

Aluminiumlegierung für Leadframes

Die Erfindung betrifft die Verwendung einer AA6XXX Aluminiumlegierung für elektrische Verbindungen von elektrischen Bauelementen einer elektrischen Schaltung oder von Halbleiterbauelementen, ein Stanzteil für eine elektrische

5 Verbindungen von elektrischen Bauelementen einer elektrischen Schaltung oder Halbleiterbauelementen, ein Verfahren zur Herstellung der Stanzteile sowie ein Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Schaltung oder eines Halbleiterbauelements unter Verwendung der Stanzteile.

10 Zur Bereitstellung von elektrischen Verbindungen von elektrischen Bauelementen in elektrischen Schaltungen oder Halbleiterbauelementen werden sogenannte auch Stanzgitter aus Metall oder Leadframes (Leiterrahmen) verwendet. Beispielsweise werden in Kraftfahrzeugen metallische Stanzgitter verwendet, um auf möglichst engem Raum Bauelemente einer elektrischen Schaltung miteinander zu verbinden,

15 ohne dass zusätzliche Kabelverbindungen notwendig sind. Diese Stanzgitter werden üblicherweise aus einer Kupferlegierung hergestellt und dienen nicht nur zur Leitung des elektrischen Stroms zwischen den Bauelementen, sondern übernehmen auch den Abtransport von Wärme aus den elektrischen Bauelementen. Die Dicke der Stanzgitter beträgt beispielsweise 0,2 mm bis 2mm. Entsprechende Stanzgitter werden häufig

20 auch für Leistungselektronik verwendet, um einen möglichst geringen elektrischen Widerstand bei größeren Stromstärken bereitzustellen.

Halbleiterbauelemente weisen in ihren Gehäusen ebenfalls elektrische Verbindungen von elektrischen Bauelementen auf, welche durch sogenannte Leadframes

25 bereitgestellt werden. Entsprechende Leadframes werden bei Dicken im Bereich von maximal 0,3 mm, vorzugsweise maximal 0,2 mm mit den jeweiligen Halbleiterbauelementen verbunden und in einem Gehäuse verkapselt. Hierzu muss zunächst ein Halbleiterchip mit dem Leadframe thermisch und/oder elektrisch

leitfähig verbunden werden. Dieser Prozess wird als „Die-Bonding“ bezeichnet. Das elektrische Verbinden der Leadframes mit den Halbleiterchips erfolgt über Bonddrähte mit Durchmessern im Bereich von 15 µm bis 100 µm über das „Wire-Bonding“, bei welchem die Bonddrähte oft unter Verwendung eines

- 5 Ultraschallschweißens auf den Halbleiterchip selbst und auf das Leadframe geschweißt werden, so dass eine elektrische Verbindung zwischen ihnen entsteht. Anschließend wird beispielsweise durch ein Transfer-Mold-Verfahren das Gehäuse des Halbleiterbauelementes gegossen und thermisch ausgehärtet. Typische Halbleiterbauelemente sind beispielsweise integrierte Schaltungen sogenannte ICs, 10 welche über äußere zum Leadframe gehörende Kontakte mit weiteren elektrischen Bauelementen elektrisch verbunden werden können.

- Beim „Die-Bonding“, „Wire-Bonding“ und „Molding“ sowie beim Aushärten des Gehäuses, dem sogenannten „Post-Mold-Curing“ wird das Leadframe einer 15 Erwärmung auf Temperaturen von mehr als 150°C bis maximal 380°C ausgesetzt.

- Stanzgitter und Leadframes werden bisher üblicherweise aus Kupfer oder eine Kupferlegierung hergestellt. Als eine bekannte Kupferlegierung kann beispielsweise die Kupferlegierung CuNi2,5SiZn angesehen werden, welche in Bezug auf die 20 Zugfestigkeit, Streckgrenze, elektrische Leitfähigkeit, thermische Leitfähigkeit, thermische Ausdehnung und sowie die Härte der Legierung die für Massenfertigung von Halbleiterbauelementen geforderten Eigenschaften erfüllt.

- Nachteilig bei den verwendeten Kupferlegierungen ist aber, dass der Rohstoffpreis für 25 das Edelmetall Kupfer sehr hoch ist. Außerdem unterliegen die Stanzwerkzeuge aufgrund der recht hohen Festigkeit der Kupferlegierung erhöhtem Verschleiß, was ebenfalls zu höheren Kosten in der Produktion führt. Daher wurde bereits in der Vergangenheit Aluminium als Ersatzwerkstoff für diese Anwendungen in Betracht gezogen. Aus dem US-Patent US 5,066,368 ist die Verwendung eines Leadframes 30 bestehend aus einer Aluminiumlegierung vom Typ AA3XXX und AA6XXX bekannt.

Bevorzugt werden gemäß dem US-Patent die Aluminiumlegierungen vom Typ AA3003 verwendet.

Aus der internationalen Patentanmeldung WO 92/04729 ist bekannt, durch eine Beschichtung des Leadframes eine verbesserte Haftung des gegossenen Gehäuses eines Halbleiterbauelementes am Leadframe zu erreichen, wobei auch die internationale Patentanmeldung eine Aluminiumlegierung vom Typ AA3003 für die Leadframes bevorzugt.

- 10 Die bevorzugten Aluminiumlegierungstypen AA3003 aber auch die Versuche mit Aluminiumlegierungen vom Typ AA5000 scheiterten insbesondere an zu stark abweichenden mechanischen Eigenschaften nach der Herstellung von beispielsweise Halbleiterbauelementen. So kommt es zu Entfestigungsvorgängen in AA3000er und AA5000er Werkstoffen aufgrund der Wärmebehandlung beim Die-Bonding, Wire-
15 Bonding oder Molding und Post-Mold-Curing. Darüber hinaus war bisher auch die elektrische Leitfähigkeit bei hoch magnesiumhaltigen 5000er Aluminiumlegierungen nicht ausreichend hoch.

- Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, für
20 elektrische Verbindungen von elektrischen Bauelementen einer elektrischen Schaltung oder von Halbleiterbauelementen eine Aluminiumlegierung vorzuschlagen, mit welcher die bisher aus dem Stand der Technik bekannten Probleme gelöst werden können.

- 25 Gemäß einer ersten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die oben aufgezeigte Aufgabe dadurch gelöst, dass die Aluminiumlegierung eine Zusammensetzung vom Typ EN AW 6060, EN AW 6063 oder EN AW 6016 aufweist.

- Bei Simulationsglühungen, welche die Prozessschritte zur Herstellung von
30 elektrischen Verbindungen von elektrischen Halbleiterbauelementen, einer elektrischen Schaltung oder von Halbleiterbauelementen nachahmen, wurde

festgestellt, dass diese zu einer Warmaushärtung der oben genannten Aluminiumlegierungstypen verwendet werden können und damit der Kupferlegierung ähnliche mechanische, thermische und elektrische Eigenschaften bereitstellen können. Insbesondere die Werte für die Streckgrenze der oben

5 genannten Aluminiumlegierungen liegen im Zustand T6, also nach einer Warmauslagerung, sehr nahe an den Streckgrenzwerten der bisher bevorzugt verwendeten Kupferlegierungen, sodass die Verwendung der oben genannten spezifischen Aluminiumlegierungstypen für die Bereitstellung von thermischen und/oder elektrischen Verbindungen von elektrischen Bauelementen einer

10 elektrischen Schaltung oder von Halbleiterbauelementen ermöglicht wird. Alle drei Aluminiumlegierungstypen weisen besonders gute elektrische Leitfähigkeiten im warmausgelagerten Zustand T6 auf. Es zeigte sich zudem, dass die Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6016 noch höhere Werte in Bezug auf die Zugfestigkeit und die Streckgrenze erreicht als die Aluminiumlegierung vom Typ EN

15 AW 6063. Sie weist insbesondere auch eine größere Härte im Zustand T6 auf als die Legierung vom Typ EN AW 6063.

Vorzugsweise wird die Aluminiumlegierung als Stanzteil, als gestanztes Leadframe oder als Stanzgitter für die elektrische Verbindung der elektrischen Bauelemente

20 oder Halbleiterbauelemente verwendet. Aufgrund der Aushärtbarkeit der Aluminiumlegierungen vom Typ EN AW 6060, EN AW 6063 oder EN AW 6016 besteht die Möglichkeit, die Stanzteile zunächst in einem weichen, gut umformbaren Zustand, beispielsweise im Zustand T4, herzustellen, sodass das Stanzen und Umformen problemlos und mit geringem Verschleiß an den Stanzwerkzeugen erfolgen kann.

25 Durch Wärmebehandlungen kann bei den genannten Legierungen die Festigkeits- und die Streckgrenzwerte an die nachgelagerten Prozessschritte zur Bereitstellung von elektrischen Schaltungen oder die Herstellung von Halbleiterbauelementen angepasst werden. Hierzu können auch die Prozessschritte, welche eine Wärmebehandlung beinhalten, genutzt werden.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung wird ein Aluminiumband, eine Aluminiumfolie oder ein Blech aus den Aluminiumlegierungen im Zustand T4 zur Herstellung der Stanzteile verwendet. Der Zustand T4 wird dadurch erreicht, dass das hergestellte Aluminiumlegierungsband, -folie oder -blech nach dem Kaltwalzen lösungsgeglüht und anschließend abgeschreckt wird, sodass möglichst viele Legierungsbestandteile in fester Lösung in der Aluminiummatrix verbleiben und einen hoch umformbaren Werkstoff zur Verfügung stellen. Bei dem Stanzen kann neben einem geringen Verschleiß auch der hohe Umformgrad genutzt werden.

- 10 Gemäß einer zweiten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die oben aufgezeigte Aufgabe durch ein Stanzteil für eine elektrische Verbindung von elektrischen Bauelementen einer elektrischen Schaltung oder Halbleiterbauelementen dadurch gelöst, dass das Stanzteil zumindest teilweise aus einer Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6060, EN AW 6063 oder EN AW 6016 besteht.

15

Wie bereits oben ausgeführt, weisen die genannten Aluminiumlegierungen insbesondere im Zustand T6 nach einer Warmauslagerung die für die Bereitstellung einer elektrischen Verbindung von elektrischen Bauelementen einer elektrischen Schaltung oder von Halbleiterbauelementen notwendigen mechanischen, elektrischen und thermischen Eigenschaften auf. Eine Entfestigung der Aluminiumlegierung findet bei der Wärmebelastung bis zur Fertigstellung der elektrischen Schaltung bzw. des Halbleiterbauelements nicht statt. Darüber hinaus lassen sich entsprechende Stanzteile kostengünstiger als Stanzteile bestehend aus einer Kupferlegierung herstellen, da die zu stanzenden Aluminiumbänder im Zustand T4 leicht umgeformt werden können und der Verschleiß an den Stanzwerkzeugen gering bleibt.

20

- 25 Werden die Stanzteile aus einer Aluminiumlegierungsfolie mit einer Dicke von 20 µm bis 200 µm oder aus einem Aluminiumlegierungsband mit einer Dicke von 200 µm bis 2 mm hergestellt, können Leadframes und Stanzgitter bereitgestellt werden, welche
- 30 für den Einsatz in Halbleiterbauelementen aber auch in elektrischen Schaltungen maßgeschneiderte Abmessungen aufweisen. Für elektrische Schaltungen mit höheren

Leistungen und damit höheren Strömen werden die Stanzteile bevorzugt aus einem Aluminiumlegierungsband mit einer Dicke von 200 µm bis 2mm hergestellt.

Bevorzugt werden bei Leadframes für Halbleiterbauelemente allerdings auch

Zwischendicken, beispielsweise von 80 µm bis 300 µm bzw. 250 µm verwendet,

- 5 welche einen bevorzugten Bereich für die Dicke der Bänder bzw. Folien, aus welchen die Leadframes hergestellt sind, aufweisen.

Gemäß einer Ausgestaltung des Stanzteils ist die Aluminiumlegierung des Stanzteils nach der Herstellung der elektrischen Schaltung oder des Halbleiterbauelements

- 10 zumindest bereichsweise in einem warm ausgehärteten Zustand und/oder im Zustand T6. Die Warmauslagerungseigenschaften der bevorzugten Aluminiumlegierungen vom Typ EN AW 6063 oder EN AW 6016 führen dazu, dass die für den Einsatz der Halbleiterbauelemente bzw. der elektrischen Schaltungen notwendigen mechanischen, elektrischen und auch thermischen Eigenschaften den Einsatz als
- 15 Leadframes bzw. elektrische Verbindungen für elektrische Bauelemente ermöglichen.

Bevorzugt werden die Stanzteile zumindest bereichsweise oberflächenbehandelt,

insbesondere beschichtet. Als Oberflächenbehandlungen kommen beispielsweise

Eloxierungen, Plattierungen oder Galvanisierungen in Frage. Eine Eloxierung erhöht

- 20 beispielsweise die Beständigkeit gegen Oxidation des Aluminiums deutlich. Andere Beschichtungen, eine Kupferbeschichtung oder auch Goldbeschichtungen ermöglichen die Verwendung von spezifischen Fertigungstechniken, beispielsweise das Ultraschall-Wire-Bonding.

- 25 Vorzugweise ist das Stanzteil ein Leadframe eines Halbleiterbauelementes oder Stanzgitter einer elektrischen Schaltung. Leadframes werden üblicherweise in Folgeverbundwerkzeugen mit hoher Geschwindigkeit aus einem bandförmigen Grundwerkstoff, beispielsweise aus einem Aluminiumband hergestellt. Stanzgitter können dagegen auch als Einzelteile hergestellt werden. Leadframes unterscheiden
- 30 sich von den Stanzgittern einerseits durch die geringeren Dicken; andererseits wird bei Leadframes der Trägerrahmen üblicherweise durch einen abschließenden

Stanzschritt nach der Herstellung des Halbleiterbauelementes abgetrennt, wohingegen das Stanzgitter üblicherweise in einer Leiterplatte vollständig Teil der elektrischen Schaltung wird. Beide Ausprägungen des Stanzteils ermöglichen daher eine besonders hohe Automatisierung des Herstellprozesses bei gleichzeitiger

5 Reduktion der Rohstoffpreise des Grundwerkstoffs.

Gemäß einer weiteren Lehre der vorliegenden Erfindung wird die oben aufgezeigte Aufgabe durch ein Verfahren zur Herstellung von Stanzteilen für elektrische Verbindungen von Bauelementen einer elektrischen Schaltung oder von

10 Halbleiterbauelementen mit den folgenden Schritten gelöst:

- Bereitstellen eines Bandes, einer Folie oder einer Blechs bestehend aus einer Aluminiumlegierung nach Anspruch 1,
- 15 - Lösungsglühen und Abschrecken des Bandes, der Folie oder des Blechs derart, dass das Band, die Folie oder das Blech im Zustand T4 vorliegt,
- Stanzen des Bandes, der Folie oder des Blechs zur Bereitstellung von elektrischen n Verbindungen von Bauelementen einer elektrischen Schaltung.

20

Wie bereits zuvor ausgeführt, können im Zustand T4 die Stanzteile von dem sehr guten Umformverhalten des Aluminiumlegierungswerkstoffs profitieren, sodass hochpräzise Stanzprozesse und Umformprozesse genutzt werden können, um Leadframes und Stanzgitter bereitzustellen.

25

Vorzugsweise wird nach dem Stanzen des Bandes, der Folie oder des Blechs im Zustand T4 eine Kaltauslagerung und/oder eine Warmauslagerung vor der Weiterverarbeitung durchgeführt. Durch diese Kaltauslagerung und/oder Warmauslagerung kann beispielsweise ein ganz spezifischer Zustand des Bandes, der Folie oder des Blechs eingestellt werden, bzw. der daraus hergestellten Stanzteile, sodass die Fertigung von elektrischen Schaltungen oder Halbleiterbauelementen mit

30

hoher Geschwindigkeit erfolgen kann. Beispielsweise können andere Aushärtungszustände genutzt werden, beispielsweise ein Zustand T5, um ausgehend von dem Zustand T4 spezifische Zugfestigkeitswerte bzw. Streckgrenzwerte, welche auf die Verarbeitung abgestimmt sind, genutzt werden, um abschließend erst die maximale Festigkeit im Zustand T6 nach einer weiteren Wärmebehandlung zu erreichen.

Gemäß einer nächsten Ausgestaltung des Verfahrens wird das Band, die Folie oder das Blech mit einem Verfahren, welches die folgenden Verfahrensschritte aufweist, hergestellt:

- diskontinuierliches Gießen eines Barrens, vorzugsweise im DC-Verfahren (direct chill),
- homogenisierendes Walbarrens
- Warmwalzen des Walzbarrens und
- Kaltwalzen des Warmbandes mit oder ohne Zwischenglühung an Enddicke, wobei das Band auf eine Enddicke von 0,2 mm bis 2 mm und die Folie auf eine Enddicke von 20 µm bis 200 µm gewalzt wird.

Alternativ zum diskontinuierlichen Gießen kann gemäß einer weiteren Ausgestaltung das Band durch kontinuierliches Gießen eines Gießbandes hergestellt werden und das Gießband durch Warm- oder Kaltwalzen auf eine Enddicke von 20 µm bis 200 µm zur Folie oder auf eine Enddicke 0,2 mm bis 2 mm zum Band kaltgewalzt werden.

Beide Verfahrensschritte, das diskontinuierliche Gießen eines Walzbarrens mit seinen entsprechenden Verfahrensschritten sowie das kontinuierliche Gießen eines Gießbandes und den weiteren Verfahrensschritten zur Herstellung einer Folie oder eines Bandes ermöglichen es, aus dem erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungswerkstoff Stanzteile mit hoher Wirtschaftlichkeit herzustellen, welche den Anforderungen für die Bereitstellung von elektrischen Verbindungen oder

thermischen Verbindungen von Bauelementen einer elektrischen Schaltung oder von Halbleiterbauelementen genügen.

Schließlich wird die oben aufgezeigte Aufgabe durch eine vierte Lehre der Erfindung
5 durch eine Herstellung einer elektrischen Schaltung oder eines
Halbleiterbauelementes unter Verwendung von erfindungsgemäßen Stanzteilen
gelöst. Die Stanzteile, insbesondere Stanzgitter oder Leadframes weisen aufgrund der
verwendeten Aluminiumlegierung die notwendigen mechanischen, elektrischen und
auch thermischen Eigenschaften auf. Darüber hinaus können die Kosten zur
10 Herstellung entsprechender elektrischer Schaltungen oder Halbleiterbauelemente
aufgrund der geringeren Rohstoffkosten für die Leadframes oder Stanzgitter weiter
gesenkt werden.

Vorzugsweise werden die Stanzteile während der Herstellung einer elektrischen
15 Schaltung oder eines Halbleiterbauelementes bereichsweise mindestens einer
Oberflächenbehandlung, beispielsweise einem Plattieren, Anodisieren, Galvanisieren
oder Beschichten unterzogen. Durch diese Oberflächenbehandlung können spezifische
Bereiche der Stanzteile an die jeweilige Aufgabe angepasst werden. Beispielsweise
ermöglicht eine Beschichtung mit ultraschallbondfähiger Oberfläche die Verwendung
20 von Ultraschalldraht bzw. Wirebondern zur elektrischen Kontaktierung des
Halbleiterchips mit dem Leadframe. Andere Bedürfnisse können beispielsweise die
Beschichtung mit einem Weichlot oder einer Korrosionsschutzschicht darstellen.
Gleichzeitig kann auch eine Oberflächenbehandlung durch Beschichtung mit einem
Isolationsmaterial erfolgen oder eine Behandlung zum weiteren Korrosionsschutz.

25 Weiter bevorzugt wird das Verfahren dadurch ausgestaltet, dass die Stanzteile vor,
während oder nach deren Verarbeitung zu einer elektrischen Schaltung oder einem
Halbleiterbauelement Wärmebehandlungsschritten zur Aushärtung der
Aluminiumlegierung unterzogen werden. Die Aluminiumlegierungen vom Typ EN AW
30 6063 und EN AW 6016 zeichnen sich dadurch aus, dass verschiedene Temper-
zustände, unterschiedliche Festigkeiten und Härten bereitstellen können. Insofern

kann der Aushärtegrad der Aluminiumlegierung spezifisch auf die Eigenschaften des Herstellverfahrens abgestellt werden.

Im Weiteren soll anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung
5 die Erfindung näher erläutert werden.

In den Zeichnungen zeigt

- 10 Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer typischen Konfiguration eines Leadframes,
- Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Stanzteils in Form eines Stanzgitters, einer elektrischen Schaltung und
- 15 Fig. 3 eine schematische Darstellung der Verfahrensschritte zur Herstellung von elektrischen Schaltungen oder Halbleiterbauelementen.

Zunächst zeigt Fig. 1 in einer Draufsicht ein Leadframe 1, welches zur Herstellung von Halbleiterbauelementen, insbesondere integrierten Schaltungen genutzt werden
20 kann. Der typische Aufbau des Leadframes 1 für sogenannte IC's (integrierte Schaltungen) weist verschiedene Bereiche auf, welche unterschiedliche Eigenschaften besitzen müssen. So sind die Anschlusskontakte 3 nach der Herstellung außerhalb des Gehäuses oder Packages des Halbleiterbauelementes angeordnet und dienen zum elektrischen Kontaktieren des Halbleiterbauelementes mit den Kontakten einer
25 elektrischen Schaltung. Die Anschlussstellen sollten eine gewisse mechanische Festigkeit aufweisen, um auch automatisch über Bestückungsautomaten verarbeitet zu werden.

Das sogenannte „Die-Pad“ 2 (Chip-Pad) dient zur Befestigung des Halbleiterchips. Das
30 Leadframe 1 ist aus einer Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6060, EN AW 6063 oder EN AW 6016 hergestellt. Die Dicke des Leadframes beträgt vorzugsweise 0,08

mm bis 0,25 oder maximal 0,3 mm. Der Bereich des Chip-Pads und insbesondere der über ein Draht-Bond-Verfahren zu kontaktierenden Kontaktstellen 4 des Leadframes können selektiv beschichtet werden. Beispielsweise kann für das Draht-Bonden eine spezifische Goldbeschichtung vorgesehen sein, welche das Ultraschall-Draht-

5 Bondverfahren ermöglicht.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, das Chip-Pad 2 mit einer thermisch hochleitfähigen Beschichtung zu versehen, über welche der Chip auch mit dem Chip-Pad verklebt werden kann. Bei der Herstellung des Leadframes 1 wird über ein

10 Folgeverbundwerkzeug mit hoher Geschwindigkeit ein Stanzprozess durchgeführt, welcher zur Geometrie des Leadframes wie sie Fig. 1 zeigt, führt. Es hat sich herausgestellt, dass insbesondere Aluminiumlegierungen vom Typ EN AW 6060, EN AW 6063 und EN AW 6016 im Zustand T4 besonders gut geeignet sind, entsprechende Stanzprozesse zu durchlaufen. Sie zeichnen sich besonders durch gute Umformbarkeit
15 und eine hohe Formbarkeit und Stanzbarkeit aus.

Fig. 2 zeigt ausschnittsweise ein Ausführungsbeispiel eines Stanzgitters 5, welches ebenfalls aus einer Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6060, EN AW 6063 oder EN AW 6016 hergestellt werden kann. Das Stanzgitter 5 weist deutlich größere

20 Strukturen als das Leadframe 1 auf und dient zur Kontaktierung von elektrischen Bauelementen einer elektrischen Schaltung, beispielsweise einer ABS- oder ESP-Steuerung eines Kraftfahrzeugs. Stanzgitter 5 werden auch zur elektrischen Verbindung von Beleuchtungselementen im Kraftfahrzeug eingesetzt. Darüber hinaus gibt es auch weitere Anwendungen von Stanzgittern zur Bereitstellung von
25 thermischen und/oder elektrischen Verbindungen von elektrischen Bauelementen, welche auf den Stanzgittern 5 positioniert und mit diesen kontaktiert werden.

Die Kontaktierung erfolgt üblicherweise über ein Lotverfahren oder durch die Verwendung von leitfähigen und aushärtbaren Klebstoffen. Neben den elektrischen
30 Verbindungen dienen sowohl Leadframes 1 als auch Stanzgitter 5 zum Abtransport von Wärme aus den Bauelementen der elektrischen Schaltung und damit auch zur

Bereitstellung von thermischen Verbindungen der Bauelemente einer elektrischen Schaltung oder im Halbleiterbauelement.

Die in den Figuren 1 und 2 dargestellten thermischen und/oder elektrischen

- 5 Verbindungen von elektrischen Bauelementen einer elektrischen Schaltung oder von Halbleiterbauelementen in Form von Leadframes oder Stanzgittern werden erfindungsgemäß aus einer Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6060, Typ EN AW 6063 oder EN AW 6016 hergestellt.
- 10 Die Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6060 weist folgende Legierungsbestandteile in Gew.-% auf:
- $0,30 \% \leq \text{Si} \leq 0,6 \%$
 $0,10 \% \leq \text{Fe} \leq 0,30 \%$,
- 15 Cu max. 0,10 %,
Mn max. 0,10 %, $0,35 \% \leq \text{Mg} \leq 0,6 \%$,
Cr max. 0,05 %,
Zn max. 0,15 %,
20 Ti max. 0,10 %,
Rest Al und unvermeidbare Verunreinigungen einzeln max. 0,05 Gew.-% in Summe max. 0,15 Gew.-%.

Die Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6063 weist folgende Legierungsbestandteile

- 25 in Gew.-% auf:

- $0,20 \leq \% \text{Si} \leq 0,6 \%$
Fe max. 0,35 %,
Cu max. 0,10 %,
30 Mn max. 0,10 %,
 $0,45 \% \leq \text{Mg} \leq 0,9 \%$,

Cr max. 0,10 %,

Zn max. 0,10 %,

Ti max. 0,10 %,

Rest Al und unvermeidbare Verunreinigungen einzeln max. 0,05 Gew.-% in Summe

5 max. 0,15 Gew.-%.

Die Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6016 weist die folgende
Legierungszusammensetzung in Gew.-% auf:

10 1,0 % $\leq$ Si $\leq$ 1,5 %,

Fe max. 0,50 %,

Cu max. 0,20 %,

Mn max. 0,20 %,

0,25 % $\leq$ Mg $\leq$ 0,6 %,

15 Cr max. 0,10 %,

Zn max. 0,20 %,

Ti max. 0,15 %,

Rest Al und unvermeidbare Verunreinigungen einzeln max. 0,05 Gew.-% in Summe
max. 0,15 Gew.-%.

20

Alle drei Aluminiumlegierungen EN AW 6060, EN AW 6063 und EN AW 6016 zeichnen sich durch moderate bis geringe Mg-Gehalte, geringe Obergrenzen für die Kupfer- und Mangangehalte sowie moderate Eisengehalte auf. Die Eigenschaften hinsichtlich der thermischen und elektrischen Leitfähigkeit der Aluminiumlegierungen auch im
25 warmausgelagerten Zustand sowie die in Bezug auf die Verwendung als elektrische Verbindung von Bauelementen einer elektrischen Schaltung oder von Halbleiterbauelementen notwendigen mechanischen Eigenschaften werden auf die Kombination der Auswahl dieser Legierungskomponenten zurückgeführt.

30 Von dem Aluminiumlegierungstyp EN AW 6060 wurden zwar bisher keine Messungen hinsichtlich der elektrischen/thermischen Leitfähigkeit im warmausgelagerten

Zustand durchgeführt, es wird aber davon ausgegangen, dass aufgrund der Legierungszusammensetzung ähnlich gute Werte erzielt werden, wie die nachfolgend dargestellten Werte für die Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6063 und EN AW 6016.

5

Alle genannten Messungen wurden gemäß der jeweiligen EN-Norm durchgeführt.

Die Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6016 weist im Vergleich zur Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6063 einen Überschuss an Silizium auf und kann insofern höhere Festigkeiten als die Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6036 beispielsweise im Zustand T6 zur Verfügung stellen.

Wie die Tabelle 1 zeigt, weist die Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6063 im Temperzustand T6, also nach einem Warmauslagern, eine Streckgrenze auf, welche zumindest im Bereich der Streckgrenze der bevorzugten Kupferlegierung CuNi2.5SiZn von 250 MPa liegt. Darüber hinaus liegt die elektrische Leitfähigkeit bei 52 % oberhalb der in Tabelle 1 angegebenen Kupferlegierung, wobei %-IACS als Einheit die Leitfähigkeit als Prozentwert der Leitfähigkeit von reinem, geglühten Kupfer (entsprechend 100 % IACS) ausgedrückt wird und einer Leitfähigkeit von 58 MS/m entspricht.

Über den Temperzustand der Legierung, wie hier am Beispiel der Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6063, können auch Zwischenwerte, wie beispielsweise T5 bereitgestellt werden, so dass entsprechende spezifische Werte für die Zugfestigkeit, Streckgrenze und auch Vickershärte durch den Temperzustand bereitgestellt werden können. Die Temperzustände der Aluminiumlegierungen vom Typ EN AW 6063 und EN AW 6016 können insofern spezifisch an Anforderungen des Fertigungsprozess von elektrischen Schaltungen oder Halbleiterbauelementen angepasst werden, um optimale Prozessbedingungen zur Verfügung zu stellen.

30

Bevorzugt werden die erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungen in den Zustand T4 gebracht, welcher durch Lösungsglühen und Abschrecken eines kaltgewalzten Aluminiumlegierungsbandes bereitgestellt wird. Im Zustand T4 besitzen die Aluminiumlegierungen vom Typ EN AW 6060, EN AW 6063 und EN AW 6016 eine besonders hohe Umformbarkeit und ermöglichen einen präzisen Stanzvorgang der Stanzteile.

In Tabelle 1 ist darüber hinaus zu erkennen, dass die Zugfestigkeitswerte, die Streckgrenzwerte und auch die elektrische Leitfähigkeit der Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6016 nahezu identisch sind mit den Werten, welche für die Kupferlegierung CuNi2.5SiZn im Temperzustand R360 erreicht werden. Die Aluminiumlegierung EN AW 6016 ist daher im Zustand T6 besonders gut als Ersatz für die bisher verwendete Kupferlegierung geeignet.

Die Vergleichslegierungen vom Typ EN AW 5182 oder EN AW 3004 werden durch Wärmebehandlungen bei der Herstellung elektrischer Schaltungen oder Halbleiterbauelemente einer Entfestigung unterworfen, so dass hier die weichgeglühten Zustände O angegeben sind. Wie zu erkennen ist, weist eine Legierung vom Typ EN AW 3004 deutlich geringere mechanische Festigkeitswerte und Härtewerte auf, als die Referenzkupferlegierung CuNi2.5SiZn. Die Legierung EN AW 5182 reicht zwar an die Festigkeitswerte heran. Ihre deutlich geringere elektrische Leitfähigkeit zeigt jedoch, dass sie als Ersatz für die üblicherweise eingesetzte Kupferlegierung nicht geeignet ist.

Fig. 3 zeigt in einer schematischen Darstellung die verschiedenen Verfahrensschritte zur Herstellung elektrischer Verbindungen von Bauelementen einer elektrischen Schaltung oder von Halbleiterbauelementen. Im Herstellschritt A wird zunächst ein Aluminiumband oder eine Aluminiumfolie aus einer der beiden erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungen vom Typ EN AW 6060, EN AW 6063 oder EN AW 6016 hergestellt. Die Herstellung erfolgt im Verfahrensschritt A entweder durch diskontinuierliches Gießen eines Walzbarrens, Homogenisieren des Walzbarrens,

Warmwalzen des Walzbarrens zu einem Warmband und Kaltwalzen des Warmbandes mit oder ohne Zwischenglühung an Enddicke, wobei das Band eine Enddicke von 0,2 mm bis 2 mm oder die Folie eine Enddicke von 20 µm bis 200 µm aufweist. Bevorzugt werden Enddicken von 0,10 mm bis 0,30 mm verwendet.

5

Alternativ zur Bereitstellung des Bandes durch Gießen eines Walzbarrens, vorzugsweise im Direkt-Chill-Verfahren, kann auch ein kontinuierliches Gießen zur Bereitstellung eines Gießbandes mit anschließendem Warmwalzen und Kaltwalzen mit oder ohne Zwischenglühung genutzt werden, um ein Aluminiumband mit einer

10 Enddicke von 0,2 mm bis 2 mm oder eine Aluminiumlegierungsfolie mit einer Enddicke von 20 µm bis 200 µm bereitzustellen.

Im Verfahrensschritt B gemäß dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 3 wird die Wärmebehandlung des hergestellten Bandes oder der Folie durch Glühen des Bandes

15 oder der Folie mit einem anschließenden Abschrecken durchgeführt. Hierdurch wird der Zustand T4 im Aluminiumlegierungsband bzw. in der Aluminiumlegierungsfolie eingestellt. Anschließend erfolgt im Verfahrensschritt C das Stanzen des Leadframes, des Stanzgitters bzw. der Stanzteile aus der Folie oder dem Band.

20 Der abschließende Verfahrensschritt D ist abhängig davon, ob ein Stanzgitter oder ein Leadframe hergestellt wird. In Verfahrensschritt D können beispielsweise bei der Herstellung eines Leadframes durch das Chip-Bonden, das Draht-Bonden und das Herstellen des Gehäuses des Halbleiterbauelementes während des „Molding“- und des „Post-Mold-Curing“-Schritts die Wärmebehandlungen des Leadframes erfolgen,

25 sodass dieses am Ende des Verfahrensschrittes D im Zustand T6 vorliegt und die entsprechenden mechanischen Eigenschaften bereitstellen kann.

Gleiches gilt auch sofern ein hergestelltes Stanzgitter bei der Herstellung von elektrischen und /oder thermischen Verbindungen von Bauelementen einer

30 elektrischen Schaltung, beispielsweise Lötverfahren oder einem Umspritzen mit Kunststoff unterzogen werden, wobei ein Wärmeeintrag in die Stanzgitter 5 erfolgt.

Alternativ oder kumulativ dazu kann aber auch das Stanzgitter als auch das Leadframe mit einem parallelen Verfahrensschritt E beispielsweise einer Warm oder auch Kaltauslagerung unterzogen werden, um unmittelbar im Herstellprozess D die
5 notwendigen mechanischen Eigenschaften bereitzustellen.

Im Verfahrensschritt D können darüber hinaus auch Oberflächenbehandlungsschritte erfolgen, um bestimmte Bereiche des Stanzgitters oder des Leadframes für die jeweilige technische Verwendung, beispielsweise „Chip-Bonding“, „Draht-Bonding“
10 oder Lötprozess vorzubereiten.

Besonders bevorzugt werden die Stanzgitter und Leadframes für die Bereitstellung von Leistungselektronik verwendet, da die Leitfähigkeitswerte der Aluminiumlegierungen oberhalb der bisher verwendeten Kupferlegierungen liegt.
15 Weitere Verwendungen sind beispielsweise die Bereitstellung von Stanzgittern für die Elektronik in einem Kraftfahrzeug oder in Maschinensteuerungen oder dergleichen zur Vermeidung von Kabelanbindungen.

Das Stanzgitter kann beispielsweise die Leiterbahnen einer Leiterplatte (hier nicht dargestellt) bereitstellen. Teilweise werden die Stanzgitter auch unmittelbar mit Bauelementen bestückt und verlötet, so dass durch das Lötverfahren eine Aushärtung
20 in den Zustand T6 der Legierung erfolgen kann.

Anders als andere AA6xxx Legierungen stellen die erfindungsgemäßen Legierungsvarianten EN AW 6060, EN AW 6063 oder EN AW 6016 besonders hohe Festigkeiten im Zustand T6 bei guter Korrosionsbeständigkeit und verbesserter elektrischer Leitfähigkeit im Verhältnis zur üblicherweise verwendeten Kupferlegierung zur Verfügung.
25

Tabelle 1

Legierung	Temper- zustand	R _m [MPa]	R _{p0,2} [MPa]	Elektr. Leitfähigkeit [% IACS]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	Thermische Ausdehnung 10 ⁻⁶ [m/K]	Härte [HV]
CuNi2.5SiZn	R360	360 - 430	250	43	185	17	100-130
EN AW 3004	O	170	60	42	160	23,2	46
EN AW 5182	O	280	110	31	126	23,8	75
EN AW 6063	O	100	50	57,5	218	23,5	55
EN AW 6063	T4	160	90	49,5	197	23,5	50
EN AW 6063	T5	215	175	55,5	209	23,5	65
EN AW 6063	T6	245	210	52	201	23,5	80
EN AW 6016	T6	280	235	46-49,5	190	23,5	85

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verwendung einer AA6xxx Aluminiumlegierung für elektrische Verbindungen von elektrischen Bauelementen einer elektrischen Schaltung oder von Halbleiterbauelementen,
5 dadurch gekennzeichnet, dass
 die Aluminiumlegierung eine Zusammensetzung vom Typ EN AW 6016 aufweist.
2. Verwendung nach Anspruch 1,
 dadurch gekennzeichnet, dass
10 die Aluminiumlegierung als Stanzteil oder als Stanzgitter (5) für die elektrische Verbindung der elektrischen Bauelemente oder Halbleiterbauelemente verwendet wird.
3. Verwendung einer AA6xxx Aluminiumlegierung für gestanzte Leadframes von Halbleiterbauelementen,
15 dadurch gekennzeichnet, dass
 die Aluminiumlegierung eine Zusammensetzung vom Typ EN AW 6060, EN AW 6063 oder EN AW 6016 aufweist.
- 20 4. Verwendung nach einem der Ansprüche 1bis 3,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 ein Aluminiumband, eine Aluminiumfolie oder ein Blech aus der Aluminiumlegierungen im Zustand T4 zur Herstellung der Stanzteile verwendet wird.
25
5. Stanzteil für eine elektrische Verbindung von elektrischen Bauelementen einer elektrischen Schaltung oder Halbleiterbauelementen,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 das Stanzteil zumindest teilweise aus einer Aluminiumlegierung vom Typ EN AW

6060, EN AW 6063 oder vom Typ EN AW 6016 besteht.

6. Stanzteil nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
5 das Stanzteil aus einer Aluminiumlegierungsfolie mit einer Dicke von 20 µm bis 200 µm oder einem Aluminiumlegierungsband mit einer Dicke von 200 µm bis 2 mm hergestellt ist und optional den Zustand T4 aufweist.
7. Stanzteil nach Anspruch 5 oder 6,
10 dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumlegierung des Stanzteils nach der Herstellung der elektrischen Schaltung oder des Halbleiterbauelementes zumindest bereichsweise einen warmausgehärteten Zustand aufweist und/oder bereichsweise im Zustand T6 ist.
8. Stanzteil nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
15 dadurch gekennzeichnet, dass das Stanzteil ein Stanzgitter (5) einer elektrischen Schaltung ist.
9. Leadframe eines Halbleiterbauelementes,
20 dadurch gekennzeichnet, dass das Leadframe zumindest teilweise aus einer Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6060, EN AW 6063 oder vom Typ EN AW 6016 besteht.
10. Verfahren zur Herstellung von Stanzteilen für elektrische Verbindungen von
25 Bauelementen einer elektrischen Schaltung oder von Halbleiterbauelementen mit den folgenden Schritten,
- Bereitstellen eines Bandes, einer Folie oder eines Blechs bestehend aus einer Aluminiumlegierung vom Typ EN AW 6060, EN AW 6063 oder EN AW 6016,
- Lösungsglühen des Bandes, der Folie oder des Blechs und Abschrecken, derart
30 dass das Band, die Folie oder das Blech im Zustand T4 vorliegt,
- Stanzen des Bandes, der Folie oder des Blechs im Zustand T4 zur Bereitstellung

von elektrischen n Verbindungen von Bauelementen einer elektrischen Schaltung.

11. Verfahren nach Anspruch 10,
5 dadurch gekennzeichnet, dass
nach dem Stanzen des Bandes, der Folie oder des Blechs im Zustand T4 eine Kaltauslagerung und/oder eine Warmauslagerung vor der Weiterverarbeitung erfolgt.
- 10 12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,
 dadurch gekennzeichnet, dass
das Band, die Folie oder das Blech mit einem Verfahren aufweisend die folgenden Verfahrensschritte hergestellt wird:
- diskontinuierliches Gießen eines Walzbarrens,
15 - Homogenisieren des Walzbarrens,
- Warmwalzen des Walzbarrens zu einem Warmband und
- Kaltwalzen des Warmbandes mit oder ohne Zwischenglühung an Enddicke, wobei das Band auf eine Enddicke von 0,2 mm bis 2 mm und die Folie auf eine Enddicke 20 µm bis 200 µm gewalzt wird.
20
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 12,
 dadurch gekennzeichnet, dass
das alternativ zum diskontinuierlichen Gießen durch kontinuierliches Gießen ein Gießband hergestellt wird und das Gießband durch Warm- oder Kaltwalzen auf
25 eine Enddicke von 20 µm bis 200 µm zur Folie oder auf eine Enddicke von 0,2 mm bis 2 mm zum Band kaltgewalzt wird.
14. Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Schaltung oder eines
30 Halbleiterbauelementes unter Verwendung von Stanzteilen nach einem der Ansprüche 5 bis 9.

15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Stanzteile bereichsweise mindestens einer Oberflächenbehandlung
5 unterzogen werden.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Stanzteile vor/während oder nach deren Verarbeitung zu einer elektrischen
10 Schaltung oder einem Halbleiterbauelement Wärmebehandlungsschritten zur
Aushärtung der Aluminiumlegierung unterzogen werden.