

(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
11. Oktober 2012 (11.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/136615 A1

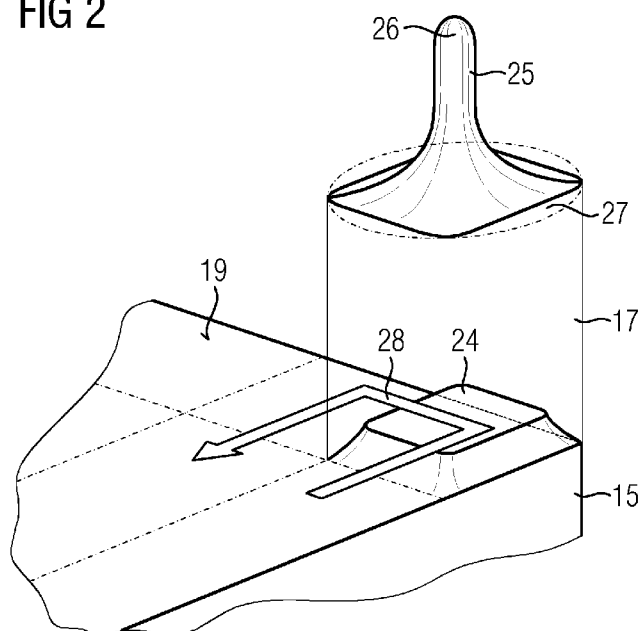
- (51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 67/00 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/055941
- (22) Internationales Anmeldedatum:
2. April 2012 (02.04.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 007 067.2 8. April 2011 (08.04.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KÜSTERS, Yves** [DE/DE]; Bautzener Str. 6, 10829 Berlin (DE). **LUPP, Friedrich** [DE/DE]; Prösslstr. 2, 81545 München (DE). **REHME, Olaf** [DE/DE]; Magdalenenstr. 35, 20148 Hamburg (DE). **SCHÄFER, Martin** [DE/DE]; Feldzeugmeisterstr. 5, 10557 Berlin (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PROCESS FOR SELECTIVE LASER MELTING AND SYSTEM FOR CARRYING OUT SAID PROCESS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM SELEKTIVEN LASERSCHMELZEN UND ANLAGE ZUR DURCHFÜHRUNG DIESES VERFAHRENS

FIG 2



(57) Abstract: The invention relates to a process in which a component (15) is produced by selective laser melting by means of a laser (17). The invention further relates to a system which can carry out such a process. The invention provides that the intensity profile (24) of the laser beam (17) is more particularly adjusted so as to be substantially constant with use of a diffractive optical element, in such a way that the treatment area produced by said profile on the surface (19) of the component (15) is melted uniformly. It is therefore advantageously possible to avoid the type of thermal stress peaks produced by an intensity maximum (26) of an unshaped laser. It is moreover possible by way of example to shape the treatment area as a square, in such a way that in the case of rectangular components (15) it becomes easier to produce the corners of the required cross section. The overall result is to permit production of components with improved surface quality. The system according to the invention for selective laser melting has a suitable optical arrangement for producing the intensity profile described.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/136615 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, bei dem ein Bauteil (15) durch selektives Laserschmelzen mittels eines Lasers (17) hergestellt wird. Außerdem betrifft die Erfindung eine Anlage, mit der ein solches Verfahren durchgeführt werden kann. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Intensitätsprofil (24) des Laserstrahls (17) insbesondere durch ein diffraktives optisches Element weitgehend konstant eingestellt wird, so dass die durch dieses Profil entstandene Behandlungsfläche auf der Oberfläche (19) des Bauteils (15) gleichmäßig aufgeschmolzen wird. Thermische Belastungsspitzen, wie sie durch ein Intensitätsmaximum (26) eines nicht geformten Lasers entstehen, können daher vorteilhaft vermieden werden. Außerdem kann die Behandlungsfläche beispielsweise quadratisch ausgeformt werden, so dass bei rechtwinkligen Bauteilen (15) die Herstellung der Ecken des herzustellenden Querschnitts vereinfacht wird. Insgesamt lassen sich hierdurch Bauteile mit einer verbesserten Oberflächengüte herstellen. Die erfindungsgemäße Anlage zum selektiven Laserschmelzen ist mit einer geeigneten Optik zur Erzeugung des beschriebenen Intensitätsprofils ausgestattet.

Beschreibung

Verfahren zum selektiven Laserschmelzen und Anlage zur Durchführung dieses Verfahrens

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen eines Bauteils durch selektives Laserschmelzen, bei dem ein Laserstrahl auf den gerade zu erzeugenden Bereich des in Herstellung befindlichen Bauteils gerichtet wird und dort lokal Partikel des Bauteilwerkstoffs aufgeschmolzen werden. Außerdem betrifft die Erfindung eine Anlage zum selektiven Laserschmelzen, die eine Bauplattform für ein zu erzeugendes Werkstück aufweist und einen Laser, der sich auf die Bauplattform richten lässt.

15

Ein Verfahren der eingangs angegebenen Art sowie eine zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Anlage sind beispielsweise aus der US 7,601,422 B2 allgemein bekannt. Die Anlage weist eine Bauplattform auf, die mit einem Pulver des Bauteilwerkstoffes schichtweise beschickt werden kann. Ein Laser wird über einen Spiegel auf die jeweils gebildete Pulveroberfläche gerichtet, wo die Partikel des Pulvers lokal aufgeschmolzen werden können. In der Anlage werden Daten zur Geometrie des herzustellenden Bauteils verarbeitet, so dass dieses lagenweise im Pulverbett auf der Bauplattform entsteht. Durch die Abtastung der Oberfläche des Pulverbettes mit dem Laserstrahl entsteht prinzipbedingt bei dem Bauteil eine rasterartige bzw. stufige Oberfläche. Die Oberflächengüte kann durch Einstellung der Parameter des Lasers beeinflusst werden, jedoch prinzipbedingt nicht vollständig ausgeglichen werden.

30

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Erzeugen eines Bauteils durch selektives Laserschmelzen bzw.

eine Anlage, geeignet zum angegebenen Laserschmelzen, anzugeben, mit der sich die Oberflächengüte des hergestellten Bauteils im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren verbessern lässt.

5

Diese Aufgabe wird mit dem eingangs angegebenen Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Laserstrahl durch ein optisches Element derart geformt, insbesondere aufgeweitet wird, dass sich in zumindest einer Richtung quer zur

10 Strahlpropagationsrichtung eine Vergleichmäßigung des Intensitätsprofils des Laserlichtes in dem gerade zu erzeugenden Bereich des in Herstellung befindlichen Bauteils ergibt, d.h. ein sogenanntes „Top-Hat-Profil“ erzeugt wird. Hierzu ist zu bemerken, dass das Intensitätsprofil eines Laserstrahls an

15 sich eine Intensitätsverteilung aufweist, die durch ein glockenförmiges Profil (Gaussche Verteilung) beschrieben werden kann. Dies bedeutet, dass das Intensitätsmaximum im Zentrum des Laserstrahls liegt und die Intensität zu den Rändern des Laserstrahls hin abnimmt. Hierdurch wird beim Aufschmelzen

20 des Pulverbettes ein Temperaturmaximum in der Mitte des Laserspots auf der Oberfläche des Pulverbettes erreicht, wobei die Temperatur zum Rand hin abnimmt und am Rande nicht zum Aufschmelzen der Partikel ausreicht. Hierdurch werden insbesondere am Rande des aktuell herzustellenden Bauteilquerschnittes an der Oberfläche des Pulverbettes Probleme er-

25 zeugt. Der Laserspot muss nämlich am Rande des Querschnitts so lange verweilen, bis die Randpartikel des herzustellenden Bauteils aufgeschmolzen wurden. In der Nähe des Randes, nämlich dort, wo sich das Intensitätsmaximum des Laserstrahls

30 befindet, ist zu diesem Zeitpunkt aber bereits ein zu hohes Maß an Energie zugeführt worden. Daher ist der Prozess insbesondere am Rande des Querschnitts schwer zu beherrschen, und die Gefahr, dass sich hierdurch die Oberflächengüte des Bauteils verschlechtert, ist groß.

Hier setzt die Erfindung an, indem durch die Formung des Laserstrahls eine Vergleichmäßigung des Intensitätsprofils hervorgerufen wird. Diese kann insbesondere durch bekannte
5 Strahlformungselemente erfolgen, d. h. dass sich das Maximum der Lichtintensität durch die Formung auf einen größeren Flächenbereich des Laserspots verteilt bei gleichzeitiger Verringerung des Intensitätsmaximums. Innerhalb dieses Bereiches wird vorteilhaft dann eine gleichmäßig intensive Energiezufuhr in das Pulverbett bewirkt, wodurch ungewollte Temperaturspitzen im Schmelzbad vorteilhaft vermieden werden können.
10

Vorteilhaft wird die Strahlformung so ausgelegt, dass die Größe und Form des Bereiches während der Bearbeitung veränderbar ist. Somit kann eine Verkürzung der Prozessgeschwindigkeit erreicht werden ohne die Flexibilität bzgl. der möglichen Strukturgrößen zu verlieren. Insbesondere können durch ein Top-Hat-Profil auch kleinere Strukturen erzeugt werden wie mit einer glockenförmigen Intensitätsverteilung.
15

20

Zu bemerken ist, dass das erzeugte Bauteil Flächenanteile hat, die mehrere der einzeln erzeugten Bauteilschichten enthalten. In diesen Flächenbereichen lässt sich die Oberflächengüte insbesondere dadurch verbessern, dass die zwangsläufig auftretenden Stufen durch die erfindungsgemäße Verfahrensführung regelmäßiger ausgebildet werden, so dass hier das Optimum der Oberflächengüte (bei Verbleib einer gewissen Stufigkeit der Oberfläche) erreicht wird. Bei Oberflächenanteilen des Bauteils, die genau senkrecht zur Strahlrichtung des
25 Laserstrahls liegen, lässt sich ebenfalls eine Verbesserung der Oberflächengüte erreichen. Dies ist dadurch möglich, dass durch die Vergleichmäßigung des Intensitätsprofils des Laserspots auf dem Pulverbett eine Überschneidung der durch den
30 Laser auf der herzustellenden Querschnittsfläche des Bauteils

abgefahrenen Bahnen geringer ausfallen kann und hierdurch beispielsweise ein mehrfaches Aufschmelzen der Oberfläche unterbunden wird.

5 Ein zusätzlicher Vorteil bei der erfindungsgemäßen Verfahrensführung entsteht auch dadurch, dass die Aufweitung der eingebrachten Strahlungsenergie auf einen größeren Flächenabschnitt des Laserspots auch die Ausbildung von Eigenspannungen im Bauteil verringert. Hierdurch können Nachbehandlungen
10 des Bauteils zum Abbau von Spannungen (beispielsweise Wärmebehandlungen) vorteilhaft abgekürzt werden oder im Produktionsprozess sogar ganz entfallen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist
15 vorgesehen, dass der Laserstrahl durch ein diffraktives optisches Element geformt wird, welches über eine definierte Behandlungsfläche in dem zu erzeugenden Bereich die Vergleichmäßigung des Intensitätsprofils erzeugt. Diffraktive optische Elemente, auch als „Refractive Beam Shapers“ bezeichnet, sind
20 an sich bekannt und werden beispielsweise durch die Firma Newport angeboten. Diffraktive optische Elemente haben bei ihrem Einsatz den Vorteil, dass sich über eine definierte Fläche ein weitgehend gleichmäßiges Intensitätsprofil einstellen lässt. Hierbei können flächenunterschiedliche Formen,
25 wie beispielsweise quadratische oder runde Flächen, erzeugt werden. Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung ist es z. B. möglich, dass eine Behandlungsfläche geschaffen wird, die näherungsweise rechteckig, insbesondere quadratisch, ist. Hierdurch lassen sich vorteilhaft insbesondere
30 Bauteile gut herstellen, deren Querschnittsfläche gerade Kanten und insbesondere auch rechtwinklige Ecken aufweisen. Vorteilhaft kann der aufgeweitete Laser mit einer der Seitenkanten der Behandlungsfläche direkt am Rand der herzustellenden Querschnittsfläche entlanggeführt werden. Hierbei entsteht im

Randbereich des herzustellenden Querschnitts ein gleichmäßiger Energieeintrag, wodurch die Qualität des entstehenden Bauteils vorteilhaft weiter verbessert werden kann. Insbesondere in der Ecke des Querschnitts führt die Verwendung einer rechteckigen Behandlungsfläche dazu, dass diese bis in die Ecke hineingefahren werden kann und damit ein gleichmäßiger Energieeintrag im Bereich der Ecke gewährleistet werden kann.

Vorteilhaft ist es auch, wenn die Behandlungsfläche näherungsweise oval, insbesondere rund, ist. Mit einer Behandlungsfläche dieser Gestalt können insbesondere Querschnittsflächen des herzustellenden Bauteils erzeugt werden, die eine gekrümmte Außenkontur haben. Der Laser kann dann entlang der gekrümmten Außenkontur geführt werden und dabei tangential immer die Außenkontur berühren, unabhängig davon, welche Winkelstellung der zu erzeugende Teilbereich der Außenkontur in der Ebene des Pulverbettes gerade aufweist.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform für das erfindungsgemäße Verfahren wird erhalten, wenn je nach Gestalt der auszubildenden Querschnittsfläche zwischen einer rechteckigen, insbesondere quadratischen und einer ovalen, insbesondere runden Behandlungsfläche gewechselt werden kann. Dies ist möglich, wenn unterschiedliche refraktive optische Elemente zum Einsatz kommen können, also diese ausgewechselt werden können. Je nach dem, welche Konturbereiche gerade zu fertigen sind, wird dann die besser geeignete Behandlungsfläche ausgewählt. Vorteilhaft ist es, wenn die Intensität des Laserlichtes innerhalb der Behandlungsfläche von einem vorgegebenen Sollwert um weniger als 10 %, bevorzugt weniger als 5 %, abweicht. Hierbei entsteht in dem besagten Bereich vorteilhaft eine sehr gleichmäßige Verteilung des Energieeintrags.

Mit der eingangs angegebenen Anlage wird die Aufgabe weiterhin dadurch gelöst, dass im Strahlengang des Lasers eine das Intensitätsprofil des Laserlichtes formende Optik angeordnet ist, wobei das erzeugte Intensitätsprofil im Bereich des auf
5 der Bauplattform zu erzeugenden Bauteils liegt. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass in dem Bereich, wo das Bauteil oberhalb der Bauplattform lagenweise hergestellt werden soll, die bereits erwähnte Behandlungsfläche erzeugt werden kann. Hierbei lassen sich die bereits erwähnten Vorteile er-
10 reichen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausbildung der Anlage wird vorgesehen, dass die Optik als diffraktives optisches Element ausgeführt ist. Hierdurch lassen sich vergleichsweise konstante
15 Lichtintensitäten auf Behandlungsflächen beliebiger geometrischer Formen erzeugen. Insbesondere ist es möglich, dass das diffraktive optische Element eine Strahlaufweitung in eine rechteckige, insbesondere quadratische, Behandlungsfläche vornimmt. Auch eine Strahlaufweitung in eine ovale, insbeson-
20 dere runde, Behandlungsfläche ist möglich. Die Vorteile dieser Arten von Behandlungsflächen bei der Herstellung von unterschiedlichen Bauteilquerschnitten ist bereits erläutert worden.

25 Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage wird erhalten, wenn der Strahlengang des Lasers wahlweise durch eines von mehreren diffraktiven optischen Elementen geführt werden kann, wobei durch jedes diffraktive optische Element eine Behandlungsfläche mit einer anderen Geometrie
30 auswählbar ist. Eine solche Anlage kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass unterhalb des Lasers eine Art Bajonett oder Revolver mit unterschiedlichen diffraktiven Optiken vorgesehen wird, die sich jeweils in den Strahlengang des Lasers bringen lassen. Die diffraktiven Optiken können

dann wahlweise beispielsweise eine quadratische Behandlungsfläche, eine runde Behandlungsfläche oder auch andere Behandlungsflächen schaffen.

5 Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage wird erhalten, wenn zusätzlich zu der diffraktiven Optik weitere optische Komponenten vorgesehen werden, mit der die Größe der Bearbeitungsfläche eingestellt werden kann, insbesondere in Kombination mit der Möglichkeit einer automatischen
10 Wechselung von verschiedenen diffraktiven Optiken im Strahlengang.

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Gleiche oder sich entsprechende
15 Zeichnungselemente sind in den einzelnen Figuren jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden nur insoweit mehrfach erläutert, wie sich Unterschiede zwischen den einzelnen Figuren ergeben. Es zeigen:

20 Figur 1 die wesentlichen Elemente eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Anlage zum Laserschmelzen und
Figur 2 und 3 Ausführungsbeispiele für das erfindungsgemäße Verfahren.

25

Eine Anlage zum selektiven Laserschmelzen gemäß Figur 1 ist nur in ihren für die Erfindung wesentlichen Bestandteilen dargestellt. Zu erkennen ist ein Behälter 11, in dem ein Pulverbett 12 aus Partikeln bevorratet werden kann. Der Behälter
30 weist als Boden eine Bauplattform 13 auf, welcher in Richtung eines angegebenen Doppelpfeils 14 durch einen nicht dargestellten Antrieb gehoben und abgesenkt werden kann.

In dem Pulverbett 12 kann ein Bauteil 15 lagenweise hergestellt werden, indem ein Laser 16 einen Laserstrahl 17 erzeugt. Dieser wird durch eine Optik 18 geleitet, die in nicht näher dargestellter Weise ein refraktives optisches Element aufweist. Wie zu erkennen ist, wird durch die Optik der Laserstrahl aufgeweitet. Dieser führt an der Oberfläche 19 des Pulverbettes zum Aufschmelzen der Partikel, wodurch das Bauteil 15 lagenweise gebildet wird.

Die Optik 18 ist Teil eines Bajonetts 20, in dem auch eine Optik 21 und eine Optik 22 untergebracht sind. Mit Hilfe des Bajonetts können mit einem nicht dargestellten Antrieb die unterschiedlichen Optiken 18, 21, 22 ausgewechselt werden. Jede Optik erzeugt eine Strahlaufweitung mit einer anderen Charakteristik, so dass diese an den Anwendungsfall des aktuell herzustellenden Bauteils 15 angepasst werden kann. Der Laser 16 und die Optik 18 (bzw. 21, 22) können in Richtung des angedeuteten Doppelpfeils und senkrecht zur Zeichnungsebene bewegt werden, um die ganze Fläche des Pulverbettes 12 zu überstreichen, je nach dem, wie die Geometrie des herzustellenden Bauteils 15 ausgebildet ist.

In Figur 2 ist ein Verfahren zur Erzeugung eines rechtwinkligen Bauteils 15 dargestellt. Die Oberfläche 19 des Pulverbettes ist ausschnitthaft dargestellt. Weiterhin ist zu erkennen, dass der Laserstrahl 17 zu einer rechteckigen Behandlungsfläche 24 aufgeweitet wurde, wobei ein diffraktives optisches Element zum Einsatz kommt, welches über die Behandlungsfläche 24 ein weitgehend gleichmäßiges Intensitätsprofil erzeugt, welches durch ein flaches Plateau angedeutet ist. Zum Vergleich ist oberhalb der Behandlungsfläche 24 das Intensitätsprofil des Laserstrahls vor den Durchtritt durch das diffraktive optische Element dargestellt. Es zeigt sich eine glockenförmige Ausprägung des Intensitätsprofils 25 des La-

serstrahls, wie dieses für Laserstrahlen charakteristisch ist. Dieses hat ein stark ausgeprägtes Maximum 26 und fällt dann schnell zu wesentlich geringeren Intensitätswerten nach außen ab. Die strichpunktierte runde Grundfläche 27 deutet an, dass dieses Intensitätsprofil 25 des Laserstrahls rotati-
5 onssymmetrisch ausgebildet ist. Anders verhält es sich bei dem durch die refraktive Optik hergestellten Intensitätsprofil, welches die Behandlungsfläche 24 zur Verfügung stellt. Dieses hat einen quadratischen Grundriss.

10

Der quadratische Grundriss der Behandlungsfläche 24 führt zu einem Bewegungsmuster des Lasers 17, welcher durch den Pfeil 28 angedeutet ist. Die strichpunktierten Linien auf der Oberfläche 19 deuten an, in welchem Raster die Behandlungsfläche
15 24 über die Oberfläche geführt werden kann.

20

In Figur 3 ist die Herstellung eines anderen Bauteils 15 angedeutet. Es wird deutlich, dass dieses Bauteil verschiedene Regionen aufweist, wobei der untere Teil 29 vorteilhaft nach einem gemäß Figur 2 ausgebildeten Verfahren hergestellt werden kann. Der Teil 30, der zylindrisch ist, weist eine Querschnittsfläche ohne Ecken auf, so dass diese in der Oberfläche 19 des Pulverbettes vorteilhaft mit einer runden Behandlungsfläche 31 hergestellt werden kann. Auch hier kommt eine
25 refraktive Optik zum Einsatz, die ein Intensitätsprofil mit einer weitgehenden konstanten Intensität innerhalb der Behandlungsfläche aufweist. Besonders vorteilhaft kann das Bauteil 15 gemäß Figur 3 mit einer Anlage gemäß Figur 1 hergestellt werden, in der ein Revolver 20 mit mehreren Optiken
30 21, 22, 18 vorgesehen ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen eines Bauteils (15) durch selektives Laserschmelzen, bei dem ein Laserstrahl (17) auf den gerade zu erzeugenden Bereich des in Herstellung befindlichen Bauteils (15) gerichtet wird und dort lokal Partikel (12) des Bauteilwerkstoffes aufgeschmolzen werden,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass der Laserstrahl (17) durch ein optisches Element derart
10 geformt, insbesondere aufgeweitet wird, dass sich in zumindest einer Richtung quer zur Strahlpropagationsrichtung eine Vergleichmäßigung des Intensitätsprofils des Laserlichtes in dem gerade zu erzeugenden Bereich des in Herstellung befindlichen Bauteils ergibt.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Laserstrahl durch ein diffraktives optisches Element
+15 geleitet wird, welches über eine definierte Behandlungsfläche (24, 31) in dem zu erzeugenden Bereich die Vergleichmäßigung des Intensitätsprofils erzeugt.
20

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass die Behandlungsfläche (24, 31) näherungsweise rechteckig, insbesondere quadratisch ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass die Behandlungsfläche (24, 31) näherungsweise oval, insbesondere rund ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 und 4,
dadurch gekennzeichnet,

dass zwischen einer rechteckigen, insbesondere quadratischen und einer ovalen, insbesondere runden Behandlungsfläche (24, 31) gewechselt werden kann.

5 6. Verfahren nach einer der Ansprüche 2 bis 5, dass die Größe der Bearbeitungsfläche (24, 31) durch weitere optische Komponenten im Strahlengang variabel eingestellt werden kann.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Intensität des Laserlichtes innerhalb der Behandlungsfläche (24, 31) von einem vorgegebenen Sollwert um weniger als 10 %, bevorzugt weniger als 5 % abweicht.

15 8. Anlage zum selektiven Laserschmelzen, aufweisend

- eine Bauplattform (13) für ein zu erzeugendes Werkstück,
- einen Laser (16), der sich auf die Bauplattform richten lässt,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
20 dass im Strahlengang des Lasers eine das Intensitätsprofil des Laserlichtes formende Optik (18) angeordnet ist, wobei das erzeugte Intensitätsprofil im Bereich des auf der Bauplattform zu erzeugenden Bauteils liegt.

25 9. Anlage nach Anspruch 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Optik (18) als diffraktives optisches Element ausgeführt ist.

30 10. Anlage nach Anspruch 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass das diffraktive optische Element eine Strahlformung in eine rechteckige, insbesondere quadratische Behandlungsfläche (24, 31) vornimmt.

- 5 11. Anlage nach Anspruch 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Strahlengang des Lasers (16) wahlweise durch eines
von mehreren diffraktiven optischen Elementen geführt werden
kann, wobei durch jedes diffraktive optische Element eine Be-
10 handlungsfläche (24, 31) mit einer anderen Geometrie ausbild-
bar ist.

FIG 1

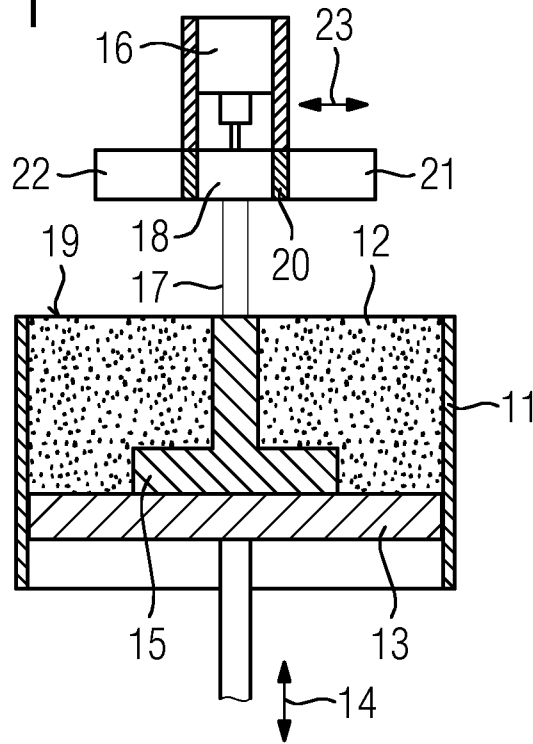


FIG 2

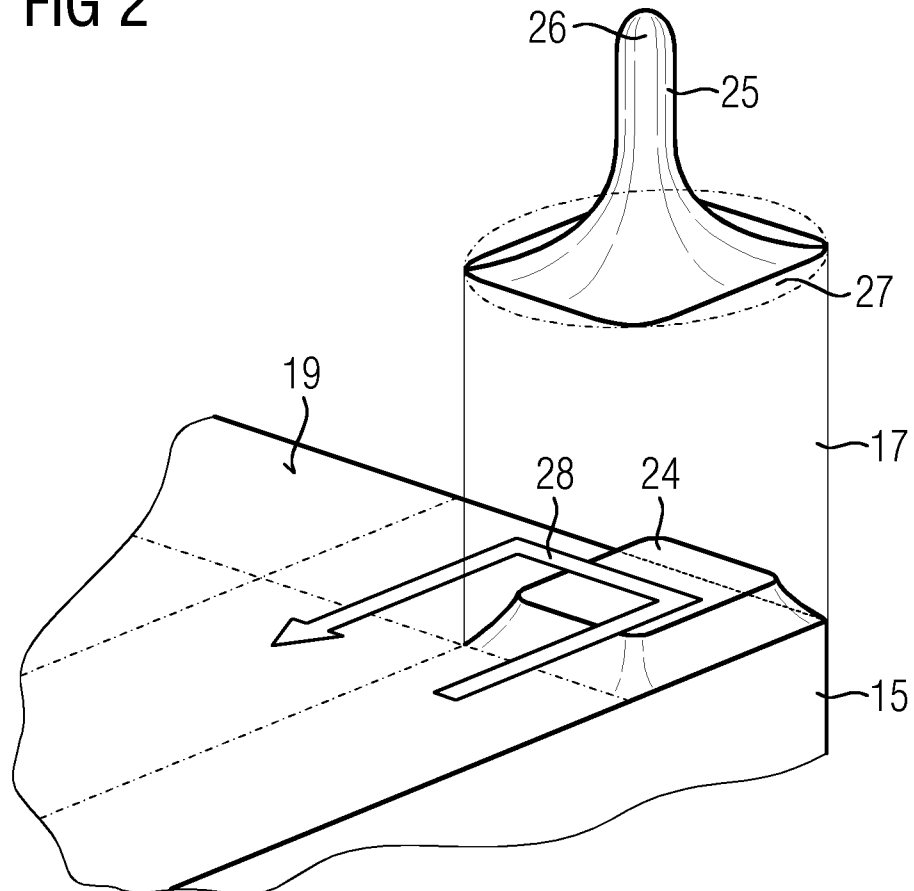
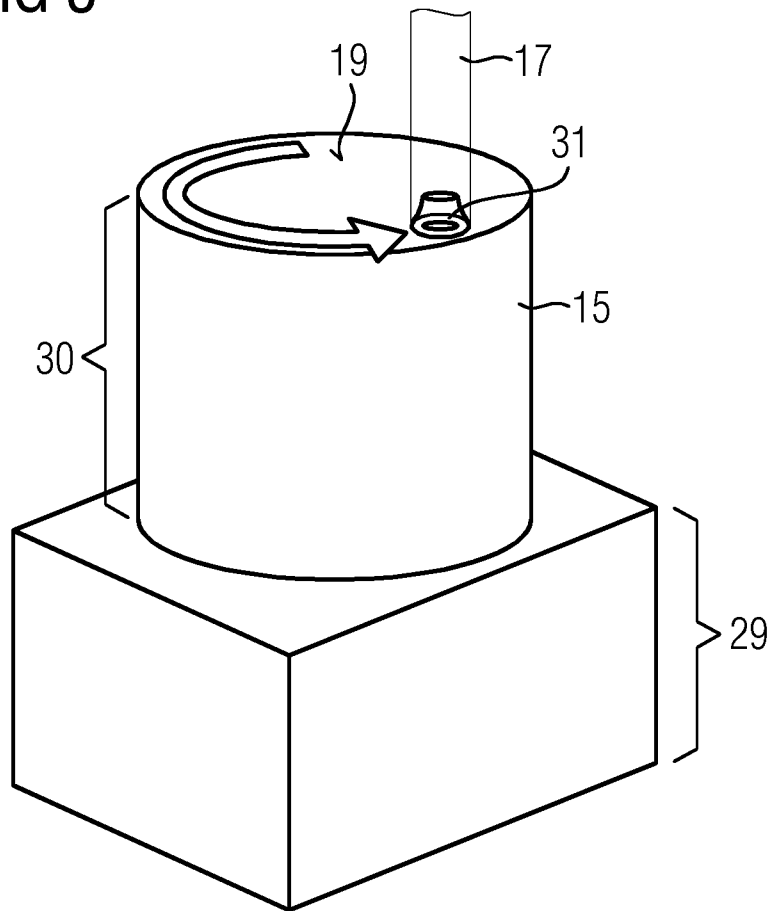


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/055941

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C67/00
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)
B29C B22F

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	WO 01/91993 A1 (TNO [NL]; SCHURMAN GERLOF ARJAN [NL]; KRUPERS MAARTEN JOHANNES [NL];) 6 December 2001 (2001-12-06) page 2, line 113 - page 3, line 19 page 4, line 29 - page 9, line 5 claims 23,25,26 figures 1,3,5B	1-11
X	EP 1 405 714 A1 (EOS ELECTRO OPTICAL SYST [DE]) 7 April 2004 (2004-04-07) claims	1-11
X	JP 2004 188604 A (TS CORP) 8 July 2004 (2004-07-08) abstract paragraph [0015]	1,8-10
	----- -/--	

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 19 June 2012	Date of mailing of the international search report 28/06/2012
---	--

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 Whelan, Natalie
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/055941

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/192322 A1 (ABE SATOSHI [JP] ET AL) 31 August 2006 (2006-08-31) paragraph [0001] paragraph [0038] page 0044 paragraph [0049] - paragraph [0052] claim 1	1-11
X	----- US 2003/003179 A1 (FARNWORTH WARREN M [US] ET AL) 2 January 2003 (2003-01-02) the whole document	8-11
X	----- JP 2006 044017 A (NABTESCO CORP) 16 February 2006 (2006-02-16) abstract paragraph [0051] paragraph [0022] paragraph [0031]	8-11
X,P	----- EP 2 335 848 A1 (SLM SOLUTIONS GMBH [DE]) 22 June 2011 (2011-06-22) paragraph [0001] - paragraph [0007] column 3, line 7 - line 13 paragraph [0011] - paragraph [0018] paragraph [0027] paragraph [0032] paragraph [0037] -----	1-3,5, 7-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2012/055941

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0191993	A1	06-12-2001	AT 300417 T 15-08-2005
		AU 5686701 A 11-12-2001	
		DE 60112274 D1 01-09-2005	
		DE 60112274 T2 20-04-2006	
		EP 1280654 A1 05-02-2003	
		JP 2003534942 A 25-11-2003	
		NL 1015188 C2 13-11-2001	
		US 2005084620 A1 21-04-2005	
		WO 0191993 A1 06-12-2001	

EP 1405714	A1	07-04-2004	DE 10245617 A1 08-04-2004
		EP 1405714 A1 07-04-2004	
		JP 2004130793 A 30-04-2004	
		US 2004061260 A1 01-04-2004	

JP 2004188604	A	08-07-2004	NONE

US 2006192322	A1	31-08-2006	DE 112004000301 B4 20-05-2010
		DE 112004000301 T5 26-01-2006	
		JP 4770862 B2 14-09-2011	
		JP 2008255488 A 23-10-2008	
		US 2006192322 A1 31-08-2006	
		US 2012139166 A1 07-06-2012	
		WO 2004076102 A1 10-09-2004	

US 2003003179	A1	02-01-2003	US 6544465 B1 08-04-2003
		US 2003003179 A1 02-01-2003	

JP 2006044017	A	16-02-2006	JP 4515853 B2 04-08-2010
		JP 2006044017 A 16-02-2006	

EP 2335848	A1	22-06-2011	EP 2335848 A1 22-06-2011
		WO 2011066989 A1 09-06-2011	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B29C67/00
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B29C B22F

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	WO 01/91993 A1 (TNO [NL]; SCHUURMAN GERLOF ARJAN [NL]; KRUPERS MAARTEN JOHANNES [NL];) 6. Dezember 2001 (2001-12-06) Seite 2, Zeile 113 - Seite 3, Zeile 19 Seite 4, Zeile 29 - Seite 9, Zeile 5 Ansprüche 23,25,26 Abbildungen 1,3,5B	1-11
X	----- EP 1 405 714 A1 (EOS ELECTRO OPTICAL SYST [DE]) 7. April 2004 (2004-04-07) Ansprüche	1-11
X	----- JP 2004 188604 A (TS CORP) 8. Juli 2004 (2004-07-08) Zusammenfassung Absatz [0015]	1,8-10
	----- -/--	

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

19. Juni 2012

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

28/06/2012

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

Whelan, Natalie

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2006/192322 A1 (ABE SATOSHI [JP] ET AL) 31. August 2006 (2006-08-31) Absatz [0001] Absatz [0038] Seite 0044 Absatz [0049] - Absatz [0052] Anspruch 1 -----	1-11
X	US 2003/003179 A1 (FARNWORTH WARREN M [US] ET AL) 2. Januar 2003 (2003-01-02) das ganze Dokument -----	8-11
X	JP 2006 044017 A (NABTESCO CORP) 16. Februar 2006 (2006-02-16) Zusammenfassung Absatz [0051] Absatz [0022] Absatz [0031] -----	8-11
X,P	EP 2 335 848 A1 (SLM SOLUTIONS GMBH [DE]) 22. Juni 2011 (2011-06-22) Absatz [0001] - Absatz [0007] Spalte 3, Zeile 7 - Zeile 13 Absatz [0011] - Absatz [0018] Absatz [0027] Absatz [0032] Absatz [0037] -----	1-3,5, 7-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/055941

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0191993	A1	06-12-2001	AT 300417 T 15-08-2005
			AU 5686701 A 11-12-2001
			DE 60112274 D1 01-09-2005
			DE 60112274 T2 20-04-2006
			EP 1280654 A1 05-02-2003
			JP 2003534942 A 25-11-2003
			NL 1015188 C2 13-11-2001
			US 2005084620 A1 21-04-2005
			WO 0191993 A1 06-12-2001

EP 1405714	A1	07-04-2004	DE 10245617 A1 08-04-2004
			EP 1405714 A1 07-04-2004
			JP 2004130793 A 30-04-2004
			US 2004061260 A1 01-04-2004

JP 2004188604	A	08-07-2004	KEINE

US 2006192322	A1	31-08-2006	DE 112004000301 B4 20-05-2010
			DE 112004000301 T5 26-01-2006
			JP 4770862 B2 14-09-2011
			JP 2008255488 A 23-10-2008
			US 2006192322 A1 31-08-2006
			US 2012139166 A1 07-06-2012
WO 2004076102 A1 10-09-2004			

US 2003003179	A1	02-01-2003	US 6544465 B1 08-04-2003
			US 2003003179 A1 02-01-2003

JP 2006044017	A	16-02-2006	JP 4515853 B2 04-08-2010
			JP 2006044017 A 16-02-2006

EP 2335848	A1	22-06-2011	EP 2335848 A1 22-06-2011
			WO 2011066989 A1 09-06-2011
