



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 505 163 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.02.2005 Patentblatt 2005/06

(51) Int Cl.7: **C22C 1/02, C22F 1/05**

(21) Anmeldenummer: **03029964.8**

(22) Anmeldetag: **30.12.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

- **Finkelnburg, Wolf-Dieter**
53117 Bonn (DE)
- **Dr. Wagner, Pascal**
50999 Köln (DE)
- **Sicking, Raimund**
53117 Bonn (DE)

(30) Priorität: **25.07.2003 EP 03016970**

(71) Anmelder: **Hydro Aluminium Deutschland GmbH**
51149 Köln (DE)

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patent- und Rechtsanwälte
Bleichstrasse 14
40211 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **Dr Löchte, Lothar**
53225 Bonn (DE)

(54) **Hochfeste Aluminium-Legierung für Wärmetauscher**

(57) Die Erfindung betrifft eine kaltaushärtbare Aluminiumlegierung für Wärmetauscher, ein Verfahren zur Herstellung eines kaltaushärtbaren Aluminiumbandes sowie ein Aluminiumband oder -blech. Die Aufgabe, eine kaltaushärtbare Aluminiumlegierung für Wärmetauscher zur Verfügung zu stellen, welche den wirtschaftlichen Einsatz des Schutzgaslötens bei der Herstellung von Wärmetauschern ermöglicht und gleichzeitig hohe Festigkeitswerte nach einer Kaltauslagerung nach dem Löten aufweist, wird dadurch gelöst, dass die Aluminiumlegierung folgende Legierungsanteile in Gew.-% aufweist:

$Mn \leq 0,1\%$,

$Cr \leq 0,1\%$,

$Zn \leq 0,1\%$,

unvermeidbare Begleitelemente einzeln max. 0,1%, in Summe max. 0,15% und als Rest Aluminium.

Für die Zusammenfassung wird die einzige Figur vorgeschlagen.

$Si \leq 0,7\%$,

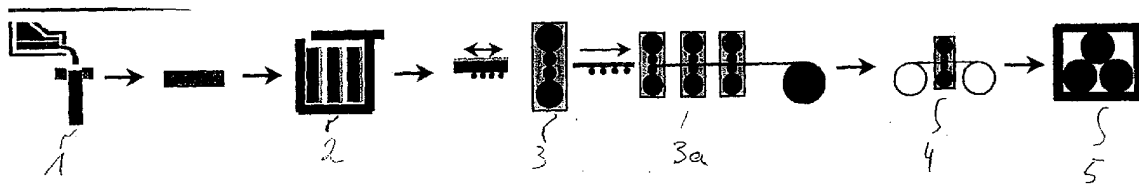
$0,1\% \leq Mg \leq 0,3\%$,

$Fe \leq 0,3\%$,

$Cu \leq 0,2\%$,

$Ti \leq 0,2\%$,

EP 1 505 163 A2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine kaltaushärtbare Aluminiumlegierung für Wärmetauscher, ein Verfahren zur Herstellung eines kaltaushärtbaren Aluminiumbandes sowie ein Aluminiumband oder -blech.

[0002] Im Automobilbereich werden zunehmend Wärmetauscher bestehend aus Aluminium bzw. Aluminiumlegierungen eingesetzt. Dabei hat die Verwendung von Aluminium an Stelle der früher gebräuchlichen Buntmetall-Wärmetauscher bei vergleichbarer Größe und Leistung das Gewicht der Wärmetauscher nahezu halbiert. Wärmetauscher aus Aluminium bzw. einer Aluminiumlegierung werden heutzutage im Kraftfahrzeug zumeist zur Kühlung des Kühlwassers, Öls und in Klimaanlage eingesetzt. Wärmetauscher für Kraftfahrzeuge werden üblicherweise aus Aluminium-Bändern oder -blechen hergestellt, indem die einzelnen vorgefertigten Komponenten des Wärmetauschers, wie beispielsweise Lamellen, Rohre und Verteiler, durch Löten miteinander verbunden werden. Die Belastungen, die im praktischen Einsatz auf derart hergestellte, in Kraftfahrzeugen eingebaute Bauteile aufgrund von stoßartigen Erschütterungen, länger andauernden Vibrationen, Korrosionsangriff und ähnlichem einwirken, sind erheblich. Dies betrifft insbesondere die Lamellen, über welche die Wärmeabfuhr erfolgt. Trotz der erheblichen Belastungen und steigender Betriebsdrücke der Wärmetauscher im Kraftfahrzeug besteht weiterhin der Trend zur Gewichtseinsparung im Kraftfahrzeug und damit zu einer weiteren Wanddickenreduzierung der Wärmetauscher. Dies führt jedoch zu weiter steigenden Festigkeitsanforderungen an die Aluminiumlegierung der Wärmetauscher, insbesondere nach dem Löten. Zum Löten der Wärmetauscher steht einerseits das Vakuumlöten ohne Flussmittel sowie das Schutzgaslöten mit nicht-korrosiven Flussmitteln zur Verfügung. Die bisher beim Vakuumlöten von Wärmetauschern eingesetzten kaltaushärtbaren Aluminiumlegierungen, beispielsweise die Aluminiumlegierung AA6063 (AlMgO, 7Si), AA6061 (AlMgSiCu) oder AA6951 (AlMgO, 6SiCu) weisen relativ hohe Magnesiumgehalte auf, um einerseits beim Lötprozess im Vakuum durch "Gettern" eine Oxidation des geschmolzenen Aluminiumlots auf den zu lötenden Bauteilen zu verhindern und damit eine einwandfreie Lötverbindung ohne Flussmittel zu gewährleisten und andererseits bei einer Kaltauslagerung nach dem Löten hohe Festigkeitswerte der gelöteten Wärmetauscher zu erzielen. Nachteilig bei diesem Verfahren ist jedoch, dass die Aufrechterhaltung des Gasschutzes und die Reinheitsanforderung an die zu lötenden Bauteile kostenintensiv ist. Das alternative Schutzgaslöten erfordert zwar unter diesen Gesichtspunkten weniger Aufwand und ermöglicht zudem bis zu 20 % kürzere Lötzyklen, jedoch ist der Einsatz der vom Vakuumlöten bekannten Aluminiumlegierung mit hohen Magnesiumgehalten nicht möglich, da das Magnesium während des Lötens mit den nicht-korrosiven Flussmittel reagiert.

Dies kann nur durch den Einsatz teurerer cäsiumhaltiger Flussmittel verhindert werden. Ferner besteht die Möglichkeit hoch kupferhaltige Aluminiumlegierung einzusetzen (Cu-Gehalt > 0,5 %), welche jedoch beim Gießen zur Warmrissigkeit neigen und daher erhöhte Anforderungen an das Gießen der Walzbarren stellt, welches unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten als kritisch anzusehen ist. Zudem besteht bei erhöhten Cu-Gehalten die Gefahr einer Sensibilisierung für Lochfraß- bzw. Korngrenzenkorrosion, wenn Kupfer in entsprechend ausgeschiedener Form im Gefüge vorliegt. Schließlich kann beim Schutzgaslöten eine Aluminiumlegierung mit einer Zwischenplattierung als Diffusionssperschicht eingesetzt werden, so dass eine kaltaushärtbare Aluminiumlegierung mit relativ hohen Magnesium-Gehalten als Kernmaterial einsetzbar ist. Allerdings ist die Zwischenplattierung mit einer Diffusionssperschicht mit zusätzlichen Kosten verbunden, so dass eine wirtschaftliche Fertigung von Wärmetauschern ebenfalls nicht erreicht werden kann.

[0003] Die Herstellung von Wärmetauschern durch Löten von aus den oben angegebenen Aluminiumlegierungen bestehenden Komponenten ist beispielsweise aus der US-Patentschrift US 4,214,925 bekannt.

[0004] Ausgehend von dem zuvor aufgezeigten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung somit die Aufgabe zugrunde, eine kaltaushärtbare Aluminiumlegierung für Wärmetauscher, ein Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumbandes für Wärmetauscher sowie ein entsprechendes Aluminiumband oder -blech zur Verfügung zu stellen, welche bzw. welches den wirtschaftlichen Einsatz des Schutzgaslötens zur Herstellung von Wärmetauschern ermöglicht und gleichzeitig hohe Festigkeitswerte nach einer Kaltauslagerung nach dem Löten aufweist.

[0005] Gemäß einer ersten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die oben hergeleitete und aufgezeigte Aufgabe für eine Aluminiumlegierung dadurch gelöst, dass die Aluminiumlegierung die folgenden Legierungsbestandteile in Gew.-% aufweist:

$$\text{Si} \leq 0,7\%,$$

$$0,1\% \leq \text{Mg} \leq 0,3\%,$$

$$\text{Fe} \leq 0,3\%,$$

$$\text{Cu} \leq 0,2\%,$$

$$\text{Ti} \leq 0,2\%,$$

$$\text{Mn} \leq 0,1\%,$$

$\text{Cr} \leq 0,1\%$,

$\text{Zn} \leq 0,1\%$,

unvermeidbare Begleitelemente einzeln max. 0,1%, in Summe max. 0,15% sowie Rest Aluminium.

[0006] Es hat sich überraschenderweise gezeigt, dass aus einer die oben angegebenen Legierungsanteile enthaltenden Aluminiumlegierung bestehende Wärmetauscher nach einer Kaltauslagerung bei Raumtemperatur nach dem Löten die für den Einsatz in Kraftfahrzeugen notwendige Festigkeit, insbesondere Streckgrenze $\text{RP}_{0,2}$, aufweist, ohne dass weitere Wärmebehandlungen notwendig sind. Ursache hierfür ist die Kombination der erfindungsgemäßen Si- und Mg-Gehalte, welche feinverteilte Ausscheidungen vom Typ Mg_2Si in der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung bilden und zu einer Festigkeitssteigerung durch Kaltauslagerung bei Raumtemperatur führen. Dabei streben die Festigkeitswerte der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung nach ca. 30 Tagen Kaltauslagerung bei Raumtemperatur einen maximalen Wert an. Darüber hinaus ist aufgrund des geringen Mg-Gehalts von mindestens 0,1 Gew.-% bis maximal 0,3 Gew.-% die erfindungsgemäße Aluminiumlegierung ohne weiteres für das Schutzgaslöten mit nicht-korrosiven Flussmitteln geeignet, da eine Reaktion mit den Flussmitteln nur in geringem Maße erfolgt und auf den Einsatz teurerer säurehaltiger Flussmittel verzichtet werden kann.

[0007] Durch die Begrenzung des Fe-Gehalts auf maximal 0,3 Gew.-% wird gewährleistet, dass Si in der Aluminiumlegierung in gelöstem Zustand vorliegt. Ferner gewährleisten die geringen Cu-Gehalte von maximal 0,2 Gew.-% einerseits, dass der Festigkeitsanstieg beim Kaltauslagern gesteigert werden kann, andererseits wird durch diese Begrenzung des Cu-Gehaltes die Empfindlichkeit der Festigkeit der Aluminiumlegierung von der Abkühlrate nach dem Löten verringert. Ebenfalls zur Begrenzung der Abhängigkeit der Festigkeit der Aluminiumlegierung von der Abkühlrate nach dem Löten muss der Mn-Gehalt auf maximal 0,1 Gew.-% beschränkt werden. Cr-Gehalte von maximal 0,1 Gew.-% steigern dagegen die Festigkeit und die Korrosionsbeständigkeit der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung. Darüber hinaus hat ein Ti-Gehalt von maximal 0,2 Gew.-% einen positiven Effekt auf die Widerstandsfähigkeit der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung gegen Korrosion, da das Legierungselement Ti zur Kornfeinung des Gefüges der Aluminiumlegierung beiträgt und somit einen Korrosionsangriff vergleichmäßig. Zur Vermeidung des negativen Effektes von Zink auf die Korrosion der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung muss der Zn-Gehalt auf maximal 0,1 Gew.-% beschränkt werden.

[0008] Die Festigkeit der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung kann, gemäß einer ersten vorteilhaften

Ausgestaltung, durch Kaltauslagerung nach dem Löten weiter dadurch gesteigert werden, dass die Aluminiumlegierung Si, Mg und Cu als Hauptlegierungselemente enthält.

5 **[0009]** Um ein Erweichen der zu lötenden Komponenten eines Wärmetauschers während des Lötens zu vermeiden, ist es zur Durchführung eines einwandfreien Lötverfahrens vorteilhaft, wenn die Solidustemperatur der Aluminiumlegierung 610 °C nicht unterschreitet, da
10 üblicherweise das Löten bei Temperaturen bis zu 600 °C erfolgt. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Summe der Legierungsanteile von Si, Mg und Cu 1,2 Gew.-% nicht übersteigt. Dabei bewirken Legierungselemente im allgemeinen eine Erniedrigung der
15 Solidustemperatur, wobei Si eine um den Faktor 1,2 stärkere Erniedrigung der Solidustemperatur der Aluminiumlegierung als Mg und Mg wiederum eine um Faktor 3,5 wirksamere Erniedrigung der Solidustemperatur als Cu verursacht.

20 **[0010]** Dies gilt nicht für das Legierungselement Ti, so dass eine Erhöhung der Solidustemperatur der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung dadurch erreicht werden kann, dass die Aluminiumlegierung als Legierungsbestandteil Ti aufweist.

25 **[0011]** Gemäß einer zweiten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die oben hergeleitete und aufgezeigte Aufgabe verfahrensmäßig dadurch gelöst, dass

- ein Walzbarren aus einer erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung im konventionellen Barren-Guss-Verfahren gegossen wird,
- der Walzbarren bei 500 bis 600 °C für mehr als 6 h, insbesondere für mehr als 12 h, homogenisiert wird und bei mindestens 400 °C, vorzugsweise 450°C, zu einem Band warmgewalzt wird, wobei die Endtemperatur beim Warmwalzen mindestens 300 °C beträgt,
- das warmgewalzte Band auf Enddicke kaltgewalzt wird und anschließend einer Weichglühung bei mindestens 300 °C, vorzugsweise 350°C, unterzogen wird.

45 **[0012]** Durch die Homogenisierung des im konventionellen Barren-Guss-Verfahren gegossenen Walzbarren bei Temperaturen von 500 bis 600 °C für mehr als 6 Stunden, insbesondere für mehr als 12 Stunden, wird erreicht, dass auch diffusionsträge Elemente wie Mangan und Chrom beim Abkühlen der Schmelze fein dispers ausgeschieden werden. Durch das Warmwalzen bei mindestens 400 °C wird ein im Hinblick auf die Verformbarkeit und Korrosionsbeständigkeit optimiertes Gefüge des Warmbandes erzeugt, wobei die Endwalztemperatur beim Warmwalzen mindestens 300 °C betragen muss, um einerseits eine ausreichende Verformbarkeit des Walzbarrens und andererseits eine optimierte Gefügeausbildung während des Warmwalzens zu ge-
50
55

währleisten. Die Warmbandendicken können dabei, beispielsweise weniger als 9 mm betragen. Um das Umformen des nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Bandes in vorgefertigte Komponenten für den Wärmetauscher, beispielsweise Lamellen, Rohre oder Verteiler, zu erleichtern, wird das durch Kaltwalzen auf eine Enddicke von maximal 2 mm kaltgewalzte Band einem abschließenden Weichglühen bei mindestens 300 °C, vorzugsweise 350 °C, unterzogen.

[0013] Durch die Kombination der Legierungszusammensetzung der Aluminiumlegierung in Verbindung mit den zuvor beschriebenen Verfahrensmerkmalen können auf Basis konventioneller Legierungselemente (Mg, Si, Cu) Wärmetauscher hergestellt werden, die nach einem Schutzgaslöten und einer Kaltauslagerung von ca. 30 Tagen bei Raumtemperatur Streckgrenzen von $RP_{0,2} \geq 65 \text{ MPa}$ aufweisen und daher für die enormen Belastungen im Kraftfahrzeug besonders gut geeignet sind. Darüber hinaus kann zur Herstellung der Wärmetauscher das Schutzgaslöten unter Verzicht auf cäsiumhaltige Flussmittel angewendet werden, so dass eine wirtschaftliche Herstellung ermöglicht wird.

[0014] Erfolgt das Warmwalzen und/oder das Kaltwalzen reversierend oder einsinnig auf ein- oder mehrgerüstigen Walzen, so kann das erfindungsgemäße Verfahren im Hinblick auf das reduzierende Walzen mit konventionellen Mitteln und Vorrichtungen durchgeführt werden.

[0015] Eine besonders hohe Prozesssicherheit beim Löten der Wärmetauscher kann dadurch erzielt werden, dass der Walzbarren nach dem Homogenisieren mit einem Aluminiumlot plattiert wird. Das aus diesem Walzbarren hergestellte Aluminiumband weist eine gleichmäßige Schicht eines Aluminiumlotes auf, welches beim Löten zu besonders homogenen und gleichmäßigen Lötverbindungen, beispielsweise zwischen den Lamellen, Rohren und Verteilern des Wärmetauschers, führt. Wird nur eine Seite des erfindungsgemäßen Aluminiumbandes mit einem Aluminiumlot plattiert, kann die andere Seite beispielsweise mit einer als Korrosionsschutz dienenden Legierung plattiert oder beschichtet werden.

[0016] Vorzugsweise wird als Aluminiumlot eine Aluminiumlegierung mit einem Silizium-Gehalt von 6 bis 13 Gew.-%, insbesondere eine AlSi7- oder AlSi10-Legierung, verwendet, welche beim Schutzgaslöten ein besonders gutes Benetzungsvermögen im Hinblick auf die Benetzung von in nicht oxidierender Atmosphäre verbliebener Oxidschichten auf den zu lötenden Komponenten des Wärmetauschers mit Aluminiumlot aufweisen.

[0017] Schließlich wird die oben hergeleitete und aufgezeigte Aufgabe gemäß einer dritten Lehre der vorliegenden Erfindung durch ein Aluminiumband oder -blech zur Herstellung von Wärmetauschern, welches nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist, gelöst. Wie bereits ausgeführt, weist ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Aluminium-

band oder -blech nach einer Kaltauslagerung nach dem Löten verbesserte Festigkeitswerte, insbesondere Dehngrenze, auf, so dass die Wandstärken der Wärmetauscher weiter reduziert werden können. Darüber hinaus kann das Schutzgaslöten mit nicht-korrosiven Flussmitteln unter Verzicht auf cäsiumhaltige Flussmittel zur Herstellung der Wärmetauscher eingesetzt werden.

[0018] Vorzugsweise weist das erfindungsgemäße Aluminiumband oder -blech eine Dicke von maximal 2 mm, insbesondere 1 mm, auf. Durch die höhere Festigkeit gegenüber konventionellen Werkstoffen kann bei der Verwendung des erfindungsgemäßen Aluminiumbandes die Banddicke weiter reduziert werden und somit Material bei der Herstellung von Wärmetauschern eingespart und eine weitere Reduzierung des Gewichtes der Wärmetauscher erzielt werden. Die Betriebssicherheit des Wärmetauschers wird, selbst bei höheren Betriebsdrücken, aufgrund der höheren Festigkeit der Aluminiumlegierung dabei nicht beeinträchtigt.

[0019] Es gibt nun eine Vielzahl von Möglichkeiten, die kaltaushärtbare Aluminiumlegierung für Wärmetauscher gemäß der ersten Lehre der Erfindung, das Verfahren zur Herstellung eines kaltaushärtbaren Aluminiumbandes für Wärmetauscher gemäß der zweiten Lehre der Erfindung sowie das erfindungsgemäße Aluminiumband oder -blech zur Herstellung von Wärmetauschern gemäß der dritten Lehre der Erfindung auszugestalten und weiterzubilden. Hierzu wird beispielsweise verwiesen einerseits auf die Patentansprüche 1, 5 und 9 nachgeordneten Patentansprüche, andererseits auf die Beschreibung eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zur Herstellung eines kaltaushärtbaren Aluminiumbandes für Wärmetauscher gemäß der zweiten Lehre der Erfindung in Verbindung mit der Zeichnung.

[0020] In der Zeichnung zeigt die einzige Figur schematisch einen Fertigungsweg zur Verwirklichung eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zur Herstellung eines kaltaushärtbaren Aluminiumbandes für Wärmetauscher gemäß der zweiten Lehre der Erfindung.

[0021] Der in der einzigen Figur dargestellte Fertigungsweg umfasst in einem ersten Schritt den Barrenguss 1 aus einer Aluminiumlegierung. Die Aluminiumlegierung des Ausführungsbeispiel weist dabei die folgenden Legierungsbestandteile in Gew.-% auf

$$0,60\% \leq \text{Si} \leq 0,70\%,$$

$$0,12\% \leq \text{Fe} \leq 0,30\%,$$

$$0,08\% \leq \text{Cu} \leq 0,20\%,$$

$$0,04\% \leq \text{Mn} \leq 0,08\%,$$

$$0,12\% \leq \text{Mg} \leq 0,30\%,$$

$$\text{Cr} < 0,05\%,$$

$$\text{Zn} < 0,05\%,$$

$$0,08\% \leq \text{Ti} \leq 0,20\%,$$

$$\text{B} < 50 \text{ ppm},$$

unvermeidbare Begleitelemente max. 0,03%, in Summe max. 0,1% sowie als Rest Aluminium.

[0022] Der geringe Bor-Gehalt von maximal 50 ppm verbessert die Recyclingfähigkeit der Aluminiumlegierung. Die aus der eben beschriebenen Aluminiumlegierung im DC-Verfahren gegossenen Walzbarren werden anschließend in einer Homogenisierungsstufe 2 homogenisiert. Besonders gute Ergebnisse hinsichtlich der Homogenisierung des Walzbarrens wurden bei einer Temperatur von 575 °C für mehr als 6 h, insbesondere 12 h erreicht. Anschließend an die Homogenisierung werden die Walzbarren auf einem Tandem-Gerüst 3a auf eine Dicke von beispielsweise 7 mm warmgewalzt, wobei insbesondere die Endtemperatur beim Warmwalzen mehr als 300 °C, vorzugsweise 330 °C, betragen muss, um eine optimierte Gefügeausbildung während des Warmwalzens zu gewährleisten. Alternativ kann das Warmwalzen aber auch auf einem Reversiergerüst 3 durchgeführt werden und auf einem nicht dargestellten Haspel aufgewickelt und auf das Warmwalzen im Tandem-Gerüst 3a verzichtet werden. Das sich anschließende Kaltwalzen auf eine Enddicke von etwa 1 mm erfolgt auf ein- oder mehrgerüstigen Walzen 4. Wie das Warmwalzen kann das Kaltwalzen ebenfalls alternativ auf einem Reversiergerüst reversierend erfolgen. Durch eine abschließende Weichglühung bei etwa 350 °C in einem Kammerofen 5 wird das Aluminiumband in einen Zustand möglichst geringer Festigkeit und hoher Dehnung überführt, um nachfolgende Umformarbeiten bei der Herstellung der Komponenten der Wärmetauscher zu erleichtern.

[0023] Alternativ zu dem eben beschriebenen Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Bandes für Wärmetauscher kann der Walzbarren nach dem Homogenisieren in der Homogenisierungsstufe 2 mit einem Aluminiumlot, beispielsweise aus einer AlSi7- oder AlSi10-Legierung plattiert werden, um das nachträgliche Auftragen eines Aluminiumlotes vor dem Lötten von dem aus dem erfindungsgemäßen Band hergestellten Wärmetauschern zu vermeiden. Hierzu muss der Walzbarren vor dem Warmwalzen auf eine Anwalztemperatur von mindestens 400 °C, vorzugsweise 450 °C, aufgeheizt werden.

Beim Lötten von aus dem erfindungsgemäßen Aluminiumband oder -blech hergestellten Wärmetauschern konnten insbesondere beim Schutzgaslötten unter Verzicht auf cäsiumhaltige Flussmittel mit Temperaturen bis 600 °C und typischen Abkühlgeschwindigkeiten von 30 °C/min von 600 °C bis 200 °C sowie einer Kaltauslagerung von ca. 30 Tagen bei Raumtemperatur nach dem Lötten besonders hohe Festigkeitswerte des Wärmetauschers, insbesondere Werte für die Dehnungsgrenze von $\text{RP}_{0,2} \geq 65 \text{ Mpa}$, erzielt werden.

Patentansprüche

1. Kaltaushärtbare Aluminiumlegierung für Wärmetauscher
dadurch gekennzeichnet, dass
die Aluminiumlegierung die folgenden Legierungsbestandteile in Gew.-% aufweist:

$$\text{Si} \leq 0,7\%,$$

$$0,1\% \leq \text{Mg} \leq 0,3\%,$$

$$\text{Fe} \leq 0,3\%,$$

$$\text{Cu} \leq 0,2\%,$$

$$\text{Ti} \leq 0,2\%,$$

$$\text{Mn} \leq 0,1\%,$$

$$\text{Cr} \leq 0,1\%,$$

$$\text{Zn} \leq 0,1\%,$$

unvermeidbare Begleitelemente einzeln max. 0,1%, in Summe max. 0,15% sowie als Rest Aluminium.

2. Kaltaushärtbare Aluminiumlegierung nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, dass
die Aluminiumlegierung Si, Mg und Cu als Hauptlegierungselemente enthält.
3. Kaltaushärtbare Aluminiumlegierung nach Anspruch 1 oder 2
dadurch gekennzeichnet, dass
die Summe der Legierungsanteile von Si, Mg und

Cu 1,2 Gew.-% nicht übersteigt.

ximal 2 mm, vorzugsweise 1 mm, aufweist.

4. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3
dadurch gekennzeichnet, dass 5
 die Aluminiumlegierung als Legierungsbestandteil Ti aufweist.

5. Verfahren zur Herstellung eines kaltaushärtbaren Aluminiumbandes für Wärmetauscher aus einer Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4
dadurch gekennzeichnet, dass 10
 - ein Walzbarren im konventionellen Barren-Guss-Verfahren gegossen wird, 15
 - der Walzbarren bei 500 bis 600 °C für mehr als 6 h, insbesondere für mehr als 12 h, homogenisiert wird, 20
 - der Walzbarren bei mindestens 400 °C, vorzugsweise 450 °C, zu einem Band warmgewalzt wird, wobei die Endtemperatur beim Warmwalzen mindestens 300 °C beträgt, 25
 - das warmgewalzte Band auf Enddicke kaltgewalzt wird und anschließend einer Weichglühung bei mindestens 300 °C, vorzugsweise 350 °C, unterzogen wird. 30

6. Verfahren nach Anspruch 5
dadurch gekennzeichnet, dass
 das Warmwalzen und/oder das Kaltwalzen reversierend oder einsinnig auf ein- oder mehrgerüstigen Walzen erfolgt. 35

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Walzbarren nach dem Homogenisieren mit einem Aluminiumlot plattiert wird. 40

8. Verfahren nach Anspruch 7
dadurch gekennzeichnet, dass
 als Aluminiumlot eine Aluminiumlegierung mit einem Silizium-Gehalt von 6 - 13 Gew.-%, insbesondere eine AlSi7- oder AlSi10-Legierung, verwendet wird. 45

9. Aluminiumband oder -blech zur Herstellung von Wärmetauschern bestehend aus einer Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, insbesondere hergestellt mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8. 50
 55

10. Aluminiumband oder -blech nach Anspruch 9
dadurch gekennzeichnet, dass
 das Aluminiumband oder -blech eine Dicke von ma-

