

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 50006/2017
 (22) Anmeldetag: 17.01.2017
 (24) Beginn der Schutzdauer: 15.04.2018
 (45) Veröffentlicht am: 15.04.2018

(51) Int. Cl.: **B22F 1/00** (2006.01)
B22F 3/105 (2006.01)
B33Y 10/00 (2015.01)
B33Y 30/00 (2015.01)
B33Y 40/00 (2015.01)

(56) Entgegenhaltungen:
 US 2016375491 A1
 WO 2016011294 A2
 WO 2016007672 A1

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
 Universität Innsbruck
 6020 Innsbruck (AT)

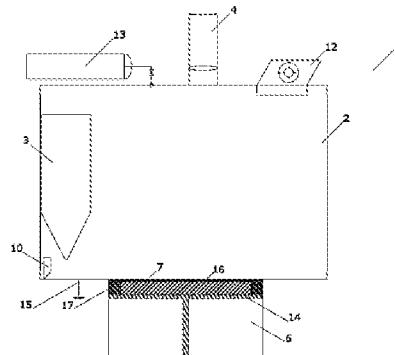
(72) Erfinder:
 Braun Jakob BSc MSc
 6020 Innsbruck (AT)
 Leichtfried Gerhard Johannes Dipl.Ing. Dr.
 6600 Reutte (AT)
 Kaserer Lukas BSc MSc
 6020 Innsbruck (AT)
 Stajkovic Janko
 6020 Innsbruck (AT)

(74) Vertreter:
 Torggler P. Mag.Dr., Hofinger St. Dipl.Ing. Dr.,
 Gangl M. Mag. Dr., Maschler Ch. MMag. Dr.,
 Hechenleitner B. Dipl.Ing. (FH) Dr., Lercher A.
 Dipl.-Phys. Dr.
 Innsbruck

(54) **Verfahren zur additiven Fertigung**

(57) Verfahren zur additiven Fertigung eines Bauteiles, bei welchem zu verfestigende Pulverpartikel mittels eines Elektronenstrahls verfestigt werden, wobei

- die zu verfestigenden Pulverpartikel vor dem Verfestigen und/oder
- die Pulverpartikel während des Verfestigens und/oder
- die durch das Verfestigen der Pulverpartikel entstandene Struktur nach dem Verfestigen durch ein Plasma elektrisch entladen werden bzw. wird.



Figur 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 7.

[0002] Das Verfestigen der Pulverpartikel mittels des Elektronenstrahls kann über zumindest teilweises Schmelzen und Erstarren erfolgen.

[0003] Die Prozesskammer ist jener Bereich der Vorrichtung zum additiven Fertigen eines Bauteils, in welchem eine kontrollierte Atmosphäre, vorzugsweise ein Vakuum herstellbar und aufrecht erhaltbar sind.

[0004] Das additive Fertigen durch den Elektronenstrahl erfolgt innerhalb eines Teilbereichs der Prozesskammer, welcher als Baubereich bezeichnet wird.

[0005] Durch den Elektronenstrahl erfolgt eine elektrisch negative Aufladung der zu verfestigenden Pulverpartikel und der durch die Verfestigung der Pulverpartikel erzeugten Struktur. Um eine unerwünschte Beschleunigung der noch nicht verfestigten Pulverpartikel durch elektrostatische Abstoßung zu vermeiden, ist es bekannt, vor dem Schritt des Verfestigens den Elektronenstrahl mit starker Defokussierung auf die Pulverpartikel zu richten, um ein elektrisch leitfähiges Netzwerk versinterter und damit mechanisch verbundener Pulverpartikel zu erzeugen.

[0006] Problematisch ist das Vorhandensein von Verunreinigungen (im Speziellen Sauerstoff), vor allem an Oberflächen der zu verfestigenden Pulverpartikel. Diese Verunreinigungen bewirken - vor allem als Oxidschicht auf den Pulverpartikeln - eine kinetische Hemmung, da eine Oxidschicht eine Diffusionsbarriere bilden kann. Es kann zur Ausbildung isolierender Schichten kommen, die dann einen Fremdschichtwiderstand zwischen den Pulverpartikeln bilden.

[0007] WO 2016/00448 A1 beschreibt ein Pulver aus sphärischen Pulverpartikel mit einer Größe von größer 10 Mikrometer und einer mittleren BET-Oberfläche von größer 0,08 m²/g. Dieses Pulver ist besser versinterbar. Nachteilig dabei ist, dass nicht alle Werkstoffe mit sphärischer Partikelform mit einer derart hohen Oberfläche kostengünstig herstellbar sind.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines einfachen und kostengünstigen Verfahrens und einer einfachen und kostengünstigen Vorrichtung, bei welchen zumindest eines, vorzugsweise mehrere oder alle, der oben diskutierten Probleme vermieden werden.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0010] Es ist vorgesehen, dass

- die zu verfestigenden Pulverpartikel vor dem Verfestigen und/oder
- die Pulverpartikel während des Verfestigens und/oder
- die durch das Verfestigen der Pulverpartikel entstandene Struktur nach dem Verfestigen durch ein Plasma elektrisch entladen werden bzw. wird.

[0011] Die durch den Elektronenstrahl in das Material eingebrachten Ladungen dringen zunächst in das Volumen des Materials ein und wandern anschließend an die Oberfläche. Das Plasma bildet ein die Pulverpartikel oder die Struktur umgebendes sehr gut elektrisch leitfähiges Medium und kann damit die an der Oberfläche sitzenden Ladungen effizient ableiten.

[0012] Durch das Entladen mittels Plasma ist das bisher bekannte Bestrahlen der Pulverpartikel mit dem stark defokussierten Elektronenstrahl im Idealfall nicht mehr erforderlich. Dies bewirkt eine verkürzte Prozesszeit und damit eine deutliche Kostenreduktion.

[0013] Aber auch wenn weiterhin ein elektrisch leitfähiges Netzwerk versinterter und damit mechanisch verbundener Pulverpartikel durch einen stark defokussierten Elektronenstrahl hergestellt werden soll, bewirkt die Erfindung zumindest einen der folgenden Vorteile:

- höhere Prozesssicherheit durch geringere Wahrscheinlichkeit eines elektrostatischen Abstoßens der Pulverpartikel

- schnellere und zuverlässigere Ausbildung des elektrisch leitfähigen Netzwerks
- geringerer elektrischer Widerstand von als Pulverlage angeordneten Pulverpartikeln durch Reduktion oder Wegfall von Fremdschichtwiderstand
- höhere mechanische Stabilität der versinterten Partikel
- Verkürzung der Zeitdauer, in welcher der stark defokussierte Elektronenstrahl einwirkt
- wirtschaftlichere Fertigung von Bauteilen beim Einsatz eines stärker fokussierten Elektronenstrahls beim Verfestigen und damit Möglichkeit der Herstellung feinerer Strukturen
- Möglichkeit des Einsatzes feinerer Pulverpartikel, was zu verbesserter Oberflächenqualität des gefertigten Bauteils führt
- Möglichkeit des Einsatzes kostengünstigerer Pulver

[0014] Die bessere Versinterbarkeit der Pulverpartikel ist auf eine durch das Plasma bewirkte Entfernung von diffusionshemmenden Verunreinigungsschichten, wie z. B. Oxidschichten auf den Oberflächen der Pulverpartikel zurückzuführen.

[0015] Das Entfernen erfolgt unter anderem dadurch, dass durch die Plasmaeinwirkung eine Verunreinigungsschicht thermodynamisch instabil wird (durch Temperatur- und Druckänderung oder durch chemische Wechselwirkung mit den das Plasma konstituierenden Teilchen) oder dass durch die mechanische Einwirkung der das Plasma konstituierenden Teilchen Material abgetragen wird (physikalischer Materialabtrag).

[0016] Die Erfindung bringt den Vorteil mit sich, dass die zu verfestigenden Pulverpartikel nicht bereits in reiner Form in die Vorrichtung zur additiven Fertigung eingebracht werden müssen, da vorhandene Verunreinigungen vor dem Verfestigen ohnehin durch die Reinigung mittels Plasma entfernt oder zumindest soweit reduziert werden, dass sie kein Problem mehr darstellen. Ge-wisse Verunreinigungen, z. B. mit Sauerstoff können gar nicht vermieden werden, wenn die Pulverpartikel vor dem Verfestigen mit einer unkontrollierten Atmosphäre in Kontakt kommen. Auch solche Verunreinigungen können im obigen Sinne entfernt werden.

[0017] Es erfolgt keine Änderung des Aggregatzustandes der zu verfestigenden Pulverpartikel, die vor, während und nach der Reinigung durch das Plasma im festen Aggregatzustand vorliegen.

[0018] Bevorzugt kommen metallische Pulverpartikel zum Einsatz, z. B. aus Titan oder Titanlegierungen, hochlegierten Stählen, Aluminium oder Aluminiumlegierungen, Refraktärmetalle oder Refraktärmetalllegierungen, Kobaltlegierungen oder Nickelbasis- Superlegierungen.

[0019] Bevorzugt wird ein Elektronenstrahl in einem Leistungsbereich von mindestens 2 Kilowatt verwendet.

[0020] Die Plasmaerzeugungsvorrichtung ist gesondert von der Strahlerzeugungsvorrichtung zur Erzeugung des Elektronenstrahls ausgebildet, wird also nicht durch diese gebildet.

[0021] Es kann vorgesehen sein, dass die zu verfestigenden Pulverpartikel eine sphärische Ausgangsform aufweisen.

[0022] Unter sphärischer Ausgangsform sind folgende Formen zu verstehen:

- Kugelform
- gerundete Form (engl. rounded shape)
- agglomerierte oder aggregierte Primärpartikel (mit beliebiger Form), die als Agglomerat oder Aggregat eine Kugelform oder gerundete Form aufweisen

[0023] Die Plasmaerzeugungsvorrichtung kann - zumindest teilweise oder vollständig - außerhalb oder innerhalb der Prozesskammer angeordnet sein.

[0024] Zur Erzeugung des Plasmas kann durch die Plasmaerzeugungsvorrichtung eine niedrfrequente oder hochfrequente Wechselspannung eingesetzt werden, oder das Plasma kann durch elektromagnetische Strahlung im Mikrowellenbereich angeregt werden.

[0025] Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass in der Prozesskammer eine Prozessatmosphäre bereitgestellt wird und das Plasma aus der Prozessatmosphäre

hergestellt wird. Dies stellt eine Möglichkeit zur Herstellung eines Niederdruckplasmas dar. Ein solches könnte natürlich auch auf Basis eines von der Prozessatmosphäre verschiedenen Gases erzeugt werden.

[0026] Die Verwendung eines Niederdruckplasmas bringt den Vorteil mit sich, dass gleichzeitig ein großer Bereich (z. B. der Pulverlage) beaufschlagt werden kann. Ein Niederdruckplasma kann von allen Seiten auf die Pulverpartikel einwirken und erzeugt so einen effektiven Entladungseffekt. Ein Niederdruckplasma ist von außerhalb der Prozesskammer anregbar.

[0027] Allgemein kann ein Plasma angeregt werden, durch:

- thermische Anregung
- Strahlungsanregung
- Anregung durch elektrostatische Felder
- Anregung durch elektromagnetische Felder

[0028] Es kann vorgesehen sein, dass ein Niederdruckplasma verwendet wird, welches durch kapazitive Einkopplung (z. B. durch einen Plattenreaktor erzeugt), induktive Einkopplung (z. B. durch eine Spule erzeugt) oder durch elektromagnetische Strahlung (z. B. durch ein Magnetron erzeugt) erzeugt wird.

[0029] Es kann auch vorgesehen sein, dass ein Atmosphärendruckplasma verwendet wird. Dieses kann auf an sich bekannte Weise erzeugt werden. Die Erzeugung des Plasmas kann unabhängig von einer allfällig vorhandenen Prozessatmosphäre oder auch bei Vakuum, z. B. auch außerhalb der Prozesskammer erfolgen.

[0030] Es kann vorgesehen sein, dass zu verfestigende Pulverpartikel vor dem Verfestigen als Pulverlage bereitgestellt werden. Die Pulverlage weist typischerweise eine Lagendicke von 50 bis 150 Mikrometer auf.

[0031] Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass in der Prozesskammer eine kontrollierte Prozessatmosphäre aufrecht erhalten werden kann. Der Prozessatmosphäre kann ein Reaktivgas beigemengt werden.

[0032] Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass die zumindest eine Plasmaerzeugungsvorrichtung zumindest ein Elektrodenpaar aufweist, wobei der Baubereich für die additive Fertigung zumindest teilweise zwischen den Elektroden des Elektrodenpaares angeordnet ist. Eine der Elektroden des Elektrodenpaares kann durch einen Abschnitt einer Wandung der Prozesskammer oder der Baukammer gebildet sein. Eine der Elektroden des Elektrodenpaares ist geerdet, während an die andere Elektrode des Elektrodenpaares eine elektrische Wechselspannung anlegbar ist.

[0033] Es kann vorgesehen sein, dass die zumindest eine Plasmaerzeugungsvorrichtung zumindest eine Induktionsspule aufweist (welche mit einer elektrischen Wechselspannung beaufschlagbar ist), wobei der Baubereich zumindest teilweise innerhalb wenigstens einer Wicklung der zumindest einen Induktionsspule angeordnet ist.

[0034] Es kann vorgesehen sein, dass die zumindest eine Plasmaerzeugungsvorrichtung zumindest ein Magnetron aufweist, wobei das Magnetron innerhalb oder außerhalb der Prozesskammer angeordnet ist.

[0035] Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Zubringvorrichtung zum Zubringen von zu verfestigenden Pulverpartikeln zum Baubereich vorgesehen ist (z. B. ein Rakel, bevorzugt mit Stahl-, Gummi- oder CFK- Lippe), wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die Zubringvorrichtung mit der zumindest einen Plasmaerzeugungsvorrichtung in Verbindung steht und wenigstens eine Ausbringöffnung aufweist, über welche Plasma ausbringbar ist.

[0036] Es kann eine Prozessatmosphäre mit einem Druck p von $1 \cdot 10^{-6}$ Millibar $< p < 1$ Millibar bereitgestellt werden.

[0037] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Figuren diskutiert. Es zeigen:

- [0038] Fig. 1 eine Vorrichtung mit Niederdruckplasma, erzeugt durch ein Magnetron
- [0039] Fig. 2a, 2b eine Vorrichtung mit Niederdruckplasma, erzeugt durch ein Elektrodenpaar
- [0040] Fig. 3a, 3b eine Vorrichtung mit einem Atmosphärendruckplasma
- [0041] Fig. 4a-c Prozessdiagramme alternativer Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Verfahrens

[0042] Fig. 1 zeigt in einer schematischen Schnittdarstellung eine Vorrichtung 1 zum additiven Fertigen eines Bauteiles mit einer Prozesskammer 2. Es ist eine Bereitstellungseinheit 13 zur Bereitstellung und Aufrechterhaltung einer Prozessatmosphäre in der Prozesskammer 2 vorgesehen. Es ist eine nicht dargestellte Druckreduktionsvorrichtung zur Bereitstellung und Aufrechterhaltung eines gegenüber der Umgebung abgesenkten Druckes oder eines Vakuums in der Prozesskammer 2 vorgesehen.

[0043] Die zu verfestigenden Pulverpartikel sind in einer Vorratsvorrichtung 3 bevoратet und können über eine Zubringvorrichtung 10 (hier ein Rakel) in einen Baubereich 6 eingebracht werden. Im konkreten Beispiel werden die zu verfestigenden Pulverpartikel im Baubereich 6 auf einer absenkbarer Bauplattform 14 in einer Pulverlage 7 schichtweise angeordnet. Jede Pulverlage 7 wird durch einen Elektronenstrahl, der mittels einer Erzeugungsvorrichtung 4 erzeugbar ist, zumindest lokal verfestigt. So entsteht schichtweise das zu fertigende Bauteil 16. Das nicht durch den Hochenergiestrahl verfestigte Pulver 17 umgibt den Bauteil 16.

[0044] Gesondert von der Erzeugungsvorrichtung 4 für den Elektronenstrahl ist eine Plasmaerzeugungsvorrichtung 5 (hier mit einem Magnetron 12) vorgesehen. Durch die Plasmaerzeugungsvorrichtung 5 ist aus der Prozessatmosphäre (z. B. Argonatmosphäre) im Baubereich 6 (genauer: im Bereich der Pulverlage 7 und deren unmittelbarer Umgebung) ein Plasma erzeugbar, welches die im Baubereich 6 angeordneten Pulverpartikel entlädt. Das Gehäuse der Prozesskammer 2 ist über eine Erdung 15 geerdet.

[0045] Fig. 2a zeigt eine Vorrichtung 1 mit einer alternativen Ausbildung der Plasmaerzeugungsvorrichtung 5 im Bereich des Baubereichs 6 in einer Schnittdarstellung. Die nicht dargestellten Bereiche der Vorrichtung 1 sind abgesehen vom Nichtvorhandensein eines Magnetrons 12 so ausgebildet wie in Fig. 1. In Fig. 2a weist die Plasmaerzeugungsvorrichtung 5 ein Elektrodenpaar 8, 8' auf, wobei die Elektroden des Elektrodenpaars 8, 8' so neben der Pulverlage 7 angeordnet sind, dass der Rakel zwischen den Elektroden verfahren kann (vgl. die in Fig. 2b gezeigte Draufsicht auf den Baubereich 6).

[0046] Fig. 3a zeigt in einer Schnittdarstellung ein alternatives Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung 1, bei welchem das für die Entladung benötigte Plasma ein Atmosphärenplasma ist. Hier steht die Zubringvorrichtung 10 mit einer Vielzahl von Plasmaerzeugungsvorrichtungen 5 in Verbindung und weist eine Vielzahl von Ausbringöffnungen 11 auf, über welche Plasma direkt über der Pulverlage 7 und während des Aufbringens der Pulverlage 7 ausbringbar ist. Die Fig. 3b zeigt eine Draufsicht auf die Pulverlage 7 und die Vielzahl von Plasmaerzeugungsvorrichtungen 5. Die Plasmaerzeugungsvorrichtungen 5 sind an der Zubringvorrichtung 10 angebracht.

[0047] Fig. 4a zeigt ein Prozessdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens mit den folgenden Schritten:

- Einbringen von zu verfestigenden Pulverpartikel in eine Vorratsvorrichtung 3
- Aufbringen einer Pulverlage 7 aus Pulverpartikel auf einer Bauplattform 14 im Baubereich 6 mittels einer Zubringvorrichtung 10
- Entladen der Pulverlage 7 mittels Plasma
- Verfestigen der die Pulverlage 7 bildenden Pulverpartikel mit einem Elektronenstrahl
- Absenken der Bauplattform 14
- Aufbringen einer Pulverlage 7 aus Pulverpartikel auf der im vorigen Schritt zumindest teilweise verfestigten Schicht auf der Bauplattform 14 im Baubereich 6 mittels der Zubringvorrichtung 10 usw.

[0048] Fig. 4b zeigt ein Prozessdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens mit den fol-

genden Schritten:

- Einbringen von zu verfestigenden Pulverpartikel in eine Vorratsvorrichtung 3
- Aufbringen einer Pulverlage 7 aus Pulverpartikel auf einer Bauplattform 14 im Baubereich 6 mittels einer Zubringvorrichtung 10
- Ggf. Reinigen der Pulverpartikel mit Plasma
- Verfestigen der die Pulverlage 7 bildenden Pulverpartikel mit einem Elektronenstrahl und Entladen mittels Plasma während des Verfestigens
- Absenken der Bauplattform 14
- Aufbringen einer Pulverlage 7 aus Pulverpartikel auf der im vorigen Schritt zumindest teilweise verfestigten Schicht auf der Bauplattform 14 im Baubereich 6 mittels der Zubringvorrichtung 10 usw.

[0049] Fig. 4c zeigt ein Prozessdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens mit den folgenden Schritten:

- Einbringen von zu verfestigenden Pulverpartikel in eine Vorratsvorrichtung 3
- Aufbringen einer Pulverlage 7 aus Pulverpartikel auf einer Bauplattform 14 im Baubereich 6 mittels einer Zubringvorrichtung 10
- Ggf. Reinigen der Pulverpartikel mit Plasma
- Verfestigen der die Pulverlage 7 bildenden Pulverpartikel mit einem Elektronenstrahl
- Entladen der verfestigten Struktur mittels Plasma
- Absenken der Bauplattform 14
- Aufbringen einer Pulverlage 7 aus Pulverpartikel auf der im vorigen Schritt zumindest teilweise verfestigten Schicht auf der Bauplattform 14 im Baubereich 6 mittels der Zubringvorrichtung 10 usw.

BEZUGSZEICHENLISTE:

- 1 Vorrichtung zum additiven Fertigung eines Bauteiles
- 2 Prozesskammer
- 3 Vorratsvorrichtung für zu verfestigende Pulverpartikel
- 4 Strahlerzeugungsvorrichtung zur Erzeugung eines Elektronenstrahls
- 5 Plasmaerzeugungsvorrichtung zur Erzeugung eines Plasmas
- 6 Baubereich
- 7 Pulverlage
- 8, 8' Elektrodenpaar
- 9 Induktionsspule
- 10 Zubringvorrichtung
- 11 Ausbringöffnung der Plasmaerzeugungsvorrichtung
- 12 Magnetron
- 13 Bereitstellungseinheit für eine Prozessatmosphäre
- 14 Bauplattform
- 15 Erdung
- 16 Bauteil
- 17 Nicht verfestigtes Pulver

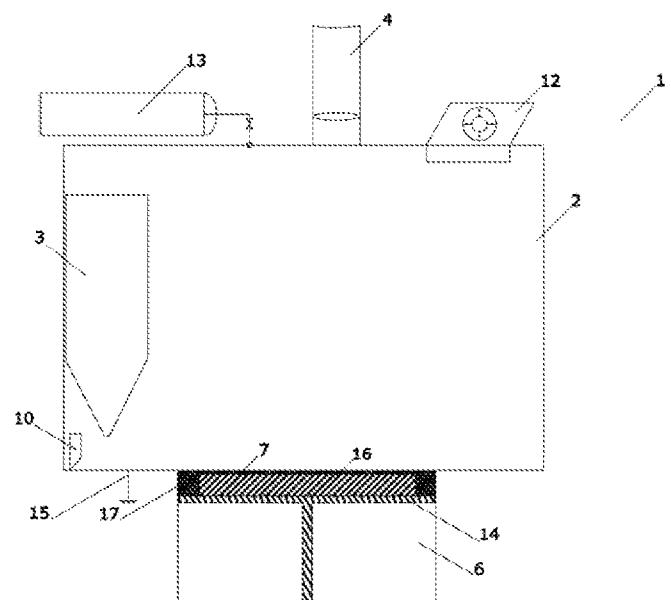
Ansprüche

1. Verfahren zur additiven Fertigung eines Bauteiles, bei welchem zu verfestigende Pulverpartikel mittels eines Elektronenstrahls verfestigt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - die zu verfestigenden Pulverpartikel vor dem Verfestigen und/oder
 - die Pulverpartikel während des Verfestigens und/oder
 - die durch das Verfestigen der Pulverpartikel entstandene Struktur nach dem Verfestigen durch ein Plasma elektrisch entladen werden bzw. wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die zu verfestigenden Pulverpartikel eine sphärische Ausgangsform aufweisen.
3. Verfahren nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei in der Prozesskammer (2) eine Prozessatmosphäre bereitgestellt wird und das Plasma aus der Prozessatmosphäre hergestellt wird.
4. Verfahren nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei für die Entladung ein Niederdruckplasma oder ein Atmosphärendruckplasma verwendet wird.
5. Verfahren nach dem vorangehenden Anspruch, wobei ein Niederdruckplasma verwendet wird, welches durch kapazitive oder induktive Einkopplung oder durch elektromagnetische Strahlung erzeugt wird.
6. Verfahren nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zu verfestigende Pulverpartikel vor dem Verfestigen als Pulverlage (7) bereitgestellt werden und die Pulverlage (7) vor und/oder während des Einwirkens durch den Elektronenstrahl durch das Plasma entladen wird.
7. Vorrichtung (1) zum additiven Fertigen eines Bauteiles, insbesondere nach einem Verfahren nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, mit:
 - einer Prozesskammer (2)
 - einer Vorratsvorrichtung (3) für zu verfestigende Pulverpartikel
 - einer Strahlerzeugungsvorrichtung (4) zur Erzeugung eines Elektronenstrahls, welcher auf einen Baubereich (6) gerichtet oder richtbar ist

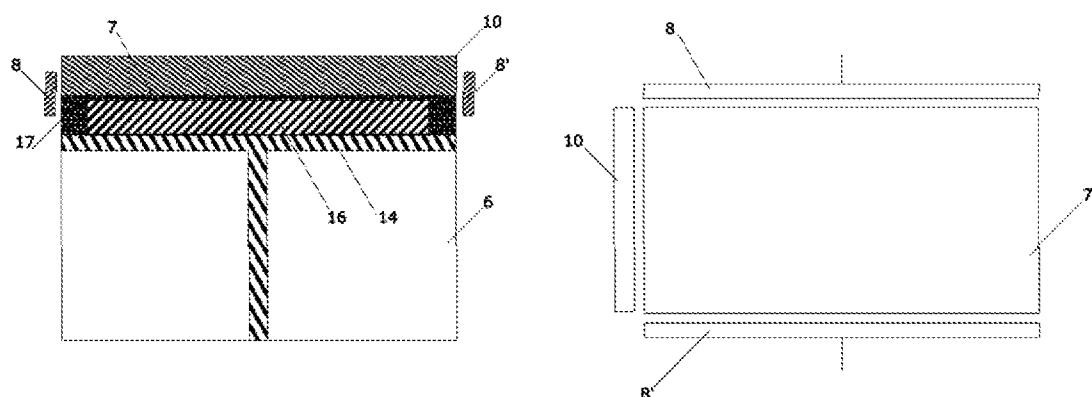
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (1) zumindest eine Plasmaerzeugungsvorrichtung (5) umfasst, durch die in der Prozesskammer (2) ein Plasma zum Entladen der Pulverpartikel oder der durch das Verfestigen der Pulverpartikel entstandenen Struktur erzeugbar ist.
8. Vorrichtung nach dem vorangehenden Anspruch, wobei die zumindest eine Plasmaerzeugungsvorrichtung (5) zumindest ein Elektrodenpaar (8, 8') aufweist, wobei der Baubereich (6)
 - zumindest teilweise zwischen den Elektroden des Elektrodenpaars (8, 8') angeordnet ist, oder
 - außerhalb der Elektroden des Elektrodenpaars (8, 8') im Wirkungsfeld derselben angeordnet ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die zumindest eine Plasmaerzeugungsvorrichtung (5) zumindest eine Induktionsspule (9) aufweist, wobei der Baubereich (6)
 - zumindest teilweise innerhalb wenigstens einer Wicklung der zumindest einen Induktionsspule (9) angeordnet ist, oder
 - außerhalb der wenigstens einen Wicklung der zumindest einen Induktionsspule (9) im Wirkungsfeld derselben angeordnet ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die zumindest eine Plasmaerzeugungsvorrichtung (5) zumindest ein Magnetron (12) aufweist, wobei das Magnetron (12) innerhalb oder außerhalb der Prozesskammer (2) angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine Zubringvorrichtung (10) zum Zubringen von zu verfestigenden Pulverpartikeln zum Baubereich (6) vorgesehen ist.

12. Vorrichtung nach dem vorangehenden Anspruch, wobei vorgesehen ist, dass die Zubringvorrichtung (10) mit der zumindest einen Plasmaerzeugungsvorrichtung (5) in Verbindung steht und wenigstens eine Ausbringöffnung (11) aufweist, über welche Plasma ausbringbar ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

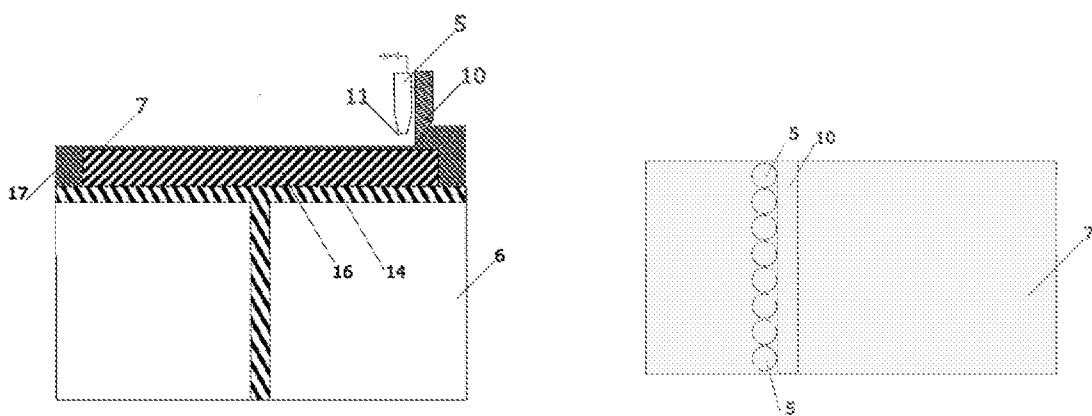


Figur 1



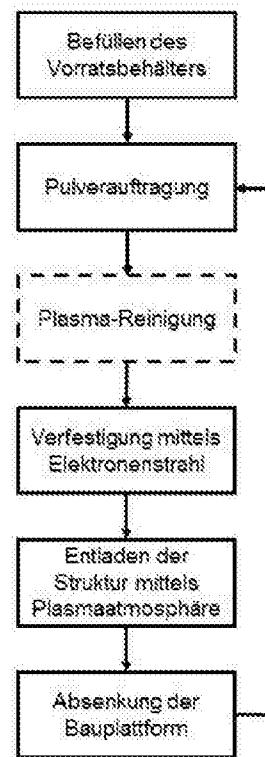
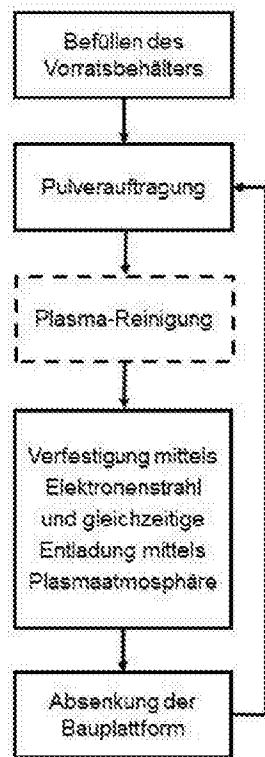
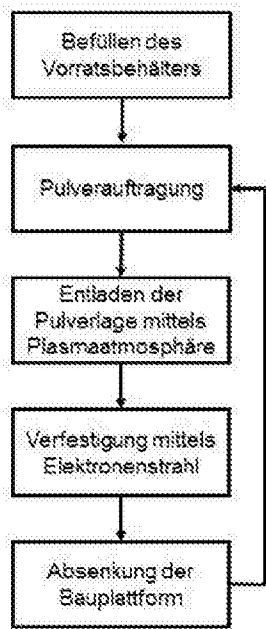
Figur 2a

Figur 2b



Figur 3a

Figur 3b



Figur 4a

Figur 4b

Figur 4c

Recherchenbericht zu GM 50006/2017

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC: B22F 1/00 (2006.01); B22F 3/105 (2006.01); B33Y 10/00 (2015.01); B33Y 30/00 (2015.01); B33Y 40/00 (2015.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC: B22F 1/0085 (2013.01); B22F 3/105 (2017.08); B33Y 10/00 (2015.01); B33Y 30/00 (2015.01); B33Y 40/00 (2015.01); B22F 2003/1051 (2013.01)		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B22F, B33Y		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI, X-FULL		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 17.01.2017 eingereichten Ansprüchen 1 - 12 erstellt.		
Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 2016375491 A1 (SWAMINATHAN BHARATH [US], NG ERIC [US], PATIBANDLA NAG B [US], NG HOU T [US], KUMAR ASHAVANI [US], JOSHI AJEY M [US], FREY BERNARD [US], KRISHNAN KASIRAMAN [US]) 29. Dezember 2016 (29.12.2016) Beschreibung, [0008], [0034] - [0062]; Fig. 1A	7
A	WO 2016011294 A2 (APPLIED MATERIALS INC [US]) 21. Januar 2016 (21.01.2016) Beschreibung, Seite 2, Zeilen 17 - 19, Seite 3, Zeile 27 - Seite 4, Zeile 8, Seite 5, Zeile 13 - Seite 16, Zeile 18; Fig. 1A, 1B, 1C; Ansprüche 13 - 15	1 - 12
A	WO 2016007672 A1 (APPLIED MATERIALS INC [US]) 14. Januar 2016 (14.01.2016) Beschreibung, Seite 2, Zeilen 21 - 23, Seite 11, Zeile 4 - Seite 17, Zeile 27, Seite 19, Zeile 5 - Seite 20, Zeile 14; Fig. 1A, 1B, 3A	1 - 12
Datum der Beendigung der Recherche: 08.08.2017		
Seite 1 von 1		Prüfer(in): AIGNER Martin
^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.		
A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „ älteres Recht “ hervorgehen könnte (früheres Anmelde datum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		