

(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
17. August 2017 (17.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/137262 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B22F 3/105 (2006.01) C22C 49/14 (2006.01)
B22F 5/00 (2006.01) C22C 49/08 (2006.01)
B22F 5/04 (2006.01) B22F 7/08 (2006.01)
C22C 47/04 (2006.01) C22C 47/06 (2006.01)
C22C 47/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/051645

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Januar 2017 (26.01.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 201 838.8
8. Februar 2016 (08.02.2016) DE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: BURBAUM, Bernd; Jenaer Str. 23, 14612 Falkensee (DE). NEDDEMEYER, Torsten; Jenaer Straße 20, 14612 Falkensee (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

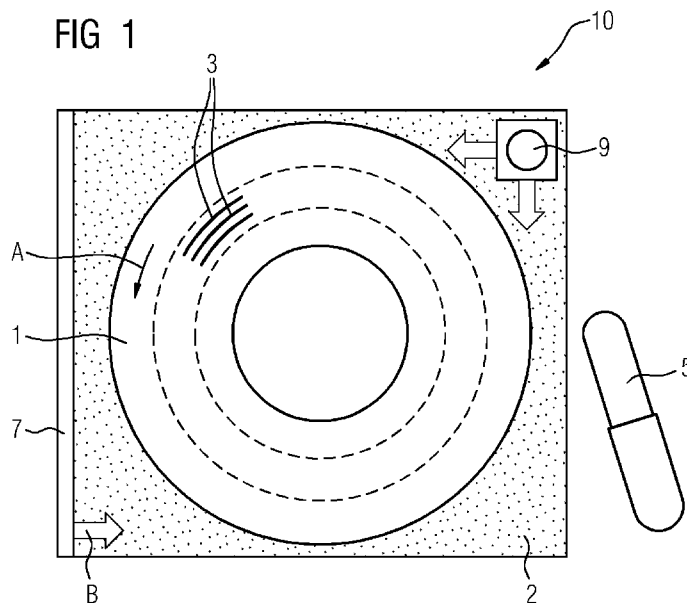
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, 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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A COMPONENT, AND DEVICE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES BAUTEILS UND VORRICHTUNG



Aufbau für das Bauteil (1) während des additiven Aufbaus

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a component (1) for a turbomachine, comprising the additive build-up of the component by means of an additive production method from a base material (2) for the component (1) and the introduction of material fibers (3) into a construction for the component (1) during the additive build-up in such a way that the material fibers (3) are oriented in a circumferential direction (A) of the component (1) around a component axis and in such a way that a fiber composite material (4) is produced, comprising the material fibers (3) and a base material (2) that is solidified by means of the additive build-up. The invention further relates to a corresponding component (1) and to a corresponding device for producing the component (1).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils (1) für eine Strömungsmaschine umfassend das additives Aufbauen des Bauteils mittels eines additiven Herstellungsverfahrens aus einem Basismaterial (2) für das Bauteil (1) und das Einbringen von Materialfasern (3) in einen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/137262 A1

derart, dass die Materialfasern (3) entlang einer Umfangsrichtung (A) des Bauteils (1) um eine Bauteilachse ausgerichtet sind und derart, dass ein Faserverbundmaterial (4) entsteht, umfassend die Materialfasern (3) und ein durch das additive Aufbauen verfestigtes Basismaterial (2). Weiterhin umfasst die Erfindung ein entsprechendes Bauteil (1) und eine entsprechende Vorrichtung zur Herstellung des Bauteils (1).

Beschreibung

Verfahren zur Herstellung eines Bauteils und Vorrichtung

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Komponente oder eines Bauteils für eine Strömungsmaschine. Weiterhin umfasst die vorliegende Erfindung das Bauteil und eine Vorrichtung zur Herstellung des Bauteils.

10 Bei dem Bauteil kann es sich um die Turbinenscheibe handeln. Der Begriff „Turbinenscheibe“ ist vorliegend synonym mit Turbinenring oder Rotorscheibe zu verstehen. Das Bauteil kann weiterhin ein Rotorteil oder ein Teil eines Kompressors oder Verdichters einer Gasturbine sein. Weiterhin handelt es sich
15 bei dem Bauteil vorzugsweise um ein additiv oder generativ hergestelltes oder aufgebautes Bauteil.

Bekanntes schichtweise, additive oder generative Herstellungsverfahren sind insbesondere das selektive Laserschmelzen
20 (SLM: englisch für „selective laser melting“), selektive Lasersintern (SLS: englisch für „selective laser sintering“) und das Elektronenstrahlschmelzen (EBM: englisch für „electron beam melting“). Additive Fertigungsverfahren werden durch ihr iteratives Auf- oder Aneinanderfügen von Lagen,
25 Schicht- oder Volumenelementen, beispielsweise aus einem Pulverbett, zur Herstellung dreidimensionaler individuell geformter Bauteile. Typische Schichtdicken der einzelnen Lagen liegen zwischen 20 µm und 60 µm.

30 Als Ausgangsmaterialien steht eine Vielzahl unterschiedlicher Werkstoffe, beispielsweise keramische und/oder metallische Werkstoffe, zur Verfügung, die sowohl in Pulver- oder Granulatform, aber auch in Form von Fluiden bspw. als Suspensionen, vorliegen können. Bei generativen Herstellungsverfahren,
35 wird der dreidimensionale Gegenstand durch eine Vielzahl einzelner Materialschichten, die auf einer absenkbaren Bauplattform nacheinander abgeschieden und anschließend einzeln

einem lokal selektiven Verfestigungsprozess unterzogen werden, gebildet.

Ein Verfahren zum selektiven Laserschmelzen ist beispielsweise bekannt aus EP 1 355 760 B1.

Turbinenteile sind während ihres Einsatzes oder Betriebs besonders hohen thermischen und/oder mechanischen Belastungen ausgesetzt. Dabei können thermische und mechanische Belastungen einer Gasturbine oder seiner Rotorteile während des Betriebs zusammenhängen, beispielsweise in Form von thermo-mechanischen Spannungen.

Neben der Entwicklung von immer temperaturresistenten Werkstoffen besteht daher auch ein Bedarf an Materialien, beispielsweise Verbundwerkstoffen, welche verbesserte mechanische Eigenschaften aufweisen. Während in thermisch hochbelasteten Bereichen einer Turbine, beispielsweise mit Temperaturen oberhalb von 600 °C, eine hohe Festigkeit der Materialien gefordert wird, wird insbesondere in inneren Bereichen oder inneren Teilen der Turbine, des Kompressors oder einer entsprechenden Rotorscheibe eine hohe Zähigkeit gefordert.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Mittel anzugeben, die die mechanischen Eigenschaften, insbesondere von rotierbaren Turbinenteilen verbessern und/oder den Betrieb der Turbine zuverlässiger und/oder effizienter zu machen.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils für eine Strömungsmaschine, beispielsweise eine Gasturbine, wie eine Rotorscheibe für eine Gasturbine, umfassend das additive Aufbauen des Bauteils mittels eines additiven Herstellungsverfahrens. Insbesondere

wird das Bauteil für das additive Aufbauen aus einem Matrix- oder Basismaterial, vorzugsweise einem pulverförmigen Basismaterial, für das Bauteil aufgebaut. Das genannte Material kann ein nickelbasiertes, ein kobaltbasiertes oder ein eisen-
5 basiertes Material sein.

Das Verfahren umfasst weiterhin das Einbringen von Materialfasern in einen Aufbau für das Bauteil während des additiven Aufbaus derart, dass die Materialfasern entlang oder im We-
10 sentlichen entlang einer Umfangsrichtung des Bauteils, vorzugsweise um eine Bauteilachse herum, ausgerichtet sind und derart, dass ein Faserverbundmaterial entsteht, zweckmäßigerweise umfassend die Materialfasern und ein durch das additive Aufbauen verfestigtes Basismaterial, wobei die Materialfasern
15 weiterhin Keramik, insbesondere aus Aluminiumoxid, Mullit, SiBCN, SiCN oder SiC umfassen.

In einer Ausgestaltung ist das Bauteil ein rotierbares und insbesondere im Betrieb der Strömungsmaschine rotierendes
20 Teil.

In einer Ausgestaltung ist das Bauteil ein rotationssymmetrisches oder im Wesentlichen rotationssymmetrisches Teil der
oder für die Strömungsmaschine.

25 Die Umfangsrichtung bezeichnet vorliegend vorzugsweise eine Richtung, welche einer Rotation- oder Umlaufrichtung des Bauteils in seinem Betrieb, vorzugsweise in seinem Einsatz in der Strömungsmaschine entspricht. Die Umfangsrichtung kann
30 eine Tangentialrichtung sein.

Die Umfangsrichtung kann insbesondere einen Umfang der Bauteilachse beschreiben oder zumindest teilweise eine geometrische Richtungskomponente entlang des Umfangs des Bauteils um-
35 fassen.

Der Begriff „Aufbau“ kann das Bauteil an sich bezeichnen. Insbesondere kann damit ein lediglich teilweise (additiv)

hergestellter Teil des Bauteils gemeint sein, beispielsweise zu einem Zeitpunkt während einer additiven Herstellung und in einer entsprechenden Anlage oder Vorrichtung zur additiven Herstellung.

5

Die Materialfasern können hauptsächlich oder überwiegend in oder entlang der Umfangsrichtung ausgerichtet sein oder werden. Beispielsweise können die Materialfasern abgesehen von notwendigen Windungen oder herstellungsbedingten Abweichungen von der Umfangsrichtung entlang dieser Richtung ausgerichtet sein und/oder in den Aufbau eingebracht werden. Jedoch müssen die Materialfasern nicht zwingend konzentrisch zu dem Bauteil oder anderen Fasern ausgerichtet sein oder werden.

15 Durch das beschriebene Verfahren kann mit besonderem Vorteil ein Faserverbundmaterial bzw. ein Faserverbundwerkstoff zumindest teilweise additiv hergestellt oder aufgebaut, oder die entsprechende Herstellung in einen additiven Fertigungsprozess implementiert werden. Insbesondere können die bekannten Vorteile von Faserverbundwerkstoffen gemäß dem beschriebenen Verfahren für die Herstellung und den Einsatz insbesondere als Rotorteil einer Gasturbine, beispielsweise einer Kompressorscheibe genutzt werden. Beispielsweise kann eine Kriechbeständigkeit oder die Beständigkeit gegen eine Zugbelastung des Bauteils senkrecht zur Faserrichtung durch den Einsatz von Faserverbundwerkstoffen verbessert werden.

Gleichzeitig können dabei synergisch ebenfalls die Vorteile additiver Herstellungstechnologie genutzt werden.

30

In einer Ausgestaltung ist das additive Herstellungsverfahren ein pulverbett-basiertes additives Herstellungsverfahren.

In einer Ausgestaltung ist das additive Herstellungsverfahren ein Strahlschmelzverfahren.

35

In einer Ausgestaltung ist das additive Herstellungsverfahren selektives Laserschmelzen, selektives Lasersintern, Elektronenstrahlschmelzen oder Laserauftragschweißen.

5 In einer Ausgestaltung werden die Materialfasern durch eine robotergeführte oder robotergeführte Einrichtung in den Aufbau für das Bauteil eingebracht.

10 In einer Ausgestaltung werden die Materialfasern, beispielsweise entlang einer Aufbaurichtung des Bauteils betrachtet, lediglich in einem, insbesondere zentralen, radialen Bereich des Bauteils und vorzugsweise nicht über die gesamte radiale Ausdehnung hinweg angeordnet oder eingebracht. Insbesondere kann es sich bei diesem Bereich um einen radialen „Taille-

15 bereich“ des Bauteils handeln, welcher im Betrieb des Bauteils besonders hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt ist.

In einer Ausgestaltung werden die Materialfasern während des additiven Aufbaus miteinander verwoben.

20

In einer Ausgestaltung wird das Basismaterial zumindest teilweise zwischen den Materialfasern angeordnet.

25 In einer Ausgestaltung werden die Materialfasern vor dem Einbringen mit einer Beschichtung versehen.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Bauteil für eine Strömungsmaschine, wobei das Bauteil durch das beschriebene Verfahren hergestellt oder herstellbar ist.

30

In einer Ausgestaltung ist das Bauteil ein Rotorteil einer Strömungsmaschine, beispielsweise einer Gasturbine.

35 In einer Ausgestaltung ist das Bauteil eine Turbinenscheibe, welche zum Halten eines rotierbaren Teils einer Strömungsmaschine im Betrieb ausgebildet ist. Bei dem rotierbaren Teil kann es sich beispielsweise um einer Kompressorschaukel handeln.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Turbinenscheibe für eine Strömungsmaschine umfassend, beispielsweise in einen radialen Bereich, insbesondere einem zentralen oder mittleren radialen Bereich und ein Faserverbundmaterial, wie oben beschrieben. Das Faserverbundmaterial umfasst weiterhin die Materialfasern und ein Matrixmaterial, wobei die Materialfasern entlang einer Umfangsrichtung der Turbinenscheibe ausgerichtet sind und wobei die Materialfasern weiterhin Keramik, insbesondere aus Aluminiumoxid, Mullit, SiBCN, SiCN oder SiC umfassen.

Das Matrixmaterial des Faserverbundmaterials bezeichnet vorzugsweise ein - während der oder durch die additive Herstellung verfestigtes - Basismaterial.

In einer Ausgestaltung umfassen die Materialfasern eines oder mehrere der folgenden Materialien: Kohlenstoff, Bor, Basalt und/oder Keramik, insbesondere aus Aluminiumoxid, Mullit, SiBCN, SiCN und SiC.

In einer Ausgestaltung umfasst das Faserverbundmaterial und/oder die Materialfasern Kohlenstoff (C), Siliziumcarbid (SiC) und/oder Aluminiumoxid, beispielsweise Al_2O_3 . Das Faserverbundmaterial und/oder die Materialfasern können die genannten Materialien beispielsweise als Hauptbestandteil umfassen.

In einer Ausgestaltung umfasst das Matrix- und/oder Basismaterial, Kohlenstoff, Siliziumcarbid und/oder Aluminiumoxid. Das Matrix- und/oder Basismaterial kann die genannten Materialien beispielsweise als Hauptbestandteil umfassen.

In einer Ausgestaltung umfasst die Beschichtung der Materialfasern insbesondere Kohlenstoff und/oder Bornitrid (BN).

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteils für eine Strö-

5 mungsmaschine, wobei die Vorrichtung ausgebildet ist, das Bauteil additiv aus einem, beispielsweise pulverförmigen, Basismaterial aufzubauen. Die Vorrichtung umfasst weiterhin eine Einrichtung zum Einbringen von Materialfasern in den Aufbau für das Bauteil derart, dass die Materialfasern entlang der Umfangsrichtung des Bauteils ausgerichtet sind und derart, dass das Faserverbundmaterial entsteht. Das Faserverbundmaterial umfasst zweckmäßigerweise - wie oben beschrieben die Materialfasern und das verfestigte Basismaterial.

10

Ausgestaltungen, Merkmale und/oder Vorteile, die sich vorliegend auf das Verfahren beziehen, können sich ferner die Vorrichtung und/oder das Bauteil betreffen, und umgekehrt.

15

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben.

20

Figur 1 zeigt schematisch eine Aufsicht auf eine Vorrichtung zur additiven Herstellung eines Bauteils für eine Strömungsmaschine.

25

Figur 2 zeigt schematisch eine Schnitt- oder Seitenansicht einer Vorrichtung zur additiven Herstellung eines Bauteils für eine Strömungsmaschine.

30

Figur 1 zeigt schematisch eine Aufsicht auf eine Vorrichtung 10. Die Vorrichtung 10 ist eine Vorrichtung zur additiven Herstellung eines Bauteils 1. Die Vorrichtung 10 ist vorzugsweise eine Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau eines Bauteils aus einem Pulverbett, beispielsweise eine Vorrichtung zum selektiven Laserschmelzen, wie in Figur 1 dargestellt.

35

Alternativ kann es sich bei der Vorrichtung 10 um eine Vorrichtung zum selektiven Lasersintern und/oder zum Elektronenstrahlschmelzen handeln.

Anhand der Vorrichtung 10 und der Figuren 1 und 2 wird ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung des Bauteils 1 beschrieben.

- 5 Das Bauteil 1 ist insbesondere ein Rotorteil einer Strömungsmaschine, wie einer Gasturbine. Vorzugsweise bezeichnet das Bauteil 1 eine Turbinenscheibe, einen Turbinenring oder eine Rotorscheibe eines Kompressors der Turbine.
- 10 Die Vorrichtung 10 weist eine Bauplattform 8 (vgl. Figur 2) auf, auf der ein, vorzugsweise pulverförmiges, Ausgangs- oder Basismaterial 2 für das Bauteil 1 angeordnet ist. Das Basismaterial 2 kann beispielsweise ein nickelbasiertes, ein kobaltbasiertes oder ein eisenbasiertes Material sein.
- 15 Auf der Bauplattform 8 ist ein Aufbau des Bauteils gezeigt. Insbesondere kann es sich dabei um ein teilweise aufgebautes Bauteil und/oder um das Bauteil während seiner additiven Herstellung handeln. Das Bauteil 1 ist zweckmäßigerweise rotati-
- 20 onssymmetrisch oder im Wesentlichen rotationssymmetrisch ausgestaltet. Als Rotorteil einer Strömungsmaschine oder eines Kompressors derselben ist das Bauteil ferner vorzugsweise rotierbar, bspw. relativ zu Statorkomponenten der Strömungsmaschine. Vorzugsweise rotiert das Bauteil während des be-
- 25 stimmungsgemäßen Betriebs der Turbine.
- Für den additiven Aufbau weist die Vorrichtung 10 eine Verfestigungseinrichtung 9 auf. Dabei kann es sich um eine Verfestigungseinrichtung des Standes der Technik handeln. Vor-
- 30 zugsweise ist die Verfestigungseinrichtung 9 eine computergesteuerte oder -steuerbare Einheit, welche zum Verfestigen des Basismaterials 2 mit einem Laser oder einer Elektronenstrahl-einrichtung (nicht explizit gekennzeichnet) ausgerüstet ist. Für das Verfestigen wird das Basismaterial 2 vorzugsweise zu-
- 35 nächst aufgeschmolzen und anschließend erstarrt.

Zur Aufbringung des Basismaterials 2 weist die Vorrichtung 10 eine Beschichtungs- oder Auftragungseinrichtung 7 auf. Dabei

kann es sich um eine Rakel handelt, mit welcher das, vorzugsweise pulverförmige, Basismaterial 2 auf der Bauplattform 8 verteilt oder aufgetragen werden kann. Dies kann beispielsweise entlang einer Beschichtungsrichtung B erfolgen.

5

Als erfindungsgemäßes Element weist die Vorrichtung 10 weiterhin eine Einrichtung 5 auf. Die Einrichtung 5 ist ausgebildet, Materialfasern 3 in den additiven Aufbau für das Bauteil 1 einzubringen, und zwar derart, dass die Materialfasern 3 zumindest im Wesentlichen entlang einer mit dem Bezugszeichen A bezeichneten Umfangsrichtung oder Rotationsrichtung des Bauteils 1 im Betrieb ausgerichtet sind.

Die gestrichelten (konzentrischen) Kreise, welche innerhalb des Bauteils 1 in Figur 1 gezeigt sind, deuten vorzugsweise einen Bereich an in dem die Materialfasern 3 angeordnet und/oder eingebracht werden. Lediglich abschnittsweise sind ebenfalls die Materialfasern dargestellt. Anhand der gezeigten Abschnitte ist zu erkennen, dass die Richtung der Orientierung oder Ausrichtung der Umfangsrichtung A entspricht.

Die Einrichtung 5 ist vorzugsweise weiterhin derart ausgebildet, dass, durch das Einbringen der Materialfasern 3, ein Faserverbundmaterial 4 entsteht, umfassend die Materialfasern 3 und ein verfestigtes Basismaterial oder Matrixmaterial (dieses ist der Einfachheit halber ebenso wie das Basismaterial mit dem Bezugszeichen 2 bezeichnet). Das Faserverbundmaterial 4 kann durch die Materialfasern 3 und das Matrixmaterial gebildet werden.

30

Die Einrichtung 5 ist vorzugsweise robotergesteuert. Wie in Figur 1 dargestellt kann die Einrichtung 5 einen Roboterarm umfassen welcher in der Abbildung lediglich schematisch angedeutet ist. Dieser Roboterarm ist beispielsweise derart über den Herstellungsraum oder die Bauplattform 8 bzw. das Bauteil 1 schwenkbar, dass die Materialfasern 3 während des additiven Aufbaus des Basismaterials in das Bauteil wie oben beschrieben „eingebaut“ werden können. Der genannte Roboterarm

35

kann weiterhin beispielsweise teleskopartig verlängerbar ausgestaltet sein.

Im Rahmen des vorliegenden Verfahrens werden die Materialfasern 3 - mithilfe der Einrichtung 5 - vorzugsweise während des additiven Aufbaus oder der additiven Herstellung des Bauteils 1 in den Aufbau eingebracht, so dass das Faserverbundmaterial 4 entsteht und die die Fasern ebenso wie oben beschrieben ausgerichtet werden. Pro additiv aufgebauter und/oder verfestigter Lage von Basismaterial kann eine Faserschicht (vergleiche Figur 1) eingebracht werden. Dies geschieht vorzugsweise bevor das Basismaterial 2 mittels der Beschichtungseinrichtung 7 aufgetragen oder verteilt wird, sodass eine entsprechende Schicht für das Faserverbundmaterial gebildet oder hergestellt werden kann. Vorzugsweise wird das Basismaterial 2 derart aufgetragen und/oder werden die Materialfasern derart eingebracht, dass zwischen den Materialfasern 3 zumindest teilweise Basismaterial 2 angeordnet ist.

Insbesondere können die Materialfasern 3 auch miteinander verwoben werden.

Es ist im Rahmen des beschriebenen Verfahrens auch vorgesehen, dass die Materialfasern, beispielsweise vor dem Einbringen in den Aufbau durch die Einrichtung 5, mit einer Beschichtung (nicht explizit gekennzeichnet) versehen oder beschichtet werden. Bei der Beschichtung kann es sich um eine Gleit- oder Schmierbeschichtung handeln, insbesondere um eine Gleitbewegung der Materialfasern 3 relativ zu dem Matrixmaterial 2 zu ermöglichen, welche wiederum die besonderen mechanischen Eigenschaften des Faserverbundmaterials 4 bewirkt.

Figur 2 zeigt eine schematische Seitenansicht einer Vorrichtung 10. Mit dem Bezugszeichen C ist eine Aufbaurichtung bezeichnet. Als Alternative zu der Ausgestaltung der Vorrichtung aus Figur 1 kann - wie in Figur 2 gezeigt - die Vorrichtung 10 beispielsweise ebenfalls eine Vorrichtung zum Laserauftragschweißen, insbesondere

Laserpulverauftragschweißen, sein. Dementsprechend umfasst die Verfestigungseinrichtung 9 hier vorzugsweise sowohl einen Laser (nicht explizit gekennzeichnet) zum Verfestigen des Basismaterials 2 als auch eine Pulverdüse (nicht explizit gekennzeichnet) mit der das Basismaterial 2 bereitgestellt wird.

Figur 3 zeigt in einem vereinfachten Querschnitt ein fertig hergestelltes Bauteil 1. Das Bauteil 1 weist einen - im Vergleich zu den übrigen Abschnitten verschmälerten und/oder taillierten zentralen, oder inneren radialen Bereich 6 auf. In diesem Bereich können im Betrieb des Bauteils 1 besonders hohe mechanische Belastungen auftreten. Ein oberer, nicht gekennzeichneteter, sich verbreiternder Bereich der Turbinenscheibe 1 ist insbesondere vorgesehen sowohl um Turbinenschaufeln beispielsweise im Betrieb einer Gasturbine an Ort und Stelle zu halten, als auch die Turbinenschaufeln, vorzugsweise durch axiales Ein- oder Ausschieben in die bzw. aus den gebildeten Hohlräume, austauschbar zu machen.

Der zentrale Bereich 6 umfasst das beschriebene Faserverbundmaterial 4. Der zentrale Bereich 6 kann aus dem Faserverbundmaterial 4 bestehen. Insbesondere sind in der Querschnittsdarstellung der Figur 4 in dem Bereich 6 die Materialfasern 3 kreisförmig dargestellt. Das Faserverbundmaterial 4 und/oder das damit versehene Bauteil weist insbesondere - im Vergleich zu einer Turbinenscheibe des Standes der Technik - verbesserte mechanische Eigenschaften, insbesondere eine höhere Bruchdehnung oder Bruchdehn-Belastbarkeit, bspw. um bis zu einem Prozent, auf. Ebenso hat das mit dem beschriebenen Verfahren hergestellte, erfindungsgemäße Bauteil 1 vorzugsweise einen signifikant erhöhten Risswiderstand, eine verbesserte Thermoschockbeständigkeit, als auch beispielsweise verbesserte thermomechanische Eigenschaften.

Weiterhin kann eine Dehnbarkeit oder Dehn-Belastbarkeit des Bauteils 1 relativ zu einem herkömmlichen Rotorteil einer Turbine um 2 % erhöht sein.

Das Faserverbundmaterial 4 kann - durch die Vorgabe der Faserrichtungen - anisotrope und insbesondere dennoch verbesserte mechanische Eigenschaften aufweisen.

5

Bei dem Bauteil 1 kann es sich insbesondere um eine Rotorscheibe eines Kompressors oder einer Kompressorstufe einer Gasturbine (vorzugsweise in Strömungsrichtung betrachtet vor der Brennkammer der Turbine) handeln. Insbesondere kann das Bauteil 1 eine Kompressor-Rotorscheibe der Materialklasse „26NiCrMoV 14-5“ oder „Cost-E (X 1 2CrMoWVNbN 10-1-1)“ sein.

10

Die beschriebenen Materialfasern 3 können weiterhin eines oder mehrere der folgenden Materialien umfassen: Kohlenstoff, Bor, Basalt und/oder Keramik, insbesondere Aluminiumoxid, beispielsweise Al_2O_3 , Mullit, SiBCN, SiCN und SiC.

15

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt, sondern umfasst jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen. Dies beinhaltet insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

20

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils (1) für eine Strömungsmaschine umfassend die folgenden Schritte:

- 5 - additives Aufbauen des Bauteils mittels eines additiven Herstellungsverfahrens aus einem Basismaterial (2) für das Bauteil (1) und
- Einbringen von Materialfasern (3) in einen Aufbau für das Bauteil (1) während des additiven Aufbaus derart, dass die
- 10 Materialfasern (3) entlang einer Umfangsrichtung (A) des Bauteils (1) um eine Bauteilachse ausgerichtet sind und derart, dass ein Faserverbundmaterial (4) entsteht, umfassend die Materialfasern (3) und ein durch das additive Aufbauen verfestigtes Basismaterial (2), wobei die Materialfasern (3) Kera-
- 15 mik, insbesondere aus Aluminiumoxid, Mullit, SiBCN, SiCN oder SiC umfassen.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Materialfasern (3) durch eine robotergesteuerte Einrichtung (5) eingebracht werden.

20

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Materialfasern (3) entlang einer Aufbaurichtung (C) des Bauteils (1) betrachtet lediglich in einem zentralen Bereich (6) des Bauteils (1) eingebracht werden.

25

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das additive Herstellungsverfahren selektives Laserschmelzen, selektives Lasersintern, Elektronenstrahlschmelzen oder

30 Laserauftragschweißen ist.

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Basismaterial (2) zumindest teilweise zwischen den Materialfasern (3) angeordnet wird.

35

6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Materialfasern (3) vor dem Einbringen mit einer Beschichtung (12) versehen werden.

7. Bauteil (1) für eine Strömungsmaschine, welches durch das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche hergestellt oder herstellbar ist, wobei das Bauteil ein Rotorteil
5 einer Strömungsmaschine, beispielsweise einer Gasturbine, ist.

8. Bauteil (1) gemäß Anspruch 7, welches eine Turbinenscheibe zum Halten eines rotierenden Teils einer Strömungsmaschine im
10 Betrieb, beispielsweise einer Kompressorschaukel, ist.

9. Turbinenscheibe für eine Strömungsmaschine umfassend ein Faserverbundmaterial (4), weiterhin umfassend Materialfasern (3), welche Keramik, insbesondere aus Aluminiumoxid, Mullit,
15 SiBCN, SiCN oder SiC umfassen, und ein Matrixmaterial, wobei die Materialfasern (3) entlang einer Umfangsrichtung (A) der Turbinenscheibe um eine Rotationsachse derselben im Betrieb ausgerichtet sind.

20 10. Turbinenscheibe gemäß Anspruch 9, wobei die Materialfasern (3) eines oder mehrere der folgenden Materialien umfassen: Kohlenstoff, Bor und/oder Basalt.

11. Vorrichtung (10) zur Herstellung eines Bauteils für eine
25 Strömungsmaschine, wobei die Vorrichtung ausgebildet ist, das Bauteil (1) additiv aus einem Basismaterial (2) aufzubauen, wobei die Vorrichtung (10) eine Einrichtung (5) aufweist, die ausgebildet ist, Materialfasern (3) in einen Aufbau für das Bauteil (1) einzubringen derart, dass die Materialfasern (3)
30 entlang einer Umfangsrichtung (A) des Bauteils (1) um eine Bauteilachse ausgerichtet sind und derart, dass ein Faserverbundmaterial (4) entsteht, umfassend die Materialfasern (3) und ein verfestigtes Basismaterial.

FIG 1

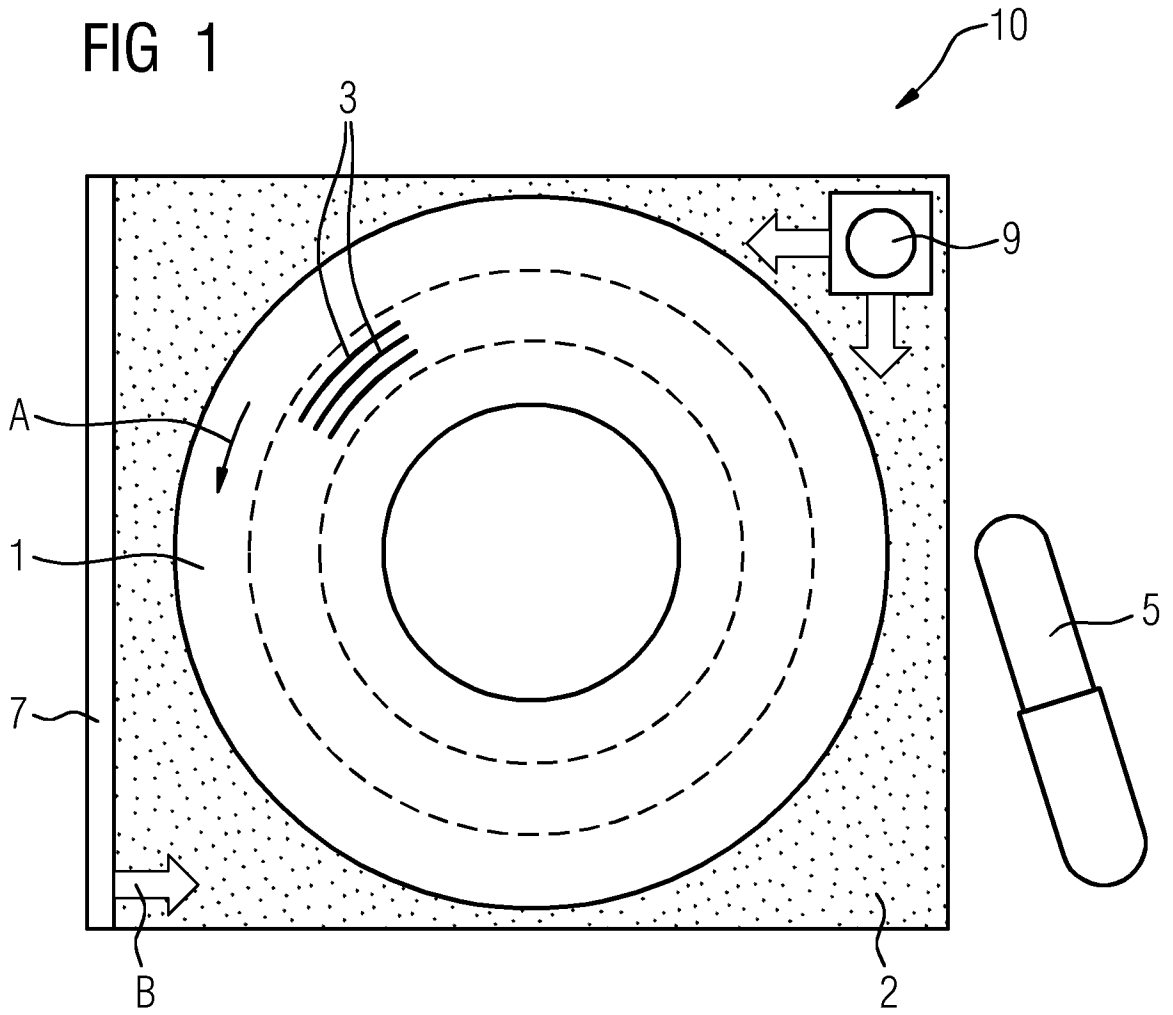


FIG 2

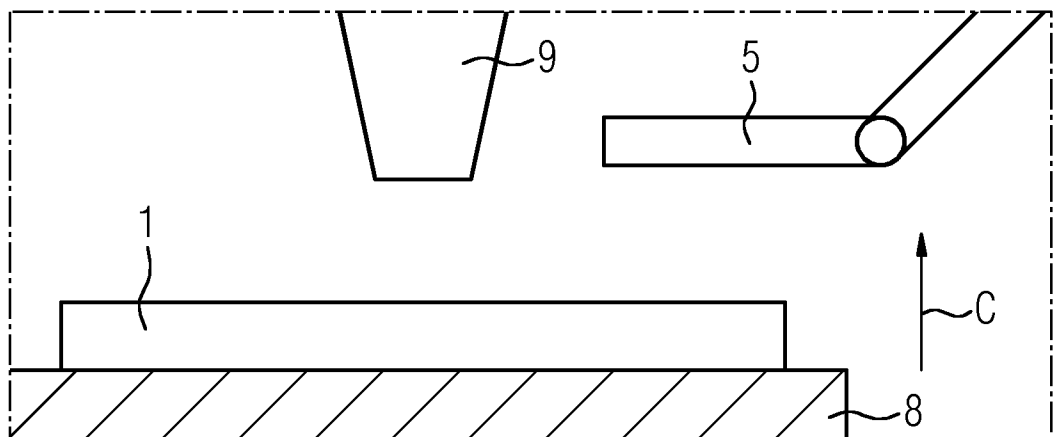
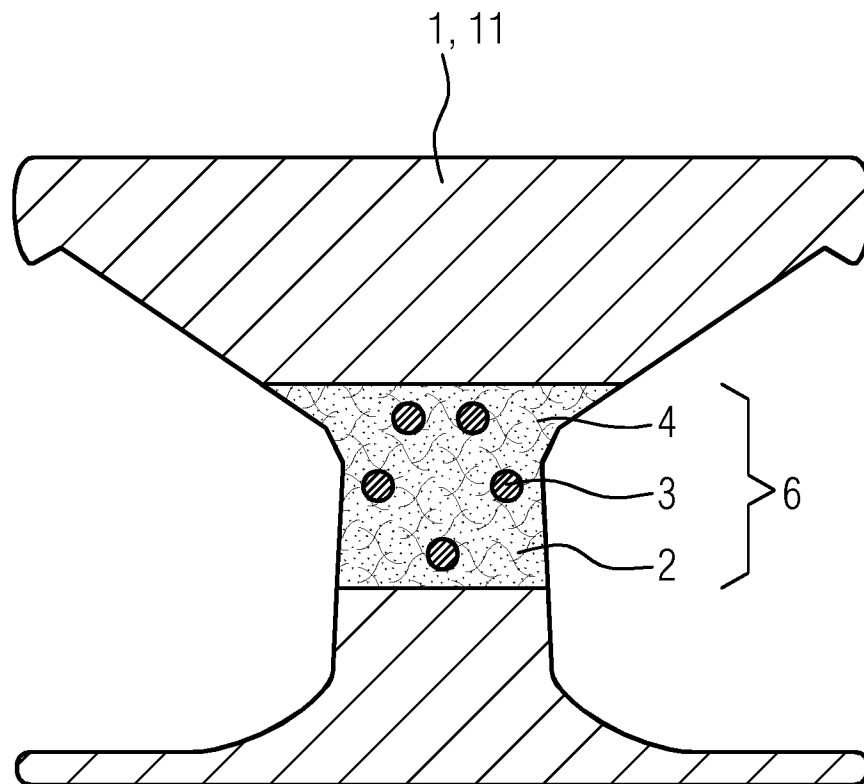


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/051645

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B22F3/105 B22F5/00 B22F5/04 C22C47/04 C22C47/14
 C22C49/14 C22C49/08 B22F7/08 C22C47/06

ADD.
 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

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007/051455 A1 (FRANCHET JEAN-MICHEL [FR] ET AL) 8 March 2007 (2007-03-08)	7-9
Y	paragraphs [0001] - [0007], [0011] figures 1, 7-9	3,6
X	EP 2 962 789 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 6 January 2016 (2016-01-06)	1,2,4,5, 10,11
Y	paragraphs [0015], [0016], [0021], [0024], [0034] - [0040]; figure 2	3,6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 2 May 2017	Date of mailing of the international search report 10/05/2017
--	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Forestier, Gilles
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/051645

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2007051455	A1	08-03-2007	CA 2548607 A1	27-11-2006
			CN 1868627 A	29-11-2006
			EP 1726677 A1	29-11-2006
			FR 2886290 A1	01-12-2006
			JP 5196737 B2	15-05-2013
			JP 2006328538 A	07-12-2006
			US 2007051455 A1	08-03-2007

EP 2962789	A2	06-01-2016	CN 105312568 A	10-02-2016
			EP 2962789 A2	06-01-2016
			JP 2016014188 A	28-01-2016
			US 2015375340 A1	31-12-2015

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/051645

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B22F3/105 B22F5/00 B22F5/04 C22C47/04 C22C47/14 C22C49/14 C22C49/08 B22F7/08 C22C47/06 ADD. Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTER GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B22F C22C 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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2007/051455 A1 (FRANCHET JEAN-MICHEL [FR] ET AL) 8. März 2007 (2007-03-08)	7-9
Y	Absätze [0001] - [0007], [0011] Abbildungen 1, 7-9	3,6
X	EP 2 962 789 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 6. Januar 2016 (2016-01-06)	1,2,4,5, 10,11
Y	Absätze [0015], [0016], [0021], [0024], [0034] - [0040]; Abbildung 2	3,6
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "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) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		"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 "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "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 "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
2. Mai 2017		10/05/2017
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 Forestier, Gilles

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/051645

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007051455	A1	08-03-2007	
		CA 2548607 A1	27-11-2006
		CN 1868627 A	29-11-2006
		EP 1726677 A1	29-11-2006
		FR 2886290 A1	01-12-2006
		JP 5196737 B2	15-05-2013
		JP 2006328538 A	07-12-2006
		US 2007051455 A1	08-03-2007

EP 2962789	A2	06-01-2016	
		CN 105312568 A	10-02-2016
		EP 2962789 A2	06-01-2016
		JP 2016014188 A	28-01-2016
		US 2015375340 A1	31-12-2015
