

(19)



(11)

EP 2 027 946 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.02.2009 Patentblatt 2009/09

(51) Int Cl.:
B21B 3/00 (2006.01) C22F 1/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08014681.4**

(22) Anmeldetag: **19.08.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA MK RS

(30) Priorität: **24.08.2007 DE 102007040132**

(71) Anmelder: **GfE Fremat GmbH
09599 Freiberg (DE)**

(72) Erfinder:

- **Klose, Joachim
09569 Oederan (DE)**

- **Rehtanz, Ella
09599 Freiberg (DE)**
- **Rothe, Christiane
09603 Obergruna (DE)**
- **Eulitz, Ines
09599 Freiberg (DE)**
- **Beck, Werner
28844 Weyhe (DE)**

(74) Vertreter: **Hübner, Gerd et al
Rau, Schneck & Hübner
Patentanwälte
Königstrasse 2
90402 Nürnberg (DE)**

(54) **Verfahren zur Herstellung von Bändern bzw. Folien aus TiA/6V4**

(57) Ein Verfahren zur Herstellung eines superplastisch umformbaren Bandes oder einer superplastisch umformbaren Folie aus TiA16V4 mit einer Dicke von nicht mehr als 0,9 mm, vorzugsweise von weniger gleich 0,5 mm, umfasst die Schritte:

- a) Warmwalzen eines Blechs aus TiA16V4,
- b) thermische Vorbehandlung des warmgewalzten Blechs bei einer Temperatur zwischen 650 und 850 °C und

c) Kaltwalzen des warmgewalzten und thermisch vorbehandelten Blechs mit einem Umformgrad von wenigstens 30 %, wobei der Umformgrad pro Einzelstich zwischen 1 und 15 % beträgt, zu einem Band oder einer Folie mit einer Dicke von nicht mehr als 0,9 mm,

wobei das kaltgewalzte Band oder die kaltgewalzte Folie nicht endgeglüht wird.

EP 2 027 946 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines superplastisch umformbaren Bandes oder einer superplastisch umformbaren Folie aus TiA16V4 mit einer Dicke von nicht mehr als 0,9 mm.

[0002] Aufgrund ihrer guten anwendungstechnischen Eigenschaften, wie sehr geringe Dichte, hohe Festigkeit und ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit, werden Titanlegierungen, wie TiA16V4, in vielen Industriezweigen, beispielsweise in der Luft- und Raumfahrt, in der chemischen Industrie, in der Medizintechnik und im Maschinenbau, eingesetzt. Dabei werden von den Titanlegierungen je nach Verwendung unterschiedliche spezifische Eigenschaften gefordert. Allerdings sind der Verarbeitbarkeit von Materialien aus TiA16V4 Grenzen gesetzt, weil TiA16V4, das aus einer Mischung aus der α - und der β -Phase besteht, eine außerordentlich schlechte Kaltverformbarkeit aufweist.

[0003] Materialien aus TiA16V4 werden häufig durch superplastische Umformung in die gewünschte Endform gebracht. Je nach gewünschter Enddicke des Materials werden hierfür mehr oder weniger dicke Ausgangsmaterialien benötigt. Allerdings sind TiA16V4-Bänder bzw. TiA16V4-Folien mit einer Dicke von weniger als 1 mm kommerziell nicht erhältlich. Zudem sind die bekannten Verfahren zur Herstellung solcher TiA16V4-Bänder bzw. TiA16V4-Folien sehr auswendig und mit mehr oder weniger großen Nachteilen verbunden.

[0004] Aus der US 4,838,337 ist ein Verfahren zur Herstellung von Folien aus einer Titanlegierung bekannt, bei dem zunächst ein Pulver mit der gewünschten Zusammensetzung durch Plasmaspritzen auf eine Metallfolie aufgebracht wird, bevor die ausgebildete Ablagerung aus der Titanlegierung von der Metallfolie, beispielsweise durch Auflösen der Metallfolie in einer Salpetersäurelösung, abgetrennt wird.

[0005] In der US 4,805,294 wird ein Verfahren zur Herstellung von dünnen Folien aus einer Titanlegierung offenbart, bei dem zunächst ein Pulver mit der gewünschten Zusammensetzung durch Plasmaspritzen auf eine Metallfolie aufgebracht wird, bevor die ausgebildete Ablagerung aus der Titanlegierung von der Metallfolie abgetrennt wird und die abgetrennte Ablagerung aus der Titanlegierung gewalzt wird, um deren Dicke zu verringern und die Glätte der Oberfläche zu verbessern. Dieses Verfahren ist jedoch sehr aufwendig. Zudem können mit diesem Verfahren nur sehr kleine Formate mit zum Teil fehlerhaftem Gefüge hergestellt werden.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher die Bereitstellung eines Verfahrens zur Herstellung von Bändern oder Folien aus TiA16V4 mit einer Dicke von nicht mehr als 0,9 mm, welches schnell und einfach durchzuführen ist und zudem superplastisch gut umformbare Bänder bzw. Folien mit einer einheitlichen Dicke sowie mit einer porenfreien und glatten Oberfläche ergibt.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines superplastisch umformbaren Bandes oder einer superplastisch umformbaren Folie aus TiA16V4 mit einer Dicke von nicht mehr als 0,9 mm, welches die nachfolgenden Schritte umfasst:

- a) Warmwalzen eines Blechs aus TiA16V4,
- b) thermische Vorbehandlung des warmgewalzten Blechs bei einer Temperatur zwischen 650 und 850 °C und
- c) Kaltwalzen des warmgewalzten und thermisch vorbehandelten Blechs mit einem Umformgrad von wenigstens 30 %, wobei der Umformgrad pro Einzelstich zwischen 1 und 15 % beträgt, zu einem Band oder einer Folie mit einer Dicke von nicht mehr als 0,9 mm,

wobei das kaltgewalzte Band oder die kaltgewalzte Folie nicht endgeglüht wird.

[0008] Diese Lösung basiert auf der überraschenden Erkenntnis, dass durch ein Verfahren, bei dem zunächst ein Blech aus TiA16V4 warmgewalzt wird, bevor dieses thermisch vorbehandelt und anschließend mit einem spezifischen Umformgrad auf eine Dicke von nicht mehr als 0,9 mm kaltgewalzt wird, ein Band bzw. eine Folie aus TiA16V4 erhalten wird, welche(s) eine ausgezeichnete superplastische Umformbarkeit, eine einheitliche Dicke sowie eine porenfreie und glatte Oberfläche aufweist. Dies war insbesondere deshalb unerwartet, weil Materialien aus TiA16V4 bekanntermaßen eine außerordentlich schlechte Kaltverformbarkeit aufweisen. Ferner weisen die erfindungsgemäß herstellbaren Bänder bzw. Folien aus TiA16V4 ein homogenes Gefüge auf. Zudem konnte unerwarteterweise herausgefunden werden, dass die erfindungsgemäß herstellbaren Bänder bzw. Folien aus TiA16V4 an ihrer Oberfläche nicht so sehr mit der α -Phasen angereichert sind, wie die aus dem Stand der Technik bekannten TiA16V4-Materialien. So ist auf der Oberfläche der erfindungsgemäß hergestellten Bänder bzw. Folien aus TiA16V4 lichtmikroskopisch keine reine α -Phase bzw. nur eine dünne, ca. 1 bis 2 μm dicke mit α -Phase angereicherte Zone (so genannter " α -case") sichtbar. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, dass auf eine Endglühung des hergestellten Bandes bzw. der hergestellten Folie aus TiA16V4 verzichtet wird, so dass eine zusätzliche Aufnahme von Sauerstoff in das Material, wie diese bei einer Endglühung zwangsläufig stattfindet, was zu einer Ausbildung eines α -case und zu einer Verringerung oder gar einem Verlust der Duktilität führt, zuverlässig verhindert wird.

[0009] Grundsätzlich ist das erfindungsgemäße Verfahren bezüglich der genauen Verfahrensparameter des Warmwalzens nicht beschränkt. Warmwalzen im Sinne der vorliegenden Erfindung kann einen oder mehrere Warmwalzschritte umfassen. Gute Ergebnisse werden insbesondere erhalten, wenn das Warmwalzen in dem Verfahrensschritt a) bei

einer Temperatur zwischen 800 und 1.050 °C und besonders bevorzugt zwischen 800 und 1.000 °C durchgeführt wird. Sofern zwei oder mehr Warmwalzschritte durchgeführt werden, kann der letzte Warmwalzschritt auch bei einer Temperatur durchgeführt werden, welche niedriger als die untere Grenze der vorgenannten Temperaturbereiche ist.

[0010] Ferner hat es sich als vorteilhaft erwiesen, das Warmwalzen mit einem Umformgrad zwischen 20 und 90 % und besonders bevorzugt zwischen 30 und 80 % durchzuführen.

[0011] Grundsätzlich kann das erfindungsgemäße Verfahren mit einer bekannten TiA16V4-Legierung durchgeführt werden, wobei diese wie in der DIN ISO 5832-3 aufgeführt zwischen 5,5 und 6,75 Gew.-% Aluminium, zwischen 3,5 und 4,5 Gew.-% Vanadium, weniger gleich 0,3 Gew.-% Eisen, weniger gleich 0,2 Gew.-% Sauerstoff, weniger gleich 0,08 Gew.-% Kohlenstoff, weniger gleich 0,05 Gew.-% Stickstoff, weniger gleich 0,015 Gew.-% Wasserstoff und Rest Titan aufweisen kann.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die TiA16V4-Legierung des eingesetzten Blechs nach dem Warmwalzen, also nach der Durchführung des Schritts a), die nachfolgende Zusammensetzung auf:

- 5,5 bis 6,5 Gew.-% Aluminium,
- 3,5 bis 4,3 Gew.-% Vanadium,
- weniger als 0,02 Gew.-% Stickstoff,
- weniger als 0,05 Gew.-% Kohlenstoff,
- weniger als 0,15 Gew.-% Sauerstoff,
- weniger als 0,01 Gew.-% Wasserstoff,
- weniger als 0,2 Gew.-% Eisen und
- Rest unvermeidbare Verunreinigungen und Titan.

[0013] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung hat es sich herausgestellt, dass mit einem warmgewalzten Blech mit der vorgenannten Zusammensetzung nach der anschließenden thermischen Vorbehandlung und dem abschließenden Kaltwalzen ein hervorragend superplastisch umformbares Band bzw. Folie aus TiA16V4 erhalten wird.

[0014] In Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird vorgeschlagen, dass die TiA16V4-Legierung nach dem Warmwalzen gemäß Schritt a) die nachfolgende Zusammensetzung aufweist:

- 5,5 bis weniger als 6,0 Gew.-% Aluminium,
- 3,5 bis 4,2 Gew.-% Vanadium,
- weniger als 0,02 Gew.-% Stickstoff,
- weniger als 0,05 Gew.-% Kohlenstoff,
- weniger als 0,15 Gew.-% Sauerstoff,
- weniger als 0,01 Gew.-% Wasserstoff,
- weniger als 0,15 Gew.-% Eisen und
- Rest unvermeidbare Verunreinigungen und Titan.

[0015] Die thermische Vorbehandlung in dem Schritt b) kann bei jeder beliebigen Temperatur zwischen 650 und 850 °C durchgeführt werden, wobei besonders gute Ergebnisse erzielt werden, wenn die Temperatur bei der thermischen Vorbehandlung zwischen 700 und 800 °C liegt.

[0016] Vorzugsweise wird die thermische Vorbehandlung im Hochvakuum durchgeführt, um eine Sauerstoffaufnahme in die Oberfläche von TiA16V4 vollständig oder zumindest nahezu vollständig zu vermeiden, so dass eine Anreicherung der α -Phase an der Oberfläche vermieden wird. Beispielsweise kann die thermische Vorbehandlung für 0,5 bis 2 Stunden bei einer Temperatur zwischen 700 und 800 °C in einem Hochvakuum, bevorzugt für 1 Stunde bei 760 °C in einem Hochvakuum, durchgeführt werden, wobei das Blech nach der thermischen Vorbehandlung vorzugsweise langsam, beispielsweise mit einer Abkühldauer zwischen 10 und 24 Stunden und bevorzugt zwischen 12 und 20 Stunden, abgekühlt wird. Unter Hochvakuum wird im Sinne der vorliegenden Erfindung ein Druck bezeichnet, der maximal 13,3 mPa bzw. 10^{-4} Torr beträgt.

[0017] Zusätzlich zu der thermischen Vorbehandlung kann zwischen den Verfahrensschritten a) und c) auch eine mechanische Vorbehandlung des warmgewalzten Blechs durchgeführt werden, wobei die mechanische Vorbehandlung vor, gleichzeitig oder nach der thermischen Vorbehandlung gemäß dem Verfahrensschritt b) durchgeführt werden kann.

[0018] Beispielsweise kann der Verfahrensschritt der mechanischen Vorbehandlung das Schleifen der Oberfläche des warmgewalzten Blechs umfassen oder daraus bestehen.

[0019] Alternativ zu einem Schleifen der Oberfläche des warmgewalzten Blechs oder zusätzlich dazu kann die optionale mechanische Vorbehandlung eine chemische Reinigung, vorzugsweise eine Entfettung mit einem Entfettungsmittel, umfassen.

[0020] Vorzugsweise weist das in dem Schritt c) eingesetzte warmgewalzte Blech eine Dicke von wenigstens 1 mm auf.

[0021] Erfindungsgemäß wird das Kaltwalzen des warmgewalzten und thermisch vorbehandelten Blechs zu dem Band oder der Folie mit einer Dicke von nicht mehr als 0,9 mm mit einem Umformgrad von wenigstens 30 % durchgeführt, wobei der Umformgrad pro Einzelstich zwischen 1 und 15 % beträgt. Der Umformgrad wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch die nachfolgende Gleichung berechnet:

$$\frac{(\text{Ausgangsdicke des Blechs vor dem Kaltwalzen} - \text{Enddicke des Bandes nach dem Kaltwalzen})}{\text{Ausgangsdicke des Blechs vor dem Kaltwalzen}}.$$

[0022] Vorzugsweise erfolgt das Kaltwalzen in dem Verfahrensschritt c) mit einem Umformgrad zwischen 30 % und 80 % und besonders bevorzugt mit einem Umformgrad zwischen 45 und 60 %.

[0023] Ferner ist es bevorzugt, dass das Kaltwalzen in dem Verfahrensschritt c) mit einem Umformgrad pro Einzelstich zwischen 2 und 10 % und vorzugsweise mit einem Umformgrad pro Einzelstich zwischen 3 und 7 % durchgeführt wird.

[0024] Der Verfahrensschritt c) kann erfindungsgemäß aus einem, mehrere Einzelstiche umfassenden Kaltwalzschritt bestehen oder zwei oder mehrere, jeweils durch einen Zwischenglühschritt unterbrochene Kaltwalzschritte umfassen. Während für herzustellende Bänder mit einer Enddicke zwischen 0,4 und 0,9 mm üblicherweise ein Kaltwalzschritt ausreichend ist, hat sich für herzustellende Bänder bzw. Folien mit einer Enddicke von weniger als 0,4 mm die Durchführung von zwei oder mehreren, jeweils durch einen Zwischenglühschritt unterbrochenen Kaltwalzschritten als vorteilhaft erwiesen.

[0025] Gemäß der letztgenannten Ausführungsform umfasst das Kaltwalzen in dem Verfahrensschritt c) vorzugsweise die nachfolgenden Schritte:

c₁) Kaltwalzen des warmgewalzten und thermisch vorbehandelten Blechs aus dem Schritt b) mit einem Umformgrad von wenigstens 30 %, wobei der Umformgrad pro Einzelstich zwischen 1 und 15 % beträgt, zu einem Band oder einer Folie mit einer Dicke von nicht mehr als 0,9 mm,

c₂) Zwischenglühen des in dem Schritt c₁) erhaltenen Bandes bzw. der Folie bei einer Temperatur zwischen 650 und 850 °C und

c₃) Kaltwalzen des in dem Schritt c₂) erhaltenen Bandes bzw. Folie mit einem Umformgrad zwischen 10 und 40 %, wobei der Umformgrad pro Einzelstich zwischen 0,1 und 10 % beträgt, auf das Endmaß.

[0026] Auch bei dieser Ausführungsform beträgt der Umformgrad in dem Verfahrensschritt c₁) vorzugsweise zwischen 30 % und 80 % und besonders bevorzugt zwischen 45 und 60 %, wobei der Umformgrad pro Einzelstich bevorzugt zwischen 2 und 10 % und besonders bevorzugt zwischen 3 und 7 % beträgt.

[0027] Das Zwischenglühen in dem Verfahrensschritt c₂) kann bei jeder beliebigen Temperatur zwischen 650 und 850 °C durchgeführt werden, wobei besonders gute Ergebnisse erzielt werden, wenn die Temperatur bei dem Zwischenglühen zwischen 700 und 800 °C liegt.

[0028] Vorzugsweise wird das Zwischenglühen im Hochvakuum durchgeführt, um eine Sauerstoffaufnahme in die Oberfläche von TiA16V4 vollständig oder zumindest nahezu vollständig zu vermeiden, so dass eine Anreicherung der α-Phase an der Oberfläche vermieden wird. Beispielsweise kann das Zwischenglühen für 0,5 bis 2 Stunden bei einer Temperatur zwischen 700 und 800 °C in einem Hochvakuum, bevorzugt für 1 Stunde bei 760 °C in einem Hochvakuum, durchgeführt werden, wobei das Material nach dem Zwischenglühen vorzugsweise langsam, beispielsweise mit einer Abkühldauer zwischen 10 und 24 Stunden und bevorzugt zwischen 12 und 20 Stunden, abgekühlt wird.

[0029] In Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird vorgeschlagen, das Kaltwalzen in dem Verfahrensschritt c₃) mit einem Umformgrad zwischen 15 und 30 % durchzuführen, wobei der Umformgrad pro Einzelstich vorzugsweise zwischen 0,5 und 5 % beträgt.

[0030] Unabhängig davon, ob ein, zwei oder mehr als zwei Kaltwalzschritte durchgeführt werden, wird das Kaltwalzen vorzugsweise mit Walzen auf einem Vielrollengerüst und besonders bevorzugt mit einem Quartowalzwerk durchgeführt.

[0031] Grundsätzlich können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren superplastisch umformbare Bänder oder superplastisch umformbare Folien aus TiA16V4 mit einer beliebigen Dicke von nicht mehr als 0,9 mm hergestellt werden. Insbesondere eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von superplastisch umformbaren Bändern oder superplastisch umformbaren Folien aus TiA16V4 mit einer (End)dicke von weniger als 0,7 mm, vorzugsweise von weniger gleich 0,5 mm, besonders bevorzugt von weniger gleich 0,4 mm, ganz besonders bevorzugt von zwischen 0,1 und 0,3 mm und höchst bevorzugt von etwa 0,2 mm.

[0032] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein superplastisch umformbares Bandes bzw. eine superplastisch umformbare Folie aus TiA16V4 mit einer Dicke von nicht mehr als 0,9 mm, welches bzw. welche mit dem zuvor beschriebenen, erfindungsgemäßen Verfahren erhältlich ist.

[0033] Das erfindungsgemäße Band bzw. Folie zeichnet sich durch eine ausgezeichnete superplastische Umformbarkeit aus. Zudem weist das erfindungsgemäße Band bzw. Folie ein homogenes Gefüge, eine einheitliche Dicke sowie eine porenfreie und glatte Oberfläche auf. Ferner sind die erfindungsgemäßen Bänder bzw. Folien aus TiA16V4 an ihrer

Oberfläche nicht so sehr mit der α -Phasen angereichert wie die aus dem Stand der Technik bekannten TiA16V4-Materialien. So ist auf der Oberfläche der erfindungsgemäßen Bänder bzw. Folien aus TiA16V4 lichtmikroskopisch kein α -case bzw. nur ein 1 bis 2 μ m dicker α -case sichtbar.

[0034] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist das erfindungsgemäße Band bzw. die erfindungsgemäße Folie die nachfolgende Zusammensetzung auf:

- 5,5 bis 6,5 Gew.-% Aluminium,
- 3,5 bis 4,3 Gew.-% Vanadium,
- weniger als 0,02 Gew.-% Stickstoff,
- weniger als 0,05 Gew.-% Kohlenstoff,
- weniger als 0,15 Gew.-% Sauerstoff,
- weniger als 0,01 Gew.-% Wasserstoff,
- weniger als 0,2 Gew.-% Eisen und
- Rest unvermeidbare Verunreinigungen und Titan.

[0035] Besonders bevorzugt weist das erfindungsgemäße Band bzw. die erfindungsgemäße Folie die nachfolgende Zusammensetzung auf:

- 5,5 bis weniger als 6,0 Gew.-% Aluminium,
- 3,5 bis 4,2 Gew.-% Vanadium,
- weniger als 0,02 Gew.-% Stickstoff,
- weniger als 0,05 Gew.-% Kohlenstoff,
- weniger als 0,15 Gew.-% Sauerstoff,
- weniger als 0,01 Gew.-% Wasserstoff,
- weniger als 0,15 Gew.-% Eisen und
- Rest unvermeidbare Verunreinigungen und Titan.

[0036] In Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird vorgeschlagen, dass die Dicke des Bandes bzw. der Folie weniger als 0,7 mm, vorzugsweise weniger gleich 0,5 mm, besonders bevorzugt weniger als 0,4 mm, ganz besonders bevorzugt zwischen 0,1 und 0,3 mm und höchst bevorzugt etwa 0,2 mm beträgt.

[0037] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand von zwei beispielhaften, nicht beschränkenden Beispielen näher erläutert.

Beispiel 1

[0038] Als Vormaterial wurde ein warmgewalztes TiA16V4-Blech mit einer Dicke von 1 mm eingesetzt, welches (nach dem Warmwalzen) folgende Zusammensetzung aufwies:

Al:5,6%; V:4,2%; N:<0,02%; C:<0,05%; O:<0,15%; H:<0,01%; Fe:0,1%.

[0039] Das Blech wurde zu Streifen mit einer Breite von 120 mm geschnitten. Diese Streifen wurden an der Oberfläche schwach geschliffen und gereinigt. Danach wurden die Streifen einer Hochvakuumglühung für 1 Stunde bei 760°C unterzogen. Die Abkühlung auf Raumtemperatur erfolgte im Hochvakuum mit einer 18-stündigen Abkühldauer. Diese Streifen wurden auf einem Quartowalzwerk in Einzelstichen von ca. 10 % beginnend bis ca. 2 % endend bis zu einem Zwischenmaß von 0,4 mm kaltgewalzt. Bei diesem Zwischenmaß erfolgte ein Besäumen auf 100 mm auf einer Kreismesserschere. Anschließend wurde das vorgewalzte Material in Einzelstichen von ca. 5 % beginnend bis ca. 1,5 % endend auf ein Zwischenmaß von 0,25 mm kaltgewalzt. Das gewalzte Band wurde entfettet und auf einer Kreismesserschere auf 90 mm besäumt. Danach erfolgte eine Zwischenglühung für 1 Stunde bei 760 °C im Hochvakuum. Die Abkühlung auf Raumtemperatur erfolgte im Hochvakuum mit einer 18-stündigen Abkühldauer. Das zwischengeglühte Band wurde dann mit Einzelstichen von ca. 3 % beginnend bis ca. 0,5 % endend mit entsprechenden Glättungsstichen auf das Endmaß von 0,2 mm fertig gewalzt.

[0040] Um Bandrisse zu vermeiden, kann bei Bedarf ein weiteres Zwischenbesäumen beim Zwischenwalzen von 1 auf 0,4 mm vorgenommen werden.

[0041] Das so hergestellte Band wurde entfettet und konnte in diesem Walzzustand in einem relativ breiten Umformfenster superplastisch umgeformt werden.

Beispiel 2

[0042] Als Vormaterial wurde ein warmgewalztes TiA16V4-Blech mit einer Dicke von 1 mm eingesetzt, welches (nach dem Warmwalzen) folgende Zusammensetzung aufwies:

Al:5,6%; V:4,2%; N:<0,02%; C:<0,05%; O:<0,15%; H:<0,01%; Fe 0,1%.

5

[0043] Das Blech wurde zu Streifen mit einer Breite von 120 mm geschnitten. Diese Streifen wurden an der Oberfläche schwach geschliffen und gereinigt. Danach wurden die Streifen für 1 Stunde bei 760 °C einer Hochvakuumglühung unterzogen, wonach im Hochvakuum eine 12-stündige Abkühlung auf Raumtemperatur erfolgte. Auf einem Quartowalzwerk wurden diese Streifen in Einzelstichen von ca. 10 % beginnend bis ca. 2,5 % endend mit entsprechenden Glättungsstichen auf das Endmaß von 0,5 mm fertig gewalzt. Das Band wurde entfettet. In diesem Walzzustand konnte das Bandmaterial in einem angepassten Umformfenster superplastisch umgeformt werden.

10

Patentansprüche

15

1. Verfahren zur Herstellung eines superplastisch umformbaren Bandes oder einer superplastisch umformbaren Folie aus TiA16V4 mit einer Dicke von nicht mehr als 0,9 mm umfassend die Schritte:

20

- a) Warmwalzen eines Blechs aus TiA16V4,
- b) thermische Vorbehandlung des warmgewalzten Blechs bei einer Temperatur zwischen 650 und 850 °C und
- c) Kaltwalzen des warmgewalzten und thermisch vorbehandelten Blechs mit einem Umformgrad von wenigstens 30 %, wobei der Umformgrad pro Einzelstich zwischen 1 und 15 % beträgt, zu einem Band oder einer Folie mit einer Dicke von nicht mehr als 0,9 mm,

25

wobei das kaltgewalzte Band oder die kaltgewalzte Folie nicht endgeglüht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

30

das Warmwalzen in dem Schritt a) bei einer Temperatur zwischen 800 und 1.050 °C, vorzugsweise zwischen 800 und 1.000 °C, durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

35

das Warmwalzen mit einem Umformungsgrad zwischen 20 und 90 %, vorzugsweise zwischen 30 und 80 %, durchgeführt wird.

4. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

40

die TiA16V4-Legierung nach dem Warmwalzen gemäß Schritt a) die nachfolgende Zusammensetzung aufweist:

45

- 5,5 bis 6,5 Gew.-% Aluminium,
- 3,5 bis 4,3 Gew.-% Vanadium,
- weniger als 0,02 Gew.-% Stickstoff,
- weniger als 0,05 Gew.-% Kohlenstoff,
- weniger als 0,15 Gew.-% Sauerstoff,
- weniger als 0,01 Gew.-% Wasserstoff,
- weniger als 0,2 Gew.-% Eisen und
- Rest unvermeidbare Verunreinigungen und Titan.

50

5. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

die TiA16V4-Legierung nach dem Warmwalzen gemäß Schritt a) die nachfolgende Zusammensetzung aufweist:

55

- 5,5 bis weniger als 6,0 Gew.-% Aluminium,
- 3,5 bis 4,2 Gew.-% Vanadium,
- weniger als 0,02 Gew.-% Stickstoff,
- weniger als 0,05 Gew.-% Kohlenstoff,
- weniger als 0,15 Gew.-% Sauerstoff,

- weniger als 0,01 Gew.-% Wasserstoff,
- weniger als 0,15 Gew.-% Eisen und
- Rest unvermeidbare Verunreinigungen und Titan.

- 5 **6.** Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die thermische Vorbehandlung in dem Schritt b) bei einer Temperatur zwischen 700 und 800 °C und vorzugsweise unter Hochvakuum von nicht mehr als 13,3 mPa durchgeführt wird.
- 10 **7.** Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
vor, gleichzeitig oder nach der thermischen Vorbehandlung gemäß Schritt b) und vor dem Kaltwalzen gemäß Schritt c) eine mechanische Vorbehandlung des warmgewalzten Blechs durchgeführt wird.
- 15 **8.** Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die mechanische Vorbehandlung das Schleifen der Oberfläche des warmgewalzten Blechs umfasst.
- 20 **9.** Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die mechanische Vorbehandlung eine chemische Reinigung, vorzugsweise eine Entfettung mit einem Entfettungsmittel, umfasst.
- 25 **10.** Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das in dem Schritt c) eingesetzte warmgewalzte Blech eine Dicke von wenigstens 1 mm aufweist.
- 30 **11.** Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Kaltwalzen in dem Schritt c) mit einem Umformgrad zwischen 30 % und 80 % und vorzugsweise mit einem Umformgrad zwischen 45 und 60 % durchgeführt wird.
- 35 **12.** Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Kaltwalzen in dem Schritt c) mit einem Umformgrad pro Einzelstich zwischen 2 und 10 % und vorzugsweise mit einem Umformgrad pro Einzelstich zwischen 3 und 7 % durchgeführt wird.
- 40 **13.** Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Kaltwalzen in dem Schritt c) folgende Schritte umfasst:
 - c₁) Kaltwalzen des warmgewalzten und thermisch vorbehandelten Blechs aus dem Schritt b) mit einem Umformgrad von wenigstens 30 %, wobei der Umformgrad pro Einzelstich zwischen 1 und 15 % beträgt, zu einem Band oder einer Folie mit einer Dicke von nicht mehr als 0,9 mm,
 - 45 c₂) Zwischenglühen des in dem Schritt c₁) erhaltenen Bandes bzw. der Folie bei einer Temperatur zwischen 650 und 850 °C und
 - c₃) Kaltwalzen des in dem Schritt c₂) erhaltenen Bandes bzw. Folie mit einem Umformgrad zwischen 10 und 40 %, wobei der Umformgrad pro Einzelstich zwischen 0,1 und 10 % beträgt, auf das Endmaß.
- 50 **14.** Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Enddicke des Bandes bzw. der Folie nach dem Kaltwalzschritt c) bzw. nach dem Kaltwalzschritt c₃) weniger als 0,7 mm, vorzugsweise weniger gleich 0,5 mm, besonders bevorzugt weniger gleich 0,4 mm und ganz besonders bevorzugt zwischen 0,1 und 0,3 mm beträgt.
- 55 **15.** Superplastisch umformbares Bandes oder superplastisch umformbare Folie aus TiA16V4 mit einer Dicke von nicht mehr als 0,9 mm erhältlich nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14.

16. Superplastisch umformbares Bandes oder superplastisch umformbare Folie nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band bzw. die Folie die nachfolgende Zusammensetzung aufweist:

5 - 5,5 bis 6,5 Gew.-% Aluminium,
 - 3,5 bis 4,3 Gew.-% Vanadium,
 - weniger als 0,02 Gew.-% Stickstoff,
 - weniger als 0,05 Gew.-% Kohlenstoff,
10 - weniger als 0,15 Gew.-% Sauerstoff,
 - weniger als 0,01 Gew.-% Wasserstoff,
 - weniger als 0,2 Gew.-% Eisen und
 - Rest unvermeidbare Verunreinigungen und Titan.

17. Superplastisch umformbares Bandes oder superplastisch umformbare Folie nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses bzw. diese eine Dicke von weniger als 0,7 mm, vorzugsweise von weniger gleich 0,5 mm, besonders bevorzugt von weniger als 0,4 mm und ganz besonders bevorzugt zwischen 0,1 und 0,3 mm aufweist.

20

25

30

35

40

45

50

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 01 4681

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 222 282 A (SUKONNIK ISRAIL [US] ET AL) 29. Juni 1993 (1993-06-29) * Spalte 1, Zeile 11 - Spalte 2, Zeile 36 * * Spalte 8, Zeile 6 - Zeile 32 *	15-17	INV. B21B3/00 C22F1/18
A	US 3 169 085 A (NEWMAN JEREMY R) 9. Februar 1965 (1965-02-09) * Spalte 6, Zeile 59 - Spalte 8, Zeile 68; Ansprüche 1-5 *	1-17	
A	DE 195 32 278 A1 (GEWERK KERAMCHEMIE [DE]; BWG BERGWERK WALZWERK [DE] BWG BERGWERK WALZW) 6. März 1997 (1997-03-06) * Spalte 2, Zeile 11 - Spalte 3, Zeile 49; Anspruch 1; Abbildung 1 *	1-17	
A	GB 852 405 A (ENGLISH ELECTRIC CO LTD) 26. Oktober 1960 (1960-10-26) * Seite 1, Zeile 9 - Seite 2, Zeile 58 *	1-17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21B C22F C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Oktober 2008	Prüfer Forciniti, Marco
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 08 01 4681

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

17-10-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5222282 A	29-06-1993	KEINE	
US 3169085 A	09-02-1965	KEINE	
DE 19532278 A1	06-03-1997	AT 235584 T	15-04-2003
		EP 0770707 A1	02-05-1997
		ES 2196111 T3	16-12-2003
		JP 9125271 A	13-05-1997
		US 5759307 A	02-06-1998
GB 852405 A	26-10-1960	KEINE	

EPO FORM P0461

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

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

- US 4838337 A [0004]
- US 4805294 A [0005]