

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. Februar 2022 (24.02.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/038200 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B22F 10/28 (2021.01) B29C 64/393 (2017.01)
B22F 10/366 (2021.01) B33Y 10/00 (2015.01)
B29C 64/153 (2017.01) B33Y 50/02 (2015.01)

helm; Roermonder Strasse 258 b, 52072 Aachen (DE).
LEUCK, Sarah; Kastanienallee 12/1, 71638 Ludwigsburg (DE). **FINDEISEN, Stefan**; Schumannstraße 57, 71691 Freiberg am Neckar (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/072968

(74) **Anwalt: TRUMPF PATENTABTEILUNG**; Trumpf GmbH + Co KG Johann-Maus-Strasse 2, 71254 Ditzingen Baden-Württemberg (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. August 2021 (18.08.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 210 681.9
21. August 2020 (21.08.2020) DE

(71) **Anmelder: TRUMPF LASER- UND SYSTEMTECHNIK GMBH** [DE/DE]; Johann-Maus-Strasse 2, 71254 Ditzingen (DE).

(72) **Erfinder: GUTMANN, Bernhard**; Wachstraße 5a, 85235 Pfaffenhofen a.d. Glonn (DE). **MEINERS, Wil-**

(54) **Title:** PLANNING DEVICE, MANUFACTURING DEVICE, METHOD AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT FOR THE ADDITIVE MANUFACTURING OF COMPONENTS FROM A POWDER MATERIAL

(54) **Bezeichnung:** PLANUNGSEINRICHTUNG, FERTIGUNGSEINRICHTUNG, VERFAHREN UND COMPUTERPROGRAMMPRODUKT ZUM ADDITIVEN FERTIGEN VON BAUTEILEN AUS EINEM PULVERMATERIAL

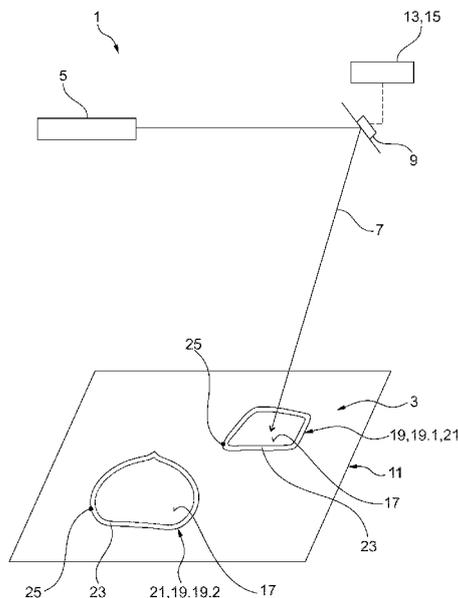


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a planning device (15) for planning locally selective irradiation of a working area (11) with an energy beam (7), in order by means of the energy beam (7) to produce a component (3) from a powder material arranged in the working area (11), wherein the planning device (15) is designed to obtain a component contour (23) of a component layer (17) to be generated on a powder-material layer in the working area (11), to establish an origin (25) on the component contour (23), and, from the origin (25), to overlay the component contour (23) with an arrangement (26) of irradiating areas (27) to be irradiated with the energy beam (7), wherein each irradiating area (27) has at least one dimension that is predetermined independently of the component contour (23) and is the same for all of the irradiating areas (27).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Planungseinrichtung (15) zur Planung einer lokal selektiven Bestrahlung eines Arbeitsbereichs (11) mit einem Energiestrahle (7), um mittels des Energiestrahls (7) ein Bauteil (3) aus einem in dem Arbeitsbereich (11) angeordneten Pulvermaterial herzustellen, wobei die Planungseinrichtung (15) eingerichtet ist, um eine Bauteilkontur (23) einer auf einer Pulvermaterialschicht in dem Arbeitsbereich (11) zu erzeugenden Bauteilschicht (17) zu erhalten, um einen Ursprung (25) auf der Bauteilkontur (23) festzulegen, und um die Bauteilkontur (23) ausgehend von dem Ursprung (25) mit einer Anordnung (26) von mit dem Energiestrahle (7) zu bestrahlenden Bestrahlungsbereichen (27) zu überlagern, wobei jeder Bestrahlungsbereich (27) zumindest eine unabhängig von der Bauteilkontur (23) vorbestimmte, für alle Bestrahlungsbereiche (27) gleiche Abmessung aufweist.

WO 2022/038200 A1

(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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

**Planungseinrichtung, Fertigungseinrichtung, Verfahren und
5 Computerprogrammprodukt zum additiven Fertigen von Bauteilen aus einem
Pulvermaterial**

Die Erfindung betrifft eine Planungseinrichtung und ein Verfahren zum Planen einer lokal
selektiven Bestrahlung eines Arbeitsbereichs mit einem Energiestrahл, ein
10 Computerprogrammprodukt zur Durchführung eines solchen Verfahrens, und eine
Fertigungseinrichtung und ein Verfahren zum additiven Fertigen von Bauteilen aus einem
Pulvermaterial.

Beim additiven Herstellen von Bauteilen aus einem Pulvermaterial wird typischerweise ein
Energiestrahл selektiv an vorbestimmte Bestrahlungspositionen eines Arbeitsbereichs verlagert,
15 um in dem Arbeitsbereich angeordnetes Pulvermaterial lokal zu verfestigen. Dies wird
insbesondere schichtweise in aufeinanderfolgend in dem Arbeitsbereich angeordneten
Pulvermaterialschichten wiederholt, um schließlich ein dreidimensionales Bauteil aus
verfestigtem Pulvermaterial zu erhalten.

Die lokal selektive Bestrahlung des Arbeitsbereichs wird im Voraus oder auch ad hoc während der
20 Fertigung, aber vor der aktuellen Bestrahlung geplant. Hierfür ist eine Planungseinrichtung
vorgesehen, welche diese Planung ausgehend von einer Bauteilkontur einer auf einer
Pulvermaterialschicht in dem Arbeitsbereich zu erzeugenden Bauteilschicht durchführt. Gemäß
einer herkömmlichen Vorgehensweise wird dabei zunächst um alle innerhalb der
Pulvermaterialschicht zu dem Bauteil gehörenden Konturabschnitte eine geschlossene
25 geometrische Form, beispielsweise ein Rechteck, gelegt, wobei ein Punkt auf einer Randlinie
dieser geometrischen Form, insbesondere eine Ecke oder ein anderer Punkt, als feststehender
Ursprung definiert wird. Der geometrischen Form wird dann ein Muster vorbestimmter
Bestrahlungsbereiche, insbesondere Streifen mit bestimmter Breite, überlagert. Problematisch
dabei ist, dass gegebenenfalls eine unnötig große Vielzahl von Bestrahlungsvektoren generiert

wird, wobei insbesondere viele verkürzte Bestrahlungsvektoren erzeugt werden. Dies vermindert die Produktivität in zweierlei Hinsicht: Zum einen bereits aufgrund der schier Vielzahl der Bestrahlungsvektoren, die insbesondere sequenziell abgearbeitet werden müssen; zum anderen aber wegen zusätzlicher Wartezeiten, die in den Bereichen verkürzter Bestrahlungsvektoren eingeführt werden müssen, um eine Überhitzung des Pulvermaterials zu vermeiden.

Aus CN 111203536 A geht ein Verfahren hervor, bei welchem eine vorgegebene Bauteilkontur derart mit gleich breiten, streifenförmigen Bestrahlungsbereiche überlagert wird, dass die Bauteilkontur stets an äußeren Ecken oder Kanten von Rändern der Bestrahlungsbereiche berührt wird. Dies führt nachteilig dazu, dass die Breite der streifenförmigen Bestrahlungsbereiche nicht konstant und insbesondere nicht mit Blick auf wenigstens einen Bestrahlungsparameter optimiert gewählt werden kann, da sie abhängig von der konkret zu bestrahlenden Bauteilkontur ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Planungseinrichtung und ein Verfahren zur Planung einer lokal selektiven Bestrahlung eines Arbeitsbereichs, ein hierfür eingerichtetes Computerprogrammprodukt, und eine Fertigungseinrichtung sowie ein Verfahren zum additiven Fertigen von Bauteilen aus einem Pulvermaterial zu schaffen, wobei die genannten Nachteile zumindest vermindert, vorzugsweise vermieden sind.

Die Aufgabe wird gelöst, indem die vorliegende technische Lehre bereitgestellt wird, insbesondere die Lehre der unabhängigen Ansprüche sowie der in den abhängigen Ansprüchen und der Beschreibung offenbarten Ausführungsformen.

Die Aufgabe wird insbesondere gelöst, indem eine Planungseinrichtung zur Planung einer lokal selektiven Bestrahlung eines Arbeitsbereichs mit einem Energiestrahл geschaffen wird, wobei die Planungseinrichtung eingerichtet ist, um eine Bauteilkontur einer auf einer Pulvermaterialschicht in dem Arbeitsbereich zu erzeugenden Bauteilschicht zu erhalten, um einen Ursprung auf der Bauteilkontur festzulegen, und um die Bauteilkontur ausgehend von dem Ursprung mit einer Anordnung von mit dem Energiestrahл zu bestrahlenden Bestrahlungsbereichen zu überlagern, wobei jeder Bestrahlungsbereich zumindest eine unabhängig von der Bauteilkontur vorbestimmte, für alle Bestrahlungsbereiche gleiche Abmessung aufweist. Auf diese Weise kann zum einen die Generierung einer übermäßig großen Vielzahl von Bestrahlungsvektoren vermieden werden, da der Ursprung für die Generierung der Bestrahlungsbereiche in geeigneter Weise direkt auf der Bauteilkontur gewählt werden kann. Zum anderen erlaubt es diese Vorgehensweise, nach Möglichkeit eine Generierung einer Vielzahl verkürzter Vektoren zu vermeiden, wodurch nicht

zuletzt auch Wartezeiten reduziert werden. Insgesamt kann so die Produktivität der Herstellung des Bauteils gesteigert werden. Indem dabei jedem Bestrahlungsbereich eine von der Bauteilkontur unabhängige, vorbestimmte gleiche Abmessung zugewiesen wird, kann diese in vorteilhafter Weise auf wenigstens einen Bestrahlungsparameter hin optimiert sein, sodass
5 insofern insbesondere die Bauteilqualität – ohne Einschränkungen bezüglich der Produktivität – erhöht sein kann.

Indem die Planungseinrichtung eingerichtet ist, um die Bauteilkontur mit den zu bestrahlenden Bestrahlungsbereichen zu überlagern, ist die Planungseinrichtung insbesondere eingerichtet, um eine zeitliche Reihenfolge der Bestrahlung des Arbeitsbereichs mit dem Energiestrahл zu planen.
10 Die einzelnen Bestrahlungsbereiche werden nämlich vorzugsweise sequenziell mit dem Energiestrahл – oder auch einer Mehrzahl von Energiestrahlen – überstrichen, sodass zugleich mit der Definition der Bestrahlungsbereiche auch eine zeitliche Reihenfolge der Bestrahlung verbunden ist. Insbesondere werden die Bestrahlungsbereiche zeitlich nacheinander mit dem Energiestrahл oder auch einer Mehrzahl von Energiestrahlen bestrahlt. Dem steht nicht entgegen,
15 dass insbesondere bei Verwendung mehrerer Energiestrahlen eine zeitliche Überlappung bei der Bestrahlung einzelner Paare oder Gruppen von Bestrahlungsbereichen auftreten kann.

Unter einer Bauteilschicht wird hier eine in dem Arbeitsbereich in der dort angeordneten Pulvermaterialschicht noch zu erzeugende oder bereits erzeugte Schicht des entstehenden Bauteils verstanden, das heißt insbesondere – nach Beendigung der Bestrahlung der Pulvermaterialschicht
20 – diejenigen Bereiche derselben, in denen das Pulvermaterial durch den Energiestrahл verfestigt, insbesondere gesintert oder verschmolzen ist. Im Rahmen des additiven Fertigungsverfahrens wird das Bauteil Bauteilschicht für Bauteilschicht aus den übereinander angeordneten Pulvermaterialschichten sukzessive aufgebaut.

Unter einer Bauteilkontur wird hier eine insbesondere geschlossene Umrandungslinie der
25 Bauteilschicht oder eines Bereichs der Bauteilschicht verstanden. Weist die Bauteilschicht eine Mehrzahl von unten näher definierten Inselabschnitten auf, ist jedem Inselabschnitt eine separate Bauteilkontur, nämlich eine insbesondere geschlossene Umrandungslinie, zugeordnet. Der Ursprung wird also insbesondere auf einer Umrandungs- oder Grenzlinie festgelegt, die einen bestimmungsgemäß nach Beendigung der Bestrahlung der Pulvermaterialschicht verfestigten
30 Pulverbereich, das heißt einen Bauteilabschnitt, von einem Bereich mit unverfestigtem Pulver, das heißt einem Pulverbereich, trennt. Der einfacheren Darstellung wegen werden im Folgenden die Begriffe „Bauteilabschnitt“ für einen solchen Bereich noch zu verfestigenden oder bereits

verfestigten Pulvers und „Pulverbereich“ für einen Bereich bestimmungsgemäß unverfestigten Pulvers auf einer Pulvermaterialschiicht.

Dass die Planungseinrichtung eingerichtet ist, um die Bauteilkontur zu erhalten, schließt insbesondere ein, dass die Planungseinrichtung eine Schnittstelle oder eine anderweitig geeignete Ausgestaltung aufweist, um die Bauteilkontur – vorzugsweise elektronisch, insbesondere in Form einer Datei oder anderer maschinenlesbarer Daten, insbesondere kabellos oder kabelgebunden – übermittelt zu bekommen oder zu empfangen. Es schließt aber auch ein, dass die Planungseinrichtung eingerichtet ist, um die Bauteilkontur zu erstellen. Insbesondere ist es möglich, dass auf der Planungseinrichtung selbst ein Computerprogramm laufen kann, mittels welchem die Bauteilkontur entworfen oder anderweitig erzeugt werden kann. Auch ist es möglich, dass die Bauteilkontur von einem Benutzer in die Planungseinrichtung eingegeben wird, sei es manuell, durch Spracheingabe, durch Gesten, oder in anderer geeigneter Weise. Dass die Planungseinrichtung eingerichtet ist, um die Bauteilkontur zu erhalten bedeutet demnach insbesondere, dass die Bauteilkontur in irgendeiner Weise der Planungseinrichtung zur Verfügung gestellt oder zugänglich gemacht werden kann, wobei dies einschließt, dass die Bauteilkontur in der Planungseinrichtung selbst generiert wird.

Dass die Bauteilkontur mit der Anordnung der Bestrahlungsbereiche überlagert wird, bedeutet insbesondere, dass die Bauteilkontur mit den Bestrahlungsbereichen vollständig überdeckt, insbesondere gepflastert wird, insbesondere derart, dass kein Bereich der Bauteilkontur frei bleibt. Vielmehr ist jeder Bereich der Bauteilkontur einem Bestrahlungsbereich zugeordnet bzw. von einem Bestrahlungsbereich überdeckt. Es ist aber möglich, dass die Bestrahlungsbereiche aufgrund ihrer Form und/oder Ausdehnung bereichsweise über die Bauteilkontur hinausragen. In diesem Fall bildet die Bauteilkontur eine Grenzlinie für die tatsächliche Bestrahlung des Arbeitsbereichs mit dem Energiestrahle. Die Bestrahlung erfolgt nur innerhalb der Bauteilkontur und auf der Bauteilkontur, nicht jedoch außerhalb der Bauteilkontur. Abschnitte von Bestrahlungsbereichen, die über die Bauteilkontur hinausreichen, werden demnach bei der tatsächlichen Bestrahlung nicht berücksichtigt oder gesperrt.

Der Ursprung bildet insbesondere einen Koordinatenursprung für die Anordnung der Bestrahlungsbereiche, und/oder einen Ausgangspunkt für die Erstellung eines ersten Bestrahlungsbereichs, von dem ausgehend dann die weiteren Bestrahlungsbereiche nach einer vorbestimmten Bildungsvorschrift, insbesondere an den ersten Bestrahlungsbereich anschließend, gebildet werden.

Insbesondere wird für jede Bauteilkontur nur ein einziger Ursprung auf der Bauteilkontur festgelegt. Für die jeweilige Bauteilkontur ist also die Wahl des Ursprung sowie die sich daran anschließende Generierung der Bestrahlungsbereiche eindeutig, wobei vorzugsweise insbesondere zugleich mit dem Ursprung auch eine vorbestimmte Ausrichtung, insbesondere
5 Winkelausrichtung relativ zu einer vorbestimmten Koordinatenachse, auf dem Arbeitsbereich für die Bestrahlungsbereiche festgelegt wird.

Unter einem additiven oder generativen Fertigen oder Herstellen eines Bauteils wird insbesondere ein schichtweises Aufbauen eines Bauteils aus Pulvermaterial verstanden, insbesondere ein Pulverbett-basiertes Verfahren zum Herstellen eines Bauteils in einem Pulverbett, insbesondere
10 ein Fertigungsverfahren, das ausgewählt ist aus einer Gruppe, bestehend aus einem selektiven Lasersintern, einem Laser-Metall-Fusionieren (Laser Metal Fusion – LMF), einem direkten Metall-Laser-Schmelzen (Direct Metal Laser Melting – DMLM), einem Laser Net Shaping Manufacturing (LNSM), und einem Laser Engineered Net Shaping (LENS). Die Fertigungseinrichtung ist demnach insbesondere eingerichtet zur Durchführung von wenigstens
15 einem der zuvor genannten additiven oder generativen Fertigungsverfahren.

Unter einem Energiestrahл wird allgemein gerichtete Strahlung verstanden, die Energie transportieren kann. Hierbei kann es sich allgemein um Teilchenstrahlung oder Wellenstrahlung handeln. Insbesondere propagiert der Energiestrahл entlang einer Propagationsrichtung durch den physikalischen Raum und transportiert dabei Energie entlang seiner Propagationsrichtung.
20 Insbesondere ist es mittels des Energiestrahls möglich, Energie lokal in dem Arbeitsbereich zu deponieren.

Der Energiestrahл ist in bevorzugter Ausgestaltung ein optischer Arbeitsstrahl. Unter einem optischen Arbeitsstrahl ist insbesondere gerichtete elektromagnetische Strahlung, kontinuierlich oder gepulst, zu verstehen, die im Hinblick auf ihre Wellenlänge oder einen Wellenlängenbereich
25 geeignet ist zum additiven oder generativen Fertigen eines Bauteils aus Pulvermaterial, insbesondere zum Sintern oder Schmelzen des Pulvermaterials. Insbesondere wird unter einem optischen Arbeitsstrahl ein Laserstrahl verstanden, der kontinuierlich oder gepulst erzeugt sein kann. Der optische Arbeitsstrahl weist bevorzugt eine Wellenlänge oder einen Wellenlängenbereich im sichtbaren elektromagnetischen Spektrum oder im infraroten
30 elektromagnetischen Spektrum, oder im Überlappungsbereich zwischen dem infraroten Bereich und dem sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums auf.

Unter einem Arbeitsbereich wird insbesondere ein Bereich, insbesondere eine Ebene oder Fläche, verstanden, in dem das Pulvermaterial angeordnet ist, und der lokal mit dem Energiestrahл bestrahlt wird, um das Pulvermaterial lokal zu verfestigen. Insbesondere wird das Pulvermaterial in dem Arbeitsbereich sequenziell schichtweise angeordnet und mit dem Energiestrahл lokal bestrahlt, um – Schicht für Schicht – ein Bauteil herzustellen.

Dass der Arbeitsbereich lokal mit dem Energiestrahл beaufschlagt wird, bedeutet insbesondere, dass nicht der gesamte Arbeitsbereich global – weder instantan noch sequenziell – mit dem Energiestrahл beaufschlagt wird, sondern dass der Arbeitsbereich vielmehr stellenweise, insbesondere an einzelnen, zusammenhängenden oder voneinander getrennten Stellen, mit dem Energiestrahл beaufschlagt wird, wobei der Energiestrahл insbesondere mittels der Scannereinrichtung innerhalb des Arbeitsbereichs verlagert wird. Dass der Arbeitsbereich selektiv mit dem Energiestrahл beaufschlagt wird, bedeutet insbesondere, dass der Arbeitsbereich an ausgewählten, vorbestimmten Stellen oder Orten oder in ausgewählten, vorbestimmten Bereichen mit dem Energiestrahл beaufschlagt wird. Der Arbeitsbereich ist insbesondere eine Pulvermaterialschiсht oder ein vorzugsweise zusammenhängendes Gebiet einer Pulvermaterialschiсht, welche/welches mithilfe der Scannereinrichtung durch den Energiestrahл erreichbar ist, das heißt er umfasst insbesondere solche Stellen, Orte oder Bereiche der Pulvermaterialschiсht, die mit dem Energiestrahл beaufschlagt werden können.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Planungseinrichtung eingerichtet ist, um als vorbestimmte Abmessung eine auf wenigstens einen Bestrahlungsparameter für die Bestrahlung des Arbeitsbereichs mit dem Energiestrahл abgestimmte, vorzugsweise optimierte Abmessung zu verwenden. Hierdurch kann eine hohe Bauteilqualität ohne Einschränkungen bezüglich der Produktivität gewährleistet werden. Der wenigstens eine Bestrahlungsparameter ist vorzugsweise ausgewählt aus einer Gruppe, bestehend aus: Einer Länge eines Bestrahlungsvektors, einer Orientierung und/oder Richtung eines Bestrahlungsvektors, einer zeitlichen Bestrahlungsdauer, einer Verlagerungsgeschwindigkeit des Energiestrahls, einer Intensität des Energiestrahls, und einer Größe und/oder Form des Energiestrahls auf dem Arbeitsbereich.

Unter einem Bestrahlungsvektor wird insbesondere eine kontinuierliche, lineare Verlagerung des Energiestrahls innerhalb eines Bestrahlungsbereichs über eine bestimmte Strecke mit bestimmter Verlagerungsrichtung, insbesondere in Breitenrichtung eines als Streifen ausgebildeten Bestrahlungsbereichs, verstanden. Der Bestrahlungsvektor schließt also die Richtung oder

Orientierung der Verlagerung ein. Bevorzugt erstreckt sich der Bestrahlungsvektor entlang der gesamten Breite des streifenförmigen Bestrahlungsbereichs. Die Breite des Bestrahlungsbereichs definiert also bevorzugt die Länge des Bestrahlungsvektors. Ein Bestrahlungsbereich wird insbesondere sequenziell mit einer Vielzahl von Bestrahlungsvektoren überstrichen. Insbesondere wird ein streifenförmiger Bestrahlungsbereich bevorzugt sequenziell mit einer Vielzahl von in Breitenrichtung ausgerichteten, in Längsrichtung des Bestrahlungsbereichs zueinander versetzt oder nebeneinander angeordneten Bestrahlungsvektoren überstrichen. Dabei können benachbarte Bestrahlungsvektoren insbesondere parallel oder antiparallel zueinander ausgerichtet sein.

Dass die Verlagerung kontinuierlich erfolgt, bedeutet insbesondere, dass sie ohne Absetzen oder Unterbrechen des Energiestrahls, insbesondere ohne Sprung erfolgt. Dass die Bestrahlung linear erfolgt, bedeutet insbesondere, dass sie entlang einer Geraden erfolgt.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Planungseinrichtung eingerichtet ist, um die Anordnung der Bestrahlungsbereiche ausgehend von dem Ursprung so zu erzeugen, dass die Bestrahlungsbereiche aneinander angrenzen. Die Bauteilkontur wird somit insbesondere lückenlos mit den Bestrahlungsbereichen überlagert. Es ist möglich, dass die Bestrahlungsbereiche ohne Überlapp aneinander angrenzen. In diesem Fall kann vorteilhaft eine Nahtbildung sowie Doppelbestrahlung bestimmter Bereiche vermieden werden. Es ist aber auch möglich, dass sich die Bestrahlungsbereiche bereichsweise überlappen.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Planungseinrichtung eingerichtet ist, um die Bestrahlungsbereiche als Streifen zu erzeugen, das heißt streifenförmige Bestrahlungsbereiche zu erzeugen. Diese Ausgestaltung hat sich als besonders vorteilhaft für eine qualitativ hochwertige und zugleich produktive Fertigung von Bauteilen herausgestellt. Die Streifen oder streifenförmigen Bestrahlungsbereiche sind vorzugsweise parallel zueinander ausgerichtet. Vorzugsweise grenzen die Streifen aneinander an, besonders bevorzugt ohne zu überlappen; es ist aber auch zumindest bereichsweise eine Überlappung möglich.

Die vorbestimmte Abmessung ist vorzugsweise eine Breite der Streifen. Dabei wird unter einer Breite insbesondere eine Abmessung verstanden, die sich senkrecht zu einer längsten Erstreckung des jeweiligen Streifens, das heißt senkrecht zur Längsrichtung des Streifens, erstreckt. Dabei ist ein Streifen insbesondere dadurch bestimmt, dass er in einer Richtung auf dem Arbeitsbereich eine größere Abmessung aufweist als in der anderen, hierzu orthogonalen Richtung. Die Richtung der größeren Abmessung wird als Längsrichtung bezeichnet, die hierzu orthogonale Richtung

kleinerer Abmessung als Breitenrichtung. Die Ausdehnung oder Abmessung entlang der Längsrichtung wird als Länge bezeichnet; die Ausdehnung oder Abmessung entlang der Breitenrichtung als Breite.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Planungseinrichtung
5 eingerichtet ist, um die Planung der Bestrahlung für eine Mehrzahl von insbesondere sequenziell
nacheinander zu bestrahlenden Pulvermaterialschichten durchzuführen, um für jede
Pulvermaterialschicht der Mehrzahl von Pulvermaterialschichten eine zugeordnete Bauteilkontur
zu erhalten, und um den Ursprung für mindestens eine, vorzugsweise für jede einer
vorangegangenen Pulvermaterialschicht nachfolgende Pulvermaterialschicht der
10 Pulvermaterialschichten auf der zugeordneten Bauteilkontur an einem anderen Ort festzulegen als
für die vorangegangene Pulvermaterialschicht. Auf diese Weise kann vorteilhaft die Qualität des
entstehenden Bauteils erhöht werden, da eine gleiche Bestrahlung einander – insbesondere
unmittelbar – benachbarter Pulvermaterialschichten vermieden wird. Die Lage des Ursprungs auf
der Bauteilkontur verändert sich somit bevorzugt von Pulvermaterialschicht zu
15 Pulvermaterialschicht.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Planungseinrichtung
eingrichtet ist, um eine Ausrichtung der Bestrahlungsbereiche für mindestens eine, vorzugsweise
für jede nachfolgende Pulvermaterialschicht anders zu wählen als für die vorangegangene
Pulvermaterialschicht. Unter einer Ausrichtung wird hierbei ein Winkel verstanden, den eine
20 bestimmte Richtung, insbesondere Längsrichtung, eines Bestrahlungsbereichs mit einer
vorbestimmten Achse auf dem Arbeitsbereich einschließt. Sind die Bestrahlungsbereiche als
Streifen ausgebildet, ist die Ausrichtung insbesondere ein Winkel, den die Längsrichtung der
bevorzugt zueinander parallelen Bestrahlungsbereiche mit einer vorbestimmten Achse auf dem
Arbeitsbereich einschließt. Durch die Änderung der Ausrichtung der Bestrahlungsbereiche von
25 der vorangegangenen Pulvermaterialschicht zu der nachfolgenden Pulvermaterialschicht,
insbesondere von Pulvermaterialschicht zu Pulvermaterialschicht, wird eine gleich ausgerichtete
Bestrahlung – insbesondere unmittelbar – benachbarter Pulvermaterialschichten vermieden, was
wiederum die Bauteilqualität erhöht. Insbesondere schließen die streifenförmigen
Bestrahlungsbereiche zweier aufeinanderfolgender Anordnungen bevorzugt einen endlichen,
30 insbesondere von 0° und von 180° verschiedenen, Winkel miteinander ein.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung wird die Ausrichtung der Bestrahlungsbereiche von
Pulvermaterialschicht zu Pulvermaterialschicht um einen vorbestimmten Winkel gedreht.

Vorzugsweise wird dabei allerdings geprüft, ob der momentane Winkel in einen Winkelverbotsbereich fällt; ist dies der Fall, wird der Winkel verworfen und ein anderer Winkel gewählt, beispielsweise indem noch einmal eine Drehung um den vorbestimmten Winkel vorgenommen wird.

5 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Planungseinrichtung eingerichtet ist, um für jeden Inselabschnitt einen eigenen Ursprung auf der Bauteilkontur des jeweiligen Inselabschnitts zu wählen, wenn die Bauteilschicht eine Mehrzahl von Inselabschnitten aufweist. Dies ermöglicht es in besonders vorteilhafter Weise, die Generierung einer unnötig großen Vielzahl kurzer Bestrahlungsvektoren zu vermeiden, indem vorteilhaft insbesondere
10 kleinere Inselabschnitte nur mit einem einzigen Bestrahlungsbereich überlagert werden. Dies ist abhängig von der Größe des betrachteten Inselabschnitts insbesondere dadurch möglich, dass jeder Inselabschnitt einen eigenen Ursprung erhält, der bevorzugt in geeigneter Weise auf der jeweiligen Bauteilkontur festgelegt werden kann, um insbesondere abhängig von der Form des Inselabschnitts dessen Überlagerung mit möglichst wenigen Bestrahlungsbereichen, insbesondere bevorzugt mit
15 einem einzigen Bestrahlungsbereich, zu ermöglichen. Bei einer Festlegung des Ursprungs außerhalb der Bauteilkontur eines Inselabschnitts ergibt sich dagegen das Problem, dass häufig selbst Inselabschnitte, die in allen Richtungen kleiner sind als ein Bestrahlungsbereich, von mehr als einem Bestrahlungsbereich erfasst bzw. von einer Grenzlinie zwischen benachbarten Bestrahlungsbereichen durchschnitten sind. Insbesondere dies führt dann zu unnötig kurzen
20 Bestrahlungsvektoren in den jeweiligen Bestrahlungsbereichen.

Unter einem Inselabschnitt wird insbesondere ein Bauteilabschnitt des zu fertigenden Bauteils verstanden, der bestimmungsgemäß nach vollendeter Bestrahlung einer Pulvermaterialschicht von anderen Bauteilabschnitten innerhalb derselben Pulvermaterialschicht ringsum durch nicht
25 verfestigtes Pulvermaterial getrennt ist. Ein Inselabschnitt des Bauteils weist also innerhalb seiner zugeordneten Pulvermaterialschicht keinerlei Verbindungspfad aus verfestigtem Pulvermaterial zu einem anderen Bauteilabschnitt derselben Pulvermaterialschicht auf.

Die Planungseinrichtung ist vorzugsweise ausgewählt aus einer Gruppe, bestehend aus einem Computer, insbesondere Personal Computer (PC), einer Einschubkarte oder Ansteuerkarte, und einem FPGA-Board. In bevorzugter Ausgestaltung ist die Planungseinrichtung eine RTC6-
30 Ansteuerkarte der SCANLAB GmbH, insbesondere in der an dem den Zeitrang des vorliegenden Schutzrechts bestimmenden Tag aktuell erhältlichen Ausgestaltung.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Planungseinrichtung eingerichtet ist, um die Anordnung der Bestrahlungsbereiche ausgehend von dem Ursprung, insbesondere jeweils für jeden einzelnen Ursprung, so zu erzeugen, dass eine den Ursprung passierende Bestrahlungsbereichsgrenze die Bauteilkontur lediglich berührt. Insbesondere auf
5 diese Weise kann die Anzahl von Bestrahlungsvektoren, ganz besonders die Anzahl verkürzter Bestrahlungsvektoren, verringert werden.

Insbesondere wird die Anordnung der Bestrahlungsbereiche bevorzugt so erzeugt, dass die den Ursprung passierende Bestrahlungsbereichsgrenze die Bauteilkontur nicht schneidet. Insbesondere wird vermieden, dass die den Ursprung passierende Bestrahlungsbereichsgrenze die
10 Bauteilkontur in verschiedene Unterbereiche unterteilt, was regelmäßig, insbesondere in der Nähe der Bauteilkontur als Umrandungslinie zu verkürzten Bestrahlungsvektoren führen würde. Insbesondere wird daher die den Ursprung passierende Bestrahlungsbereichsgrenze so gewählt, dass sie die Bauteilkontur tangiert oder – abhängig von der Gestalt der Bauteilkontur – bereichsweise mit der Bauteilkontur zusammenfällt.

15 Unter einer den Ursprung passierenden Bestrahlungsbereichsgrenze wird insbesondere diejenige Grenzlinie eines Bestrahlungsbereichs oder zwischen zwei Bestrahlungsbereichen der Anordnung verstanden, auf welcher der Ursprung liegt, die also durch den Ursprung verläuft.

Insbesondere ist die Planungseinrichtung bevorzugt eingerichtet, um die Anordnung der Bestrahlungsbereiche ausgehend von dem Ursprung, insbesondere jeweils für jeden einzelnen
20 Ursprung, so zu erzeugen, dass an den Ursprung angrenzende Bestrahlungsbereiche – insbesondere beidseitig des Ursprungs – der Anordnung entlang ihrer Grenze die Bauteilkontur lediglich berühren.

Die Aufgabe wird auch gelöst, indem eine Fertigungseinrichtung zum additiven Fertigen von Bauteilen aus einem Pulvermaterial geschaffen wird, die eine Strahlerzeugungseinrichtung
25 aufweist, die eingerichtet ist, um einen Energiestrahл zu erzeugen. Die Fertigungseinrichtung weist außerdem eine Scannereinrichtung auf, die eingerichtet ist, um einen Arbeitsbereich lokal selektiv mit dem Energiestrahл zu bestrahlen, um mittels des Energiestrahls ein Bauteil aus dem in dem Arbeitsbereich angeordneten Pulvermaterial herzustellen. Weiterhin weist die Fertigungseinrichtung eine Steuereinrichtung auf, die mit der Scannereinrichtung wirkverbunden
30 und eingerichtet ist, um die Scannereinrichtung anzusteuern. Die Steuereinrichtung weist dabei eine erfindungsgemäße Planungseinrichtung oder eine Planungseinrichtung nach einem der zuvor

beschriebenen Ausführungsbeispiele auf. Alternativ ist die Steuereinrichtung als erfindungsgemäße Planungseinrichtung oder als Planungseinrichtung nach einem der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele ausgebildet. In Zusammenhang mit der Fertigungseinrichtung ergeben sich insbesondere die Vorteile, die bereits in Zusammenhang mit
5 der Planungseinrichtung erläutert wurden.

Die Scannereinrichtung weist bevorzugt mindestens einen Scanner, insbesondere einen Galvanometer-Scanner, Piezoscanner, Polygonscanner, MEMS-Scanner, und/oder einen relativ zu dem Arbeitsbereich verlagerbaren Arbeitskopf oder Bearbeitungskopf auf. Die hier vorgeschlagenen Scannereinrichtungen sind in besonderer Weise geeignet, den Energiestrah
10 innerhalb des Arbeitsbereichs zwischen einer Mehrzahl von Bestrahlungspositionen zu verlagern.

Unter einem relativ zu dem Arbeitsbereich verlagerbaren Arbeitskopf oder Bearbeitungskopf wird hier insbesondere ein integriertes Bauteil der Fertigungseinrichtung verstanden, welches mindestens einen Strahlungsauslass für mindestens einen Energiestrah aufweist, wobei das integrierte Bauteil, das heißt der Arbeitskopf, als Ganzes entlang zumindest einer
15 Verlagerungsrichtung, vorzugsweise entlang zweier senkrecht aufeinander stehenden Verlagerungsrichtungen, relativ zu dem Arbeitsbereich verlagerbar ist. Ein solcher Arbeitskopf kann insbesondere in Portalbauweise ausgebildet sein oder von einem Roboter geführt werden. Insbesondere kann der Arbeitskopf als Roboterhand eines Roboters ausgebildet sein.

Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise ausgewählt aus einer Gruppe, bestehend aus einem
20 Computer, insbesondere Personal Computer (PC), einer Einschubkarte oder Ansteuerkarte, und einem FPGA-Board. In bevorzugter Ausgestaltung ist die Steuereinrichtung eine RTC6-Ansteuerkarte der SCANLAB GmbH, insbesondere in der an dem den Zeitrang des vorliegenden Schutzrechts bestimmenden Tag aktuell erhältlichen Ausgestaltung.

Bevorzugt ist die Strahlerzeugungseinrichtung als Laser ausgebildet. Der Energiestrah wird somit
25 vorteilhaft als intensiver Strahl kohärenter elektromagnetischer Strahlung, insbesondere kohärenten Lichts, erzeugt. Bestrahlung bedeutet insoweit bevorzugt Belichtung.

Die Fertigungseinrichtung ist vorzugsweise eingerichtet zum selektiven Lasersintern. Alternativ oder zusätzlich ist die Fertigungseinrichtung eingerichtet zum selektiven Laserschmelzen. Diese Ausgestaltungen der Fertigungseinrichtung haben sich als besonders vorteilhaft erwiesen.

Die Aufgabe wird auch gelöst, indem ein Verfahren zum Planen einer lokal selektiven Bestrahlung eines Arbeitsbereichs mit einem Energiestrahls, um mittels des Energiestrahls ein Bauteil aus einem in dem Arbeitsbereich angeordneten Pulvermaterial herzustellen, geschaffen wird. Im Rahmen des Verfahrens wird ein Ursprung auf einer Bauteilkontur einer auf einer Pulvermaterialschicht in dem Arbeitsbereich zu erzeugenden Bauteilschicht festgelegt. Die Bauteilkontur wird ausgehend von dem Ursprung mit einer Anordnung von mit dem Energiestrahls zu bestrahlenden Bestrahlungsbereichen mit einer unabhängig von der Bauteilkontur vorbestimmten, für alle Bestrahlungsbereiche gleichen Abmessung überlagert. In zusammen mit dem Verfahren ergeben sich insbesondere die Vorteile, die bereits in Zusammenhang mit der Planungseinrichtung erläutert wurden.

Bevorzugt wird als die vorbestimmte Abmessung eine auf wenigstens einen Bestrahlungsparameter für die Bestrahlung des Arbeitsbereichs mit dem Energiestrahls abgestimmte, vorzugsweise optimierte Abmessung verwendet.

Bevorzugt wird die Anordnung der Bestrahlungsbereiche ausgehend von dem Ursprung so erzeugt, dass die Bestrahlungsbereiche aneinander angrenzen.

Bevorzugt werden die Bestrahlungsbereiche als insbesondere aneinander angrenzende, insbesondere parallele Streifen erzeugt, wobei vorzugsweise die vorbestimmte Abmessung eine Breite der Streifen ist.

Bevorzugt wird die Planung der Bestrahlung für eine Mehrzahl von insbesondere sequenziell nacheinander zu bestrahlenden Pulvermaterialschichten durchgeführt, wobei für jede Pulvermaterialschicht der Mehrzahl von Pulvermaterialschichten eine zugeordnete Bauteilkontur erhalten wird, und wobei der Ursprung für mindestens eine, vorzugsweise für jede einer vorangegangenen Pulvermaterialschicht nachfolgende Pulvermaterialschicht der Pulvermaterialschichten auf der zugeordneten Bauteilkontur an einem anderen Ort als für die vorangegangene Pulvermaterialschicht festgelegt wird.

Bevorzugt wird eine Ausrichtung der Bestrahlungsbereiche für mindestens eine, vorzugsweise für jede nachfolgende Pulvermaterialschicht anders gewählt als für die vorangegangene Pulvermaterialschicht.

Bevorzugt wird für jeden Inselabschnitt ein eigener Ursprung auf der Bauteilkontur des jeweiligen Inselabschnitts gewählt, wenn die Bauteilschicht eine Mehrzahl von Inselabschnitten aufweist.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Anordnung der Bestrahlungsbereiche ausgehend vom Ursprung so erzeugt wird, dass eine den Ursprung
5 passierende Bestrahlungsbereichsgrenze die Bauteilkontur lediglich berührt.

Insbesondere wird die Anordnung der Bestrahlungsbereiche ausgehend vom Ursprung so erzeugt, dass die beiden an den Ursprung angrenzenden Bestrahlungsbereiche entlang Ihrer Grenze die Bauteilkontur lediglich berühren.

Insbesondere umfasst das Verfahren wenigstens einen Verfahrensschritt, der bereits in
10 Zusammenhang mit der Planungseinrichtung als vorteilhafte oder bevorzugte Ausgestaltung der Planungseinrichtung erläutert wurde.

Die Aufgabe wird auch gelöst, indem ein Computerprogrammprodukt geschaffen wird, welches maschinenlesbare Anweisungen aufweist, aufgrund derer ein erfindungsgemäßes Verfahren oder ein Verfahren nach einer der zuvor beschriebenen Ausführungsformen auf einer
15 Recheneinrichtung, insbesondere einer Planungseinrichtung oder einer Steuereinrichtung, durchgeführt wird, wenn das Computerprogrammprodukt auf der Recheneinrichtung läuft. In Zusammenhang mit dem Computerprogrammprodukt ergeben sich insbesondere die Vorteile, die bereits in Zusammenhang mit der Planungseinrichtung erläutert wurden.

Die Aufgabe wird schließlich auch gelöst, indem ein Verfahren zum additiven Fertigen eines
20 Bauteils aus einem Pulvermaterial geschaffen wird, bei welchem eine erfindungsgemäße Fertigungseinrichtung oder eine Fertigungseinrichtung nach einem der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele verwendet wird. Dabei wird ein Arbeitsbereich lokal selektiv mit dem Energiestrahle bestrahlt, um mittels des Energiestrahls das Bauteil aus dem in dem Arbeitsbereich angeordneten Pulvermaterial herzustellen. Die Bestrahlung wird dann in den von der
25 Planungseinrichtung ermittelten Bestrahlungsbereichen durchgeführt. In Zusammenhang mit dem Verfahren ergeben sich insbesondere die Vorteile, die bereits in Zusammenhang mit der Planungseinrichtung erläutert wurden.

Bevorzugt werden zuerst die Bestrahlungsbereiche durch die Planungseinrichtung generiert, insbesondere einschließlich der Bestrahlungsvektoren, und anschließend wird der Arbeitsbereich

mit dem Energiestrahl auf der Grundlage der generierten Bestrahlungsbereiche, insbesondere auf der Grundlage der Bestrahlungsvektoren, bestrahlt, insbesondere belichtet.

Als Strahlerzeugungseinrichtung wird vorzugsweise ein Laser verwendet.

5 Vorzugsweise wird das Bauteil mittels selektiven Lasersinterns und/oder selektiven Laserschmelzens gefertigt.

Als Pulvermaterial kann in bevorzugter Weise insbesondere ein metallisches oder keramisches Pulver verwendet werden.

Insbesondere ergibt sich gemäß der vorliegenden technischen Lehre für eine Datei, welche explizit oder implizit die Anordnung der Bestrahlungsbereiche umfasst, wobei die Datei insbesondere
10 Anweisungen zur Bestrahlung des Arbeitsbereichs und/oder zum Fertigen des Bauteils umfassen kann, eine reduzierte Dateigröße, da im Vergleich zu herkömmlichen Vorgehensweisen eine reduzierte Anzahl von Bestrahlungsvektoren generiert werden kann. Daraus ergeben sich auch weniger Start- und/oder Endpunkte und damit eine erhöhte Produktivität. Weiterhin ergeben sich geringere Variationen in der Länge der Bestrahlungsvektoren, sodass ein homogenerer Prozess,
15 insbesondere auch ohne Wartezeiten oder mit deutlich reduzierten Wartezeiten, durchgeführt werden kann. Insbesondere für kleine Inselabschnitte werden Nahtstellen reduziert oder ganz vermieden, sodass im gefertigten Bauteil keine defektanfälligen Überlappungsbereiche oder jedenfalls eine reduzierte Zahl defektanfälliger Überlappungsbereiche vorhanden sind.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

- 20 Figur 1 ein Ausführungsbeispiel einer Fertigungseinrichtung zum additiven Fertigen von Bauteilen aus einem Pulvermaterial;
- Figur 2 eine schematische Darstellung eines Beispiels für ein Verfahren zum Planen einer lokal selektiven Bestrahlung eines Arbeitsbereichs gemäß dem Stand der Technik;
- Figur 3 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines Verfahrens zum
25 Planen einer lokal selektiven Bestrahlung eines Arbeitsbereichs, und
- Figur 4 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform eines solchen Verfahrens.

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Fertigungseinrichtung 1 zum additiven Fertigen eines Bauteils 3 aus einem Pulvermaterial. Die Fertigungseinrichtung 1 weist eine Strahlerzeugungseinrichtung 5 auf, die eingerichtet ist, um einen Energiestrah 7 zu erzeugen. Bevorzugt ist die Strahlerzeugungseinrichtung 5 als Laser eingerichtet, und der Energiestrah 7 ist entsprechend ein Laserstrahl.

Die Fertigungseinrichtung 1 weist außerdem eine Scannereinrichtung 9 auf, die eingerichtet ist, um einen Arbeitsbereich 11 lokal selektiv mit dem Energiestrah 7 zu bestrahlen, um mittels des Energiestrahls 7 das Bauteil 3 aus dem in dem Arbeitsbereich 11 angeordneten Pulvermaterial herzustellen. Weiter weist die Fertigungseinrichtung 1 eine Steuereinrichtung 13 auf, die mit der Scannereinrichtung 9 wirkverbunden und eingerichtet ist, um die Scannereinrichtung 9 anzusteuern, insbesondere um den Energiestrah 7 innerhalb des Arbeitsbereichs 11 zu verlagern.

Die Steuereinrichtung 13 ist hier als Planungseinrichtung 15 ausgebildet. Alternativ ist es möglich, dass die Steuereinrichtung 13 eine Planungseinrichtung 15 aufweist.

Die Planungseinrichtung 15 ist eingerichtet, um die lokal selektive Bestrahlung des Arbeitsbereichs 11 mit dem Energiestrah 7 zu planen.

Eine in Figur 1 dargestellte Bauteilschicht 17, die in dem Arbeitsbereich 11 mittels des Energiestrahls 7 erzeugt werden soll, weist zwei Bauteilabschnitte 19, nämlich einen ersten Bauteilabschnitt 19.1 und einen zweiten Bauteilabschnitt 19.2 auf, wobei jeder der Bauteilabschnitte 19 hier als Inselabschnitt 21 ausgebildet ist. Die Bauteilabschnitte 19.1, 19.2 sind jeweils nach Fertigstellung der Bauteilschicht 17 ringsum durch nicht verfestigtes Pulvermaterial umgeben und weisen insbesondere keinen Verbindungspfad von verfestigtem Pulvermaterial zueinander oder zu anderen Bauteilabschnitten 19 auf. Jedem Bauteilabschnitt 19 ist eine Bauteilkontur 23 als eine Umrandungslinie oder Grenzlinie zugeordnet.

Die Planungseinrichtung 15 ist eingerichtet, um die Bauteilkontur 23 zu erhalten, und um jeweils einen Ursprung 25 auf der jeweiligen Bauteilkontur 19 festzulegen. Weiter ist die Planungseinrichtung 15 eingerichtet, um die Bauteilkontur 23 ausgehend von dem Ursprung 25 mit einer Anordnung 26 von mit dem Energiestrah 7 zu bestrahlenden Bestrahlungsbereichen 27 (siehe Figur 2) zu überlagern.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Beispiels für ein Verfahren zum Planen einer lokal selektiven Bestrahlung des Arbeitsbereichs 11 gemäß dem Stand der Technik. Dabei wird der Ursprung 25 außerhalb der Bauteilkontur 23 gewählt, und anschließend wird die Bauteilkontur 23 mit den Bestrahlungsbereichen 27 überlagert, wobei die hier streifenförmigen Bestrahlungsbereiche 27 eine vorbestimmte und für alle Bestrahlungsbereiche 27 gleiche Abmessung, hier insbesondere eine gleiche Breite aufweisen. Zum Ausbilden der Bauteilschicht 17 werden die Bestrahlungsbereiche 27 mit Bestrahlungsvektoren 29 überstrichen, die vorzugsweise in Breitenrichtung der Bestrahlungsbereiche 27 ausgerichtet und entlang einer Länge der Bestrahlungsbereiche 27 zueinander versetzt nebeneinander angeordnet sind. Insbesondere da der Ursprung 25 außerhalb der Bauteilkontur 23 angeordnet ist, besteht dabei ein hohes Risiko, dass – wie hier dargestellt – eine unnötig große Vielzahl von Bestrahlungsvektoren 29 generiert wird, wobei darüber hinaus eine Vielzahl im Vergleich zu der Breite der Bestrahlungsbereiche 27 verkürzter Bestrahlungsvektoren 29 generiert wird, was insbesondere die Produktivität des Herstellungsverfahrens negativ beeinträchtigt.

Der Arbeitsbereich 11 wird nur innerhalb der Bauteilkontur 23 tatsächlich bestrahlt. Die außerhalb der Bauteilkontur 23 dargestellten Bestrahlungsvektoren 29 dienen lediglich der Illustration der prinzipiellen Ausgestaltung der Bestrahlungsbereiche 27. Dabei wird auch deutlich, dass eine unverkürzte Länge der Bestrahlungsvektoren 29 in diesem Fall der Breite der Bestrahlungsbereiche 27 entspricht.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines Verfahrens zum Planen einer lokal selektiven Bestrahlung des Arbeitsbereichs 11.

Gleiche und funktionsgleiche Elemente sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen, sodass insoweit jeweils auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird.

Im Rahmen des hier vorgeschlagenen Verfahrens wird der Ursprung 25 auf der Bauteilkontur 23 festgelegt, und anschließend wird die Bauteilkontur 23 ausgehend von dem Ursprung 25 mit der Anordnung 26 aus Bestrahlungsbereichen 27 überlagert, wobei jeder Bestrahlungsbereich 27 zumindest eine unabhängig von der Bauteilkontur 23 vorbestimmte, für alle Bestrahlungsbereiche 27 gleiche Abmessung, hier insbesondere gleiche Breite aufweist. Auch in diesem Fall werden die Bestrahlungsbereiche 27 bevorzugt als Streifen erstellt. Dabei wird anhand von Figur 3 deutlich, dass aufgrund der Festlegung des Ursprungs 25 auf der Bauteilkontur 23 die Anzahl der generierten Bestrahlungsvektoren 29 insgesamt, insbesondere aber die Anzahl verkürzter

Bestrahlungsvektoren 29, die kürzer sind als die Breite eines Bestrahlungsbereich 27, verringert werden kann. Hierdurch ist die Produktivität des Verfahrens hoch. Gleichzeitig wird bevorzugt eine auf wenigstens einen Bestrahlungsparameter für die Bestrahlung des Arbeitsbereichs 11 mit dem Energiestrahle 7 hin abgestimmte, vorzugsweise optimierte vorbestimmte Abmessung verwendet, sodass auch die Bauteilqualität hoch ist.

Insbesondere wird die Anordnung der Bestrahlungsbereiche 27 ausgehend von dem Ursprung 25 so erzeugt, dass die Bestrahlungsbereiche 27 aneinander angrenzen.

Insbesondere werden die Bestrahlungsbereiche 27 als insbesondere aneinander angrenzende, vorzugsweise parallele Streifen erzeugt. Die vorbestimmte Abmessung ist dabei insbesondere eine Breite der Streifen.

Die Planungseinrichtung 15 ist bevorzugt eingerichtet, um die Planung der Bestrahlung für eine Mehrzahl von insbesondere sequenziell nacheinander zu bestrahlenden Pulvermaterialsichten durchzuführen. Für jede Pulvermaterialsicht der Mehrzahl von Pulvermaterialsichten wird eine zugeordnete Bauteilkontur 23 erhalten, und der Ursprung 25 wird bevorzugt für jede einer vorangegangenen Pulvermaterialsicht nachfolgende Pulvermaterialsicht der Pulvermaterialsichten auf der zugeordneten Bauteilkontur 23 an einem anderen Ort festgelegt als für die jeweils vorangegangene Pulvermaterialsicht. Bevorzugt wird zugleich auch eine Ausrichtung der Bestrahlungsbereiche 27 für jede nachfolgende Pulvermaterialsicht anders gewählt als für die vorangegangene Pulvermaterialsicht.

Insoweit zeigt Figur 3 bei a) eine vorangegangene Pulvermaterialsicht und bei b) eine nachfolgende Pulvermaterialsicht, wobei für die nachfolgende Pulvermaterialsicht bei b) sowohl der Ort des Ursprungs 25 als auch die Ausrichtung der Bestrahlungsbereiche 27 anders gewählt ist als für die vorangegangene Pulvermaterialsicht bei a).

Anhand von Figur 3 wird auch deutlich, dass die Anordnung 26 der Bestrahlungsbereiche 27 ausgehend vom Ursprung 25 bevorzugt so erzeugt wird, dass eine den Ursprung 25 passierende Bestrahlungsbereichsgrenze 31 die Bauteilkontur 23 lediglich berührt, insbesondere nicht schneidet. Gerade auf diese Weise kann besonders effizient eine Anzahl verkürzter Bestrahlungsvektoren 29 minimiert werden, wobei zugleich bevorzugt auch die Gesamtzahl der Bestrahlungsvektoren 29 verringert wird.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform eines Verfahrens zum Planen einer lokal selektiven Bestrahlung des Arbeitsbereichs 11. Hierbei weist die Bauteilschicht 17 eine Mehrzahl von Inselabschnitten 21 auf, wobei für jeden Inselabschnitt 21 ein eigener Ursprung 25 auf der Bauteilkontur 23 des jeweiligen Inselabschnitts 21 gewählt wird.

5 Insbesondere auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass für jeden Inselabschnitt 21 eine möglichst geringe Anzahl von Bestrahlungsvektoren 29, insbesondere aber eine möglichst geringe Anzahl verkürzter Bestrahlungsvektoren 29 generiert wird.

Das Verfahren ist bevorzugt in ein Computerprogramm implementiert, welches maschinenlesbare Anweisungen aufweist, aufgrund derer das Verfahren auf einer Recheneinrichtung durchgeführt

10 wird, wenn das Computerprogramm auf der Recheneinrichtung läuft.

Im Rahmen eines Verfahrens zum additiven Fertigen eines Bauteils 3 aus dem Pulvermaterial mittels der Fertigungseinrichtung 1 wird vorteilhaft die Bestrahlung in den von der Planungseinrichtung 15 ermittelten Bestrahlungsbereichen 27 durchgeführt.

Insbesondere werden zuerst die Bestrahlungsbereiche 27 durch die Planungseinrichtung 15

15 generiert, insbesondere einschließlich der Bestrahlungsvektoren 29, und anschließend wird der Arbeitsbereich 11 mit dem Energiestrahl 7 auf der Grundlage der generierten Bestrahlungsbereiche 27, insbesondere auf der Grundlage der Bestrahlungsvektoren 29, bestrahlt, insbesondere belichtet.

ANSPRÜCHE

1. Planungseinrichtung (15) zur Planung einer lokal selektiven Bestrahlung eines Arbeitsbereichs (11) mit einem Energiestrahls (7), um mittels des Energiestrahls (7) ein Bauteil (3) aus einem in dem Arbeitsbereich (11) angeordneten Pulvermaterial herzustellen, wobei die Planungseinrichtung (15) eingerichtet ist, um eine Bauteilkontur (23) einer auf einer Pulvermaterialschiicht in dem Arbeitsbereich (11) zu erzeugenden Bauteilschiicht (17) zu erhalten, um einen Ursprung (25) auf der Bauteilkontur (23) festzulegen, und um die Bauteilkontur (23) ausgehend von dem Ursprung (25) mit einer Anordnung (26) von mit dem Energiestrahls (7) zu bestrahlenden Bestrahlungsbereichen (27) zu überlagern, wobei jeder Bestrahlungsbereich (27) zumindest eine unabhängig von der Bauteilkontur (23) vorbestimmte, für alle Bestrahlungsbereiche (27) gleiche Abmessung aufweist.
2. Planungseinrichtung (15) nach Anspruch 1, wobei die Planungseinrichtung (15) eingerichtet ist, um als vorbestimmte Abmessung eine auf wenigstens einen Bestrahlungsparameter für die Bestrahlung des Arbeitsbereichs (11) mit dem Energiestrahls (7) abgestimmte Abmessung zu verwenden.
3. Planungseinrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Planungseinrichtung (15) eingerichtet ist, um die Anordnung (26) der Bestrahlungsbereiche (27) ausgehend von dem Ursprung (25) so zu erzeugen, dass die Bestrahlungsbereiche (27) aneinander angrenzen.
4. Planungseinrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Planungseinrichtung (15) eingerichtet ist, um die Bestrahlungsbereiche (27) als insbesondere aneinander angrenzende, insbesondere parallele Streifen zu erzeugen, wobei vorzugsweise die vorbestimmte Abmessung eine Breite der Streifen ist.
5. Planungseinrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Planungseinrichtung (15) eingerichtet ist, um die Planung der Bestrahlung für eine Mehrzahl von insbesondere sequenziell nacheinander zu bestrahlenden Pulvermaterialschiichten durchzuführen, um für jede Pulvermaterialschiicht der Mehrzahl von Pulvermaterialschiichten eine zugeordnete Bauteilkontur zu erhalten, und um den Ursprung (25) für mindestens eine einer vorangegangenen

Pulvermaterialschiicht nachfolgende Pulvermaterialschiicht der Pulvermaterialschiichten auf der zugeordneten Bauteilkontur (23) an einem anderen Ort festzulegen, als für die vorangegangene Pulvermaterialschiicht.

6. Planungseinrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Planungseinrichtung (15) eingerichtet ist, um eine Ausrichtung der Bestrahlungsbereiche (27) für mindestens eine nachfolgende Pulvermaterialschiicht anders zu wählen, als für eine vorangegangene Pulvermaterialschiicht.
7. Planungseinrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Planungseinrichtung (15) eingerichtet ist, um, wenn die Bauteilschiicht (17) eine Mehrzahl von Inselabschnitten (21) aufweist, für jeden Inselabschnitt (21) einen eigenen Ursprung (25) auf der Bauteilkontur (23) des jeweiligen Inselabschnitts (21) zu wählen.
8. Planungseinrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Planungseinrichtung eingerichtet ist, um die Anordnung (26) der Bestrahlungsbereiche (27) ausgehend von dem Ursprung (25), insbesondere für jeden Ursprung (25), so zu erzeugen, dass eine den Ursprung (25) passierende Bestrahlungsbereichsgrenze (31) die Bauteilkontur (23) lediglich berührt.
9. Fertigungseinrichtung (1) zum additiven Fertigen von Bauteilen (3) aus einem Pulvermaterial, mit
- einer Strahlerzeugungseinrichtung (5), die eingerichtet ist zum Erzeugen eines Energiestrahls (7),
 - einer Scannereinrichtung (9), die eingerichtet ist, um einen Arbeitsbereich (11) lokal selektiv mit dem Energiestrahls (7) zu bestrahlen, um mittels des Energiestrahls (7) ein Bauteil (3) aus dem in dem Arbeitsbereich (11) angeordneten Pulvermaterial herzustellen, und mit
 - einer Steuereinrichtung (13), die mit der Scannereinrichtung (9) wirkverbunden und eingerichtet ist, um die Scannereinrichtung (9) anzusteuern, wobei
 - die Steuereinrichtung (13) eine Planungseinrichtung (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 aufweist oder als Planungseinrichtung (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist.

10. Verfahren zum Planen einer lokal selektiven Bestrahlung eines Arbeitsbereichs (11) mit einem Energiestrahls (7), um mittels des Energiestrahls (7) ein Bauteil (3) aus einem in dem Arbeitsbereich (11) angeordneten Pulvermaterial herzustellen, wobei ein Ursprung (25) auf einer Bauteilkontur (23) einer auf einer Pulvermaterialschicht in dem Arbeitsbereich (11) zu erzeugenden Bauteilschicht (17) festgelegt wird, und wobei die Bauteilkontur (23) ausgehend von dem Ursprung (25) mit einer Anordnung (26) von mit dem Energiestrahls (7) zu bestrahlenden Bestrahlungsbereichen (27) mit einer unabhängig von der Bauteilkontur (23) vorbestimmten, für alle Bestrahlungsbereiche (27) gleichen Abmessung überlagert wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Anordnung (26) der Bestrahlungsbereiche (27) ausgehend vom Ursprung (25) so erzeugt wird, dass eine den Ursprung (25) passierende Bestrahlungsbereichsgrenze (31) die Bauteilkontur (23) lediglich berührt.
12. Computerprogrammprodukt, umfassend maschinenlesbare Anweisungen, aufgrund derer ein Verfahren nach Anspruch 10 oder 11 auf einer Recheneinrichtung durchgeführt wird, wenn das Computerprogrammprodukt auf der Recheneinrichtung läuft.
13. Verfahren zum additiven Fertigen eines Bauteils (3) aus einem Pulvermaterial mittels einer Fertigungseinrichtung (1) nach Anspruch 9, wobei ein Arbeitsbereich (11) lokal selektiv mit dem Energiestrahls (7) bestrahlt wird, um mittels des Energiestrahls (7) das Bauteil (3) aus dem in dem Arbeitsbereich (11) angeordneten Pulvermaterial herzustellen, wobei die Bestrahlung in den von der Planungseinrichtung (15) ermittelten Bestrahlungsbereichen (27) durchgeführt wird.

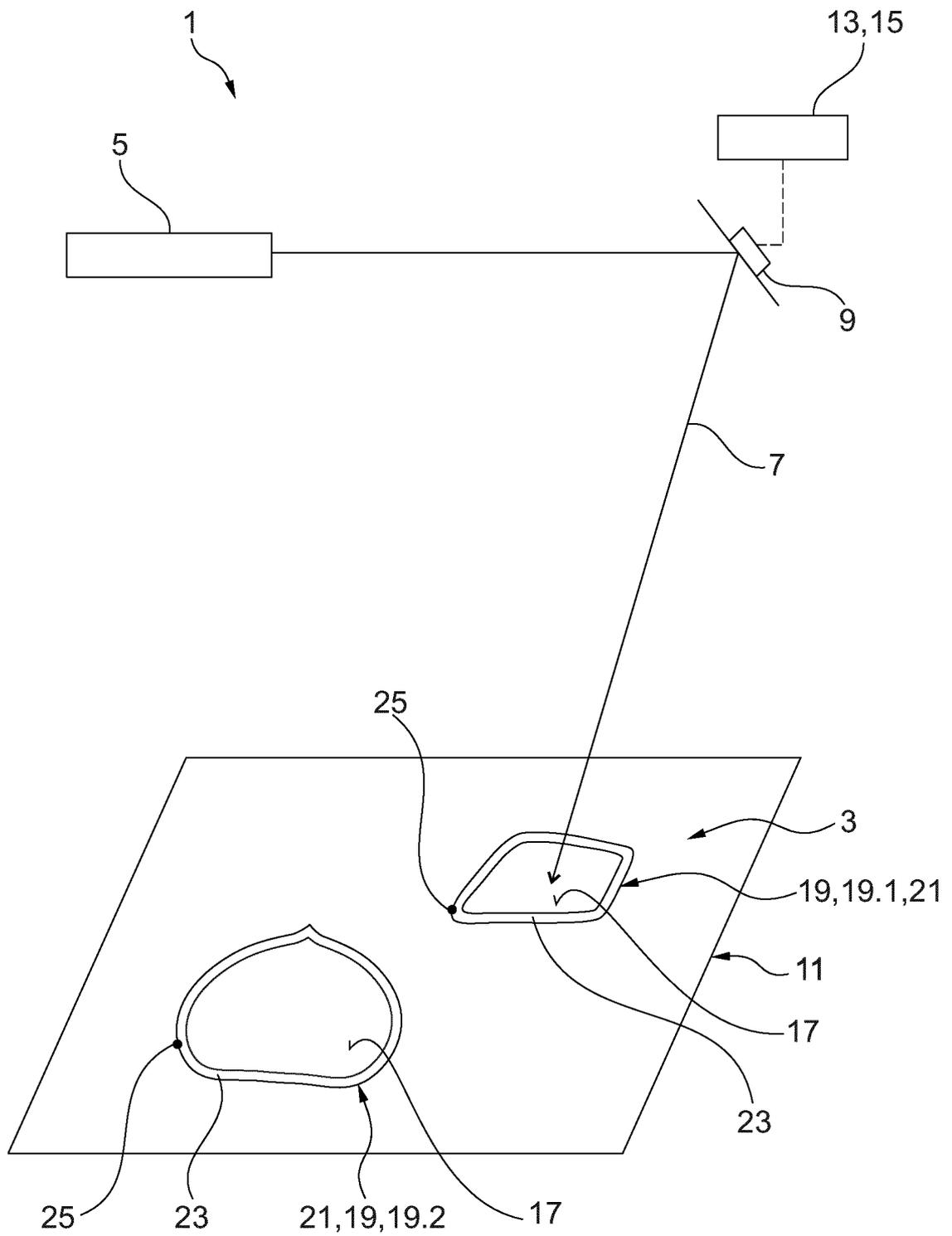
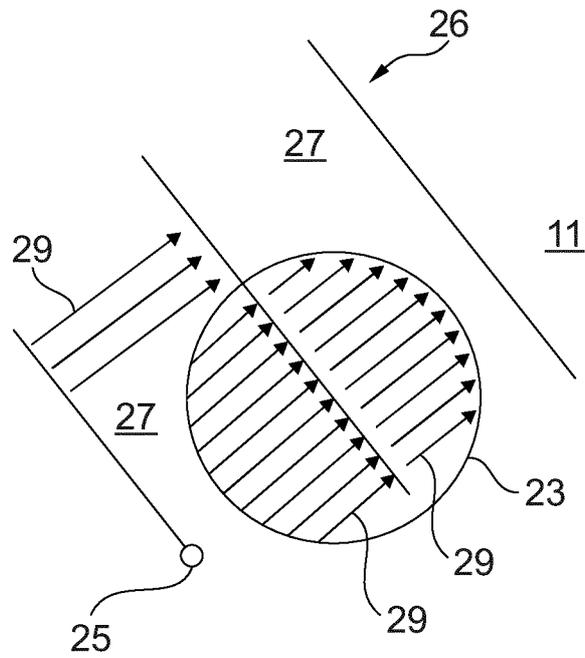


Fig. 1

2/3



Stand der Technik
Fig. 2

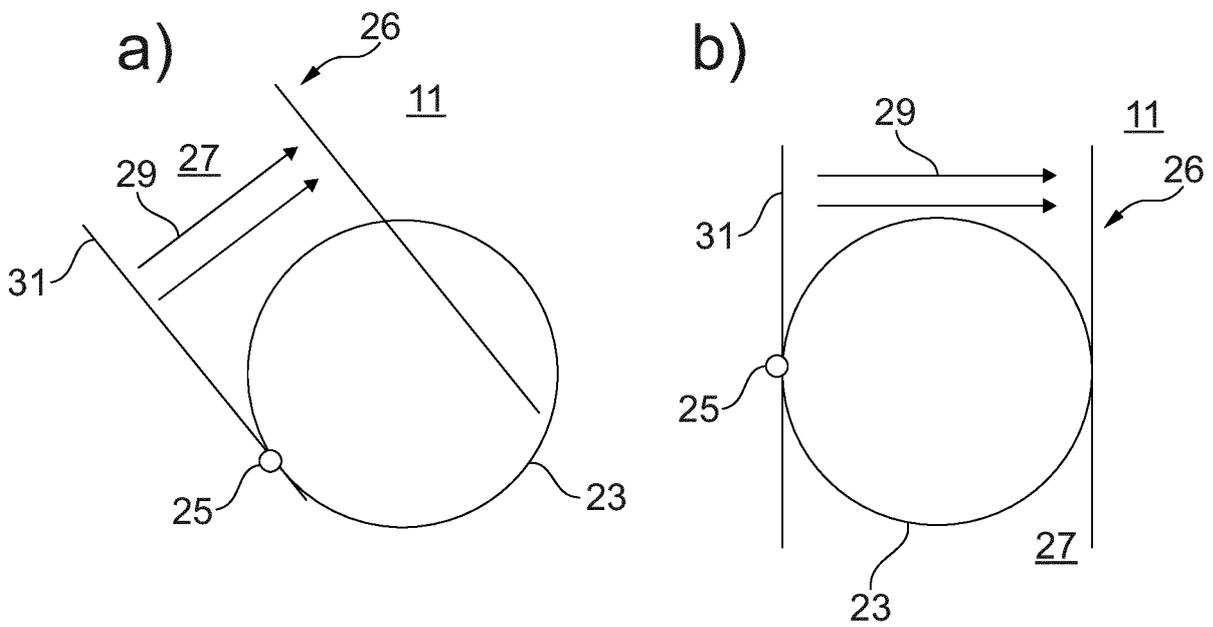


Fig. 3

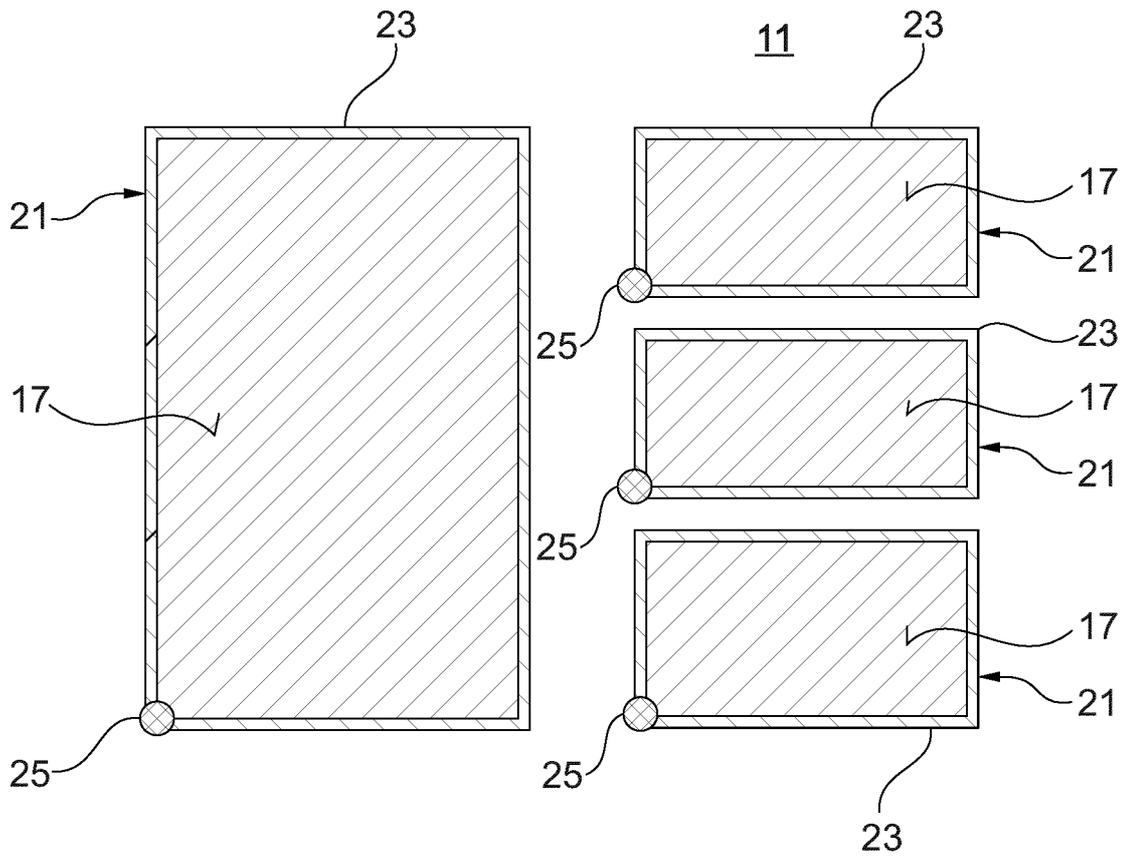


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/072968

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
B22F 10/28 (2021.01)i; B22F 10/366 (2021.01)i; B29C 64/153 (2017.01)i; B29C 64/393 (2017.01)i; B33Y 10/00 (2015.01)i; B33Y 50/02 (2015.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B22F; C22C; B29C; B33Y		
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	ÖZEL TUGRUL ET AL. "Surface topography investigations on nickel alloy 625 fabricated via laser powder bed fusion" <i>THE INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY</i> , SPRINGER, LONDON, Vol. 94, No. 9, 04 October 2017 (2017-10-04), pages 4451-4458, [retrieved on 2017-10-04] DOI: 10.1007/S00170-017-1187-Z ISSN: 0268-3768, XP036432205	1-13
Y	paragraph "1. Introduction"; page 4451 - page 4452 paragraph "2. Experimental Approach"; page 4452 - page 4453 figures 1-2	6
X	CN 111203536 A (AECC SHANGHAI COMMERCIAL AIRCRAFT ENGINE MFG CO LTD ET AL.) 29 May 2020 (2020-05-29)	1-5,9-13
Y	paragraph [0047] - paragraph [0060] figures 4-5	6
X	EP 3520929 A1 (SIEMENS AG [DE]) 07 August 2019 (2019-08-07)	1-5,7-13
Y	paragraph [0004] paragraph [0040] - paragraph [0065] figures 1-4	6
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 08 November 2021		Date of mailing of the international search report 16 November 2021
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Neibecker, Pascal Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/072968

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003127436 A1 (DARRAH JAMES F [US] ET AL) 10 July 2003 (2003-07-10) paragraph [0052]; figure 9	1-13
.....		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/072968

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111203536	A	29 May 2020	CN	111203536	A	29 May 2020
				WO	2021212887	A1	28 October 2021
EP	3520929	A1	07 August 2019	CN	111712340	A	25 September 2020
				EP	3520929	A1	07 August 2019
				EP	3713697	A1	30 September 2020
				US	2021079796	A1	18 March 2021
				WO	2019154572	A1	15 August 2019
US	2003127436	A1	10 July 2003	DE	10233389	A1	20 February 2003
				FR	2828422	A1	14 February 2003
				GB	2378150	A	05 February 2003
				JP	2003136604	A	14 May 2003
				US	2003127436	A1	10 July 2003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B22F10/28 B33Y50/02	B22F10/366 B29C64/153 B29C64/393 B33Y10/00
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTER GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B22F C22C B29C B33Y		
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	ÖZEL TUGRUL ET AL: "Surface topography investigations on nickel alloy 625 fabricated via laser powder bed fusion", THE INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY, SPRINGER, LONDON, Bd. 94, Nr. 9, 4. Oktober 2017 (2017-10-04), Seiten 4451-4458, XP036432205, ISSN: 0268-3768, DOI: 10.1007/S00170-017-1187-Z [gefunden am 2017-10-04]	1-13
Y	Absatz "1. Introduction"; Seite 4451 - Seite 4452 Absatz "2. Experimental Approach"; Seite 4452 - Seite 4453 Abbildungen 1-2 ----- -/--	6
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8. November 2021		16/11/2021
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 Neibecker, Pascal

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CN 111 203 536 A (AECC SHANGHAI COMMERCIAL AIRCRAFT ENGINE MFG CO LTD ET AL.) 29. Mai 2020 (2020-05-29)	1-5,9-13
Y	Absatz [0047] - Absatz [0060] Abbildungen 4-5	6

X	EP 3 520 929 A1 (SIEMENS AG [DE]) 7. August 2019 (2019-08-07)	1-5,7-13
Y	Absatz [0004] Absatz [0040] - Absatz [0065] Abbildungen 1-4	6

A	US 2003/127436 A1 (DARRAH JAMES F [US] ET AL) 10. Juli 2003 (2003-07-10) Absatz [0052]; Abbildung 9	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/072968

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 111203536 A	29-05-2020	CN 111203536 A WO 2021212887 A1	29-05-2020 28-10-2021

EP 3520929 A1	07-08-2019	CN 111712340 A EP 3520929 A1 EP 3713697 A1 US 2021079796 A1 WO 2019154572 A1	25-09-2020 07-08-2019 30-09-2020 18-03-2021 15-08-2019

US 2003127436 A1	10-07-2003	DE 10233389 A1 FR 2828422 A1 GB 2378150 A JP 2003136604 A US 2003127436 A1	20-02-2003 14-02-2003 05-02-2003 14-05-2003 10-07-2003
