

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. September 2023 (14.09.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/169708 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B22F 10/28 (2021.01) C22C 1/04 (2006.01)
B33Y 10/00 (2015.01) C22C 19/05 (2006.01)
B33Y 70/00 (2015.01)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/084341

(22) Internationales Anmeldedatum:
05. Dezember 2022 (05.12.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
22161632.9 11. März 2022 (11.03.2022) EP

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München
(DE).

(72) Erfinder: LOGVINOV, Ruslan; Eichendorffring 126,
95447 Bayreuth (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: NICKEL-BASED ALLOY, COMPONENT, POWDER, AND METHOD

(54) Bezeichnung: NICKELBASISLEGIERUNG, BAUTEIL, PULVER UND VERFAHREN

(57) Abstract: The invention relates to a nickel-based alloy which comprises at least the following alloy elements in wt. %: chromium (Cr) 14.4-15.6; tantalum (Ta) 9-11; cobalt (Co) 5.0-5.6; aluminum (Al) 4.5-5; tungsten (W) 3.4-4.0; molybdenum (Mo) 0.9-1.1. The alloy is characterized in that the alloy constituents boron, tantalum and hafnium have the following proportions: tantalum (Ta) 9.0-11.0; hafnium (Hf) 0.3-0.6; boron (B) 0.04-0.06; where the remainder comprises nickel and unavoidable impurities.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Nickelbasislegierung, die zumindest folgende Legierungselemente in Gew. % aufweist: Chrom (Cr) 14,4 – 15,6 Tantal (TA) 9 – 11 Cobalt (Co) 5,0 – 5,6 Aluminium (Al) 4,5 – 5 Wolfram (W) 3,4 – 4,0 Molybdän (Mo) 0,9 – 1,1. Die Legierung zeichnet sich dadurch aus, dass die Legierungsbestandteile Bor, Tantal und Hafnium folgende Anteile aufweisen: Tantal (Ta) 9,0 – 11,0 Hafnium (Hf) 0,3 – 0,6 Bor (B) 0,04 – 0,06 wobei der Rest Nickel, sowie unvermeidbare Verunreinigungen umfasst.



WO 2023/169708 A1

Beschreibung

Nickelbasislegierung, Bauteil, Pulver und Verfahren

5 Die Erfindung betrifft eine Nickelbasislegierung nach Patentanspruch 1, ein Bauteil nach Patentanspruch 5, sowie ein Pulver nach Patentanspruch 8 und ein Verfahren nach Patentanspruch 9.

10 Nickelbasislegierungen weisen eine hohe Korrosionsfestigkeit und eine hohe Temperaturfestigkeit, insbesondere eine hohe Kriechfestigkeit bei hohen Temperaturen auf. Legierungen, die letztere Eigenschaften aufweisen, werden auch als sogenannte Superlegierungen auf Nickelbasis bezeichnet. Diese Legierungen
15 finden insbesondere im Triebwerksbau oder in Turbinen zur Energieerzeugung Anwendung. In der Regel werden die Bauteile, die aus den beschriebenen Nickelbasislegierung bestehen, durch ein Gießverfahren oder durch Sinterverfahren hergestellt. Ein Beispiel für eine entsprechende Legierung wird in
20 der DE 10 2017 007 106 B4 gegeben.

Zunehmend finden jedoch auch additive Herstellungsverfahren unter Verwendung von Nickelbasislegierung Anwendung. Eine hierfür gut geeignete Legierung wird in der WO2018/083065A1
25 beschrieben.

Ausgehend von dieser Legierung ist es die Aufgabe der Erfindung, die Kriechfestigkeit weiter zu erhöhen und dabei die Mikrorissbildung auf einem niedrigen Niveau zu bewahren oder
30 diese auch noch zu reduzieren.

Die Lösung der Aufgabe besteht in einer Legierung nach Anspruch 1, in einem Bauteil nach Anspruch 5, in einem Pulver nach Anspruch 8 sowie in einem Verfahren nach Anspruch 9.

35

Die Legierung gemäß Anspruch 1 umfasst dabei eine Nickelbasislegierung, die zumindest folgende Legierungselemente in Gew. % aufweist:

| | | |
|---|----------------|-------------|
| | Chrom (Cr) | 14,4 - 15,6 |
| | Tantal (TA) | 9 - 11 |
| | Cobalt (Co) | 5,0 - 5,6 |
| | Aluminium (Al) | 4,5 - 5 |
| 5 | Wolfram (W) | 3,4 - 4,0 |
| | Molybdän (Mo) | 0,9 - 1,1. |

Die Legierung zeichnet sich dadurch aus, dass die Legierungsbestandteile Bor, Tantal und Hafnium folgende Anteile aufweisen:

| | | |
|--|--------------|-------------|
| | Tantal (Ta) | 9,0 - 11,0 |
| | Hafnium (Hf) | 0,3 - 0,6 |
| | Bor (B) | 0,04 - 0,06 |

wobei der Rest Nickel, sowie unvermeidbare Verunreinigungen umfasst.

Insbesondere führt das Verhältnis von angegebenen Anteilen an Gew. % der Elemente Tantal, Hafnium und Bor zu einer signifikanten Reduktion der Rissbildung insbesondere der Bildung von Mikrorissen in Bauteilen. Es hat sich herausgestellt, dass die Anpassung genau dieser drei genannten Elemente in der bezüglich des Standes der Technik geänderten Konzentration, zu dem gewünschten Ergebnis der Minimierung der Mikrorissbildung führt. Dabei besteht hierfür die Herausforderung darin, das Optimum in dem Verhältnis genau dieser Elemente zu finden, was in der beschriebenen Legierung mit den engen Toleranzbereichen der Fall ist. Dies trifft insbesondere auf Bauteile zu, die durch additive Herstellungsverfahren hergestellt sind.

Additive Herstellungsverfahren umfassen beispielsweise als Pulverbettverfahren (PBF) das selektive Laserschmelzen (SLM bzw. L-PBF) oder Lasersintern (SLS) oder das Elektronenstrahlschmelzen (EBM bzw. EB-PBF).

Weitere additive Verfahren sind beispielsweise „Directed Energy Deposition (DED)“-Verfahren, insbesondere Laserauftragschweißen (LMD - Laser Metal deposition), Elektronen-

strahl- oder Plasma-Pulverschweißen, Drahtschweißen, metallischer Pulverspritzguss, sogenannte „sheet lamination“-Verfahren, oder thermische Spritzverfahren (VPS LPPS, GDSCS). Auch das sogenannte Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) ist ein geeignetes Verfahren.

Additive Fertigungsverfahren (englisch: „additive manufacturing“) haben sich weiterhin als besonders vorteilhaft für komplexe oder filigran gestaltete Bauteile, beispielsweise labyrinthartige Strukturen, Kühlstrukturen und/oder Leichtbau-Strukturen erwiesen. Insbesondere ist die additive Fertigung durch eine besonders kurze Kette von Prozessschritten vorteilhaft, da ein Herstellungs- oder Fertigungsschritt eines Bauteils weitgehend auf Basis einer entsprechenden CAD-Datei und der Wahl entsprechender Fertigungsparameter erfolgen kann, und damit eine vorteilhafte Alternative - beispielsweise gegenüber der konventionellen gießtechnischen Herstellung von Hochleistungsbauteilen mit den bekannten nachteiligen Prozessschritten - gegeben ist.

Die beschriebene Nickelbasislegierung ist ganz besonders für die Anwendung in einem selektiven Laserschmelzverfahren optimiert. Beim selektiven Laserschmelzen wird der zu verarbeitende Werkstoff in Pulverform in einer dünnen Schicht auf einer Grundplatte aufgebracht. Der pulverförmige Werkstoff wird mittels Laserstrahlung lokal vollständig umgeschmolzen und bildet nach der Erstarrung eine feste Materialschicht. Anschließend wird die Grundplatte um den Betrag einer Schichtdicke abgesenkt und erneut Pulver aufgetragen. Dieser Zyklus wird so lange wiederholt, bis alle Schichten umgeschmolzen sind. Das fertige Bauteil wird vom überschüssigen Pulver gereinigt, nach Bedarf bearbeitet oder sofort verwendet.

Die für den Aufbau des Bauteils typischen Schichtstärken bewegen sich für alle Materialien zwischen 15 und 500 µm. Die Daten für die Führung des Laserstrahls werden mittels einer Software aus einem 3D-CAD-Körper erzeugt. Im ersten Berechnungsschritt wird das Bauteil in einzelne Schichten unter-

teilt. Im zweiten Berechnungsschritt werden für jede Schicht die Bahnen (Vektoren) erzeugt, die der Laserstrahl abfährt. Um die Kontaminierung des Werkstoffs mit Sauerstoff zu vermeiden, findet der Prozess unter Schutzgasatmosphäre mit Argon oder Stickstoff statt.

Ferner ist es zweckmäßig, wenn der Anteil an Zirkon der Nickelbasislegierung weniger als 0,004 Gew. % beträgt. Auch diese sehr geringe Beigabe an Zirkon trägt zu Reduktion von Mikrorissen bei.

Besonders vorteilhaft ist es für die beschriebene Nickelbasislegierung, wenn die Elemente Silber, Blei, Selen, Gallium, Wismut, Phosphor, Schwefel, Cer so gering wie möglich vorhanden sind und insbesondere weniger als 0,001 Gew. % betragen. Dies trägt ebenfalls zur Reduktion von Mikrorissen bei.

Die Elemente Stickstoff und Sauerstoff sollten ebenfalls so gering wie möglich vorhanden sein und ihr Anteil sollte insbesondere weniger als 0,01 Gew. % betragen.

Ferner ist ein Bauteil, das zumindest teilweise aus der beschriebenen Nickelbasislegierung besteht, Teil der Erfindung. Dieses Bauteil kann bevorzugt durch ein additives Herstellungsverfahren, besonders bevorzugt durch ein selektives Laserschmelzverfahren (SLM bzw. L-PBF) hergestellt sein.

Ein weiterer Bestandteil der Erfindung ist ein Pulver, das die beschriebene Nickelbasislegierung umfasst.

Ferner umfasst die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils, wobei eine Legierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 verwendet wird. Dieses Verfahren ist insbesondere ein additives Herstellungsverfahren, besonders bevorzugt ein selektives Laserschmelzverfahren.

Patentansprüche

1. Nickelbasislegierung, die zumindest folgende Legierungselemente in Gew. % aufweist:

| | | |
|----|----------------|-------------|
| 5 | Chrom (Cr) | 14,4 - 15,6 |
| | Tantal (TA) | 9 - 11 |
| | Cobalt (Co) | 5,0 - 5,6 |
| | Aluminium (Al) | 4,5 - 5 |
| | Wolfram (W) | 3,4 - 4,0 |
| 10 | Molybdän (Mo) | 0,9 - 1,1 |

die Legierung zeichnet sich dadurch aus, dass die Legierungsbestandteile Bor, Tantal und Hafnium folgende Anteile aufweisen:

| | | |
|----|--------------|-------------|
| | Tantal (Ta) | 9,0 - 11,0 |
| 15 | Hafnium (Hf) | 0,3 - 0,6 |
| | Bor (B) | 0,04 - 0,06 |

wobei der Rest Nickel, sowie unvermeidbare Verunreinigungen umfasst.

20 2. Nickelbasislegierung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Zirkon weniger als 0,004 Gew. % beträgt.

25 3. Nickelbasislegierung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Elemente Silber, Blei, Selen, Gallium, Wismut, Phosphor, Schwefel, Cer so gering wie möglich vorhanden sind und insbesondere weniger als 0,001 Gew. % betragen.

30 4. Nickelbasislegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Anteile von Sauerstoff und Stickstoff so gering wie möglich vorhanden sind und insbesondere weniger als 0,01 Gew. % betragen.

35 5. Bauteil umfassend eine Legierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4.

6. Bauteil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil mittels eines additiven Herstellungsverfahrens hergestellt ist.

5 7. Bauteil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil mittels eines selektiven Laserschmelzverfahrens hergestellt ist.

10 8. Pulver umfassend eine Legierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4.

15 9. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung des Bauteils eine Legierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 verwendet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil mittels eines additiven Herstellungsverfahrens hergestellt wird.

20 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil mittels seines Laserschmelzverfahrens hergestellt wird.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/084341

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B22F 10/28</i> (2021.01)i; <i>B33Y 10/00</i> (2015.01)i; <i>B33Y 70/00</i> (2015.01)i; <i>C22C 1/04</i> (2006.01)i; <i>C22C 19/05</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
|---|--|--|
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B22F; C22C; B33Y Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | US 2010296962 A1 (HASSELQVIST MAGNUS [SE] ET AL) 25 November 2010 (2010-11-25) the whole document | 1-11 |
| A | GB 2153845 A (INCO ALLOYS PRODUCTS LIMITED) 29 August 1985 (1985-08-29) the whole document | 1-11 |
| A | US 2016339544 A1 (XU RAYMOND RUIWEN [US] ET AL) 24 November 2016 (2016-11-24) the entire document | 1-11 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> | | |
| Date of the actual completion of the international search 20 February 2023 | | Date of mailing of the international search report 01 March 2023 |
| Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016 | | Authorized officer Morra, Valentina Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/084341

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | | | Publication date (day/month/year) |
|--|------------|----|-----------------------------------|-------------------------|--------------|----|-----------------------------------|
| US | 2010296962 | A1 | 25 November 2010 | CN | 101528959 | A | 09 September 2009 |
| | | | | EP | 1914327 | A1 | 23 April 2008 |
| | | | | EP | 2076616 | A1 | 08 July 2009 |
| | | | | JP | 5124582 | B2 | 23 January 2013 |
| | | | | JP | 2010507016 | A | 04 March 2010 |
| | | | | US | 2010296962 | A1 | 25 November 2010 |
| | | | | WO | 2008046708 | A1 | 24 April 2008 |
| GB | 2153845 | A | 29 August 1985 | NONE | | | |
| US | 2016339544 | A1 | 24 November 2016 | EP | 3095550 | A1 | 23 November 2016 |
| | | | | SG | 10201603867S | A | 29 December 2016 |
| | | | | US | 2016339544 | A1 | 24 November 2016 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2022/084341

| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES | | |
|--|---|--|
| INV. | B22F10/28 | B33Y10/00 |
| | | B33Y70/00 |
| | | C22C1/04 |
| | | C22C19/05 |
| ADD. | | |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC | | |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE | | |
| Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) | | |
| B22F C22C B33Y | | |
| Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen | | |
| Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) | | |
| EPO-Internal | | |
| C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| A | US 2010/296962 A1 (HASSELOVIST MAGNUS [SE] ET AL) 25. November 2010 (2010-11-25) das ganze Dokument ----- | 1-11 |
| A | GB 2 153 845 A (INCO ALLOYS PRODUCTS LIMITED) 29. August 1985 (1985-08-29) das ganze Dokument ----- | 1-11 |
| A | US 2016/339544 A1 (XU RAYMOND RUIWEN [US] ET AL) 24. November 2016 (2016-11-24) das ganze Dokument ----- | 1-11 |
| <input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie | | |
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> | | |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
| 20. Februar 2023 | | 01/03/2023 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | | Bevollmächtigter Bediensteter Morra, Valentina |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/084341

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 2010296962 A1 | 25-11-2010 | CN 101528959 A | 09-09-2009 |
| | | EP 1914327 A1 | 23-04-2008 |
| | | EP 2076616 A1 | 08-07-2009 |
| | | JP 5124582 B2 | 23-01-2013 |
| | | JP 2010507016 A | 04-03-2010 |
| | | US 2010296962 A1 | 25-11-2010 |
| | | WO 2008046708 A1 | 24-04-2008 |
| ----- | | | |
| GB 2153845 A | 29-08-1985 | KEINE | |
| ----- | | | |
| US 2016339544 A1 | 24-11-2016 | EP 3095550 A1 | 23-11-2016 |
| | | SG 10201603867S A | 29-12-2016 |
| | | US 2016339544 A1 | 24-11-2016 |
| ----- | | | |