

(19)



(11)

**EP 3 427 858 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**16.01.2019 Patentblatt 2019/03**

(51) Int Cl.:  
**B21J 1/06** <sup>(2006.01)</sup> **B21J 5/02** <sup>(2006.01)</sup>  
**B21K 3/04** <sup>(2006.01)</sup> **C22C 14/00** <sup>(2006.01)</sup>  
**C22F 1/18** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **18174307.1**

(22) Anmeldetag: **25.05.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG**  
**80995 München (DE)**

(72) Erfinder: **Schloffer, Martin**  
**81247 München (DE)**

(30) Priorität: **14.07.2017 DE 102017212082**

(54) **SCHMIEDEN BEI HOHEN TEMPERATUREN, INSBESONDERE VON TITANALUMINIDEN**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schmieden eines Bauteils, insbesondere aus einem TiAl - Werkstoff, bei welchem das Gesenk zum Schmieden vor dem Schmieden auf eine bestimmte erste Temperatur aufgeheizt wird und bei dem eine zu schmiedende Vorform des Bauteils auf eine bestimmte zweite Temperatur vorgewärmt wird, wobei die erste Temperatur

niedriger als die zweite Temperatur ist und erste und zweite Temperatur so gewählt werden, dass während des Schmiedens die Oberflächentemperatur der Vorform nicht unter eine minimale Schmiedetemperatur fällt und die Temperatur des Gesenks nicht über eine maximale Gesenkttemperatur steigt.

**EP 3 427 858 A1**

## Beschreibung

### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

### GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von geschmiedeten Bauteilen, insbesondere von Bauteilen aus einer TiAl - Legierung und vorzugsweise von Bauteilen für Gasturbinen, vorzugsweise Flugtriebwerken und insbesondere Turbinenschaufeln für Niederdruckturbinen.

### STAND DER TECHNIK

**[0002]** Bauteile aus Titanaluminiden bzw. TiAl - Legierungen sind aufgrund ihres geringen spezifischen Gewichts und ihrer mechanischen Eigenschaften für den Einsatz in Gasturbinen, insbesondere Flugtriebwerken, interessant.

**[0003]** Unter Titanaluminiden bzw. TiAl - Legierungen werden hierbei Legierungen verstanden, die als Hauptbestandteile Titan und Aluminium aufweisen, sodass deren chemische Zusammensetzung als Bestandteile mit den höchsten Anteilen Aluminium und Titan aufweist. Darüber hinaus zeichnen sich TiAl - Legierungen durch die Ausbildung von intermetallischen Phasen, wie  $\gamma$  - TiAl oder  $\alpha_2$  -  $Ti_3Al$  aus, die dem Werkstoff gute Festigkeitseigenschaften verleihen.

**[0004]** Allerdings sind TiAl - Legierungen nicht einfach zu verarbeiten und die Gefüge von TiAl - Werkstoffen müssen exakt eingestellt werden, um die gewünschten mechanischen Eigenschaften zu erzielen.

**[0005]** So ist beispielsweise aus der DE 10 2011 110 740 B4 ein Verfahren zur Herstellung geschmiedeter TiAl - Bauteile bekannt, bei welchem nach dem Schmieden eine zweistufige Wärmebehandlung zur Einstellung eines gewünschten Gefüges durchgeführt wird. Auch die Dokumente DE 10 2015 103 422 B3 und EP 2 386 663 A1 offenbaren Verfahren zur Herstellung von Bauteilen aus TiAl - Legierungen. In dem erstgenannten Dokument DE 10 2015 103 422 B3 wird beispielsweise auch eine Umformgeschwindigkeit von 0,01-0,5 1/s offenbart.

**[0006]** In der europäischen Offenlegungsschrift EP 2 272 993 A1 wird zur Vermeidung einer aufwändigen isothermen Schmiedenumformung mit Hochtemperatur - Schmiedegesenken unter Schutzgasatmosphäre ein Verfahren vorgeschlagen, bei welchem die zu schmiedenden Rohlinge vorab in eine endkonturnahe Form gestaucht werden, sodass die Schmiedenumformung in die Endkontur mit geringen Umformgraden erreicht werden kann. Entsprechend kann die Endverformung auch in einem Schmiedegesenk durchgeführt werden, welches eine um mindestens 300°C niedrigere Temperatur als der Schmiederohling oder das Zwischenprodukt aufweist. Allerdings ist das Verfahren mit der vorhergehenden Stauchverformung ebenfalls aufwändig und zusätzlich besteht auf Grund der Temperaturdifferenz zwischen

Schmiederohling und Gesenk durch die dadurch mögliche starke Abkühlung des Schmiederohlings in dem Schmiedegesenk die Gefahr einer über dem Volumen des Schmiederohlings unterschiedlichen Verformung.

5

### OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

### AUFGABE DER ERFINDUNG

10

**[0007]** Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Schmieden von Bauteilen bei hohen Temperaturen bereitzustellen, welches einen geringen Aufwand erfordert und eine gleichmäßige Umformung eines Schmiederohlings bzw. einer Vorform bei entsprechend hohen Temperaturen ermöglicht. Insbesondere soll ein effizientes Verfahren zum Schmieden von Bauteilen aus TiAl - Werkstoffen bereitgestellt werden, vorzugsweise zur Herstellung von Bauteilen für Strömungsmaschinen, wie stationären Gasturbinen oder Flugtriebwerken.

15

20

### TECHNISCHE LÖSUNG

25

**[0008]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

30

35

40

45

50

55

**[0009]** Die Erfindung schlägt vor, beim Schmieden von Bauteilen bei hohen Temperaturen statt eines isothermen Schmiedens ein quasi - isothermes Schmieden durchzuführen, sodass der Aufwand für die Bereitstellung und den Betrieb eines Hochtemperatur - Schmiedegesenks reduziert werden kann. Zu diesem Zweck wird gemäß der Erfindung vorgesehen, dass das Schmiedegesenk, in welchem die Schmiedenumformung stattfinden soll, auf eine erste Temperatur vorgewärmt wird, welche kleiner ist, als eine zweite Temperatur, auf welche die Vorform, die durch Schmieden umgeformt werden soll, vor dem Schmieden erwärmt wird. Die beiden Temperaturen werden dabei so gewählt, dass bei dem entsprechenden Schmiedevorgang die Oberflächentemperatur der zu schmiedenden Vorform während des Schmiedevorgangs nicht unter eine minimale Schmiedetemperatur absinkt und gleichzeitig die Gesenkttemperatur des Schmiedegesenks nicht über eine maximale Gesenkttemperatur ansteigt. Dadurch kann erreicht werden, dass bei einem gegebenen Schmiedegesenk höhere Schmiedetemperaturen verwendet werden können, ohne das Schmiedegesenk zu beeinträchtigen oder gar zu beschädigen. Alternativ ist es möglich bei einer gegebenen Schmiedetemperatur ein Schmiedegesenk einzusetzen, welches eine geringere Temperaturbelastung erträgt. Dadurch kann der Aufwand entsprechend reduziert werden und gleichzeitig kann eine gleichmäßige Umformung bei hohen Temperaturen stattfinden. Darüber hinaus können bei höheren Umformtemperaturen höhere Umformgeschwindigkeiten realisiert werden, sodass die Kapazität für die Schmiede-

deumformung pro Schmiedegesenk gesteigert und die Kosten pro Bauteil gesenkt werden können. Die Belastung des Schmiedegesenks kann einerseits durch eine geringere Temperatur des Schmiedegesenks und damit direkt durch eine geringere Temperaturbelastung verringert werden und andererseits durch eine höhere Temperatur der Vorform, durch welche die Fließspannungen der zu schmiedenden Vorform und damit die Belastung des Schmiedegesenks durch das Umformen beim Schmieden reduziert werden, verringert werden.

**[0010]** Die erste Temperatur für die Vorwärmung des Schmiedegesenks und die zweite Temperatur für die Vorwärmung der zu schmiedenden Vorform können in Abhängigkeit von der gewünschten Schmiedetemperatur des entsprechenden Bauteils, dem Umformgrad bei dem entsprechenden Schmiedeschritt, der Umformgeschwindigkeit und vergleichbaren Schmiedeparametern gewählt werden bzw. an diese angepasst werden, um den gewünschten Effekt einer möglichst geringen bzw. nicht zu hohen Belastung des Schmiedegesenks und einer ausreichend hohen Schmiedetemperatur der gesamten zu schmiedenden Vorform zu erreichen.

**[0011]** Vorzugsweise ist die Umformgeschwindigkeit zu Beginn der Umformung des Bauteils vergleichsweise hoch, bspw. 0,5 1/s, und wird dann kontinuierlich, vorzugsweise korrelierend, mit abnehmender Bauteil- bzw. Vorformtemperatur abgesenkt. Dabei kann die Umformgeschwindigkeit insbesondere so gewählt werden, dass durch den Anstieg der Fließspannung bei sinkender Temperatur des Bauteils bzw. der Vorform durch die Umformgeschwindigkeit keine Risse oder Schäden im Bauteil bzw. der Vorform auftreten.

**[0012]** Insbesondere kann das Schmiedegesenk wie beim isothermen Schmieden während des Schmiedens geheizt werden, um einen Temperaturabfall der zu schmiedenden Vorform während des Schmiedens zu vermeiden. Die Werte für die ersten und zweiten Vorwärmtemperaturen, also die erste Temperatur der Gesenkschmiede und die zweite Temperatur der zu schmiedenden Vorform, können ebenfalls unter Berücksichtigung der Beheizung des Schmiedegesenks gewählt werden. Darüber hinaus kann die Beheizung des Schmiedegesenks so gesteuert oder geregelt werden, dass die minimale Schmiedetemperatur für die Vorform nicht unterschritten und die maximale Gesenkttemperatur für das Schmiedegesenk nicht unterschritten wird.

**[0013]** Unter minimaler Schmiedetemperatur für die Vorform wird die niedrigste Temperatur der Vorform an irgendeinem Ort und insbesondere an irgendeinem Ort der Oberfläche während des Schmiedens verstanden. Insbesondere wird unter minimaler Schmiedetemperatur der absolut niedrigste Wert an irgendeinem Ort der Vorform zu irgendeinem Zeitpunkt während des Schmiedevorgangs verstanden. Alternativ kann unter minimaler Schmiedetemperatur für die Vorform jedoch ein minimaler zeitlicher und / oder örtliche Durchschnittswert verstanden werden.

**[0014]** In ähnlicher Weise wird unter maximale Ge-

senkttemperatur vorzugsweise die absolut höchste Temperatur an irgendeinem Ort im Schmiedegesenk, insbesondere an der Oberfläche des Gesenks zu irgendeiner Zeit während des Schmiedens verstanden. Alternativ kann die maximale Gesenkttemperatur jedoch auch als ein maximaler örtlicher und / oder zeitlicher Durchschnittswert definiert werden.

**[0015]** Die Differenz zwischen erster und zweiter Temperatur kann maximal 320°C, vorzugsweise maximal 200°C und insbesondere maximal 150°C betragen. Mit diesen Differenzbereichen kann ein Kompromiss verwirklicht werden zwischen einer möglichst hohen Differenz für einen sehr effizienten Einsatz eines Schmiedegesenks bei einer hohen Schmiedetemperatur und einer möglichst geringen Differenz für die Aufrechterhaltung gleichmäßiger und homogener Schmiedebedingungen über die gesamte zu schmiedende Vorform.

**[0016]** In manchen Ausführungsformen wird das Schmiedegesenk in einem vor dem Schmieden und/oder während des Schmiedens in einem Temperaturbereich von 1100°C ± 10°C gehalten. In diesem Bereich kann der Schmiedegesenkwerkstoff in Bezug auf die Festigkeit und das Kriechverhalten stabiler sein und einen geringeren Verschleiß aufweisen, wodurch die Lebensdauer erhöht werden kann.

**[0017]** In anderen Ausführungsformen kann alternativ oder zusätzlich die Vorform für das Schmieden beispielsweise auf eine Temperatur von 1230°C ± 8°C gebracht werden, beispielsweise mit einer Durchwärmzeit zwischen 45-60 min, vorzugsweise in einem Drehherdofen. In diesem Bereich sind die Fließspannungen deutlich niedriger, so dass die Belastung des Schmiedegesenks deutlich reduziert werden kann und die Schmiedezeit verkürzt werden kann. Dadurch kann bei geringerer Belastung des Schmiedegesenks gleichzeitig der Durchsatz erhöht werden.

**[0018]** Die minimale Schmiedetemperatur und die maximale Gesenkttemperatur können gleich sein, sodass sich die zu schmiedende Vorform von der zweiten Temperatur und die Gesenkschmiede von der ersten Temperatur in Richtung einer gemeinsamen Grenztemperatur während des Schmiedevorgangs bewegen. Darüber hinaus ist es jedoch auch möglich, dass die minimale Schmiedetemperatur und die maximale Gesenkttemperatur voneinander abweichen und beispielsweise Differenzen von maximal ±50°C, vorzugsweise maximal ±25 °C aufweisen. Dabei ist vorzugsweise die minimale Schmiedetemperatur höher als die maximale Gesenkttemperatur.

**[0019]** Um die Temperaturdifferenz zwischen erster und zweiter Temperatur möglichst weitgehend auszunutzen, wird die zu schmiedende Vorform, die in einem Vorwärmofen, insbesondere einem Drehherdofen vorgewärmt wird, unmittelbar vor dem Schmiedevorgang direkt aus dem Vorwärmofen in das Schmiedegesenk überführt werden. Sofern die Schmiedenumformung unter Schutzgasatmosphäre stattfindet, kann zur Vermeidung von Schleusenvorgängen oder dergleichen auch der

Vorwärmofen und der Transfer der zu schmiedenden Vorform vom Vorwärmofen zum Schmiedegesenk unter Schutzgasatmosphäre durchgeführt werden.

**[0020]** Das erfindungsgemäße Schmiedeverfahren eignet sich insbesondere für TiAl - Werkstoffe und daraus hergestellte Bauteile sowie für Bauteile von Strömungsmaschinen, wie von stationären Gasturbinen oder Flugtriebwerken, insbesondere aus TiAl - Werkstoffen, bei denen beispielsweise Schmiedetemperaturen im Bereich von über 1200°C vorteilhaft sind.

**[0021]** Für die Herstellung von geschmiedeten Bauteilen aus TiAl-Legierungen, insbesondere für Gasturbinenbauteile, wie beispielsweise Niederdruckturbinen-Turbinenschaufeln, sind vor allem mit Niob und Molybdän legierte Titanaluminid - Legierungen verwendbar. Derartige Legierungen werden auch als TNM-Legierungen bezeichnet.

**[0022]** Für das vorliegende Verfahren kann eine Legierung mit 42 bis 45 Atomprozent Aluminium, 3 bis 5 Atomprozent Niob und 0,5 bis 1,5 Atomprozent Molybdän verwendet werden, wobei der Rest durch Titan gebildet sein kann.

**[0023]** Der Aluminiumgehalt kann insbesondere im Bereich von 42,8 bis 44,2 Atomprozent Aluminium gewählt werden, während 3,7 bis 4,3 Atomprozent Niob und 0,8 bis 1,2 Atomprozent Molybdän zulegiert sein können.

**[0024]** Darüber hinaus kann die Legierung mit Bor legiert sein, und zwar im Bereich von 0,05 bis 0,15 Atomprozent Bor, insbesondere 0,07 bis 0,13 Atomprozent Bor.

**[0025]** Ferner kann die Legierung unvermeidbare Verunreinigungen bzw. weitere Bestandteile wie Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Chrom, Silizium, Eisen, Kupfer, Nickel und Yttrium aufweisen, wobei deren Gehalt  $\leq 0,05$  Gewichtsprozent Chrom,  $\leq 0,05$  Gewichtsprozent Silizium,  $\leq 0,08$  Gewichtsprozent Sauerstoff,  $\leq 0,02$  Gewichtsprozent Kohlenstoff,  $\leq 0,015$  Gewichtsprozent Stickstoff,  $\leq 0,005$  Gewichtsprozent Wasserstoff,  $\leq 0,06$  Gewichtsprozent Eisen,  $\leq 0,15$  Gewichtsprozent Kupfer,  $\leq 0,02$  Gewichtsprozent Nickel und  $\leq 0,001$  Gewichtsprozent Yttrium betragen kann. Weitere Bestandteile können einzeln im Bereich von 0 bis 0,05 Gewichtsprozent bzw. insgesamt von 0 bis 0,2 Gewichtsprozent enthalten sein.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Schmieden eines Bauteils, bei welchem das Gesenk zum Schmieden vor dem Schmieden auf eine bestimmte erste Temperatur aufgeheizt wird und bei dem eine zu schmiedende Vorform des Bauteils vor dem Schmieden auf eine bestimmte zweite Temperatur vorgewärmt wird,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die erste Temperatur niedriger als die zweite Temperatur ist und erste und zweite Temperatur so gewählt werden, dass während des Schmiedens die

Oberflächentemperatur der Vorform nicht unter eine minimale Schmiedetemperatur fällt und die Temperatur des Gesenks nicht über eine maximale Gesenkttemperatur steigt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Gesenk während des Schmiedens so geheizt wird, dass während des Schmiedens die Oberflächentemperatur der Vorform nicht unter eine minimale Schmiedetemperatur fällt und die Temperatur des Gesenks nicht über eine maximale Gesenkttemperatur steigt.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Differenz zwischen erster und zweiter Temperatur kleiner oder gleich 320°C, insbesondere kleiner oder gleich 200°C und vorzugsweise kleiner oder gleich 150°C ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die minimale Schmiedetemperatur und die maximale Gesenkttemperatur gleich sind oder sich um weniger als  $\pm 50^\circ\text{C}$ , insbesondere weniger als  $\pm 25^\circ\text{C}$  unterscheiden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Vorform in einem Vorwärmofen, insbesondere einem Drehherdofen, vorgewärmt und von diesem unmittelbar vor dem Schmieden direkt in das Gesenk überführt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Schmieden unter Schutzgasatmosphäre erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das geschmiedete Bauteil aus einer TiAl - Legierung gebildet wird und /oder eine Turbinenschaufel ist.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Umformgeschwindigkeit im Bereich von  $1 \times 10^{-4}$  bis  $0,5 \text{ 1/s}$ , insbesondere von  $5 \times 10^{-3}$  bis  $1 \times 10^{-1} \text{ 1/s}$  liegt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

eine TiAl-Legierung mit Niob und Molybdän, insbesondere eine Legierung mit 42 bis 45 At. % Aluminium, 3 bis 5 At. % Niob und 0,5 bis 1,5 At. % Molybdän verwendet wird.

5

**10. Verfahren nach Anspruch 9,****dadurch gekennzeichnet, dass**

eine Legierung mit 0,05 bis 0,15 At. % Bor verwendet wird.

10

**11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,****dadurch gekennzeichnet, dass**

eine Legierung verwendet wird, die neben unvermeidbaren Verunreinigungen mindestens einen weiteren Bestandteil aus der Gruppe aufweist, die Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Chrom, Silizium, Eisen, Kupfer, Nickel und Yttrium umfasst, wobei deren Gehalt  $\leq 0,05$  Gew. % Chrom,  $\leq 0,05$  Gew. % Silizium,  $\leq 0,08$  Gew. % Sauerstoff,  $\leq 0,02$  Gew. % Kohlenstoff,  $\leq 0,015$  Gew. % Stickstoff,  $\leq 0,005$  Gew. % Wasserstoff,  $\leq 0,06$  Gew. % Eisen, 0,15 Gew. % Kupfer, 0,02 Gew. % Nickel und  $\leq 0,001$  Gew. % Yttrium betragen kann.

15

20

25

**12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11,****dadurch gekennzeichnet, dass**

eine Legierung verwendet wird, deren chemische Zusammensetzung Titan in einer Menge umfasst, sodass die Legierung mit den übrigen Bestandteilen der Ansprüche 9 bis 11 100 At. % umfasst.

30

**13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,****dadurch gekennzeichnet, dass**

das die erste Temperatur im Bereich zwischen 1080°C und 1220°C liegt und/oder die zweite Temperatur im Bereich zwischen 1220°C und 1400°C liegt.

35

40

**14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,****dadurch gekennzeichnet, dass**

dass sich während des Schmiedens die Temperatur der Vorform bzw. des Bauteils und die Temperatur des Gesenks derart aneinander angleichen, dass sie beide im Temperaturbereich des  $\alpha$ - $\gamma$ - $\beta$  - Phasengebiets der TiAl - Legierung liegen, insbesondere bei einer Temperatur zwischen 1100°C und 1240°C liegen.

45

50

55



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 18 17 4307

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)                                |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | CN 101 947 617 B (HARBIN INST OF TECHNOLOGY) 21. März 2012 (2012-03-21)<br>* das ganze Dokument *                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1-7,12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | INV.<br>B21J1/06<br>B21J5/02<br>B21K3/04<br>C22C14/00<br>C22F1/18 |
| X,D                                                                                                                                                                                                                                                                                       | EP 2 272 993 A1 (BOEHLER SCHMIEDETECHNIK GMBH & CO KG [AT])<br>12. Januar 2011 (2011-01-12)<br>* Absatz [0001] *<br>* Absatz [0014] *<br>* Absatz [0018] *<br>* Absatz [0020] *<br>* Absatz [0030] - Absatz [0031]; Ansprüche 1,5,7,8 *                                                                                                                                                                               | 1,3-7,9,12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                   |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | WO 2015/081922 A1 (HANSEATISCHE WAREN HANDELSGMBH & CO KG [DE])<br>11. Juni 2015 (2015-06-11)<br>* Seite 1, Zeile 3 - Zeile 5 *<br>* Seite 8, Zeile 4 - Seite 9, Zeile 19 *<br>* Seite 12, Zeile 1 - Zeile 6 *                                                                                                                                                                                                        | 1,5-7,9-12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                   |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ZHANG X D ET AL: "Hot work processing, microstructure and mechanical properties of two-phase $\alpha$ c titanium aluminides", MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING: A, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, Bd. 185, Nr. 1-2, 15. September 1994 (1994-09-15), Seiten 17-24, XP024348822, ISSN: 0921-5093, DOI: 10.1016/0921-5093(94)90923-7 [gefunden am 1994-09-15]<br>* Absatz [02.1] *<br>* Absatz [03.2] *<br>* Absatz [0004] * | 1,3-7,12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)<br>B21J<br>C22C<br>C22F<br>B21K   |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                   |
| Recherchenort<br>München                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Abschlußdatum der Recherche<br>5. Dezember 2018                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Prüfer<br>Ritter, Florian                                         |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                   |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 18 17 4307

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-12-2018

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| CN 101947617 B                                     | 21-03-2012                    | KEINE                             |                               |
| EP 2272993 A1                                      | 12-01-2011                    | AT 508323 A1                      | 15-12-2010                    |
|                                                    |                               | CA 2706289 A1                     | 05-12-2010                    |
|                                                    |                               | EP 2272993 A1                     | 12-01-2011                    |
|                                                    |                               | ES 2434016 T3                     | 13-12-2013                    |
|                                                    |                               | IL 206181 A                       | 29-02-2016                    |
|                                                    |                               | JP 5669451 B2                     | 12-02-2015                    |
|                                                    |                               | JP 2010280002 A                   | 16-12-2010                    |
|                                                    |                               | US 2010329877 A1                  | 30-12-2010                    |
| WO 2015081922 A1                                   | 11-06-2015                    | DE 102013020460 A1                | 11-06-2015                    |
|                                                    |                               | EP 3077557 A1                     | 12-10-2016                    |
|                                                    |                               | WO 2015081922 A1                  | 11-06-2015                    |

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**

- DE 102011110740 B4 **[0005]**
- DE 102015103422 B3 **[0005]**
- EP 2386663 A1 **[0005]**
- EP 2272993 A1 **[0006]**