



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 863 220 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den
Einspruch:
01.10.2003 Patentblatt 2003/40

(51) Int Cl.7: **C22C 21/06**, C22F 1/053

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
16.08.2000 Patentblatt 2000/33

(21) Anmeldenummer: **97810129.3**

(22) Anmeldetag: **06.03.1997**

(54) **Schraube oder Niet aus einer Aluminiumlegierung**

Screw or rivet from an aluminium alloy

Vis ou rivet en alliage d'aluminium

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.09.1998 Patentblatt 1998/37

(73) Patentinhaber: **Alcan Technology & Management
AG**
8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)

(72) Erfinder:
• **Schwellinger, Pius**
D-78250 Tengen (DE)
• **Schröder, Dietmar**
D-78259 Mühlhausen-Ehingen (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Breiter + Wiedmer AG**
Seuzachstrasse 2
Postfach 366
8413 Neftenbach/Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 462 055 WO-A-92/02655
WO-A-96/34993 DE-A- 2 314 183
FR-A- 2 482 982

- **W. HUFNAGEL: "ALUMINIUM-SCHLÜSSEL "**
1983 , ALUMINIUM VERLAG , DÜSSELDORF
XP002033949 * LEGIERUNG AA 7050 ** Seite 79 *
- **MATERIALS SCIENCE FORUM, Bd. 13/14, 1987,**
DIE SCHWEIZ, Seiten 593-598, XP000677136
K.BANIZS: "HEAT-TREATMANTS OF
HIGH-STRENGTH ALUMINIUM SCREWS"
- **W.HUFNAGEL: "ALUMINIUM-TASCHENBUCH"**
1983 , ALUMINIUM-VERLAG , DÜSSELDORF
XP002033950 * Seite 632 - Seite 634 ** Seite 643
- Seite 647 *
- **Normblätter ASTM B 316M-00**
- **J.E. Hatch, Aluminium, Properties and Physical**
Metallurgy, Jan.1993, S. 355,240.

EP 0 863 220 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schraube oder ein Niet aus einer Aluminiumlegierung vom Typ AlZnMgCu zur Verbindung von Bauteilen aus Aluminium, Magnesium oder deren Legierungen.

[0002] Bei der Verbindung von Bauteilen werden häufig Schrauben und Stanznieten in der Form von Voll- oder Halbhohlนieten eingesetzt. Eine selbststanzende Befestigungsvorrichtung zur Herstellung einer Nietverbindung unter Verwendung von Halbhohlนieten ist beispielsweise aus der WO-A-95/09307 bekannt.

[0003] Ein wichtiges Einsatzgebiet derartiger Verbindungselemente ist der Fahrzeugbau. Mit zunehmenden Einsatz von Aluminium- und Magnesiumwerkstoffen in diesem Bereich gewinnt auch der Einsatz von Schrauben und Stanznieten aus Aluminiumwerkstoffen an Bedeutung. Bisher wurden überwiegend Stahlschrauben und Stahlstanznieten verwendet, die aus Gründen der galvanischen Korrosion und der Spaltkorrosion aus Edelstahl gefertigt werden mussten. Die Unterschiede zwischen Aluminium und Stahl bezüglich der physikalischen Eigenschaften wie Wärmeausdehnungskoeffizient, Elastizitätsmodul u.a. können, insbesondere bei einem Temperaturwechsel, zu zusätzlichen Spannungen oder zu einer Lockerung der Verbindung führen. Der Einsatz eines Werkstoffs mit ähnlichen chemischen, elektrochemischen und physikalischen Eigenschaften für die Verbindungselemente wäre daher von grossem Nutzen.

[0004] Die Herstellung von Schrauben und Stanznieten aus Aluminiumwerkstoffen ist technisch möglich. In beschränktem Umfang werden beispielsweise Schrauben aus dem bekannten Werkstoff AA7075 gefertigt, wobei eine Zugfestigkeit von etwa 500 bis 600 MPa erreicht wird. Eine Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten wäre nur dann möglich, wenn die genannten Verbindungselemente aus Werkstoffen mit höherer Festigkeit wirtschaftlich gefertigt werden könnten. Bekannte Werkstoffe mit höherer Festigkeit sind die Legierungen AA7049, 7049A, 7149, 7249, 7349, 7449 und 7055, deren Herstellung jedoch nicht einfach ist. In der WO-A-96/34993 ist zudem zur Herstellung von Nieten die Legierung AA7050 in der Zusammensetzung 6.2% Zn, 2.2% Mg, 2.3% Cu und 0.12% Zr genannt. Wegen ihrer Neigung zu Rissen bei der Erstarrung sind diese Werkstoffe nicht einfach zu giessen und die Herstellung grosser Barren und Bolzen als Ausgangsmaterial zum Walzen oder Pressen gestaltet sich sehr aufwendig und ist damit unwirtschaftlich. Hinzu kommt, dass diese Werkstoffe in allen Wärmebehandlungszuständen empfindlich auf Spannungsrisskorrosion und Schichtkorrosion sind.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Legierung bereitzustellen, mit der sich Schrauben oder Nieten der eingangs genannten Art mit hoher Festigkeit einfach und wirtschaftlich herstellen lassen.

[0006] Zur erfindungsgemässen Lösung der Aufgabe führt, dass die Legierung aus

6,0 bis 8,0	Gew.-% Zink
2,0 bis 3,5	Gew.-% Magnesium
1,6 bis 1,9	Gew.-% Kupfer
0,05 bis 0,30	Gew.-% Zirkonium
max. 0,10	Gew.-% Chrom
max. 0,50	Gew.-% Mangan
max. 0,10	Gew.-% Titan
max. 0,20	Gew.-% Silizium
max. 0,20	Gew.-% Eisen

andere einzeln max. 0,05 Gew.-%, insgesamt max. 0,15 Gew.-%, und als Rest Aluminium und unvermeidbaren Verunreinigungen besteht.

[0007] Der erfindungsgemäss eingesetzte Werkstoff ist gegenüber vergleichbaren hochfesten Werkstoffen der Gruppe AA7xxx leichter giessbar und durch Pressen und Walzen auch leichter warm zu verarbeiten. Die Korrosionsbeständigkeit ist ebenfalls wesentlich besser als bei vergleichbaren Legierungen nach dem Stand der Technik.

[0008] Aufgrund der ähnlichen chemischen und physikalischen Eigenschaften von Aluminium- und Magnesiumwerkstoffen wird die Verbindung von Bauteilen aus Magnesiumwerkstoffen oder aus Aluminium- und Magnesiumwerkstoffen bevorzugt mit dem erfindungsgemässen Element aus einer Aluminiumlegierung durchgeführt.

[0009] Für die einzelnen Legierungselemente gelten die folgenden Vorzugsbereiche (Gew.-%):

Zink	6,6 bis 7,3,	insbesondere 6,7 bis 7,1
Magnesium	2,3 bis 3,2,	insbesondere 2,6 bis 2,9
Zirkonium	max. 0,20,	insbesondere 0,13 bis 0,18
Chrom	max. 0,05,	
Mangan	max. 0,25,	insbesondere max. 0,15

(fortgesetzt)

Titan	max. 0,05	
Silizium	max. 0,15,	insbesondere max. 0,12
Eisen	max. 0,15,	insbesondere max. 0,12.

[0010] Geeignetes Vormaterial zur Fertigung von Schrauben und Nieten sind stranggepresste Stangen, wobei als Vormaterial für Stanznieten beispielsweise auch der Einsatz von Blech denkbar ist.

[0011] Bei der Herstellung von Schrauben oder Nieten über Stangenmaterial wird zunächst die Legierung zu einem Pressbolzen vergossen und der Bolzen nach einer Homogenisierungsglühung zu einem stangenförmigen Vormaterial verpresst. Nach einem Lösungsglühen und Abschrecken des Vormaterials wird dieses in der Regel durch Kaltumformen zu den Schrauben oder Nieten verarbeitet, die anschliessend zur Erzielung der gewünschten Festigkeit bei ausreichender Dehnung einer Warmaushärtung unterworfen werden. Bei einer besonders bevorzugten Fertigungsverfahren, die einen höheren Kaltumformungsgrad mit entsprechend erhöhter Festigkeit zulässt und zudem zu einer besseren Korrosionsbeständigkeit führt, wird vor dem Kaltumformen des Vormaterials zur Schraube oder zum Niet eine Rückbildungsglühung bei einer Temperatur von etwa 180 bis 260° C während einer Zeitdauer von etwa 5 sec bis 120 min durchgeführt. Hierbei gilt eine kurze Behandlungszeit für eine hohe Wärmebehandlungstemperatur.

[0012] Beiden erfindungsgemässen Schrauben oder Nieten können mit einer Warmaushärtung zum Zustand T 6 oder T 7 Festigkeiten bis zu 740 MPa erzielt werden.

[0013] Die fertig wärmebehandelten Schrauben oder Nieten können je nach Anwendungsbereich eloxiert, beschichtet, lackiert oder auf andere Weise gegen Korrosionseinflüsse weiter geschützt werden. Zur verbesserten Lösbarkeit der Verbindung können Schrauben beispielsweise auch mit einer Teflon- oder einer Ormocere-Schicht versiegelt sein. In gewissen Fällen ist auch eine Dichtung und Verklebung entsprechend dem bekannten Sped-Cap-Verfahren vorteilhaft.

[0014] Die Vorteilhaftigkeit der erfindungsgemässen eingesetzten Legierungen ergibt sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele.

Beispiele

[0015] 5 Legierungen mit einer Zusammensetzung gemäss Tabelle 1 wurden zu je einem Stranggussbolzen von 220 mm ϕ und einer Länge von etwa 1500 mm vergossen. Eine Kornfeinung mit Ti5B1-Draht wurde direkt in der Giesserei durchgeführt.

[0016] Der Strangguss wurde bei allen Legierungen unter folgenden Bedingungen durchgeführt:

Absenkgeschwindigkeit	6,5 bis 7 m/min
Kühlwasser	75 l/min
Meniskusstand	42 mm
Wasserstand	40 cm unter der Kokille

[0017] Vor dem Aufteilen zu je zwei 660 mm langen Bolzen wurde eine Glühung bei 460° während 6 h durchgeführt. Anschliessend erfolgte eine Hochglühung bei 470°/3h + 480°/18h.

[0018] In jeder Legierung wurde ein Flachprofil 10 x 50 mm und eine Rundstange 40 mm Durchmesser indirekt gepresst. Die Bolzentemperatur betrug ca. 230 bis 260°C, die Rezipiententemperatur lag bei etwa 300°C. Die Pressgeschwindigkeit betrug etwa 2 bis 2,8 m/min.

[0019] Die Lösungsglühung erfolgte bei einer Temperatur von 470 $\pm$ 3°C während einer Zeitspanne von 0,5 h.

[0020] In Tabelle 2 sind die Daten aller Legierungen, die am Flachprofil 10 x 50 mm gewonnen wurden, wiedergegeben. Die Wärmebehandlung wurde in jedem Fall wie folgt durchgeführt:

Lösungsglühen	470°C/0,5 h
Recken	$\leq$ 1%
Zwischenlagern	$\leq$ 1 Tag
Aushärten	Zustand T 651: 130°C/14h
	Zustand T 7351: 105°C/5h + 175°C/7h

[0021] Von allen Legierungen wurden Zugversuche und Kerbzugversuche in Längsrichtung durchgeführt. Die bruchmechanischen Kennwerte wurden bei allen Legierungen in Querrichtung gemessen.

EP 0 863 220 B2

[0022] Bei den in Tabelle 2 angegebenen Festigkeitswerten ist zu bedenken, dass die Zugfestigkeit am Verbindungselement höhere Werte erreicht, da eine Kaltverfestigung hinzukommt.

[0023] Alle Legierungen in den beiden Wärmebehandlungszuständen wurden einem Spannungsrisskorrosionstest unterzogen. Alle Proben überstanden die Prüfung ohne Spannungskorrosionsrisse.

Tab. 1

Leg. Nr.	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Zr
1	0.008	0.02	1.8	-	2.7	-	6.9	0.14
2	0.10	0.06	1.8	-	2.7	-	6.9	0.15
3	0.10	0.19	1.7	-	2.7	-	6.9	0.15
4	0.10	0.20	1.9	0.20	2.7	-	6.9	0.14
5	0.04	0.06	1.8	0.20	2.7	-	6.8	0.14

Tab. 2

Leg.Nr.	Zustand	Zugrichtung	Rm (MPa)	Rp _{0.2} (MPa)	A ₅ (%)	Ag (%)	R _{mK} / Rp _{0.2}	K _c MPa m ^{1/2}
1	T651	L	708	680	10.5	6.6	1.06	23.0
		Q	654	532	12.7	7.6	-	
	T7351	L	614	578	10.0	4.77	1.15	27.4
		Q	578	524	12.5	6.5	-	
2	T651	L	698	670	10.2	5.40	1.05	20.7
		Q	644	584	12.7	8.5	-	
	T7351	L	610	576	9.4	4.28	0.81	33.4
		Q	556	494	12.7	6.8	-	
3	T651	L	700	676	10.4	4.54	0.857	19.8
		Q	634	585	11.5	6.1	-	
	T7351	L	602	559	9.9	5.03	1.04	33.0
		Q	550	491	12.3	7.6	-	
4	T651	L	702	671	10.3	5.99	0.88	22.2
		Q	642	583	10.8	6.9	-	
	T7351	L	614	585	8.1	4.07	0.92	30.8
		Q	570	498	11.5	6.8	-	
5	T651	L	713	686	11.0	5.77	1.03	(37)
		Q	653	589	12.2	7.1	-	28
	T7351	L	624	592	9.1	4.37	1.10	(60)
		Q	582	524	12.6	7.2	-	32.1

Patentansprüche

1. Schraube oder Niet aus einer Aluminiumlegierung vom Typ AlZnMgCu zur Verbindung von Bauteilen aus Aluminium, Magnesium oder deren Legierungen,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Legierung aus

6,0 bis 8,0	Gew.-% Zink
2,0 bis 3,5	Gew.-% Magnesium
1,6 bis 1,9	Gew.-% Kupfer
0,05 bis 0,30	Gew.-% Zirkonium
max. 0,10	Gew.-% Chrom
max. 0,50	Gew.-% Mangan
max. 0,10	Gew.-% Titan
max. 0,20	Gew.-% Silizium
max. 0,20	Gew.-% Eisen

andere einzeln max. 0,05 Gew.-%, insgesamt max. 0,15 Gew.-%, und als Rest Aluminium und unvermeidbaren Verunreinigungen besteht.

2. Schraube oder Niet nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Legierung 6,6 bis 7,3, vorzugsweise 6,7 bis 7,1 Gew.-% Zink enthält.
3. Schraube oder Niet nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Legierung 2,3 bis 3,2, vorzugsweise 2,6 bis 2,9 Gew.-% Magnesium enthält.
4. Schraube oder Niet nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Legierung max. 0,20, vorzugsweise 0,13 bis 0,18 Gew.-% Zirkonium enthält.
5. Schraube oder Niet nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Legierung max. 0,05 Gew.-% Chrom enthält.
6. Schraube oder Niet nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Legierung max. 0,25, vorzugsweise max. 0,15 Gew.-% Mangan enthält.
7. Schraube oder Niet nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Legierung max. 0,05 Gew.-% Titan enthält.
8. Schraube oder Niet nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Legierung max. 0,15, vorzugsweise max. 0,12 Gew.-% Silizium enthält.
9. Schraube oder Niet nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Legierung max. 0,15, vorzugsweise max. 0,12 Gew.-% Eisen enthält.
10. Verfahren zur Herstellung einer Schraube oder eines Niets nach einem der Ansprüche 1 bis 9 durch Giessen der Legierung zu einem Pressbolzen, Homogenisierungsglühen des Bolzens und Verpressen des Bolzens zu einem Vormaterial, Lösungsglühen und Abschrecken des Vormaterials, Verarbeitung des Vormaterials zu Schrauben der Nieten durch Kaltumformen und Warmaushärten der Schrauben oder Nieten, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Kaltumformen eine Rückbildungsglühung bei einer Temperatur von 180 bis 260°C während 5 sec bis 120 min durchgeführt wird.

Claims

1. Screw or rivet consisting of an aluminium alloy of the AlZnMgCu type, for connecting components made of aluminium, magnesium or alloys thereof, **characterised in that** the alloy consists of

6.0 to 8.0 % by weight zinc
 2.0 to 3.5 % by weight magnesium
 1.6 to 1.9 % by weight copper
 0.05 to 0.30 % by weight zirconium
 max. 0.10 % by weight chromium
 max. 0.50 % by weight manganese
 max. 0.10 % by weight titanium
 max. 0.20 % by weight silicon
 max. 0.20 % by weight iron

and other elements, individually to a max. of 0.05 % by weight and altogether to a max. of 0.15 % by weight, with the balance aluminium and unavoidable impurities.

2. Screw or rivet according to claim 1, **characterised in that** the alloy contains 6.6 to 7.3, preferably 6.7 to 7.1 % by weight zinc.

3. Screw or rivet according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** the alloy contains 2.3 to 3.2, preferably 2.6 to 2.9 % by weight magnesium.

4. Screw or rivet according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the alloy contains a max. of 0.20, preferably 0.13 to 0.18 % by weight zirconium.

5. Screw or rivet according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the alloy contains a max. of 0.05 % by weight chromium.

6. Screw or rivet according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** the alloy contains a max. of 0.25, preferably a max. of 0.15 % by weight manganese.

7. Screw or rivet according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** the alloy contains a max. of 0.05 % by weight titanium.

8. Screw or rivet according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** the alloy contains a max. of 0.15, preferably a max. of 0.12 % by weight silicon.

9. Screw or rivet according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** the alloy contains a max. of 0.15, preferably a max. of 0.12 % by weight iron.

10. Process for the production of a screw or a rivet according to one of claims 1 to 9 by casting the alloy into a billet, homogenising the billet and pressing the billet to form a base material, solution annealing and quenching the base material, and processing the base material into screws or rivets by cold forming and artificial ageing of the screws or rivets, **characterised in that** reversion annealing is carried out at a temperature of 180 to 260°C for 5 sec to 120 min prior to the cold forming.

Revendications

1. Vis ou rivet constitué par un alliage d'aluminium de type AlZnMgCu, pour assembler des composants en aluminium, en magnésium ou en leurs alliages, **caractérisé en ce que** l'alliage consiste en

6,0 à 8,0 % en masse de zinc
 2,0 à 3,5 % en masse de magnésium
 1,6 à 1,9 % en masse de cuivre
 0,05 à 0,30 % en masse de zirconium
 au maximum 0,10 % en masse de chrome
 au maximum 0,50 % en masse de manganèse
 au maximum 0,10 % en masse de titane
 au maximum 0,20 % en masse de silicium
 au maximum 0,20 % en masse de fer

autres au maximum 0,05 % en masse chacun, au total au maximum 0,15 % en masse, et comme reste de l'aluminium et des impuretés inévitables.

- 5 2. Vis ou rivet selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'alliage contient 6,6 à 7,3, de préférence 6,7 à 7,1 % en masse de zinc.
3. Vis ou rivet selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'alliage contient 2,3 à 3,2, de préférence 2,6 à 2,9 % en masse de magnésium.
- 10 4. Vis ou rivet selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'alliage contient au maximum 0,20, de préférence 0,13 à 0,18 % en masse de zirconium.
- 15 5. Vis ou rivet selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'alliage contient au maximum 0,05 % en masse de chrome.
6. Vis ou rivet selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'alliage contient au maximum 0,25, de préférence au maximum 0,15 % en masse de manganèse.
- 20 7. Vis ou rivet selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'alliage contient au maximum 0,05 % en masse de titane.
8. Vis ou rivet selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'alliage contient au maximum 0,15, de préférence au maximum 0,12 % en masse de silicium.
- 25 9. Vis ou rivet selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'alliage contient au maximum 0,15, de préférence au maximum 0,12 % en masse de fer.
- 30 10. Procédé de fabrication d'une vis ou d'un rivet selon l'une des revendications 1 à 9, par coulée de l'alliage en une billette pour presse à filer, recuit d'homogénéisation de la billette et filage de la billette en un produit de départ, recuit de mise en solution et trempe du produit de départ, transformation du produit de départ en vis ou en rivets par formage à froid et vieillissement accéléré des vis ou des rivets, **caractérisé en ce qu'un** recuit de régénération est réalisé à une température de 180 à 260°C pendant 5 s à 120 min avant le formage à froid.

35

40

45

50

55