



(10) **DE 10 2016 221 889 A1** 2018.05.09

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 221 889.1**
(22) Anmeldetag: **08.11.2016**
(43) Offenlegungstag: **09.05.2018**

(51) Int Cl.: **B22F 3/105** (2006.01)
B33Y 10/00 (2015.01)
B33Y 30/00 (2015.01)
B29C 64/106 (2017.01)

(71) Anmelder:
**Brose Fahrzeugteile GmbH & Co.
Kommanditgesellschaft, Würzburg, 97076
Würzburg, DE**

(72) Erfinder:
Beetz, Stefan, 19089 Barnin, DE

(74) Vertreter:
**Maikowski & Ninnemann Patentanwälte
Partnerschaft mbB, 10707 Berlin, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

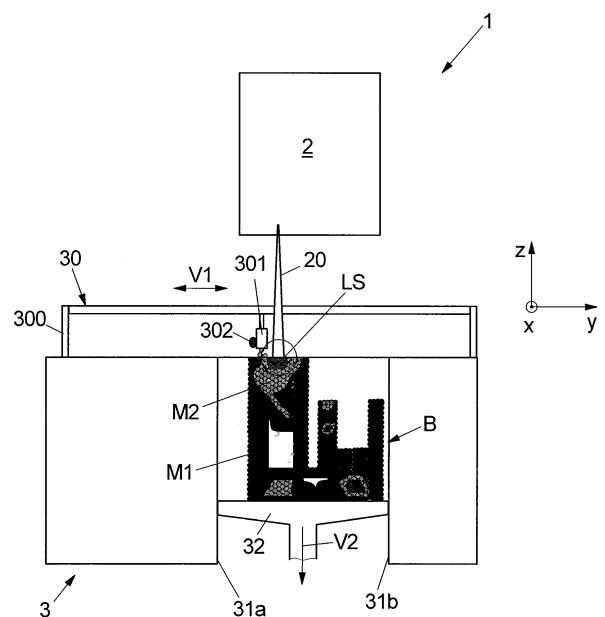
DE	10 2012 107 297	A1
DE	10 2013 221 385	A1
DE	10 2014 018 081	A1
DE	10 2015 104 827	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **3D-Druckvorrichtung und 3D-Druckverfahren**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft insbesondere eine 3D-Druckvorrichtung zur Herstellung eines dreidimensionalen Bauteils (B) aus mindestens zwei unterschiedlichen Materialien (M1, M2). Dabei weist die 3D-Druckvorrichtung (1) sowohl eine Sprühdrukkeinheit (3) als auch eine Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit (2) auf. Zur Herstellung des dreidimensionalen Bauteils (B) ist die Sprühdrukkeinheit (3) zum Aufsprühen der mindestens zwei unterschiedlichen Materialien (M1, M2) eingerichtet und vorgesehen und die Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit (2) ist eingerichtet und vorgesehen, aufgespritztes Material (M1, M2) durch Schmelzen mittels eines Elektronenstrahls und/oder mittels eines Laserstrahls (20) der Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit (2) stoffschlüssig zu verbinden. Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine 3D-Druckverfahren.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine 3D-Druckvorrichtung zur Herstellung eines dreidimensionalen Bauteils sowie ein 3D-Druckverfahren.

[0002] Beim 3D-Druck werden dreidimensionale Bauteile üblicherweise schichtweise aus einem oder mehreren Materialien aufgebaut. Als Materialien kommen hierbei beispielsweise Kunststoffe, Harze, Keramiken und Metalle zum Einsatz. In diesem Zusammenhang ist bekannt, dreidimensionale Bauteile durch selektives Lasersintern (für thermoplastische Kunststoffe), durch selektives Laserschmelzen (für Metalle) oder selektives Elektronenstrahlschmelzen (für Metalle) herzustellen. In diesen Verfahren, bei denen Material lokal geschmolzen wird, um das jeweilige dreidimensionale Bauteil zu erzeugen, kommt nur ein Material zum Einsatz.

[0003] Des Weiteren sind die Inkjet-ähnliche 3D-Druckverfahren bekannt, bei denen unterschiedliche, jeweils pulverförmig oder flüssig vorliegende Materialien in Analogie zu einem Tintenstrahldrucker schichtweise aufgesprüht werden. Üblicherweise werden hierbei Kunststoffmaterialien eingesetzt, die dann zu meist unter UV-Licht aushärten.

[0004] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Lösung für den 3D-Druck eines dreidimensionalen Bauteils, insbesondere eines Stators für einen Elektromotor bereitzustellen.

[0005] Diese Aufgabe wird sowohl mit einer 3D-Druckvorrichtung des Anspruchs 1 als auch einem 3D-Druckverfahren des Anspruchs 9 gelöst.

[0006] Grundgedanke der Erfindung ist hierbei eine Kombination einer Sprühdrukkeinheit zum Aufsprühen von unterschiedlichen Materialien mit einer Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit zum wenigstens lokalen Schmelzen aufgesprühten Materials, um dieses stoffschlüssig zu verbinden. Das mittels eines Elektronenstrahls oder mittels eines Laserstrahls zu verbindende Material wird hier somit zuvor durch eine Sprühdrukkeinheit nach Art eines Tintenstrahldrucken tropfenförmig (feucht oder trocken, je nachdem, ob das Material z.B. flüssig oder pulverförmig vorgehalten wird) aufgesprüht. Hierbei kann beispielsweise mit einer 3D-Druckvorrichtung zusätzlich zu einem Aufsprühen vernetzbaren Kunststoffmaterials die Erzeugung einer Schmelze für die stoffschlüssige Verbindung bestimmter Abschnitte des herzustellenden dreidimensionalen Bauteils - gegebenenfalls aus einem anderen aufgesprühten Material - realisiert werden. Derart lassen sich auch hochkomplexe Bauteile mit unterschiedlichen Materialanforderungen in einem 3D-Druckvorgang aus unterschiedlichen Materialien erzeugen.

[0007] Eine erfindungsgemäße 3D-Druckvorrichtung zur Herstellung respektive zum Drucken eines dreidimensionalen Bauteils aus mindestens zwei unterschiedlichen Materialien weist dementsprechend sowohl eine Sprühdrukkeinheit als auch eine Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit auf. Zur Herstellung des dreidimensionalen Bauteils ist die Sprühdrukkeinheit zum Aufsprühen der mindestens zwei unterschiedlichen Materialien eingerichtet und vorgesehen und die Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit ist ferner eingerichtet und vorgesehen, aufgesprühtes Material durch Schmelzen mittels eines Elektronenstrahls und/oder mittels eines Laserstrahls der Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit stoffschlüssig zu verbinden. Bei dem durch die Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit zu schmelzenden, aufgesprühten Material kann es sich um genau eines der mehreren unterschiedlichen aufgesprühten Materialien oder auch um eine Mischung aus mindestens zwei unterschiedlichen Materialien handeln.

[0008] Die 3D-Druckvorrichtung, die eine Sprühdrukkeinheit und eine Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit integriert, weist in einer Ausführungsvariante eine Bauteilplattform für das herzustellende dreidimensionale Bauteil auf, oberhalb derer sowohl die Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit als auch ein Druckkopf der Sprühdrukkeinheit positionierbar sind. Die Struktur des zu druckenden dreidimensionalen Bauteils ist somit in der 3D-Druckvorrichtung unter Nutzung sowohl der Sprühdrukkeinheit als auch der Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit herstellbar, ohne einen Teil des Bauteils oder einen Rohling für das herzustellende Bauteil von der Bauteilplattform zu entfernen.

[0009] In diesem Zusammenhang sieht eine 3D-Druckvorrichtung in einer Variante beispielsweise vor, dass die Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit und/oder der Druckkopf entlang wenigstens zweier im Wesentlichen senkrecht zueinander verlaufender, erster und zweiter Raumrichtungen relativ zu der Bauteilplattform verstellbar sind. Die Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit und der Druckkopf können hierbei beispielsweise an zwei unterschiedlichen Verstelleinrichtungen oder an einer gemeinsamen Verstelleinrichtung eines Verstellsystems angeordnet sein, die eine fremdkraftbetätigte Verstellung der beiden Einheiten in einer durch die beiden ersten und zweiten Raumrichtungen aufgespannten Ebene gestatten. Für eine kompakte Bauform kann sich ein Verstellsystem anbieten, bei dem die Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit und der Druckkopf der Sprühdrukkeinheit beispielsweise pneumatisch, hydraulisch und/oder elektromotorisch stufenlos oberhalb der Bauteilplattform in einer XY-Ebene eines XYZ-Koordinatensystems verstellbar sind.

[0010] Die Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit und/oder der Druckkopf können ferner entlang einer

dritten Raumrichtung, die im Wesentlichen senkrecht zu den ersten und zweiten Raumrichtungen verläuft, relativ zu der Bauteilplattform verstellbar sein, um insbesondere das Auftragen respektive Aufsprühen der einzelnen Materialschichten auch in einer Höhe, entlang der dritten Raumrichtung, anpassen zu können. Alternativ oder ergänzend kann hierfür selbstverständlich die Bauteilplattform entlang einer dritten Raumrichtung relativ zu der Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit und/oder dem Druckkopf verstellbar sein. Hier wären dann beispielsweise die Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit und/oder der Druckkopf der Sprühdruceinheit in einer XY-Ebene verstellbar, während die Bauteilplattform entlang einer Z-Achse des XYZ-Koordinatensystems verstellbar ist.

[0011] Die 3D-Druckvorrichtung kann eingerichtet sein, in einem Arbeitsgang ein erstes und/oder ein zweites Material mittels der Sprühdruceinheit aufzusprühen und in einem zweiten Arbeitsgang aufgesprühtes erstes und/oder zweites Material selektiv und wenigstens lokal aufzuschmelzen. Das erste Material kann beispielsweise ein Metallpulver aufweisen, während das zweite Material ein Kunststoffmaterial und/oder ein Harz aufweist. Selbstverständlich kann aber wenigstens eines der unterschiedlichen Materialien auch eine Keramik umfassen oder die Materialien weisen lediglich verschiedene Metalle oder verschiedene Kunststoffe auf und unterscheiden sich in dieser Hinsicht voneinander.

[0012] In einer möglichen Weiterbildung weist die Sprühdruceinheit einen UV-Licht-Emitter zur Aushärtung aufgesprühten Kunststoffmaterials auf. Mittels der 3D-Druckvorrichtung ist hierbei dann beispielsweise ein 3D-Druckverfahren umsetzbar, bei dem Kunststoffmaterial mittels der Sprühdruceinheit aufgesprüht wird, vernetzt und mittels dem UV-Licht-Emitter ausgehärtet wird, bevor anschließend in dieses Kunststoffmaterial oder ein anderes kunststoffbasiertes oder metallisches Material, das ebenfalls mittels der Sprühdruceinheit aufgesprüht wurde, lokal geschmolzen wird, um einen Abschnitt des dreidimensionalen Bauteils zu erzeugen.

[0013] Eine Lasereinheit der 3D-Druckvorrichtung kann für selektives Lasersintern (englisch: „selective laser sintering“, SLS) und/oder selektives Laserschmelzen (englisch: „selective laser melting“, SLM) eingerichtet und vorgesehen sein. Eine Elektronenstrahlereinheit kann dementsprechend für ein selektives Elektronenstrahlschmelzen (englisch: „electron beam melting“, EBM) eingerichtet und vorgesehen sein.

[0014] Ein weiterer Aspekt der erfindungsgemäßen Lösung betrifft ein 3D-Druckverfahren zur Herstellung respektive zum Drucken eines dreidimensionalen Bauteils aus mindestens zwei unterschiedlichen Materialien.

[0015] Hierbei ist zur Herstellung des Bauteils vorgesehen, dass

- mittels einer Sprühdruceinheit wenigstens ein erstes und ein zweites Material für das Bauteil schichtweise aufgesprüht werden und
- mittels einer Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit aufgesprühtes Material durch Schmelzen mittels eines Elektronenstrahl und/oder mittels eines Laserstrahls der Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit stoffschlüssig verbunden wird.

[0016] Ein erfindungsgemäßes 3D-Druckverfahren baut somit auf dem vorstehend bereits dargelegten Grundgedanken der Erfindung auf, ein dreidimensionales Bauteil durch kombiniertes Aufsprühen unterschiedlicher Materialien und selektives Schmelzen gesprühten Materials herzustellen.

[0017] In einer Ausführungsvariante wird beispielsweise mittels der Sprühdruceinheit ein erstes und/oder ein zweites Material aufgesprüht, um eine Stützstruktur für eine Schmelze aufgesprühten Materials zu bilden, die lokal mittels der Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit erzeugt wird. Erstes und/oder zweites aufgesprühtes Material berandet somit einen Bereich, der aus diesem oder einem anderen Material aufgesprüht wurde und der nachfolgend durch die Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit geschmolzen wird. Eine entsprechende Stützstruktur findet somit ein unkontrolliertes Fließen der Schmelze und begrenzt den entsprechenden Bereich.

[0018] Um das dreidimensionale Bauteil herzustellen, ist in einer Ausführungsvariante beispielsweise vorgesehen, mittels der Sprühdruceinheit ein Metallpulver und ein Kunststoffmaterial aufzusprühen und mittels der Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit zumindest einen Teil des aufgesprühten Metallpulvers lokal zu schmelzen. Während der aufgesprühte Kunststoff, beispielsweise ein flüssiges Fotopolymer, eine feste Struktur nach dem Aufsprühen durch Vernetzung bildet, wird mit dem Metallpulver erst durch das Schmelzen eine massive Struktur erzeugt.

[0019] In diesem Zusammenhang kann auch vorgesehen sein, dass das aufgesprühte Metallpulver von aufgesprühtem Kunststoffmaterial, insbesondere durch UVlichtgehärtetem Kunststoffmaterial, eingefasst ist, sodass eine mittels der Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit erzeugte Metallschmelze aus dem aufgesprühten Metallpulver durch eine Stützstruktur aus aufgesprühtem Kunststoffmaterial eingefasst ist.

[0020] Ein verwendetes Metallpulver kann grundsätzlich einen Zuschlagsstoff für die Erhaltung und/oder Erhöhung der Fließfähigkeit des Metallpulvers enthalten. In einer Variante ist ein Zuschlagsstoff vorgesehen, der sich nach dem Aufsprühen unter

den an der Bauteilplattform herrschenden Umgebungsbedingungen verflüchtigt. Der sich verflüchtigende Zuschlagsstoff dient somit der Erhaltung und/oder Erhöhung der Fließfähigkeit des Metallpulvers, hat dann aber keinen Einfluss beim Schmelzen des Metallpulvers mittels der Elektronenstrahl- und/oder Laserstrahlereinheit. Alternativ oder ergänzend kann auch ein Zuschlagsstoff vorgesehen sein, der für den Schmelzprozess ohnehin unkritisch ist oder sogar im Hinblick auf gewünschte Werkstoff- und Bauteileigenschaften vorteilhaft ist.

[0021] Mittels eines erfindungsgemäßen 3D-Druckverfahren wird beispielsweise ein Stator für einen Elektromotor hergestellt, wobei durch das 3D-Druckverfahren sowohl wenigstens ein Spulenkörper des Stators als auch wenigstens eine Isolationsschicht, vorzugsweise aus einem Kunststoffmaterial, für den Spulenkörper gedruckt werden. Hier würde folglich sowohl der aus einem metallischen Werkstoff hergestellte Spulenkörper als auch eine aus einem Kunststoffmaterial hergestellte Isolationsschicht im 3D-Druckverfahren schichtweise aufgebaut. Hierbei werden beide Komponenten des Stators in einem einzigen Druckvorgang in einer mit wenigstens einer Sprühdrukereinheit und/oder wenigstens einer Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit ausgestatteten 3D-Druckvorrichtung erzeugt werden.

[0022] Grundsätzlich ist ein erfindungsgemäßes 3D-Druckverfahren mittels einer erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung umsetzbar. Dementsprechend gelten vorstehend und nachstehend in Bezug auf eine 3D-Druckervorrichtung erläuterte Varianten und Merkmale auch für ein 3D-Druckverfahren und umgekehrt.

[0023] Hierbei zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung;

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung eines Ausschnitts der 3D-Druckvorrichtung der **Fig. 1** mit gegenüber der **Fig. 1** verstelltem Druckkopf;

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm für eine Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen 3D-Druckverfahrens.

[0024] Die **Fig. 1** zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung 1, bei der eine Sprühdrukereinheit 3 (für ein Inkjet-ähnliches 3D-Druckverfahren) mit einer Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit 2 für ein selektives Elektronenstrahlschmelzen respektive ein selektives Lasersintern oder Laserschmelzen in einer Vorrichtung zum Drucken eines dreidimensionalen Bauteils **B** zusammengefasst sind. Teil der 3D-Druckvorrichtung 1 ist hierbei eine Bauteilplattform 32, auf der das zu druckende Bauteil **B** schichtweise mit Hilfe der Elektro-

nenstrahl- und/oder Lasereinheit 2 und der Sprühdrukereinheit 3 aufgebaut wird.

[0025] Die Bauteilplattform 32 ist vorliegend innerhalb eines XYZ-Koordinatensystems entlang der Z-Achse verschieblich und zwischen Seitenwänden **31a**, **31b** angeordnet. Durch Verstellung der Bauteilplattform 32 entlang der Z-Achse in einer Verstellrichtung **V2** kann ein Abstand der Bauteilplattform 32 zu einer Elektronenstrahl- und/oder Laserquelle der Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit 2 verändert werden, die oberhalb der Bauteilplattform 32 angeordnet ist. Gleichermaßen lässt sich hierüber ein Abstand entlang der Z-Achse zu einem Druckkopf **301** der Sprühdrukereinheit 3 einstellen, über den unterschiedliche Materialien **M1** und **M2** zum 3D-Druck des dreidimensionalen Bauteils **B** aufgesprüht werden.

[0026] Der Druckkopf **301** ist Teil einer Druckkopfeinrichtung **30** der Sprühdrukereinheit 3. Diese Druckkopfeinrichtung **30** umfasst unter anderem ein Verstellsystem **300**, zum Beispiel mit einem hier nicht dargestellten pneumatischen, hydraulischen oder elektromotorischen Antrieb zur Verstellung des Druckkopfes **301** in der XY-Ebene des XYZ-Koordinatensystems. Über das Verstellsystem **300** ist neben dem Druckkopf **301** auch ein UV-Licht-Emitter **302** verstellbar oberhalb der Bauteilplattform 32 gelagert. Über das Verstellsystem **300** ist somit synchron der UV-Licht-Emitter **302** insbesondere entlang einer Verstellrichtung **V1** entlang der Y-Achse und der senkrecht hierzu verlaufenden X-Achse verstellbar. Durch über den Druckkopf **301** aufgesprühtes Material kann eine dreidimensionale Struktur für das herzustellende Bauteil gedruckt werden und gegebenenfalls dieses Material mithilfe des UV-Licht-Emitters **302** ausgehärtet werden. Über den UV-Licht-Emitter **302** kann dabei beispielsweise für das Aushärten respektive das Vernetzen eines mittels des Druckkopfes **301** aufgesprühten Kunststoffmaterials, zum Beispiel eines Fotopolymers, vorgesehen sein.

[0027] Wie insbesondere auch anhand der vergrößerten Darstellung der **Fig. 2** veranschaulicht ist, werden bei der 3D-Druckvorrichtung 1 verschiedene 3D-Druckverfahren miteinander kombiniert; neben einem Aufsprühen unterschiedlicher Materialien **M1** und **M2** nach Art eines Tintenstrahldruckes einerseits, ein selektives Schmelzen oder Sintern mittels eines Elektronen- oder Laserstrahls **20** andererseits.

[0028] In den **Fig. 1** und **Fig. 2** ist exemplarisch das Drucken eines Bauteils **B** aus einem metallischen Material **M1** und aus einem kunststoffbasierten Material **M2** veranschaulicht. Hierbei werden sowohl pulverförmig vorliegendes Metall (Material **M1**) als auch flüssig vorliegendes Kunststoffmaterial (Material **M2**) über den Druckkopf **301** aufgesprüht, um schichtweise die geforderte dreidimensionale Struktur für das

herzustellende dreidimensionale Bauteil **B** auszubilden. Um dabei einen massiven, einstückigen Strukturabschnitt durch das Metall auszubilden, wird aufgesprühtes Metallpulver mittels der Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit **2** selektiv und lokal geschmolzen. Um hierbei ein unkontrolliertes Aus- oder Zerfließen einer mittels eines Elektronen- oder Laserstrahls **20** erzeugten Schmelze **S** zu verhindern, dient zuvor aufgesprühtes und vorzugsweise bereits ausgehärtetes Kunststoffmaterial **2** als eine die Schmelze **S** allseitig einfassende Stützstruktur. Dies ist anschaulich anhand der vergrößerten Darstellung der **Fig. 2** gezeigt.

[0029] Mit der 3D-Druckvorrichtung 1 ist damit in einfacher Weise ein dreidimensionales Bauteil **B** herstellbar, bei dem innerhalb einer Struktur aus Kunststoff eine zusammenhängende einstückige Struktur aus einem Metall eingebettet ist, wobei beide Strukturen vollständig in einem 3D-Druckverfahren erzeugt worden sind, sodass es nahezu keine Beschränkungen hinsichtlich der Komplexität der jeweiligen Struktur gibt. Es ist in diesem Zusammenhang im Übrigen auch selbstverständlich möglich, dass in Tropfen **T** aufgesprühtes Kunststoffmaterial **2** (ebenfalls) selektiv und lokal zu schmelzen oder ein anderes über den Druckkopf **301** aufgesprühtes Kunststoffmaterial entsprechend zu schmelzen, das nicht selbsttätig und auch nicht unter UV-Licht aushärtet. Mit der dargestellten 3D-Druckvorrichtung kann somit beispielsweise zum einen ein bei UV-Licht aushärtender Kunststoff **M2** gedruckt werden und zum anderen, im gleichen Arbeitsgang Metallpulver **M1**. In einem nachfolgenden Arbeitsgang kann dann innerhalb derselben 3D-Druckvorrichtung 1 mittels der Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit **2** das Metallpulver **M1** selektiv und lokal geschmolzen und damit das Pulver zu einem massiven Strukturabschnitt verbunden werden. Das umgebende Kunststoffmaterial **M1** dient dabei nicht nur der Isolierung, sondern auch als temporäre Stützstruktur für die entstehende Schmelze **S** des geschmolzenen Metallpulvers **M1**.

[0030] Das Metallpulver **M1** kann zur Verbesserung und/oder Erhaltung der Fließfähigkeit einen Zuschlagsstoff enthalten, der sich nach dem Aufsprühen verflüchtigt.

[0031] Es sei an dieser Stelle auch noch darauf hingewiesen, dass anstelle eines Kunststoffmaterials **M2** selbstverständlich (auch) ein Harz und/oder eine Keramik über den Druckkopf **302** aufgesprüht werden können. In einer möglichen Variante umfasst die Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit **2** eine Elektronenstrahl- und/oder Laserquelle der EOS GmbH, die derzeit für Metalllasersintern (MLS) eingesetzt wird. Eine Druckkopfeinrichtung **30** kann beispielsweise aus einem Objet®-3D-Drucker der Firma Stratasys übernommen sein.

[0032] Bei dem zudruckenden dreidimensionalen Bauteil **B** kann es sich beispielsweise um einen Stator für einen Elektromotor handeln, wobei hierbei sowohl wenigstens ein Spulenkörper des Stators aus Metall als auch wenigstens eine Isolationsschicht aus Kunststoff für den Spulenkörper gedruckt werden.

[0033] Anhand der **Fig. 3** ist schematisch noch ein Ablaufdiagramm einer Variante eines mit der 3D-Druckvorrichtung 1 umsetzbaren 3D-Druckverfahrens veranschaulicht. Hierbei ist in einem ersten Verfahrensschritt A1 das Spritzen der unterschiedlichen Materialien **M1** und **M2**, zum Beispiel Metall und Kunststoff, vorgesehen. Nachfolgend erfolgt eine Aushärtung des Kunststoffmaterials, bevor in einem weiteren Verfahrensschritt A3 das aufgesprühte und in Pulverform vorliegende Metall selektiv und lokal geschmolzen wird, um eine einstückige massive Metallstruktur, z.B. in einem „Bett“ aus und damit eingefasst in aufgesprühtem Kunststoffmaterial, herzustellen.

Bezugszeichenliste

1	3D-Druckvorrichtung
2	Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit
20	Elektronen- oder Laserstrahl
3	Sprühdruckeinheit
V1, V2	Verstellrichtung
30	Druckkopfeinrichtung
300	Verstellsystem
301	Druckkopf
302	UV-Licht-Emitter
31a, 31b	Seitenwand
B	Bauteil
M1, M2	Material
S	Schmelze
T	Materialtropfen

Patentansprüche

1. 3D-Druckvorrichtung zur Herstellung eines dreidimensionalen Bauteils (B) aus mindestens zwei unterschiedlichen Materialien (M1, M2), wobei die 3D-Druckvorrichtung (1) sowohl eine Sprühdruckeinheit (3) als auch eine Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit (2) aufweist und, zur Herstellung des dreidimensionalen Bauteils (B), die Sprühdruckeinheit (3) zum Aufsprühen der mindestens zwei unterschiedlichen Materialien (M1, M2) eingerichtet und vorgesehen ist und die Elektronenstrahl- und/oder Lasereinheit (2) eingerichtet und vorgesehen ist, aufgesprühtes Material (M1, M2) durch Schmelzen mittels eines Elektro-

nenstrahls und/oder mittels der Laserstrahls (20) der Elektronstrahl- und/oder Lasereinheit (2) stoffschlüssig zu verbinden.

2. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die 3D-Druckvorrichtung (1) eine Bauteilplattform (32) für das herzustellende dreidimensionale Bauteil (B) aufweist, oberhalb derer sowohl die Elektronstrahl- und/oder Lasereinheit (2) als auch ein Druckkopf (301) der Sprühdrukkeinheit (3) positionierbar sind.

3. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektronstrahl- und/oder Lasereinheit (2) und/oder der Druckkopf (301) entlang wenigstens zweier im Wesentlichen senkrecht zueinander verlaufender, erster und zweiter Raumrichtungen (x, y) relativ zu der Bauteilplattform (32) verstellbar sind.

4. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- die Elektronstrahl- und/oder Lasereinheit (2) und/oder der Druckkopf (301) entlang einer dritten Raumrichtung (z), die im Wesentlichen senkrecht zu den ersten und zweiten Raumrichtungen (x, y) verläuft, relativ zu der Bauteilplattform (32) verstellbar sind und/oder
- die Bauteilplattform (32) entlang einer dritten Raumrichtung (z), die im Wesentlichen senkrecht zu den ersten und zweiten Raumrichtungen (x, y) verläuft, relativ zu der Elektronstrahl- und/oder Lasereinheit (2) und/oder dem Druckkopf (302) verstellbar ist.

5. 3D-Druckvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die 3D-Druckvorrichtung (1) eingerichtet ist, in einem Arbeitsgang ein erstes und/oder ein zweites Material (M1, M2) mittels der Sprühdrukkeinheit (3) aufzusprühen und in einem zweiten Arbeitsgang aufgesprüh-tes erstes und/oder zweites Material (M1, M2) selektiv und wenigstens lokal aufzuschmelzen.

6. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Material (M1) ein Metallpulver aufweist und das zweite Material (M2) ein Kunststoffmaterial und/oder ein Harz aufweist.

7. 3D-Druckvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sprühdrukkeinheit (3) einen UV-Licht-Emitter (302) zur Aushärtung aufgesprüh-ten Kunststoffmaterials (M2) umfasst.

8. 3D-Druckvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Lasereinheit der 3D-Druckvorrichtung (1) für selektives Lasersintern und/oder selektives Laserschmelzen eingerichtet und vorgesehen ist.

9. 3D-Druckverfahren zur Herstellung eines dreidimensionalen Bauteils (B) aus mindestens zwei unterschiedlichen Materialien (M1, M2), bei dem, zur Herstellung des Bauteils (B),

- mittels einer Sprühdrukkeinheit (3) wenigstens ein erstes und ein zweites Material (M1, M2), für das Bauteil (B) schichtweise aufgesprüh- werden und
- mittels einer Elektronstrahl- und/oder Lasereinheit (2) aufgesprüh-tes Material (M1, M2) durch Schmelzen mittels eines Elektronenstrahls und/oder mittels eines Laserstrahls (20) der Elektronstrahl- und/oder Lasereinheit (2) stoffschlüssig verbunden wird.

10. 3D-Druckverfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels der Sprühdrukkeinheit (3) erstes und/oder zweites Material (M1, M2) aufgesprüh- wird, um eine Stützstruktur für eine Schmelze aufgesprüh-ten Materials zu bilden, die lokal mittels der Elektronstrahl- und/oder Lasereinheit (2) erzeugt wird.

11. 3D-Druckverfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass, um das dreidimensionale Bauteil (B) herzustellen, mittels der Sprühdrukkeinheit (3) ein Metallpulver (M1) und ein Kunststoffmaterial (M2) aufgesprüh- werden und mittels der Elektronstrahl- und/oder Lasereinheit (2) zumindest ein Teil des aufgesprüh-ten Metallpulvers (M1) lokal geschmolzen wird.

12. 3D-Druckverfahren nach den Ansprüchen 10 und 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das aufgesprüh-te Metallpulver (M1) von aufgesprüh-tem Kunststoffmaterial (M2) eingefasst ist, sodass eine mittels der Elektronstrahl- und/oder Lasereinheit (2) aus aufgesprüh-ten Metallpulver erzeugte Metallschmelze (S) durch eine Stützstruktur aus aufgesprüh-ten Kunststoffmaterial (M2) eingefasst ist.

13. 3D-Druckverfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Metallpulver (M1) einen Zuschlagsstoff für die Erhaltung und/oder Erhöhung der Fließfähigkeit des Metallpulvers (M1) enthält.

14. 3D-Druckverfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Zuschlagsstoff nach dem Aufsprühen verflüchtigt.

15. 3D-Druckverfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem 3D-Druckverfahren ein Stator für einen Elektromotor hergestellt wird, wobei durch das 3D-Druckverfahren sowohl wenigstens ein Spulenkörper des Stators als auch wenigstens eine Isolationsschicht für den Spulenkörper gedruckt werden.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

FIG 1

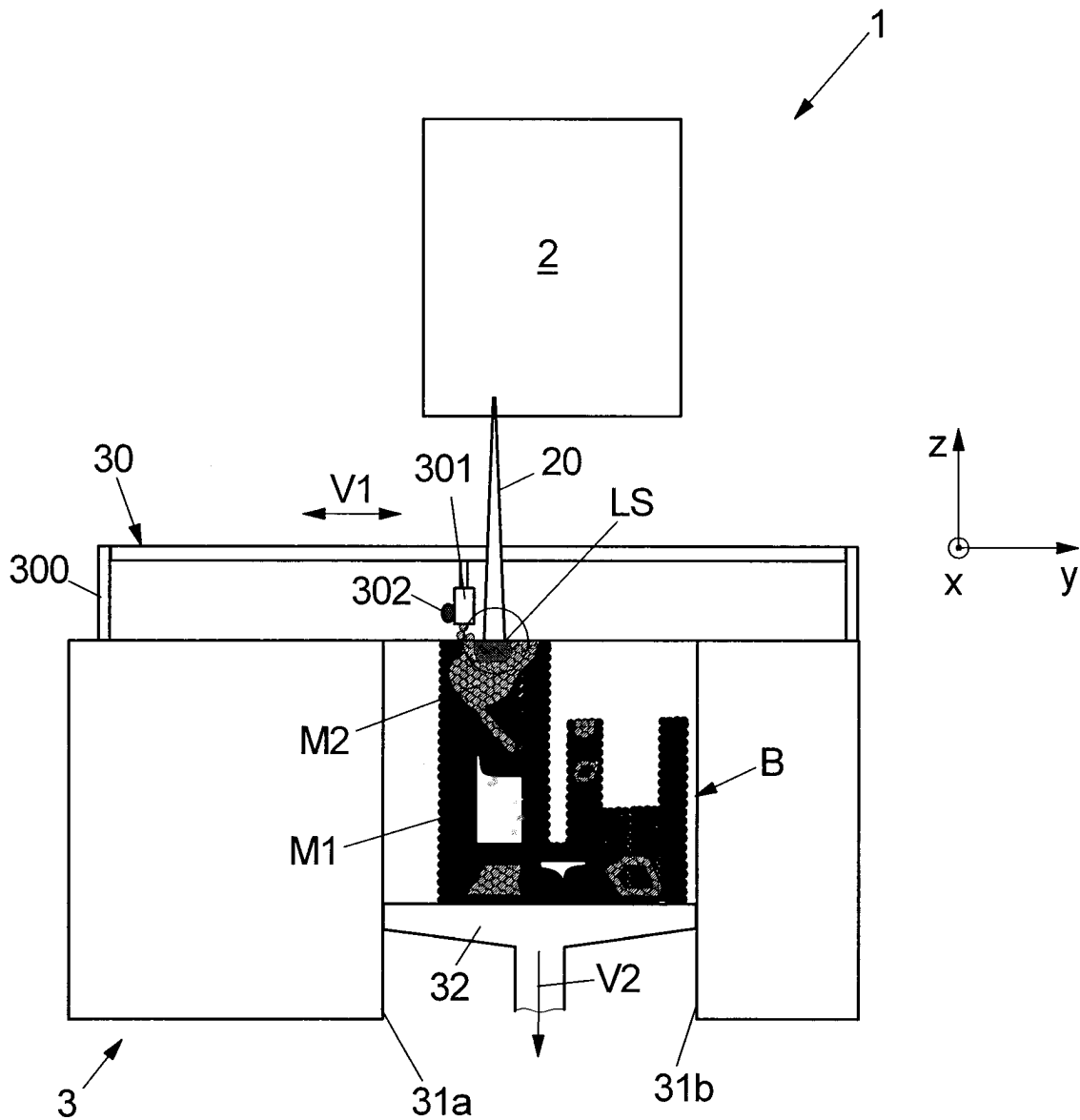


FIG 2

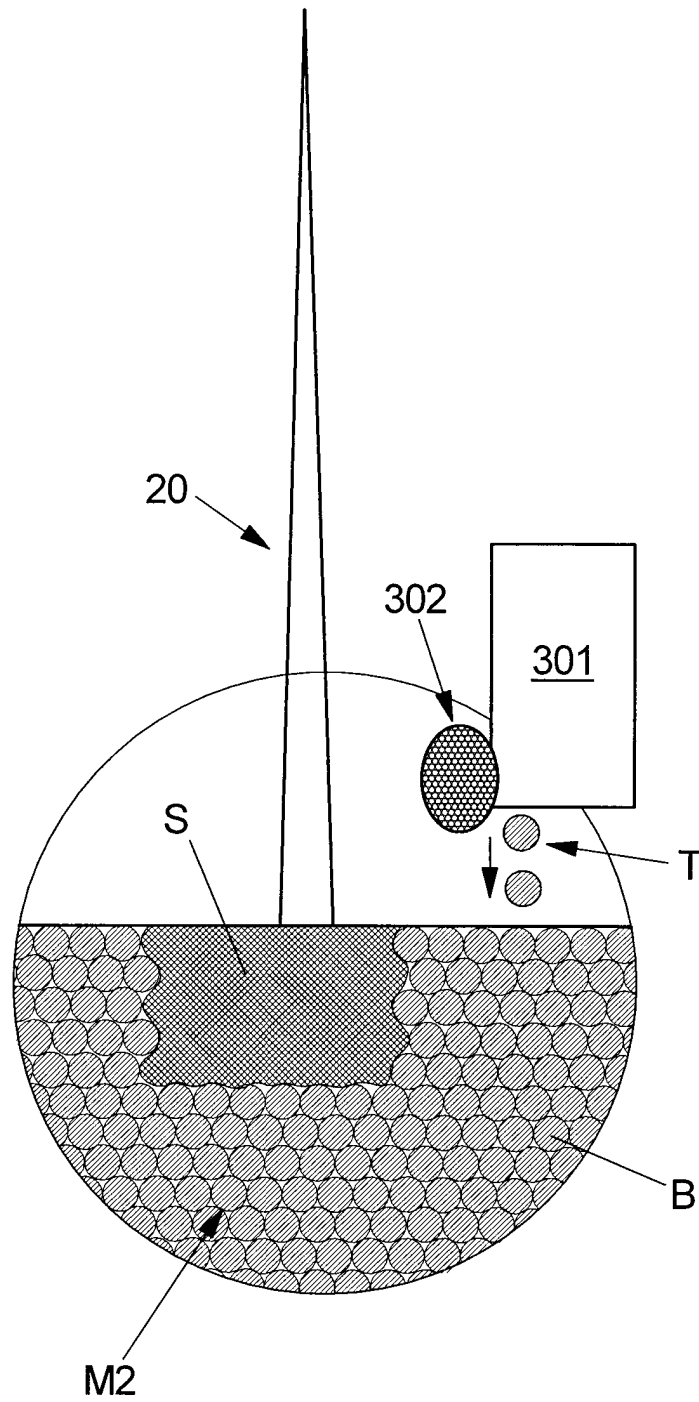


FIG 3

