielsweise im Kammerofen bei einer Tempe-

ratur zwischen 300 °C und 400 °C oder in einem Durchlaufofen zwischen 450 °C und 550 °C.

[0065] Zwischen dem Gießen des Walzbarrens in Schritt 2 und dem Homogenisieren in Schritt 4 kann optional in einem Schritt 12 die Ober- und/oder die Unterseite des Walzbarrens gefräst werden.

[0066] Weiterhin kann das Aluminiumlegierungsband während des Kaltwalzens in Schritt 8 optional in einem Schritt 14 zwischengeglüht werden, vorzugsweise in einem Kammerofen bei einer Temperatur zwischen 300 °C und 400 °C. Das Zwischenglühen ist besonders dazu geeignet, die Materialeigenschaften des Aluminiumlegierungsbands zu verbessern, wenn das Warmband relativ dick ist und daher der Abwalzgrad beim Kaltwalzen insgesamt mehr als 85 %, insbesondere mehr als 90 % beträgt. Das Zwischenglühen erfolgt bevorzugt vor dem letzten Kaltwalzstich.

[0067] Bei einer Warmbanddicke von 12 mm und einer Enddicke von 0,4 mm beträgt der Abwalzgrad beim Kaltwalzen beispielsweise insgesamt ca. 96,7 %. In diesem Fall kann das Warmband zum Beispiel in einem ersten Kaltwalzstich zunächst auf 2 mm gewalzt, dann zwischengeglüht und schließlich in einem zweiten Kaltwalzstich auf 0,4 mm gewalzt werden. Der Abwalzgrad nach dem Zwischenglühen beträgt dann nur noch 80 % und liegt somit in einem bevorzugten Bereich.

[0068] Figur 2 zeigt einen Teil eines Ablaufdiagramms für weitere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens. Der Verfahrensablauf dieser Ausführungsbeispiele stimmt im Wesentlichen mit dem Verfahrensablauf der mit Bezug auf Figur 1 beschriebenen Verfahren überein. Das Homogenisieren des Walzbarrens erfolgt bei den Ausführungsbeispielen nach Figur 2 jedoch nicht in Schritt 4, sondern in einem Schritt 16, der in mehrere Einzelschritte aufgeteilt ist. Figur 2 zeigt mögliche Abfolgen der Einzelschritte des Schritts 16.

[0069] Demnach erfolgt nach dem Gießen des Walzbarrens in Schritt 2 bzw. nach dem Fräsen des Walzbarrens in Schritt 12 im ersten Teilschritt 18 des Schritts 16 zunächst ein erstes Homogenisieren bei einer Temperatur zwischen 550 und 600 °C für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h. In einem nachfolgenden Schritt 20 wird der Walzbarren auf die Temperatur des zweiten Homogenisierens im Bereich von 450 °C und 550 °C abgekühlt, bevor dann im wiederum nachfolgenden Schritt 22 bei dieser Temperatur das zweite Homogenisieren für mindestens 0,5 h, bevorzugt für mindestens 2 h, erfolgt.

[0070] Alternativ kann der Walzbarren nach dem ersten Homogenisieren in Schritt 18 in einem Schritt 24 auch zunächst auf Raumtemperatur abgekühlt und in einem nachfolgenden Schritt 26 auf die Temperatur für das zweite Homogenisieren angewärmt werden. Zwischen Schritt 24 und Schritt 26 können optional die Ober- und/oder die Unterseite des Walzbarrens gefräst werden.

[0071] Im Rahmen der Erfindung wurden Aluminiumlegierungen vom Typ AA 3xxx, insbesondere basierend auf AA 3103, mit verschiedenen Mg- und Cu-Anteilen hergestellt. Die Legierungszusammensetzungen dieser Aluminiumlegierungen sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengestellt, wobei die einzelnen Legierungsanteile jeweils in Gew.-% angegeben sind.

Tabelle 1

Nr.		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	V	Zr	Cu+Mg
1	V	0,063	0,54	0,0029	1,07	0,0102	0,0005	0,0051	0,0053	0,0038	0,0005	0,013
2	V	0,23	0,55	0,055	0,93	0,059	0,0096	0,0131	0,0151	0,0099	0,0008	0,114
3	V	0,208	0,546	0,064	1,026	0,071	0,004	0,005	0,018	0,0081	0,0006	0,135
4	V	0,154	0,51	0,152	1,02	0,0019	0,0005	0,0034	0,0602	0,0073	0,0005	0,154
5	E	0,23	0,5	0,18	1,06	0,0109	0,0101	0,0055	0,0093	0,0112	0,0008	0,191
6	E	0,142	0,62	0,0019	1,1	0,19	0,0004	0,0011	0,0066	0,0091	0,0005	0,192
7	E	0,17	0,54	0,19	1,03	0,053	0,0005	0,0032	0,0217	0,0064	0,0005	0,243
8	V	0,42	0,45	0,086	1,01	0,19	0,0331	0,0058	0,028	0,0066	0,0006	0,276
9	V	0,052	0,21	0,28	0,87	0,22	0,0006	0,0028	0,018	0,0061	0,0005	0,5
10	V	0,162	0,59	0,0016	1,1	0,52	0,0002	0,001	0,0055	0,0072	0,0005	0,522
11	V	0,179	0,38	0,116	1,05	0,51	0,003	0,006	0,014	0,0068	0,0006	0,626

[0072] In der letzten Spalte der Tabelle 1 ist der kombinierte Anteil von Kupfer und Magnesium angegeben, der sich als besonders wichtig für die gewünschten Materialeigenschaften herausgestellt hat. Bei den Legierungen Nr. 5 - 7 handelt es sich um Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Legierung (E), während die Legierungen Nr. 1 - 4 und 8 - 11 Vergleichsbeispiele darstellen (V).

[0073] Aus diesen Aluminiumlegierungen Nr. 1 - 11 wurden dann mit dem zuvor beschriebenen Verfahren Alumi-

umlegierungsbänder hergestellt. Im Einzelnen wurde aus jeder dieser Legierungen 1 bis 11 im DC-Strangguss jeweils ein Walzbarren mit einer Dicke von 600 mm gegossen, der dann jeweils zweistufig homogenisiert wurde, und zwar zunächst für mehrere Stunden bei ca. 580 °C und anschließend für mehrere Stunden bei ca. 500 °C. Nach dem Homogenisieren wurden die Walzbarren bei ca. 500 °C zu Aluminiumlegierungswarmbändern mit einer Dicke von 4 bis 8 mm warmgewalzt. Diese Aluminiumlegierungswarmbänder wurden dann jeweils auf eine Enddicke von 1,2 mm kaltgewalzt und schließlich für 1 h einer rekristallisierenden Schlussglühung bei 350 °C unterzogen.

[0074] Anschließend wurden die Aluminiumlegierungsbänder auf ihre mechanischen Eigenschaften, insbesondere auf ihre Festigkeit und Umformbarkeit untersucht.

[0075] Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt. Weiterhin zeigt Tabelle 2 in der letzten Zeile die entsprechenden Materialeigenschaften einer Legierung vom Typ AA 8006, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist.

Tabelle 2

Nr.		$R_{p0,2}$ [MPa]	R_m [MPa]	A_g [%]	A_{80mm} [%]	n-Wert	r-Wert	SZ 32 [mm]
1	V	42	101	25,1	41,3	0,214	0,472	16,7
2	V	42	103	24,6	35,7	0,216	0,579	16,3
3	V	43	111	24,5	36,1	0,218	0,484	16,4
4	V	48	111	25,3	35,9	0,214	0,417	16,6
5	E	49	115	25,1	34,2	0,218	0,420	16,2
6	E	50	113	24,2	35,0	0,210	0,598	16,4
7	E	53	118	23,8	32,5	0,216	0,344	15,9
8	V	51	119	21,8	29,5	0,207	0,635	15,9
9	V	58	134	21,2	26,9	0,220	0,556	15,4
10	V	57	135	20,8	28,0	0,221	0,652	15,5
11	V	66	152	19,7	21,0	0,225	0,582	14,9
AA 8006	V	49	104	27,5	42,0	0,223	0,431	17,3

[0076] Tabelle 2 zeigt folgende Messwerte:

- die Dehngrenze $R_{p0,2}$ in MPa sowie die Zugfestigkeit R_m in MPa, gemessen im Zugversuch senkrecht zur Walzrichtung des Blechs nach DIN EN ISO 6892-1:2009,
- die Gleichmaßdehnung A_g in Prozent sowie die Bruchdehnung A_{80mm} in Prozent, gemessen im Zugversuch senkrecht zur Walzrichtung des Blechs mit einer Flachzug-Probe nach DIN EN ISO 6892-1:2009, Anhang B, Form 2,
- den Verfestigungsexponenten n (n-Wert), gemessen im Zugversuch senkrecht zur Walzrichtung des Blechs nach DIN ISO 10275:2009,
- die senkrechten Anisotropie r (r-Wert), gemessen im Zugversuch senkrecht zur Walzrichtung des Blechs nach DIN ISO 10113:2009, und
- die beim Streckziehen erreichte Tiefung SZ 32 in Millimeter als weiteres Maß für die Umformbarkeit der Legierung. Die Tiefung SZ 32 wurde im Erichsen-Tiefungsversuch nach DIN EN ISO 20482 ermittelt, aber mit einem auf die Blechdicke abgestimmten Stempelkopfdurchmesser von 32 mm und Matrizendurchmesser von 35,4 mm und unter Zuhilfenahme einer Teflon-Ziehfolie zur Reduzierung der Reibung.

[0077] In Figur 3 sind die Dehngrenzen $R_{p0,2}$ (leere Quadrate), die Bruchdehnungen A_{80mm} (gefüllte Rauten) und die Tiefungswerte SZ 32 (gefüllte Dreiecke) der Aluminiumlegierungsbänder Nr. 1 bis 11 in Abhängigkeit vom kombinierten Cu- und Mg-Anteil der jeweiligen Aluminiumlegierung aufgetragen. Die $R_{p0,2}$ -Werte sind in MPa entsprechend der Skala an der linken Ordinatenachse aufgetragen. Die A_{80mm} -Werte sind in Prozent und die SZ 32-Werte in mm entsprechend der Skala an der rechten Ordinatenachse aufgetragen. Der kombinierte Cu- und Mg-Anteil ist auf der Abszisse in Gew.-% angegeben.

[0078] Weiterhin sind in Figur 3 zur besseren Übersicht jeweils noch Ausgleichsgeraden zu den Messwerten von $R_{p0,2}$, A_{80mm} und SZ 32 eingezeichnet. Zwei vertikale gestrichelte Linien kennzeichnen die Werte 0,15 Gew.-% und 0,25 Gew.-% für den kombinierten Cu- und Mg-Anteil.

[0079] Wie die Messwerte für die Aluminiumlegierungsbänder aus den Aluminiumlegierungen Nr. 5 - 7 zeigen, bewirkt die Einstellung des kombinierten Cu- und Mg-Anteils in einem Bereich von 0,15 Gew.-% bis 0,25 Gew.-%, dass die gewünschte Kombination von Festigkeit ($R_{p0,2} \geq 45 \text{ MPa}$) und Umformbarkeit ($A_g \geq 23\%$ und $A_{80\text{mm}} \geq 30\%$) erreicht wird.

[0080] Bei kombinierten Mg- und Cu-Anteilen von weniger als 0,15 Gew.-% (Nr. 1 - 3) erweist sich die Festigkeit als zu gering ($R_{p0,2} < 45 \text{ MPa}$) und bei kombinierten Mg- und Cu-Anteilen von mehr als 0,25 Gew.-% sinken die Dehnungswerte und damit die Umformbarkeit zu sehr ab ($A_g < 23\%$ und/oder $A_{80\text{mm}} < 30\%$).

[0081] Die gute Umformbarkeit zeigt sich insbesondere auch durch den gemessenen Tiefungswert, der bei der erfindungsgemäßen Legierung vorzugsweise einen Wert $SZ\ 32 \geq 15,8 \text{ mm}$, insbesondere $\geq 15,9 \text{ mm}$ aufweist.

[0082] Im Ergebnis weisen die Aluminiumlegierungen Nr. 5 - 7 damit bei gleicher Festigkeit nur eine geringfügig schlechtere Umformbarkeit auf als die Vergleichs-Legierung AA 8006. Die Aluminiumlegierungen Nr. 5 - 7 haben gegenüber der Legierung AA 8006 jedoch den Vorteil, dass sie eine erheblich bessere Korrosionsbeständigkeit aufweisen. So tritt interkristalline Korrosion bei Legierungen vom Typ AA 3xxx grundsätzlich nicht auf.

[0083] Weiterhin wurden an den Aluminiumlegierungsbändern aus den Aluminiumlegierungen Nr. 5 - 7 ergänzende Laborversuche zur Korrosionsbeständigkeit durchgeführt. Diese Laborversuche haben gezeigt, dass die Aluminiumlegierungen Nr. 5 - 7 eine sehr viel bessere Beständigkeit gegenüber Filiform-Korrosion zeigen als der Legierungstyp AA 8006. Damit sind Aluminiumlegierungen wie die Aluminiumlegierungen Nr. 5 - 7 bzw. aus diesen Aluminiumlegierungen hergestellte Aluminiumlegierungsbänder besonders für beschichtete Bauteile geeignet.

[0084] Schließlich zeigen die Messwerte in Tabelle 2, dass die Ausführungsbeispiele für die erfindungsgemäße Aluminiumlegierung auch für die Zugfestigkeit R_m sowie für den n- und r-Wert gute Werte erreichen, die insbesondere im Rahmen üblicher AA 3xxx-Legierungen liegen oder sogar besser sind.

[0085] Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung eines typischen Bauteils eines Kraftfahrzeugs in Form eines Türinnenteils. Derartige Türinnenteile 40 werden üblicherweise aus Stahl hergestellt. Stahlbauteile sind jedoch bei gleicher Steifigkeit schwer und korrosionsanfällig.

[0086] Es hat sich gezeigt, dass mit den zuvor beschriebenen Aluminiumlegierungen, wie zum Beispiel den Aluminiumlegierungen Nr. 5 - 7, Aluminiumlegierungsbänder hergestellt werden können, die hoch-umformbar, mittelfest und sehr korrosionsbeständig sind, insbesondere gegenüber interkristalliner Korrosion als auch gegenüber Filiform-Korrosion.

[0087] Die Materialeigenschaften dieser Aluminiumlegierungsbänder bzw. der aus diesen hergestellten Blechen sind damit besonders günstig für die Herstellung von Kraftfahrzeugbauteilen, wie zum Beispiel dem Türinnenteil 40. Die gute Beständigkeit gegenüber der Filiform-Korrosion ist insbesondere beim Einsatz der Aluminiumlegierungen für beschichtete, insbesondere lackierte Bauteile, wie das Türinnenteil 40, vorteilhaft.

[0088] Insbesondere weisen die aus diesen Aluminiumlegierungen hergestellten Bauteile eine bessere Korrosionsbeständigkeit auf als entsprechenden Bauteile aus Stahl oder aus einer Legierung vom Typ AA 8006. Gleichzeitig weisen sie dabei ein deutlich geringeres Gewicht auf als Bauteile aus Stahl.

Patentansprüche

1. Aluminiumlegierung zur Herstellung von Halbzeugen oder Bauteilen für Kraftfahrzeuge, dadurch gekennzeichnet, dass die Legierungsbestandteile der Aluminiumlegierung die folgenden Anteile in Gew.-% aufweisen:

	Fe	≤	0,80 %,
	Si	≤	0,50 %,
0,90 %	Mn	≤	1,50 %,
	Mg	≤	0,25 %,
	Cu	≤	0,20 %,
	Cr	≤	0,05 %,
	Ti	≤	0,05 %,
	V	≤	0,05 %,
	Zr	≤	0,05 %,

Rest Aluminium, unvermeidliche Begleitelemente einzeln $< 0,05\%$, in Summe $< 0,15\%$, und der kombinierte Anteil von Mg und Cu folgende Relation in Gew.-% erfüllt:

$$0,17 \% \leq \text{Mg} + \text{Cu} \leq 0,25 \%$$

- 5 2. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumlegierung einen Cu-Anteil von maximal 0,10 Gew.-% und/oder einen Mg-Anteil im Bereich von 0,06 Gew.-% bis 0,20 Gew.-% aufweist.

- 10 3. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Mg-Anteil der Aluminiumlegierung größer ist als der Cu-Anteil der Aluminiumlegierung.

- 15 4. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumlegierung einen Cr-Anteil $\leq 0,02$ Gew.-% und/oder einen V-Anteil von $\leq 0,02$ Gew.-% und/oder einen Zr-Anteil von $\leq 0,02$ Gew.-%, insbesondere von $\leq 0,01$ Gew.-%, aufweist.

- 20 5. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumlegierung einen Fe-Anteil von 0,4 bis 0,7 Gew.-% aufweist und/oder einen Si-Anteil von 0,1 bis 0,25 Gew.-% aufweist und/oder einen Mn-Anteil von 1,0 bis 1,2 Gew.-% aufweist.

- 25 6. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumlegierung einen Ti-Anteil von mindestens 0,01 Gew.-% aufweist.

- 30 7. Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbands aus einer Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, umfassend folgende Verfahrensschritte:
 - Gießen eines Walzbarrens aus einer Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
 - Homogenisieren des Walzbarrens bei 480 °C bis 600 °C für mindestens 0,5 h,
 - Warmwalzen des Walzbarrens bei 280 °C bis 500 °C zu einem Aluminiumlegierungsband,
 - Kaltwalzen des Aluminiumlegierungsbands auf Enddicke und
 - rekristallisierendes Schlussglühen des Aluminiumlegierungsbands.

- 35 8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zusätzlich folgenden Verfahrensschritt umfasst:
 - Fräsen der Ober- und/oder Unterseite des Walzbarrens.

- 40 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass das Homogenisieren mindestens zweistufig durchgeführt wird mit folgenden Schritten:
 - erstes Homogenisieren bei 500 °C bis 600 °C für mindestens 0,5 h und
 - zweites Homogenisieren bei 450 °C bis 550 °C für mindestens 0,5 h.

- 45 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass der Abwalzgrad während des Kaltwalzens zwischen 70 % und 90 %, bevorzugt zwischen 80 % und 85 % liegt.

- 50 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass das Kaltwalzen mit oder ohne Zwischenglühung durchgeführt wird.

- 55 12. Aluminiumlegierungsband, insbesondere hergestellt mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass das Aluminiumlegierungsband aus einer Legierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 besteht und eine Dehngrenze $R_{p0,2}$ von mindestens 45 MPa, eine Gleichmaßdehnung A_g von mindestens 23 % und eine Bruchdehnung A_{80mm} von mindestens 30 % aufweist.

13. Aluminiumlegierungsband nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass das Aluminiumlegierungsband eine Dicke im Bereich von 0,2 mm bis 5 mm auf-

weist.

14. Verwendung einer Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 für Halbzeuge oder Bauteile für Kraftfahrzeuge, insbesondere für Türinnenbauteile.
15. Verwendung eines Blechs, hergestellt aus einem Aluminiumlegierungsband nach Anspruch 12 oder 13, als Bauteil im Kraftfahrzeug, insbesondere als Türinnenblech.

Claims

1. Aluminium alloy for producing semi-finished products or components for motor vehicles, **characterized in that** the alloying components of the aluminium alloy have the following contents in percent by weight:

		Fe	≤	0.80%,
		Si	≤	0.50%,
0.90%	≤	Mn	≤	1.50%,
		Mg	≤	0.25%,
		Cu	≤	0.20%,
		Cr	≤	0.05%,
		Ti	≤	0.05%,
		V	≤	0.05%,
		Zr	≤	0.05%,

the remainder being aluminium, unavoidable impurity elements individually <0.05%, in total <0.15%, and the combined content of Mg and Cu satisfies the following relation in percent by weight

$$0.17\% \leq \text{Mg} + \text{Cu} \leq 0.25\%.$$

2. Aluminium alloy according to claim 1, **characterized in that** the aluminium alloy has a Cu content of at most 0.10% by weight and/or a Mg content in the range of 0.06% by weight to 0.20% by weight.
3. Aluminium alloy according to claim 1 or 2, **characterized in that** the Mg content of the aluminium alloy is greater than the Cu content of the aluminium alloy.
4. Aluminium alloy according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** the aluminium alloy has a Cr content $\leq 0.02\%$ by weight, and/or a V content $\leq 0.02\%$ by weight, and/or a Zr content $\leq 0.02\%$ by weight, particularly $\leq 0.01\%$ by weight.
5. Aluminium alloy according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** the aluminium alloy has an Fe content from 0.4 to 0.7% by weight, and/or a Si content from 0.1 to 0.25% by weight, and/or a Mn content from 1.0 to 1.2% by weight.
6. Aluminium alloy according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the aluminium alloy has a Ti content of at least 0.01% by weight.

7. Method for producing an aluminium alloy strip from an aluminium alloy according to any one of claims 1 to 6, comprising the following method steps:

- Casting a rolling ingot from an aluminium alloy according to any one of claims 1 to 6;
- Homogenizing the rolling ingot at 480 °C to 600 °C for at least 0.5 h;
- Hot rolling the rolling ingot at 280 °C to 500 °C to form an aluminium alloy strip;
- Cold rolling the aluminium alloy strip to final thickness; and
- Subjecting the aluminium alloy strip to recrystallizing final annealing.

8. Method according to claim 7, **characterized in that** the method further comprises the following method step:

- Milling the upper and/or lower side of the rolling ingot.

9. Method according to either of claims 7 or 8, **characterized in that** homogenization is carried out in at least two stages and comprises the following steps:

- first homogenization at 500 °C to 600 °C for at least 0.5 h; and
- second homogenization at 450 °C to 550 °C for at least 0.5 h.

10. Method according to any one of claims 7 to 9, **characterized in that** the degree of rolling reduction during cold rolling is between 70% and 90%, preferably between 80% and 85%.

11. Method according to any one of claims 7 to 10, **characterized in that** the cold rolling is carried out with or without intermediate annealing.

12. Aluminium alloy strip, particularly produced by a method according to any one of claims 7 to 11, **characterized in that** the aluminium alloy strip consists of an alloy according to any one of claims 1 to 6 and has an offset yield strength $R_{p0.2}$ of at least 45 MPa, a uniform elongation A_g of at least 23%, and an elongation at break A_{80mm} of at least 30%.

13. Aluminium alloy strip according to claim 12, **characterized in that** the aluminium alloy strip has a thickness in the range from 0.2 mm to 5 mm.

14. Use of an aluminium alloy according to any one of claims 1 to 6 for semi-finished products or components for motor vehicles, particularly for interior door panels.

15. Use of a metal sheet made from an aluminium alloy strip according to claim 12 or 13 as a component in the motor vehicle, particularly as an interior door panel.

Revendications

1. Alliage d'aluminium destiné à la fabrication de produits semi-finis ou d'éléments constitutifs de véhicules, **caractérisé en ce que** les éléments de l'alliage d'aluminium présentent les parts suivantes en % en poids :

	Fe	≤	0,80 %,
	Si	≤	0,50 %,
0,90 %	Mn	≤	1,50 %,
	Mg	≤	0,25 %,
	Cu	≤	0,20 %,
	Cr	≤	0,05 %,
	Ti	≤	0,05 %,

EP 2 770 071 B1

(suite)

V ≤ 0,05 %,

Zr ≤ 0,05 %,

5

le reste étant aluminium, des éléments d'accompagnement inévitables, individuellement < 0,05 %, au total < 0,15 %, et la part combinée de Mg et de Cu satisfait à l'équation suivante :

10

$$0,17 \% \leq \text{Mg} + \text{Cu} \leq 0,25 \%$$

15

2. Alliage d'aluminium selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'alliage d'aluminium comporte une part en Cu d'un maximum de 0,10 % en poids et/ou une part en Mg de 0,06 % en poids à 0,20 % en poids.

20

3. Alliage d'aluminium selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce que** la part en Mg de l'alliage d'aluminium est supérieure à la part en Cu de l'alliage d'aluminium.

4. Alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'alliage d'aluminium comporte une part en Cr ≤ 0,02 % en poids et/ou une part en V ≤ 0,02 % en poids et/ou une part en Zr ≤ 0,02 % en poids, notamment ≤ 0,01 % en poids.

25

5. Alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'alliage d'aluminium comporte une part en Fe de 0,4 à 0,7 % en poids et/ou une part en Si de 0,1 à 0,25 % en poids et/ou une part en Mn de 1,0 à 1,2 % en poids.

30

6. Alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'alliage d'aluminium comporte une part en Ti d'au moins 0,01 % en poids.

7. Procédé destiné à la fabrication d'un feuillard en alliage d'aluminium à partir d'un alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant les étapes de procédé suivantes :

35

- coulée d'une brame en un alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,
- homogénéisation de la brame à de 480 °C à 600 °C pendant au moins 0,5 h,
- laminage à chaud de la brame à de 280 °C à 500 °C en un feuillard en alliage d'aluminium,
- laminage à froid du feuillard en alliage d'aluminium à l'épaisseur finale et
- recuit final recristallisant du feuillard en alliage d'aluminium.

40

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le procédé comprend en supplément l'étape de procédé suivante :

- fraisage de la face supérieure et/ou inférieure de la brame.

45

9. Procédé selon la revendication 7 ou la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'homogénéisation est réalisée au moins en deux phases avec les étapes suivantes :

- première homogénéisation à de 500 °C à 600 °C pendant au moins 0,5 h et
- deuxième homogénéisation à de 450 °C à 550 °C pendant au moins 0,5 h.

50

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** le niveau de laminage pendant le laminage à froid est compris entre 70 % et 90 %, de préférence entre 80 % et 85 %.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce qu'on** réalise le laminage à froid avec ou sans recuit intermédiaire.

55

12. Feuillard en alliage d'aluminium, notamment fabriqué à l'aide d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, **caractérisé en ce que** le feuillard en alliage d'aluminium est constitué d'un alliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 et présente une limite élastique $R_{p0,2}$ d'au moins 45 MPa, un allongement uniforme A_g

EP 2 770 071 B1

d'au moins 23 % et un allongement à la rupture A_{80mm} d'au moins 30 %.

13. Feuillard en alliage d'aluminium selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le feuillard en alliage d'aluminium présente une épaisseur de l'ordre de 0,2 mm à 5 mm.

14. Utilisation d'un alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 pour des produits semi-finis ou d'éléments constitutifs de véhicules, notamment pour des éléments d'intérieur de portière.

15. Utilisation d'une tôle, fabriquée en un feuillard en alliage d'aluminium selon la revendication 12 ou la revendication 13 en tant qu'élément dans le véhicule automobile, notamment en tant que tôle d'intérieur de portière.

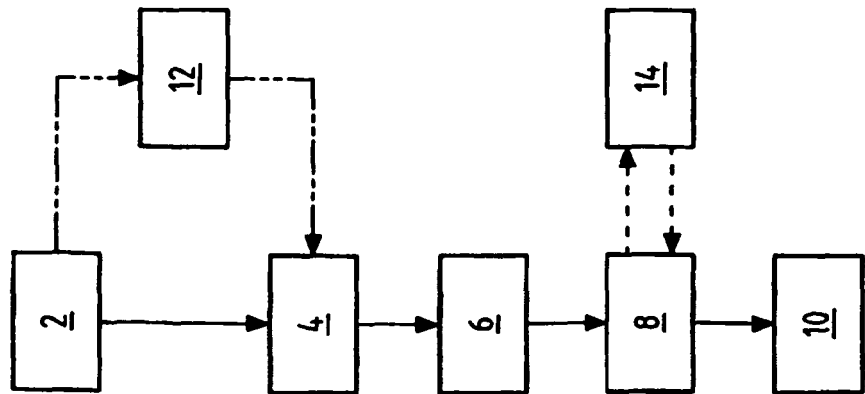


Fig.1

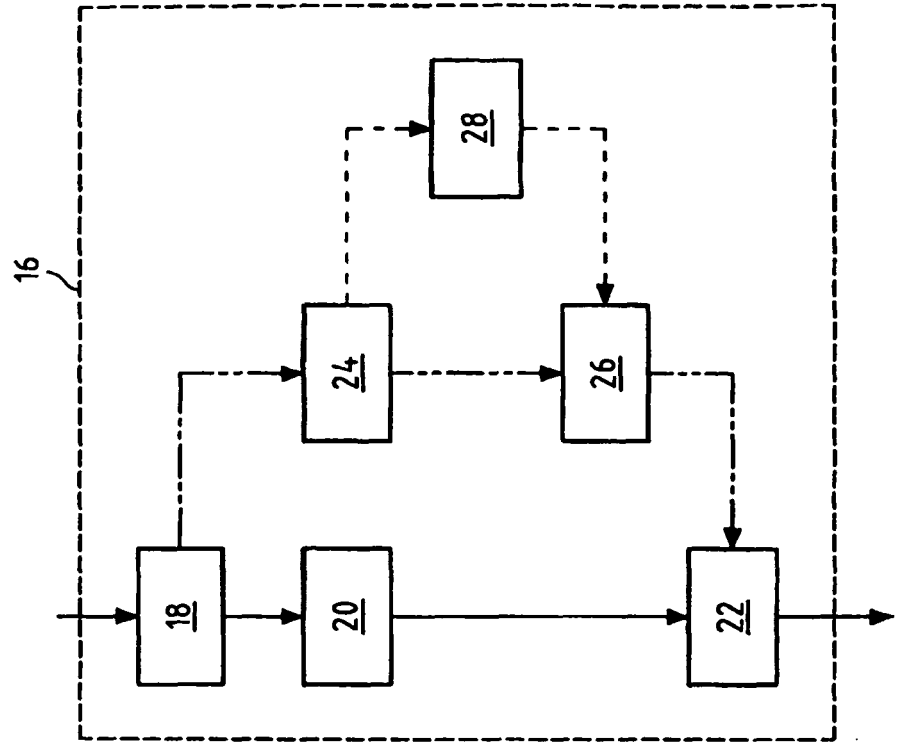


Fig.2

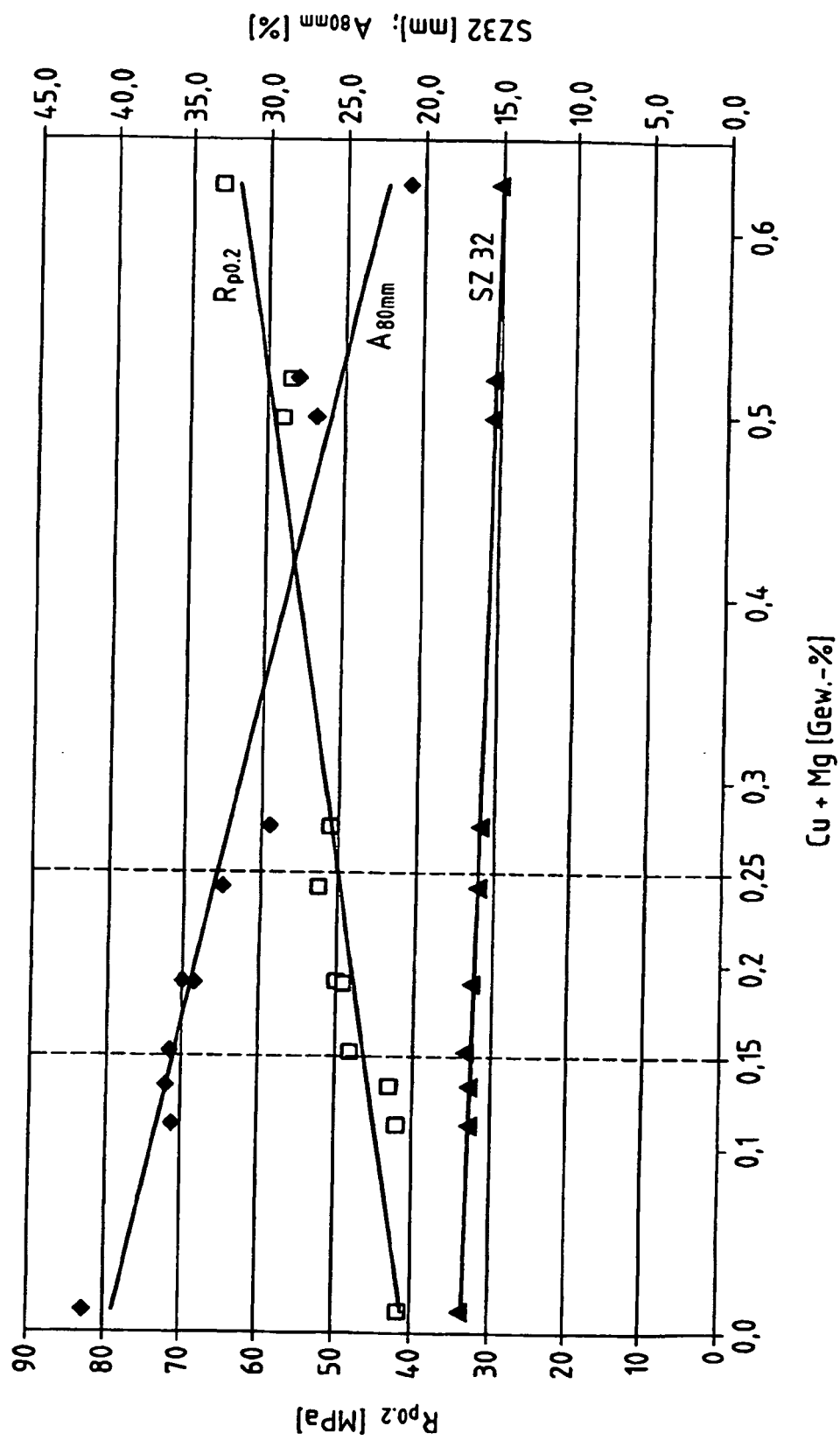


Fig.3

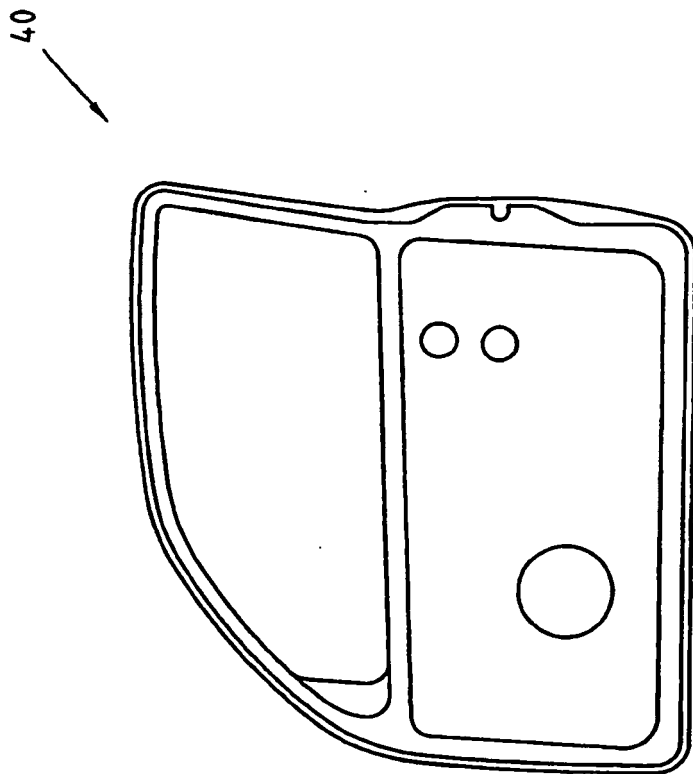


Fig. 4