

(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
05. April 2018 (05.04.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/060033 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 64/153 (2017.01) *B33Y 10/00* (2015.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/073829

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. September 2017 (20.09.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 219 968.4
28. September 2016 (28.09.2016) DE

(71) Anmelder: EOS GMBH ELECTRO OPTICAL SYSTEMS [DE/DE]; Robert-Stirling-Ring 1, 82152 Krailling (DE).

(72) Erfinder: GRÜNBERGER, Stefan; Johanna-Hofer-Weg 3, 81739 München (DE). PATERNOSTER, Stefan; Pähler-Hart-Str. 2, 82346 Andechs (DE).

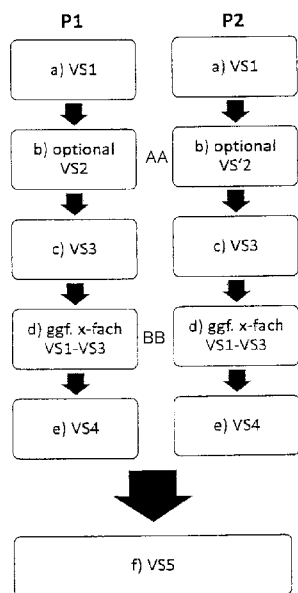
(74) Anwalt: PRÜFER & PARTNER MBB PATENTANWÄLTE RECHTSANWÄLTE NR. 321; Sohnckestr. 12, 81479 München (DE).

(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,

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING A RELATIVE POWDER BED DENSITY IN A DEVICE FOR THE GENERATIVE PRODUCTION OF A THREE-DIMENSIONAL OBJECT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG EINER RELATIVEN PULVERBETTDICHTE IN EINER VORRICHTUNG ZUM GENERATIVEN HERSTELLEN EINES DREIDIMENSIONALEN OBJEKTS

Fig. 7



AA optionally
BB if appropriate, x times

(57) Abstract: The method according to the invention serves for determining a relative powder bed density in a device for producing at least one three-dimensional object by applying and selectively solidifying a powdered buildup material layer by layer. The method comprises at least one first test piece and the steps of a) applying a layer of the powdered buildup material within a building zone by means of a coater moving over the building zone, b) optionally compressing the applied layer of the buildup material, c) selectively solidifying the applied layer at points that correspond to a cross section of the at least one first test piece to be produced, by means of a solidifying device, and d) optionally repeating steps a) to c) until the at least one first test piece is completed. The method also comprises the steps of: determining at least one linear dimension perpendicular to a run of the layer of powdered buildup material and assigned to the at least one first test piece, and comparing the at least one linear dimension determined with at least one corresponding linear dimension of at least one second test piece.

(57) Zusammenfassung: Das erfindungsgemäße Verfahren dient zur Bestimmung einer relativen Pulverbettichte in einer Vorrichtung zum Herstellen zumindest eines dreidimensionalen Objekts durch schichtweises Aufbringen und selektives Verfestigen eines pulverförmigen Aufbaumaterials. Das Verfahren umfasst zumindest einen ersten Probekörper und die Schritte: a) Aufbringen einer Schicht des pulverförmigen Aufbaumaterials innerhalb eines Baufelds mittels eines über das Baufeld fahrenden Beschichters, b) optionales Verdichten der aufgetragten Schicht des Aufbaumaterials, c) selektives Verfestigen der aufgetragten Schicht an Stellen, die einem Querschnitt des zumindest einen herzustellenden ersten Probekörpers entsprechen, mittels einer Verfestigungsvorrichtung und d) optionales Wiederholen der Schritte a) bis c), bis der zumindest eine erste Probekörper fertiggestellt ist. Des Weiteren umfasst das Verfahren die Schritte: Bestimmen zumindest einer dem zumindest einen ersten Probekörper zugeordneten Längenabmessung senkrecht zu einem Schichtverlauf des pulverförmigen Aufbaumaterials und Vergleichen der zumindest einen ermittelten Längenabmessung mit zumindest einer entsprechenden Längenabmessung zumindest eines zweiten Probekörpers.

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

5

Verfahren zur Bestimmung einer relativen Pulverbettichte in einer Vorrichtung zum generativen Herstellen eines dreidimensionalen Objekts

.0

Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zur Bestimmung einer relativen Pulverbettichte in einer Vorrichtung zum generativen Herstellen eines dreidimensionalen Objekts durch schichtweises Aufbringen und selektives Verfestigen eines Aufbaumaterials, vorzugsweise eines Pulvers.

Vorrichtungen und Verfahren zum generativen Herstellen eines dreidimensionalen Objekts werden beispielsweise beim Rapid Prototyping, Rapid Tooling oder Additive Manufacturing verwendet. Ein Beispiel eines solchen Verfahrens ist unter dem Namen "Selektives Lasersintern oder Laserschmelzen" bekannt. Dabei wird wiederholt eine dünne Schicht eines pulverförmigen Aufbaumaterials aufgebracht und das Aufbaumaterial in jeder Schicht durch selektives Bestrahlen von einem Querschnitt des herzustellenden Objekts entsprechenden Stellen mit einem Laserstrahl selektiv verfestigt.

Dabei spielt die Pulverbettdichte vor der Verfestigung im Hinblick auf die Qualität des herzustellenden oder hergestellten Objekts und die Prozessstabilität eine große Rolle. Die DE 102006023484 A1 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Verdichten von pulverförmigem Aufbaumaterial, wobei das Aufbaumaterial vorzugsweise ein Mischpulver aus Neu- und Altmaterial ist.

Durch die in der DE 102006023484 A1 beschriebene Vorrichtung und das beschriebene Verfahren kann durch Erhöhung der Pulverbettdichte sowohl die Auffrischrate, d.h. den Anteil des Neupulvers im Mischpulver, verringert, als auch ermöglicht werden, ein Pulver zu verwenden, welches wegen zu geringer Schmelzviskosität nicht oder nur bedingt für den Lasersinterprozess geeignet ist.

Die Pulverbettdichte wird darin wie folgt quantitativ ermittelt: Ein geschlossenes hohles dünnwandiges quaderförmiges Lasersinter-Bauteil wird derart belichtet, dass das beim Belichten eingeschlossene Volumen einen sich aus den Innenabmessungen des Behälters in den Richtungen xyz ergebenden Wert hat, wobei sich die z-Richtung senkrecht zum Pulververlauf erstreckt. Das so gebaute Teil wird von außen von anhaftenden Pulverresten befreit und gewogen. Anschließend wird das Teil aufgeschnitten und das im Inneren befindliche Pulver entleert, sowie das leere Teil wieder gewogen. Die Differenz der Massen entspricht der Masse des eingeschlossenen Pulvervolumens. Da das Pulvervolumen bekannt ist, lässt sich daraus die Dichte des Pulverbetts berechnen. Allerdings ist die absolute Dichtemessung aufgrund zahlreicher Unwägbarkeiten oft kompliziert.

Folglich besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein alternatives bzw. verbessertes Verfahren bzw. eine alternative bzw. verbesserte Vorrichtung zum Bestimmen der Pulverbett-dichte bereitzustellen.

5

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bzw. 12 bzw. eine Steuereinheit gemäß Anspruch 15. Weiterbildungen der Erfindung sind jeweils in den Unteransprüchen angegeben. Dabei kann das Verfahren auch durch die untenstehen-
10 den bzw. in den Unteransprüchen ausgeführten Merkmale der Vorrichtungen weitergebildet sein oder umgekehrt, bzw. die Merkmale der Vorrichtungen können auch jeweils untereinander zur Weiterbildung genutzt werden. Merkmale verschiedener vorteilhafter Weiterbildungen und Ausführungsformen können ferner untereinander kombiniert werden.
15

Das erfindungsgemäße Verfahren dient zur Bestimmung einer relativen Pulverbettdichte in einer Vorrichtung zum Herstellen zumindest eines dreidimensionalen Objekts durch schichtweises
20 Aufbringen und selektives Verfestigen eines pulverförmigen Aufbaumaterials. Das Verfahren umfasst zumindest einen ersten Probekörper und die Schritte

- a) Aufbringen einer Schicht des pulverförmigen Aufbaumaterials innerhalb eines Baufelds mittels eines über das Baufeld fahrenden Beschichters,
25
- b) optionales Verdichten der aufgetragenen Schicht des Aufbaumaterials,
- c) selektives Verfestigen der aufgetragenen Schicht an Stellen, die einem Querschnitt des zumindest einen herzustellenden ersten Probekörpers entsprechen, mittels einer Verfestigungsvorrichtung und
30

d) optionales Wiederholen der Schritte a) bis c), bis der zumindest eine erste Probekörper fertiggestellt ist. Des Weiteren umfasst das Verfahren die Schritte:

Bestimmen zumindest einer dem zumindest einen ersten Probekörper zugeordneten Längenabmessung senkrecht zu einem Schichtverlauf des pulverförmigen Aufbaumaterials und
Vergleichen der zumindest einen ermittelten Längenabmessung mit zumindest einer entsprechenden Längenabmessung zumindest eines zweiten Probekörpers.

10

Durch die relative Bestimmung der Pulverbettichte kann beispielsweise im Vergleich zur quantitativen Bestimmung der Pulverbettichte eine genauere Aussage über die Dichte getroffen werden. Die Genauigkeit kann im Falle exakt gleicher Baubedingungen des ersten und zweiten Probekörpers dadurch gegeben
sein, dass die Temperaturabhängigkeit des Bauprozesses bei einer relativen Bestimmung der Pulverbettichte gleichermaßen miteinfließt.

15

Vorzugsweise wird der zumindest eine zweite Probekörper mittels eines pulverbasierten generativen Schichtbauverfahrens hergestellt, vorzugsweise unter Verwendung des gleichen pulverförmigen Aufbaumaterials wie zur Herstellung des zumindest einen ersten Probekörpers. Dies erleichtert den Abgleich zwischen dem ersten und dem zweiten Probekörper erheblich, da den beiden Probekörpern dann - bildlich gesprochen analog zu einem gemeinsamen Koordinatensystem - bestimmte gemeinsame technische Ausgangsvoraussetzungen zugrunde liegen, aufgrund derer die Unterschiede beim Vergleich der beiden Probekörper dann besonders
signifikant und auswertbar sind.

25

30

Vorzugsweise wird zur Herstellung des ersten Probekörpers ein Verdichtungsschritt b) durchgeführt und zur Herstellung des zweiten Probekörpers kein Verdichtungsschritt b) durchgeführt.

5 Dadurch kann beispielsweise die Effizienz einer Verdichtungsmethode im direkten Vergleich mit unverdichtetem Pulver verglichen werden.

Alternativ werden zur Herstellung des ersten und des zweiten
10 Probekörpers unterschiedliche Verdichtungsschritte b) durchgeführt.

Dadurch können beispielsweise die Effizienzen zweier verschiedener Verdichtungsmethoden im direkten Vergleich miteinander
15 verglichen werden.

Vorzugsweise wird oder werden der erste und/oder der zweite Probekörper vor Ermitteln der zumindest einen Längenabmessung aus der Vorrichtung heraus entnommen, was die Vermessbarkeit
20 erheblich vereinfachen kann.

Vorzugsweise werden die Schritte a) des Pulveraufbringens und b) des Verdichtens derart durchgeführt, dass die im Schritt c) zu verfestigende Schichtdicke des ersten Probekörpers genauso
25 groß ist wie die im Schritt c) zu verfestigende Schichtdicke des zweiten Probekörpers. Auch diese Maßnahme dient u.a. der Bereitstellung einer verbesserten Basis für den Vergleich der beiden Probekörper.

30 Vorzugsweise erfolgen der Schritt a) des Pulveraufbringens und der Schritt b) des Verdichtens der aufgetragenen Schicht gleichzeitig.

Vorzugsweise ist der erste und der zweite Probekörper jeweils ein Plättchen, welches durch einmaliges Durchführen der Schritte a), b) und c) hergestellt wird. Vorzugsweise
5 ist die zumindest eine zu bestimmende Längenabmessung eine Abmessung des Probekörpers senkrecht zur verfestigten Schicht.

Alternativ werden der erste und der zweite Probekörper durch mindestens zweimaliges, bevorzugt vielmaliges, Durchführen der
10 Schritte a), b) und c)' hergestellt

Dabei sind vorzugsweise der erste und der zweite Probekörper jeweils ein nach oben offener, mit unverfestigt gebliebenem Pulver gefüllter zylinderförmiger Behälter, wobei die beiden
15 Probekörper die gleichen geometrischen Innenabmessungen aufweisen. Zum Bestimmen der zumindest einen einem Probekörper zugeordneten Längenabmessung wird vorzugsweise jeweils ein definierter Druck auf die unverfestigt gebliebene Pulveroberfläche des Probekörpers aufgebracht. Bevorzugt ist die daraus resul-
20 tierende Höhenänderung der Pulveroberfläche die zumindest eine Längenabmessung.

Dadurch kann das Verfahren maschinell durchgeführt werden und ist im Wesentlichen unabhängig von einer subjektiven Beurteilung
25 lung durch eine ausführende Person.

Alternativ ist der erste und der zweite Probekörper jeweils ein Objekt mit n Ausnehmungen, wobei n eine natürliche Zahl ist, und wobei jede Ausnehmung einen Nichtverfestigungsbereich einer
30 vorgegebenen Längenabmessung umfasst, in welchem eine oder mehrere Schichten von der Verfestigung ausgenommen wurden und

die den Probekörpern zugeordneten Längenabmessungen jene vorgegebenen Längenabmessungen der Nichtverfestigungsbereiche sind, wobei nur die Nichtverfestigungsbereiche berücksichtigt werden, die nach Fertigstellung der Probekörper sichtbar sind.

5

Dadurch kann die relative Pulverbettichte beispielsweise optisch ohne großen Aufwand des Abmessens beurteilt werden. Die Pulverbettichte kann so auch mit dem bloßen Auge beurteilt werden.

10

Vorzugsweise ist der erste und der zweite Probekörper jeweils ein dreidimensionales Objekt mit n Nichtverfestigungsbereichen, wobei $n \geq 1$ ist und wobei sich zumindest zwei, vorzugsweise alle n , Nichtverfestigungsbereiche in ihren vorgegebenen Längenabmessungen senkrecht zum Schichtverlauf des pulverförmigen Aufbaumaterials voneinander unterscheiden.

15

Dadurch kann die optische Beurteilung beispielsweise vereinfacht sein.

20

Vorzugsweise werden an den Probekörpern, insbesondere an den Ausnehmungen, anhaftende Pulverkörner nach ihrer Fertigstellung entfernt, vorzugsweise durch Abstrahlen.

25

Dies erhöht die Genauigkeit der Beurteilung.

30

Vorzugsweise werden zumindest zwei, bevorzugt eine Vielzahl von ersten Probekörpern und/oder zumindest zwei, bevorzugt eine Vielzahl von zweiten Probekörpern hergestellt und/oder zumindest zwei, bevorzugt eine Vielzahl von Längenabmessungen an den Probekörpern ermittelt und die Längenabmessungen des oder der ersten Probekörper(s) und die Längenabmessungen des oder der

zweiten Probekörper(s) anhand einer geeigneten Kennziffer verglichen, wobei die Kennziffer vorzugsweise ein Mittelwert oder eine Häufigkeitsverteilung der Längenabmessungen ist.

- 5 Dadurch kann die relative Pulverbettichte noch genauer bestimmt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren dient zum Herstellen zumindest eines dreidimensionalen Objekts durch schichtweises Aufbringen
10 und selektives Verfestigen eines pulverförmigen Aufbaumaterials. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

a) Aufbringen einer Schicht des pulverförmigen Aufbaumaterials innerhalb eines Baufelds mittels eines über das Baufeld fahrenden Beschichters,

- 15 b) optionales Verdichten der aufgetragenen Schicht des Aufbaumaterials,

c) selektives Verfestigen der aufgetragenen Schicht an Stellen, die einem Querschnitt des zumindest einen herzustellenden Objekts entsprechen, mittels einer Verfestigungsvorrichtung und

- 20 d) optionales Wiederholen der Schritte a) bis c), bis das zumindest ein Objekt fertiggestellt ist,

wobei das Aufbaumaterial derart verfestigt wird, dass zumindest ein erster Probekörper hergestellt wird und zur Bestimmung einer relativen Pulverbettichte folgende Schritte durchgeführt
25 werden:

Bestimmen zumindest einer dem zumindest einen ersten Probekörper zugeordneten Längenabmessung senkrecht zu einem Schichtverlauf des pulverförmigen Aufbaumaterials und

Vergleichen der zumindest einen ermittelten Längenabmessung mit
30 zumindest einer entsprechenden Längenabmessung zumindest eines zweiten Probekörpers.

Vorzugsweise werden zumindest ein Objekt und zumindest ein erster und/oder zweiter Probekörper hergestellt.

Die erfindungsgemäße programmierbare Steuereinheit dient für
5 eine Vorrichtung zum Herstellen zumindest eines dreidimensionalen Objekts durch schichtweises Aufbringen und selektives Verfestigen eines pulverförmigen Aufbaumaterials. Die Steuereinheit ist ausgebildet, die Vorrichtung so zu steuern, dass sie alle Schritte a) und c) sowie optional b) und/oder d) eines
10 Verfahrens wie oben definiert ausführt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung dient zum Herstellen zumindest eines dreidimensionalen Objekts durch schichtweises Aufbringen und selektives Verfestigen eines pulverförmigen Aufbaumaterials.
15 als. Die Vorrichtung weist einen über ein Baufeld bewegbaren Beschichter zum Aufbringen einer Schicht des Aufbaumaterials innerhalb des Baufelds auf, eine Verdichtungseinrichtung zum Verdichten der aufgetragenen Schicht des Aufbaumaterials, wobei die Verdichtungseinrichtung optional integral mit dem Beschichter
20 ausgebildet sein kann, und eine Verfestigungsvorrichtung zum selektiven Verfestigen der aufgetragenen Schicht an Stellen, die einem Querschnitt des zumindest einen herzustellenden Objekts entsprechen, wobei die Vorrichtung dazu ausgebildet und/oder gesteuert ist, die Schritte des Aufbringens und des
25 selektiven Verfestigens zu wiederholen, bis das zumindest eine Objekt fertiggestellt ist, und wobei die Vorrichtung des Weiteren die oben beschriebene erfindungsgemäße Steuereinheit umfasst.

30 Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der

beigefügten Zeichnungen, die nicht zwangsläufig als maßstäblich zu verstehen sind.

5 Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Herstellen dreidimensionaler Objekte gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung

10 Fig. 2: eine schematische perspektivische Seitenansicht des Pulverauftrags mit dem Beschichter und einer Verdichtungsklinge aus Fig. 1

15 Fig. 3 a)-c): eine schematische Darstellung des Querschnitts dreier Verdichterklingen die im Beispiel aus Fig. 2 zur Anwendung kommen können

Fig. 4 a), b): eine schematische Darstellung des Querschnitts von Plättchen gemäß einer ersten Ausführungsform in einem Pulverbett

20 Fig. 5 a), b): eine schematische Darstellung des Querschnitts von Schlitzten gemäß einer zweiten Ausführungsform in einem gefertigten Bauteil

25 Fig. 6: a)-c) eine schematische Darstellung des Querschnitts eines gefertigten Bauteils mit unverfestigtem Pulver im Inneren und Aufbringen einer Kompressibilitätskraft gemäß einer dritten Ausführungsform

30 Fig. 7: Allgemeine Übersicht über die Verfahrensschritte

Im Folgenden wird mit Bezug auf Fig. 1 als beispielhafte erfindungsgemäße Herstellvorrichtung eine Lasersinter- oder Laserschmelzvorrichtung 1 für das erfindungsgemäße Verfahren beschrieben. Zum Aufbauen eines Objekts 2 enthält sie eine Prozesskammer 3 mit einer Kammerwandung 4. Als Objekt 2 wird hier
5 sowohl das zu bildende Bauteil, als auch ein Probekörper verstanden.

In der Prozesskammer 3 ist ein nach oben hin offener Behälter 5 mit einer Behälterwandung 6 angeordnet. Des Weiteren ist in dem Behälter 5 ein darin in vertikaler Richtung V bewegbarer Träger 7 angeordnet, der das zu bildende Objekt 2 direkt oder indirekt trägt. Beispielsweise kann zwischen dem zu bildenden Objekt 2 und dem Träger 7 eine Grundplatte 8 in dem Behälter 5 angeordnet
10 sein. Der Träger 7 wird in vertikaler Richtung so eingestellt, dass die jeweils zu verfestigende Schicht des Objekts in einer Arbeitsebene 9 liegt. Weiter ist ein Vorratsbehälter 10 für ein durch elektromagnetische Strahlung verfestigbares pulverförmiges Aufbaumaterial 11 und ein in einer horizontalen
15 Richtung H bewegbarer Beschichter 12 zum Aufbringen des Aufbaumaterials 11 vorgesehen. Vorzugsweise erstreckt sich der Beschichter 12 quer zu seiner Bewegungsrichtung über den ganzen zu beschichtenden Bereich.

Das Aufbaumaterial 11 ist vorzugsweise ein Pulver. Insbesondere wird ein Metallpulver, Kunststoffpulver, Keramikpulver, Sand, gefüllte oder gemischte Pulver verwendet. Bevorzugt wird ein Kunststoffpulver, beispielsweise ein Polymerpulver wie Polyamid, insbesondere Polyamid 12, oder Polystyrol verwendet. Das
20 Pulver kann als Neu-, Alt- oder Mischpulver vorliegen.

Die Vorrichtung weist ferner einen Laser 13 auf. Der durch den Laser 13 erzeugte Laserstrahl 14 wird durch eine Ablenkeinrichtung 15 und durch eine Fokussiervorrichtung 16 auf ein Einkoppelfenster 17 gelenkt und von diesem in die Prozesskammer 3 hindurch gelassen und in einem vorbestimmten Punkt in der Arbeitsebene 9 fokussiert. Durch den Laserstrahl 14 wird die aufgebrachte Schicht des Aufbaumaterials an den Stellen, welche einem Querschnitt des herzustellenden Objekts entsprechen, selektiv verfestigt.

Es ist ferner eine Steuereinheit 18 vorgesehen, über die die Bestandteile der Vorrichtung in koordinierter Weise zum Durchführen des Bauprozesses gesteuert werden. Eine erfindungsgemäße Steuereinheit 18 ist wie unten beschrieben ausgebildet.

Die Lasersintervorrichtung 1 kann des Weiteren eine Verdichtungs-
vorrichtung zum Verdichten von pulverförmigen Aufbaumaterial 11 aufweisen. Diese kann beispielsweise wie in Fig. 2 gezeigt ausgebildet sein. Der Beschichter 12 weist zwei in einem Abstand zueinander und in einem Abstand oberhalb der Arbeitsebene angeordnete Backen 51, 52 auf, zwischen denen sich ein Pulvervorrat 20 befindet. Die Backen erstrecken sich über die gesamte Breite des Baufelds. An den einander zugewandten Innenseiten der Backen ist jeweils eine Klinge 60, 61 vorgesehen, die sich ebenfalls über die gesamte Baufeldbreite erstreckt und die an der Backe jeweils in Richtung der Arbeitsebene nach unten hervorsteht. Die Klingenunterseite weist von der Trägeroberfläche bzw. der zuletzt verfestigten Schicht einen Abstand d auf, der der Schichtdicke der gewünschten Schicht entspricht. An der der Arbeitsebene zugewandten Unterseite weisen die Klingen schräge Flächen 60c, 61c auf. Die schrägen Flächen bilden

eine Auftragsfläche. Durch ihre Form kann die Klinge 60, 61 sowohl beschichten, als auch das Pulver verdichten und wird daher im Folgenden als Verdichter Klinge bezeichnet. In Fig.2 ist die dargestellte momentane Verfahrungsrichtung des Beschichters 12 mit
5 B angegeben.

Beim Betrieb der Lasersinter- oder Laserschmelzvorrichtung 1 mit einer oben beschriebenen Verdichtungs Vorrichtung wird zusätzlich das Aufbaumaterial 11 vor jedem Beschichtungsvorgang
10 in dem Beschichter 12 in einer solchen Menge zugeführt, die ausreicht, eine Schicht des Pulvers aufzutragen. Anschließend fährt der Beschichter 12 über das Baufeld, wobei die Verdichter Klinge 60 eine Schicht 21 mit der vorbestimmten Pulverschichtdicke d aufbringt. Diese Pulverschichtdicke d entspricht
15 dem oben genannten voreingestellten, vorbestimmten Abstand zwischen der Unterseite der Klinge, in diesem Falle der Unterkante der Klinge 60, 61 und der Trägersoberfläche bzw. der zuletzt verfestigten Schicht.

20 Durch die in Beschichtungsrichtung B schräg angestellte Fläche 60c wird auf das zu verteilende Pulver, das sich in der vor der Verdichter Klinge 60 befindlichen Pulversäule befindet, eine Kraft, die in die Arbeitsebene hineingerichtet ist, ausgeübt. Damit wird das Pulver 20 beim Aufbringen der Schicht komprimiert. Auftragen der Pulverschicht und Kompression können so im
25 Wesentlichen gleichzeitig stattfinden. Eine aufgetragene und verdichtete Pulverschicht entspricht in ihrer Höhe bzw. Dicke der oben genannten vorbestimmten Dicke d, welche beispielsweise 0,10 mm, 0,12 mm oder 0,15 mm hoch bzw. dick sein kann.

Anschließend wird mit dem Laserstrahl der Querschnitt des Objekts 3 in der jeweiligen Schicht bestrahlt und das Pulver somit verfestigt. Danach wird der Beschichter 5 wieder mit Pulver befüllt und wird in einer Richtung entgegen der in Fig. 2 gezeigten Richtung B bewegt. Dabei wirkt die zweite Verdichterklinge 61, die spiegelsymmetrisch zu der ersten Verdichterklinge 60 ausgebildet ist, als Beschichter und trägt eine neue Pulverschicht auf die zuletzt verfestigte Schicht bzw. das den verfestigten Bereich umgebende Pulver auf.

Alternativ zu den Klingen der oben beschriebenen Verdichtungs-
vorrichtung kann die Verdichtungs-
vorrichtung auch andersartig
ausgebildet sein. Beispielsweise kann die Klinge als Flach-
klinge F mit einer der Pulveroberfläche im Wesentlichen paral-
lelen Fläche 60c' (Fig. 3 a), als Radiusklinge R mit einer ab-
gerundeten Oberfläche 60c'' (Fig. 3b) oder Dachklinge D mit
zwei schräg aufeinander zulaufende Flächen 60c''' und 60c''''
(Fig. 3c) ausgebildet sein. Alternativ kann die Verdichtungs-
vorrichtung auch beispielsweise als Rolle bzw. als Walze ausge-
bildet sein. Die Verdichtung läuft im Wesentlichen analog zum
oben Beschriebenen ab. Sie kann im Wesentlichen zeitgleich oder
nach dem Auftragen erfolgen. Vorzugsweise laufen Auftragen und
Verdichten gleichzeitig ab.

Eine unterschiedliche Dichte des Pulverbettes vor Verfestigung
kann sich aber auch aus der Wahl unterschiedlicher Pulver oder
unterschiedlichen Pulvermaterials ergeben. Im Falle des glei-
chen Pulvers kann beispielsweise ein Altpulver im Vergleich zum
entsprechenden Neu- oder Mischpulver eine geringere Pulver-
dichte aufweisen.

Untersuchungen haben gezeigt, dass die Eindringtiefe des Energiestrahls bei unverfestigtem Pulver von geringer Verdichtung im Vergleich zu unverfestigtem Pulver von höherer Verdichtung erhöht ist. Die relative Erhöhung der Pulverbettichte, z.B. mittels der oben beschriebenen Klingen kann so durch die im Folgenden beschriebenen Verfahren bestimmt werden.

Zur besseren Veranschaulichung werden alle hier vorliegenden Ausführungsformen und Beispiele so beschrieben, dass der mindestens eine erste Probekörper P1 nach dem optionalen Verdichten des Pulverbettes eine höhere Pulverbettichte aufweist als der mindestens eine zweite Probekörper P2 nach dem andersartigen Verdichtungsschritt bzw. ohne den Verdichtungsschritt. Selbstverständlich kann es sich aber auch umgekehrt verhalten. Entsprechend sind die jeweils ersten Probekörper P1, welche im Vergleich zu einem jeweils zweiten Probekörper P2 aus einem Pulver mit einer höheren Verdichtung generiert werden, in den Fig. 4a), 5a) und 6a), die jeweils zweiten Probekörper P2, welche aus einem Pulver mit einer geringeren Verdichtung generiert werden, in den Fig. 4b), 5b) und 6b) dargestellt. Eine allgemeine Übersicht der Verfahrensschritte (VS) zeigt Fig. 7.

In einer ersten Ausführungsform des vorliegenden Verfahrens wird z.B. in einer oben beschriebenen Lasersinter- oder Laserschmelzvorrichtung wie aus Fig. 4a) ersichtlich als herzustellendes Objekt mindestens ein erster Probekörper P1 aus einem Aufbaumaterial, vorzugsweise einem Pulver, hergestellt (siehe auch Fig. 7, VS1-VS3). Hierzu wird mindestens eine Pulverschicht auf das Baufeld aufgebracht (Fig. 7, VS1) und verdichtet (Fig. 7, VS2), z.B. durch die oben beschriebenen Verdichtungsrichtungen. Vorzugsweise finden das Aufbringen der Pulverschicht und das Verdichten des Pulvers gleichzeitig

statt. Die komprimierte Pulverschicht weist eine vorbestimmte, zu verfestigende Dicke d auf.

Anschließend wird der mindestens eine erste Probekörper $P1$ in Form eines Plättchens $P1'$, z.B. eines rechteckigen Plättchens, nach dem oben beschriebenen Verfahren durch selektives Verfestigen an Stellen, welche dem Querschnitt des herzustellenden Plättchens entsprechen, gefertigt (Fig. 7, VS3). Der Bauprozess findet vorzugsweise unter dem Fachmann geläufigen Standardbedingungen statt. Vorzugsweise wird lediglich eine einzige Schicht belichtet (Fig. 7, VS3). Das Plättchen $P1'$ liegt dann, wie aus Fig. 4a) ersichtlich, inmitten von unverfestigtem Pulvermaterial vor und weist eine zum Pulververlauf senkrecht verlaufende Abmessung, die Dicke $d1$ auf. Vorzugsweise werden mehrere erste Probekörper, z.B. 2 bis 50 gleichzeitig oder nacheinander, d.h. durch Wiederholen der oben genannten Schritte hergestellt.

Im Anschluss wird mindestens ein zweiter Probekörper $P2$ durch den oben beschriebenen Prozess in derselben oder einer vergleichbaren Lasersinter- oder Laserschmelzvorrichtung vorzugsweise unter Verwendung des gleichen Pulvers wiederholt (Fig. 4b, Fig. 7, VS1-VS3). Vorzugsweise entsprechen alle Baubedingungen, wie z.B. Bautemperatur und Bauzeit, denen des Herstellungsprozesses des oben genannten ersten Probekörpers. Vorzugsweise entspricht auch die vorbestimmte, zu verfestigende Pulverschichtdicke d der vorbestimmten Pulverschichtdicke d im Herstellungsprozess des oben genannten ersten Probekörpers durch entsprechende Einstellung des Beschichters und/oder der Verdichtungs Vorrichtung. Anstelle der oben verwendeten Verdichtungs Vorrichtung wird entweder eine andere Verdichtungs Vorrichtung oder keine Verdichtungs Vorrichtung verwendet.

Die aufgebrachte Pulverschicht weist vor Verfestigung unabhängig von dem optionalen bzw. andersartigen Verdichtungsschritt die gleiche oben genannte Dicke d auf. Nach Herstellung des
5 zweiten Probekörpers $P2$ in Form eines Plättchens $P2'$ durch Belichten an selektiven Stellen (Fig. 7, VS3), z.B. eines rechteckigen Plättchens, weist dieses eine zum Pulververlauf senkrecht verlaufende Länge, die Dicke $d2$ auf und liegt wie aus Fig. 4b) ersichtlich inmitten von unverfestigtem Pulvermaterial
10 vor. Vorzugsweise werden mehrere zweite Probekörper, z.B. 2 bis 50 gleichzeitig oder nacheinander hergestellt. Die Plättchen werden nach Fertigstellung vorzugsweise gereinigt beispielsweise durch Strahlen mit Glaskugeln oder durch Reinigung mit einem Pinsel.

15 Die senkrecht zum Schichtverlauf verlaufenden Längen, die Dicken der oben genannten ersten und zweiten Probekörper $d1$ und $d2$, werden anschließend vermessen (Fig. 7, VS4), beispielsweise mit einer Bügelmessschraube, vorzugsweise nach Entfernen der
20 Probekörper aus der Maschine. Nach Ermittlung der Messwerte werden die Dicken $d1$ und $d2$ des ersten Probekörpers $P1'$ und des zweiten Probekörpers $P2'$ miteinander verglichen (S5). Im Falle mehrerer erster und/oder zweiter Probekörper wird eine geeignete Kennziffer gewählt, welche vorzugsweise ein Mittelwert oder eine Häufigkeitsverteilung der jeweiligen Dicke $d1$ bzw. $d2$
25 ist.

Wie aus Fig. 4 a) und b) ersichtlich weist ein Plättchen $P1'$, welches aus einem zuvor verdichteten Pulver gefertigt wurde, im
30 Vergleich zu einem Plättchen $P2'$ ohne Verdichtungsschritt eine geringere Dicke auf.

Der oder die zweiten Probekörper P2 können auch vor oder gleichzeitig zu dem ersten Probekörper P1 innerhalb eines Herstellungsprozesses hergestellt werden. Der zweite Probekörper P2 kann aber auch als Referenzkörper unabhängig von dem ersten Probekörper P1, d.h. in einem früheren Herstellungsprozess hergestellt sein. Die Bestimmung der senkrecht zum Schichtverlauf verlaufenden Dicke d_1 bzw. d_2 muss nicht zeitgleich mit der des ersten Probekörpers P1 erfolgen. Sie kann auch einmalig als Referenzwert erfolgen und beispielsweise notiert und für später hergestellte erste oder weitere Probekörper herangezogen werden. Des Weiteren kann der Vergleich auch indirekt erfolgen, beispielsweise durch Ermittlung eines Quotienten aus Plättchendicke in Relation zu der voreingestellten Pulverschichtdicke vor Verfestigung und anschließendem Vergleich der Quotienten.

Wie oben erwähnt kann sich eine unterschiedliche Pulverbett- dichte auch unabhängig von dem optionalen Verdichtungsschritt aus der Wahl eines unterschiedlichen Pulvers oder eines unterschiedlichen Pulvermaterials ergeben. So können beispielsweise ein mindestens erster Probekörper P1 aus einem Neu- oder Mischpulver und ein mindestens zweiter Probekörper P2 aus einem entsprechenden Altpulver wie oben erläutert hergestellt sein.

Beispiel 1

Jeweils sechs Plättchen pro Herstellungsbedingung (unterschiedliche Klingen, unterschiedliches Pulvermaterial) wurden in einer Lasersintermaschine nach dem oben beschriebenen Verfahren gemäß der ersten Ausführungsform hergestellt. Die Bautemperatur betrug 170° C.

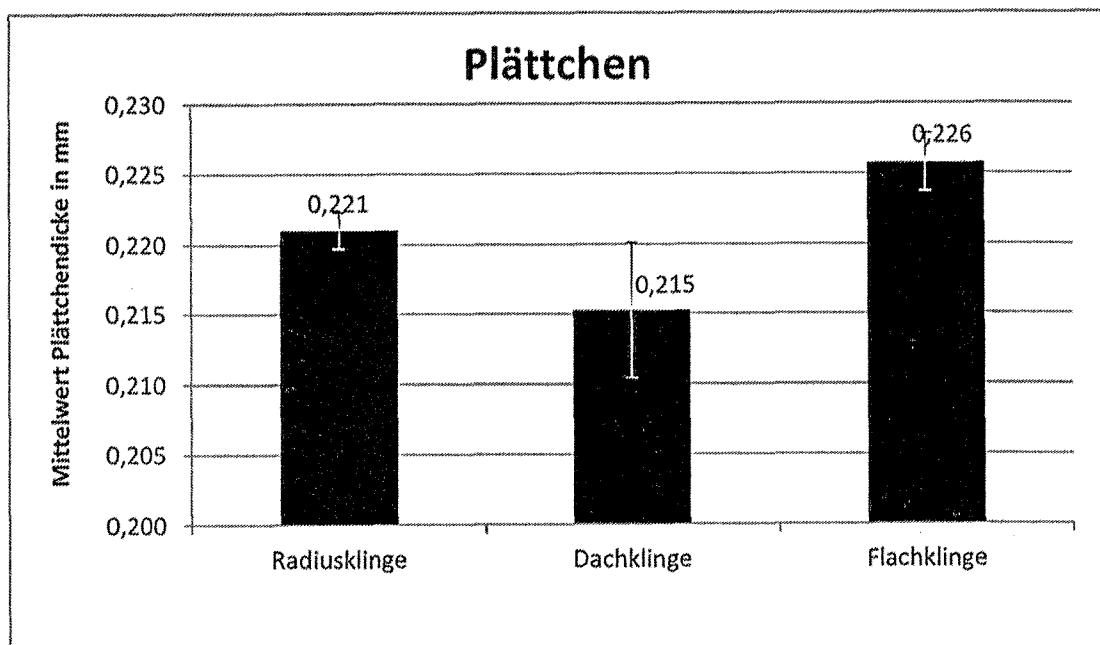
Hierzu wurde ein PA2200 Misch- oder Altpulver verwendet. PA2200 ist der Handelsname des von der Anmelderin vertriebenen PA12-Pulvers. Zuerst wurden Pulverleerschichten, d.h. nicht belichtete Pulverschichten, mit einer Gesamtdicke von 6 mm aufgetragen. Jede einzelne Pulverschicht war 0,12 mm dick und wurde zeitglich mit dem Auftragen mittels einer Dach-, Radius- oder Flachklinge verdichtet. Die voreingestellten Schichtdicken waren mit und ohne Verdichtungsschritt vor dem Verfestigen mit 0,12 mm jeweils gleich groß. Dann erfolgte jeweils eine zu belichtende Pulverschicht, welche entsprechend den jeweiligen Leerschichten aufgetragen wurde. Im Anschluss wurde die jeweils eine Pulverschicht selektiv in x- und y-Richtung belichtet, so dass ein rechteckiges Plättchen hergestellt wurde. Die Plättchen wurden nach der Herstellung aus der Lasersintermaschine entfernt und in ihrer senkrecht zur Pulverauftragung verlaufenden Dicken vermessen. Aus den ermittelten Werten einer jeden Herstellungsbedingung (jeweilige Klinge, jeweiliges Pulvermaterial) wurde der Mittelwert, sowie die Standardabweichung - im Diagramm 1 durch jeweils einen senkrechten Strich dargestellt - bestimmt.

Die Ergebnisse sind in **Tabelle 1** und teilweise in **Diagramm 1** zusammengefasst. Plättchen, welche mit einem Verdichtungsschritt höherer Effizienz hergestellt wurden (Dachklinge > Radiusklinge > Flachklinge), weisen eine vergleichsweise geringere Dicke auf (Dachklinge < Radiusklinge < Flachklinge). Plättchen, welche mit einem vergleichsweise frischerem Pulvermaterial hergestellt wurden, weisen eine vergleichsweise geringere Dicke auf (Mischpulver < Altpulver).

Tabelle 1

	Klingenart	Dachklinge	Radiusklinge	Flachklinge
Plättchen- dicke [mm]	Mischpulver	0,215	0,221	0,226
	Altpulver	0,283	0,321	0,321

Diagramm 1



5

In einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird wie aus Fig. 5 ersichtlich ein andersartiger erster und zweiter Probekörper P1'', P2'' mittels des oben beschriebenen Verfahrens und Aufbaumaterials hergestellt. Identische Verfahrensschritte und Vorrichtungen/Materialien werden deshalb nicht wiederholt.

Im Folgenden beruht die unterschiedliche Pulverbettstärke auf der Verwendung unterschiedlicher Verdichtungsanordnungen. Wie oben erwähnt kann eine unterschiedliche Pulverbettstärke jedoch

15

auch unabhängig von einem Verdichtungsschritt vom Alter des Pulvermaterials abhängen.

Zur Herstellung des ersten und zweiten Probekörpers, P1'' und
5 P2'' werden die oben beschriebenen Schritte des Aufbringens von
Aufbaumaterial (Fig. 7, VS1), des optionalen Verdichtens
(Fig. 7, VS2, VS2') und des selektiven Verfestigens (Fig. 7,
VS3) für jeweils jeden Probekörper mindestens dreimal, vorzugs-
weise vielfach (Fig. 7, d)) durchgeführt. Dabei werden in dem
10 ersten P1 und in dem zweiten Probekörper P2 eine oder mehrere
Pulverschichten einer vorbestimmten Längenabmessung selektiv
von der Verfestigung ausgenommen. Die Pulverschichten sind vor-
zugsweise so von der Verfestigung ausgenommen, dass sich der
Nichtverfestigungsbereich entweder über die gesamte Breite oder
15 über die gesamte Länge des Probekörpers erstreckt (x- oder y-
Richtung). Die Anzahl dieser Nichtverfestigungsbereiche ent-
spricht einer natürlichen Zahl n , wobei die Null ausgeschlossen
ist. So entstehen nach Verfestigung ein erster und ein zweiter
Probekörper gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden
20 Erfindung mit Ausnahmen S,s, welche beispielsweise als
Schlitze ausgebildet sein können. Sie können jedoch auch an-
dersartig, z.B. in Form von Nuten ausgebildet sein. Der Probe-
körper gemäß der zweiten Ausführungsform kann beispielsweise
als Block in Form eines Würfels oder Quaders ausgebildet sein.

25 Je nach Anzahl der von der Verfestigung ausgenommenen Pulver-
schichten können die Nichtverfestigungsbereiche unterschiedlich
groß sein. Beispielsweise können 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
oder mehr Pulverschichten in einem vorbestimmten Bereich von
30 der Verfestigung ausgenommen sein.

Eine Pulverschicht kann beispielsweise 0,12 mm dick sein, so dass die Abmessungen der Nichtverfestigungsbereiche in x-Richtung (senkrecht zum Pulververlauf) 0,12 mm, 0,24 mm, 0,36 mm, 0,48 mm, 0,60 mm und mehr betragen können. Die Reihenfolge, Anzahl, Größe und Position der Nichtverfestigungsbereiche kann dabei unter Berücksichtigung des oben Beschriebenen beliebig gewählt sein. Es ist jedoch zweckmäßig, sie in dem ersten und zweiten Probekörper gleich zu wählen. Anhaftende Pulverkörner werden vorzugsweise nach Fertigstellung des oder der Probekörper entfernt, insbesondere durch Abstrahlen.

Nach Fertigstellung des oder der Probekörper wird die senkrecht zum Schichtverlauf verlaufende Abmessung der Ausnehmung(en), d.h. die Höhe h bestimmt (Fig. 7, VS4). Insbesondere wird die Anzahl der kleinsten Ausnehmungen im jeweiligen Probekörper optisch bestimmt (Fig. 7, VS4). Z.B. so, dass der jeweilige Probekörper gegen das Licht gehoben und die Anzahl der sichtbaren kleinsten Ausnehmungen mit dem Auge ermittelt wird. Die Anzahl stellt dann die zu vergleichende Kennziffer dar (Fig. 7, VS5). Zusätzlich oder alternativ kann die senkrecht zum Schichtverlauf verlaufende Höhe der Ausnehmungen vermessen werden. Vorzugsweise wird die Anzahl der kleinsten Ausnehmungen in Kombination mit der Höhe der Ausnehmungen bestimmt.

Wie schematisch in Fig. 5 dargestellt werden Ausnehmungen s in einem zweiten Probekörper $P2''$, welcher aus Pulver mit geringerer Verdichtung hergestellt ist, aufgrund der hohen Eindringtiefe des Energiestrahls eher mit aufgeschmolzen als Ausnehmungen in einem ersten Probekörper $P1''$ mit vergleichsweise höherer Pulverdichte. Folglich ist auch die Anzahl der kleinsten Ausnehmungen in einem ersten Probekörper $P1''$, welcher aus verdichtetem Pulver hergestellt ist, größer im Vergleich zu einem

zweiten Probekörper P2'', welcher aus nichtverdichtetem Pulver hergestellt ist. Gleichzeitig ist die Höhe der Ausnehmung in einem zweiten Probekörper, welcher aus einem Pulver mit vergleichsweise geringerer Pulverbettichte hergestellt wurde, im Vergleich zu der jeweils korrespondierenden Ausnehmung in einem ersten Probekörper, welcher aus einem Pulver mit vergleichsweise höherer Pulverbettichte hergestellt wurde, geringer.

Beispiel 2

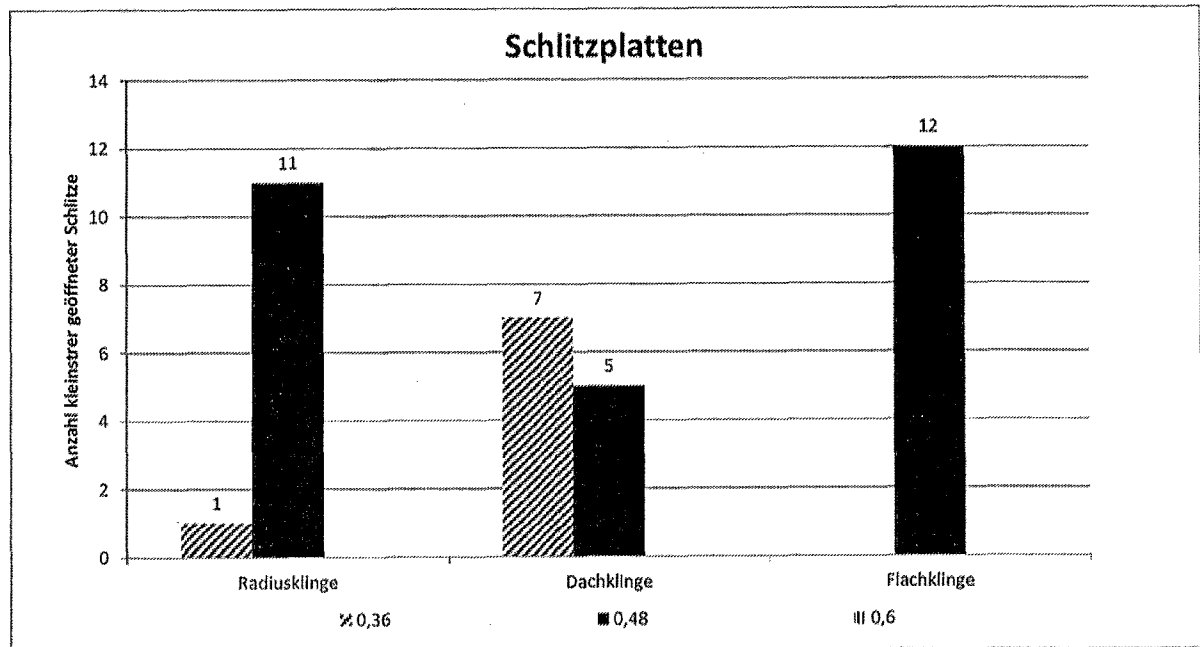
Jeweils 12 Probekörper pro Verdichtungsvorrichtung (in zwei z-Lagen jeweils sechs Probekörper in einem Bereich mit gleicher Pulverbetttemperatur) wurden in einer Lasersintermaschine nach dem oben beschriebenen Verfahren gemäß der zweiten Ausführungsform hergestellt. Die Bautemperatur betrug 170° C.

15

Hierzu wurde ein PA2200 Pulver verwendet. Zuerst wurden Pulverleerschichten, d.h. nicht belichtete Pulverschichten, mit einer Gesamtdicke von 6 mm aufgetragen. Jede einzelne Pulverschicht war 0,12 mm dick und wurde zeitgleich mit dem Auftragen mittels einer Dach-, Radius- oder Flachklinge verdichtet. Die Schichtdicken waren mit und ohne Verdichtungsschritt vor dem Verfestigen mit 0,12 mm jeweils gleich groß. Dann erfolgten die zu belichtenden Pulverschichten, welche entsprechend den jeweiligen Leerschichten aufgetragen wurden. Selektiv wurden jeweils zwölf Bereiche von 3, 4, oder 5 Pulverschichten, entsprechend 0,36 mm, 0,48 mm und 0,60 mm, und einer vorbestimmten Längenabmessung nicht verfestigt. Die Probekörper wurden dann aus der Lasersintermaschine entfernt. Anhaftende Pulverkörner wurden mittels Abstrahlen entfernt. Die Anzahl der zwölf kleinsten geöffneten Ausnehmungen, hier in Form von Schlitzten, wurde durch gegen das Licht halten der Probekörper optisch bestimmt.

Die Ergebnisse sind in Diagramm 2 zusammengefasst. Probekörper, welche mit einem Verdichtungsschritt höherer Effizienz hergestellt wurden (Dachklinge > Radiusklinge > Flachklinge), weisen eine vergleichsweise größere Anzahl an kleinsten Ausnehmungen aus (Dachklinge > Radiusklinge > Flachklinge). Beispielsweise können die zwölf kleinsten Schlitze gezählt werden. Im gezeigten Beispiel wiesen Probekörper, welche im Herstellungsprozess mittels einer Dachklinge verdichtet wurden, als die zwölf kleinsten Schlitze noch sieben offene Schlitze auf, welche vor Verfestigung der Höhe 0,36 mm und 5 offene Schlitze auf, welche vor Verfestigung der Höhe 0,48 mm entsprachen. Hingegen wiesen Probekörper, welche im Herstellungsprozess mittels einer Radiusklinge verdichtet wurden, als die zwölf kleinste Schlitze nur noch einen offene Schlitz, welche vor Verfestigung der Höhe 0,36 mm entsprach und elf offene Schlitze auf, welche vor Verfestigung der Höhe 0,48 mm entsprachen. Probekörper, welche im Herstellungsprozess mittels einer Flachklinge verdichtet wurden, wiesen hingegen als die zwölf kleinsten Schlitze nur noch zwölf offene Schlitze auf, welche vor Verfestigung der Höhe 0,48 mm entsprachen.

Diagramm 2



In einer dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird wie aus Fig. 6 ersichtlich ein weiterer erster P1''' und zweiter Probekörper P2''' mittels des oben beschriebenen Verfahrens und Aufbaumaterials hergestellt. Identische Verfahrensschritte und Vorrichtungen/Materialien werden deshalb nicht wiederholt.

10

Zur Herstellung des ersten P1''' und zweiten Probekörpers P2''' werden die oben beschriebenen Schritte des Aufbringens von Aufbaumaterial (Fig. 7, VS1), des optionalen Verdichtens (Fig. 7, VS2) und des selektiven Verfestigens (Fig. 7, VS3) für jeweils jeden Probekörper mindestens zweimal, vorzugsweise vielmals durchgeführt (Fig. 7, d)). Dabei wird ein innen hohler, mit unverfestigtem Pulver gefüllter Probekörper P1''', P2''' mit einer Seitenwandung hergestellt, welcher auf der Oberseite offen und durch einen Boden auf der Unterseite geschlossen ist. Der

15

so hergestellte Probekörper ist somit ein Behälter. Vorzugsweise ist der Probekörper ein nach oben offener Zylinder. Er kann aber auch andersartig geformt sein, z.B. in Form eines nach oben offenen Würfels oder Quaders. Wichtig ist dabei, dass
5 keine Deckschichten auf die letzte belichtete Fläche aufgelegt werden, so dass der Probekörper mit der Pulverbetttoberfläche unangetastet entnommen und vermessen werden kann. Wie schematisch in Fig. 6 dargestellt, werden der erste $P1'''$ und der zweite Probekörper $P2'''$ so hergestellt, dass sie jeweils die
10 gleichen Innenabmessungen aufweisen. Folglich weisen sie auch eine gleich große Pulveroberfläche $A1$ und $A2$ auf.

Nach Fertigstellung der Probekörper $P1'''$, $P2'''$ wird jeweils eine erste Höhe der Pulveroberfläche relativ zur Seitenwandung
15 des jeweiligen Probekörpers bestimmt. Anschließend wird eine definierte, jeweils gleich große Kraft K mittels einer Kompressionsvorrichtung auf die Pulveroberfläche ausgeübt, beispielsweise mittels eines Kompressionsstempels oder einer Kompressionsplatte mit der Fläche A (schematisch in Fig. 6c gezeigt).
20 Diese Kraft verläuft senkrecht zur Pulveroberfläche und drückt diese gleichmäßig nach unten, d.h. in Richtung Boden. Das Vermessen der ersten Höhe sowie das Ausüben der Kraft K erfolgt vorzugsweise nach Entfernen der Probekörpers aus der Maschine. Beispielsweise wird die Kompression in einem Pulverrheometer
25 ausgeführt.

Nach Ausüben der Kraft K wird jeweils eine zweite Höhe der Pulveroberfläche relativ zur jeweiligen Seitenwandung vermessen, sowie die Höhendifferenz Δh zwischen dem ersten und dem zweiten
30 Messergebnis ermittelt (schematisch in Fig. 6c gezeigt, Fig. 7, VS4). Die Höhendifferenz ist somit eine dem jeweiligen Probekörper zugeordnete, senkrecht zum Schichtverlauf verlaufende

Längenabmessung. Sie entspricht der Strecke, welche das Kompressionsmittel durch die Kompression des Pulvers zurücklegt. Die Verdichtung ist beispielsweise als prozentuale Kompressibilität definiert, wobei die Höhendifferenz (x%) in Relation zu
5 der jeweiligen Höhe der Pulveroberfläche vor Ausübung der Kraft K (100%) gesetzt ist.

Im Vergleich zu einem ersten Probekörper P1'', welcher aus einem Pulver mit vergleichsweise höherer Pulverbettdichte hergestellt wurde, ist Δh in einem zweiten Probekörper P2'', welcher aus Pulver mit geringerer Pulverbettdichte hergestellt wurde, größer (Fig. 7, VS5). Als "maximaler" Referenzwert kann beispielsweise ein so hergestellter Zylinder hergestellt aus und befüllt mit homogenisiertem, unverdichtetem Pulver agieren.

15

Beispiel 3

Jeweils sechs Probekörper pro Versuchsbedingung (unterschiedliche Klingen) in Form eines nach oben offenen Zylinders mit jeweils gleich großen Innenabmessungen wurden in einer Lasersintermaschine nach dem oben beschriebenen Verfahren gemäß der
20 dritten Ausführungsform des vorliegenden Verfahrens hergestellt. Die Bautemperatur betrug 170° C.

Hierzu wurde ein PA2200 Mischpulver (50% Neu-, 50% Altpulver)
25 verwendet. Zuerst wurden Pulverleerschichten, d.h. nicht belichtete Pulverschichten, mit einer Gesamtdicke von 6 mm aufgetragen. Jede einzelne Pulverschicht war 0,12 mm dick und wurde zeitlich mit dem Auftragen mittels einer Dach-, Radius- oder Flachklinge verdichtet. Die Schichtdicken waren mit und ohne
30 Verdichtungsschritt vor dem Verfestigen mit 0, 12 mm jeweils gleich groß. Dann erfolgten die zu belichtenden Pulverschich-

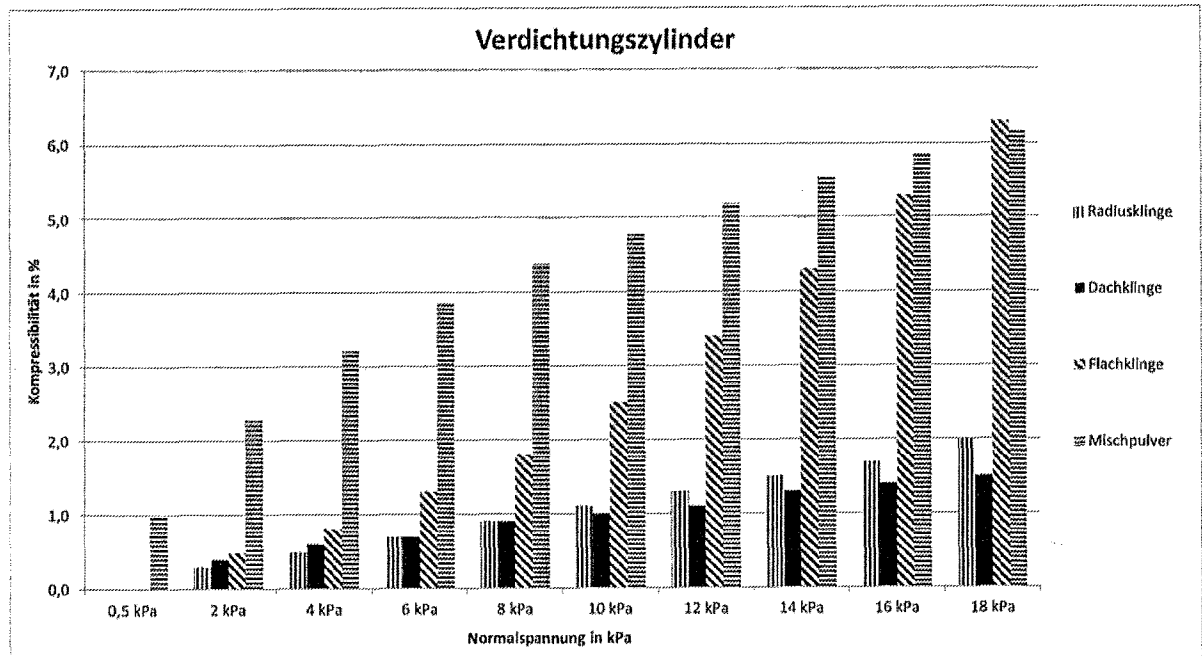
ten, welche entsprechend den jeweiligen Leerschichten aufgetragen wurden. . Des Weiteren wurden sechs Probekörper aus dem gleichen, jedoch homogenisierten und unverdichteten Mischpulver hergestellt. Die Probekörper waren nach Herstellung 25,2 mm
5 hoch (Außenmaß). Die Höhe der Pulverzylinder betrug 12,6 mm (Innenmaß).

Die Probekörper wurden anschließend aus der Lasersintermaschine entfernt. Das nichtverfestigte Pulver im Innenbereich der Pro-
10 bekörper verblieb darin. Die Höhe der Pulveroberfläche relativ zum jeweiligen Probekörper wurde wie oben beschrieben bestimmt. Hierzu wurde ein Pulverrheometer, beispielsweise ein Freemann FT 4 Pulverrheometer, mit einem Kompressionsstempel verwendet.

15 Anschließend wurde mit dem Stempel ein gleichmäßiger Druck (Kraft K) von 0,5; 2; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16 oder 18 kPa auf die jeweilige Pulveroberfläche A ausgeübt (Normalspannung). Wie oben beschrieben wurden die Höhendifferenzen Δh zwischen dem jeweiligen ersten und dem zweiten Messergebnis ermittelt und
20 mit den Höhendifferenzen der anderen Probekörper verglichen. Die Höhendifferenzen sind hier als % in Relation zur Höhe vor Ausübung der Kraft K (100%) ausgedrückt.

Die Ergebnisse sind in Diagramm 3 zusammengefasst. Probekörper,
25 welche mit einem Verdichtungsschritt höherer Effizienz hergestellt wurden (Dachklinge > Radiusklinge > Flachklinge > unverdichtet), weisen eine vergleichsweise kleinere Höhendifferenz auf (Dachklinge < Radiusklinge < Flachklinge < unverdichtet).

Diagramm 3



5

Eine erfindungsgemäße Steuereinheit ist des Weiteren so programmierbar, dass sie die erfindungsgemäßen Lasersinter- oder Laserschmelzvorrichtung so steuert, dass mindestens die Schritte des Aufbringens von Pulvermaterial, sowie des selektiven Verfestigens zum Herstellen eines ersten erfindungsgemäßen Probekörpers ausgeführt werden. Vorzugsweise ist eine erfindungsgemäße Steuereinheit so programmiert, dass mindestens die Schritte des Aufbringens von Pulvermaterial, sowie des selektiven Verfestigens zum Herstellen eines ersten erfindungsgemäßen Probekörpers ausgeführt werden. Insbesondere ist eine erfindungsgemäße Steuereinheit so programmiert, dass mindestens die Schritte des Aufbringens von Pulvermaterial, des optionalen Verdichtens sowie des selektiven Verfestigens zum Herstellen eines ersten erfindungsgemäßen Probekörpers ausgeführt werden und diese Schritte gegebenenfalls wiederholt werden.

20

Auch wenn die vorliegende Erfindung anhand einer Lasersinter- bzw. Laserschmelzvorrichtung beschrieben wurde, ist sie nicht auf das Lasersintern oder Laserschmelzen eingeschränkt. Sie kann auf beliebige Verfahren zum generativen Herstellen eines dreidimensionalen Objektes durch schichtweises Aufbringen und selektives Verfestigen eines Aufbaumaterials angewendet werden.

Der Belichter kann beispielsweise einen oder mehrere Gas- oder Festkörperlaser oder jede andere Art von Laser wie z.B. Laserdioden, insbesondere VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) oder VECSEL (Vertical External Cavity Surface Emitting Laser), oder eine Zeile dieser Laser umfassen. Allgemein kann als Belichter jede Einrichtung verwendet werden, mit der Energie als Wellen- oder Teilchenstrahlung selektiv auf eine Schicht des Aufbaumaterials aufgebracht werden kann. Anstelle eines Lasers können beispielsweise eine andere Lichtquelle, ein Elektronenstrahl oder jede andere Energie- bzw. Strahlenquelle verwendet werden, die geeignet ist, das Aufbaumaterial zu verfestigen. Statt des Ablenkens eines Strahls kann auch das Belichten mit einem verfahrbaren Zeilenbelichter angewendet werden. Auch auf das selektive Maskensintern, bei dem eine ausgehende Lichtquelle und eine Maske verwendet werden, oder auf das High-Speed-Sintern (HSS), bei dem auf dem Aufbaumaterial selektiv ein Material aufgebracht wird, das die Strahlungsabsorption an den entsprechenden Stellen erhöht (Absorptionssintern) oder verringert (Inhibitionssintern), und dann unselektiv großflächig oder mit einem verfahrbaren Zeilenbelichter belichtet wird, kann die Erfindung angewendet werden.

Anstelle des Einbringens von Energie kann das selektive Verfestigen des aufgetragenen Aufbaumaterials auch durch 3D-Drucken erfolgen, beispielsweise durch Aufbringen eines Klebers. Allgemein bezieht sich die Erfindung auf das generative Herstellen
5 eines Objekts mittels schichtweisen Auftragens und selektiven Verfestigens eines Aufbaumaterials unabhängig von der Art und Weise, in der das Aufbaumaterial verfestigt wird.

Als Aufbaumaterial können verschiedene Materialien verwendet
10 werden, vorzugsweise Pulver, insbesondere Metallpulver, Kunststoffpulver, Keramikpulver, Sand, gefüllte oder gemischte Pulver.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Bestimmung einer relativen Pulverbetttdichte in einer Vorrichtung zum Herstellen zumindest eines dreidimensionalen Objekts durch schichtweises Aufbringen und selektives
5 Verfestigen eines pulverförmigen Aufbaumaterials,

wobei das Verfahren die Herstellung zumindest eines ersten Probekörpers umfasst mit den Schritten

a) Aufbringen einer Schicht des pulverförmigen Aufbaumaterials innerhalb eines Baufelds mittels eines über das Baufeld
10 fahrenden Beschichters,

b) optionales Verdichten der aufgetragenen Schicht des Aufbaumaterials,

c) selektives Verfestigen der aufgetragenen Schicht an
15 Stellen, die einem Querschnitt des zumindest einen herzustellenden ersten Probekörpers entsprechen, mittels einer Verfestigungsvorrichtung und

d) optionales Wiederholen der Schritte a) bis c), bis der zumindest eine erste Probekörper fertiggestellt ist,

20 wobei das Verfahren weiter die Schritte umfasst:

Bestimmen zumindest einer dem zumindest einen ersten Probekörper zugeordneten Längenabmessung senkrecht zu einem Schichtverlauf des pulverförmigen Aufbaumaterials und

Vergleichen der zumindest einen ermittelten Längenabmessung mit zumindest einer entsprechenden Längenabmessung zumindest eines zweiten Probekörpers.
25

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der zumindest eine zweite Probekörper mittels eines pulverbasierten generativen Schichtbauverfahrens hergestellt wird, vorzugsweise unter Verwendung
30 des gleichen pulverförmigen Aufbaumaterials wie zur Herstellung des zumindest einen ersten Probekörpers.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei zur Herstellung des ersten Probekörpers ein Verdichtungsschritt b) durchgeführt wird und zur Herstellung des zweiten Probekörpers kein Verdichtungsschritt b) durchgeführt wird oder wobei zur Herstellung des ersten und des zweiten Probekörpers unterschiedliche Verdichtungsschritte b) durchgeführt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der erste und/oder der zweite Probekörper vor Ermitteln der zumindest einen Längenabmessung aus der Vorrichtung heraus entnommen wird oder werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Schritte a) des Pulveraufbringens und b) des Verdichtens derart durchgeführt werden, dass die im Schritt c) zu verfestigende Schichtdicke des ersten Probekörpers genauso groß ist wie die im Schritt c) zu verfestigende Schichtdicke des zweiten Probekörpers.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der erste und der zweite Probekörper jeweils ein Plättchen ist, welches durch einmaliges Durchführen der Schritte a), b) und c) hergestellt wird,
und die zumindest eine zu bestimmende Längenabmessung eine Abmessung des Probekörpers senkrecht zur verfestigten Schicht ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der erste und der zweite Probekörper durch mindestens zweimaliges, bevorzugt vielmaliges, Durchführen der Schritte a), b) und c) hergestellt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der erste und der zweite Probekörper jeweils ein nach oben offener, mit unverfestigt gebliebenem Pulver gefüllter Behälter, vorzugsweise ein zylinderförmige Behälter, sind,

wobei die beiden Probekörper die gleichen geometrischen Innenabmessungen aufweisen und

zum Bestimmen der zumindest einen einem Probekörper zugeordneten Längenabmessung jeweils ein definierter Druck auf die unverfestigt gebliebene Pulveroberfläche des Probekörpers aufgebracht wird und die zumindest eine Längenabmessung die daraus resultierende Höhenänderung der Pulveroberfläche ist.

9. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der erste und der zweite Probekörper jeweils ein Objekt mit n Ausnehmungen ist, wobei n eine natürliche Zahl ist, und

wobei jede Ausnehmung einen Nichtverfestigungsbereich einer vorgegebenen Längenabmessung umfasst in welchem eine oder mehrere Schichten von der Verfestigung ausgenommen wurden und

die den Probekörpern zugeordneten Längenabmessungen jene vorgegebenen Längenabmessungen der Nichtverfestigungsbereiche sind, wobei bevorzugt nur die Nichtverfestigungsbereiche berücksichtigt werden, die nach Fertigstellung der Probekörper sichtbar sind.

25

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der erste und der zweite Probekörper jeweils ein dreidimensionales Objekt mit n Nichtverfestigungsbereichen ist, wobei $n \geq 1$ ist und

wobei sich zumindest zwei, vorzugsweise alle n , Nichtverfestigungsbereiche in ihren vorgegebenen Längenabmessungen

senkrecht zum Schichtverlauf des pulverförmigen Aufbaumaterials voneinander unterscheiden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei zumindest zwei, bevorzugt eine Vielzahl von ersten Probekörpern und/oder zumindest zwei, bevorzugt eine Vielzahl von zweiten Probekörpern hergestellt werden und/oder zumindest zwei, bevorzugt eine Vielzahl von Längenabmessungen an den Probekörpern ermittelt werden und

10 die Längenabmessungen des oder der ersten Probekörper(s) und die Längenabmessungen des oder der zweiten Probekörper(s) anhand einer geeigneten Kennziffer verglichen werden, wobei die Kennziffer vorzugsweise ein Mittelwert oder eine Häufigkeitsverteilung der Längenabmessungen ist.

15

12. Verfahren zum Herstellen zumindest eines dreidimensionalen Objekts durch schichtweises Aufbringen und selektives Verfestigen eines pulverförmigen Aufbaumaterials, mit den Schritten:

20 a) Aufbringen einer Schicht des pulverförmigen Aufbaumaterials innerhalb eines Baufelds mittels eines über das Baufeld fahrenden Beschichters,

b) optionales Verdichten der aufgetragenen Schicht des Aufbaumaterials,

25 c) selektives Verfestigen der aufgetragenen Schicht an Stellen, die einem Querschnitt des zumindest einen herzustellenden Objekts entsprechen, mittels einer Verfestigungsvorrichtung und

d) optionales Wiederholen der Schritte a) bis c), bis das zumindest eine Objekt fertiggestellt ist,

wobei das Aufbaumaterial derart verfestigt wird, dass zumindest ein erster Probekörper hergestellt wird und zur Bestimmung einer relativen Pulverbetttdichte folgende Schritte durchgeführt werden:

5 Bestimmen zumindest einer dem zumindest einen ersten Probekörper zugeordneten Längenabmessung senkrecht zu einem Schichtverlauf des pulverförmigen Aufbaumaterials und

 Vergleichen der zumindest einen ermittelten Längenabmessung mit zumindest einer entsprechenden Längenabmessung zumindest eines zweiten Probekörpers.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei zumindest ein Objekt und zumindest ein erster und/oder zweiter Probekörper hergestellt werden.

15

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei das Vergleichen der ermittelten Längenabmessungen indirekt erfolgt, vorzugsweise durch Vergleichen eines Quotienten gebildet aus der dem ersten Probekörper zugeordneten ermittelten Längenabmessung und mindestens einer zu verfestigenden Schichtdicke mit einem entsprechenden Quotienten des zumindest einen zweiten Probekörpers und/oder Objekts.

15. Programmierbare Steuereinheit für eine Vorrichtung zum Herstellen zumindest eines dreidimensionalen Objekts durch schichtweises Aufbringen und selektives Verfestigen eines pulverförmigen Aufbaumaterials, wobei die Steuereinheit ausgebildet ist, die Vorrichtung so zu steuern, dass sie alle Schritte a) und c) sowie optional b) und/oder d) mindestens eines der Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 ausführt.

16. Vorrichtung zum Herstellen zumindest eines dreidimensionalen Objekts durch schichtweises Aufbringen und selektives Verfestigen eines pulverförmigen Aufbaumaterials mit

5 einem über ein Baufeld bewegbaren Beschichter zum Aufbringen einer Schicht des Aufbaumaterials innerhalb des Baufelds,

optional einer Verdichtungseinrichtung zum Verdichten der aufgetragenen Schicht des Aufbaumaterials, wobei die Verdichtungseinrichtung optional integral mit dem Beschichter ausgebildet sein kann, und

10 einer Verfestigungsvorrichtung zum selektiven Verfestigen der aufgetragenen Schicht an Stellen, die einem Querschnitt des zumindest einen herzustellenden Objekts entsprechen,

wobei die Vorrichtung dazu ausgebildet und/oder gesteuert ist, die Schritte des Aufbringens und des selektiven Verfestigens zu wiederholen, bis das zumindest eine Objekt fertiggestellt ist, und

15 wobei die Vorrichtung weiter eine Steuereinheit gemäß Anspruch 15 umfasst und/oder mit einer solchen Steuereinheit signaltechnisch verbunden ist.

Fig. 1

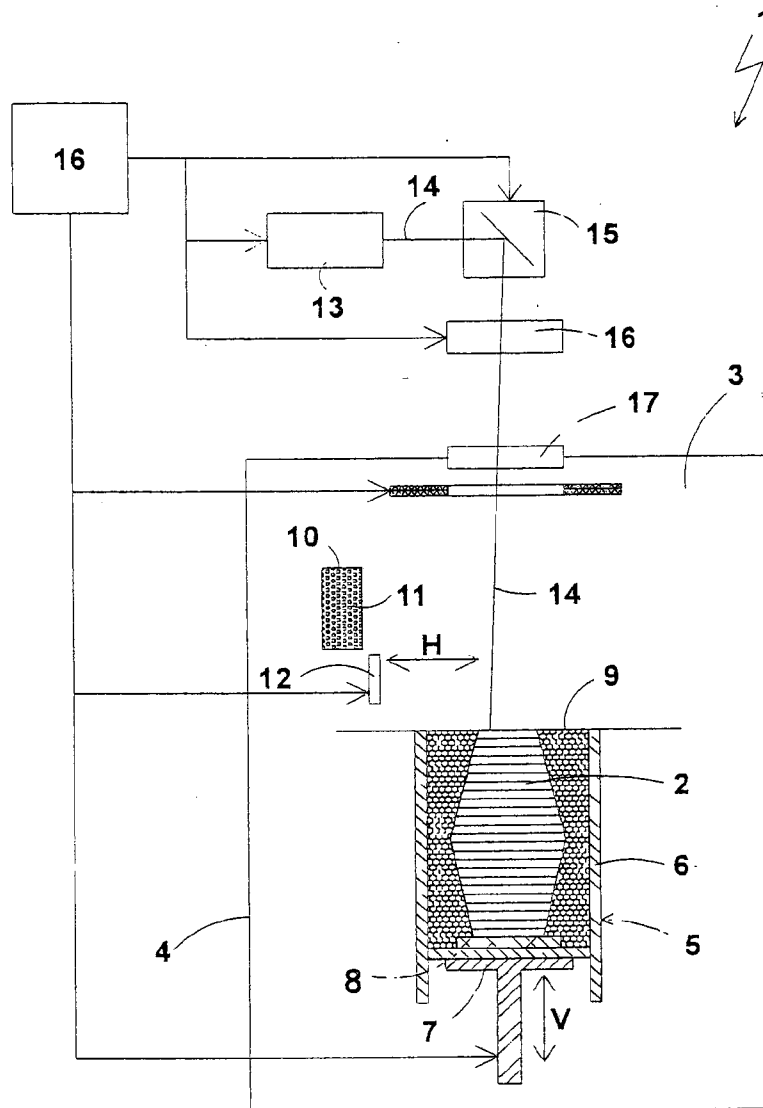


Fig. 2

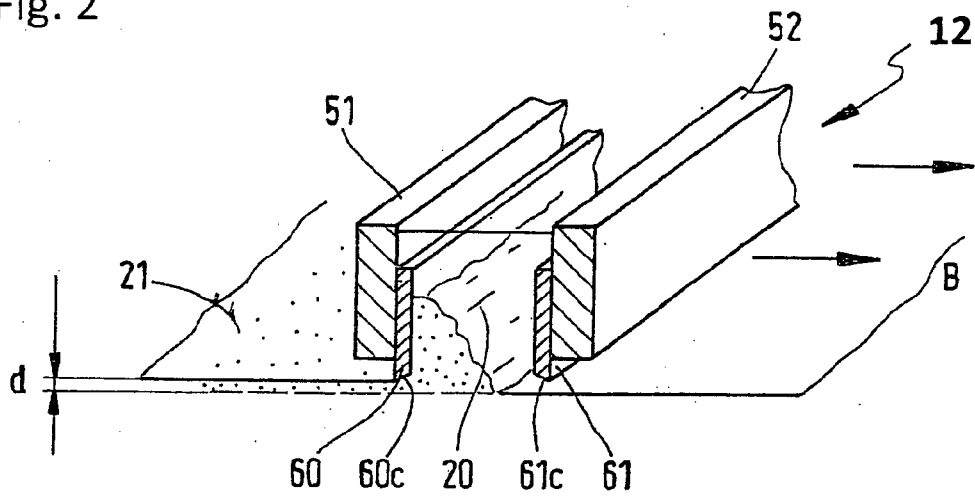


Fig. 3

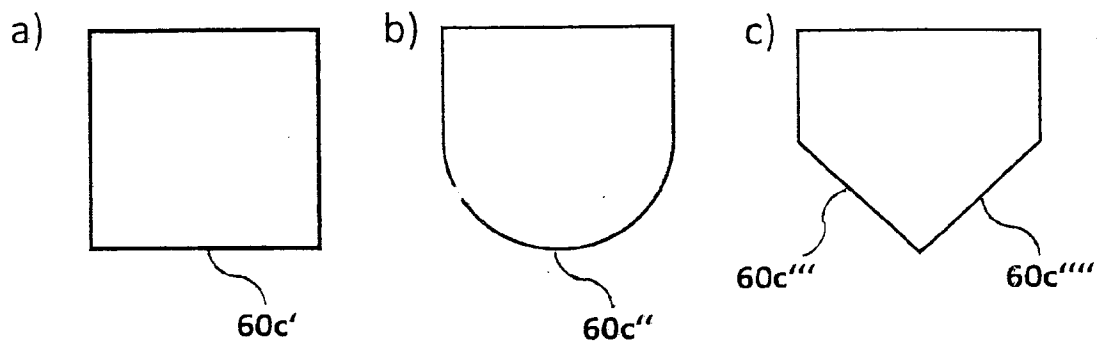
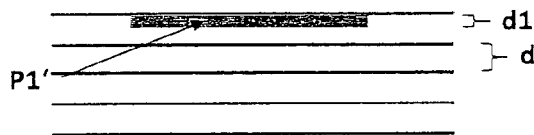


Fig. 4 a)



b)

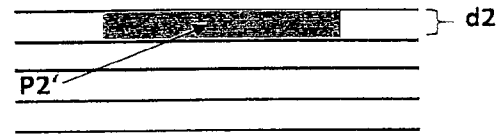
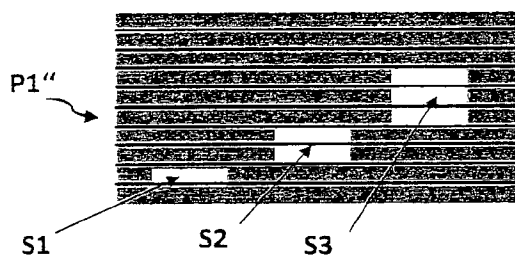


Fig. 5 a)



b)

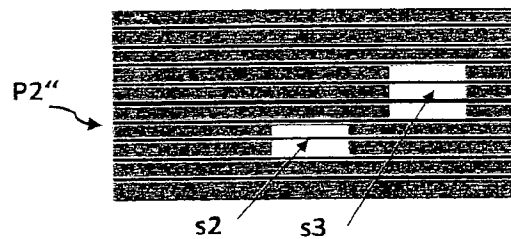
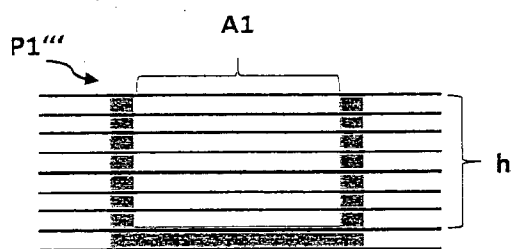


Fig. 6 a)



b)

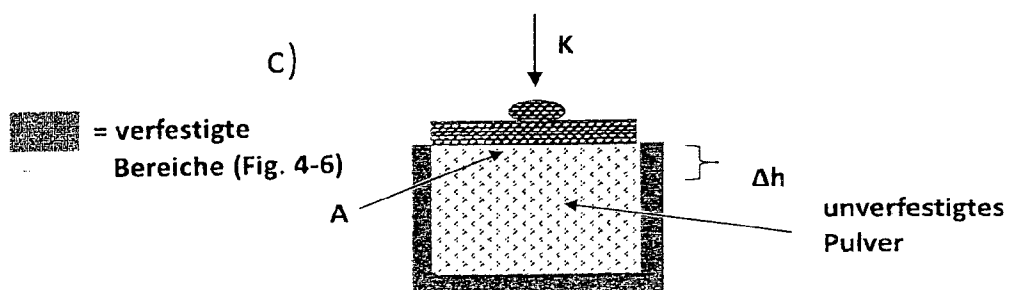
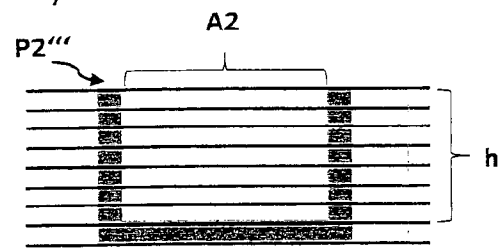
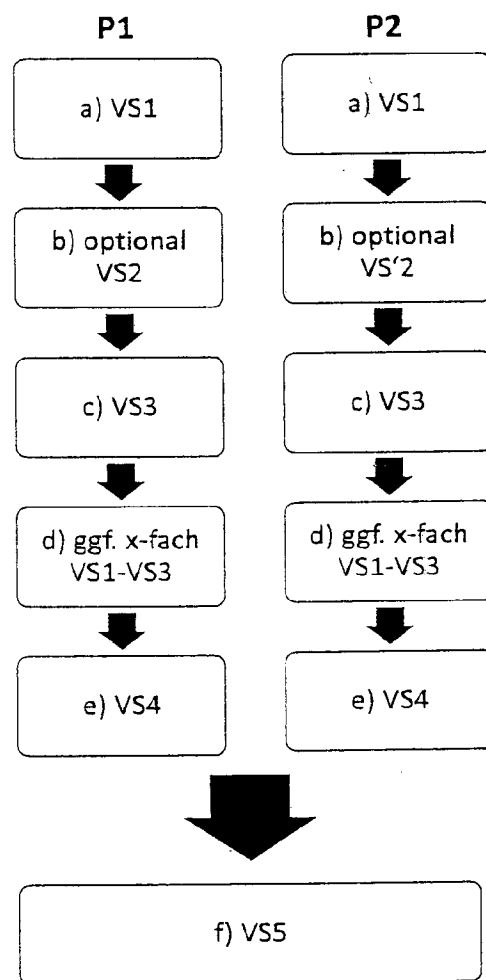


Fig. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/073829

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C64/153 B33Y10/00
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)
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	DE 10 2006 023484 A1 (EOS ELECTRO OPTICAL SYST [DE]) 22 November 2007 (2007-11-22) cited in the application	15,16
A	paragraphs [0024] - [0030] -----	1-14
X	US 2004/228754 A1 (ABE SATOSHI [JP] ET AL) 18 November 2004 (2004-11-18) paragraphs [0068] - [0069] figures -----	15,16



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

8 November 2017

Date of mailing of the international search report

28/11/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zattoni, Federico

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/073829

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006023484 A1	22-11-2007	BR PI0702904 A2	15-03-2011
		CN 101351325 A	21-01-2009
		DE 102006023484 A1	22-11-2007
		EP 2026952 A1	25-02-2009
		HK 1124284 A1	16-11-2012
		JP 4742148 B2	10-08-2011
		JP 2009512579 A	26-03-2009
		RU 2370367 C1	20-10-2009
		US 2009045553 A1	19-02-2009
		US 2011133367 A1	09-06-2011
		US 2014127339 A1	08-05-2014
		WO 2007134688 A1	29-11-2007

US 2004228754 A1	18-11-2004	CN 1496769 A	19-05-2004
		DE 10344901 A1	13-05-2004
		KR 20040028569 A	03-04-2004
		US 2004228754 A1	18-11-2004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B29C64/153 B33Y10/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 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	DE 10 2006 023484 A1 (EOS ELECTRO OPTICAL SYST [DE]) 22. November 2007 (2007-11-22) in der Anmeldung erwähnt	15,16
A	Absätze [0024] - [0030] -----	1-14
X	US 2004/228754 A1 (ABE SATOSHI [JP] ET AL) 18. November 2004 (2004-11-18) Absätze [0068] - [0069] Abbildungen -----	15,16



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

8. November 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/11/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Zattoni, Federico

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/073829

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006023484 A1	22-11-2007	BR PI0702904 A2	15-03-2011
		CN 101351325 A	21-01-2009
		DE 102006023484 A1	22-11-2007
		EP 2026952 A1	25-02-2009
		HK 1124284 A1	16-11-2012
		JP 4742148 B2	10-08-2011
		JP 2009512579 A	26-03-2009
		RU 2370367 C1	20-10-2009
		US 2009045553 A1	19-02-2009
		US 2011133367 A1	09-06-2011
		US 2014127339 A1	08-05-2014
		WO 2007134688 A1	29-11-2007

US 2004228754 A1	18-11-2004	CN 1496769 A	19-05-2004
		DE 10344901 A1	13-05-2004
		KR 20040028569 A	03-04-2004
		US 2004228754 A1	18-11-2004
