



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 03 680 T2 2004.04.15**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 183 151 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 03 680.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP00/03335**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 920 702.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/63008**

(86) PCT-Anmeldetag: **12.04.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **26.10.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.03.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **02.07.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.04.2004**

(51) Int Cl.7: **B32B 15/01**
C22C 21/14

(30) Unionspriorität:

99201095	12.04.1999	EP
99203081	21.09.1999	EP

(73) Patentinhaber:

**Corus Aluminium Walzprodukte GmbH, 56070
Koblenz, DE**

(74) Vertreter:

Müller, Schupfner & Gauger, 80539 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**HURD, John, Timothy, NL-1921 CS Akersloot, NL;
KOOIJ, Dirk, Nicolaas, NL-3437 JR Nieuwegein,
NL; BÜRGER, Achim, D-56203 Höhr Grenzhausen,
DE; VIEREGGE, Klaus, D-56564 Neuwied, DE**

(54) Bezeichnung: **HARTLÖTBLECH**

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

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Hartlötblech mit einer Kernschicht aus einem Aluminiumlegierungskernmaterial und einer walzplattierten Schicht oder plattierten Lötsschicht aus einer Aluminiumlegierung, die Silikon als Hauptlegierungselement aufweist, typischerweise im Bereich von 5 bis 14 Gew.-%, auf wenigstens einer Seite der Kernschicht. Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Lötblechs und ebenfalls auf eine so hergestellte Anordnung.

Stand der Technik

[0002] Im Stand der Technik sind Aluminiumlegierungen die Legierungen der Wahl für Anwendungen, in denen Wärme ausgetauscht wird. Diese Legierungen werden aufgrund ihrer Kombination von Festigkeit, geringem Gewicht, guter Wärmeleitfähigkeit und elektrischer Leitfähigkeit, Lötbarkeit, Korrosionsbeständigkeit und Formbarkeit gewählt.

[0003] Lötbleche wie oben beschrieben sind bekannt und sind für Fahrzeugheizungen, Verdampfer, Kondensatoren, Zuluftkühler etc. weit verbreitet. Zwei Lötverfahren, die als Löten in geregelter Atmosphäre (Controlled Atmosphere Brazing, CAB) unter Verwendung eines NOCOLOK (eingetragene Marke) Flussmittels und Vakuumlöten bekannt sind, sind weit verbreitet und müssen hier nicht beschrieben werden. Das Flussmittel ist ein korrosionsbeständiges Flussmittel, das aus einer Mischung von Kalium und Fluoraluminaten besteht. Ein solches Löten findet bei einer Temperatur von ungefähr 600°C statt, wie von der Aluminiumsiliziumlegierung der Lötsschicht vorgegeben wird.

[0004] Im Handel erhältliches Lötblech, das eine sehr gute Lötbarkeit bei Löten mit Flussmitteln, z. B. Löten mit NOCOLOK, hat, weist z. B. eine Kernlegierung auf, die auf einer Seite mit einer Lötlegierung plattiert ist, wobei die Kernlegierung folgende Zusammensetzung in Gew.-% hat:

Mn	0, 65 bis 1,0
Cu	0, 5 bis 0,7
Si	max. 0,3
Fe	max. 0,5
Zn	max. 0,10
Ti	0,08–0,10
Rest	Aluminium und Verunreinigungen

[0005] Ein solches Lötblech kann eine 0,2%ige Nachlötstreckfestigkeit von typischerweise bis zu 40 MPa oder bis zu 48 MPa erreichen, je nach dem, ob der Kern einer Homogenisierungsbehandlung unterzogen wird oder keiner Homogenisierungsbehandlung zwischen den Schritten des Vergießens und Heißverformens durch Warmwalzen unterzogen wird. Darüber hinaus hat das Lötblech eine Korrosionsbeständigkeit, die nach einem SWAAT-Test gemäß Standard ASTM G-85 getestet wird. Langlebige Legierungen sind solche, die im SWAAT-Test ohne Perforation gemäß ASTM G-85 10 bis 12 Tage überdauern.

[0006] Es gibt einen Bedarf für Lötblech, das den Anforderungen einer hervorragenden Lötbarkeit beim Löten mit Flussmitteln entspricht und gleichzeitig eine verbesserte Nachlötstreckfestigkeit sowie eine gute Korrosionsbeständigkeit hat.

[0007] Legierungen, die eine hohe Nachlötstreckfestigkeit und eine gute Korrosionsbeständigkeit haben, sind im Stand der Technik bekannt. Aus EP-A-0718072 ist ein Lötblech bekannt, das eine Kernschicht aus einem Aluminiumlegierungskernmaterial aufweist und auf wenigstens einer Seite eine Lötsschicht aus einer Aluminiumlegierung hat, die Silizium als Hauptlegierungselement enthält, wobei die Aluminiumlegierung der Kernschicht folgende Zusammensetzung hat (in Gew.-%):

Mn	0,7 bis 1,5
Cu	0,2 bis 2,0
Mg	0,1 bis 0,6
Si	>0,15, vorzugsweise >0,4
Ti	optional, bis 0,15
Cr	optional, bis 0,35
Zr	und/oder V optional, bis 0,25
Rest	Aluminium und unvermeidbare Verunreinigungen, mit der Bedingung, dass $(Cu + Mg) > 0,7$ und vorzugsweise $(Cu + Mg) > 1,2$.

[0008] Die Legierungselemente Cu und Mg werden zugesetzt, um dem hergestellten Lötblech in Kombination eine ausreichende mechanische Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit zu verleihen. Obwohl dieses Lötblech durch Löten mit Flussmitteln verarbeitet werden kann, gibt es einige Schwierigkeiten aufgrund des relativ hohen Mg-Gehalts in der Legierung, der das verwendete Lötflussmittel während des Lötzyklus beeinflussen kann. Ein weiterer Nachteil eines zu hohen Mg-Gehalts in der Kernlegierung ist, dass die Fließfähigkeit und/oder Benetzbarkeit herabgesetzt wird, wenn NOCOLOK-Flussmittel während des Lötzyklus verwendet wird. Ein niedrigerer Mg-Gehalt in diesem bekannten Aluminiumkernmaterial würde jedoch die Festigkeit nach dem Löten drastisch reduzieren.

[0009] Im Nachfolgenden werden einige andere bekannte Legierungen aufgezeigt.

[0010] JP-A-07003370 beschreibt eine Aluminiumkernschicht mit einem Al-Si-Füllmetall, um ein Lötblech zu bilden. Die Kernschicht hat folgende Zusammensetzung (in Gew.-%):

Fe 0,4 bis 1,5

Mn 0,7 bis 1,7

mit der Bedingung, dass $(Fe + Mn) < 2,4$

Si 1,3 max.

Cu 1,5 max.

mit der Bedingung, dass $(Si + Cu) > 1,5$ und mit der weiteren Bedingung, dass

$$[Fe] + [Mn] \geq 1,7[2,5([Si] + [Cu])] - 4,2$$

Rest Aluminium und unvermeidbare Verunreinigungen.

[0011] GB-A-2321869 offenbart ein Lötblech aus Aluminiumlegierung mit einer Al-Si-Serien-Fülllegierungsschicht auf einer oder beiden Oberflächen eines Aluminiumlegierungskernmaterials, das 0,3 bis 1,5 Gew.-% Cu und 0,03 bis 0,3 Gew.-% Sn aufweist, wobei der Rest der Legierung im Wesentlichen Aluminium ist. Die Korrosionsbeständigkeit wird durch den kombinierten Zusatz von Cu und Sn in den angegebenen Bereichen verbessert.

[0012] Aus EP-A-0712681 ist ein Lötblech für Wärmetauscherrohre mit einer dreilagigen Struktur und einer Gesamtdicke von nicht mehr als 0,25 mm bekannt, wobei die Kernlegierung folgende Zusammensetzung aufweist (in Gew.-%):

Si	0,2 bis 2,5
Fe	0,05 bis 2,0
Cu	0,7 bis 2,5
Mn	0,05 bis 2,0
Mg	optional, nicht mehr als 0,5
Cr	optional, nicht mehr als 0,3
Zr	optional, nicht mehr als 0,3
Ti	optional, nicht mehr als 0,3
Rest	Aluminium und unvermeidbare Verunreinigungen,

und auf einer Seite mit einem Lötmaterial plattiert ist und auf der anderen Seite obligatorisch plattiert ist, wobei sie eine Schutzanodenschicht mit einer Dicke im Bereich von 46 bis 70 Mikron aufweist, wobei die Schutzanodenschicht in Gew.-% folgende Zusammensetzung hat:

Zn	3,0–6,0
Mg	0,05–2,5
Rest	Aluminium und unvermeidbare Verunreinigungen.

[0013] Während der Herstellung werden alle drei Schichten nach dem Vergießen, einer Homogenisierungsbehandlung in einem Temperaturbereich von 450 bis 600°C unterzogen. Das Warmwalzen der dreilagigen Struktur wird bei einer Temperatur nicht unter 450°C ausgeführt. Weiterhin wird der Legierung extra Fe zugesetzt, um grobe intermetallische Verbindung in die Legierung zu verteilen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0014] Ein Ziel der Erfindung ist es, ein Lötblech bereit zu stellen, das eine Kernschicht aus einem Aluminiumlegierungskernmaterial und auf einer oder beiden Seiten eine Aluminiumlötsschicht hat, das eine verbesserte Lötbarkeit beim Löten mit Flussmitteln aufweist und das wenigstens eine 10% Verbesserung der 0,2%igen Nachlötstreckfestigkeit aufweist und zwar sowohl wenn der Kern einer Homogenisierungsbehandlung unterzogen wird, als auch wenn er keiner Homogenisierungsbehandlung unterzogen wird, wobei eine gute Korrosionsbeständigkeit aufrecht erhalten bleibt.

[0015] Dieses Ziel wird gemäß der vorliegenden Erfindung erreicht durch das Bereitstellen eines Lötblechs mit einer zweilagigen oder einer dreilagigen Struktur, das eine Kernschicht aus einem Aluminiumkernmaterial wie in Anspruch 1 definiert aufweist. Die Aluminiumlegierung der Kernschicht hat folgende Zusammensetzung in Gew.-%:

Mn	0,5 bis 1,5
Cu	0,5 bis 2,0
Si	0,4 bis 0,8
Mg	<0,05
Fe	<0,4
Ti	<0,15
Cr	<0,35
Zr und/oder V	<0,35 insgesamt
Zn	<0,25
Rest	Aluminium und unvermeidbare Verunreinigungen

[0016] Dieses Lötblech hat gute mechanische Eigenschaften im Zustand nach dem Löten und kann eine verbesserte Nachlötstreckfestigkeit von wenigstens 10% bereitstellen und zwar sowohl wenn das Kernmaterial einer Homogenisierungsbehandlung, als auch wenn es keiner Homogenisierungsbehandlung zwischen Vergießen und dem Heißdeformationsschritt unterzogen wird, im Vergleich zu dem Lötblech wie oben beschrieben, das eine Kernlegierung aufweist, die in Gew.-% folgende Zusammensetzung hat:

Mn	0,65 bis 1,0
Cu	0,5 bis 0,7
Si	max. 0,3
Fe	max. 0,5
Zn	max. 0,10
Ti	0,08–0,10
Rest	Aluminium und Verunreinigungen

und eine 0,2%ige Nachlötstreckfestigkeit typischerweise von bis zu 40 MPa oder bis zu 48 MPa aufweist, je nach dem, ob der Kern einer Homogenisierungsbehandlung unterzogen wird oder keiner Homogenisierungsbehandlung unterzogen wird. In dem Fall, in dem das Material einer Homogenisierungsbehandlung unterzogen wird, kann das erfindungsgemäße Lötblech im weichgeglühten Zustand (O-Temper) eine 0,2%ige Nachlötstreckfestigkeit von wenigstens 50 MPa erreichen, in den besten Beispielen wenigstens 55 MPa. In dem Fall, in dem das Material keiner Homogenisierungsbehandlung unterzogen wird, kann das Lötblech in einem H24-Temper eine 0,2%ige Nachlötstreckfestigkeit von wenigstens 55 MPa und in den besten Beispielen von 60 MPa erreichen. In wenigstens beiden Fällen hat das erfindungsgemäße Lötblech eine gute Korrosionsbeständigkeit. Das Lötblech kann eine Korrosionsbeständigkeit von mehr als 12 Tagen, vorzugsweise von mehr als 20 Tagen, in einem SWAAT Test ohne Perforation gemäß ASTM G-85 erreichen. In den besten Beispielen ist die Korrosionsbeständigkeit mehr als 25 Tage.

[0017] Diese Korrosionsbeständigkeit qualifiziert das Lötblech als langlebiges Produkt. Weiterhin kann das Lötblech sehr gut durch Löten mit Flussmitteln, z. B. NOCOLOK Flussmittel, verarbeitet werden, da in der Aluminiumkernlegierung kein Mg ist. Es wird davon ausgegangen, dass die hervorragenden Eigenschaften das Ergebnis der spezifischen Kombination insbesondere von Cu, Si, Fe, Mn und Mg sind. Das Lötblech hat bemerkenswerterweise eine gute Korrosionsbeständigkeit ohne Plattierungsschicht, die als Schutzanode auf der Seite, die Kontakt mit dem verwendeten wasserhaltigen Kühlfluid ist, dient.

[0018] In der Erfindung hat die Kernschicht entweder nur auf einer Seite oder auf beiden Seiten eine Löt-schicht. Die Löt-schicht kann eine geeignete, bekannte, Si-haltige Aluminiumlegierungslöt-schicht (Füllschicht) sein. Solche Schichten können 5 bis 14% Si enthalten. Im Falle einer zweischichtigen Struktur des Lötblechs ist die Löt-schicht auf einer Seite der Kernlegierung vorhanden, während auf der anderen Seite keine Schutz-schicht ist. Im Falle einer dreilagigen Struktur des Lötblechs ist die Löt-schicht auf beiden Seiten der Kernlegierung vorhanden.

[0019] Die Aluminiumkernlegierung ist aus der 3xxx-Reihe der Aluminium Association (AA), wobei Cu eines der Hauptlegierungselemente ist, um die gewünschte Festigkeit zu erhalten, insbesondere durch Lösungshärten. Wenigstens 0,5% werden benötigt, um die gewünschte Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit zu erhalten, während ein Cu-Gehalt von über 2,0% keine wesentlichen Festigkeitsverbesserungen bringt, aber zur Bildung von schädlichen, niedrigschmelzenden Eutektika führen kann. Eine bevorzugte Untergrenze für den Cu-Gehalt ist 0,7%, vorzugsweise 0,8%. Mehr bevorzugt wird ein Cu-Gehalt im Bereich von 0,8 bis 1,5%, um eine Optimierung der gewünschten Eigenschaften zu erhalten.

[0020] Si ist ein weiteres wichtiges Legierungselement in der erfindungsgemäßen Kernschicht. Der Zusatz

von Si führt zu einer verbesserten Lösungshärtung der Legierung. Mit einem zu geringen Si-Gehalt wird dieser Effekt nicht erzielt, während ein zu hoher Si-Gehalt zur Bildung von schädlichen, niedrigschmelzenden Eutektika führen kann und zur Bildung von großen intermetallischen Partikeln. Ein geeigneter Mindestgehalt von Si ist 0,40%. Ein geeigneter Maximalgehalt für Si ist 0,8%.

[0021] Mn ist ein weiteres wichtiges Legierungselement in der Kernlegierung der vorliegenden Erfindung. Unter 0,5% ist sein Effekt nicht ausreichend, ein Gehalt über 1,5 kann zur Bildung von schädlichen, großen intermetallischen Partikeln führen. In einer bevorzugten Ausführungsform ist Mn im Bereich von 0,6 bis 1,5% und vorzugsweise im Bereich von 0,7 bis 1,4% vorhanden. In diesem Bereich ermöglicht das vorhandene Mn einen Härteeffekt in fester Lösung, da ausreichend Mn in der festen Lösung für die gewünschte Verbesserung der Festigkeit nach dem Löten erhalten bleibt.

[0022] Zum Erhalt von Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit wird vorzugsweise folgende Bedingung erfüllt $(\text{Cu} - \text{Mn}) > 1,5$, bevorzugter $(\text{Cu} + \text{Mn}) > 1,8$ und bevorzugter $(\text{Cu} + \text{Mn}) > 2,0$.

[0023] Zum Erhalt von Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit wird weiterhin vorzugsweise folgende Bedingung erfüllt $(\text{Si} + \text{Mn}) > 1,2$, bevorzugter $(\text{Si} + \text{Mn}) > 1,4$.

[0024] Mg wird der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung nicht extra zugegeben, um die Lötbarkeit der Aluminiumlegierung während des Lötens mit Flussmittel, wie z. B. NOCOLOK-Löten, zu verbessern. Der Mg-Gehalt ist maximal 0,05, vorzugsweise ist er maximal 0,03, am meisten wird bevorzugt, dass kein Mg vorhanden ist.

[0025] Fe ist in allen bekannten Aluminiumlegierungen vorhanden, es wird aber in der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung nicht als wesentliches Legierungselement benötigt. Wenn der Fe-Gehalt zu hoch ist, nimmt unter anderem die Formbarkeit des Lötblechs ab, ebenso nimmt die Korrosionsbeständigkeit ab. Zudem kann die Festigkeit nach dem Löten aufgrund der möglichen Bildung von schädlichen intermetallischen FeCu-Al-Partikeln abnehmen. Der zulässige Fe-Gehalt ist maximal 0,4% und vorzugsweise nicht mehr als maximal 0,3%.

[0026] Das optional beigefügte Cr verbessert unter anderem die Festigkeit der Aluminiumlegierung nach dem Löten, insbesondere in Kombination mit dem hohen Cu-Gehalt. Bei einem Cr-Gehalt von mehr als 0,35 nimmt der Vorteil bezüglich der Festigkeit ab, insbesondere aufgrund der Bildung von schädlichen, großen intermetallischen Partikeln. Ein bevorzugter Cr-Gehalt ist bei 0,25. Noch mehr bevorzugt wird eine Cr-Zugabe im Bereich von 0,05 bis 0,25%.

[0027] Das optional beigefügte Zr und/oder V verbessert unter anderem die Festigkeit der Aluminiumlegierung im Zustand nach dem Löten und ebenfalls die Dauerstandfestigkeit und die Verformbeständigkeit während dem Löten. Ein bevorzugtes Maximum für diese Elemente allein oder in Kombination liegt bei 0,35. Ein geeigneteres Niveau für diese Elemente allein oder in Kombination ist im Bereich von 0,05 bis 0,25.

[0028] Ti kann bis zu 0,15% vorhanden sein, um als kornfeinender Zusatz zu dienen, ist aber vorzugsweise bei weniger als 0,1%, und noch bevorzugter bei weniger als 0,05%.

[0029] Zn kann ebenfalls typischerweise als Verunreinigung vorhanden sein, in einer Menge von weniger als 0,25 und vorzugsweise weniger als 0,10.

[0030] Unter unvermeidbaren Verunreinigungen wird, wie dies üblich ist, verstanden, dass jedes zusätzliche Element zu weniger als 0,05% vorhanden ist und der Gesamtgehalt solcher Elemente weniger als 0,15 ist.

[0031] Die Festigkeit im Zustand nach dem Löten kann durch Durchführen eines simulierten Lötzyklus, wie im Stand der Technik bekannt, bewertet werden. Der hier verwendete simulierte Lötzyklus besteht im Erhitzen einer Probe in einem Ofen und Halten bei 590 bis 610°C für 5 Minuten, gefolgt von einem kontrollierten Abkühlen mit einer Kühlgeschwindigkeit, die in kommerziellen Standardlötlinien verwendet werden kann, nämlich 20 bis 100°C/min.

[0032] In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lötblechs wird das oben beschriebene Aluminiumkernblech in einem O-Temper oder einem H24-Temper bereit gestellt, bevor das Lötblech dem Lötzyklus unterzogen wird.

[0033] Die Erfindung stellt auch ein Verfahren zum Herstellen des erfindungsgemäßen Lötblechs bereit, das folgende Schritte aufweist:

- (i) Vergießen eines Gussblocks bzw. Ingots des Aluminiumlegierungskernmaterials;
- (ii) Aufbringen einer Lötschicht auf wenigstens einer Seite der Aluminiumkernlegierung;
- (iii) Warmwalzen der Aluminiumkernlegierung mit der Lötschicht auf wenigstens einer Seite;
- (iv) Kaltwalzen des warmgewalzten Erzeugnisses auf die gewünschte Enddicke;

wobei die Aluminiumkernlegierung zwischen Schritten (i) und (ii) keiner Homogenisierungsbehandlung unterzogen wird. Die vergossene Legierung wird nur auf die für das Warmwalzen benötigte Starttemperatur vorerhitzt. Dadurch dass keine Homogenisierungsbehandlung nötig ist, wird das Verfahren vereinfacht, während das Produkt eine weitere Verbesserung der Festigkeit im Zustand nach dem Löten ermöglicht und weiterhin immer noch eine gute Korrosionsbeständigkeit erreicht.

[0034] In einem anderen Aspekt der Erfindung wird eine Lötanordnung bereit gestellt, insbesondere ein gelöteter Wärmetauscher, der wenigstens zwei Elemente aufweist, die durch eine Lötlegierung zusammengefügt werden, wobei wenigstens ein Element ein Blechmaterial ist, das das oben beschriebene erfindungsgemäße Aluminiumblech als Kern aufweist und eine 0,2%ige Nachlötstreckfestigkeit von mehr als 50 MPa, vorzugsweise mehr als 55 MPa hat.

[0035] Das erfindungsgemäße Lötblech wird nun durch ein nicht einschränkendes Beispiel dargestellt.

Beispiel

[0036] Der folgende Test wurde als Labortest durchgeführt. Gussblöcke aus zehn Aluminiumlegierungen zur Verwendung als Kernlegierung in Lötblech wurden vergossen und mit einer Kühlgeschwindigkeit ausgehärtet, die mit den Kühlgeschwindigkeiten beim konventionellen Strangguss vergleichbar sind. Tabelle 1 zeigt die Zusammensetzung der Legierungen (Rest Aluminium und Verunreinigungen), wobei Legierungen 8 bis 10 Vergleichslegierungen (mit "Vgl." gekennzeichnet) und Legierungen 1 bis 7 erfindungsgemäße Legierungen (mit "Erf." gekennzeichnet) sind.

[0037] Die Legierungen wurden in zwei verschiedenen Verarbeitungslinien verarbeitet. Die Legierungen wurden so verarbeitet, dass zwischen dem Vergießen und einer Heißverformung durch Warmwalzen das Material keiner Homogenisierungsbehandlung unterzogen wurde. Die endgültigen Materialbleche, die in dieser Linie hergestellt wurden, wurden in einem H24-Temper getestet, was ein besonders geeigneter Zustand für Anwendungen als Röhrenmaterial ist. In der anderen Verarbeitungslinie wurde eine Homogenisierungsbehandlung nach dem Vergießen und vor dem Warmwalzen durchgeführt; sie wies eine Wärmebehandlung von 8 Stunden bei 570°C auf. Die Materialien, die in der zweiten Verarbeitungslinie hergestellt wurden, wurden in einem weichgeglühten Zustand (O-Temper) getestet, das ein abschließendes Glühen für 3 Stunden bei 350°C einschließt, was besonders geeignet für die Verwendung als Platten ist.

[0038] Die mechanischen Eigenschaften wurden für Material mit einer Enddicke von 0,38 mm ermittelt; diese Eigenschaften werden in Tabelle 2 wieder gegeben. Die Aluminiumlegierungen wurden in einem Zustand nach dem Löten getestet, d. h. nach dem oben beschriebenen simulierten Lötzyklus. Weiterhin wurde die Korrosionsbeständigkeit des gleichen Materials wie für die mechanischen Tests ermittelt, wobei die Korrosionstests gemäß ASTM G-85 durchgeführt wurden. Die Ergebnisse sind ebenfalls in Tabelle 2 dargestellt, wobei "n.get." für "nicht getestet" steht und ">28" bedeutet, dass der Test nach 28 Tagen ohne Fehler an sder Probe abgebrochen wurde.

[0039] Aus diesen Ergebnissen ist ersichtlich, dass die erfindungsgemäßen Legierungen alle wenigstens eine 10%ige Verbesserung der 0,2%igen Nachlötstreckfestigkeit im Vergleich zur bekannten Legierung Legierung 10) unter vergleichbaren Bedingungen erreichen. Aufgrund des sehr niedrigen Magnesiumgehalts in den Legierungen haben sie eine hervorragende Lötbarkeit, wenn sie durch Löten mit Flussmitteln verarbeitet werden. Legierungen 2 und 5 zeigen, dass der Zusatz von Cr und/oder Zr die 0,2%ige Nachlötstreckfestigkeit im Vergleich zu Legierung 1 weiter verbessern kann. Ein Vergleich der Legierungen 1 und 8 zeigt, dass eine Zunahme des Mangangehalts zu einem merklichen Anstieg der 0,2%igen Nachlötstreckfestigkeit führt, eine ähnliche Entwicklung kann aus dem Vergleich der Legierungen 6 und 9 ersehen werden. Ein Vergleich der Ergebnisse von Legierungen 4 und 7 zeigt, dass die 0,2%ige Nachlötstreckfestigkeit durch Erhöhen des Si-Gehalts in der Legierung weiter erhöht werden kann.

[0040] Aus den Ergebnissen des SWAAT-Tests ist ersichtlich, dass das erfindungsgemäße Material eine sehr gute Korrosionsbeständigkeit hat. Die Ergebnisse zeigen, dass die Zugabe sowohl von Zr als auch von Cr nicht schädlich für die Korrosionsbeständigkeit ist. Ein zu hoher Fe-Gehalt (Legierung 3) ist für die Korrosionsbeständigkeit schädlich. Es wurden nicht alle Beispiele im O-Temper getestet, nur die Proben von Legierungen 4 und 5. Aber die Ergebnisse zeigen, dass eine ähnlich gute Korrosionsbeständigkeit für die anderen Legierungen dieser Erfindung im O-Temper erwartet werden kann.

Tabelle 1

Legierung		Legierungselement in Gew.-%							
		Si	Mn	Cu	Mg	Fe	Cr	Zr	Ti
Erf.	1	0,46	0,98	0,98	0,02	0,21	-	-	0,03
Erf.	2	0,48	0,99	0,99	0,01	0,23	0,14	0,11	0,03
Erf.	3	0,48	0,98	1,0	0,02	0,36	-	-	0,03
Erf.	4	0,47	1,35	0,97	0,01	0,22	-	-	0,03
Erf.	5	0,49	1,32	0,99	0,01	0,22	0,15	0,11	0,03
Erf.	6	0,46	0,99	1,45	0,01	0,22	-	-	0,03
Erf.	7	0,75	1,33	0,95	0,01	0,22	-	-	0,03
Vgl.	8	0,45	0,3	1,01	0,02	0,21	-	-	0,03
Vgl.	9	0,47	0,3	1,52	0,02	0,21	-	-	0,03
Vgl.	10	0,07	0,98	0,66	0,02	0,22	-	-	0,03

Tabelle 2

Leg.	0,2%ige Nachlötstreckfestigkeit [MPa]		SWAAT-Test [Tage]	
	Nicht Homog. H-24 Temper	Homog. O-Temper	Nicht Homog. H-24 Temper	Homog. O-Temper
1	57	51	25	n.get.
2	66	n.get.	>28	n.get.
3	57	50	13	n.get.
4	61	52	>28	>28
5	69	58	>28	>28
6	59	55	>28	n.get.
7	63	56	>28	n.get.
8	42	42	n.get.	n.get.
9	46	50	n.get.	n.get.
10	48	n.get.	22	26

[0041] Nach der vollständigen Beschreibung der Erfindung ist es für den Fachmann offensichtlich, dass viele Änderungen und Modifikationen vorgenommen werden können, ohne dass diese vom Umfang der beigefügten Ansprüche abweichen.

Patentansprüche

1. Hartlötblech, aufweisend entweder eine zweischichtige Struktur, die eine Kernschicht aus einem Alumi-

Aluminiumlegierungskern und auf einer Seite davon eine Löttschicht aus einer Aluminiumlegierung, die Silizium als Hauptlegierungselement enthält, hat, wobei die zweischichtige Struktur keine Schutzanodenschicht hat, oder eine dreischichtige Struktur, die eine Kernschicht aus Aluminiumlegierungskernmaterial hat und auf beiden Seiten davon eine Löttschicht aus einer Aluminiumlegierung, die Silizium als Hauptlegierungselement enthält, wobei die Aluminiumlegierung der Kernschicht folgende Zusammensetzung aufweist (in Gewichts-%):

Mn	0,5 bis 1,5
Cu	0,5 bis 2,0
Si	0,4 bis 0,8
Mg	<0,05
Fe	<0,4
Ti	<0,15
Cr	<0,35
Zr und/oder V	<0,35 insgesamt
Zn	<0,25
Pb	<0,15
Rest	Aluminium und unvermeidbare Verunreinigungen

und wobei das Hartlötblech eine 0,2%ige Nachlötstreckfestigkeit von wenigstens 50 MPa hat und im Zustand nach dem Löten eine Korrosionsbeständigkeit von mehr als 12 Tagen in einem SWAAT-Test ohne Perforation gemäß Standard ASTM G-85 aufweist.

2. Hartlötblech nach Anspruch 1, wobei der Mg-Gehalt in der Zusammensetzung der Aluminiumlegierung der Kernschicht weniger als 0,03 ist.

3. Hartlötblech nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Mn-Gehalt in der Zusammensetzung der Aluminiumlegierung der Kernschicht im Bereich von 0,6 bis 1,5% ist.

4. Hartlötblech nach Anspruch 3, wobei der Mn-Gehalt in der Zusammensetzung der Aluminiumlegierung der Kernschicht im Bereich von 0,7 bis 1,4% ist.

5. Hartlötblech nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Cu-Gehalt in der Zusammensetzung der Aluminiumlegierung der Kernschicht im Bereich von 0,8 bis 1,5% ist.

6. Hartlötblech nach einem der Ansprüche 1 bis 5, das im Zustand nach dem Löten eine Korrosionsbeständigkeit von mehr als 20 Tagen in einem SWAAT-Test ohne Perforation gemäß Standard ASTM G-85 aufweist.

7. Hartlötblech nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Kernschicht vor dem Löten eine Härte im Bereich eines O-Temper oder einer H-24 Härte aufweist.

8. Hartlötblech nach einem der Ansprüche 1 bis 7 in Form eines Rohrmaterials.

9. Verfahren zur Herstellung eines Hartlötblechs gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, das folgende aufeinanderfolgende Schritte aufweist:

- (i) Vergießen eines Gussblocks bzw. Ingot des Aluminiumlegierungskernmaterials;
 - (ii) Aufbringen bzw. Auftragen der Löttschicht oder der Löttschichten auf das Aluminiumlegierungskernmaterial;
 - (iii) Warmwalzen des Aluminiumkernblechs und der Löttschicht(en);
 - (iv) Kaltwalzen des warmgewalzten Erzeugnisses auf die gewünschte Enddicke;
- wobei das Aluminiumlegierungskernmaterial zwischen Schritten (i) und (ii) keiner Homogenisierungsbehandlung unterzogen wird.

10. Lötanordnung aufweisend ein Hartlötblech gemäß einem der voranstehenden Ansprüche.

11. Gelöteter Wärmetauscher aufweisend ein Hartlötblech gemäß einem der voranstehenden Ansprüche.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen