

(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
24. Mai 2018 (24.05.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/091216 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B22F 3/105 (2006.01) B22F 3/24 (2006.01)
B22F 5/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/076538

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Oktober 2017 (18.10.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 222 555.3
16. November 2016 (16.11.2016) DE

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

(72) Erfinder: GEISEN, Ole; Winterfeldstr. 52, 10781 Berlin
(DE).

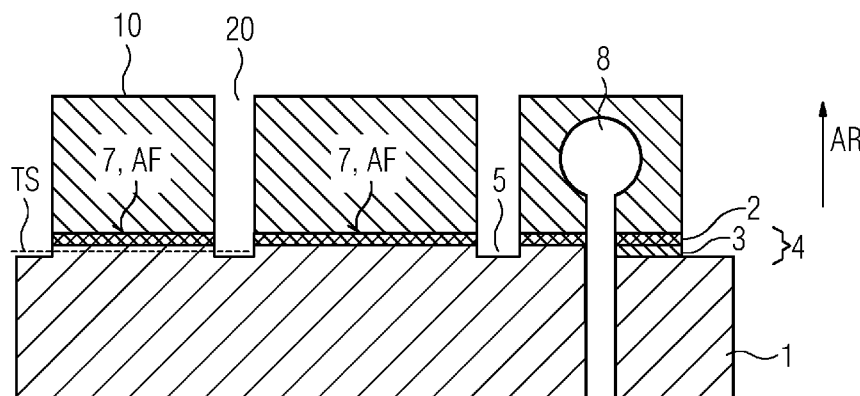
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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,

(54) Title: METHOD FOR THE ADDITIVE PRODUCTION OF A COMPONENT AND COMPUTER-READABLE MEDIUM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ADDITIVEN HERSTELLUNG EINES BAUTEILS UND COMPUTERLESBARES
MEDIUM

FIG 2



(57) Abstract: The invention relates to a method for the additive production of a component (10, 10a, 10b, 10c), comprising the detecting of a component geometry of a first region of the component to be additively produced, the transferring of structural geometry (7, 7a, 7b, 7c) derived from the detected component geometry to a processing region (4) of a construction platform (1), the mechanical processing of the construction platform (1) in the processing region (4) such that the structural geometry (7) is transferred to the structure of the construction platform (1), such that a structural surface (AF) for the component (10) is defined by the structural geometry (7), and the additive structuring of the component (10) on the structural surface (AF). The invention further relates to a computer-readable medium.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur additiven Herstellung eines Bauteils (10, 10a, 10b, 10c), umfassend das Erfassen einer Bauteilgeometrie eines ersten additiv herzustellenden Bereichs des Bauteils, das Übertragen einer von der erfassten Bauteilgeometrie abgeleiteten Aufbaugeometrie (7, 7a, 7b, 7c) in einen Bearbeitungsbereich (4) einer Bauplattform (1), das mechanische Bearbeiten der Bauplattform (1) in dem Bearbeitungsbereich (4) derart, dass die Aufbaugeometrie (7) in die Struktur der Bauplattform (1) übertragen wird, sodass durch die Aufbaugeometrie (7) eine Aufbaufläche (AF) für das Bauteil (10) definiert wird, und das additive Aufbauen des Bauteils (10) auf der Aufbaufläche (AF). Es wird weiterhin ein computerlesbares Medium angegeben.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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)*

Beschreibung

Verfahren zur additiven Herstellung eines Bauteils und computerlesbares Medium

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur additiven Herstellung eines Bauteils und ein computerlesbares Medium, enthaltend ausführbare Programmanweisungen. Bei dem Verfahren kann es sich um einen Teil eines additiven Herstellungsverfahrens handeln oder um ein Hilfsverfahren oder vorbereitetes Verfahren für die additive Herstellung des Bauteils.

Generative oder additive Herstellungsverfahren umfassen beispielsweise als Pulverbettverfahren das selektive Laserschmelzen (SLM) oder Lasersintern (SLS), oder das Elektronenstrahlschmelzen (EBM). Ebenso gehört das Laserauftragschweißen (LMD) zu den additiven Verfahren.

Additive Fertigungsverfahren (englisch: „additive manufacturing“) haben sich als besonders vorteilhaft für komplexe oder kompliziert oder filigran designte 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 direkt auf Basis einer entsprechenden CAD-Datei erfolgen kann.

Weiterhin ist die additive Fertigung besonders vorteilhaft für die Entwicklung oder Herstellung von Prototypen, welche beispielsweise aus Kostengründen mittels konventioneller subtraktiver oder spanender Verfahren oder Gusstechnologie nicht oder nicht effizient hergestellt werden können.

35

Trotz der zunehmenden industriellen Bedeutung der additiven Fertigung bestehen Schwierigkeiten bei der Prozessökonomie,

insbesondere der Aufbauzeiten. Dies gilt insbesondere für den Bereich hochtemperaturbelasteter Bauteile.

Ein Verfahren zum selektiven Laserschmelzen ist beispielsweise bekannt aus EP 2 601 006 B1.

Fertigungsbedingt ist man weiterhin an den additiven Aufbau eines gewissen Übermaßbereichs als Unterstützung oder Substrat für das eigentliche Bauteil gebunden, um für das spätere Ablösen und/oder Nachbearbeiten des aufgebauten Bauteils Spielraum einerseits zum Abtrennen (vom Substrat) und andererseits für eine mechanische Nachbearbeitung, welche bei filigranen hochkomplexen Teilen üblicherweise immer erforderlich ist, zu haben. Der Aufbau eines massiven „supports“ oder Übermaßbereichs erfordert jedoch, dadurch dass dieser häufig vollflächig auf die Bauplattform oder den entsprechenden vorgesehenen Bereich, beispielsweise 5 mm, desselben aufgebaut werden muss, besonders viel Zeit und auch Kosten. Dies bedeutet insbesondere hohe Kosten, wenn die genannten Bauteile aus Hochleistungsmaterialien gefertigt sind. Insbesondere die Kosten für Nickelbasis- und/oder Superlegierungen sind hoch.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Mittel anzugeben, mit welchen die genannten Nachteile überwunden werden können. Insbesondere wird ein Verfahren vorgestellt, mit dem der additive Aufbau der genannten „supports“ zumindest teil- oder bereichsweise umgangen oder eingeschränkt werden und so in erheblicher Weise Kosten und Aufbauzeit eingespart werden kann.

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

Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur additiven Herstellung eines Bauteils, umfassend das Erfassen einer Bauteilgeometrie eines ersten additiv herzustellenden Bereichs des Bauteils. Alternativ dazu kann - bei der

Herstellung einer Mehrzahl von Bauteilen - entsprechend auch eine Mehrzahl von Bauteilgeometrien erfasst werden.

5 Das Verfahren ist vorzugsweise ein pulverbett-basiertes Verfahren, vorzugsweise selektives Laserschmelzen, selektives Lasersintern oder Elektronenstrahlschmelzen. Den genannten Verfahren gemein ist eine einzige definierte Aufbaurichtung.

10 Der erste Bereich bezeichnet vorzugsweise einen Bereich des Bauteils von einer oder wenigen zuerst aufgebauten Schichten entlang der Aufbaurichtung. Der erste Bereich kann entsprechend einen Grundbereich des Bauteils bezeichnen.

15 Das Verfahren umfasst weiterhin das Übertragen oder Übertragen einer von der erfassten Bauteilgeometrie abgeleiteten Aufbaugeometrie in einen Bearbeitungsbereich einer Bauplattform.

20 Der Bearbeitungsbereich ist vorzugsweise ein Bereich der Bauplattform, beispielsweise in Richtung der genannten Aufbaurichtung. Der Bearbeitungsbereich ist vorzugsweise weiterhin ein Bereich in dem die Bauplattform in einem nachfolgenden Schritt mechanisch (spanend) bearbeitet werden kann.

25 In einer Ausgestaltung wird die Aufbaugeometrie beim Übertragen von der erfassten Bauteilgeometrie abgeleitet, indem die Aufbaugeometrie mit einem vorbestimmten oder vorbestimmten lateralen Aufmaß versehen wird.

30 Das Verfahren umfasst weiterhin das mechanische, insbesondere spanende, Bearbeiten, beispielsweise Abtragen durch Fräsen, der Bauplattform in dem Bearbeitungsbereich oder lateralen Abschnitten desselben, derart, dass die Aufbaugeometrie in eine Struktur der Bauplattform übertragen wird; und zwar so,
35 dass durch die Aufbaugeometrie eine Aufbaufläche für das Bauteil definiert wird.

Das Verfahren umfasst weiterhin das additive Aufbauen des Bauteils auf der Aufbaufläche. Dabei kann das additive Aufbauen eine nachfolgende Wärmebehandlung, beispielsweise zum Abbau von mechanischen Spannungen, welche während des Aufbaus generiert wurden, umfassen.

Der Vorteil der Projektion der Bauteilgeometrie, zumindest im unteren Teil des Bauteils und/oder deren Übertragung in das Substrat, erlaubt im Zusammenwirken mit dem mechanischen Bearbeiten vorteilhafterweise, statt den teuren Bauteilwerkstoffen, welche überdies auf aufwendige Weise additiv aufgebaut werden müssen (wie oben beschrieben), um einen Trennschnitt zum Abtrennen des Bauteils und/oder eine mechanische Nachbearbeitung im Material des Substrats oder der Bauplattform vorzunehmen. Da die Struktur der Bauplattform ohnehin vorhanden ist und das Material überdies meistens günstiger ist als die teuren additiv aufzubauenden Werkstoffe, kann effektiv sowohl die Aufbauzeit für den ganzen Aufbauvorgang entscheidend reduziert als auch die „Verschwendung“ von teurem Basismaterial für den Bearbeitungsbereich vermieden werden. Als weiterer Vorteil ist der Werkstoff der Plattform häufig ebenfalls leichter mechanisch bearbeitbar als die, insbesondere gehärteten Bauteilmaterialien. Zumindest für einige Trennverfahren ergibt sich hierdurch ein Vorteil.

Insbesondere bei komplizierten und teuren Werkstoffen, beispielsweise für den Heißgasbereich von Gasturbinen, kann die Bauplattform, insbesondere aufgrund der erforderlichen Wärmebehandlung der Bauteillegierungen, ohnehin nicht oder nicht immer wieder verwendet werden, sodass ein mechanisches Abtragen von Material von der Bauplattform hinnehmbar ist oder keinen Nachteil bedeutet.

In einer Ausgestaltung wird das Erfassen der Bauteilgeometrie und/oder das Übertragen der Aufbaugeometrie rechnerunterstützt und/oder durch ein Datenverarbeitungsprogramm, beispielsweise eine Software durchgeführt. Bei dem Programm und/oder der Software kann es sich um eine Software eines op-

tischen Erfassungs- oder Scanverfahrens handeln, oder um eine Konstruktionssoftware. Dabei kann auf Konstruktionsdaten (beispielsweise CAD/CAM Daten), welche im Rahmen der additiven Fertigung häufig vor dem eigentlichen Bauprozess bereits in Aufbauschichten aufgeteilt („slicing“) vorliegen, zurückgegriffen werden.

In einer Ausgestaltung wird die Projektion der abgeleiteten Aufbaugeometrie durch ein Datenverarbeitungsprogramm oder eine Software automatisch oder semiautomatisch an ein Werkzeug für das anschließende mechanische Bearbeiten der Bauplattform ausgegeben, beispielsweise an eine CNC-Fräse oder ein anderes entsprechendes Werkzeug.

Dementsprechend kann das beschriebene Verfahren zumindest teilweise computerimplementiert sein.

In einer Ausgestaltung wird das mechanische Bearbeiten durch Fräsen oder Schneiden durchgeführt.

In einer Ausgestaltung stellt der Bearbeitungsbereich einen Übermaßbereich an der Oberfläche der Bauplattform dar, über oder in welchem nach dem Aufbau des Bauteils eine Trennung desselben, als auch eine mechanische Nacharbeit für das Bauteil oder des Bauteils durchgeführt werden kann. Mit anderen Worten wird ein Übermaßmaterial für die Trennung und die Nachbearbeitung bereits in der Struktur der Bauplattform vorgesehen, und dies vorzugsweise automatisch durch eine Software oder eine Maschinensteuerung erfasst und ausgegeben.

In einer Ausgestaltung umfasst das Verfahren - nach dem additiven Aufbau - das Abtrennen des (aufgebauten) Bauteils von der Bauplattform in dem Bearbeitungsbereich, insbesondere durch mindestens eines der folgenden Verfahren: Erodieren, Sägen, Fräsen, Schleifen und Abschlagen.

In einer Ausgestaltung wird bei dem Übertragen, eine Dicke des Bearbeitungsbereichs abhängig von einem Trennverfahren

(siehe oben) zum späteren Abtrennen des Bauteils gewählt und für die Dicke automatisch eine Auswahl von Werten vorgeschlagen. Die vorgeschlagenen Werte können beispielsweise anschließend von einem Anwender oder einer Bedienperson entsprechend der spezifischen Anforderungen der Bearbeitung ausgewählt werden.

In einer Ausgestaltung beträgt die Dicke des Bearbeitungsreichs, vorzugsweise parallel zu der Aufbaurichtung gemessen, zwischen 3 und 10 mm, insbesondere 5 mm. Diese Ausgestaltung ermöglicht normalerweise genügend Spielraum, um sowohl einen Trennschnitt vorzusehen, als auch eine mechanische Nachbearbeitung durchführen zu können.

In einer Ausgestaltung erfolgt der additive Aufbau durch ein pulverbett-basiertes Verfahren, insbesondere selektives Laserschmelzen.

In einer Ausgestaltung werden Oberflächenbereiche der Bauplattform, welche durch das mechanische Bearbeiten freigelegt wurden, mit einem pulverförmigen Basismaterial für das Bauteil beschichtet ohne dass, wie bei konventionellen additiven Verfahren üblich, die Bauplattform schichtweise abgesenkt wird.

In einer Ausgestaltung wird das Bauteil während des additiven Aufbaus mit einem Hohlraum versehen.

In einer Ausgestaltung wird das Bauteil derart aufgebaut, dass der Hohlraum lediglich an einer der Bauplattform zugewandten Seite (im Innenraum) geöffnet ist.

In einer Ausgestaltung wird der Hohlraum vor einem späteren Abtrennen des aufgebauten Bauteils von der Bauplattform und vor einer Wärmebehandlung des Bauteils derart mechanisch geöffnet, beispielsweise durch Bohren oder Sägen, dass ein pulverförmiges Basismaterial für das Bauteil, welches entspre-

chend während des additiven Aufbaus in dem Hohlraum eingeschlossen wurde, durch die Bauplattform entfernt werden kann.

5 Diese Ausgestaltung erlaubt, vorzugsweise vor der Wärmebehandlung und vor einem Trennschritt (Abtrennen des Bauteils von der Bauplattform), auf eine mechanische spanende Bearbeitung des Bauteilfestkörpers zu verzichten. Dadurch kann wiederum einer Rissbildung im Bauteil oder sogar einer Zerstörung vorgebeugt werden, da diese nach dem additiven Aufbau
10 und einem entsprechenden Abkühlen höchstwahrscheinlich stark verspannt oder anderweitig mechanisch belastet ist.

Der Grund, weshalb man generell vor der Trennung des Bauteils wärmebehandelt, ist die stabilisierende Wirkung der Substrat-
15 platte. Die, vorzugsweise massive, Substratplatte hält das aufgebaute Bauteil. Die Eigenspannungen, die im SLM-Prozess entstehen, würden beim Trennen ohne ein sogenanntes „Spannungsarmglühen“, also einer spannungsrelaxierenden Wärmebehandlung, zu einer irreversiblen Verformung der Bauteilform
20 führen.

Eine mechanische Bearbeitung des meistens weicheren Substrat- oder Plattformmaterials ist dabei weniger riskant. Somit erlaubt das vorgestellte Verfahren überhaupt erst die Entfernung von Pulver aus den beschriebenen inneren Hohlräumen des
25 Bauteils, ohne das Risiko einer Zerstörung durch Risse einzugehen.

Bei einer Wärmebehandlung würden sich zwar die während des
30 Aufbaus entstandenen Spannungen wieder abbauen, jedoch würde dann auch das Pulver sintern, wodurch es womöglich auch nicht mehr aus dem Hohlraum entfernt werden kann.

In einer Ausgestaltung umfasst die Bauplattform als Hauptbestandteil Stahl.
35

In einer Ausgestaltung wird das Bauteil aus einer Superlegierung und oder einer Nickelbasislegierung hergestellt.

In einer Ausgestaltung umfasst das Verfahren den parallelen additiven Aufbau einer Mehrzahl von Bauteilen, wobei eine Mehrzahl von Bauteilgeometrieen erfasst und entsprechend eine
5 Mehrzahl von abgeleiteten Aufbaugeometrieen in den Bearbeitungsbereich projiziert oder übertragen werden. Weiterhin wird die Bauplattform gemäß der Mehrzahl der Aufbaugeometrieen mechanisch bearbeitet und die Mehrzahl der Bauteile auf den entsprechenden Aufbauflächen additiv auf-
10 baut (wie oben anhand eines Bauteils beschrieben).

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein computerlesbares Medium, umfassend ausführbare Programmanweisungen oder Befehle, welche geeignet sind, eine Datenverar-
15 beitungseinrichtung oder einen Computer zu veranlassen, das beschriebene Verfahren, mindestens jedoch das beschriebene Erfassen und Übertragen, durchzuführen.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein
20 Computerprogrammprodukt umfassend ausführbare Programmanweisungen oder Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer oder eine Datenverarbeitungseinrichtung diesen bzw. diese veranlassen, das beschriebene Verfahren, mindestens jedoch das beschriebene Erfassen und Übertragen,
25 auszuführen.

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

30 Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren beschrieben.

Figur 1 zeigt eine schematische Schnittansicht eines auf
35 einer Bauplattform zumindest teilweise aufgebauten Bauteils.

Figur 2 zeigt eine schematische Schnittansicht eines erfindungsgemäß auf einer Bauplattform zumindest teilweise aufgebauten Bauteils.

5 Figur 3 zeigt eine schematische Aufsicht auf eine Bauplattform, auf der eine Mehrzahl von Bauteilen erfindungsgemäß zumindest teilweise aufgebaut wurde.

10 Figur 4 zeigt ein schematisches Flussdiagramm, welches Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens andeutet.

In den Ausführungsbeispielen und Figuren können gleiche oder gleich wirkende Elemente jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein. Die dargestellten Elemente und deren Größenverhältnisse untereinander sind grundsätzlich nicht als maßstabsgerecht anzusehen, vielmehr können einzelne Elemente, zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben dick oder groß dimensioniert dargestellt
20 sein.

Figur 1 zeigt eine Bauplattform 1. Auf der Bauplattform 1 ist ein Bauteil 10 angeordnet. Das Bauteil 10 wurde mittels eines additiven Herstellungsverfahrens zumindest teilweise auf der
25 Bauplattform 1 aufgebaut vorzugsweise mittels eines pulverbettbasierten Verfahrens, wie selektivem Laserschmelzen, oder einem anderen Verfahren.

Das Bauteil 10 ist vorzugsweise für den Einsatz in einer
30 Strömungsmaschine, vorzugsweise im Heißgaspfad einer Gasturbine vorgesehen. Das Bauteil besteht vorzugsweise aus einer Nickelbasis- oder Superlegierung, insbesondere einer nickel- oder kobaltbasierten Superlegierung. Die Legierung kann ausscheidungsgehärtet oder ausscheidungshärtbar sein. Dementsprechend kann ein, insbesondere pulverförmiges, Basismaterial für das Bauteil 10 beschaffen sein.
35

Das anhand von Figur 1 beschriebene Verfahren kann ein Verfahren des Standes der Technik sein.

Anhand der gestrichelten horizontalen Linien im oberen Bereich des Bauteils 10 soll angedeutet werden, dass das Bauteil aus einzelnen Schichten 16 oder schichtweise, bzw. durch schichtweise Verfestigung einzelner aufgetragener Pulverschichten aufgebaut wurde. Der Verfestigung erfolgt vorzugsweise entsprechend durch einen Laser- oder Elektronenstrahl, wie oben beschrieben.

Das Bauteil 10 weist in dem rechten Abschnitt einen Hohlraum 8 auf. Der Hohlraum 8 ist beispielsweise noch mit einem pulverförmigen Basismaterial 15, welches gemäß der Geometrie des Bauteils nicht verfestigt wurde, gefüllt. In den Bereichen 20 ist das Basismaterial 15, beispielsweise durch Ausblasen, nachträglich entfernt worden. Da der Hohlraum 8 lediglich zu einer der Bauplattform 1 zugewandten Seite geöffnet ist oder zumindest nach dem Trennen dort eine Öffnung haben soll, konnte das Pulver 15 nicht aus dem Hohlraum 8 entfernt werden.

Das Bauteil 10 ist in drei lateralen Abschnitten dargestellt, welche strukturell nicht zusammenhängen. Das Bauteil ist jedoch vorzugsweise nicht vollständig aufgebaut dargestellt. Anders als dargestellt, kann das Bauteil 10 im oberen Teil derart aufgebaut werden, dass die drei Abschnitte des Bauteils 10 strukturell zusammengeführt werden. Das Bauteil weist weiterhin einen Bearbeitungsbereich 14 auf. Der Bearbeitungsbereich 14 ist ein Bereich des Bauteils 10, welcher sich entlang einer Aufbaurichtung AR desselben erstreckt.

Der Bearbeitungsbereich 14 kann ein Übermaßbereich sein. Der Bearbeitungsbereich 14 umfasst weiterhin einen Nachbearbeitungsbereich 12 und einen Trennbereich 13. In dem Nachbearbeitungsbereich 12 wird das Bauteil vorzugsweise nach dem Trennen von der Bauplattform 1 durch zweckmäßige Verfahren nachbearbeitet. Die Nachbearbeitung kann eine Oberflächenbe-

handlung oder sogar eine weitere spanende Bearbeitung der entsprechenden Oberfläche des Bauteils bezeichnen.

In dem Trennbereich 13 wird im Gegensatz dazu vorzugsweise ein Trennschnitt zum Abtrennen des Bauteils 10 von der Bauplattform 1 angesetzt. Insbesondere kann das Bauteil 10 durch Sägen, Fräsen, Schleifen, Erodieren und/oder ein anschließendes Abschlagen von der Bauplattform 1 getrennt werden.

Die Dicke D des Bearbeitungsbereichs 14 kann beispielsweise zwischen 3 mm und 10 mm, insbesondere 5 mm betragen, um genügend Spielraum für den Trennschnitt anzubieten. Bei einer nominellen Schichtdicke von 40 µm, wären also 125 Beschichtungs- und Verfestigungsvorgänge erforderlich. Bei einer Dauer von einer Minute pro Schicht während der additiven Herstellung würde dies einen Zeitaufwand von über zwei Stunden bedeuten.

Gemäß dem anhand von Figur 1 beschriebenen Verfahren muss der ganze Bearbeitungsbereich 14 für eine Grundfläche des Bauteils 10 additiv mit aufgebaut werden, obwohl dieser später entweder durch Trennen oder Nachbearbeiten wieder entfernt wird. Da übliche Schichtdicken von standardmäßig durch selektives Laserschmelzen aufgebauten Bauteilen im Bereich zwischen 20 µm und 40 µm liegen, müssen für einen 5 mm dicken Bearbeitungsbereich mindestens 150 Materialschichten (ohne Berücksichtigung eines Schweißschrumpfes) aufwendig aus Pulver verfestigt werden. Dieser aufwändige Materialaufbau von später wieder zu entfernendem Material ist nicht nur aus Zeitgründen ungünstig. Dadurch, dass das Bauteilmaterial oftmals besonders fest und belastbar ist, wird ein Abtrennen oder auch ein Nachbearbeiten von Material in dem Bearbeitungsbereich 14 weiterhin durch die Materialeigenschaften erschwert.

Eine erfindungsgemäße Lösung des Problems ist anhand der folgenden Figuren beschrieben.

Insbesondere zeigt Figur 2 im Gegensatz zur Figur 1 eine Situation, in der ein Bauteil 10, ohne wertvolle Materialien und Aufbauzeiten zu „verschwenden“, aufgebaut wurde, wobei ein Bearbeitungsbereich 4 bereits in der Struktur der Bauplattform 1 vorgesehen ist.

Im Rahmen des beschriebenen Verfahrens wird also zunächst eine Bauteilgeometrie, insbesondere eine Geometrie des Bauteils entlang der ersten zu verfestigenden Schicht oder eines ersten additiv herzustellenden Bereichs, erfasst (vergleiche Verfahrensschritte a) in Figur 4). Dies kann durch ein optisches Scan-Verfahren und/oder softwaretechnisch umgesetzt werden, wobei auch einfach CAD-Daten (Computer-Aided-Design) und/oder CAM-Daten (Computer-Aided-Manufacturing) herangezogen werden können. Der erste additiv herzustellende Bereich kann beispielsweise auch nur die erste zu verfestigende Materialschicht für das Bauteil bezeichnen.

Es ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch vorgesehen, die gesamte Funktionalität des beschriebenen in eine entsprechende Steuerungssoftware für eine entsprechende Herstellungsanlage einzubinden. In der Steuerungs- und/oder Konstruktionssoftware oder einer entsprechenden Computerimplementierung des beschriebenen Verfahrens in eine Anlagenhardware kann beispielsweise auch der Herstellungsprozess vorbereitet werden, d.h. umfassend die Orientierung der Bauteile und deren Positionierung auf der Bauplattform.

Dieser Bereich wird nun datentechnisch, vorzugsweise automatisch über eine Software oder ein Datenverarbeitungsprogramm über eine abgeleitete Aufbaugeometrie 7 auf einen Bearbeitungsbereich der Bauplattform 1 übertragen oder projiziert (vergleiche Verfahrensschritte b) in Figur 4).

Die Projektion der Aufbaugeometrie 7 kann auch durch ein Datenverarbeitungsprogramm automatisch an ein Werkzeug für einen nachfolgenden mechanischen Bearbeitungsschritt für die Bauplattform 1 ausgegeben werden.

Das Verfahren umfasst anschließend das mechanische Bearbeiten (vergleiche Verfahrensschritte c) in Figur 4), insbesondere spanende Bearbeiten der Bauplattform 1 in lateralen Bereichen der Bauplattform in die die Bauteilgeometrie nicht übertragen wurde. Dadurch werden in dem Bearbeitungsbereich 4 Oberflächenbereiche 5 der Bauplattform 1 freigelegt, welche für den additiven Aufbau des Bauteils, insbesondere vor dem Verfestigen der ersten Bauteilschicht mit dem Basismaterial 15 befüllt oder beschichtet werden müssen (die Situation ist in Figur 2 nicht explizit dargestellt).

Die genannte Beschichtung kann jedoch von oben, das heißt beispielsweise durch Einfüllen von Pulver aus einem oberhalb der Bauplattform angeordneten Pulverreservoir oder aber durch einen standardmäßigen Beschichter erfolgen, währenddessen die Bauplattform 1 vorzugsweise nicht abgesenkt wird, da die Aufbaugeometrie 7 (wie oben beschrieben) bereits besteht.

Mit anderen Worten werden beispielsweise die ersten 5 mm (bei entsprechender Dicke des Bearbeitungsbereichs 4 entsprechend der ersten additiv herzustellenden Schicht des Bauteils als Sollgeometrie auf die Bauplattform 1 übertragen.

Das Resultat ist eine Aufbaugeometrie 7 in der Bauplattform 1, welche eine Aufbaufäche AF als Herstellungsfläche für das nachfolgend additiv aufzubauende Bauteil 10 bereitstellt. Dabei kann jedoch mit Vorteil - im Gegensatz zur Situation der Figur 1 - das Substratmaterial zum Bereitstellen des Bearbeitungsbereichs genutzt werden. Dementsprechend ist die Struktur des Bauteils 10 unmittelbar auf der Plattformstruktur des Bearbeitungsbereichs 4 in Figur 2 dargestellt.

Analog zur Beschreibung der Figur 1 umfasst der Bearbeitungsbereich 4 entlang einer Aufbaurichtung AR zunächst einen Trennbereich 3 und oberhalb von diesem, einen Nachbearbeitungsbereich 2, in welchem eine Trennung und/oder eine (me-

chanische) Nachbearbeitung der Bauplattform 1 für das Bauteil 10 nachträglich durchgeführt werden kann.

Entsprechend umfasst das Verfahren weiterhin das additive
5 Aufbauen des Bauteils auf der Aufbaufläche AF (vergleiche
Verfahrensschritte d) in Figur 4). Dies kann auch eine Wärme-
behandlung (vergleiche Verfahrensschritte dd) in Figur 4) um-
fassen, welche insbesondere bei der Bearbeitung von Bauteilen
aus Superlegierungen unvermeidlich ist, um die während des
10 Aufbaus entstandenen Spannungen, welche durch die hohen Be-
teiligten Temperaturen und Temperaturgradienten entstehen,
abzubauen.

Wie in Figur 1 gezeigt, wurde das Bauteil 10 ebenfalls mit
15 einem Hohlraum 8 aufgebaut, welcher lediglich nach unten, al-
so an einer zur Bauplattform 1 gewandten Seite, eine Öffnung
aufweisen soll.

Die in Figur 2 gezeigte Situation entspricht vorzugsweise ei-
nem Zeitpunkt in dem erfindungsgemäßen Verfahren zwischen den
20 Schritten d) und e) bzw. dd) und e) (vergleiche Figur 4),
d.h. vor einem sich anschließenden Trennschritt, in dem das
Bauteil 10 von der Substratplatte oder Bauplattform 1 ge-
trennt wird (siehe oben sowie Verfahrensschritt e) in Figur
25 4).

Das beschriebene Verfahren kann, wie in Figur 2 angedeutet,
einen weiteren Verfahrensschritt (vergleiche Verfahrens-
schritt ddd) in Figur 4) umfassen, in dem die Bauplattform 1
30 einschließlich des Bearbeitungsbereichs 4 als auch ein Teil
des Bauteils 10, von unten, d.h. durch die Bauplattform me-
chanisch geöffnet, beispielsweise gebohrt oder gefräst wurde,
um das Pulver oder Basismaterial 15 aus dem Hohlraum 8 zu
entfernen. Wie oben beschrieben, ist dies durch das erfin-
35 dungsgemäße Verfahren vorteilhafterweise möglich, ohne dass
das Material des Bauteils 10 selbst einer mechanischen Bear-
beitung unterzogen werden muss.

Figur 3 zeigt eine schematische Aufsicht auf die Bauplattform 1. Es ist insbesondere gezeigt, dass eine Mehrzahl von Bauteilen 10a, 10b und 10c auf der Bauplattform 1 angeordnet und aufgebaut sind. Diese können abweichend von den gezeigten Geometrien jede andere Form oder Kontur haben. Figur 3 verdeutlicht (dieser ist Aspekt ist in Figur 2 nicht dargestellt), dass eine Aufbaugeometrie (vergleiche Bezugszeichen 7a, 7b und 7c) von der Bauteilgeometrie abweichen, insbesondere davon abgeleitet sein kann. Dies bedeutet vorzugsweise, dass sich die Aufbaugeometrien 7a, 7b, 7c von denen der eigentlichen Bauteilgeometrien um ein zusätzliches Übermaß unterscheiden kann. Das genannte Übermaß wird vorzugsweise jeweils bei der mechanischen Bearbeitung der Bauplattform 1 berücksichtigt, beispielsweise um mögliche Lageabweichungen bei der Belichtung oder Verfestigung während des Aufbaus des Bauteils auszugleichen oder eine Toleranz zu bieten.

In Figur 4 ein schematisches Flussdiagramm der Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens. Gestrichelt sind nicht obligatorische Verfahrensschritte angedeutet. Der Rahmen um die Verfahrensschritte a) und b) deutet schematisch an, dass diese Verfahrensschritte durch Datenverarbeitungseinrichtung 50 automatisch oder semi-automatisch durchgeführt werden können (vergleiche oben).

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.

Patentansprüche

1. Verfahren zur additiven Herstellung eines Bauteils (10, 10a, 10b, 10c) umfassend die folgenden Schritte:

- 5 - a) Erfassen einer Bauteilgeometrie eines ersten additiv herzustellenden Bereichs des Bauteils (10),
- b) Übertragen einer von der erfassten Bauteilgeometrie abgeleiteten Aufbaugeometrie (7, 7a, 7b, 7c) in einen Bearbeitungsbereich (4) einer Bauplattform (1),
- 10 - c) mechanisches Bearbeiten der Bauplattform (1) in dem Bearbeitungsbereich (4) derart, dass die Aufbaugeometrie (7) in die Struktur der Bauplattform (1) übertragen wird, so dass durch die Aufbaugeometrie (7) eine Aufbaufläche (AF) für das Bauteil (10) definiert wird, und
- 15 - d) additives Aufbauen des Bauteils (10) auf der Aufbaufläche (AF).

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Erfassen der Bauteilgeometrie und/oder das Übertragen der Aufbaugeometrie (7) rechnerunterstützt oder durch ein Datenverarbeitungsprogramm durchgeführt werden.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Projektion der Aufbaugeometrie (7), durch ein Datenverarbeitungsprogramm automatisch an ein Werkzeug für das mechanische Bearbeiten der Bauplattform (1) ausgegeben wird.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Bearbeitungsbereich (4) einen Übermaßbereich an der Oberfläche der Bauplattform (1) darstellt, über welchen nach dem Aufbau eine Trennung des Bauteils (10) als auch eine mechanische Nacharbeit für das Bauteil (10) durchgeführt werden kann.

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Aufbaugeometrie (7) beim Übertragen von der erfassten Bauteilgeometrie abgeleitet wird, in dem die Aufbaugeometrie

mit einem vorbestimmten lateralen Aufmaß (7a, 7b, 7c) versehen wird.

- 5 6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend - nach dem additiven Aufbauen - das Abtrennen e) des Bauteils (10) von der Bauplattform (1) in dem Bearbeitungsbereich, insbesondere durch mindestens eines der folgenden Verfahren: Erodieren, Sägen, Fräsen, Schleifen und Abschlagen.
- 10 7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei dem Übertragen, eine Dicke (D) des Bearbeitungsbereichs (4) abhängig von einem Trennverfahren zum späteren Abtrennen des Bauteils (10) gewählt wird und für die Dicke (D) automatisch eine Auswahl von Werten vorgeschlagen wird.
- 15 8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Dicke (D) des Bearbeitungsbereichs (4) zwischen 3 und 10 mm, insbesondere 5 mm beträgt.
- 20 9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der additive Aufbau durch ein pulverbett-basiertes Verfahren erfolgt.
- 25 10. Verfahren gemäß Anspruch 9, wobei Oberflächenbereiche (5) der Bauplattform (1), welche durch das mechanische Bearbeiten freigelegt wurden, mit einem pulverförmigen Basismaterial (15) für das Bauteil (10) beschichtet werden, ohne dass die Bauplattform (1) abgesenkt wird.
- 30 11. Verfahren gemäß Anspruch 9 oder 10, wobei das Bauteil (10) während des additiven Aufbaus mit einem Hohlraum (8) versehen wird, welcher lediglich an einer der Bauplattform zugewandten Seite geöffnet ist, und wobei der Hohlraum (8) über die Bauplattform (1) vor einem späteren Abtrennen des
- 35 aufgebauten Bauteils (10) von der Bauplattform (1) und vor einer Wärmebehandlung (dd) des Bauteils (10) derart mechanisch geöffnet wird, dass ein pulverförmiges Basismaterial (15) für das Bauteil (10), welches entsprechend während des

additiven Aufbaus dem Hohlraum (8) des Bauteils (10) eingeschlossen wurde, durch die Bauplattform (1) entfernt werden kann.

5 12. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bauplattform (1) Stahl als Hauptbestandteil umfasst und wobei das Bauteil (10) aus einem hochtemperaturbeständigen Material, insbesondere einer Superlegierung und/oder einer Nickelbasislegierung, hergestellt wird.

10 13. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend den parallelen additiven Aufbau einer Mehrzahl von Bauteilen (10a, 10b, 10c), wobei eine Mehrzahl von Bauteilgeometrien der Bauteile erfasst und entsprechend eine Mehrzahl von abgeleiteten Aufbaugeometrien (7a, 7b, 7c) in den
15 Bearbeitungsbereich übertragen werden, wobei die Bauplattform gemäß der Mehrzahl der Aufbaugeometrien mechanisch bearbeitet und die Mehrzahl der Bauteile auf den entsprechenden Aufbauflächen additiv aufgebaut wird.

20 14. Computerlesbares Medium, umfassend ausführbare Programm-
anweisungen, welche geeignet sind, eine Datenverarbeitungseinrichtung (50) die folgenden Schritte durchführen zu lassen:

- 25 - Erfassen einer Bauteilgeometrie eines ersten additiv herzustellenden Bereichs des Bauteils (10) und
- Übertragen einer von der erfassten Bauteilgeometrie abgeleiteten Aufbaugeometrie (7) in einen Bearbeitungsbereich einer Bauplattform (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.
30

15. Computerprogrammprodukt umfassend ausführbare Programm-
anweisungen, die bei der Ausführung des Programms durch eine Datenverarbeitungseinrichtung (50) diese veranlassen, das
35 Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, mindestens jedoch das Erfassen und Übertragen, auszuführen.

FIG 1

Stand der Technik

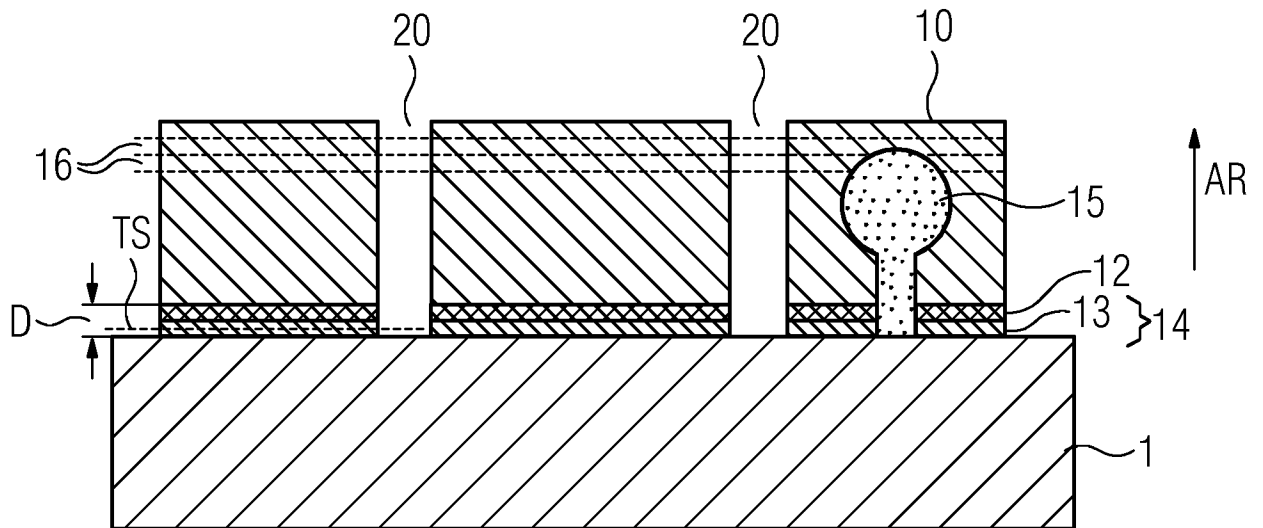
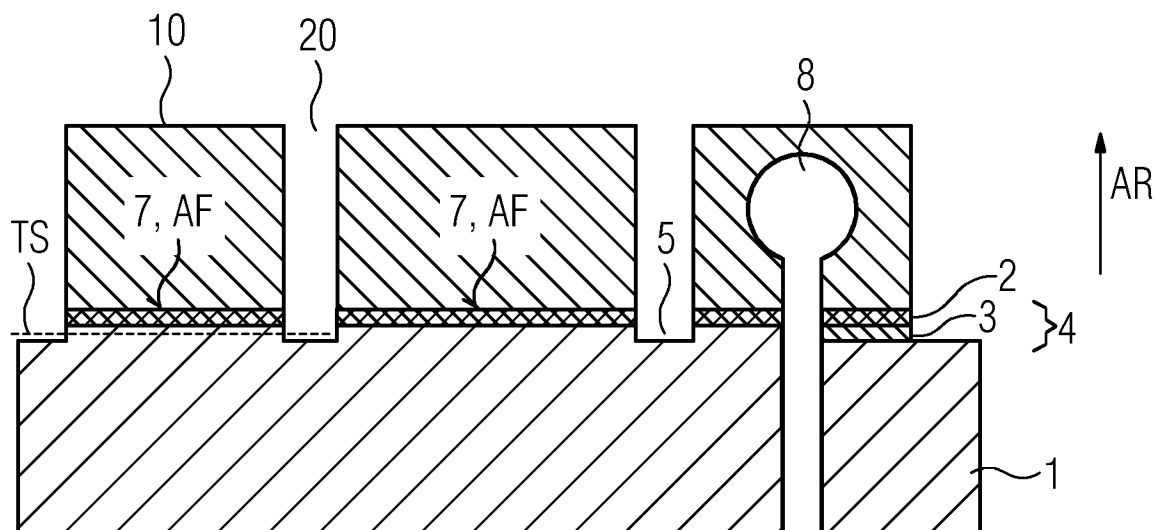
**FIG 2**

FIG 3

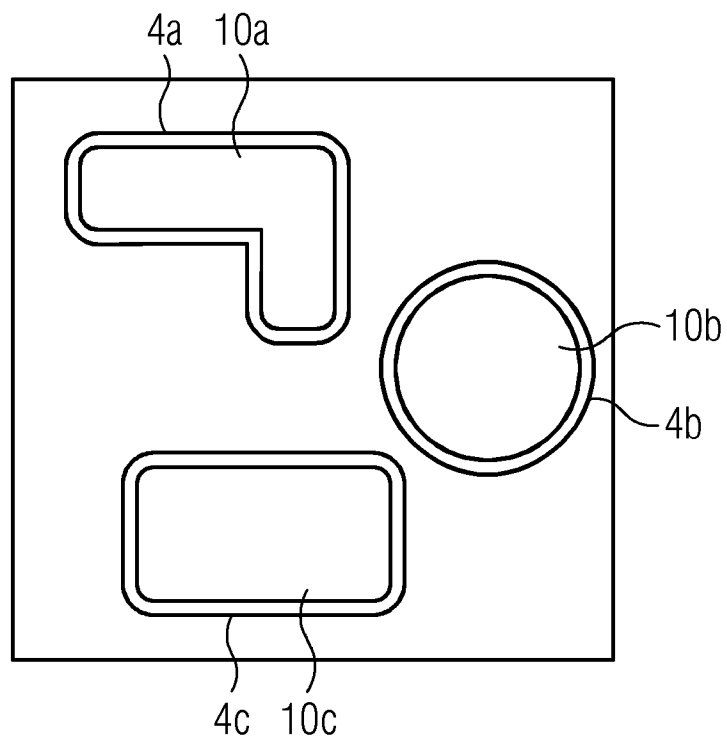
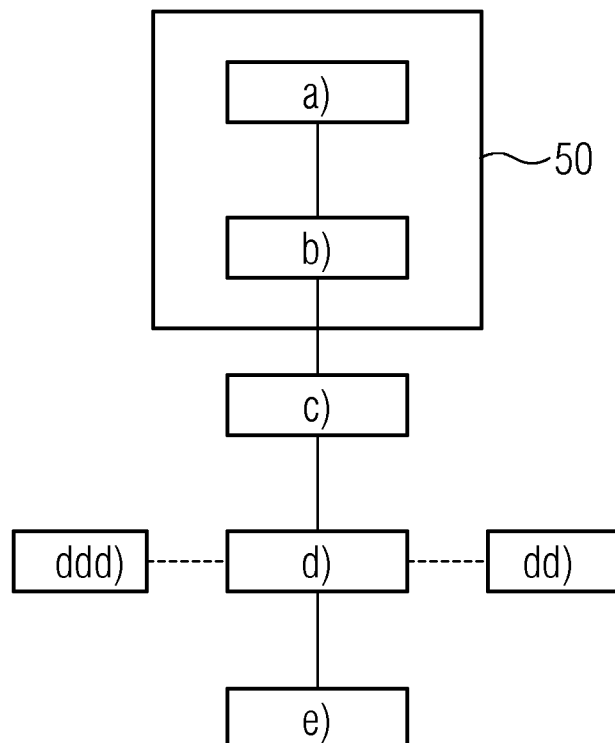


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/076538

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B22F3/105 B22F5/10

ADD. B22F3/24

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 B29C

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	DE 10 2012 011217 A1 (CL SCHUTZRECHTSVERWALTUNGS GMBH [DE]) 12 December 2013 (2013-12-12) figures 1,7,8,9 paragraph [0037] - paragraph [0050] -----	1-9, 13-15
X	JP 2003 305778 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 28 October 2003 (2003-10-28) figures 1, 2, 17,18 paragraph [0018] - paragraph [0026] paragraph [0033] - paragraph [0034] -----	1-3,5,9, 11,14,15
X	US 4 927 992 A (WHITLOW GRAHAM A [US] ET AL) 22 May 1990 (1990-05-22) figures 3-5 column 4, line 4 - column 5, line 42 -----	12
A	-/--	1-11, 13-15



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

31 January 2018

Date of mailing of the international search report

14/02/2018

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

Fodor, Anna

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/076538

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	EP 3 246 148 A1 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 22 November 2017 (2017-11-22) paragraph [0018] - paragraph [0021] paragraph [0057] - paragraph [0058] claims 1,2 figures 3-4	1,5,9
A	----- US 2015/054193 A1 (MEYER JONATHAN [GB]) 26 February 2015 (2015-02-26) the whole document -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/076538

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102012011217 A1	12-12-2013	NONE	
JP 2003305778 A	28-10-2003	NONE	
US 4927992 A	22-05-1990	NONE	
EP 3246148 A1	22-11-2017	EP 3246148 A1	22-11-2017
		US 2017333990 A1	23-11-2017
US 2015054193 A1	26-02-2015	EP 2828068 A1	28-01-2015
		GB 2500412 A	25-09-2013
		JP 2015516316 A	11-06-2015
		US 2015054193 A1	26-02-2015
		WO 2013140146 A1	26-09-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B22F3/105 B22F5/10
 ADD. B22F3/24

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B22F B29C

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	DE 10 2012 011217 A1 (CL SCHUTZRECHTSVERWALTUNGS GMBH [DE]) 12. Dezember 2013 (2013-12-12) Abbildungen 1,7,8,9 Absatz [0037] - Absatz [0050] -----	1-9, 13-15
X	JP 2003 305778 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 28. Oktober 2003 (2003-10-28) Abbildungen 1, 2, 17,18 Absatz [0018] - Absatz [0026] Absatz [0033] - Absatz [0034] -----	1-3,5,9, 11,14,15
X	US 4 927 992 A (WHITLOW GRAHAM A [US] ET AL) 22. Mai 1990 (1990-05-22) Abbildungen 3-5 Spalte 4, Zeile 4 - Spalte 5, Zeile 42 -----	12
A	-/--	1-11, 13-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



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

31. Januar 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14/02/2018

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

Fodor, Anna

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
E	EP 3 246 148 A1 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 22. November 2017 (2017-11-22) Absatz [0018] - Absatz [0021] Absatz [0057] - Absatz [0058] Ansprüche 1,2 Abbildungen 3-4	1,5,9
A	----- US 2015/054193 A1 (MEYER JONATHAN [GB]) 26. Februar 2015 (2015-02-26) das ganze Dokument -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/076538

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012011217 A1	12-12-2013	KEINE	
JP 2003305778 A	28-10-2003	KEINE	
US 4927992 A	22-05-1990	KEINE	
EP 3246148 A1	22-11-2017	EP 3246148 A1	22-11-2017
		US 2017333990 A1	23-11-2017
US 2015054193 A1	26-02-2015	EP 2828068 A1	28-01-2015
		GB 2500412 A	25-09-2013
		JP 2015516316 A	11-06-2015
		US 2015054193 A1	26-02-2015
		WO 2013140146 A1	26-09-2013