

(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 2018/091217 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B22F 3/105 (2006.01) B29C 64/153 (2017.01)
B33Y 10/00 (2015.01) B29C 64/20 (2017.01)
B33Y 30/00 (2015.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/076539

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

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 222 564.2
16. November 2016 (16.11.2016) DE

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

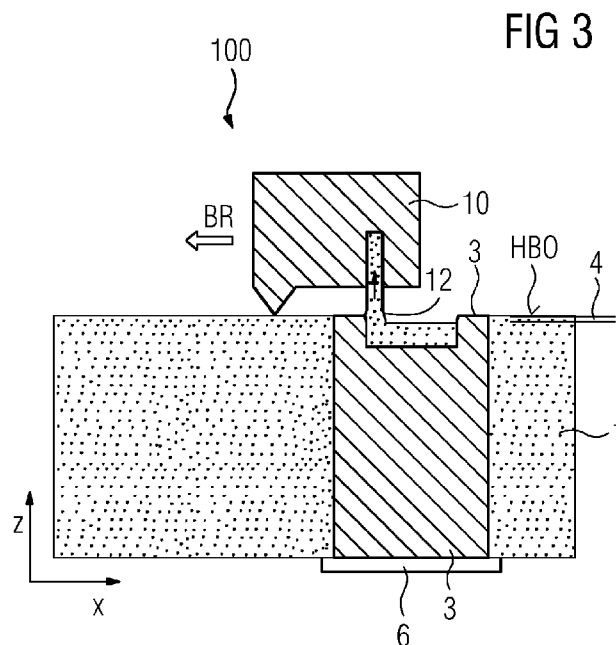
(72) Erfinder: GEISEN, Ole; Winterfeldstr. 52, 10781 Berlin
(DE).

(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, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,

(54) Title: METHOD FOR ADDITIVE MANUFACTURING WITH SELECTIVE REMOVAL OF BASE MATERIAL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ADDITIVEN HERSTELLUNG MIT SELEKTIVEM ENTFERNEN VON BASISMATERIAL



(57) Abstract: The invention relates to a method for the additive manufacturing of a component (3), comprising the selective removal, in particular suctioning, of a base material (1) for the component (3) during the additive construction, wherein the base material (1) is removed from a predefined region of a manufacturing surface (HOB) during movement of a coating device (20) for the additive manufacturing.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur additiven Herstellung eines Bauteils (3), umfassend das selektive Entfernen, insbesondere Absaugen, eines Basismaterials (1) für das Bauteil (3) während des additiven Aufbaus, wobei das Basismaterial (1) während einer Bewegung einer Beschichtungsvorrichtung (20) für die additive Herstellung aus einem vorbestimmten Bereich einer Herstellungsoberfläche (HOB) entfernt wird.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2018/091217 A1

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 mit selektivem Entfernen von Basismaterial

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur additiven bzw. schichtweisen Herstellung eines Bauteils sowie eine Vorrichtung für die additive Herstellung des Bauteils und eine entsprechende Anlage.

10

Das Bauteil kann weiterhin aus einer hochtemperaturbeständigen Legierung bestehen oder diese umfassen.

15

Das Bauteil ist vorzugsweise für den Einsatz in einer 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.

20

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.

25

Additive oder generative 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.

35

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.

5 Ein Problem, welches häufig in der pulverbettbasierten additiven Herstellung auftritt, ist die Schwierigkeit, ein pulverförmiges Basismaterial zuverlässig wieder aus einzelnen Bereichen, Kavitäten oder Hohlräumen, welche das Bauteil aufgrund seiner vorbestimmten Geometrie haben, zu entfernen.

10

Weiterhin kann es sinnvoll sein, im Wege einer Qualitätskontrolle oder Überwachung des Beschichtungs- oder Aufbauergebnisses während der additiven Herstellung, einzelne, insbesondere bereits mit Pulver beschichtete Bereich auf eine Herstellungsoberfläche im Bauraum, insbesondere während des additiven Aufbaus, ganz oder teilweise von Pulver oder Basismaterial zu befreien. Insbesondere ist es wünschenswert, die Oberflächengüte von Seitenflächen des Bauteils zu verbessern. Wenn diese Seitenflächen nicht im direkten Kontakt mit Pulver stehen, kann, beispielsweise mit einem Laser oder einem anderen Werkzeug, die Oberfläche in einem Zwischenschritt bearbeitet und deren Qualität verbessert werden.

15

20

Im Stand der Technik dürften bereits Verfahren beschrieben sein, mit welchen insbesondere nach der additiven Herstellung, beispielsweise nachdem eine Schutzgasatmosphäre für den eigentlichen Aufbau wieder entfernt wurde, der Bauraum, in dem sich das Bauteil befindet, von überschüssigem Pulver zu befreien, insbesondere durch entsprechende Absaugvorrichtungen.

25

30

Ein Verfahren zur additiven Herstellung mit einer Pulversaug-einrichtung ist beispielsweise bekannt aus DE 10 2013 206 205 A1.

35

Die beschriebenen, bekannten Verfahren erlauben es jedoch nicht, bereits auf eine Herstellungsoberfläche aufgetragenes Pulver während des additiven Aufbaus einzelner Schichten,

insbesondere zwischen oder während der Verfestigung einzelner Schichten, Bereiche der Herstellungsoberfläche wieder von Pulver zu befreien. Dies kann jedoch insbesondere dann vorteilhaft oder sogar unentbehrlich sein, wenn das Bauteil eine komplexe Geometrie aufweist, und schwerzugängliche Hohlräume für die Funktionalität des Bauteils von Pulver befreit werden müssen. Pulverförmiges Basismaterial kann sonst, d.h. nach dem fertigen Aufbau des Bauteils, möglicherweise gar nicht mehr entfernt werden, insbesondere wenn die Hohlräume vollständig geschlossen sind. Eine nachfolgende Wärmebehandlung würde dieses Pulver dann zumindest sintern, womit die Funktionalität des entsprechenden Hohlraums wesentlich eingeschränkt oder zerstört würde.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Mittel anzugeben, welche das selektive Entfernen, insbesondere Absaugen, von Basismaterial während der additiven Herstellung, d.h. während oder zwischen dem additiven Aufbau einzelner Schichten für ein Bauteil, erlauben.

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, insbesondere schichtweisen Herstellung eines Bauteils, umfassend das selektive Entfernen, insbesondere Absaugen, eines Basismaterials für das Bauteil während des additiven Aufbaus des Bauteils.

In einer Ausgestaltung kann das Basismaterial zwischen dem additiven Aufbau einzelner Bauteilschichten oder während des additiven Aufbaus einer einzelnen Bauteilschicht oder einer entsprechenden Beschichtung selektiv entfernt werden.

Der genannte additive Aufbau umfasst vorzugsweise weiterhin die Beschichtung einer Herstellungsoberfläche mit einem Basismaterial und das anschließende Verfestigen der entstande-

nen Schicht durch Bestrahlung oder Exponierung mit einem Energiestrahл, beispielsweise einem Laser- oder Elektronenstrahl.

5 Bei dem beschriebenen Verfahren wird das Basismaterial während einer Bewegung, vorzugsweise einer Horizontalbewegung, einer Beschichtungsvorrichtung für die additive Herstellung aus einem vorbestimmten Bereich einer Herstellungsoberfläche entfernt. Mit anderen Worten kann das Basismaterial gemäß dem
10 beschriebenen Verfahren vorzugsweise an oder in der Herstellungsoberfläche oder in jedem beliebigen anderen, bereits mit Basismaterial beschichteten Bereich in einem Bauraum, entfernt werden.

15 Der genannte Bereich der Herstellungsoberfläche ist vorzugsweise ein (lateraler) Teilbereich derselben, d.h. beispielsweise in Aufsicht auf die Herstellungsoberfläche betrachtet.

Die genannte Herstellungsoberfläche ist zweckmäßigerweise eine durch eine Basismaterialschicht gebildete Oberfläche im
20 Bauraum, und entsprechend durch ein Pulverbett definiert. Die Herstellungsoberfläche kann weiterhin einen Bereich im Pulverbett des Basismaterials bezeichnen, ebenso einen Bereich, welcher sich beispielsweise lateral neben bereits verfestigten
25 Bauteilschichten befindet. Demgemäß kann auch Pulver unterhalb der Herstellungsoberfläche - beispielsweise zwischen Belichtungs- oder Verfestigungsschritten einzelner Schichten - entfernt werden.

30 Das beschriebene Verfahren ist insbesondere vorteilhaft, wenn, beispielsweise wie oben angedeutet, der Rand oder eine senkrechte Seitenfläche des Bauteils nachbearbeitet werden soll - beispielsweise durch Abtragen oder erneutes Umschmelzen mit dem Laser. Eine derartige Nacharbeit wird durch das
35 beschriebene Verfahren überhaupt erst ermöglicht.

Die raue Oberfläche selektiv mit einem Laser aufgeschmolzener Schichten entsteht beim SLM-Verfahren dadurch, dass Pulverpartikel ins Schmelzbad gezogen werden.

- 5 Die Herstellungsfläche kann alternativ eine Oberfläche eines Bauteilssubstrats oder eines Teils eines bereits additiv aufgebauten Bauteils darstellen, welche mit dem Basismaterial bedeckt ist.
- 10 Insbesondere dadurch, dass das selektive Entfernen des Basismaterials aus dem vorbestimmten Bereich während des additiven Aufbaus des eigentlichen Bauteils und während einer Bewegung einer Beschichtungsvorrichtung für die additive Herstellung erfolgt, kann besonders vorteilhaft Einfluss auf den additiven Aufbauprozess genommen werden. Insbesondere kann das Basismaterial aus zuvor bereits aufgebauten Räumen des Bauteils schichtweise wieder entfernt werden. Weiterhin kann -
15 beispielsweise im Wege einer Qualitätssicherung oder -überwachung, ein Beschichtungsergebnis korrigiert und/oder
20 sogar Schweißspritzer schichtweise zusammen mit anderweitig überschüssigem Basismaterial aus dem Bauraum abgesaugt werden.

25 In einer Ausgestaltung ist das Verfahren ein pulverbettbasiertes additives Herstellungsverfahren.

In einer Ausgestaltung ist das Basismaterial ein Ausgangspulver für das Bauteil.

- 30 In einer Ausgestaltung wird das selektive Entfernen mittels Absaugen durchgeführt.

In einer Ausgestaltung wird das selektive Entfernen während eines Beschichtungsvorgangs des Verfahrens durchgeführt. Diese Ausgestaltung ermöglicht mit Vorteil eine besonders zweckmäßige und vor allem Zeit effiziente Absaugung von Pulver, da dies in einem Schritt mit dem Pulverauftrag erfolgt. Weiterhin betrifft diese Ausgestaltung einen besonders einfachen
35

Weg, beispielsweise die Pulverentfernung hardwaretechnisch umzusetzen, da ein entsprechender Saugkopf oder eine Düse (siehe unten) an einer Beschichtungsvorrichtung angebracht werden kann.

5

In einer Ausgestaltung wird das selektive Entfernen während einer Rückbewegung, beispielsweise in Rückwärtsrichtung, der Beschichtungsvorrichtung für die additive Herstellung durchgeführt. Diese Ausgestaltung ermöglicht ebenfalls die Ausnutzung der oben genannten Vorteile.

10

In einer Ausgestaltung wird das selektive Entfernen nach einem Belichtungsvorgang des Verfahrens durchgeführt. Diese Ausgestaltung kann insbesondere für die oben beschriebene mechanische Nacharbeit von Seitenflächen des Bauteils zweckmäßig sein.

15

In einer Ausgestaltung des Verfahrens wird eine Bauplattform, auf welcher das Bauteil zweckmäßigerweise additiv aufgebaut wird, während des Entfernens beziehungsweise des Absaugens, abgesenkt. Dies erlaubt mit Vorteil, dass die Beschichtungsvorrichtung, beispielsweise eine Klinge, ein Schieber oder eine Bürste, nicht mit einer zuvor aufgebauten Bauteilschicht oder eines Teils des Bauteils kollidiert und Schäden verursacht.

25

In einer Ausgestaltung werden Seitenwände des Bauteils bzw. eines bereits verfestigten Teils desselben, welche an den vorbestimmten Bereich angrenzen und von pulverförmigen Basismaterial freigelegt wurden, nach dem selektiven Entfernen mechanisch nachbearbeitet werden. Dies ermöglicht, wie oben beschrieben, die Verbesserung der Oberflächengüte des Bauteils, und damit möglicherweise ebenfalls die Bauteilfunktion.

30

In einer Ausgestaltung ist das Verfahren ein pulverbettbasiertes Verfahren, beispielsweise ein Verfahren zum selektiven Laserschmelzen, und das Basismaterial ein pulverförmiges

35

ges Basismaterial, wobei das selektive Entfernen mittels Absaugen des Pulvers durchgeführt wird.

5 In einer Ausgestaltung ist das Verfahren ein Stereolithographie-Verfahren und das Basismaterial ein flüssiges Basismaterial. Gemäß dieser Ausgestaltung, kann das Basismaterial ebenfalls abgesaugt und/oder abgepumpt werden.

10 In einer Ausgestaltung umfasst das Verfahren das Einbringen mindestens eines vorgefertigten Bauteilelements nach dem selektiven Entfernen derart in einen additiven Aufbau bzw. in einen Bereich über der Herstellungsoberfläche, dass das Bauteilelement einen durch abgesaugtes Pulver und eine verfestigte Struktur des Bauteils definierten Hohlraum unmittelbar
15 in oder entlang einer Aufbaurichtung begrenzt. Mit anderen Worten kann das Bauteilelement, welches beispielsweise ein (additiv) vorgefertigtes Teil des Bauteils, vorzugsweise aus demselben Material wie das zukünftige Bauteil bestehend, ist, als Brücke einen Hohlraum für das Bauteil begrenzen. Auf diese Weise kann mit Vorteil auf die Herstellung aufwendiger
20 Stützstrukturen, welche bei pulverbettbasierten Verfahren bei größeren Überhängen oder Hinterschneidungen notwendig sind, verzichtet werden. In dem Fall, dass der beschriebene Hohlraum gemäß der vorbestimmten Geometrie des Bauteils vollständig geschlossen ist, ermöglicht diese Ausgestaltung überhaupt erst die additive Fertigung, da andernfalls durch das beschriebene Verfahren keine Möglichkeit besteht, das vorhandene Pulver - ohne eine nachträgliche spanende Bearbeitung - wieder aus dem Hohlraum zu entfernen.

30

Eine solche spanende Bearbeitung kann jedoch vor einer obligatorischen Wärmebehandlung nach dem additiven Aufbau (Lösungsglühen) aufgrund der während des Aufbaus entstehenden Spannungsverhältnisse im Bauteil kritisch sein und häufig zur
35 Rissbildung oder sogar zur Zerstörung und Ausschuss des Bauteils führen.

Nach einer entsprechenden Wärmebehandlung wäre weiterhin das Pulver im Raum schon gesintert, was eine nachträgliche Entfernung der gesinterten Struktur aus dem Hohlraum ebenfalls entscheidend erschwert oder unmöglich macht.

5

In einer Ausgestaltung berechnet eine Software oder ein Datenverarbeitungsprogramm die Menge des für einen folgenden Beschichtungsvorgang benötigten Basismaterials ausgehend von einem Volumen des zuvor entfernten Basismaterials (Absaugung) automatisch oder halbautomatisch.

10

In einer Ausgestaltung umfasst das Verfahren das laterale Beschichten der Herstellungsoberfläche mit dem Basismaterial durch eine Beschichtungsvorrichtung, wobei - abhängig von dem zu beschichtenden Volumen des von der Beschichtungsvorrichtung überstrichenen Bereichs der Herstellungsoberfläche - die Beschichtungsgeschwindigkeit für ein optimales oder vorteilhaftes Beschichtungsergebnis angepasst wird. Auf diese Art kann insbesondere das Beschichtungsergebnis und somit möglicherweise die spätere Mikrostruktur oder Oberflächenqualität für das eigentliche Bauteil verbessert werden. Weiterhin kann das Fließverhalten des pulverförmigen Basismaterials auf diese Art berücksichtigt und/oder einer fehlerhaften Beschichtung vorgebeugt werden.

15

20

25

In einer Ausgestaltung erfolgt die Anpassung der Beschichtungsgeschwindigkeit ebenfalls durch die oben beschriebene Software.

30

In einer Ausgestaltung wird die Beschichtungsgeschwindigkeit für große (vorbestimmte) Schichtdicken oder für große mit Basismaterial zu bedeckende Volumina oder Hohlräume kleiner gewählt als für - im Verhältnis dazu - kleinere Schichtdicken oder kleinere mit Basismaterial zu bedeckende Volumina.

35

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Vorrichtung für die additive Herstellung des Bauteils, welche ausgebildet ist, das Basismaterial gemäß dem beschriebenen

Verfahren selektiv aus dem vorbestimmten Bereich durch Absaugen zu entfernen.

5 In einer Ausgestaltung weist die Vorrichtung einen Saugkopf oder eine Düse auf, welche an die Beschichtungsvorrichtung für die additive Herstellung gekoppelt und relativ zu der Herstellungsoberfläche bewegbar ist.

10 In einer Ausgestaltung ist der Saugkopf sowohl lateral entlang der Herstellungsoberfläche als auch senkrecht zu der Herstellungsoberfläche, bewegbar ist, so dass auch Pulver unterhalb der Herstellungsoberfläche entfernt werden kann. Idealerweise ist die Vorrichtung derart ausgebildet, dass der Saugkopf jeden (lateralen) Punkt oder Bereich auf der Bau-
15 platte bzw. der Herstellungsoberfläche, d.h. beispielsweise in XY-Richtung erreicht. Zusätzlich kann der Saugkopf vorzugsweise in einen Pulverbereich unterhalb der Herstellungsoberfläche, d.h. in Z-Richtung abgesenkt werden, um dort Pulver zu entfernen.

20

In einer Ausgestaltung ist eine Saugleistung der Vorrichtung ausreichend bemessen, Bauteilelemente bis zu einer vorbestimmten oder kritischen Dicke oder einem kritischen Gewicht des jeweiligen Bauteilelements mittels eines Unterdrucks während der additiven Herstellung in einen Aufbau über die Herstellungsoberfläche oder im Bauraum zu bewegen. Vorzugsweise kann ein Bauteilelement von einem Bereich, beispielweise in Aufsicht auf eine Herstellungsoberfläche betrachtet, in dem kein Basismaterial gehalten wird, in einen Bereich oberhalb
25 der Herstellungsoberfläche (über einen Hohlraum) bewegt werden. In diesem Sinne kann die Vorrichtung als
30 Positioniermittel für Bauteilelemente fungieren.

35 Die genannte Dicke kann beispielsweise eine Schichtdicke einer aufzutragenden Schicht des Basismaterials oder ein Vielfaches davon betragen.

In einer Ausgestaltung ist die Vorrichtung so ausgebildet, dass (zuvor) entfernte Basismaterial über eine Schutzgasabsaugvorrichtung, aus einem Herstellungs- oder Bauraum für die additive Herstellung zu entfernen.

5

In einer Ausgestaltung weist die Vorrichtung einen Auffangbehälter auf, in welchem abgesaugtes Basismaterial, beispielsweise bis zu einer möglichen Entleerung am Ende der Herstellung des Bauteils, gehalten werden kann.

10

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Anlage für die additive Herstellung, umfassend die Beschichtungsvorrichtung und die Vorrichtung wie oben beschrieben.

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

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren beschrieben.

20

Figur 1 zeigt eine schematische Schnitt- oder Seitenansicht einer Anlage, umfassend eine erfindungsgemäße Vorrichtung.

25 Figur 2 zeigt entsprechend der Darstellung der Figur 1 eine alternative Ansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Die Figuren 3 bis 6 deuten jeweils in einer Darstellung analog zu den Figuren 1 und 2 erfindungsgemäße Verfahrensschritte an.

30

Die Figuren 7 und 8 deuten jeweils in einer zu den Figuren 1 und 2 ähnlichen Darstellung Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens an.

35

Figur 9 zeigt ein schematisches Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

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 sein.

10 Figur 1 zeigt eine Anlage 100 zur additiven Herstellung eines Bauteils 3. Die Anlage 100 umfasst eine Vorrichtung 10 zur additiven Herstellung des Bauteils 3.

Bei dem vorliegend anhand der Anlage 100 und der Vorrichtung 15 10 beschriebenen additiven Herstellungsverfahren für das Bauteil 3 handelt es sich vorzugsweise um ein pulverbettbasiertes Herstellungsverfahren, vorzugsweise um selektives Laserschmelzen, alternativ dazu, um Elektronenstrahlschmelzen oder selektives Lasersintern.

20 Im unteren Bereich der Figur 1 ist ein Pulverbett mit einem pulverförmigen Basismaterial 1 für das Bauteil 3 (vergleiche Figur 3) gezeigt. Das Basismaterial 1 bildet ein Pulverbett mit einer Herstellungsoberfläche HOB. Oberhalb der Herstellungsoberfläche HOB ist die Vorrichtung 10 gezeigt. Die Vorrichtung 10 ist eine Vorrichtung zum selektiven Entfernen, insbesondere Absaugen von Pulver von Bereichen der Herstellungsoberfläche HOB, um einen additiven Herstellungsprozess für das Bauteil 3 zu vereinfachen oder zu verbessern.

30 Das Bauteil 3 ist vorzugsweise ein hochtemperaturbeständiges Bauteil, vorzugsweise für den Einsatz im Heißgaspfad einer Gasturbine. Dementsprechend ist das Bauteil 3 vorzugsweise aus einer Nickelbasis- oder Superlegierung hergestellt. Dementsprechend ist das Basismaterial vorzugsweise ein Pulver 35 aus einer entsprechenden Legierung.

Die Vorrichtung 10 umfasst einen Saugkopf 12. Der Saugkopf 12 weist vorzugsweise einen verhältnismäßig kleinen Durchmesser zum Absaugen des Basismaterials oder Pulvers auf, um einer zweckmäßigen räumlichen Auflösung eine entsprechende Saugleistung (für die Pulverentfernung) zur Verfügung zu stellen. Der Saugkopf 12 ist weiterhin vorzugsweise relativ zu der Herstellungsoberfläche HOB beweglich, d.h. in X, Y und Z-Richtung (vergleiche die Koordinatensysteme unten links im Pulverbett). Die Z-Richtung beschreibt vorzugsweise eine Aufbaurichtung für das Bauteil (vergleiche Figur 3).

Die Vorrichtung 10 umfasst weiterhin einen Auffangbehälter 11, in welchem das entfernte oder abgesaugte Pulver beispielsweise während der Bewegung der Vorrichtung 10 aufgefangen und gehalten werden kann. Das Basismaterial oder Pulver 11, kann anders als in Figur gekennzeichnet, durch eine entsprechende Rohrleitung oder Schläuche in den Auffangbehälter 1 geleitet und beispielsweise durch einen Zyklon darin abgeschieden werden.

Die Vorrichtung 10 weist vorzugsweise weiterhin ein Beschichtungswerkzeug oder eine Beschichtungsvorrichtung 20 auf. Insbesondere kann die Vorrichtung 10 mit der Beschichtungsvorrichtung 20 gekoppelt oder einstückig durch diese bereitgestellt sein. Die Beschichtungsvorrichtung 20 kann beispielsweise einen Schieber, eine Rakel, eine Klinge und/oder eine Bürste umfassen oder darstellen.

Alternativ oder zusätzlich könnte die Vorrichtung 10 derart mit der Beschichtungsvorrichtung 20 gekoppelt werden, dass die Vorrichtung 10 dennoch beweglich, beispielsweise in X und/oder Y-Richtung beweglich relativ zu der Beschichtungsvorrichtung ist. Demgemäß könnte die Vorrichtung 10 - ähnlich einer Laufkatze - über eine Schiene beispielsweise in X und/oder Y Richtung verfahrbar sein.

Figur 1 zeigt weiterhin eine Bestrahlungsvorrichtung, vorzugsweise eine Einrichtung zum Exponieren des Pulverbetts mit

einem Laser- oder Elektronenstrahl gemäß einer für das Bauteil 3 vorgegebenen Geometrie. Diese Geometrie liegt vorzugsweise bereits vor dem Herstellungsprozess in Form von CAM/CAD-, oder anderen Konstruktionsdaten vor. Ebenso ist das Bauteil im Vorfeld bereits in den Konstruktionsdaten in die einzelnen Bauteilschichten unterteilt ("slicing").

Durch die vertikale gestrichelte Linie in Figur 1 ist lediglich schematisch angedeutet, dass das Pulverbett am Rand einen Überlauf umfassen kann, in welchen, von der Beschichtungsvorrichtung 20 bewegtes überschüssiges Pulver entleert werden kann.

Figur 1 zeigt vorzugsweise eine Schnittansicht entlang der XZ-Ebene geschnitten (vergleiche Koordinatensystem unten links).

Figur 2 zeigt eine alternative Ansicht der Vorrichtung 10. Im Gegensatz zu Figur 1 zeigt die Vorrichtung aus Figur 2 eine an eine Schutzgasabsaugvorrichtung 30 gekoppelte Verbindung, über welche das Pulver 1 beispielsweise aus einem Herstellungs- oder Bauraum (nicht weiter gekennzeichnet) entfernt werden kann. Dies geschieht vorzugsweise während einer Bewegung der Beschichtungsvorrichtung 20. Die genannte Verbindung (in der Figur nicht explizit gekennzeichnet) kann einen Winkel, insbesondere jede zweckmäßige Form aufweisen, die vorteilhaft ist, eine fluidische Kommunikation zwischen dem Saugkopf 12 und der Absaugvorrichtung 30 herzustellen.

In der Ausgestaltung der Vorrichtung 10 gemäß Figur 2 kann der in Figur 1 dargestellte Auffangbehälter 11 entbehrlich sein.

Figur 2 zeigt eine Schnitt- oder Seitenansicht entlang der YZ-Ebene geschnitten (vergleiche Koordinatensystem unten links).

Figur 3 zeigt eine Situation der Anlage 100, in welcher bereits ein Bauteil 3 teilweise additiv, das heißt schichtweise durch abwechselndes Beschichten der Herstellungsoberfläche HOB und Bestrahlen der entsprechenden Pulverschicht z. B. durch einen Laserstrahl, aufgebaut wurde. Das Bauteil 3 wurde, wie in der additiven Fertigung üblich, auf einer absenk-
5 baren Bauplattform 6 aufgebaut.

Es ist weiterhin gezeigt, dass während einer Bewegung der
10 Vorrichtung 10 entlang einer Beschichtungsrichtung BR (vergleiche nach links gerichteter Pfeil) Basismaterial von der Herstellungsoberfläche HOB oberhalb des Bauteils 3 durch Absaugen entfernt wird. Dies kann auch in mehreren Schritten oder Bewegungen der Vorrichtung 10 erfolgen.

15 Figur 4 zeigt einen Verfahrensschritt des erfindungsgemäßen Verfahrens, welcher anschließend an die in Figur 3 dargestellte Situation, vorzugsweise jedoch nachdem ein kompletter Hohlraum 8 oder abgesaugter Bereich AB von Basismaterial 1
20 befreit wurde (vergleiche Figur 4), ein Bauteilelement 5 vorzugsweise von einem Ort hinter dem beschriebenen Überlauf in einen Bereich oberhalb des Bauteils 3 und vorzugsweise des genannten Hohlraums 8 bewegt wird. Insbesondere wird das Bauteilelement entlang einer Rückwärtsrichtung RR, welche der
25 Beschichtungsrichtung BR entgegengesetzt ist, bewegt.

Beim Absaugen, zum Beispiel während der Rückbewegung RR der Beschichtungsrichtung 20, kann die Bauplattform 6 weiter-
30 hin abgesenkt werden. Auf diese Weise berührt das die Vorrichtung 20, z.B. deren Klinge, nicht die zuletzt hergestellte Bauteilschicht.

Da weiterhin, abhängig von der Saugleistung der Vorrichtung 10, nur Pulver aus einer bestimmten Tiefe des Pulverbetts ab-
35 gesaugt werden kann, kann der Saugkopf 12 oder eine entsprechende Düse desselben entlang der Z-Richtung beweglich sein und dementsprechend Pulver 1 auch unterhalb der Herstellungsoberfläche HOB absaugen.

Das Bauteilelement 5 kann aus dem gleichen oder einem ähnlichen Material wie der Rest des Bauteils 3 bestehen. Das Bauteilelement 5 kann beispielsweise mittels desselben Verfahrens vorgefertigt sein.

In Figur 5 ist eine Situation gezeigt, in der das Bauteilelement 5 bereits von der Vorrichtung 10 durch einen von dem Saugkopf 12 angewendeten Unterdruck an das Bauteil 3 auf das Bauteil 3 bewegt wurde, derart, dass der Hohlraum 8 vollständig abgedeckt wird.

Dazu sollte eine Dicke des Bauteilelements 5 nicht zu dick gewählt werden, um auch das Gewicht des Bauteilelements in vertretbaren Grenzen zu halten und es zuverlässig noch durch den Saugkopf 12 ansaugen und bewegen zu können.

Die Dicke D des Bauteilelements 5 kann beispielsweise einem Vielfachen einer Bauteilschichtdicke oder einer entsprechenden Dicke einer Schicht des Basismaterials entsprechen. Übliche Basismaterial-Schichtdicken liegen im Bereich von 20 bis 50 μm . Die Dicke D kann beispielsweise einige Millimeter betragen.

Es sei darauf hingewiesen, dass das Ansaugen des Bauteilelements 5 und das Entfernen des Basismaterials 1 von der Herstellungsoberfläche HOB für das beschriebene Verfahren einen gekoppelten Vorteil (Synergie) bietet, da nur auf diese Weise ohne eine übermäßig komplizierte Anlagentechnik, geschlossene Hohlräume in additiv gefertigten Bauteilen von Pulver befreit und damit zweckmäßig hergestellt werden können.

Entsprechend kann der Hohlraum 8, welcher neben dem Bauteilelement 5 auch noch von der bis dato aufgebauten Struktur des Bauteils 3 definiert ist, vollständig geschlossen sein (vergleiche Figur 6).

Im Wege der weiteren additiven Fertigung wird nun vorzugsweise eine durch das Bauteilelement 5 gebildete Herstellungsoberfläche mit neuem Basismaterial beschichtet (eine Beschichtung mit neuem Basismaterial ist in den Figuren 3 bis 6 nicht explizit gekennzeichnet), wodurch der Struktur des Bauteils mit zunehmend aufgebauten Schichten mehr Stabilität verliehen werden kann, und so eine Brücke über dem Hohlraum auch nicht Gefahr läuft, zu brechen.

Figur 7 zeigt eine Situation, in der eine Herstellungsoberfläche, insbesondere Bereiche an zuletzt verfestigten Stellen des Bauteils 3 von der Vorrichtung (in Figur 7 nicht explizit gekennzeichnet) - wie oben beschrieben - von Basismaterial 1 befreit wurden. Diese Bereiche sind mit AB (abgesaugter Bereich) gekennzeichnet. Es kann insbesondere zweckmäßig sein, Randbereiche des Bauteils 3 während der additiven Herstellung von Pulver zu befreien, um die Randbereiche mechanisch oder mit dem Laser zu bearbeiten, ohne dass das anliegende Pulver den Prozess beeinflusst.

20

Figur 8 deutet schematisch an, dass im Rahmen der vorliegenden Erfindung, beispielsweise abhängig vom Fließverhalten des Pulvers in bestimmten Bereichen der Herstellungsoberfläche die Beschichtungsgeschwindigkeit im Gegensatz zu anderen V1-Bereichen verändert werden kann, um ein sauberes bzw. zuverlässigeres Auffüllen, Auftragen oder Beschichten zu gewährleisten.

Mit anderen Worten kann das beschriebene Verfahren das laterale Beschichten der Herstellungsoberfläche HOB mit Basismaterial 1 durch die Beschichtungsvorrichtung 20 umfassen, wobei - abhängig von dem zu bedeckenden Volumen des von der Beschichtungsvorrichtung überstrichenen, lateralen Bereichs der Herstellungsoberfläche HOB - die Beschichtungsgeschwindigkeit (vgl. V1, V2) für ein optimales Beschichtungsergebnis angepasst wird.

Beispielsweise kann für große Schichtdicken oder für große mit Basismaterial 1 zu bedeckende Volumina die Beschichtungsgeschwindigkeit V_2 kleiner gewählt werden als für im Verhältnis dazu kleineren Schichtdicken oder kleineren mit Basismaterial 1 zu bedeckende Volumina, um ein besseres Beschichtungsergebnis zu erzielen.

Die Beschichtungsgeschwindigkeit kann auch automatisch oder semiautomatisch über eine Software (vergleiche Verfahrensschritte B in Figur 9) angepasst bzw. herabgesetzt werden. Insbesondere kann oder sollte ab einem bestimmten abgesaugten Volumen standardmäßig mehrfach beschichtet werden. Ein sogenannter „boost factor“ in der Software kann die Pulvermenge, die in einem Beschichtungsschritt zur Verfügung gestellt wird, beispielsweise automatisch anpassen.

Nach dem Auftragen einer neuen Schicht in einem zuvor von Pulver befreitem Bereich, kann vorzugsweise überprüft werden, ob wieder ein gleichmäßiges Pulverbett vorliegt. Dies kann optisch oder durch andere geeignete Mittel erfolgen. Bei einem negativen Ergebnis kann der Beschichtungsvorgang (vor dem Scannen oder Belichten) wiederholt werden.

Figur 9 zeigt schematisch und möglicherweise unvollständig erfindungsgemäße Verfahrensschritte anhand eines Flussdiagramms.

Das Flussdiagramm umfasst einen Verfahrensschritt a), welcher einen Beschichtungsschritt, beispielsweise der oben beschriebenen Herstellungsoberfläche HOB, bezeichnet. Bei diesem Schritt kann es sich um eine konventionelle oder im Stand der Technik übliche Technik zum Beschichten einer Bauteiloberfläche handeln.

Der Verfahrensschritt b) beschreibt ein Belichtungs-, Bestrahlungs-, oder Exponierung mit einem Energiestrahle, beispielsweise einem Laserstrahl, um das Bauteil gemäß seiner vorbe-

stimmten Geometrie entsprechend additiv aufzubauen (siehe oben).

In einem folgenden Verfahrensschritt (nicht explizit in Figur 5 9 gekennzeichnet) kann eine Datenverarbeitungseinrichtung der Anlage 100 und/oder der Vorrichtung 10, beispielsweise über ein entsprechendes Programm oder eine Software, die Menge des für einen folgenden Beschichtungsvorgang benötigten Basismaterials 1, ausgehend von dem Volumen des zuvor entfernten Basismaterials, 1 automatisch berechnen. Das abgesaugte Volumen erhöht dabei die Pulvermenge, die im folgenden Schritt aufgetragen werden muss, es sei denn, das Volumen wurde in einem Zwischenschritt durch das Einlegen eines Bauteilelements - wie oben beschrieben - abgeschlossen. Dieser Aspekt kann 15 durch die beschriebene Software automatisch angepasst werden, beispielsweise indem ein „Verfahrweg“, entlang dem ein Kolben einer Pulverzuführung beispielsweise entlang der Z-Richtung nach oben verfahren wird, jedes Mal über einen entsprechenden Parameter in der Software vergrößert wird. Auch bei anderen 20 Auftragsmechanismen kann die aufgetragene Pulvermenge entsprechend angepasst werden.

Der Verfahrensschritt c) bezeichnet vorzugsweise das selektive Entfernen des Basismaterials aus vorbestimmten Bereichen 25 der Herstellungsoberfläche, insbesondere zum Befreien von Bereichen des Bauteils, welche kein Pulver enthalten sollen, wie oben beschrieben, durch Absaugen.

Als mögliche folgende Verfahrensschritte sind kumulativ oder 30 alternativ die Schritte d1) d2) und d3) in Figur 9 gezeigt.

Schritt d1) deutet einen weiteren Belichtungsschritt (Laser scanning) zum Verfestigen des Basismaterial an (vgl. Schritt b) oben). Nach dem selektiven Entfernen des Pulvers können im 35 Rahmen der vorliegenden Erfindung also weitere, von Pulver befreite oder tieferliegende, Bereiche belichtet und/oder Umgeschmolzen werden.

Schritt d2) deutet eine mögliche mechanische Nacharbeit von von Pulver freigelegten Seitenflächen des Bauteils an, um, wie oben beschrieben, entsprechende Oberflächeneigenschaften zu verbessern.

5

Schritt d3) bezeichnet das Einbringen eines Bauteilelements, wie oben beschrieben, insbesondere zum Abdecken eines Hohlraums, sodass vorteilhafterweise in diesem Bereich auf den Aufbau von aufwendigen Stützstrukturen verzichtet werden

10

kann.

Die in dem Flussdiagramm der Figur 9 gezeigten Verfahrensschritte können vorzugsweise im Rahmen eines additiven Herstellungsverfahrens iterativ ausgeführt werden.

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 additiven Herstellung eines Bauteils (3), umfassend das selektive Entfernen, insbesondere Absaugen, eines Basismaterials (1) für das Bauteil (3) während des additiven Aufbaus, wobei das Basismaterial (1) während einer Bewegung einer Beschichtungsvorrichtung (20) für die additive Herstellung aus einem vorbestimmten Bereich einer Herstellungsoberfläche (HOB) entfernt wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das selektive Entfernen während eines Beschichtungsvorgangs des Verfahrens durchgeführt wird.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei das selektive Entfernen während einer Rückbewegung (RR) einer Beschichtungsvorrichtung für die additive Herstellung und/oder nach einem Belichtungsvorgang durchgeführt wird.
4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Seitenwände des Bauteils, welche an den vorbestimmten Bereich angrenzen, nach dem selektiven Entfernen mechanisch nachbearbeitet werden.
5. Verfahren gemäß Anspruch 4, umfassend das Einbringen mindestens eines vorgefertigten Bauteilelements (5) nach dem selektiven Entfernen derart in einen additiven Aufbau, dass das Bauteilelement (5) einen durch entferntes Basismaterial definierten Hohlraum (8) unmittelbar in einer Aufbaurichtung (Z) begrenzt.
6. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei das Bauteilelement (5) für den additiven Aufbau einer folgenden Bauteilschicht (4) zumindest teilweise eine Herstellungsfläche (HOB) bildet, welche nach dem Einbringen des Bauteilelements (5) mit einer neuen Basismaterialschicht beschichtet wird.

7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Software eine Menge des für einen folgenden Beschichtungsvorgang benötigten Basismaterials (1), ausgehend von einem Volumen des entfernten Basismaterials (1), automatisch berechnet.

8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend das laterale Beschichten der Herstellungsoberfläche (HOB) mit dem Basismaterial durch eine Beschichtungsvorrichtung (20), wobei - abhängig von dem zu bedeckenden Volumen des von der Beschichtungsvorrichtung (20) überstrichenen Bereichs der Herstellungsoberfläche (HOB) - die Beschichtungsgeschwindigkeit (V1, V2) für ein optimales Beschichtungsergebnis angepasst wird.

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei die Beschichtungsgeschwindigkeit (V1, V2) für große Schichtdicken oder für große mit Basismaterial (1) zu bedeckende Volumina kleiner gewählt wird als für die im Verhältnis dazu kleineren Schichtdicken oder kleineren mit Basismaterial (1) zu bedeckenden Volumina.

10. Vorrichtung (10) für die additive Herstellung eines Bauteils (3), welche ausgebildet ist, ein Basismaterial (1) gemäß dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche während der additiven Herstellung selektiv aus dem vorbestimmten Bereich durch Absaugen zu entfernen, wobei die Vorrichtung (10) einen Saugkopf (12) aufweist, welcher an eine Beschichtungsvorrichtung (20) für die additive Herstellung gekoppelt und relativ zu der Herstellungsoberfläche (HOB) bewegbar ist.

11. Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 10, wobei der Saugkopf (12) sowohl lateral entlang der Herstellungsoberfläche (HOB) als auch senkrecht zu der Herstellungsoberfläche (HOB), bewegbar ist, so dass auch Pulver unterhalb der Herstellungsoberfläche (HOB) entfernt werden kann.

12. Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 10 oder 11, wobei eine Saugleistung der Vorrichtung (10) ausreichend ist, Bauteilelemente (5) bis zu einer vorbestimmten Dicke (D) mittels eines Unterdrucks während der additiven Herstellung über die Herstellungsoberfläche (HOB) zu bewegen.

13. Vorrichtung (10) gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12, welche ausgebildet ist, das entfernte Basismaterial (1) über eine Schutzgasabsaugvorrichtung (30) aus einem Herstellungsraum für die additive Herstellung zu entfernen.

14. Anlage (100) für die additive Herstellung, umfassend die Beschichtungsvorrichtung (20) und die Vorrichtung (10) gemäß einem der Ansprüche 10 bis 13.

15

FIG 1

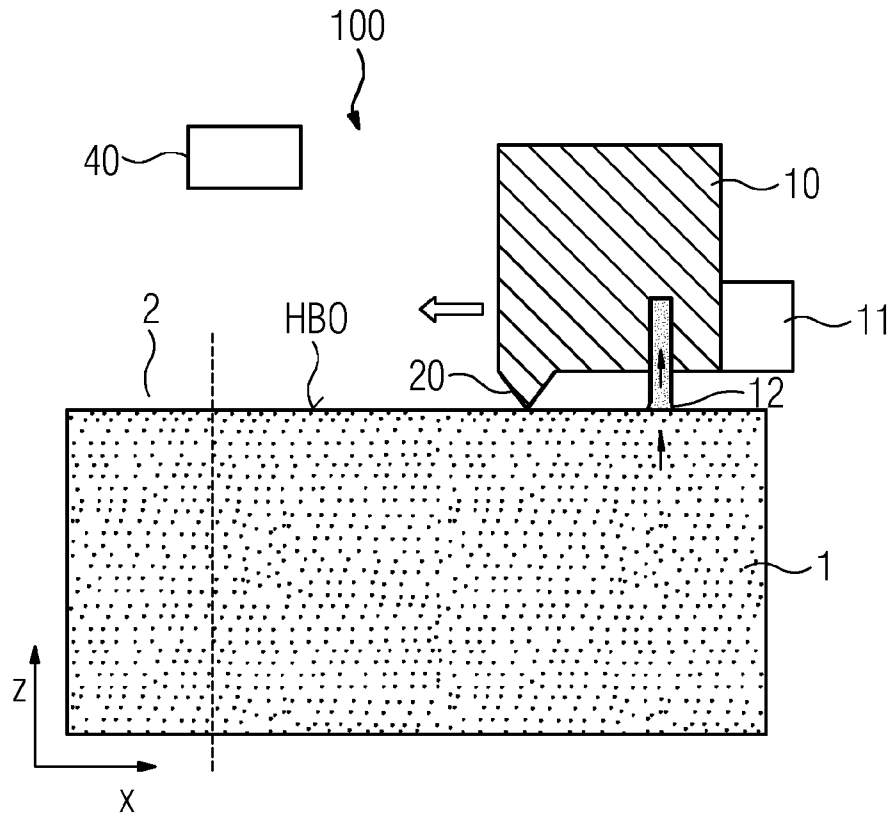


FIG 2

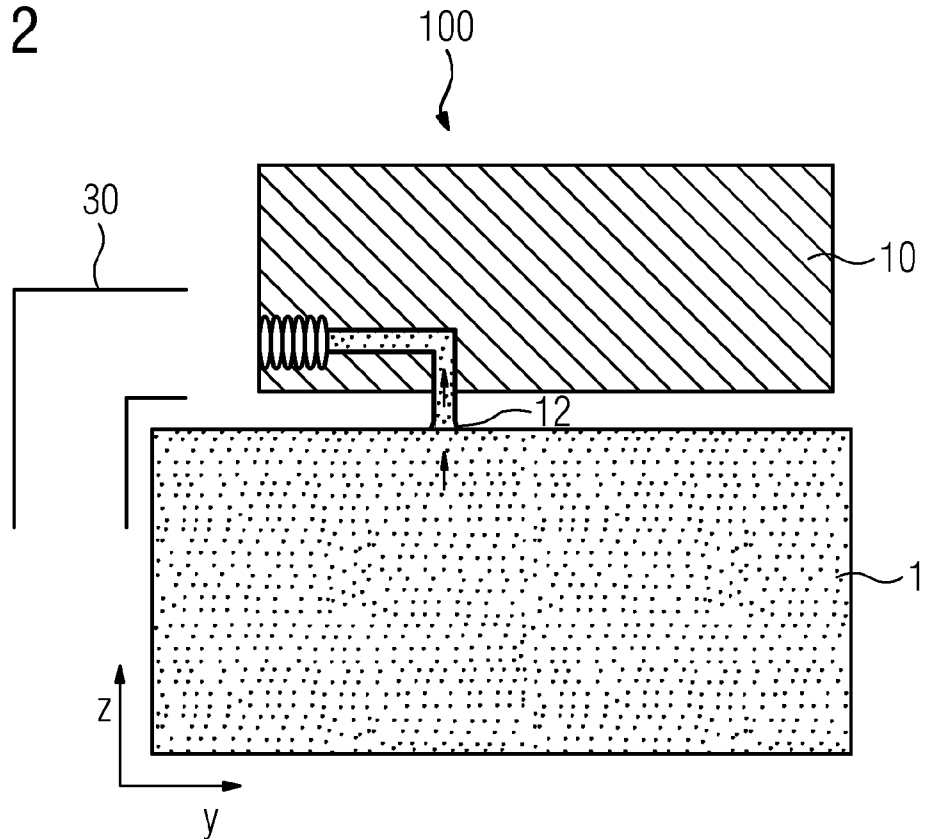


FIG 3

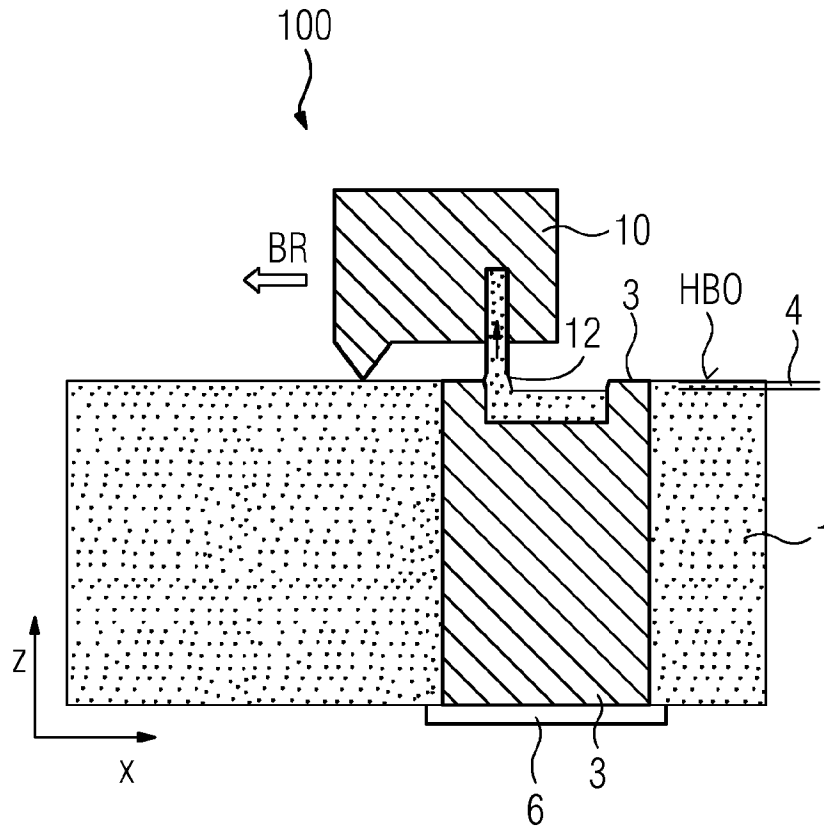


FIG 4

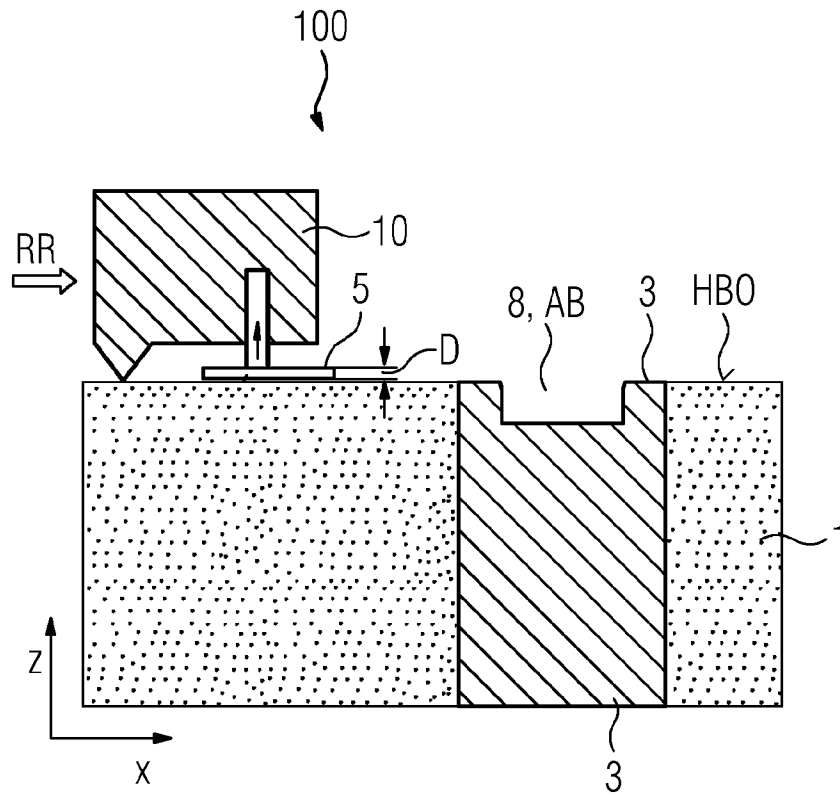


FIG 5

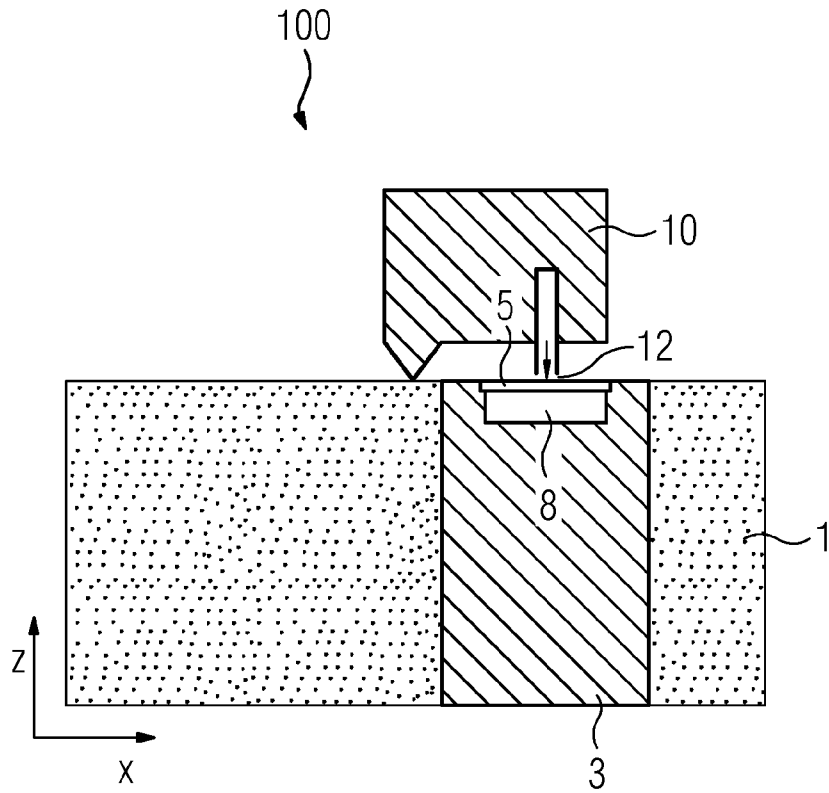


FIG 6

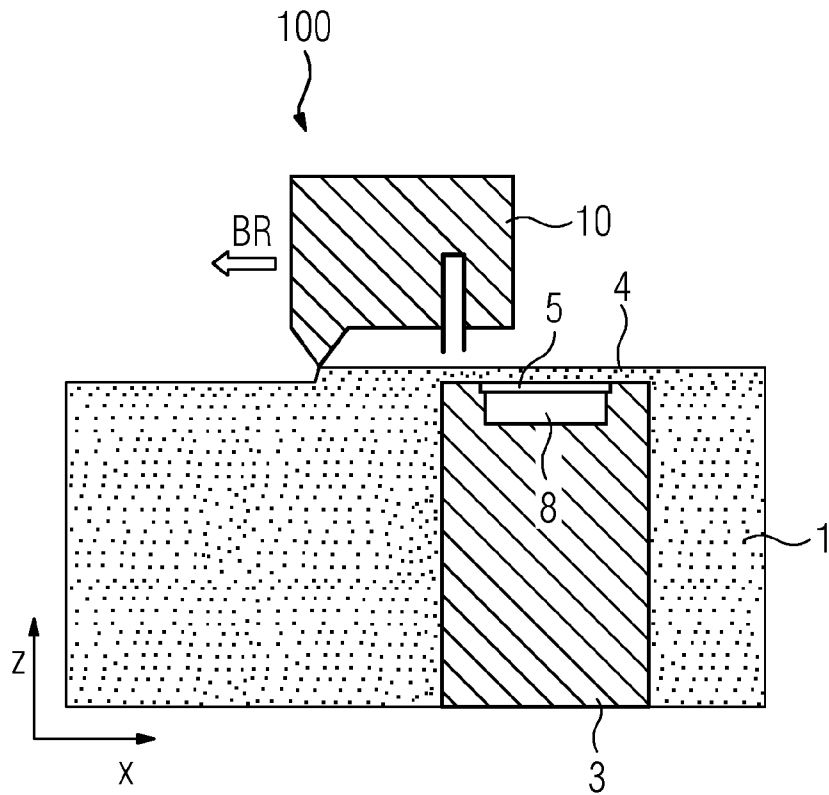


FIG 7

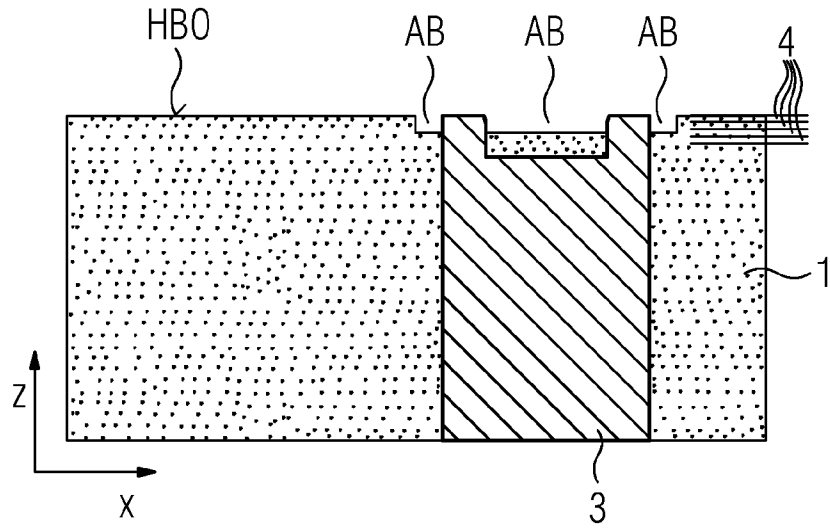


FIG 8

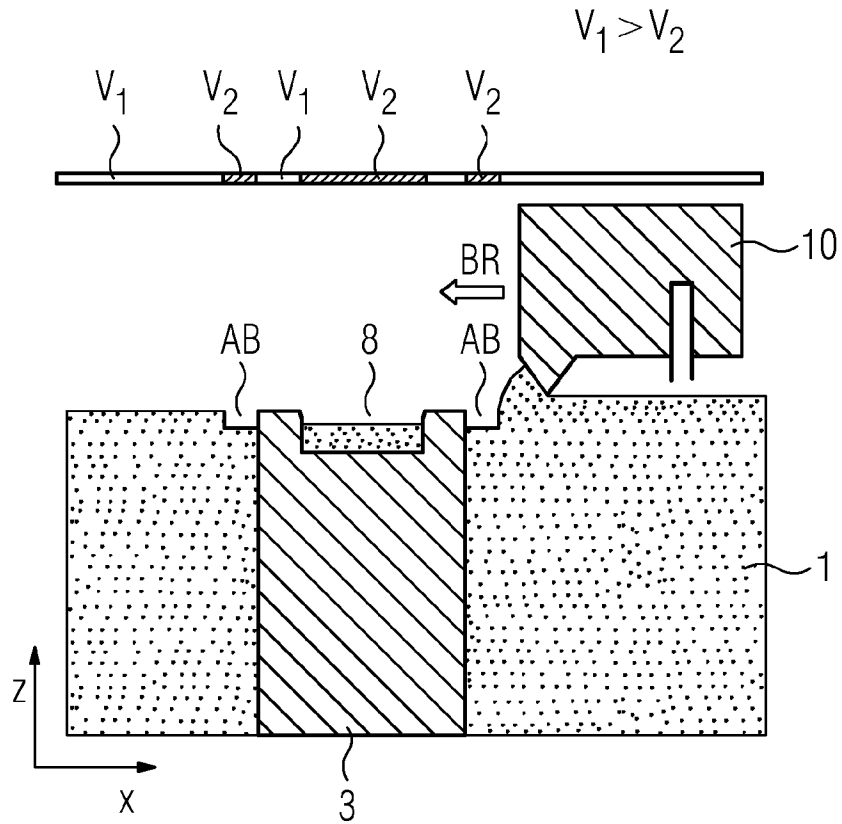
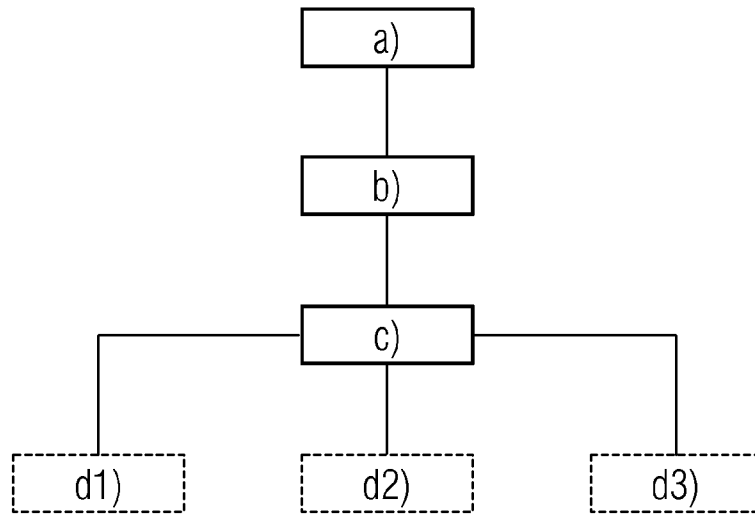


FIG 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/076539

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B22F3/105 B33Y10/00 B33Y30/00 B29C64/153 B29C64/20
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 B33Y 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 Y A	US 2015/367415 A1 (BULLER BENYAMIN [US] ET AL) 24 December 2015 (2015-12-24) paragraphs [0265], [0266], [0268] - [0273], [0318] figures 24, 25	1,2,7-14 5,6 3,4
X A	US 2010/006228 A1 (ABE SATOSHI [JP] ET AL) 14 January 2010 (2010-01-14) paragraphs [0074] - [0076], [0098], [0099] figures 12, 17	1,3,4,7, 10,14 2,5,6,8, 9,11-13
X A	DE 101 48 967 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD [JP]) 18 April 2002 (2002-04-18) paragraph [0083] figure 11	10,11,14 1-9,12, 13
	----- -/--	

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 15 January 2018	Date of mailing of the international search report 22/01/2018
---	---

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 Traon, Nicolas
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/076539

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000 190086 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 11 July 2000 (2000-07-11)	5,6
A	paragraphs [0015] - [0017] figure 1	1-4,7-14

X,P	WO 2017/153463 A1 (DIGITAL METAL AB [SE]) 14 September 2017 (2017-09-14) claims 1, 11, 20 figures 1-7	1-3,7, 10,14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2017/076539

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2015367415	A1	24-12-2015	CA 2952633 A1 23-12-2015
			CN 106488819 A 08-03-2017
			EP 3157696 A1 26-04-2017
			GB 2546016 A 05-07-2017
			JP 2017532433 A 02-11-2017
			KR 20170021839 A 28-02-2017
			US 2015367415 A1 24-12-2015
			US 2015367416 A1 24-12-2015
			US 2015367417 A1 24-12-2015
			US 2015367418 A1 24-12-2015
			US 2015367419 A1 24-12-2015
			US 2015367446 A1 24-12-2015
			US 2015367447 A1 24-12-2015
			US 2015367448 A1 24-12-2015
			US 2016121399 A1 05-05-2016
			US 2016207109 A1 21-07-2016
			US 2016297006 A1 13-10-2016
			US 2016297007 A1 13-10-2016
			US 2017021420 A1 26-01-2017
			US 2017144254 A1 25-05-2017
			US 2017189963 A1 06-07-2017
			US 2017334024 A1 23-11-2017
			WO 2015196149 A1 23-12-2015

US 2010006228	A1	14-01-2010	CN 101541511 A 23-09-2009
			DE 112008000027 T5 10-06-2009
			DE 202008017990 U1 10-02-2011
			JP 4238938 B2 18-03-2009
			JP 5027780 B2 19-09-2012
			JP 2009007669 A 15-01-2009
			JP 2009078558 A 16-04-2009
			KR 20090035713 A 10-04-2009
			US 2010006228 A1 14-01-2010
			WO 2008146920 A1 04-12-2008

DE 10148967	A1	18-04-2002	CN 1347783 A 08-05-2002
			DE 10148967 A1 18-04-2002
			JP 3446733 B2 16-09-2003
			JP 2002115004 A 19-04-2002
			KR 20020027259 A 13-04-2002

JP 2000190086	A	11-07-2000	JP 3557926 B2 25-08-2004
			JP 2000190086 A 11-07-2000

WO 2017153463	A1	14-09-2017	GB 2548340 A 20-09-2017
			WO 2017153463 A1 14-09-2017

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/076539

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B22F3/105 B33Y10/00 B33Y30/00 B29C64/153 B29C64/20
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B22F B33Y 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 Y A	US 2015/367415 A1 (BULLER BENYAMIN [US] ET AL) 24. Dezember 2015 (2015-12-24) Absätze [0265], [0266], [0268] - [0273], [0318] Abbildungen 24, 25	1,2,7-14 5,6 3,4
X A	US 2010/006228 A1 (ABE SATOSHI [JP] ET AL) 14. Januar 2010 (2010-01-14) Absätze [0074] - [0076], [0098], [0099] Abbildungen 12, 17	1,3,4,7, 10,14 2,5,6,8, 9,11-13
X A	DE 101 48 967 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD [JP]) 18. April 2002 (2002-04-18) Absatz [0083] Abbildung 11	10,11,14 1-9,12, 13
	----- -/--	

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
15. Januar 2018	22/01/2018

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 Traon, Nicolas
--	---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	JP 2000 190086 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 11. Juli 2000 (2000-07-11)	5,6
A	Absätze [0015] - [0017] Abbildung 1	1-4,7-14
X,P	----- WO 2017/153463 A1 (DIGITAL METAL AB [SE]) 14. September 2017 (2017-09-14) Ansprüche 1, 11, 20 Abbildungen 1-7 -----	1-3,7, 10,14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/076539

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015367415	A1	24-12-2015	CA 2952633 A1 23-12-2015
			CN 106488819 A 08-03-2017
			EP 3157696 A1 26-04-2017
			GB 2546016 A 05-07-2017
			JP 2017532433 A 02-11-2017
			KR 20170021839 A 28-02-2017
			US 2015367415 A1 24-12-2015
			US 2015367416 A1 24-12-2015
			US 2015367417 A1 24-12-2015
			US 2015367418 A1 24-12-2015
			US 2015367419 A1 24-12-2015
			US 2015367446 A1 24-12-2015
			US 2015367447 A1 24-12-2015
			US 2015367448 A1 24-12-2015
			US 2016121399 A1 05-05-2016
			US 2016207109 A1 21-07-2016
			US 2016297006 A1 13-10-2016
			US 2016297007 A1 13-10-2016
			US 2017021420 A1 26-01-2017
			US 2017144254 A1 25-05-2017
			US 2017189963 A1 06-07-2017
			US 2017334024 A1 23-11-2017
			WO 2015196149 A1 23-12-2015

US 2010006228	A1	14-01-2010	CN 101541511 A 23-09-2009
			DE 112008000027 T5 10-06-2009
			DE 202008017990 U1 10-02-2011
			JP 4238938 B2 18-03-2009
			JP 5027780 B2 19-09-2012
			JP 2009007669 A 15-01-2009
			JP 2009078558 A 16-04-2009
			KR 20090035713 A 10-04-2009
			US 2010006228 A1 14-01-2010
			WO 2008146920 A1 04-12-2008

DE 10148967	A1	18-04-2002	CN 1347783 A 08-05-2002
			DE 10148967 A1 18-04-2002
			JP 3446733 B2 16-09-2003
			JP 2002115004 A 19-04-2002
			KR 20020027259 A 13-04-2002

JP 2000190086	A	11-07-2000	JP 3557926 B2 25-08-2004
			JP 2000190086 A 11-07-2000

WO 2017153463	A1	14-09-2017	GB 2548340 A 20-09-2017
			WO 2017153463 A1 14-09-2017
