

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 647 607 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.04.2006 Patentblatt 2006/16

(51) Int Cl.:
C22C 21/00^(2006.01) F28F 21/08^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05019503.1**

(22) Anmeldetag: **08.09.2005**

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

(30) Priorität: **13.10.2004 DE 102004049748**
13.10.2004 DE 202004015805 U

(71) Anmelder: **Erbslöh Aluminium GmbH**
42553 Velbert (DE)

(72) Erfinder: **Sucke, Norbert William**
47269 Duisburg (DE)

(74) Vertreter: **Mentzel, Norbert**
Patentanwälte Dipl.-Phys. Mentzel
Dipl.-Ing. Ludewig,
Kleiner Werth 34
42275 Wuppertal (DE)

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86 (2)
EPÜ.

(54) **Aluminiumknetlegierung und Wärmetauscherkomponente aus dieser Legierung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Aluminiumknetlegierung, die eine sehr hohe Korrosionsbeständigkeit und gute Umformeigenschaften aufweist. Aus einer solchen Aluminiumlegierung lassen sich Wärmetauscherkomponenten herstellen, insbesondere Wärmetauscherhohlprofile oder Wärmetauscherrohre. Diese Wärmetau-

scherhohlprofile oder Wärmetauscherrohre lassen gut mit Sammlerrohren oder Lamellen, die aus einer weniger edleren Aluminiumlegierung bestehen, durch Hartlöten zu einem Wärmetauscher verbinden.

EP 1 647 607 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Aluminiumlegierung, die eine sehr hohe Korrosionsbeständigkeit und gute Umform-
eigenschaften aufweist. Aus einer solchen Aluminiumlegierung lassen sich Wärmetauscherkomponenten herstellen,
insbesondere Wärmetauscherhohlprofile oder Wärmetauscherrohre, die zusammen mit Sammlerrohren und Lamellen
durch Hartlöten zu einem Wärmetauscher verbunden werden.

[0002] Aluminiumwärmetauscher haben eine breite Anwendung gefunden, z.B. im Fahrzeugbau, insbesondere auf-
grund ihres leichten Gewichts. Ein solcher Wärmeaustauscher muss für seine Anwendung in der Fahrzeugindustrie
eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit und eine hohe Wärmeaustauschleistung besitzen. Für die Herstellung des
Wärmetauschers sind auch gute Umformeigenschaften und eine ausreichende Festigkeit des Aluminiummaterials
wichtig.

[0003] Hinsichtlich der Korrosionsbeständigkeit wurde bisher von den Kraftfahrzeugherstellern gefordert, dass die
Wärmetauscher dem sogenannten SWAAT-Test mindestens 20 Tage überstehen. Bei diesem SWAAT-Test wird die
Korrosionsbeständigkeit in einer extremen Atmosphäre geprüft. Die Wärmetauscherkomponenten werden dazu einem
künstlich hergestellten Meerwasser, welches mit Essigsäure auf einen pH-Wert von ca. 2,9 eingestellt ist, ausgesetzt.
Bei einer Lebensdauer von mehr als 20 Tagen in dieser hoch korrosiven Atmosphäre wird davon ausgegangen, dass
ein Wärmetauscher, beispielsweise ein Wärmetauscher aus Aluminium-Wärmetauscherkomponenten, die durch Hart-
löten miteinander verbunden sind, den Anforderungen im Kraftfahrzeug standhalten kann. Da es trotzdem zu Ausfällen
von Wärmetauschern durch Auftreten verschiedenster Korrosionserscheinungen in der Vergangenheit gekommen ist,
haben die Kraftfahrzeughersteller die Testbedingungen verschärft. Ein Wärmetauscher muss nunmehr eine Lebens-
dauer von mehr als 40 Tagen unter SWAAT-Test-Bedingungen zeigen.

[0004] Bisher wurden gute Testergebnisse, d.h. mehr als 20 Tage Lebensdauer unter SWAAT-Test-Bedingungen
durch Zinkbeschichtungen oder Chromatieren der Aluminiumoberfläche der Wärmetauscherkomponenten erreicht. Alu-
miniumbauteile für Kraftfahrzeuge werden seit Inkrafttreten der Altautoverordnung jedoch aufgrund der dort enthaltenen
Restriktionen nicht mehr chromatisiert. Zinkbeschichtungen für Wärmetauscherelemente sind weit verbreitet, da eine
Zinkbeschichtung vorteilhaft in den Produktionsprozess integriert werden kann. So wird durch Lichtbogenspritzen Zink
auf das noch heiße Profil unmittelbar nach Verlassen der Strangpresse aufgetragen. Üblich sind Beschichtungsdicken
von 10 g/m². Wird mehr Zink aufgetragen, so kann dies beim Lötprozess dazu führen, dass an der Verbindungsstelle
Zinkoxid oder Zinkhydroxid gebildet wird, welches das Wärmetauscherrohr an dieser Stelle zu einer Opferanode macht.
Dies kann infolge dazu führen, dass das Wärmetauscherrohr seine Verbindung zur Lamelle verliert. Die Zinkmenge zu
reduzieren führt nicht zu besseren Korrosionsbeständigkeiten, da bei einer Schichtdicke von 8 g/m² etwa die technische
Grenze erreicht ist. Bei geringeren Mengen kann nicht mehr gewährleistet werden, dass die Oberfläche gleichmäßig
beschichtet ist, was wiederum zu schlechteren Korrosionsergebnissen führt. Dies bedeutet, dass allein mit einer Ver-
änderung der Zinkbeschichtung die verschärften SWAAT-Bedingungen nicht erfüllt werden können.

[0005] Es gab bereits in der Vergangenheit viele Bestrebungen, Wärmetauscherelemente aus korrosionsbeständigen
Aluminiumlegierungen herzustellen, die keiner Zinkbeschichtung bedürfen. Eine sehr gute Korrosionsbeständigkeit weist
eine reine Aluminiumbasislegierung auf, die wenig Verunreinigungen enthält. Eine solche Legierung zeigt jedoch sehr
geringe Festigkeiten, so dass sie für industrielle Anwendungen nicht in Frage kommt. Es ist bekannt, zur Erhöhung der
Festigkeit dem Aluminium verschiedenste Legierungselemente zuzusetzen. Diese haben jedoch einen unterschiedlich
hohen Einfluss auf die zu erreichenden Korrosionsbeständigkeitseigenschaften der entstehenden Legierung.

[0006] In der europäischen Patentschrift EP 996 754 B 1 wird eine Aluminiumlegierung beschrieben, die im Vergleich
zu der standardisierten Legierung 3102, einer AlMn0.4-Legierung, eine höhere Korrosionsbeständigkeit aufweist. Dies
wird insbesondere auf Legierungselemente wie Zirkonium, Chrom und Zink zurückgeführt, die vorzugsweise in Gehalten
von 0,1 bis 0,18 Gew% enthalten sind. Darüber hinaus werden die Anteile an Eisen, Silizium und Mangan niedrig
gehalten. In dem europäischen Patent EP 1 017 865 B 1 ist eine vergleichbare korrosionsbeständige Aluminiumlegierung
offenbart, bei der das Zirkonium durch Titan ersetzt wurde. Diese Aluminiumlegierungen besitzen jedoch aufgrund der
niedrigen Mangangehalte für viele Anwendungen keine ausreichende Festigkeit.

[0007] In einem weiteren europäischen Patent EP 866 746 B 1 wird für Wärmetauscherrohre eine Aluminiumlegierung
offenbart, bei der ebenfalls die Eisen- und Siliziumgehalte streng kontrolliert werden, ebenso auch die Zinkgehalte. Die
Kupfergehalte sollen vorzugsweise zwischen 0,5 und 1 Gew.% liegen. Der mögliche Anteil an Mangan wird mit 0,7 bis
1,5 Gew% angegeben. Angaben zur Lebensdauer solcher Wärmetauscherrohre sind nicht enthalten, insbesondere
keine vergleichbaren SWAAT-Test-Ergebnisse. Solche hohen Kupfergehalte führen in der Regel zu Kupferausschei-
dungen, die in nachteiliger Weise als Korrosionselemente wirken können.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Aluminiumlegierung, insbesondere für Wärmetauscherkom-
ponenten, zur Verfügung zu stellen, die eine hohe Korrosionsbeständigkeit bei gleichzeitig verbesserten Umformei-
genschaften für das Strangpressen aufweist.

[0009] Diese Aufgabe wird mit einer Aluminiumlegierung der Zusammensetzung gemäß Anspruch 1 erfüllt.

[0010] Bevorzugt ist eine Aluminiumlegierung mit minimalen Anteilen an Verunreinigungen von Eisen, Silizium, Zink,

Chrom und Zirkonium. Diese Verunreinigungen sind bereits in der Basislegierung enthalten. Um diese Anteile möglichst gering zu halten, wird als Basiswerkstoff ein reines Aluminiummaterial mit mindestens 99.85 Gew% Aluminium verwendet. Dieser Basiswerkstoff wird aus Frischmetall hergestellt und enthält in der Regel nicht mehr als 0,06 Gew% Silizium sowie 0,06 Gew% Eisen. Einer solchen Basislegierung werden beim Gießen die gewünschten Legierungsbestandteile Mangan, Kupfer und Titan zugesetzt. Titan dient hierbei als Kornfeinerungsmittel, wobei Gehalte von 0,003 bis 0,01 Gew% Titan optimal sind.

[0011] Kupfer wird in Gew% von 0,15 bis 0,5 Gew% zugesetzt, vorzugsweise 0,2 bis 0,4 Gew%, besonders bevorzugt 0,3 Gew% Kupfer. Der Anteil an Kupfer in der Aluminiumlegierung verbessert an sich nicht die Korrosionseigenschaften der Aluminiumlegierung. Es wird lediglich die auftretende Korrosionsform verändert. Ist kein Kupfer oder sind nur sehr geringe Anteile an Kupfer in der Legierung enthalten, so neigt die Aluminiumlegierung zu Lochfraßkorrosion. Die erfindungsgemäßen Anteile an Kupfer in den Legierungen führen, wenn Korrosionserscheinungen auftreten sollten, zu einer Kontaktkorrosion. Diese ist im Gegensatz zu der punktuell auftretenden Lochfraßkorrosion eine über die gesamte Oberfläche gleichmäßig verteilte Korrosionserscheinung, die Aluminiumbauteile in wesentlich geringerem Maße negativ beeinflusst. Mehr als 0,5 Gew% Kupfer sollte der Legierung nicht zugegeben werden, da sich ansonsten die Verpressbarkeit aufgrund auftretender AlCu-Phasen verschlechtert.

[0012] Mangan ist als Verstärkungskomponente in der Aluminiumlegierung und beeinflusst die mechanischen Eigenschaften. Sehr hohe Mangangehalte größer 0,7 Gew%, wie in dem vorbekannten Patent EP 866 746 angegeben, führen zu größeren Ausscheidungen in der Legierung, die dann als Korrosionselemente wirken können. Zudem sind Aluminiumlegierungen mit hohen Anteilen an Mangan relativ schlecht umformbar, d.h., eine solche Aluminiumlegierung kann nur mit geringer Pressgeschwindigkeit zu Profilen verarbeitet werden, was insbesondere bei den dünnwandigen Wärmetauscherkomponenten zu einem hohen Werkzeugverschleiß führt. Untersuchungen haben gezeigt, dass Gewichtsanteile von 0,2 Gew% und größer bis zu einem Anteil von weniger als 0,7 Gew% Mangan zu einer Aluminiumlegierung führen, die eine ausreichende Festigkeit bei guter Umformbarkeit aufweist.

[0013] Ein getesteter Wärmetauscher mit Mehrkammerhohlprofilen aus einer erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung zeigte bei einem SWAAT-Test nach 40 Tagen keinerlei Korrosionserscheinungen. Dies ist des Weiteren darauf zurückzuführen, dass die Fügepartner des Mehrkammerhohlprofils in dem Aluminiumwärmetauscher, nämlich die Sammlerrohre und die Lamellen aus einem Aluminiumwärmestoff bestehen, der unedler ist als die erfindungsgemäße Aluminiumlegierung. So wurden insbesondere gute Ergebnisse erreicht, wenn es sich bei dem Aluminiumwerkstoff der Fügepartner um eine Aluminiumlegierung mit einem Gewichtsanteil an Zink größer 0,1 Gew%, bevorzugt 1 bis 2 Gew% handelt und/oder einem Gewichtsanteil an Kupfer von weniger als 0,15 Gew%.

Patentansprüche

1. Aluminiumknetlegierung mit guten Umformeigenschaften und einer sehr hohen Korrosionsbeständigkeit, insbesondere einer Lebensdauer von mehr als 40 Tagen unter SWAAT-Bedingungen, hergestellt aus einem Aluminiummaterial mit mindestens 99.85 Gew% Aluminium, also mit maximal 0.15 Gew% unvermeidbare Verunreinigungen insgesamt, davon:

maximal 0.1	Gew%	Eisen,
maximal 0.1	Gew%	Silizium,
maximal 0.05	Gew%	Zink,
maximal 0.01	Gew%	Chrom,
maximal 0.01	Gew%	Zirkonium,

durch Zugabe von Mangan, Kupfer und Titan, so dass sich folgende Zusammensetzung der Aluminiumlegierung ergibt:

0.2 bis kleiner 0.7	Gew%	Mangan,
0.15 bis 0.5	Gew%	Kupfer,
0.003 bis 0,01	Gew%	Titan,
maximal 0.15	Gew%	unvermeidbare Verunreinigungen insgesamt,
Rest		Aluminium.

2. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** vorzugsweise bis 0.7 Gew% Mangan ent-

halten sind.

3. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** vorzugsweise 0.4 bis 0.6 Gew% Mangan und 0.2 bis 0.4 Gew% Kupfer enthalten sind.

4. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** 0.5 Gew% Mangan und 0.3 Gew% Kupfer enthalten sind.

5. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** maximal 0.8 Gew% Eisen, vorzugsweise maximal 0.6 Gew% Eisen, enthalten sind.

6. Wärmetauscherkomponente aus einer Aluminiumknetlegierung mit einer Zusammensetzung:

0.2 bis kleiner 0.7	Gew%	Mangan,
0.15 bis 0.5	Gew%	Kupfer,
0.003 bis 0,01	Gew%	Titan,
maximal 0.15	Gew%	unvermeidbare Verunreinigungen insgesamt,
Rest		Aluminium.

7. Wärmetauscherkomponente nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese durch Strangpressen zu einem Rohr oder Hohlprofil, vorzugsweise zu einem flachen Mehrkammerhohlprofil geformt ist.

8. Wärmetauscher mit Sammlerrohren und Lamellen jeweils aus Aluminiumlegierungsmaterial sowie Wärmetauscherhohlprofile oder Wärmetauscherrohren aus einer Aluminiumknetlegierung gemäß Anspruch 1, wobei die Sammlerrohre oder Lamellen mit den Wärmetauscherhohlprofilen oder Wärmetauscherrohren durch Hartlötungen miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sammlerrohre und/oder Lamellen aus einer weniger edleren Aluminiumlegierung bestehen als die Wärmetauscherhohlprofile oder Wärmetauscherrohren.

9. Wärmetauscher gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sammlerrohre und/oder Lamellen aus einer Aluminiumlegierung mit mehr als 0.1 Gew% Zink, vorzugsweise 1 bis 2 Gew% Zink, bestehen.

10. Wärmetauscher gemäß Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sammlerrohre und/oder Lamellen aus einer Aluminiumlegierung mit weniger als 0.15 Gew% Kupfer bestehen.

Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 86(2) EPÜ.

1. Aluminiumknetlegierung mit guten Umformeigenschaften und einer sehr hohen Korrosionsbeständigkeit, insbesondere einer Lebensdauer von mehr als 40 Tagen unter SWAAT-Bedingungen, mit der folgende Zusammensetzung:

0.2 bis kleiner 0.7	Gew%	Mangan,
0.15 bis 0.5	Gew%	Kupfer,
0.003 bis 0,01	Gew%	Titan,
maximal 0.15	Gew%	unvermeidbare Verunreinigungen insgesamt,
	davon:	
	maximal 0.1 Gew%	Eisen,
	maximal 0.1 Gew%	Silizium,
	maximal 0.05 Gew%	Zink,
	maximal 0.01 Gew%	Chrom,
	maximal 0.01 Gew%	Zirkonium,
Rest		Aluminium.

EP 1 647 607 A1

2. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** vorzugsweise 0.4 bis 0.6 Gew% Mangan und 0.2 bis 0.4 Gew% Kupfer enthalten sind.

3. Aluminiumlegierung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** 0.5 Gew% Mangan und 0.3 Gew% Kupfer enthalten sind.

4. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** maximal 0.06 Gew% Eisen, enthalten sind.

5. Wärmetauscherkomponente aus einer Aluminiumknetlegierung gemäß Anspruch 1.

6. Wärmetauscherkomponente nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese durch Strangpressen zu einem Rohr oder Hohlprofil, vorzugsweise zu einem flachen Mehrkammerhohlprofil geformt ist.

7. Wärmetauscher mit Sammlerrohren und Lamellen jeweils aus Aluminiumlegierungsmaterial sowie Wärmetauscherhohlprofile oder Wärmetauscherrohren aus einer Aluminiumknetlegierung gemäß Anspruch 1, wobei die Sammlerrohre oder Lamellen mit den Wärmetauscherhohlprofilen oder Wärmetauscherrohren durch Hartlöten miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sammlerrohre und/oder Lamellen aus einer weniger edleren Aluminiumlegierung bestehen als die Wärmetauscherhohlprofile oder Wärmetauscherrohre.

8. Wärmetauscher gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sammlerrohre und/oder Lamellen aus einer Aluminiumlegierung mit mehr als 0.1 Gew% Zink, vorzugsweise 1 bis 2 Gew% Zink, bestehen.

9. Wärmetauscher gemäß Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sammlerrohre und/oder Lamellen aus einer Aluminiumlegierung mit weniger als 0.15 Gew% Kupfer bestehen.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 01 9503

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 286 316 A (WADE ET AL) 15. Februar 1994 (1994-02-15) * Tabelle 1 *	1-10	C22C21/00 F28F21/08
A	WO 2004/068055 A (SHOWA DENKO K.K; NAKATA, YOSHINORI) 12. August 2004 (2004-08-12) * Ansprüche 1-8; Tabelle 1 *	1-10	
A	US 2003/121572 A1 (KUCZA JEAN-CLAUDE ET AL) 3. Juli 2003 (2003-07-03) * Absätze [0034], [0036], [0038] *	1-10	
A	US 2002/056492 A1 (KUCZA JEAN-CLAUDE ET AL) 16. Mai 2002 (2002-05-16) * Anspruch 1 *	1-10	
A	JP 2003 082428 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE) 19. März 2003 (2003-03-19) * Tabellen 1,2 *	1-10	
A	JP 2003 119534 A (MITSUBISHI ALUM CO LTD) 23. April 2003 (2003-04-23) * Tabelle 1 *	1-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) C21C F28F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 26. Oktober 2005	Prüfer Badcock, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

4

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 05 01 9503

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-10-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5286316 A	15-02-1994	AT 177792 T	15-04-1999
		CA 2132840 A1	14-10-1993
		DE 69324037 D1	22-04-1999
		DE 69324037 T2	19-08-1999
		EP 0670913 A1	13-09-1995
		JP 3353013 B2	03-12-2002
		JP 7505448 T	15-06-1995
		WO 9320253 A1	14-10-1993
-----	-----	-----	-----
WO 2004068055 A	12-08-2004	AU 2004207223 A1	12-08-2004
-----	-----	-----	-----
US 2003121572 A1	03-07-2003	KEINE	
-----	-----	-----	-----
US 2002056492 A1	16-05-2002	AT 266746 T	15-05-2004
		AU 1836902 A	27-05-2002
		CA 2429174 A1	23-05-2002
		DE 01996633 T1	22-04-2004
		DE 60103302 D1	17-06-2004
		DE 60103302 T2	25-05-2005
		EP 1339887 A1	03-09-2003
		ES 2220832 T3	16-12-2004
		FR 2816534 A1	17-05-2002
		WO 0240729 A1	23-05-2002
		HU 0303394 A2	28-01-2004
		JP 2004514059 T	13-05-2004
		NO 20031951 A	25-06-2003
-----	-----	-----	-----
JP 2003082428 A	19-03-2003	KEINE	
-----	-----	-----	-----
JP 2003119534 A	23-04-2003	KEINE	
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82