



(11) **EP 1 749 112 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.07.2009 Patentblatt 2009/27

(51) Int Cl.:
C22C 21/04 ^(2006.01) **C22F 1/05** ^(2006.01)
C22C 21/08 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05759604.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/004721

(22) Anmeldetag: **30.04.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/108633 (17.11.2005 Gazette 2005/46)

(54) **DEKORATIV ANODISIERBARE, GUT VERFORMBARE, MECHANISCH HOCH BELASTBARE ALUMINIUMLEGIERUNG, VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG UND ALUMINIUMPRODUKT AUS DIESER LEGIERUNG**

MALLEABLE, HIGH MECHANICAL STRENGTH ALUMINUM ALLOY WHICH CAN BE ANODIZED IN A DECORATIVE MANNER, METHOD FOR PRODUCING THE SAME AND ALUMINUM PRODUCT BASED ON SAID ALLOY

ALLIAGE D'ALUMINIUM A HAUTE SOLLICITATION MECANIQUE, A BONNE DEFORMABILITE, ANODISABLE A DES FINS DECORATIVES, PROCEDE DE PRODUCTION CORRESPONDANT ET PRODUIT EN ALUMINIUM A BASE DUDIT ALLIAGE

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

(30) Priorität: **08.05.2004 DE 102004022817**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.02.2007 Patentblatt 2007/06

(73) Patentinhaber: **Erbslöh Aktiengesellschaft
42553 Velbert (DE)**

(72) Erfinder: **STEINS, Reiner
40789 Monheim (DE)**

(74) Vertreter: **Mentzel, Norbert
Patentanwälte Buse - Mentzel - Ludewig
Kleiner Werth 34
42275 Wuppertal (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 676 480 EP-A- 1 413 636
GB-A- 2 090 289 US-A- 3 926 690
US-A- 4 412 870 US-A- 5 961 752
US-A1- 2003 143 102**

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).

EP 1 749 112 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine dekorativ anodisierbare, gut verformbare und mechanisch hoch belastbare Aluminiumlegierung vom Typ AlMgSi, ein Halbzeug aus dieser Legierung, in Form von Bändern, Blechen oder Strangpressprofilen sowie ein aus den vorgenannten Halbzeugen hergestelltes, insbesondere umgeformtes und dekorativ anodisiertes Bauteil. Im Rahmen der Erfindung liegt auch ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Aluminiumlegierung.

[0002] Zur Herstellung dekorativ anodisierter Bauteile aus Aluminiumblech werden in der Regel unlegiertes Aluminium (1xxx-Legierungen), AlMg-Legierungen (5xxx-Legierungen oder plattierte Systeme vom Typ 8xxx-Legierung, Plattierung aus unlegiertem Aluminium (1xxx-Legierung) verwendet. All diese Werkstoffklassen sind nicht aushärtbar, d.h. eine Erhöhung der Festigkeit erfolgt ausschließlich durch eine Kaltverfestigung, eine Erniedrigung in Folge dann durch Entfestigungsglühen. All diesen Systemen ist daraus folgend gemein, dass ihr Umformvermögen und ihr Festigkeitszustand durch den Halbzeug-Anlieferungszustand, der beispielsweise entweder verfestigt durch Walzen oder entfestigt durch eine nachfolgende Glühung sein kann, festgelegt ist. Es ist also im Sinne guter Umformbarkeit möglich, diese Systeme in einem Zustand maximaler Entfestigung einzusetzen und dann umzuformen. Nach dem Umformprozess ist jedoch eine Aushärtung zur Verbesserung der Gebrauchseigenschaften nicht mehr gegeben. Im Sinne guter Gebrauchseigenschaften können die Systeme in einem Zustand hoher Festigkeit eingesetzt werden, wobei aber das Umformvermögen für einen formgebenden Schritt, bedingt durch die hohe Anfangsfestigkeit des Anlieferungszustandes, stark eingeschränkt wird.

[0003] Warmaushärtbare AlMgSi-Legierungen (6xxx) mit guter Umformbarkeit sind beispielsweise aus der EP 0 714 993 bzw. EP 0 811 700 bekannt. Die offenbarten AlMgSi-Legierungen werden auch zur Herstellung von Bändern und Blechen eingesetzt. Aufgrund der guten Tiefziehbarkeit eignen sie sich zur Herstellung von Karosserieblechen für die Automobilindustrie. Durch die dort offenbarte Legierungszusammensetzung wird ein Optimum zwischen guter Festigkeit und gutem Umformverhalten erreicht. Diese Legierungen sind jedoch nicht dekorativ, vor allem nicht hochglänzend, anodisierbar, da zum einen der in der EP 0 811 700 offenbarte Eisengehalt von 0,25 bis 0,55 Gew% zu hoch ist und zu einer Eintrübung der Eloxalschicht führt. Es ist bekannt, dass sich die durch das Eisen gebildeten intermetallischen quaternären FeSiMgMn-Phasen in die Eloxalschicht einbauen. Diese groben Teilchen führen in der Eloxalschicht zu einer Streuung des Lichtes, was dem Betrachter als Eintrübung erscheint. Auch bei den in EP 0 714 993 genannten Gehalten an Vanadium in der Größenordnung von 0,05 bis 0,4 Gew% ist eine nicht ausreichend transparente Eloxalschicht zu erreichen. Vanadium in höheren Gehalten geht ausserdem in der Schmelze schwer in Lösung. Ein Ersatz des Vanadiums durch andere Rekristallisationshemmer, wie Zirkonium oder Chrom, erbringt auch nicht das gewünschte Ergebnis. Chrom und Zirkon führen zu einer Eloxalschicht, die beim Polieren bzw. Glanzeloxieren gelbstichig wirkt.

[0004] Eine bekannte A199,9MgSi-Legierung (6401 spezial) für Strangpressprofile, die von der Anmelderin für dekorative Bauteile eingesetzt wird, enthält daher kein Zirkonium, Vanadium oder Chrom. Ebenso wird die Verunreinigung der AlMgSi-Legierung mit Eisen auf 0,04 Gew% Eisen limitiert. Damit ist sichergestellt, dass die vorgenannten Eloxalfehler vermieden werden und ein hoher Glanzgrad des polierten und glanzeloxierten Bauteiles erreicht wird. Eine solche Legierung zeigt jedoch aufgrund der fehlenden Rekristallisationshemmer (Fe, Zr, Cr, V) ein nicht optimales Umformvermögen, da es aufgrund des relativ groben Korns früh zu Einschnürungen und Orangenhaut kommt.

[0005] Das Dokument EP-A-0 676 480 offenbart eine Aluminiumlegierung mit einer Zusammensetzung von:

0,2	bis 2	Gew% Silizium,
0,3	bis 1,7	Gew% Magnesium,
0	bis 1,2	Gew% Kupfer,
0	bis 1,1	Gew% Mangan,
0,01	bis 0,4	Chrom,

mindestens eines der Elemente aus der Gruppe

0,01	bis 0,3	Gew% Vanadium,
0,001	bis 0,1	Gew% Beryllium, und
0,01	bis 0,1	Gew% Strontium,

[0006] Rest Aluminium und unvermeidbare Verunreinigungen.

[0007] Daraus ergibt sich, dass durch die Auswahl einer Legierungszusammensetzung für ein Strangpress- oder Walzprodukt ein Kompromiss hinsichtlich des Verformungsvermögens, des dekorativem Aussehens und der mechanischen Belastbarkeit, die sich in Endfestigkeit, Duktilität und Zähigkeit ausdrückt, eingegangen wird.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Aluminiumlegierung zur Verfügung zu stellen für Bauteile, die

ein gutes Umformvermögen aufweisen, die eine ausreichende Festigkeit und Duktilität im Anwendungszustand aufweisen und die dekorativ anodisierbar sind.

[0009] Diese Aufgabe wird mit einer Aluminiumlegierung mit der in Anspruch 1 genannten Zusammensetzung und den dort aufgeführten Merkmalen gelöst. Die optimalen Eigenschaften bezüglich mechanischer Festigkeit und Umformverhalten werden zum einen durch den Anteil von 0,3 bis 0,9 Gew% Silicium und 0,1 bis 0,5 Gew% Magnesium erzielt, wobei das Gewichtsverhältnis dieser beiden Bestandteile so eingestellt wird, dass ein Überschuss an Silicium gegenüber Magnesium vorliegt, insbesondere ein Silicium-Magnesium-Gewichtsverhältnis von 1,8 bis 3,3. Die Festigkeit wird zu dem noch unterstützt durch einen Anteil von 0,1 bis 0,4 Gew% Kupfer, das eine Mischkristallhärtung bewirkt. Das gute Umformvermögen wird durch den Anteil der Rekristallisationshemmer (Eisen, Zirkonium, Chrom, Vanadium) gewährleistet. Eisen liegt in einer Ausgangslegierung oft als Verunreinigung vor. Es kann jedoch bis zu einem Anteil von 0,2 Gew% auch zulegiert werden. Zirkonium, Chrom und Vanadium können einzeln oder zusammen bis zu einem Anteil von 0,22 Gew% in der Legierung enthalten sein. Trotz des Vorhandenseins der vorgenannten Rekristallisationshemmer ist die erfindungsgemäße Legierung dekorativ anodisierbar und zeigt keine gelbstichige oder trübe Eloxalschicht. Dies wird durch den Anteil von 0,005 bis 0,1 Gew% Strontium bewirkt. Es wird angenommen, dass das Strontium die eisen-zirkon-, chrom- und/oder vanadiumhaltigen Phasen verändert, insbesondere so weit verfeinert, dass sie, auch wenn sie in die Eloxalschicht eingebaut werden, keine sichtbare Trübung bewirken. Es hat sich in überraschender Weise herausgestellt, dass ein Gewichtsverhältnis von Eisen zu Strontium

3 : 1 bis 5 :

sich als besonders vorteilhaft erweist.

[0010] Eine solche Legierung wird aus Aluminium-Basiswerkstoff mit mehr als 99,85 Gew% Aluminium hergestellt. Der Schmelze werden die Legierungsbestandteile wie folgt zugesetzt, nämlich 0,3 bis 0,9 Gew% Silicium, 0,1 bis 0,5 Gew% Magnesium, wobei das Gewichtsverhältnis von Silicium zu Magnesium 1,8 : 1 bis 3,3 : 1 beträgt. Nach Bestimmung des Eisengehaltes des Aluminium-Basiswerkstoffes, der als Verunreinigung im Basiswerkstoff vorliegen kann, wird bei Bedarf weiteres Eisen zulegiert, so dass die herzustellende Legierung bis 0,2 Gew% Eisen enthält. Des Weiteren werden 0,005 bis 0,1 Gew% Strontium zugegeben, wobei das Gewichtsverhältnis von Eisen zu Strontium von 3 : 1 bis 5 : 1 eingestellt wird. Bevorzugt ist eine Zugabe von 0,008 bis 0,07 Gew% Strontium. Als weitere Legierungsbestandteile werden 0,1 bis 0,4 Gew% Kupfer, 0,03 bis 0,2 Gew% Mangan, 0,01 Gew% Titan und Zirkonium und/oder Chrom und/oder Vanadium insgesamt 0,08 bis 0,22 Gew% zugegeben. Die Legierung sollte maximal 0,04 Gew% Zink, maximal 0,02 Gew% unvermeidbarer Verunreinigung einzeln bzw. maximal 0,15 Gew% insgesamt enthalten. Des Weiteren kann zur Kennzeichnung der Legierung ein bestimmter Anteil, nämlich 0,0005 bis 0,005 Gew% Silber zugesetzt werden.

[0011] Die so hergestellte Schmelze wird im Stranggussverfahren zu einem Walzbarren oder Stranggussbolzen gegossen und anschließend homogenisiert (Glühung für mind. 2h bei mind. 500°C). Als Aluminium-Basiswerkstoff wird vorzugsweise Reinaluminium mit mindestens 99,85 Gew% Aluminium eingesetzt, um den Anteil an Verunreinigungen zu limitieren, insgesamt sollte ein Gehalt von maximal 0,15 Gew% unvermeidbarer Verunreinigungen nicht überschritten werden. Die Legierungsbestandteile können in Form von Reinetallen oder Vorlegierungen zugegeben werden. Das Strontium wird vorzugsweise in Form einer Aluminium-Strontium-Vorlegierung zugesetzt, insbesondere mittels einer AlSr3,5-Vorlegierung, einer AlSr5-Vorlegierung oder einer AlSr10-Vorlegierung.

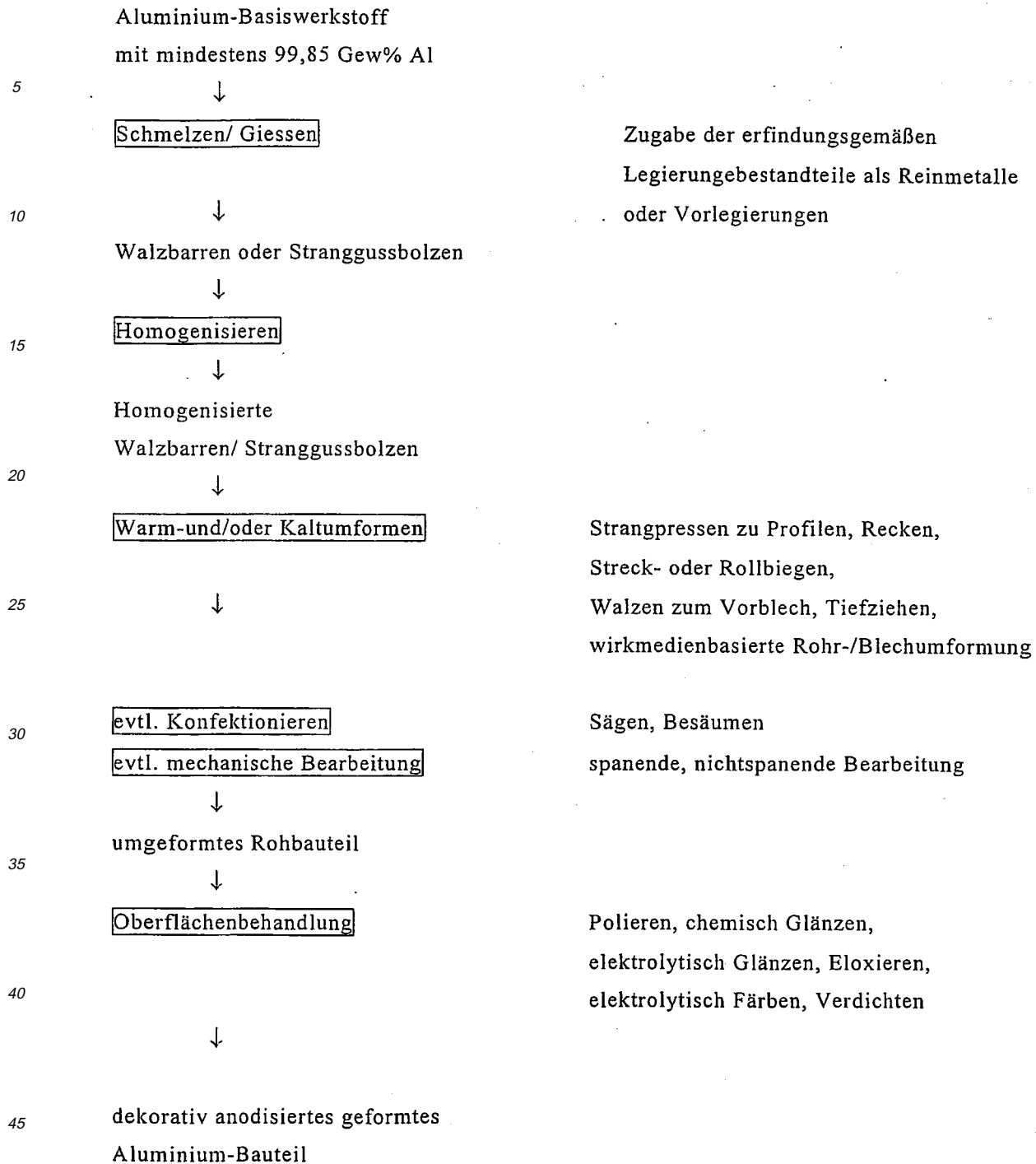
[0012] Aus dem homogenisierten Stranggussbolzen der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung lassen sich durch Strangpressen offene oder Hohlkammerprofilstränge erhalten, die in der Regel gereckt und durch Sägen konfektioniert werden. Aus den auf die gewünschte Länge gebrachten Profilstücken lassen sich durch nachfolgendes Umformen, insbesondere Kaltumformen, wie beispielsweise Walzen, Biegen, Tiefziehen oder wirkmedienbasierte Blech- und Rohrumformung, dreidimensional geformte Rohbauteile herstellen. Unabhängig davon, ob es sich bei dem Umformen um einen Biegeprozess, um eine wirkmedienbasierte Umformung oder Tiefziehen handelt, zeigt das entstehende Bauteil bei einer sehr geringen Orangenhautbildung eine gute Konturgenauigkeit, bewirkt durch eine geringe Rückfederung. Durch die Aushärtbarkeit der Legierung ist im Anschluss an die Umformung die Festigkeit und Duktilität einstellbar. Nach der Aushärtung folgt neben eventuellen mechanischen Bearbeitungen insbesondere eine chemische und elektrolytische Behandlung des Bauteils. Eine solche chemische und elektrolytische Behandlung schließt ein Polieren, Glänzen, Eloxieren, eventuell ein Einfärben und ein abschließendes Verdichten der Bauteile ein. Die entstehende Eloxalschicht des dekorativ anodisierten geformten Aluminium-Bauteils ist sehr zufriedenstellend, sie ist transparent, d.h. nicht eingetrübt und auch nicht gelbstichig.

[0013] Aus dem Walzbarren lassen sich durch Warmwalzen Vorbleche erzielen, die durch Kaltwalzen und Zwischenglühen weiterverarbeitet werden können. Durch weitere Umformschritte (gegebenenfalls Rekristallisations- und/oder Entfestigungsglühung), wie Tiefziehen, wirkmedienbasiertes Blechumformen, einschließlich Dessinieren sowie Glätten oder Aufräumen der Oberflächen und eventuell nochmaliges Weichglühen, gegebenenfalls mechanische Bearbeitungen, wird ein Rohbauteil gebildet, welches ebenfalls nachfolgend durch chemische oder elektrolytische Behandlung mit einer dekorativen Eloxalschicht versehen werden kann. Auch bei diesem Herstellungsprozess kann nachgewiesen werden, dass die Aluminiumlegierung ein gutes bis sehr gutes Umformverhalten bei Raumtemperatur bei nur geringer Orangenhautbildung besitzt, ein stabiles Umformverhalten aufweist und zu einer guten Konturgenauigkeit des Bauteils führt. Die

Eloxalschicht weist keine Fehler auf, im Gegenteil, sogar glänzende Oberflächen sind realisierbar, wenn als Basiswerkstoff Reinaluminium mit mindestens 99,9 Gew% Aluminium eingesetzt wird.

[0014] Nachfolgend sind in drei Tabellen Ausführungsbeispiele für erfindungsgemäße Aluminiumlegierungen wiedergegeben. Tabelle 1 zeigt dabei höherfeste AlMgSi-Legierungen, die Tabelle 2 mittelfeste AlMgSi-Legierungen und die Tabelle 3 niedrigfeste AlMgSi-Legierungen. In der Tabelle 4 sind bekannte Vergleichslegierungen aufgeführt, u.a. die Legierung AA6401-spezial der Anmelderin, eine mittelfeste AlMgSi-Legierung, die bisher für dekorative Anwendungen eingesetzt wird, die jedoch kein optimales Umformverhalten zeigt. Die weiteren Vergleichslegierungen stellen ein Optimum an Festigkeit und Umformverhalten da, sind jedoch nicht dekorativ anodisierbar.

[0015] Eine Übersicht der verschiedenen Verfahrensvarianten zur Herstellung eines dekorativ anodisierten umgeformten Aluminium-Bauteils sind im nachfolgenden Schema verdeutlicht:



[0016] Ein Aluminium-Bauteil wurde nach einer dieser Verfahrenvarianten aus einer erfindungsgemäßen Legierung durch Stranggießen, Homogenisieren, Strangpressen, Recken, Ablängen, Tiefziehen, Polieren, Glänzen, Eloxieren hergestellt. Zum Vergleich wurden nach gleichem Verfahren gleich geformte Bauteile aus einer 6401-Legierung und einer 6016-Legierung hergestellt. Die Eigenschaften der Bauteile sind in der Tabelle 5 dargestellt. Für die Oberflächeneigenschaften wurde die Abbildungsschärfe in verschiedenen Oberflächenbereichen der fertigen Bauteile gemessen. Hohe Abbildungsschärfen sind Ausdruck für einen hohen Glanz und eine hohe Genauigkeit einer Abbildung, also ob Linien gerade oder verzerrt dargestellt werden. Das Umformvermögen wurde als Vergleichsumformgrad aufgeführt. Dafür wurden unter Zuhilfenahme eines zuvor aufgetragenen Messrasters auf ebene Strangpressprofilstücke der ver-

EP 1 749 112 B1

schiedenen Legierungen nach einem tiefziehähnlichen Prozess die Umformgrade aus dem veränderten Linienraster bestimmt. Es wird deutlich, dass das erfindungsgemäße Bauteil als einziges Bauteil eine hohe Abbildungsschärfe (80%) bei gutem Umformvermögen (40%) zeigt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Tabelle 1: Höherfeste AlMgSi												
		Gewichts-%										
Bezeichnung	Si/Mg	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	Adv. 1	Add. 2	Zulässige Beimengungen einzeln	Zulässige Beimengungen gesamt
A	2	0,8	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,010	Zr 0,1	Sr 0,04	0,02	0,15
B	3	0,9	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,010	Zr 0,1	Sr 0,04	0,02	0,15
C	2	0,8	0,040	0,10-0,15	0,03	0,4	-	0,010	Zr 0,1	Sr 0,01	0,02	0,15
D	3	0,9	0,040	0,10-0,15	0,03	0,3	-	0,010	Zr 0,1	Sr 0,01	0,02	0,15

55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5

Tabelle 2: Mittelfeste AlMgSi

		Gewichts-%										
Bezeichnung	Si/Mg	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	Add. 1	Add. 2	Zulässige Beimengungen einzeln	Zulässige Beimengungen gesamt
E	2	0,5	0,2	0,4	0,2	0,25	0,2	0,010	Zr 0,1	Sr 0,04	0,02	0,15
F	3	0,6	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,010	Zr 0,1	Sr 0,04	0,02	0,15
G	2	0,5	0,040	0,10-0,15	0,03	0,25	-	0,010	Zr 0,1	Sr 0,01	0,02	0,15
H	3	0,6	0,040	0,10-0,15	0,03	0,2	-	0,010	Zr 0,1	Sr 0,01	0,02	0,15

55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5

Tabelle 3: Niedrigfeste AlMgSi

		Gewichts-%										
Bezeichnung	Si/Mg	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	Add. 1	Add. 2	Zulässige Beimengungen einzeln	Zulässige Beimengungen gesamt
I	2	0,3	0,2	0,4	0,2	0,15	0,2	0,010	Zr 0,1	Sr 0,04	0,02	0,15
K	3	0,4	0,2	0,4	0,2	0,13	0,2	0,010	Zr 0,1	Sr 0,04	0,02	0,15
L	2	0,3	0,040	0,10-0,15	0,03	0,15	-	0,010	Zr 0,1	Sr 0,01	0,02	0,15
M	3	0,4	0,040	0,10-0,15	0,03	0,13	-	0,010	Zr 0,1	Sr 0,01	0,02	0,15

55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5

Tabelle 4: Vergleichslegierungen

		Gewichts-%											
Bezeichnung	Si/Mg	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Add. 1	Add. 2	Zulässige Beimengungen einzeln	Zulässige Beimengungen gesamt
AA6401 Spezial	0,9-1,25	0,4-0,5	0,04	0,10-0,15	0,03	0,35-0,45	-	0,04	0,01	-	-	<0,01	<0,10
AA6016	6-1,7	1,0-1,5	0,50	0,20	0,20	0,25-0,6	0,10	0,20	0,15	-	-	<0,05	<0,15
AA6014V	1,5-0,4	0,3-0,6	0,35	0,25	0,05-0,20	0,40-0,80	0,20	0,1	0,10	V 0,05-0,20	-	<0,05	<0,15
AA6082	2,2-0,6	0,7 1,3	<0,5	<0,1	0,4-1,0	0,6-1,2	<0,25	<0,20	0,10	-	-	<0,05	<0,15
AA6111	2,2-0,6	0,6-1,1	0,40	0,50-0,9	0,10- 0,45	0,5- 1,0	0,10	0,15	0,10	-	-	<0,05	<0,15
AA6022	7,5-1,1	0,8-1,5	0,05-0,20	0,02-0,1	0,02- 0,10	0,2-0,7	0,1	0,25	0,15	-	-	<0,05	<0,15

Tabelle 5: Eigenschaften der verschiedenen Aluminium-Bauteile

Werkstoff des Aluminium-Bauteils	Abbildungsschärfe	Umformgrad
6401	80%	maximal 20%
6016	30%	maximal 45%
erfindungsgemäße Aluminiumlegierung	80%	maximal 40%

Patentansprüche

1. Dekorativ anodisierbare, gut verformbare, mechanisch hoch belastbare Aluminiumlegierung mit einer Zusammensetzung:

0,3 bis 0,9 Gew% Silicium,
 0,1 bis 0,5 Gew% Magnesium,
 bis 0,2 Gew% Eisen,
 0,1 bis 0,4 Gew% Kupfer,
 0,03 bis 0,2 Gew% Mangan,
 0,01 Gew% Titan,
 Zirkonium und/oder Chrom und/oder Vanadium insgesamt 0,08 bis 0,22 Gew%,
 0,005 bis 0,1 Gew% Strontium,
 maximal 0,04 Gew% Zink,
 kein oder maximal 0,005 Gew% Silber,
 maximal 0,02 Gew% unvermeidbare Verunreinigungen einzeln,
 maximal 0,15 Gew% unvermeidbare Verunreinigungen gesamt,
 der Rest Aluminium,
 wobei das Gewichtsverhältnis von Silicium zu Magnesium
 1,8 : 1 bis 3,3 : 1 und
 das Gewichtsverhältnis von Eisen zu Strontium 3 : 1 bis 5 : 1 beträgt.

2. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** 0,008 bis 0,07 Gew% Strontium enthalten sind.

3. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** 0,0005 bis 0,005 Gew% Silber zur Kennzeichnung der Legierung enthalten sind.

4. Verfahren zur Herstellung eines dekorativ anodisierten, geformten Bauteils aus einer Aluminiumlegierung, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:

- Schmelzen eines Aluminiumbasiswerkstoff mit mehr als 99,7 Gew% Aluminium und Zugabe von Legierungsbestandteile zur Aluminiumschmelze bis zu einer Gesamtzusammensetzung von:

0,3 bis 0,9 Gew% Silicium,
 bis 0,5 Gew% Magnesium,
 wobei das Gewichtsverhältnis von Silicium zu Magnesium 1,8 : 1 bis 3,3 : 1 beträgt,
 bis 0,2 Gew% Eisen,
 0,005 bis 0,1 Gew% Strontium,
 wobei das Gewichtsverhältnis von Eisen zu Strontium 3 : 1 bis 5 : 1 beträgt,
 0,1 bis 0,4 Gew% Kupfer,
 0,03 bis 0,2 Gew% Mangan,
 0,01 Gew% Titan,
 Zirkonium und/oder Chrom und/oder Vanadium insgesamt 0,08 bis 0,22 Gew%,
 maximal 0,04 Gew% Zink,
 maximal 0,02 Gew% unvermeidbare Verunreinigungen einzeln,
 maximal 0,15 Gew% unvermeidbare Verunreinigungen gesamt,
 der Rest Aluminium,

- Giessen der Aluminiumlegierungsschmelze zu einem Walzbarren oder Stranggussbolzen,
- Homogenisieren des Walzbarrens oder Stranggussbolzens,
- Warm- und bedarfsweise Kaltumformen zu einem umgeformten Rohbauteil,
- Chemische und/ oder elektrolytische Oberflächenbehandlung des umgeformten Rohbauteils, umfassend eine anodische Oxidation.

5
10 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Eisengehalt des eingesetzten Aluminiumbasiswerkstoffes bestimmt wird und das gewünschte Gewichtsverhältnis von Eisen zu Strontium durch Zugabe von Strontium und durch Zugabe von weiterem Eisen eingestellt wird.

15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Aluminiumbasiswerkstoff um Reinaluminium mit mindestens 99,9 Gew% Aluminium handelt.

20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strontium in Form einer Aluminium-Strontium-Vorlegierung zugegeben wird.

25 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strontium in Form einer AlSr5-Vorlegierung, AlSr10-Vorlegierung oder AlSr3,5-Vorlegierung zugegeben wird.

30 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der homogenisierte Walzbarren durch Warmwalzen zu einem Vorblech warmumgeformt wird.

35 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorblech auf die gewünschte Enddicke mit eventuellen Zwischenglühungen kaltgewalzt wird und nach einer eventuellen Rekristallisations- und/ oder Entfestigungsglühung die Oberfläche dessiniert, geglättet oder aufgeraut wird und eventuell nochmalig einem Weichglühen unterzogen wird und anschließend gewünschte Längen als Blechstücke abgetrennt werden.

40 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der homogenisierte Stranggussbolzen durch Strangpressen zu einem offenen oder Hohlkammerprofilstrang warmumgeformt, gereckt und zu Profilstücken abgelängt wird.

45 12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Profilstücke oder die Blechstücke in einem oder mehreren weiteren Schritten kaltumgeformt werden, insbesondere durch Walzen oder Biegen oder Tiefziehen oder wirkmedienbasierte Rohr- oder Blechumformung.

50 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** umgeformten Rohbauteile poliert, gegläntzt, anodisch oxidiert (eloxiert) und verdichtet werden.

55 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich eine elektrolytische Einfärbung erfolgt.

60 15. Aluminiumprodukt aus einer Aluminiumlegierung mit einer Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 3.

65 16. Aluminiumprodukt nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aluminiumprodukt ein Band, ein Blech, ein Strangpressprofil oder ein aus den vorgenannten Halbzeugen hergestelltes umgeformtes Bauteil ist.

70 17. Aluminiumprodukt nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aluminiumprodukt ein dekorativ anodisiertes umgeformtes Bauteil ist.

50 Claims

75 1. Highly ductile aluminum alloy with high mechanical strength which can be decoratively anodized, with the following composition:

- 0.3 to 0.9 wt.% silicon,
- 0.1 to 0.5 wt.% magnesium,
- up to 0.2 wt.% iron,
- 0.1 to 0.4 wt.% copper

0.03 to 0.2 wt.% manganese
 0.01 wt.% titanium,
 0.08 to 0.22 wt.% zirconium and/or chromium and/or vanadium, total
 0.005 to 0.1 wt.% strontium,
 maximum 0.04 wt.% zinc,
 no or maximum 0.005 wt.% silver,
 maximum 0.02 wt.% unavoidable impurities, each,
 maximum 0.15 wt.% unavoidable impurities, total,
 the remainder consisting of aluminum,

wherein the ratio by weight of silicon to magnesium is 1.8:1 to 3.3:1, wherein the ratio by weight of iron to strontium is 3:1 to 5:1.

2. Aluminum alloy in accordance with Claim 1, **characterized by** the fact that strontium is present in amounts of 0.008 to 0.07 wt.%.

3. Aluminum alloy in accordance with Claim 1 or Claim 2, **characterized by** the fact that silver is present in amounts of 0.0005 to 0.005 wt.% for alloy identification.

4. Method for producing a decoratively anodized, formed structural member from an aluminum alloy, **characterized by** the following process steps:

-- melting an aluminum parent material with more than 99.7 wt.% aluminum and addition of alloying components to the aluminum melt up to a total composition of:

0.3 to 0.9 wt.% silicon,
 0.1 to 0.5 wt.% magnesium,
 wherein the ratio by weight of silicon to magnesium is 1.8:1 to 3.3:1,
 up to 0.2 wt.% iron,
 0.005 to 0.1 wt.% strontium,
 wherein the ratio by weight of iron to strontium is 3:1 to 5:1,
 0.1 to 0.4 wt.% copper
 0.03 to 0.2 wt.% manganese
 0.01 wt.% titanium,
 0.08 to 0.22 wt.% zirconium and/or chromium and/or vanadium, total
 maximum 0.04 wt.% zinc,
 maximum 0.02 wt.% unavoidable impurities, each,
 maximum 0.15 wt.% unavoidable impurities, total,
 the remainder consisting of aluminum,

-- casting the aluminum alloy melt into a rolling billet or continuously cast billet,
 -- homogenizing the rolling billet or continuously cast billet,
 -- hot forming and, if necessary, cold forming to a formed unfinished structural member, and
 -- chemical and/or electrolytic surface treatment of the formed unfinished structural member, comprising an anodic oxidation.

5. Method in accordance with Claim 4, **characterized by** the fact that the iron content of the aluminum parent material that is used is determined, and the desired ratio by weight of iron to strontium is adjusted by addition of strontium and additional iron.

6. Method in accordance with Claim 4 or Claim 5, **characterized by** the fact that the aluminum parent material is pure aluminum that contains at least 99.9 wt.% aluminum.

7. Method in accordance with any of Claims 4 to 6, **characterized by** the fact that the strontium is added in the form of an aluminum-strontium master alloy.

8. Method in accordance with Claim 7, **characterized by** the fact that the strontium is added in the form of an AlSr5 master alloy, an AlSr10 master alloy, or an AlSr3.5 master alloy.

9. Method in accordance with any of Claims 4 to 8, **characterized by** the fact that the homogenized rolling billet is hot formed into a sheet bar by hot rolling.
- 5 10. Method in accordance with Claim 9, **characterized by** the fact that the sheet bar is cold rolled to the desired final thickness with possible process annealing and, after a possible recrystallization annealing and/or removal of work hardening by heat treatment, the surface is patterned, smoothed, or roughened, and then the product is possibly subjected to another soft annealing and then cut to the desired lengths of sheet.
- 10 11. Method in accordance with any of Claims 4 to 8, **characterized by** the fact that the homogenized continuously cast billet is hot formed into an open or hollow chamber section by extrusion, stretched, and cut into section lengths.
12. Method in accordance with Claim 10 or Claim 11, **characterized by** the fact that the lengths of section or lengths of sheet are cold formed in one or more additional steps, especially by rolling, bending, deep drawing, or tube forming or sheet-metal forming based on active means.
- 15 13. Method in accordance with any of Claims 4 to 12, **characterized by** the fact that formed unfinished structural members are polished, finish-polished, anodically oxidized (anodized), and sealed.
- 20 14. Method in accordance with Claim 13, **characterized by** the fact that an electrolytic coloring step is additionally performed.
15. Aluminum product made of aluminum alloy with a composition in accordance with any of Claims 1 to 3.
- 25 16. Aluminum product in accordance with Claim 15, **characterized by** the fact that the aluminum product is a strip, a sheet, an extruded section, or a formed structural member produced from the aforementioned semifinished products.
17. Aluminum product in accordance with Claim 16, **characterized by** the fact that the aluminum product is a decoratively anodized, formed structural member.

Revendications

- 35 1. Alliage d'aluminium anodisable à des fins décoratives, à bonne déformabilité, à haute sollicitation mécanique, présentant la composition suivante:
 - 0,3 à 0,9 % pondéraux de silicium,
 - 0,1 à 0,5 % pondéraux de magnésium,
 - jusqu'à 0,2 % pondéraux de fer,
 - 0,1 à 0,4 % pondéraux de cuivre,
 - 40 0,03 à 0,2 % pondéraux de manganèse,
 - 0,01 % pondéraux de titane,
 - au total 0,08 à 0,22 % pondéraux de zirconium et/ou de chrome et/ou de vanadium,
 - 0,005 à 0,1 % pondéraux de strontium,
 - au maximum 0,04 % pondéraux de zinc,
 - 45 pas d'argent ou au maximum 0,005 % pondéraux,
 - au maximum 0,02 % pondéraux d'impuretés inévitables isolées,
 - au maximum 0,15 % pondéraux d'impuretés inévitables totales,
 - le reste étant de l'aluminium,
 - le rapport pondéral entre le silicium et le magnésium étant compris entre 1,8:1 et 3,3:1 et
 - 50 le rapport pondéral entre le fer et le strontium étant compris entre 3:1 et 5:1.
2. Alliage d'aluminium selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** contient 0,008 à 0,07 % pondéraux de strontium.
3. Alliage d'aluminium selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'il** contient 0,0005 à 0,005 % pondéraux d'argent pour caractériser l'alliage.
- 55 4. Procédé pour fabriquer un composant moulé, anodisable à des fins décoratives, composé d'un alliage d'aluminium, **caractérisé par** les étapes suivantes:

EP 1 749 112 B1

- Fusion d'un matériau de base contenant plus de 99,7 % pondéraux d'aluminium et ajout des constituants de l'alliage au bain d'aluminium, jusqu'à obtenir une composition totale de:

0,3 à 0,9 % pondéraux de silicium,
0,1 à 0,5 % pondéraux de magnésium,
le rapport pondéral entre le silicium et le magnésium étant compris entre 1,8:1 et 3,3:1,
jusqu'à 0,2 % pondéraux de fer,
0,005 à 0,1 % pondéraux de strontium,
le rapport pondéral entre le fer et le strontium étant compris entre 3:1 et 5:1,
0,1 à 0,4 % pondéraux de cuivre,
0,03 à 0,2 % pondéraux de manganèse,
0,01 % pondéraux de titane,
0,08 à 0,22 % pondéraux de zirconium et/ou de chrome et/ou de vanadium,
0,04 % pondéraux de zinc,
au maximum 0,02 % pondéraux d'impuretés inévitables isolées,
au maximum 0,15 % pondéraux d'impuretés inévitables totales,
le reste étant de l'aluminium,

- Coulée du bain d'aluminium allié puis obtention d'une billette ou d'un lingot extrudé,
- Homogénéisation de la billette ou du lingot extrudé,
- Déformation à chaud, et à froid selon besoin, pour obtenir un composant brut déformé,
- Traitement superficiel chimique et/ou électrolytique du composant brut déformé, comprenant une oxydation anodique.

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'on détermine la teneur en fer du matériau à base d'aluminium mis en oeuvre et que l'on ajuste le rapport pondéral souhaité entre le fer et le strontium en ajoutant du strontium puis en ajoutant du fer supplémentaire.

6. Procédé selon l'une des revendications 4 ou 5, **caractérisé en ce que** le matériau à base d'aluminium est de l'aluminium pur contenant au moins 99,9 % pondéraux d'aluminium.

7. Procédé selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** l'on ajoute le strontium sous la forme d'un préalliage aluminium-strontium.

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'on ajoute le strontium sous la forme d'un préalliage AlSr5, d'un préalliage AlSr10 ou d'un préalliage AlSr3,5.

9. Procédé selon l'une des revendications 4 à 8, **caractérisé en ce que** l'on déforme à chaud, par laminage à chaud, la billette homogénéisée pour obtenir une tôle préparatoire.

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** l'on lamine à froid la tôle préparatoire jusqu'à obtenir l'épaisseur finale souhaitée, en intercalant éventuellement des séquences de recuit, et qu'après un éventuel recuit de recristallisation et/ou recuit de décohésion, on dessine, lisse ou rend rugueuse la surface et la soumet encore une fois éventuellement à un recuit d'adoucissement, puis sectionne la tôle en pièces de la longueur souhaitée.

11. Procédé selon l'une des revendications 4 à 8, **caractérisé en ce que** le lingot extrudé homogénéisé est déformé à chaud par extrusion pour donner un profilé continu ouvert ou creux à chambre, qu'il est étiré et sectionné en pièces profilées.

12. Procédé selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce que** l'on déforme à froid les pièces profilées ou les pièces en tôle en une ou plusieurs étapes supplémentaires, en particulier par laminage ou coudage ou emboutissage ou par déformation des tubes ou tôles basée sur des fluides agissant à cet effet.

13. Procédé selon l'une des revendications 4 à 12, **caractérisé en ce que** l'on polit les composants bruts déformés, leur confère un brillant, les soumet à une oxydation anodique (les anodise) et les compacte.

14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce qu'en** plus une coloration électrolytique a lieu.

EP 1 749 112 B1

15. Produit en aluminium, en alliage d'aluminium présentant une composition selon l'une des revendications 1 à 3.

16. Produit en aluminium selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** ledit produit est un ruban, une tôle, un profilé extrudé ou un composant déformé fabriqué à partir de l'un des produits semi-finis précités.

17. Produit en aluminium selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** ledit produit est un composant déformé anodisé à des fins décoratives.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0714993 A [0003] [0003]
- EP 0811700 A [0003] [0003]
- EP 0676480 A [0005]