



(10) **DE 10 2016 218 887 A1** 2018.03.29

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 218 887.9**
 (22) Anmeldetag: **29.09.2016**
 (43) Offenlegungstag: **29.03.2018**

(51) Int Cl.: **B29C 64/141 (2017.01)**
B33Y 10/00 (2015.01)
B33Y 30/00 (2015.01)
C04B 35/622 (2006.01)
B22F 3/105 (2006.01)

(71) Anmelder:
SLM Solutions Group AG, 23556 Lübeck, DE

(74) Vertreter:
**Wuesthoff & Wuesthoff, Patentanwälte PartG
 mbB, 81541 München, DE**

(72) Erfinder:
**Krol, Toni Adam, 23556 Lübeck, DE; Wiesner,
 Andreas, 23556 Lübeck, DE; Christiane, Thiel,
 23556 Lübeck, DE; Roesgen, Lukas, 23556
 Lübeck, DE; Mutz, Felix, 23556 Lübeck, DE; Iqbal,**

**Naveed, 23556 Lübeck, DE; Wilkes, Jan, Dr.,
 23556 Lübeck, DE; Hübinger, Karsten, 23556
 Lübeck, DE; Schwarze, Dieter, Dr., 23556 Lübeck,
 DE; Müller, Simon, 23556 Lübeck, DE; Neef, Arne,
 23556 Lübeck, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

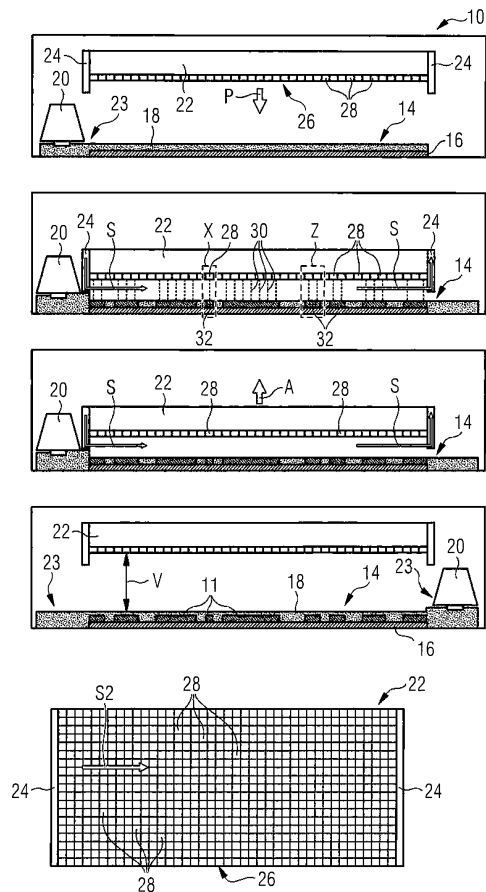
DE	10 2009 037 815	A1
DE	10 2015 216 583	A1
US	2014 / 0 263 209	A1
WO	2014/ 199 134	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Herstellen dreidimensionaler Werkstücke mittels einer Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (10) zum Herstellen dreidimensionaler Werkstücke, wobei die Vorrichtung (10) umfasst: eine Baufläche (14), die dazu eingerichtet ist, eine Formmasse (18) aufzunehmen; und eine Bestrahlungsanordnung (22), die dazu eingerichtet ist, die Formmasse (18) auf der Baufläche (14) selektiv mit elektromagnetischer Strahlung zu bestrahlen, um ein Werkstück mittels eines generativen Schichtbauverfahrens herzustellen; wobei die Bestrahlungsanordnung (22) eine Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten (28) umfasst, wobei die Bestrahlungseinheiten (28) dazu eingerichtet sind, einen ihnen jeweils zugeordneten Einzelbereich (32) der Baufläche (14) zu bestrahlen, und wobei die emittieren Strahlen der Bestrahlungseinheiten (28) jeweils eine Querschnittsfläche aufweisen, die zwischen ca. 2% und ca. 170% der Fläche des jeweils zugeordneten Einzelbereichs (32) entspricht. Die Erfindung betrifft ferner das Verwenden einer derartigen Vorrichtung (10) und ein Verfahren zum Herstellen dreidimensionaler Werkstücke mittels einer derartigen Vorrichtung (10).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen dreidimensionaler Werkstücke mittels eines generativen Schichtbauverfahrens unter Verwendung einer Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten sowie das Verwenden einer derartigen Vorrichtung.

[0002] Bei generativen Schichtbauverfahren ist es bekannt, eine zunächst formlose oder formneutrale Formmasse durch eine Bestrahlung in eine gewünschte Form zu bringen und insbesondere zu verfestigen und dadurch Schicht für Schicht ein dreidimensionales Werkstück herzustellen. Dies kann insbesondere durch eine Bestrahlung mittels elektromagnetischer Strahlung erreicht werden, beispielsweise in Form von Laserstrahlung. In einem Ausgangszustand kann die Formmasse dabei zunächst als Granulat, Pulver oder flüssige Formmasse vorliegen und infolge der Bestrahlung selektiv bzw. ortsspezifisch verfestigt werden. Die Formmasse kann zum Beispiel Keramik-, Metall- oder Kunststoffmaterialien umfassen und auch Materialgemische hieraus. Eine Variante von generativen Schichtbauverfahren betrifft das sogenannte Pulverbettsschmelzen, bei dem insbesondere metallische und/oder keramische Pulvermaterialien zu dreidimensionalen Werkstücken verfestigt und geformt werden.

[0003] Zum Herstellen einzelner Werkstückschichten ist es ferner bekannt, die Formmasse auf einer Baufläche aufzubringen und selektiv sowie nach Maßgabe der Geometrie der aktuell herzustellenden Werkstückschicht zu bestrahlen. Die Laserstrahlung dringt dabei in die Formmasse ein und verfestigt diese, beispielsweise in Folge eines Erhitzens, was ein Schmelzen oder Sintern verursacht. Ist eine Werkstückschicht verfestigt, wird eine neue Schicht unverbauter Formmasse auf die bereits hergestellte Werkstückschicht aufgebracht, beispielsweise mittels bekannter Beschichteranordnungen. Anschließend erfolgt eine erneute Bestrahlung der nun obersten und noch unverbauten Formmassenschicht. Folglich wird das Werkstück sukzessive Schicht für Schicht aufgebaut, wobei jede Schicht eine Querschnittsfläche des Werkstücks definiert. In diesem Zusammenhang ist es ferner bekannt, auf CAD- oder vergleichbare Werkstückdaten zurückzugreifen, um die Werkstücke im Wesentlichen automatisch herzustellen.

[0004] Bei der vorliegenden Erfindung können die vorstehenden Grundaspekte ebenfalls vorgesehen sein. Um das selektive Bestrahlen der Formmasse vorzunehmen, sind jedoch bisher aufwendige Optiken und Ablenkeinrichtungen zum Beispiel in Form sogenannter Scannereinheiten erforderlich. Ausgehend von einer Strahlquelle ermöglichen diese, die elektromagnetische Strahlung zum Beispiel in Form

eines Laserstrahls flexibel auf vorbestimmte Bereiche der Baufläche und die darauf aufgebrachte Formmasse zu richten. Dies erhöht jedoch die Bearbeitungszeit, da der Strahl in Form sogenannter einzelner Bestrahlungsvektoren entlang der Oberfläche der Formmasse geführt werden muss. So sind zum Herstellen ausgefüllter beziehungsweise massiver Werkstückschichten oftmals pendelnde Laserstrahl-Ablenkungen entlang vorgegebener Scanvektoren erforderlich, die die Werkstückschicht vollständig abfahren müssen. Dies erhöht die Fertigungszeit und mindert die Effizienz des Herstellungsprozesses.

[0005] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, eine Lösung zum Herstellen dreidimensionaler Werkstücke mittels eines generativen Schichtbauverfahrens bereitzustellen, die hinsichtlich ihrer Effizienz verbessert ist.

[0006] Hierzu wird eine Vorrichtung zum Herstellen dreidimensionaler Werkstücke bereitgestellt, wobei die Vorrichtung eine Baufläche umfasst, die dazu eingerichtet ist, eine Formmasse aufzunehmen. Die Baufläche kann in bekannter Weise innerhalb beziehungsweise auf einem Träger der Vorrichtung bereitgestellt sein. Der Träger und/oder die Baufläche können einer nachfolgend erläuterten Bestrahlungsanordnung der Vorrichtung im Wesentlichen gegenüberliegen und auch relativ zu dieser beweglich sein. Beispielsweise kann die Baufläche allgemein vertikal anhebbar und/oder absenkbar sein. Allgemein formuliert kann die Baufläche demnach in und/oder entgegen der Baurichtung relativ zu der Bestrahlungsanordnung bewegbar sein, wobei die Baurichtung die Schichtungsabfolge oder zunehmende Baugröße des Werkstücks betreffen kann. Es versteht sich, dass hierbei entweder die Baufläche bzw. der Träger und/oder die Bestrahlungsanordnung zum Ausführen der entsprechenden Bewegungen angetrieben sein können. Insbesondere kann die Bestrahlungsanordnung zum Ausführen einer Bestrahlung in unmittelbarer Nähe zu der Baufläche anordenbar sein (zum Beispiel in einem Abstand von weniger als 50 mm oder weniger als 30 mm), jedoch auch selektiv in einem größeren Abstand zu der Baufläche anordenbar sein, beispielsweise um eine nachfolgend erläuterte Beschichtungsanordnung entlang der Baufläche passieren zu lassen.

[0007] Wie vorstehend erläutert, kann die Formmasse in einem Ausgangszustand zunächst allgemein flüssig, pulver- oder granulaförmig bereitgestellt sein, und beispielsweise Kunststoff-, Keramik- oder Metallmaterialien umfassen und/oder Gemische daraus.

[0008] Ferner kann die Formmasse dazu ausgebildet sein, nach Maßgabe einer nachfolgend erläuterten Bestrahlung selektiv verfestigbar zu sein, beispielsweise in Folge eines Schmelzens oder Sinterns

oder aber dem selektiven und ortsspezifischem Aushärten von flüssigem Kunststoff.

[0009] Die Vorrichtung kann in allgemein bekannter Weise ferner eine Beschichteranordnung umfassen, die dazu ausgebildet ist, neue Formmasse auf die Baufläche und insbesondere auf bereits verfestigte und fertig hergestellte Werkstückschichten aufzubringen. Diese noch unverarbeitete Formmasse kann dann in einem nachfolgenden Schritt erneut bestrahlt werden, um eine weitere Werkstückschicht herzustellen und somit das Werkstück sukzessive Schicht für Schicht aufzubauen. Somit kann ein im Wesentlichen zyklischer Ablauf aus Aufbringen einer neuen Rohmaterial- bzw. Formmassenschicht und dem nachfolgenden Bestrahlen zum Herstellen einer neuen obersten Werkstückschicht realisiert werden, woraufhin erneut eine weitere Rohmaterialschicht auf die zuletzt hergestellte Werkstückschicht aufgebracht wird, usw. Ein Beispiel einer derartigen Beschichteranordnung, das sich speziell auf das zyklische Aufbringen von Formmasse in Form eines Pulvermaterials richtet, findet sich in der EP2818305A1.

[0010] Die Vorrichtung umfasst ferner eine Bestrahlungsanordnung, die dazu eingerichtet ist, die Formmasse auf der Baufläche selektiv mit elektromagnetischer Strahlung zu bestrahlen, um ein Werkstück mittels eines generativen Schichtbauverfahrens herzustellen. Hierzu kann die Formmasse sozusagen ortsabhängig bzw. ortsspezifisch selektiv bestrahlt werden. Bei der elektromagnetischen Strahlung kann es sich um Laserstrahlung handeln, die ferner dazu ausgebildet sein kann, die Formmasse infolge der Bestrahlung zu verfestigen. Die Bestrahlungsanordnung kann allgemein gegenüberliegend zu der Baufläche angeordnet sein, beispielsweise oberhalb davon.

[0011] Die Bestrahlungsanordnung umfasst eine Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten, wobei die Bestrahlungseinheiten dazu eingerichtet sind, einen ihnen jeweils zugeordneten Einzelbereich der Baufläche zu bestrahlen. Bei den Bestrahlungseinheiten kann es sich um einzelne Einheiten der Bestrahlungsanordnung handeln, die jeweils dazu ausgebildet sind, einen Strahl zu emittieren und/oder auf die Baufläche zu richten. Beispielsweise können die Bestrahlungseinheiten jeweils einen oder mehrere Strahlenaustrittsbereiche umfassen, aus denen ein einzelner Strahl aus der Bestrahlungsanordnung in die Umgebung austritt, um auf die Baufläche zu treffen. Ferner können mehrere Bestrahlungseinheiten an eine gemeinsame Strahlenquelle angeschlossen sein, beispielsweise mittels geeigneter Lichtleiter. Alternativ oder zusätzlich können die Bestrahlungseinheiten eigene Strahlenquellen umfassen.

[0012] Gemäß einer Variante kann demnach vorgesehen sein, dass zumindest ausgewählte Bestrahlungseinheiten jeweils einen Lichtleiter umfassen,

mittels dem sie an eine gemeinsame Laserstrahlquelle angeschlossen sind, sowie eine optionale Durchlasssteuereinrichtung, um selektiv zu bestimmen, ob ein Strahl tatsächlich von den jeweiligen Bestrahlungseinheiten emittiert und auf die Baufläche gerichtet wird. Hierzu kann die Durchlasssteuereinrichtung eine geeignete Shuttereinheit umfassen.

[0013] Ebenso kann vorgesehen sein, dass zumindest ausgewählte Bestrahlungseinheiten eine eigene Laserstrahlquelle umfassen. Zum Ermöglichen einer platzsparenden und dichten Anordnung der Strahlenaustrittsbereiche der Bestrahlungseinheiten gegenüberliegend zu der Baufläche können die Strahlenaustrittsbereiche dabei mittels Lichtleitern an innerhalb der Vorrichtung weiter entfernt angeordneten Strahlenquellen der Bestrahlungseinheiten angeschlossen werden. Ebenso kann jedoch vorgesehen sein, dass die jeweiligen Strahlenquellen im Wesentlichen innerhalb oder nahe zu den jeweiligen Strahlenaustrittsbereichen der Bestrahlungseinheiten angeordnet sind. Gemäß einer Variante umfassen die Bestrahlungseinheiten wenigstens eine VCSEL- oder Oberflächenemitter-Einheit, die jeweils wenigstens eine Laserstrahl-emittierende Diode bzw. eine Laserstrahl-emittierenden Halbleiter umfassen können. Hierbei können auch mehrere solcher Einheiten auf einzelnen Chips oder Modulen zusammengefasst und somit platzsparend innerhalb der Vorrichtung angeordnet werden.

[0014] Die Anzahl der Bestrahlungseinheiten kann mehr als 10, mehr als 20, mehr als 50, mehr als 100, mehr als 500 oder auch mehr als 1000 betragen. Die genaue Anzahl kann je nach der gewünschten Fertigungsgenauigkeit oder Baufeldgröße gewählt werden.

[0015] Die Einzelbereiche der Baufläche können sozusagen virtuell festgelegt und den Bestrahlungseinheiten zugeordnet werden. Dabei können die Einzelbereiche eine Anordnung der Bestrahlungseinheiten in der Bestrahlungsanordnung auf der Baufläche Widerspiegeln. Wie nachfolgend erläutert, können die Bestrahlungseinheiten zum Beispiel matrix- oder gitterförmig innerhalb der Bestrahlungsanordnung angeordnet sein, sodass die Einzelbereiche diese Anordnung auf der Baufläche entsprechend abbilden können. Mit anderen Worten können die Einzelbereiche somit virtuelle Matrizen, Raster, Netze oder Gitter auf der Baufläche definieren. Dies gilt insbesondere, wenn die Einzelbereiche einer zugeordneten Bestrahlungseinheit jeweils im Wesentlichen unmittelbar gegenüberliegen. Hierzu können die Einzelbereiche im Wesentlichen derart relativ zu einer entsprechend zugeordneten Bestrahlungseinheit angeordnet sein, dass diese mittels eines geradlinigen Strahlenverlaufs verbindbar sind. Insbesondere können die Einzelbereiche im Wesentlichen unmittelbar gegenüberliegend zu einer entsprechend zugeordnete

ten Bestrahlungseinheit angeordnet sein, sodass diese mittels eines geradlinigen Strahls verbindbar sind, der beispielsweise im Wesentlichen vertikal und/oder orthogonal zu der Baufläche verläuft.

[0016] Die genaue Position, Größe und/oder etwaige Überlappungen der Einzelbereiche können ferner flexibel festgelegt werden, zum Beispiel nach Maßgabe einer gewünschten Fertigungsgenauigkeit, einem Strahlenprofil oder einer etwaigen Relativbewegbarkeit von Bestrahlungsanordnung und Baufläche. Wie nachstehend näher ausgeführt, kann auch die Abdeckung bzw. der Ausfüllgrad eines Einzelbereiches durch einen Strahl der jeweiligen Bestrahlungseinheit verschieden gewählt sein. Insbesondere kann eine im Wesentlichen vollständige Abdeckung der Einzelbereiche, eine übermäßige Abdeckung oder eine unvollständige Abdeckung vorgesehen sein. Dabei kann die Strahlquerschnittsfläche insbesondere im Auftreffpunkt ca. 100% der Einzelbereichsfläche entsprechen (vollständige Abdeckung), mehr als 100% (übermäßige Abdeckung) oder weniger als 100% (unvollständige Abdeckung).

[0017] Schließlich kann zum Erzielen einer möglichst gleichmäßigen und flächigen Verfestigung allgemein eine überlappende Bestrahlung vorgesehen sein, wobei Bauflächenbereiche bzw. Einzelbereiche von wenigstens zwei Bestrahlungseinheiten gemeinsam bestrahlt werden können. Wie nachfolgend diskutiert, können hierzu die Bestrahlungseinheiten aufgrund einer übermäßigen Abdeckung auch benachbarte Einzelbereiche mitbestrahlen und/oder die Einzelbereiche werden überlappend definiert, sodass auch bei einer lediglich vollständigen oder unvollständigen Abdeckung der Einzelbereiche eine überlappende Bestrahlung der Baufläche erzielbar ist.

[0018] Die Zuordnung von Einzelbereichen und Bestrahlungseinheiten kann allgemein feststehend sein, beispielsweise aufgrund der Konstruktionsweise der Vorrichtung und insbesondere der konstruktionsbedingten Relativanordnung von Baufläche und Bestrahlungsanordnung. Mit anderen Worten kann die entsprechende Zuordnung vorrichtungsbedingt im Wesentlichen unveränderlich sein. Alternativ oder zusätzlich können auch Möglichkeiten zur flexiblen Einstellung der Relativanordnung von Baufläche und Bestrahlungsanordnung vorgesehen sein, beispielsweise in Form von mechanischen oder elektromechanischen Verstellmechanismen. Allgemein kann dies auch ein nachfolgend erläutertes Variieren der Zuordnung von Einzelbereichen und Bestrahlungseinheiten während des Herstellungsprozesses eines Werkstückes einschließen, beispielsweise da eine Bestrahlungseinheit aufgrund einer entsprechend Relativverstellung wahlweise auch benachbarte Einzelbereiche bestrahlen kann.

[0019] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Einzelbereiche individuell nur einer einzelnen Bestrahlungseinheiten zugeordnet sind. Allgemein können somit wenigstens so viele Einzelbereiche wie Bestrahlungseinheiten vorgesehen sein. Zumindest unmittelbar benachbarte Einzelbereiche können sich ferner zumindest geringfügig überlappen. Die Form der Einzelbereiche kann ferner im Wesentlichen quadratisch, rechteckig, dreieckig oder kreisförmig sein.

[0020] Die Einzelbereiche können ferner allgemein gleich groß ausgebildet sein. Gemäß einer Variante umfasst ein einzelner Einzelbereich maximal ca. 1/10 der Gesamtfläche der Baufläche. Ebenso ist es denkbar, dass ein einzelner Einzelbereich maximal ca. ein 1/100, maximal ca. ein 1/250, maximal ca. ein 1/500, maximal ca. ein 1/750 oder maximal ca. 1/1000 der Gesamtfläche der Baufläche umfasst.

[0021] Die emittierten Strahlen der Bestrahlungseinheiten weisen jeweils eine Querschnittsfläche auf, die zwischen ca. 2% und ca. 170% der Fläche eines jeweils zugeordneten Einzelbereichs entsprechen, beispielsweise zwischen ca. 2% und ca. 100%. In bekannter Weise können die Strahlen ein im Wesentlichen rundes beziehungsweise kreisförmiges Querschnittsprofil umfassen, woraus sich die entsprechende Querschnittsfläche ergibt. Ferner kann allgemein die Querschnittsfläche des Strahls direkt an der Bestrahlungseinheit zu Grunde gelegt werden, vorzugsweise jedoch die Querschnittsfläche des Strahls am Auftreffpunkt auf der Baufläche bzw. auf dem jeweils zugeordneten Einzelbereich. Die Größe der Einzelbereiche kann hingegen im Rahmen der genannten Grenzen gewählt sein, wobei die genaue Festlegung zum Beispiel nach Art des verarbeiteten Materials oder der gewünschten Fertigungsgenauigkeit erfolgen kann. Somit kann auch vorgesehen sein, dass die Querschnittsflächen der Strahlen die Fläche eines jeweils zugeordneten Einzelbereiches überschreiten, also mehr als 100% der Einzelbereichsfläche abdecken.

[0022] Dies bedeutet auch, dass ein emittierter Strahl mit etwaigen benachbarten Einzelbereichen überlappen kann, beispielsweise um eine besonders zuverlässige flächige Verfestigung zu ermöglichen. In diesem Fall kann derjenige Einzelbereich als einer Bestrahlungseinheit tatsächlich zugeordnet verstanden werden, der im Wesentlichen vollständig (also zu ca. 100%) von dem Strahl einer entsprechenden Bestrahlungseinheit abgedeckt wird. Benachbarte Einzelbereiche können aufgrund der vorstehend erläuterten Überlappung hingegen allenfalls anteilig abgedeckt werden (beispielsweise zu jeweils 10%). Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass zum Erzielen einer überlappenden Bestrahlung ebenso vorgesehen sein kann, die Einzelbereiche derart festzulegen, dass diese sich zumindest teilweise überlappen. Werden die Flächen der Einzelbereiche beispielsweise

se zu ca. 100% von den jeweils zugeordneten Strahlen abgedeckt, kommt es hierbei ebenfalls zu einer überlappenden Bestrahlung.

[0023] Durch das Festlegen des Anteils der Strahlenquerschnittsflächen an den Einzelbereichsflächen können auch die vorstehend diskutierten verschiedenen Abdeckungsvarianten der Einzelbereiche erzielt werden (sh. vollständige, übermäßige und unvollständige Abdeckung). Eine Variante sieht dabei vor, mittels den Einzelbereichen die Anordnung der Bestrahlungseinheiten auf der Baufläche widerzuspiegeln, wobei die Einzelbereiche unmittelbar angrenzend aneinander oder geringfügig beabstandet voneinander angeordnet sind. Wie erwähnt, können sich die Einzelbereiche vorzugsweise aber auch überlappen. Decken die Strahlen der Bestrahlungseinheiten die Einzelbereichsflächen in diesen Fällen vollständig zu ca. 100% ab, erfolgt eine im Wesentlichen gleichmäßige flächige Bestrahlung der Baufläche. Ebenso können die Strahlen der Bestrahlungseinheiten aber die Einzelbereiche mit einem Anteil von mehr als 100% und somit übermäßig abdecken, beispielsweise mit einem Anteil von ca. 120%. Hierbei können benachbarte Einzelbereiche auch teilweise mitbestrahlt werden, sodass sich die Auftreffpunkte bzw. -flächen der Strahlen auf der Baufläche ebenfalls zumindest geringfügig überlappen können. In den vorstehenden Fällen kann eine flächige Bestrahlung und Verfestigung der Formmasse ferner im Wesentlichen durch einen einzelnen Bestrahlungsimpuls bzw. -schuss erfolgen.

[0024] Schließlich können die Strahlen die Einzelbereiche auch nur lediglich unvollständig abdecken, also mit einem Anteil von weniger als 100%. Eine gegebenenfalls gewünschte vollständige Verfestigung der Formmasse in einem Einzelbereich kann aber nach wie vor durch Wärmeleitung innerhalb der Formmasse erreicht werden. Ebenso sind Ablenkungen des Strahls denkbar, um diesen auf sämtliche Punkte innerhalb eines Einzelbereichs richten zu können und die hiervon eingeschlossene Formmasse vollständig zu verfestigen. Dies kann mittels optischen Ablenkvorrichtungen erfolgen, die beispielsweise Verstelllinsen, Scannerspiegel oder dergleichen umfassen können. Aufgrund der vergleichsweise geringen Größe der Einzelbereiche können hierzu aber lediglich geringe Ablenkungs- bzw. Strahlführungsbewegungen ausreichen. Somit lässt sich nach wie vor eine erhebliche Effizienzverbesserung erreichen im Vergleich zum Führen eines einzelnen Strahls über die komplette Baufläche.

[0025] Die Untergrenze des vorstehenden Bereiches für den Anteil der Querschnittsfläche des Strahls an der Fläche des Einzelbereichs kann ebenso ca. 5%, ca. 10%, ca. 20%, ca. 30%, ca. 40%, ca. 50%, ca. 60%, ca. 70%, ca. 80%, ca. 90%, ca. 100%, ca. 110%, ca. 120%, ca. 130%, ca. 140%, ca. 150%,

ca. 160% betragen. Die Obergrenze kann hingegen ca. 160%, 150%, ca. 140%, ca. 130%, ca. 120%, ca. 110%, ca. 100% ca. 95%, ca. 90%, ca. 80%, ca. 70%, ca. 60%, ca. 50%, ca. 40%, ca. 30%, ca. 20%, ca. 10%, oder ca. 5% betragen.

[0026] Es versteht sich, dass hierbei auch sämtliche mögliche Kombinationen der vorstehenden Ober- und Untergrenzen vorgesehen sein können, sofern die Ober-obenhalb der Untergrenze liegt, also beispielsweise, dass der Anteil der Strahl-Querschnittsfläche an der Einzelbereich-Fläche zwischen ca. 20% und ca. 70% beträgt, zwischen ca. 40% und ca. 95%, zwischen ca. 30% und ca. 90%, zwischen ca. 50% und ca. 100%, zwischen ca. 70% und ca. 100%, zwischen ca. 80% und ca. 100%, etc.

[0027] Man beachte, dass bei bekannten Vorrichtungen mit Scannereinheiten der Durchmesser eines emittierten Laserstrahls typischerweise einige Mikrometer beträgt (zum Beispiel 150 µm), die Baufläche aber mehrere hundert Quadratzentimeter umfasst. Folglich werden die vorstehend erläuterten Anteile der Strahl-Querschnittsflächen an dem zu bestrahlenden Bereich nicht erreicht, da sie vergleichsweise hoch sind.

[0028] Die Erfinder haben demnach erkannt, dass anstelle des Vorsehens einzelner Bestrahlungseinheiten, deren Strahl mittels einer Scannereinrichtung entlang der Formmasse geführt werden muss, eine Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten vorgesehen sein kann, die jeweils nur vorbestimmte Einzelbereiche der Baufläche bestrahlen. Dabei können die Einzelbereiche vergleichsweise klein gewählt sein, um die Baufläche sozusagen matrixförmig in einzelne Bestrahlungsbereiche bzw. -zonen aufzuteilen, wobei die Einzelbereiche vorzugsweise eine Anordnung der Bestrahlungseinheiten innerhalb der Bestrahlungsanordnung auf der Baufläche virtuell widerspiegeln. Durch zumindest teilweise paralleles und/oder unmittelbar aufeinanderfolgendes Ansteuern der Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten können die Einzelbereiche somit in rascher Abfolge oder sogar gleichzeitig zueinander bestrahlt werden, was die Herstellungszeit einer einzelnen Werkstückschicht entsprechend reduzieren kann.

[0029] Beispielsweise kann dies ermöglichen, dass zum Herstellen einer linienförmigen Werkstückkante der Strahl einer einzelnen Bestrahlungseinheit nicht mehr mittels einer Scannereinrichtung gemäß dem gewünschten Kantenverlauf vollständig entlang der Formmasse bewegt werden muss. Vielmehr kann dies durch ein Ansteuern benachbarter Bestrahlungseinheiten aus der Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten erreicht werden, die bzw. deren zugeordnete Einzelbereiche entlang dem gewünschten Kantenverlauf angeordnet sind. Mit anderen Worten kann das Herstellen der gewünschten Werkstückkante so-

zusagen „in einem Schuss“ erfolgen, wenn die entsprechenden Bestrahlungseinheiten ihre jeweiligen Einzelbereiche gleichzeitig bestrahlen.

[0030] Eine Weiterbildung sieht vor, dass die Einzelbereiche derart angeordnet sind, dass sie gemeinsam zumindest einen Teil der Baufläche im Wesentlichen kontinuierlich abdecken. Wie erläutert, können hierzu die Einzelbereiche beispielsweise rechteckförmig gewählt sein und die Baufläche allgemein matrixförmig abdecken. Die Einzelbereiche können ferner unmittelbar aneinander angrenzen und/oder sich zumindest geringfügig überdecken. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Einzelbereiche wenigstens ca. 50%, wenigstens ca. 75%, wenigstens ca. 90% oder wenigstens ca. 100% der Baufläche gemeinsam abdecken.

[0031] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Bestrahlungseinheiten jeweils derart ausgebildet sind, dass die Strahlen unter einem im Wesentlichen unveränderlichen Winkel emittiert werden. Beispielsweise können die Strahlen im Wesentlichen unter einem Winkel von ca. 20° bis ca. 160° relativ zu der Bestrahlungsanordnung emittiert werden und insbesondere in einem Winkel von ca. 60° bis ca. 120°, ca. 80° bis ca. 100° oder einem Winkel von ca. 90°. Ebenso kann vorgesehen sein, dass die Strahlen unter einem im Wesentlichen unveränderlichen Winkel von ca. 20° bis ca. 160° auf die Baufläche treffen und insbesondere in einem Winkel von ca. 60° bis ca. 120°, von ca. 80° bis ca. 100° oder von ca. 90°.

[0032] Demnach kann also vorgesehen sein, dass die Bestrahlungseinheiten oder auch die gesamte Bestrahlungsanordnung frei von Scanner- oder anderen Strahl-Ablenkeinrichtungen ist, wodurch sich der Aufbau entsprechend vereinfacht. Stattdessen kann vorgesehen sein, die Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten (beispielsweise mehr als 50) vorzusehen, die unter einer im Wesentlichen unveränderlichen Ausrichtung Strahlen emittieren und auf die Baufläche richten. Hierdurch kann sozusagen lediglich punktuell beziehungsweise ortsfest auf die Formmasse eingewirkt werden. Aufgrund der erhöhten Anzahl von Bestrahlungseinheiten können diese aber nach wie vor zusammenhängende Bereiche der Formmasse zum Herstellen gewünschter Werkstückschichten gemeinsam verfestigen, insbesondere wenn die jeweils zugeordneten Einzelbereiche entsprechend klein gewählt sind.

[0033] Eine Weiterbildung sieht vor, dass die Bestrahlungseinheiten in vorbestimmten Abständen relativ zueinander angeordnet sind, und insbesondere in regelmäßigen und/oder gleichen Abständen relativ zueinander. Die Bestrahlungseinheiten können analog zu den vorstehend diskutierten Varianten der Einzelbereiche angeordnet und relativ voneinander beabstandet sein und insbesondere den Einzelbe-

reichen jeweils gegenüberliegen. In diesem Zusammenhang kann ferner vorgesehen sein, dass die Bestrahlungseinheiten matrix-, gitter- oder netzförmig innerhalb der Bestrahlungsanordnung angeordnet sind. Die Bestrahlungseinheiten können dabei entsprechende Gitter-, Netz- oder allgemeine Überschneidungspunkte des Anordnungsmusters bilden. Ein entsprechendes Anordnen der Bestrahlungseinheiten ermöglicht ein effektives und insbesondere flächendeckendes Bestrahlen der Baufläche, insbesondere wenn größere zusammenhängende Flächen einer Werkstückschicht, die sich über mehrere Einzelbereiche erstrecken, bestrahlt werden sollen.

[0034] Die Vorrichtung kann ferner eine Steuereinrichtung umfassen, die dazu ausgebildet ist, nach Maßgabe einer aktuell herzustellenden Werkstückschicht die Bestrahlungseinheiten zu steuern, insbesondere derart, dass vorbestimmte Bestrahlungsmuster auf der Baufläche erzeugt werden. Beispielsweise können die Bestrahlungseinheiten durch die Steuereinrichtung zumindest hinsichtlich des Erzeugens einer verfestigungswirksamen Strahlungsintensität nur selektiv aktiviert werden, je nachdem welche Bereiche der Baufläche beziehungsweise Formmasse zum Herstellen einer gewünschten Werkstückschicht aktuell verfestigt werden sollen. Hierzu kann die Steuereinrichtung in an sich bekannter Weise auf CAD- und/oder daraus abgeleitete Daten des herzustellenden Werkstücks zurückgreifen und diese zum Erzeugen der gewünschten Steuerbefehle optional auch weiterverarbeiten. Das Bestrahlungsmuster kann somit zu einer gewünschten Kontur beziehungsweise Form von zumindest einem Bereich der herzustellenden Werkstückschicht korrespondieren.

[0035] In diesem Zusammenhang kann ferner vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, nach Maßgabe einer aktuell herzustellenden Werkstückschicht die Intensität der von den Bestrahlungseinheiten emittierten Strahlung zu steuern. Hierbei kann insbesondere eine Intensitätsvariation zwischen entweder ca. 0% oder ca. 100% der maximal verfügbaren Strahlungsintensität der Bestrahlungseinheiten vorgesehen sein, also im Wesentlichen ein selektives Ein- und Ausschalten der Bestrahlungseinheiten. Ebenso kann vorgesehen sein, dass auch Zwischenwerte zwischen ca. 0% und ca. 100% der maximal verfügbaren Strahlungsintensität einstellbar sind, also beispielsweise eine stufen- oder schrittförmige und/oder eine kontinuierliche Variation der Strahlungsintensität.

[0036] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, die Intensität der Bestrahlungseinheiten derart zu steuern, dass nur ausgewählte aus der Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten eine verfestigungswirksame Strahlung erzeugen. Je nach verwendeter Formmasse und/oder Bestrahlungseinheit (beziehungsweise der davon emit-

tierten Strahlung) kann dabei vorab festgestellt werden, ab wie viel Prozent der maximal verfügbaren Strahlungsintensität tatsächlich eine Verfestigungswirkung erzielt wird. Unterhalb dieser verfestigungswirksamen Strahlungsintensität kann die Strahlung hingegen lediglich eine vor- oder nachwärmende Funktion besitzen, was beispielsweise zum Reduzieren von Eigenspannungen jedoch nach wie vor gewünscht sein kann. Demnach kann vorgesehen sein, dass nur ausgewählte aus der Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten mittels der Steuereinrichtung derart selektiv angesteuert werden, dass diese tatsächlich eine Werkstückschicht mit der gewünschten Kontur aus der Formmasse herstellen. Die weiteren Bestrahlungseinheiten können hingegen schlicht in einem nicht aktivierten Zustand verbleiben oder aber derart reduzierte Strahlungsintensitäten aufweisen, dass diese lediglich die Formmasse vor- oder nachwärmen. Es versteht sich, dass die Auswahl verfestigender oder lediglich vor-/ und nachwärmender Bestrahlungseinheiten je aktuell herzustellender Werkstückschicht flexibel variieren kann.

[0037] Ein weiterer Aspekt sieht vor, dass die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, die Bestrahlungseinheiten derart zu steuern, dass zum Herstellen einer Werkstückschicht die Formmasse im Wesentlichen gleichzeitig bestrahlt wird, um die Werkstückschicht im Wesentlichen in einem einzigen Schritt herzustellen. Wie erläutert, können hierzu je nach der Form beziehungsweise Kontur der herzustellenden Werkstückschicht diejenigen Bestrahlungseinheiten selektiv ausgewählt und angesteuert werden, deren zugeordnete Einzelbereiche mit der herzustellenden Werkstückschicht zusammenfallen. Werden diese Bestrahlungseinheiten nun im Wesentlichen gleichzeitig aktiviert beziehungsweise deren Intensitäten zum Erzeugen einer Verfestigungswirkung gleichzeitig erhöht, kann die Werkstückschicht im Wesentlichen „in einem Schuss“ hergestellt werden. Daraufhin kann eine neue Formmassenschicht auf die Baufläche und die soeben hergestellte Werkstückschicht aufgebracht werden, um den Herstellungsprozess unmittelbar fortzuführen. Hierdurch lässt sich die Gesamtherstellungszeit des Werkstücks entsprechend reduzieren, insbesondere im Vergleich zu dem vorbekannten Abfahren der Formmasse mittels einzelner Bestrahlungsvektoren durch einzelne oder wenige Strahlungsquellen, die über einen Scanner geführt werden.

[0038] Zusätzlich oder alternativ kann die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, die Bestrahlungseinheiten derart zu steuern, dass diese zum Herstellen einer Werkstückschicht aufeinanderfolgend und/oder in mehreren Schritten die Formmasse bestrahlen. Je nach der gewünschten Fertigungsqualität und/oder den gewünschten Werkstückeigenschaften kann auch vorgesehen sein, dass zumindest ein-

zelne Werkstückschichten in mehreren Schritten beziehungsweise „Schüssen“ hergestellt werden.

[0039] Insbesondere kann die Steuereinrichtung dazu ausgebildet sein, die Bestrahlungseinheiten derart zu steuern, dass in einem ersten Bestrahlungsschritt einer erster Anteil einer herzustellenden Werkstückschicht aus der Formmasse gebildet wird und in einem zweiten Bestrahlungsschritt einer zweiter Anteil der herzustellenden Werkstückschicht aus der Formmasse gebildet wird. Der erste und zweite Anteil können in zusammengesetzter Form im Wesentlichen die gesamte herzustellende Werkstückschicht bilden. Ebenso können noch weitere Anteile vorgesehen sein, die in weiteren gesonderten Bestrahlungsschritten hergestellt werden. Die Anteile können dabei im Wesentlichen benachbart zueinander angeordnet sein und/oder sich geringfügig überlappen. In einer Variante ist vorgesehen, dass die ersten und zweiten Anteile schachbrettförmig gewählt sind und in zusammengesetzter Form zumindest einen Bereich der herzustellenden Werkstückschicht gemeinsam abdecken.

[0040] Ein Vorteil dieser Variante ist die verringerte Größe der in einem Schritt erwärmten oder sogar aufgeschmolzenen Einzelflächen, was vorteilhaft hinsichtlich der erzielbaren Fertigungsgüte und dem Vermeiden von Eigenspannungen sein kann. Insbesondere können die in einzelnen Bestrahlungsschritten hergestellten Anteile der Werkstückschicht derart gewählt sein, dass großflächige zusammenhängende Aufschmelzbereiche der Formmasse vermieden werden. Dies kann auch als das Vermeiden einer Schmelzseebildung bezeichnet werden.

[0041] Eine weitere Variante sieht vor, dass die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, die Bestrahlungseinheiten derart zu steuern, dass zum Herstellen einer Werkstückschicht wenigstens ein Bestrahlungsvektor auf der Formmasse erzeugt wird. Die Bestrahlungsvektoren können in bekannter Weise Bestrahlungsverläufe eines Strahls an beziehungsweise auf der Oberfläche der Formmasse betreffen. Diese werden auch als Scanvektoren bezeichnet, zumindest dann, wenn der Strahl einer einzelnen Bestrahlungseinheit durch eine entsprechende Ablenkeinrichtung abgelenkt und entlang der Oberfläche der Formmasse geführt wird. Gemäß der vorliegenden Variante kann aber insbesondere vorgesehen sein, dass beispielsweise unmittelbar benachbarte Bestrahlungseinheiten derart aufeinanderfolgend oder zeitlich versetzt zueinander angesteuert werden, dass sich deren einzelne punktuelle Bestrahlung der Formmasse insgesamt zu einem Bestrahlungsvektor an der Formmassenoberfläche zusammensetzt. Die Steuereinrichtung kann die Bestrahlungseinheiten also derart ansteuern, dass ein Bestrahlungs- bzw. Scanvektor auf der Formmasse durch die einzelnen Auftreffpunkte der Strahlen der

Bestrahlungseinheiten sozusagen nachgebildet wird. Der Bestrahlungsvektor kann ferner allgemein linienförmig ausgebildet sein. Hierdurch können beispielsweise äußere Kanten des Werkstücks geformt werden.

[0042] Die Bestrahlungseinheiten können ferner im Wesentlichen stationär innerhalb der Bestrahlungsanordnung angeordnet sein und, optional, parallel zu der Baufläche im Wesentlichen unbeweglich sein. Auch in diesem Fall können die Bestrahlungseinheiten allgemein frei von Scanner- oder Ablenkeinrichtungen sein. Stattdessen können sie im Wesentlichen ortsfest relativ zu der Baufläche angeordnet sein und, optional, unter einem unveränderlichen Winkel Strahlen auf die Baufläche richten. Nach wie vor kann aber vorgesehen sein, dass die Baufläche relativ zu der Bestrahlungsanordnung bewegbar ist, zum Beispiel um die zunehmende Baugröße des herzustellenden Werkstücks zu kompensieren. Dies kann entlang einer Bewegungsachse erfolgen, die beispielsweise im Wesentlichen orthogonal zu der Baufläche und/oder der Bestrahlungsanordnung verläuft. Insbesondere kann die Bewegungsachse allgemein vertikal verlaufen. Somit kann also vorgesehen sein, dass die Bestrahlungseinheiten entlang der Bewegungsachse betrachtet ebenfalls relativ zu der Baufläche beweglich sind. Gemäß der vorstehenden Variante können die Bestrahlungseinheiten aber parallel zu der Baufläche unbeweglich sein, also innerhalb einer virtuellen Ebene, die parallel zu der Baufläche verläuft und/oder orthogonal zu der Bewegungsachse, keine gesonderten Bewegungen ausführen und insbesondere keine Bewegungen relativ zu der Baufläche.

[0043] Ebenso kann vorgesehen sein, dass die Bestrahlungseinheiten jeweils eine Strahlquelle umfassen. Hierbei kann es sich um eine jeweils eigenständige und/oder einzige Strahlquelle der Bestrahlungseinheiten handeln. Alternativ oder zusätzlich kann die emittierte Strahlung zumindest einiger der Bestrahlungseinheiten mittels einer zusätzlichen Optikeinheit zu einem gemeinsamen Strahl gebündelt werden. Letztere Variante kann insbesondere zum Erhöhen der Gesamtstrahlungsintensität vorteilhaft sein, beispielsweise wenn die einzelnen Bestrahlungsquellen für sich genommen keine für ein Aufschmelzen bzw. Verfestigen ausreichende Strahlungsintensität besitzen. Die Optikeinheit kann allgemein als eine Mikrooptikeinheit ausgebildet sein. Ferner kann die Optikeinheit separat von den Bestrahlungseinheiten ausgebildet und zwischen der Bestrahlungsanordnung und der Baufläche im Strahlenverlauf zwischengeschaltet sein. Ferner kann die Optikeinheit wenigstens eine optische Linse oder diffraktive optische Elemente umfassen, um die Mehrzahl der einzeln emittierten Strahlen zu einem gemeinsamen Strahl zu bündeln, beispielsweise in Form geeigneter Sammellinsen. Zusätzlich können verstellbare Linsen vorge-

sehen sein, um die Ausrichtung des gebündelten Strahls in gewünschter Weise anzupassen, also beispielsweise dessen Auftreffpunkt auf der Baufläche in gewünschter Weise zu verschieben.

[0044] In diesem Zusammenhang kann ferner vorgesehen sein, dass beispielsweise jeweils zwischen 2 oder 10, zwischen 4 oder 20 oder zwischen 10 oder 60 Bestrahlungseinheiten als eine Gruppe zusammengefasst sind, die mittels der Optikeinheit derart wechselwirkt, dass die emittierte Strahlung der einzelnen Bestrahlungseinheiten in der vorstehend geschilderten Weise gebündelt wird. Insbesondere kann die Optikeinheit also je einer entsprechenden Gruppe von Bestrahlungseinheiten eine gesonderte Linse zum Bündeln und/oder eine verstellbare Linse gemäß den vorstehenden Varianten umfassen. Insbesondere können mehrere oder sämtliche Bestrahlungseinheiten der Bestrahlungsanordnung zu einer Mehrzahl entsprechender Gruppen zusammengefasst sein, wobei die Gruppen jeweils eine gleiche Anzahl von Bestrahlungseinheiten umfassen können.

[0045] Schließlich kann auch vorgesehen sein, dass die Zuordnung von Einzelbereichen und Bestrahlungseinheiten während des Herstellungsprozesses eines Werkstücks variierbar ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass eine derartige Variation während des Herstellens einer einzelnen Werkstückschicht erfolgt und/oder zwischen separat hergestellten Werkstückschichten, beispielsweise zwischen unmittelbar aufeinanderfolgenden Werkstückschichten. Eine solche Variation kann unter einer vorstehend erläuterten Änderung der Relativanordnung der Bestrahlungsanordnung (oder zumindest einzelner Bestrahlungseinheiten hiervon) und der Baufläche erfolgen. Ebenso ist es denkbar, eine Optikeinheit und/oder Ablenkeinrichtung im Strahlenverlauf zwischen der Bestrahlungsanordnung und der Baufläche anzuordnen. Die Optikeinheit oder Ablenkeinrichtung können ferner dazu eingerichtet sein, die von der Bestrahlungsanordnung emittierten Strahlen auf vorbestimmte Einzelbereiche der Baufläche zu richten und insbesondere diese Ausrichtung flexibel zu variieren. Dies kann mit einem entsprechenden Variieren der Zuordnung von Einzelbereichen und den Bestrahlungseinheiten der Bestrahlungsanordnung einhergehen. Dabei kann die Bestrahlungsanordnung ferner im Wesentlichen ortsfest verbleiben.

[0046] Alternativ oder zusätzlich kann die Bestrahlungsanordnung an sich (oder zumindest einzelne Bestrahlungseinheiten hiervon) relativ und insbesondere parallel zu der Baufläche bewegbar sein, sodass die von den Bestrahlungseinheiten emittierten Strahlen infolge der Verschiebung auf wechselnde Einzelbereiche richtbar sind. Dies kann mit einem entsprechenden Variieren der Zuordnung von Einzelbereichen und Bestrahlungseinheiten einhergehen.

[0047] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Herstellen dreidimensionaler Werkstücke mittels einer Vorrichtung, die Folgendes umfasst:

- eine Baufläche, die dazu eingerichtet ist, eine Formmasse aufzunehmen; und
- eine Bestrahlungsanordnung, die dazu eingerichtet ist, die Formmasse auf der Baufläche selektiv mit elektromagnetischer Strahlung zu bestrahlen, um ein Werkstück mittels eines generativen Schichtbauverfahrens herzustellen; wobei die Bestrahlungsanordnung eine Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten umfasst, die dazu eingerichtet sind, einen ihnen jeweils zugeordneten Einzelbereich der Baufläche zu bestrahlen, und wobei das Verfahren den folgenden Schritt umfasst:
 - Emittieren eines Strahls durch zumindest ausgewählte aus der Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten auf einen den Bestrahlungseinheiten jeweils zugeordneten Einzelbereich, wobei die Querschnittsfläche der emittierten Strahlen jeweils zwischen ca. 2% und ca. 170% der Fläche des jeweils zugeordneten Einzelbereiches entspricht.

[0048] Allgemein kann vorgesehen sein, dass die Vorrichtung, mittels der das Verfahren ausgeführt wird, gemäß jeglichem der vorstehend diskutierten Aspekte ausgebildet ist. Ferner kann das Verfahren jeglichen Schritt umfassen, um die vorstehend geschilderten Betriebszustände und/oder Wirkungen der Vorrichtung auszuführen und bereitzustellen. Im gleichen Sinne kann bei den nachfolgend erläuterten weiteren Verfahrensschritten vorgesehen sein, dass deren Merkmale basierend auf den vorstehenden Ausführungen weitergebildet sein können.

[0049] Konkret kann vorgesehen sein, dass das Verfahren ferner den folgenden Schritt umfasst: Emittieren von Strahlen durch zumindest ausgewählte aus der Mehrzahl Bestrahlungseinheiten unter einem im Wesentlichen unveränderlichen Winkel über eine Mehrzahl von herzustellenden Werkstücksschichten. Bei der Mehrzahl von herzustellenden Werkstücksschichten kann es sich um aufeinanderfolgende Werkstücksschichten handeln. Ebenso kann die Mehrzahl allgemein mehr als 10, mehr als 50 oder mehr als 100 Werkstücksschichten umfassen. Ferner kann vorgesehen sein, dass die Strahlen für jegliche herzustellende Werkstücksschicht unter demselben unveränderlichen Winkel emittiert werden.

[0050] Ferner kann vorgesehen sein, dass das Verfahren weiterhin den folgenden Schritt umfasst: Steuern der Bestrahlungseinheiten nach Maßgabe einer aktuell herzustellenden Werkstücksschicht, insbesondere derart, dass vorbestimmte Bestrahlungsmuster auf der Baufläche erzeugt werden.

[0051] Ebenso kann der folgende Schritt vorgesehen sein: Steuern der Intensität der von den Bestrahlungseinheiten emittierten Strahlung nach Maßgabe der aktuell herzustellenden Werkstücksschicht.

[0052] In diesem Zusammenhang kann ferner vorgesehen sein, dass das Steuern der Intensität der Bestrahlungseinheiten derart erfolgt, dass nur ausgewählte aus der Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten eine verfestigungswirksame Strahlung erzeugen.

[0053] Ebenso kann das Steuern der Bestrahlungseinheiten derart erfolgen, dass zum Herstellen einer Werkstücksschicht die Formmasse im Wesentlichen gleichzeitig bestrahlt wird, um die Werkstücksschicht im Wesentlichen in einem einzigen Schritt herzustellen.

[0054] Weiterhin kann das Steuern der Bestrahlungseinheiten derart erfolgen, dass diese zum Herstellen einer Werkstücksschicht aufeinanderfolgend und/oder in mehreren Schritten die Formmasse bestrahlen.

[0055] Gemäß einem weiteren Aspekt kann das Steuern der Bestrahlungseinheiten derart erfolgen, dass in einem ersten Bestrahlungsschritt ein erster Anteil einer herzustellenden Werkstücksschicht aus der Formmasse gebildet wird und in einem zweiten Bestrahlungsschritt ein zweiter Anteil der herzustellenden Werkstücksschicht aus der Formmasse gebildet wird.

[0056] Schließlich kann das Steuern der Bestrahlungseinheiten derart erfolgen, dass zum Herstellen einer Werkstücksschicht wenigstens ein Bestrahlungsvektor auf der Formmasse erzeugt bzw. nachgebildet wird. Es versteht sich, dass die im Zusammenhang mit der Vorrichtung diskutierten Varianten des Steuerns der Bestrahlungseinheiten sich ebenso auf die vorstehend geschilderten Verfahrensschritte beziehen.

[0057] Gemäß einer Weiterbildung kann das Verfahren ferner den folgenden Schritt umfassen: Variieren der Zuordnung von Einzelbereichen und Bestrahlungseinheiten während des Herstellungsprozesses eines Werkstückes.

[0058] Ein weiterer Aspekt betrifft eine Weiterbildung der Vorrichtungen und des Verfahrens gemäß den vorstehenden Ausführungen zum Verbessern einer Schutzgasführung. Hierzu kann vorgesehen sein, eine Schutzgasströmung entlang der Bearbeitungseinheiten bereitzustellen, was über Fluidleitungsbereiche insbesondere in den Randbereichen der Bestrahlungsanordnung erfolgen kann.

[0059] Die Fluidleitungsbereiche können beispielsweise Blenden, Rohre oder andere geeignete Gas-

führungselemente umfassen. Dabei kann wenigstens ein Fluidleitungsbereich als Schutzgaszuführbereich und wenigstens ein anderer Fluidleitungsbereich als Schutzgasabführbereich ausgebildet sein, wobei eine Schutzgasströmung zwischen diesen Bereichen mittels der vorstehend genannten Gasführungselemente erzeugt werden kann. Die Schutzgasströmung kann demnach als eine im Wesentlichen freie und vorzugsweise geradlinige Strömung entlang einem Bereich der Bestrahlungsanordnung erfolgen, in dem die Bestrahlungseinheiten angeordnet sind. Dabei kann es sich beispielsweise um eine Unterseite der Bestrahlungsanordnung handeln, die der Baufläche unmittelbar zugewandt ist. Allgemein kann das Schutzgas ferner gekühlt sein, um beispielsweise ein Erhitzen der Bestrahlungseinheiten aufgrund von Rückreflexionen durch die Baufläche zu begrenzen. Ebenso kann die Schutzgasströmung der Schweißrauchabfuhr dienen. Ferner kann die Schutzgasströmung im Wesentlichen gleichzeitig zu dem Herstellen einer Werkstückschicht bereitgestellt werden und auch darüber hinaus.

[0060] In diesem Zusammenhang kann ferner vorgesehen sein, dass die Bestrahlungseinheiten in einzelne Gruppen oder Module unterteilt sind, die jeweils eigene Gasführungselemente und/oder Fluidleitungsbereiche umfassen, um je Modul eine individuelle Schutzgasströmung entlang der jeweiligen Bestrahlungseinheiten zu erzielen. Beispielsweise können benachbarte Module durch entsprechende Blenden voneinander getrennt sein, sodass die Schutzgasströmung nicht von einem Modul zum nächsten gelangt. Hierbei kann auch vorgesehen sein, eine Kühlung des Schutzgases je Modul individuell anzupassen, beispielsweise in Abhängigkeit eines Aktivierungszustandes und/oder eines erwarteten oder bereits erfolgten Energieeintrages mittels der jeweiligen Bestrahlungseinheiten in die Formmasse.

[0061] Wie erwähnt, kann übergeordnet vorgesehen sein, dass die Vorrichtung und das Verfahren eine verfestigungswirksame Bestrahlung der Formmasse mittels der Bestrahlungseinheiten der Bestrahlungsanordnung ermöglichen. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Herstellen des Werkstückes allein mittels der entsprechenden Bestrahlungseinheiten möglich ist und das nicht auf zusätzliche oder externe Bestrahlungseinheiten zurückgegriffen werden muss. Prinzipiell ist es aber ebenso denkbar, dass sie Bestrahlungseinheiten lediglich als Vor- und/oder Nachwärmeinheiten vorgesehen sind und das zusätzliche oder externe Bestrahlungseinheiten zur eigentlichen Verfestigung der Formmasse bereitgestellt sind, beispielsweise in Form bekannter Laserquellen und Scannereinheiten. Mittels der vorstehend diskutierten Anordnung und Steuerung der Bestrahlungseinheiten lässt sich auch in diesem Fall nach wie vor eine signifikante Steigerung der Produktionseffizienz erreichen, beispielsweise da indi-

viduelle Vorwärm-Bestrahlungsmuster vorab auf der Formmasse erzeugbar sind. Die vorgewärmten Bereiche können mittels weiterer Bestrahlungseinheiten aufgrund des bereits erfolgten Energieeintrages anschließend schneller abgefahren werden, um eine aktuell gewünschte Verfestigung zu erzielen. Ein weiterer Vorteil eines solchen Vorwärmens ist, dass das Pulver bis kurz vor dem Phasenübergang erhitzt und dann mit einem kleinen Leistungssteigerungsimpuls geschmolzen beziehungsweise verfestigt werden kann. Hierdurch kann ein kontrolliertes Aufschmelzen erreicht werden.

[0062] Die Erfindung betrifft schließlich das Verwenden einer Vorrichtung nach einem der vorstehenden Aspekte zum Herstellen eines dreidimensionalen Werkstückes mittels eines generativen Schichtbauverfahrens. Hierunter ist insbesondere eine derartige Verwendung zu verstehen, bei der mittels der Bestrahlungseinheiten der Vorrichtung eine verfestigungswirksame Bestrahlung der Formmasse erfolgt.

[0063] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand der beiliegenden Figuren diskutiert, wobei:

[0064] Fig. 1A–Fig. 1D einen zyklischen Ablauf zum Herstellen einer Werkstückschicht mittels einer Vorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel zeigen;

[0065] Fig. 1E eine Ansicht einer Unterseite einer Bestrahlungsanordnung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel zeigt;

[0066] Fig. 2A–Fig. 2C Beispiele von Belichtungsmustern zum Herstellen einer Werkstückschicht mittels der Vorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel zeigen;

[0067] Fig. 3 eine Vorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel zeigt, bei der zusätzlich eine Optikeinheit zwischen der Bestrahlungsanordnung und der Baufläche vorgesehen ist;

[0068] Fig. 3A eine Vorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel zeigt, insbesondere um Möglichkeiten zum Strahlaufweiten einzelner Bestrahlungseinheiten sowie mögliche Zuordnungen zu Einzelbereichen zu zeigen;

[0069] Fig. 4 eine Vorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel zeigt, die ein weiteres Beispiel für eine Schutzgasführung entlang der Bestrahlungsanordnung der Vorrichtung zeigt,

[0070] Fig. 5 eine Vorrichtung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel zeigt, bei der die Strahlquellen der Bestrahlungseinheiten in entfernten Bereichen

der Vorrichtung angeordnet sind und wobei auch eine Bündelung der emittierten Strahlen gezeigt ist; und

[0071] Fig. 6A–Fig. 6B eine Vorrichtung gemäß einem sechsten und siebten Ausführungsbeispiel zeigen, wobei die von der Bestrahlungsanordnung emittierten Strahlen variablen Einzelbereichen zuordenbar sind.

[0072] In den Fig. 1A–Fig. 1D ist eine Vorrichtung **10** gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel gezeigt. Die Vorrichtung **10** umfasst eine Baufläche **14**, die auf einem feststehenden Träger **16** ausgebildet ist. In Fig. 1A erkennt man, dass auf der Baufläche **14** bereits eine Schicht einer zu verfestigenden Formmasse **18** aufgetragen wurde, die vorliegend ein Pulvermaterial umfasst. Hierzu ist eine an sich bekannte Beschichtervorrichtung **20** vorgesehen, die in Fig. 1A nahe einem linken Endbereich **23** des Trägers **16** und somit außerhalb der eigentlich für das Herstellen eines Werkstückes nutzbaren Baufläche **14** angeordnet ist. Die Beschichtervorrichtung **20** trägt in an sich bekannter Weise zyklisch neue Schichten der pulverförmigen Formmasse **18** auf den Träger **16** auf, um somit ein Werkstück mittels eines generativen Schichtbauverfahrens herzustellen.

[0073] Zur schichtweisen Verfestigung der Formmasse **18** ist ferner eine Bestrahlungsanordnung **22** vorgesehen, die oberhalb von und somit gegenüberliegend zu der Baufläche **14** angeordnet ist. Die Bestrahlungsanordnung **22** ist gemäß dem Pfeil P relativ zu der Baufläche **14** entlang einer vertikalen Bewegungsachse bewegbar. Ferner umfasst die Bestrahlungsanordnung **22** an ihren in Fig. 1A äußeren Randbereichen jeweils einen Fluidleitungsbereich **24**, um eine Schutzgasströmung S (sh. Fig. 1B) entlang einer der Baufläche **14** zugewandten Unterseite **26** der Bestrahlungsanordnung **22** zu erzeugen.

[0074] In Fig. 1A erkennt man ferner, dass die Bestrahlungsanordnung **22** an ihrer Unterseite **26** mehrere Bestrahlungseinheiten **28** aufweist, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit nur einzelne dieser Bestrahlungseinheiten **28** mit einem entsprechenden Bezugszeichen versehen sind. Die Bestrahlungseinheiten **28** sind allgemein unmittelbar angrenzend aneinander und in regelmäßigen Abständen relativ zueinander angeordnet. Insbesondere ist auch in einer vertikalen Richtung zu der Blattebene von Fig. 1A vorgesehen, dass je einzelner Bestrahlungseinheit **28** eine Reihe weiterer Bestrahlungseinheiten **28** angeordnet ist. Entsprechend bilden die Bestrahlungseinheiten **28** ein matrixförmiges Raster oder, mit anderen Worten, ein matrixförmiges Netz oder Gitter an der Unterseite **26** der Bestrahlungsanordnung **22**.

[0075] Dies verdeutlicht sich ferner aus der Ansicht von Fig. 1E, die eine Draufsicht auf die Unterseite **26** der Bestrahlungsanordnung **22** zeigt. Dabei ver-

läuft die Blickachse entgegengerichtet zum Pfeil P aus Fig. 1A. Man erkennt das vorstehend erläuterte matrixförmige Raster beziehungsweise Netz von Bestrahlungseinheiten **28** an der Unterseite **26** sowie die beidseitigen Fluidleitungsbereiche **24** an den entsprechenden Randbereichen der Bestrahlungsanordnung **22**. In dieser Darstellung sind erneut nur ausgewählte der Bestrahlungseinheiten **28** mit einem entsprechenden Bezugszeichen versehen. Ebenso stimmt die Anzahl von Bestrahlungseinheiten **28** nicht exakt mit der Darstellung gemäß den Fig. 1A–D überein. Die Bestrahlungseinheiten **28** sind ferner allgemein rechteckig dargestellt, können jedoch auch andere Formen aufweisen und zum Beispiel rund oder kreisförmig ausgebildet sein.

[0076] Im vorliegenden Fall bilden die Bestrahlungseinheiten **28** jeweils einen Strahlaustrittsbereich der Bestrahlungsanordnung **22**, um je Bestrahlungseinheit **28** einen einzelnen Strahl **30** zu emittieren und auf die Baufläche **14** zu richten (siehe nachfolgende Diskussion von Fig. 1B). Hierzu umfassen die Bestrahlungseinheiten **28** jeweils eine eigene Laser-Strahlquelle. Wie vorstehend diskutiert, ist es aber ebenso denkbar, dass die Bestrahlungseinheiten **28** mittels Lichtleitern an entfernt angeordnete Strahlquellen angeschlossen sind.

[0077] Zurückkommend auf die Fig. 1A–B erkennt man, dass die Bestrahlungsanordnung **22** in einem ersten Schritt gemäß dem Pfeil P in Richtung der Baufläche **14** bewegt wird. Dies dient dazu, den Abstand zwischen der Bestrahlungsanordnung **22** und der Baufläche **14** zu verringern, um den Energieeintrag in die Formmasse **18** mittels der Bestrahlungseinheiten **28** zu erhöhen. Eine entsprechende Endposition der Bestrahlungsanordnung **22** ist in Fig. 1B gezeigt.

[0078] Aus Fig. 1B verdeutlicht sich ferner, dass über die beidseitigen Fluidleitungsbereiche **24** eine Schutzgasströmung gemäß den Pfeilen S erzeugt wird. Diese verläuft entlang der Unterseite **26** der Bestrahlungsanordnung **22** vom linken zum rechten Fluidleitungsbereich **24** in Fig. 1B. Entsprechend dient der in Fig. 1B linke Fluidleitungsbereich **24** als Schutzgaszuführbereich und der rechte Fluidleitungsbereich **24** als Schutzgasabführbereich. Beide Fluidleitungsbereiche **24** können ferner an ein nicht dargestelltes Leitungssystem angeschlossen sein, um einen Schutzgaskreislauf zwischen den Fluidleitungsbereichen **24** zu realisieren. Hierbei kann das Schutzgas auch gekühlt werden, um die Temperatur der Bestrahlungseinheiten **28** zu reduzieren, die sich aufgrund von Rückreflexionen der emittierten Strahlung durch die Baufläche **14** in unerwünschter Weise erhöhen kann.

[0079] In Fig. 1B erkennt man ferner, dass nur ausgewählte aus der Mehrzahl von Bestrahlungseinhei-

ten **28** jeweils einen einzelnen Strahl **30** emittieren, der auf die oberste Schicht der Formmasse **18** auf der Baufläche **14** trifft (sh. a. **Fig. 1A**). Erneut sind lediglich ausgewählte aus der Mehrzahl der emittierten Strahlen **30** mit einem entsprechenden Bezugszeichen versehen. Die Strahlen **30** sind dabei gradlinig und vertikal nach unten gerichtet und treffen somit nach einer geringstmöglichen Distanz auf die Baufläche **14** auf, sodass eine definierte Energieeinbringung ermöglicht wird. Insbesondere verlaufen die Strahlen **30** jeweils in einem Winkel von ca. 90° relativ zu einer Ebene der Bestrahlungsanordnung **22** beziehungsweise zu deren Unterseite **26** und treffen ebenso in einem Winkel von ca. 90° relativ zu der Baufläche **14** auf letztere auf (beziehungsweise in einem Winkel von ca. 90° relativ zu einer obersten Schicht der Formmasse **18**).

[0080] Dieser Auftreff- beziehungsweise Emittierwinkel ist allgemein unveränderlich, sodass die Bestrahlungseinheiten **28** jeweils ortsfeste und individuell zugeordnete Einzelbereiche **32** der Baufläche **14** bestrahlen, die ihnen entlang einer vertikalen Achse betrachtet unmittelbar gegenüberliegen. Dies verdeutlicht sich aus dem strichliniert umrandeten Bereich X in **Fig. 1B**, der das Bestrahlen eines unmittelbar gegenüberliegenden Einzelbereichs **32** der Baufläche **14** durch eine einzelne Bestrahlungseinheiten **28** zeigt.

[0081] Wie nachfolgend noch näher erläutert, legen die Einzelbereiche **32** der Baufläche **14** somit eine virtuelle Unterteilung der Baufläche fest, die zu der matrixförmigen Anordnung der Bestrahlungseinheiten **28** an der Unterseite **26** der Bestrahlungsanordnung **22** korrespondiert. Mit anderen Worten ist die Baufläche **14** durch die Einzelbereiche **32** analog zu dem matrixförmigen Raster aus **Fig. 1E** virtuell in einzelne Bestrahlungszonen unterteilt, die jeweils durch eine entsprechend gegenüberliegende Bestrahlungseinheiten **28** bestrahlt werden können.

[0082] In den Figuren nicht näher dargestellt ist, dass das allgemein kreisförmige Querschnittsprofil der Strahlen **30** eine Fläche definiert, die ca. 100% der Fläche eines Einzelbereichs **32** entspricht, wobei die Größe der Strahlen-Querschnittsfläche am Auftreffpunkt auf der Baufläche **14** betrachtet wird. Dies reicht aus, um das gesamte Formmassenmaterial innerhalb eines Einzelbereichs **32** zu verfestigen, insbesondere wenn die Bestrahlung mit einer ausreichenden Intensität und Dauer erfolgt. Insbesondere kann dadurch die Formmasse **18** in benachbarten Einzelbereichen **32** zu einer zusammenhängenden Werkstückschicht verfestigt werden. Dies verdeutlicht sich beispielsweise aus dem Bereich Z in **Fig. 1B**, in dem zwei benachbarte Einzelbereiche **32** gleichzeitig durch zwei individuell zugeordnete Bestrahlungseinheiten **28** bestrahlt werden. In der Folge verbindet sich die von den Einzelbereichen **32**

eingeschlossene Formmasse zu einem zusammenhängenden verfestigten Bereich der herzustellenden Werkstückschicht.

[0083] Zusammengefasst ergibt sich aus **Fig. 1B**, dass zum Verfestigen der Formmasse **18** für das Herstellen einer konkreten einzelnen Werkstückschicht lediglich einzelne aus der Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten **28** selektiv ausgewählt werden, um einen entsprechenden Strahl **30** auf die vorbestimmten und fest zugeordneten Einzelbereiche **32** der Baufläche **14** zu richten. Somit kann das in **Fig. 1B** gezeigte Werkstückschicht-individuelle Bestrahlungsmuster erzeugt werden, bei der nur die dunkel dargestellten Bereiche der Formmasse **18** selektiv verfestigt werden, nicht aber die verbleibenden hell dargestellten Bereiche. Durch ein im Wesentlichen gleichzeitiges Ansteuern der Bestrahlungseinheiten **28** kann die gesamte Werkstückschicht somit in einem einzigen Schritt beziehungsweise Schuss hergestellt werden, was die Produktionszeit je Schicht erheblich reduziert.

[0084] Die Auswahl geeigneter Bestrahlungseinheiten **28** je Werkstückschicht erfolgt dabei mittels einer nicht näher dargestellten Steuereinrichtung. Diese identifiziert in bekannter Weise basierend auf CAD- oder anderen geeigneten Werkstückdaten die je aktuell herzustellender Werkstückschicht zu bestrahlenden Bereiche der Formmasse **18**. Ferner ermittelt die Steuereinrichtung, welche Einzelbereiche **32** mit den entsprechend zu bestrahlenden Bereichen der Formmasse **18** zusammenfallen und welche Bestrahlungseinheiten **28** diesen Einzelbereichen **32** jeweils zugeordnet sind. Anschließend werden diese ermittelten Bestrahlungseinheiten **28** angesteuert, um jeweils einen Strahl **30** zu emittieren und die Formmasse in ihren entsprechend zugeordneten Einzelbereichen **32** ortsspezifisch zu verfestigen.

[0085] **Fig. 1C** zeigt einen Zustand, in dem das Herstellen einer einzelnen Werkstückschicht beendet ist. Die Schutzgasströmung S wird dabei zunächst über einen gewissen Zeitraum aufrechterhalten, insbesondere um eine ausreichende Kühlung der Bestrahlungseinheiten **28** sowie eine zuverlässige Schweißrauchabfuhr zu gewährleisten. Anschließend wird die Bestrahlungsanordnung **22** gemäß dem Pfeil A vertikal nach oben und von der Baufläche **14** weg bewegt und in ihrer Ausgangsstellung gemäß **Fig. 1A** oberhalb der Baufläche **14** positioniert. Dies bedeutet, dass ein ausreichender Zwischenraum beziehungsweise Abstand V (sh. **Fig. 1D**) zwischen der Bestrahlungsanordnung **22** und der Baufläche **14** hergestellt wird, sodass die Beschichteranordnung **20** zum Aufbringen einer neuen Schicht von Formmasse **18** aus der Position nahe des in den **Fig. 1A–D** linken Endbereichs **23** des Trägers **16** entlang der Baufläche **14** bewegt werden kann.

[0086] Wie in **Fig. 1D** dargestellt, erreicht die Beschichteranordnung **20** anschließend eine Position nahe des rechten Endbereichs **23** des Trägers **16**. Ferner wurde eine neue hell dargestellte formlose Pulverschicht aufgetragen, die auch die dunkel dargestellten und gemäß **Fig. 1B** selektiv verfestigten Einzelbereiche **32** abdeckt. Diese Pulverschicht kann im Folgenden erneut selektiv verfestigt werden. In den **Fig. 2A–C** sind Beispiele für einzelne Bestrahlungsmuster und -schritte zum Herstellen einer Werkstückschicht gezeigt. In den **Fig. 2A–C** ist dabei die Kontur **40** einer herzustellenden Werkstückschicht auf der lediglich schematisch angedeuteten Baufläche **14** gezeigt. Die Blickachse entspricht dabei dem Pfeil **P** aus **Fig. 1A** auf die Baufläche **14**.

[0087] In **Fig. 2A** erkennt man, dass die mittels der Kontur **40** umrandete Werkstückschicht zunächst in zwei Anteile **42, 44** unterteilt ist, die mit verschiedenen Schraffuren abgebildet sind und die jeweils mehrere einzelne rechteckförmige Bereiche der Baufläche **14** umfassen. Aus Darstellungsgründen sind erneut lediglich einzelne Bereiche der jeweiligen Anteile **42, 44** mit einem entsprechenden Bezugszeichen versehen. Man erkennt, dass die Anteile **42, 44** im Wesentlichen schachbrettförmig relativ zueinander angeordnet sind. Zum Herstellen der Werkstückschicht ist vorgesehen, dass in einem ersten Schritt zunächst lediglich die einzelnen Bereiche gemäß dem Anteil **42** von den entsprechend gegenüberliegenden Bestrahlungseinheiten **28** bestrahlt werden. Dies erfolgt erneut mittels der nicht dargestellten Steuereinrichtung, die diejenigen Einzelbereiche **32** ermittelt, die von dem entsprechenden Anteil **42** abgedeckt werden, sowie die dazugehörigen Bestrahlungseinheiten **28**. In einem zweiten Schritt werden anschließend die Bereiche gemäß dem zweiten Anteil **44** bestrahlt. Das schachbrettförmige Anordnen sowie das Bestrahlen in zwei getrennten Schritten ermöglicht, dass in den jeweiligen Schritten lediglich reduzierte Anteile beziehungsweise Flächen einer Werkstückschicht **40** verfestigt werden. Dies kann vorteilhaft sein, um Herstellungsfehler, wie beispielsweise Eigenspannungen im Werkstück, oder aber das Erzeugen großflächig zusammenhängender Bereiche aus aufgeschmolzenem Material zu vermeiden (sogenannte Schmelzseen).

[0088] Es versteht sich, dass die Anteile **42, 44** auch derart gewählt und relativ zueinander angeordnet sein können, dass diese die gesamte von der Kontur **40** umrandete Werkstückschicht **44** abdecken. Ebenso können zusätzliche Anteile vorgesehen sein, um die Lücken zwischen den Anteilen **42, 44** zueinander sowie zu der Kontur **40** zu schließen.

[0089] In **Fig. 2B** ist erneut die Kontur **40** gezeigt, die eine aktuell herzustellende Werkstückschicht umgibt. Diese ist mittels eines virtuellen Rasters unterteilt, dass einzelne Zellen **46** definiert. Diese Zellen **46** sol-

len zum Erzielen gewünschter Werkstückeigenschaften jeweils einzeln bestrahlt werden und zwar mittels der in **Fig. 2B** angedeuteten einzelnen Scanvektoren **S2**. Die Scanvektoren **S2** fahren in an sich bekannter Weise jeweils eine einzelne Zelle **46** linienförmig ab, um die darin enthaltene Formmasse **18** zu verfestigen.

[0090] Wie in **Fig. 1E** angedeutet, können derartige Scan- beziehungsweise Bestrahlungsvektoren **S2** auch mittels der vorliegenden Bestrahlungsanordnung **22** erzeugt werden. Hierzu werden von der Steuereinrichtung diejenigen Einzelbereiche **32** ermittelt, durch die ein zu erzeugender Bestrahlungsvektor **S2** verläuft, und anschließend auch die den jeweiligen Einzelbereichen **32** zugeordneten Bestrahlungseinheiten **28**. Anschließend werden diese Bestrahlungseinheiten **28** unmittelbar aufeinanderfolgend beziehungsweise leicht zeitlich versetzt oder, anders ausgedrückt, wellenförmig angesteuert, um den gewünschten Bestrahlungsverlauf gemäß den Vektoren **S2** auf der Formmasse **18** zu erzeugen.

[0091] In **Fig. 1E** ist lediglich beispielhaft gezeigt, dass drei unmittelbar benachbarte und aneinander angrenzende Bestrahlungseinheiten **28** zeitlich aufeinanderfolgend angesteuert werden können, um den angedeuteten Bestrahlungsvektor **S2** zu erzeugen.

[0092] Hierzu wird zunächst die am weitesten links positionierte Bestrahlungseinheit **28** aktiviert, entlang derer sich der Bestrahlungsvektor **S2** erstreckt, und unmittelbar darauffolgend die mittige und schließlich die am weitesten rechts positionierte Bestrahlungseinheit **28**.

[0093] Es versteht sich, dass die in **Fig. 2B** gezeigten einzelnen Bestrahlungsvektoren **S2** auch gleichzeitig erzeugt werden können und dass darauffolgend in weiteren einzelnen Zellen **46** analoge Bestrahlungsvektoren **S2** erzeugt werden können, bis schließlich der gesamte von der Kontur **40** eingeschlossene Bereich bestrahlt und verfestigt wurde.

[0094] In **Fig. 2C** ist ferner eine Möglichkeit gezeigt, um die Kontur **40** selbst und somit einen äußeren Kantenbereich der Werkstückschicht zu bilden. Hierzu werden einzelne Bestrahlungsvektoren **S2** festgelegt, die sich mit einer im Wesentlichen identischen Länge entlang der Kontur **40** erstrecken. Anschließend werden erneut diejenigen Einzelbereiche **32** ermittelt, die jeweils von einem entsprechendem Bestrahlungsvektor **S2** durchlaufen werden, sowie die jeweils zugeordneten Bestrahlungseinheiten **28**. Diese können dann in der vorstehend beschriebenen Weise aufeinanderfolgend angesteuert werden, um die Bestrahlungsvektoren **S2** auf der Baufläche **14** zu erzeugen.

[0095] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass sämtliche Bestrahlungsvektoren **S2** in **Fig. 2C** im Wesentlichen gleichzeitig erzeugt werden. Dieses gleichzeitige Erzeugen bei einer reduzierten Länge der Bestrahlungsvektoren **S2** ermöglicht, dass die gesamte Kante entlang der Kontur **40** mit einer äußerst geringen Zeitdauer hergestellt werden kann. Mit anderen Worten ermöglicht die Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten **28** eine parallele beziehungsweise gleichzeitig erfolgende gestückelte Konturfahrt, wodurch sich die Gesamtbearbeitungsdauer verringert. Dies gilt insbesondere im Vergleich zu Lösungen, bei dem die gesamte Kontur **40** mittels dem Strahl einer einzigen Strahlenquelle komplett abgefahren werden muss.

[0096] In **Fig. 3** ist eine Bestrahlungsanordnung **22** gemäß einer weiteren Ausführungsform schematisch dargestellt. Man erkennt, dass die Bestrahlungsanordnung **22** erneut an ihrer der Baufläche **14** zugewandten Unterseite **26** mehrere Bestrahlungseinheiten **28** umfasst. Diese erzeugen wiederum jeweils einen geradlinigen und senkrecht zu der Baufläche **14** verlaufenden Strahl **30**, der unter einem unveränderlichen Winkel aus den Bestrahlungseinheiten **28** austritt. Um die Strahlungsintensität zu erhöhen, werden die Strahlen **30** von mehreren einzelnen Bestrahlungseinheiten **28** mittels einer Optikeinheit **50** zu einem einzelnen verstärkten Strahl **52** zusammengefasst. Im gezeigten Fall werden vier mal vier Bestrahlungseinheiten **28** zu einer einzelnen Gruppe zusammengefasst.

[0097] In der Ansicht von **Fig. 3** ist dabei lediglich eine äußerste Reihe von vier Bestrahlungseinheiten **28** gezeigt und die weiteren Bestrahlungseinheiten **28** sind in die Blattebene hinein versetzt. Ferner ist für jeweils eine Gruppe von vier mal vier Bestrahlungseinheiten **28** eine Sammellinse **54** gezeigt, welche die einzelnen Strahlen **32** zu dem verstärkten Strahl **52** bündelt. Für jede Gruppe von vier mal vier Bestrahlungseinheiten **28** umfasst die Optikeinheit **50** ferner eine Verschiebelinse **56**, die die Fokusposition bzw. Auftreffpunkt des verstärkten Strahls **52** auf der Formmasse **18** gemäß den in **Fig. 3** angedeuteten Achsen einstellen kann. Somit kann der verstärkte Strahl **52** (und somit eine entsprechend zusammengefasste Gruppe von vier mal vier Bestrahlungseinheiten **28**) erneut einem vorbestimmten Einzelbereich **32** der Baufläche **14** zugeordnet sein. Ferner kann die Bestrahlungsanordnung **22** gemäß dem Pfeil **Q** insgesamt parallel zu der Baufläche **14** bewegbar sein, sodass ein verstärkter Strahl **52** auch anderen Einzelbereichen **32** der Baufläche **14** flexibel zuordenbar ist.

[0098] Man erkennt ferner, dass weder die einzelnen Strahlen der Bestrahlungseinheiten **28** noch der verstärkte Strahl **52** den jeweils zugeordneten Einzelbereich **32** vollständig abdecken. Mit anderen Worten

füllen die entsprechenden Strahlquerschnittsflächen die Fläche eines zugeordneten Einzelbereichs **32** zu weniger als 100% und genauer gesagt lediglich zu ca. 30% aus. Eine vollständige Verfestigung der Formmasse in einem jeweiligen Einzelbereich **32** kann dennoch dadurch erreicht werden, dass der Strahlauftreffpunkt mittels der Verschiebelinse **56** variiert wird, sodass er auf sämtliche Punkte innerhalb eines Einzelbereichs richtbar ist.

[0099] Es versteht sich, dass die in **Fig. 3** gezeigte Anzahl von Bestrahlungseinheiten **28** lediglich beispielhaft ist und dass insgesamt eine deutlich höhere Anzahl von Bestrahlungseinheiten **28** vorgesehen sein kann, die wiederum in einem matrixförmigen Raster analog zu **Fig. 1E** angeordnet sein können.

[0100] In **Fig. 3A** ist ein weiteres Ausführungsbeispiel gezeigt, um Möglichkeiten zum Strahlaufweiten einzelner Bestrahlungseinheiten **28** sowie dem Abdecken von Einzelbereichen **32** zu erläutern. Man erkennt erneut den Träger **16**, der die Lage der Baufläche **14** definiert, sowie eine darauf angeordnete Formmassenschicht **18**. Die Bestrahlungseinheiten **28** emittieren jeweils einen Strahl **30**, der auf einen gegenüberliegenden Einzelbereich **32** der Baufläche **14** gerichtet ist. Lediglich beispielhaft ist dabei gezeigt, dass die Strahlen **30** der Bestrahlungseinheiten **28** in unterschiedlichem Maße aufgeweitet werden. Allgemein kann stattdessen vorgesehen sein, dass bei einer Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten **28** jede der Bestrahlungseinheiten **28** einen Strahl gemäß lediglich einem der in **Fig. 3A** gezeigten Beispiele emittiert, also dass die Strahlaufweitung innerhalb der gesamten Bestrahlungsanordnung **22** einheitlich erfolgt.

[0101] Konkret ist bei den in **Fig. 3A** linken drei Bestrahlungseinheiten **28** vorgesehen, dass diese einen gegenüberliegenden Einzelbereich **32** am Auftreffpunkt im Wesentlichen vollständig zu 100% abdecken. Dabei ist eine Mehrzahl von Einzelbereichen **32** gezeigt, von denen jedoch nicht sämtliche bestrahlt werden. Beispielsweise ist zwischen den in **Fig. 3A** (linke Hälfte) beiden ersten bestrahlten Einzelbereichen **32** ein Einzelbereich **32** angeordnet, der aktuell nicht bestrahlt wird. Um die Baufläche **14** jedoch vollständig bestrahlen zu können, kann die Bestrahlungsanordnung **22** gemäß dem Pfeil **G** parallel zu der Baufläche **14** verschoben werden. In der Folge können die Bestrahlungseinheiten **28** auch die weiteren Einzelbereiche **32** bestrahlen, die im gezeigten Zustand unbestrahlte Lücken bilden.

[0102] Die in **Fig. 3A** rechten vier Bestrahlungseinheiten **28** weisen jeweils Optikeinheiten **50** in Form von Mikrolinsen auf, um die emittierten Strahlen **30** in unterschiedlichem Maße aufzuweiten. Erneut kann aber vorgesehen sein, dass sämtliche Bestrahlungseinheiten **28** innerhalb der Bestrahlungsanordnung

22 auch gleichartige Mikrolinsen **50** aufweisen und somit gleichartig aufgeweitete Strahlen **30** emittieren. Auch in diesem Fall ist vorgesehen, dass die emittierten Strahlen **30** jeweils zugeordnete Einzelbereiche **32** am Auftreffpunkt im Wesentlichen vollständig zu 100% abdecken. Allerdings sind die Einzelbereiche **32** in diesem Fall überlappend angeordnet, was sich insbesondere bei den in **Fig. 3A** am weitesten rechts angeordneten Bestrahlungseinheiten **28** verdeutlicht. Durch dieses Überlappen kann eine zuverlässige flächige Verfestigung der Formmasse **18** erreicht werden, da beispielsweise die beiden rechten Einzelbereiche **32** in **Fig. 3A** von jeweils zwei der Bestrahlungseinheiten **28** bestrahlt werden.

[0103] Wie vorstehend diskutiert, ist es jedoch ebenso denkbar, die Einzelbereiche **32** lediglich angrenzend aneinander und nicht überlappend anzuordnen und eine übermäßige Strahlabdeckung der jeweiligen Einzelbereiche **32** von mehr als 100% am Auftreffpunkt vorzusehen (bspw. ein Verhältnis von 150% der auftreffenden Strahlenflächen zu den jeweiligen Flächen der Einzelbereiche **32**). Diese Variante ist in **Fig. 3A** nicht gesondert dargestellt. Die entsprechende virtuelle Unterteilung der Baufläche **14** in die Einzelbereiche **32** wäre aber vergleichbar zu dem in **Fig. 1E** dargestellten Matrixmuster der Bestrahlungseinheiten **28**. Auch in diesem Fall kann aufgrund der erhöhten bzw. übermäßigen Abdeckung eine überlappende Bestrahlung der Baufläche **14** und daher eine zuverlässige Verfestigung der Formmasse **18** erreicht werden. Es versteht sich, dass übergeordnet auch Mischformen dieser beiden Varianten denkbar sind (also sowohl eine zumindest teilweise überlappende Anordnung der Einzelbereiche **32** wie auch eine Bestrahlung mit einer Abdeckung von mehr als 100%).

[0104] In **Fig. 4** ist eine weitere Ausführungsform der Vorrichtung **10** gezeigt, die eine weitere Variante zur Schutzgasführung entlang der Bestrahlungsanordnung **22** betrifft. Dabei ist in **Fig. 4** erneut der Träger **16** sowie die Baufläche **14** gezeigt, die der Unterseite **26** der Bestrahlungsanordnung **22** gegenüberliegen. Die Bestrahlungsanordnung **22** umfasst erneut mehrere Bestrahlungseinheiten **28**. Diese sind jedoch in einzelne Gruppen beziehungsweise Module zusammengefasst, wobei vorliegend jedes Modul eine quadratische Anordnung aus vier mal vier Bestrahlungseinheiten **28** umfasst. In der Ansicht von **Fig. 4** ist dabei lediglich eine äußerste Reihe von vier Bestrahlungseinheiten **28** je Modul gezeigt und die weiteren Bestrahlungseinheiten **28** sind in die Blattebene hinein versetzt.

[0105] In **Fig. 4** erkennt man ferner, dass je einzeltem Modul von Bestrahlungseinheiten **28** zwei Fluidleitungsbereiche **24** vorgesehen sind, die über Blenden **60** definiert sind. Dabei dienen die jeweils linken Fluidleitungsbereiche **24** als Schutzgaszuführ-

bereich und die jeweils rechten Fluidleitungsbereiche **24** als Schutzgasabfuhrbereich. Man erkennt, dass die Blenden **60** jeweils derart konstruiert sind, dass sie das einströmende Schutzgas je Modul gemäß dem Pfeil **S** von dem Schutzgaszufuhrbereich zu dem Schutzgasabfuhrbereich leiten, wobei sich eine Schutzgasströmung **S** entlang der Unterseite **26** der jeweiligen Module von Bestrahlungseinheiten **28** einstellt. Aufgrund des kürzeren Strömungsweges der Schutzgasströmung **S** lässt sich somit eine besonders effektive Kühlung der Bestrahlungseinheiten **28** erzielen. Ferner kann die Kühlung je einzeltem Modul individuell angepasst werden, beispielsweise in Abhängigkeit einer Aktivierung und/oder eines erwarteten oder bereits erfolgten Energieeintrages mittels der Module in die Formmasse **18**. Letzteres kann beispielsweise erneut mittels der Steuereinheit aus den Daten des herzustellenden Werkstückes ermittelt werden.

[0106] In **Fig. 5** ist ein Beispiel zur Anordnung der Strahlquellen der Bestrahlungsanordnung **22** in einem entfernten Bereich der Vorrichtung **10** gezeigt und insbesondere außerhalb einer Prozesskammer **100**. Konkret ist eine Mehrzahl von Strahlquellen **102** gezeigt, die analog zu dem Beispiel aus **Fig. 3** jeweils eine Gruppe von vier mal vier Bestrahlungseinheiten **28** umfassen. Über Optikeinheiten **50** werden die einzelnen emittierten Strahlen **30** der jeweiligen Gruppen von Strahlquellen **102** analog zu der Ausführungsform gemäß **Fig. 3** gebündelt und jeweils in zugeordnete Lichtleiter **104** geleitet. Die Lichtleiter **104** erstrecken sich bis in die Prozesskammer **100** und insbesondere bis in einen der Baufläche **14** gegenüberliegenden Grundkörper **106** der Bestrahlungsanordnung **22**. An der Unterseite **26** des Grundkörpers **106** sind die Lichtleiter **104** wiederum analog zu **Fig. 1E** matrixförmig angeordnet, sodass die gebündelten Strahlen **30** der einzelnen Bestrahlungseinheiten **28** erneut entsprechenden Einzelbereichen **32** der Baufläche **14** zugeordnet sind.

[0107] Die **Fig. 6A–B** zeigen Möglichkeiten zum Variieren einer Zuordnung zwischen den Einzelbereichen **32** der Baufläche **14** und den einzelnen Bestrahlungseinheiten **28**. In **Fig. 6A** ist dabei die Bestrahlungsanordnung **22** außerhalb der Prozesskammer **100** angeordnet und emittiert im Wesentlichen parallel zu der Baufläche **14** ausgerichtete Strahlen **30**. Diese werden mittels einer Ablenkeinrichtung **110** in Form einer zweiaxialen Scannereinrichtung abgelenkt, insbesondere derart, dass deren Auftreffpunkte auf der Baufläche **14** flexibel einstellbar sind. Somit kann beispielsweise je herzustellender Werkstückschicht oder aber auch während des Herstellens einer einzelnen Werkstückschicht eine derartige Ablenkung erfolgen, dass die Strahlen **30** wechselnden Einzelbereichen **32** zugeordnet werden.

[0108] In **Fig. 6B** ist ein analoges Prinzip gezeigt, wobei jedoch die Bestrahlungseinheiten **28** gemäß dem Beispiel aus **Fig. 3** ausgebildet sind und zusätzliche Optikeinheiten **50** aufweisen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 2818305 A1 [0009]

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zum Herstellen dreidimensionaler Werkstücke,

wobei die Vorrichtung (10) umfasst:

– eine Baufläche (14), die dazu eingerichtet ist, eine Formmasse (18) aufzunehmen; und

– eine Bestrahlungsanordnung (22), die dazu eingerichtet ist, die Formmasse (18) auf der Baufläche (14) selektiv mit elektromagnetischer Strahlung zu bestrahlen, um ein Werkstück mittels eines generativen Schichtbauverfahrens herzustellen;

wobei die Bestrahlungsanordnung (22) eine Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten (28) umfasst,

wobei die Bestrahlungseinheiten (28) dazu eingerichtet sind, einen ihnen jeweils zugeordneten Einzelbereich (32) der Baufläche (14) zu bestrahlen, und

wobei die emittieren Strahlen der Bestrahlungseinheiten (28) jeweils eine Querschnittsfläche aufweisen, die zwischen ca. 2% und ca. 170% der Fläche des jeweils zugeordneten Einzelbereichs (32) entspricht.

2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei die Einzelbereiche (32) derart angeordnet sind, dass sie gemeinsam zumindest einen Teil der Baufläche (14) im Wesentlichen kontinuierlich abdecken.

3. Vorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei Bestrahlungseinheiten (28) jeweils derart ausgebildet sind, dass die Strahlen (30) unter einem im Wesentlichen unveränderlichen Winkel emittiert werden, und insbesondere, wobei die Strahlen (30) unter einem im Wesentlichen unveränderlichen Winkel von ca. 20° bis ca. 160° auf die Baufläche (14) treffen.

4. Vorrichtung (10) nach Anspruch einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Bestrahlungseinheiten (28) in vorbestimmten Abständen relativ zueinander angeordnet sind, und insbesondere in regelmäßigen und/oder gleichen Abständen relativ zueinander.

5. Vorrichtung (10) nach Anspruch 4, wobei die Bestrahlungseinheiten (28) matrix-, gitter- oder netzförmig innerhalb der Bestrahlungsanordnung (22) angeordnet sind.

6. Vorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner umfassend eine Steuereinrichtung, die dazu ausgebildet ist, nach Maßgabe einer aktuell herzustellenden Werkstückschicht die Bestrahlungseinheiten (28) zu steuern, insbesondere derart, dass vorbestimmte Bestrahlungsmuster auf der Baufläche (14) erzeugt werden.

7. Vorrichtung (10) nach Anspruch 6, wobei die Steuereinrichtung dazu ausgebildet, nach Maßgabe einer aktuell herzustellenden Werkstückschicht die

Intensität der von den Bestrahlungseinheiten (28) emittierten Strahlung zu steuern.

8. Vorrichtung (10) nach Anspruch 7, wobei die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, die Intensität der Bestrahlungseinheiten (28) derart zu steuern, dass nur ausgewählte aus der Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten (28) eine verfestigungswirksame Strahlung erzeugen.

9. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, die Bestrahlungseinheiten (28) derart zu steuern, dass zum Herstellen einer Werkstückschicht die Formmasse (18) im Wesentlichen gleichzeitig bestrahlt wird, um die Werkstückschicht im Wesentlichen in einem einzigen Schritt herzustellen.

10. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, die Bestrahlungseinheiten (28) derart zu steuern, dass diese zum Herstellen einer Werkstückschicht aufeinanderfolgend und/oder in mehreren Schritten die Formmasse (18) bestrahlen.

11. Vorrichtung (10) nach Anspruch 10, wobei die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, die Bestrahlungseinheiten (28) derart zu steuern, dass in einem ersten Bestrahlungsschritt einer erster Anteil (42) einer herzustellenden Werkstückschicht aus der Formmasse (18) gebildet wird und in einem zweiten Bestrahlungsschritt einer zweiter Anteil (44) der herzustellenden Werkstückschicht aus der Formmasse (18) gebildet wird.

12. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 11, wobei die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, die Bestrahlungseinheiten (28) derart zu steuern, dass zum Herstellen einer Werkstückschicht wenigstens ein Bestrahlungsvektor (S2) auf der Formmasse (18) nachgebildet wird.

13. Vorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Bestrahlungseinheiten (28) im Wesentlichen stationär innerhalb der Bestrahlungsanordnung (22) angeordnet sind und, optional, parallel zu der Baufläche (14) im Wesentlichen unbeweglich sind.

14. Vorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Bestrahlungseinheiten (28) jeweils eine Strahlquelle umfassen und/oder wobei die emittierte Strahlung zumindest einiger der Bestrahlungseinheiten (28) mittels einer zusätzlichen Optikeinheit (50) zu einem gemeinsamen Strahl (52) gebündelt wird.

15. Vorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Zuordnung von Einzelbereichen (32) und Bestrahlungseinheiten (28) während

des Herstellungsprozesses eines Werkstücks variierbar ist.

16. Verfahren zum Herstellen dreidimensionaler Werkstücke,
mittels einer Vorrichtung (10), die Folgendes umfasst:
– eine Baufläche (14), die dazu eingerichtet ist, eine Formmasse (18) aufzunehmen; und
– eine Bestrahlungsanordnung (22), die dazu eingerichtet ist, die Formmasse (18) auf der Baufläche (14) selektiv mit elektromagnetischer Strahlung zu bestrahlen, um ein Werkstück mittels eines generativen Schichtbauverfahrens herzustellen;
wobei die Bestrahlungsanordnung eine Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten (28) umfasst, die dazu eingerichtet sind, einen ihnen jeweils zugeordneten Einzelbereich (32) der Baufläche (14) zu bestrahlen, und wobei das Verfahren den folgenden Schritt umfasst:
– Emittieren eines Strahls (30) durch zumindest ausgewählte aus der Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten (28) auf einen den Bestrahlungseinheiten (28) jeweils zugeordneten Einzelbereich (32), wobei die Querschnittsfläche der emittierten Strahlen (30) jeweils zwischen ca. 2% und ca. 170% der Fläche des jeweils zugeordneten Einzelbereiches (32) entspricht.

17. Verfahren nach Anspruch 16, ferner umfassend den Schritt:
– Emittieren von Strahlen (30) durch zumindest ausgewählte aus der Mehrzahl Bestrahlungseinheiten (28) unter einem im Wesentlichen unveränderlichen Winkel über eine Mehrzahl von herzustellenden Werkstücksschichten.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, ferner umfassend den Schritt:
– Steuern der Bestrahlungseinheiten (28) nach Maßgabe einer aktuell herzustellenden Werkstücksschicht, insbesondere derart, dass vorbestimmte Bestrahlungsmuster auf der Baufläche (14) erzeugt werden.

19. Verfahren nach Anspruch 18, ferner umfassend den Schritt:
– Steuern der Intensität der von den Bestrahlungseinheiten (28) emittierten Strahlung nach Maßgabe der aktuell herzustellenden Werkstücksschicht.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei das Steuern der Intensität der Bestrahlungseinheiten (28) derart erfolgt, dass nur ausgewählte aus der Mehrzahl von Bestrahlungseinheiten (28) eine verfestigungswirksame Strahlung erzeugen.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, wobei das Steuern der Bestrahlungseinheiten (28) derart zu erfolgt, dass zum Herstellen einer Werkstücksschicht die Formmasse (18) im Wesentlichen gleichzeitig bestrahlt wird, um die Werkstücksschicht

im Wesentlichen in einem einzigen Schritt herzustellen.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, wobei das Steuern der Bestrahlungseinheiten (28) derart erfolgt, dass diese zum Herstellen einer Werkstücksschicht aufeinanderfolgend und/oder in mehreren Schritten die Formmasse (18) bestrahlen.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei das Steuern der Bestrahlungseinheiten (28) derart erfolgt, dass in einem ersten Bestrahlungsschritt einer erster Anteil (42) einer herzustellenden Werkstücksschicht aus der Formmasse (18) gebildet wird und in einem zweiten Bestrahlungsschritt einer zweiter Anteil (44) der herzustellenden Werkstücksschicht aus der Formmasse (18) gebildet wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 23, wobei das Steuern der Bestrahlungseinheiten (28) derart erfolgt, dass zum Herstellen einer Werkstücksschicht wenigstens ein Bestrahlungsvektor (S2) auf der Formmasse (18) erzeugt wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 24, ferner umfassend den Schritt:
– Variieren der Zuordnung von Einzelbereichen (32) und Bestrahlungseinheiten (28) während des Herstellungsprozesses eines Werkstückes.

26. Verwenden einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14 zum Herstellen eines dreidimensionalen Werkstückes mittels eines generativen Schichtbauverfahrens.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

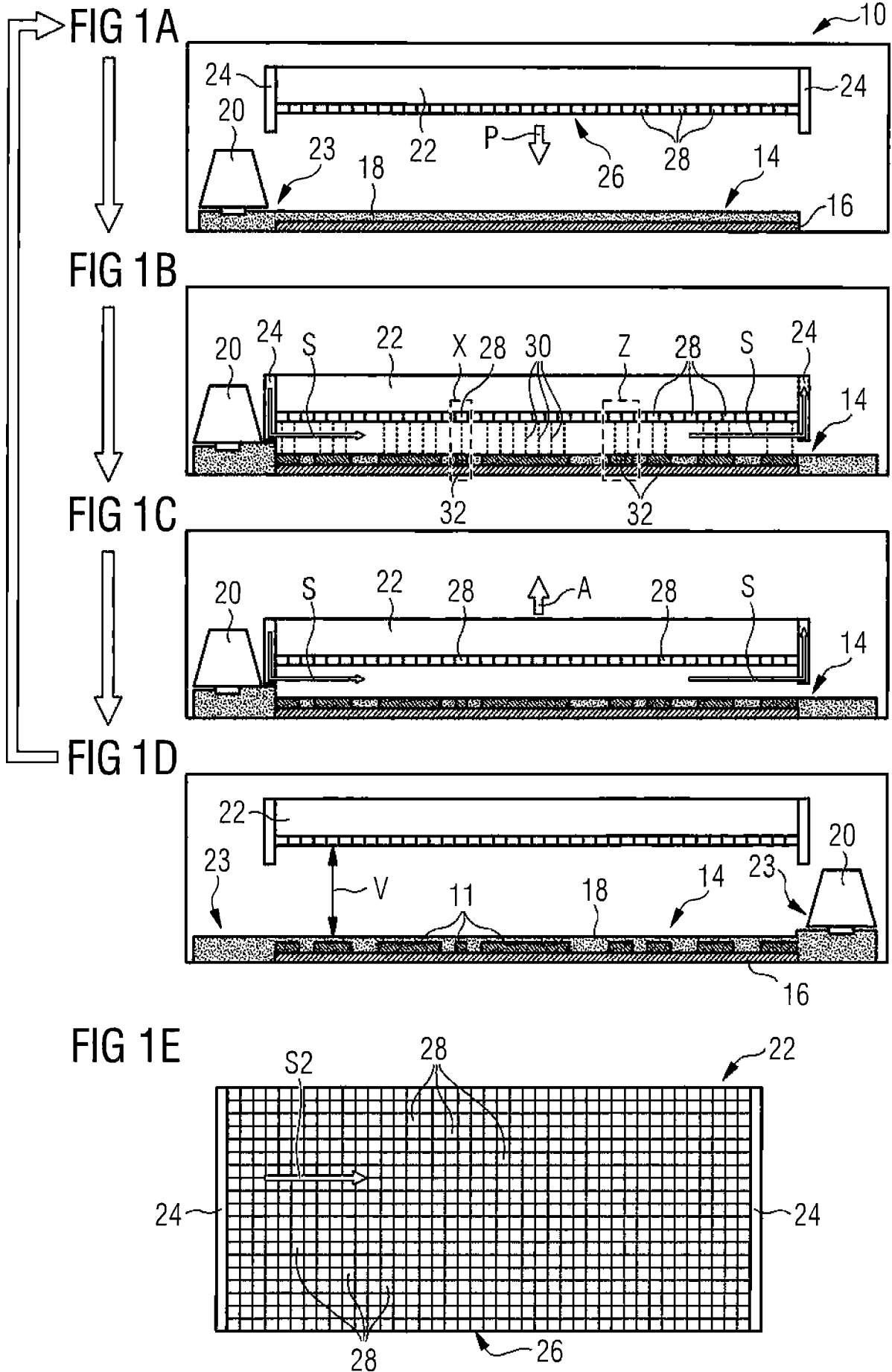


FIG 2A

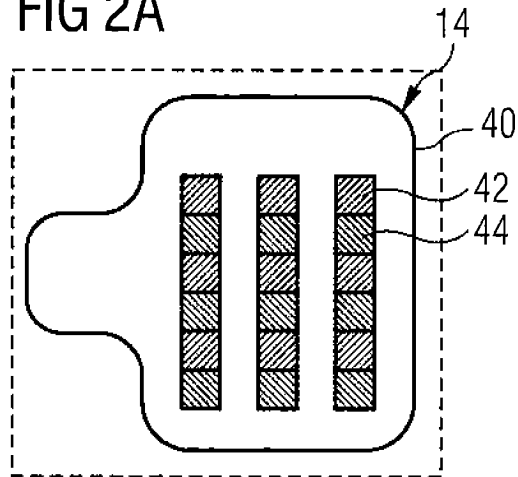


FIG 2B

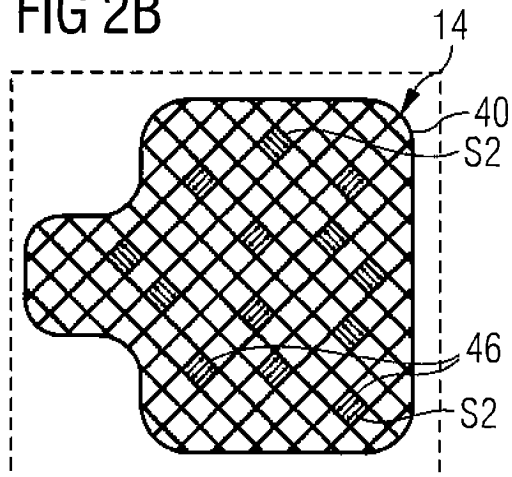


FIG 2C

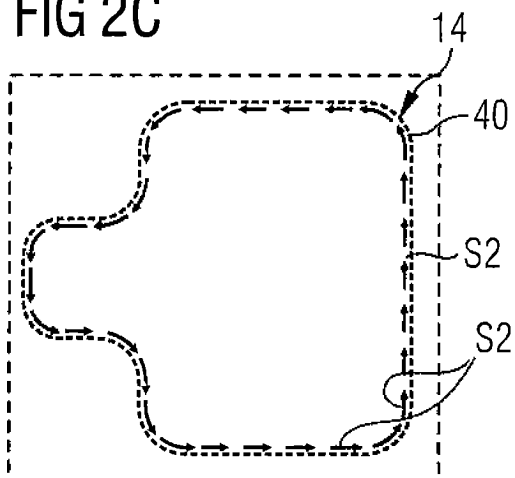


FIG 3

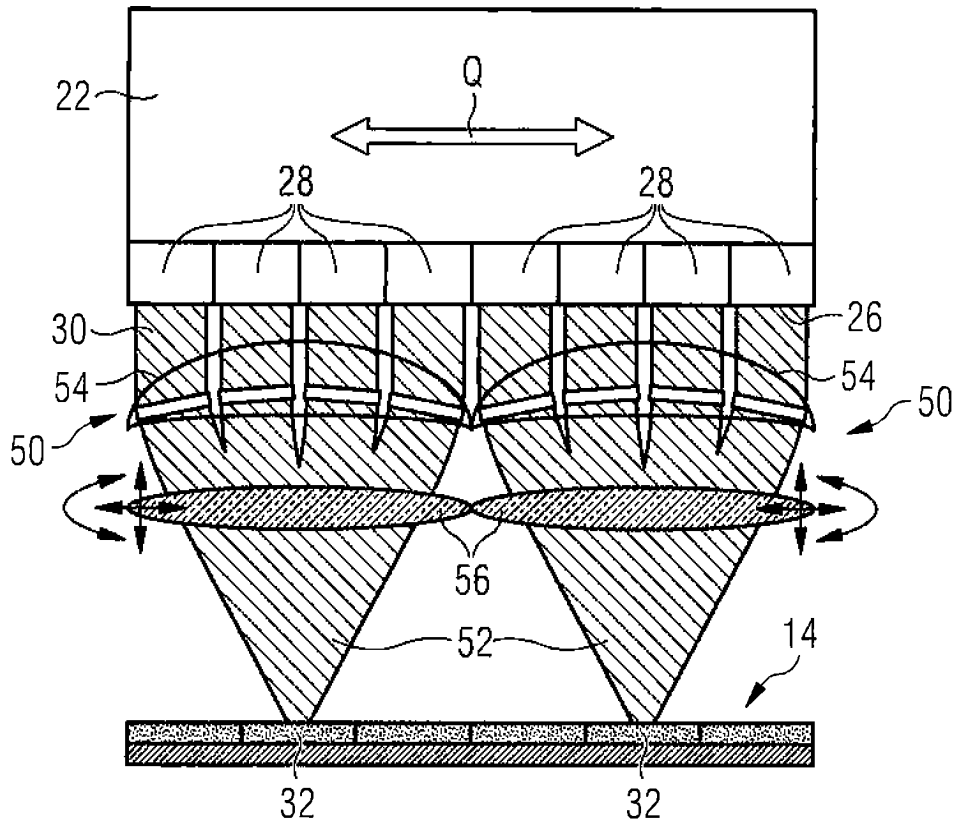


FIG 3A

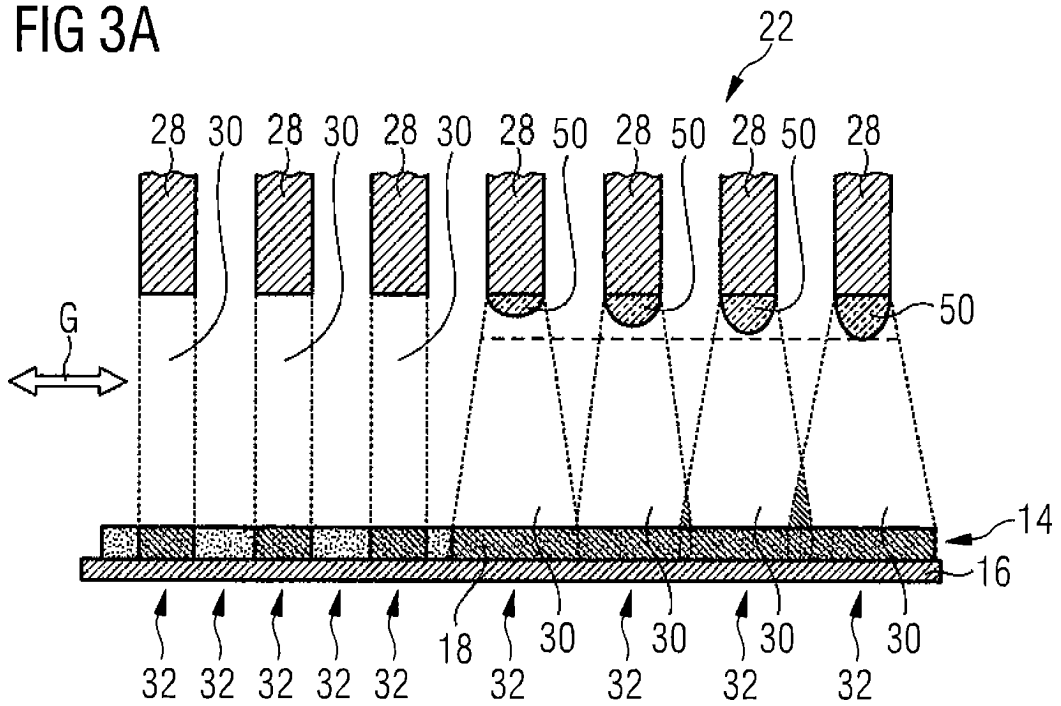


FIG 4

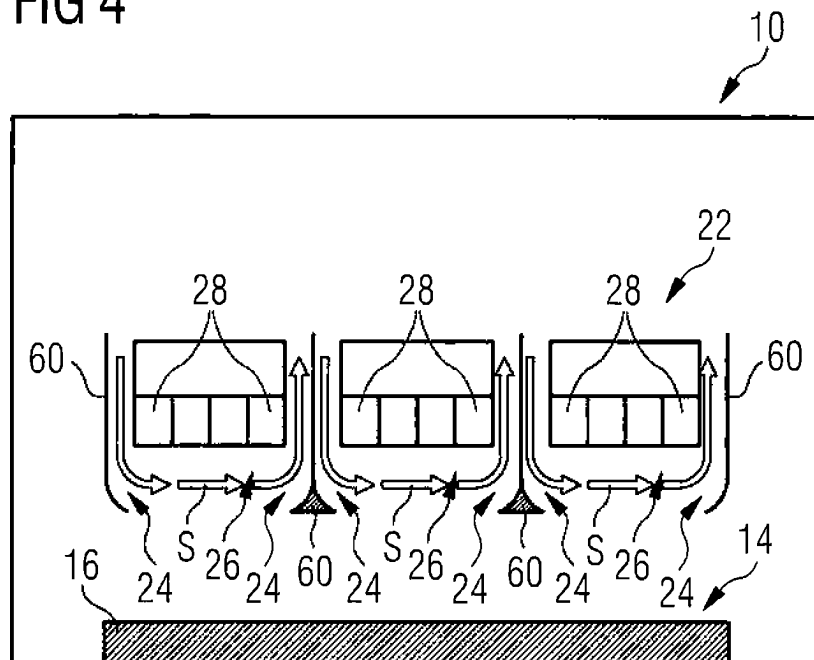


FIG 5

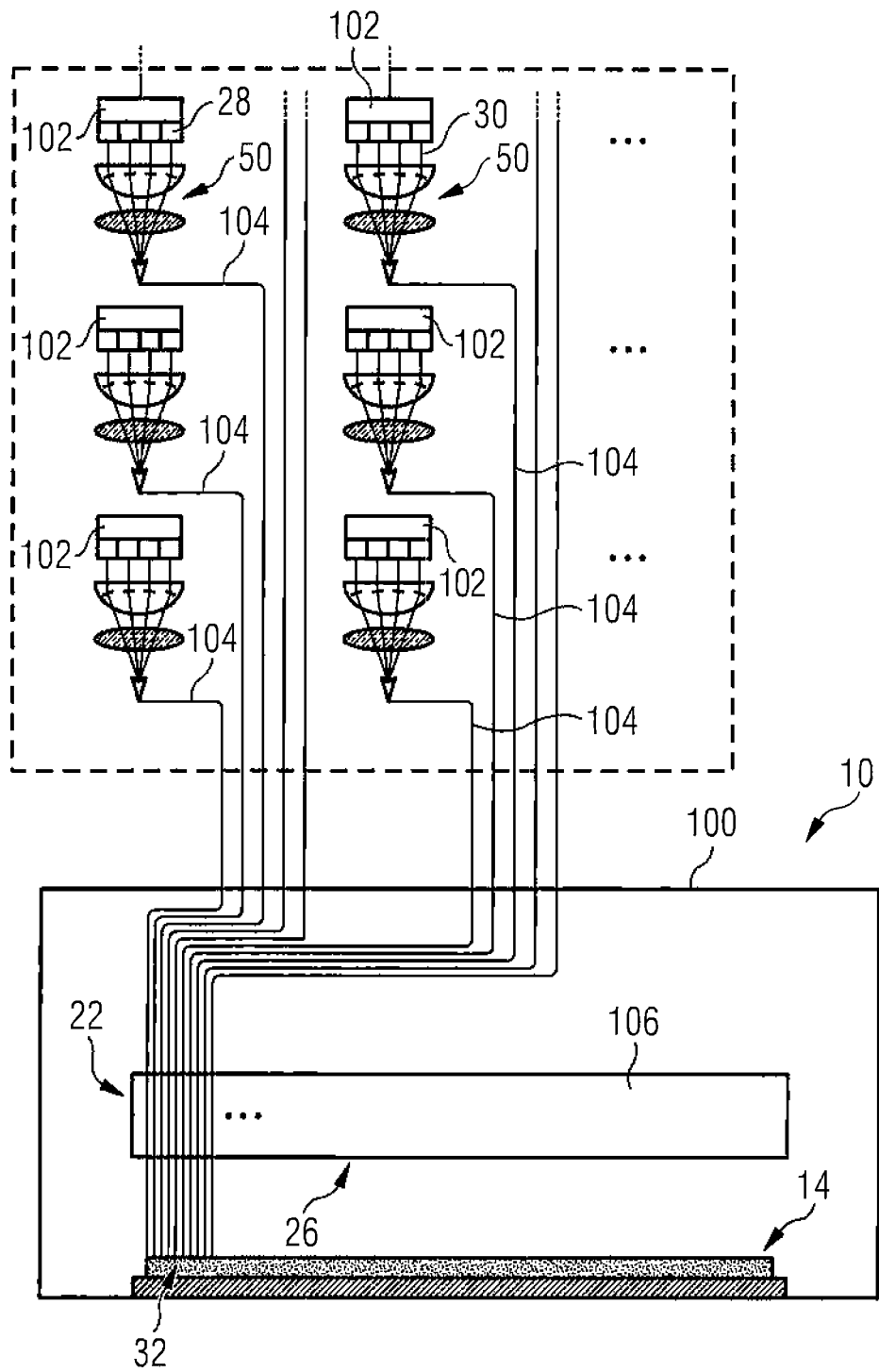


FIG 6A

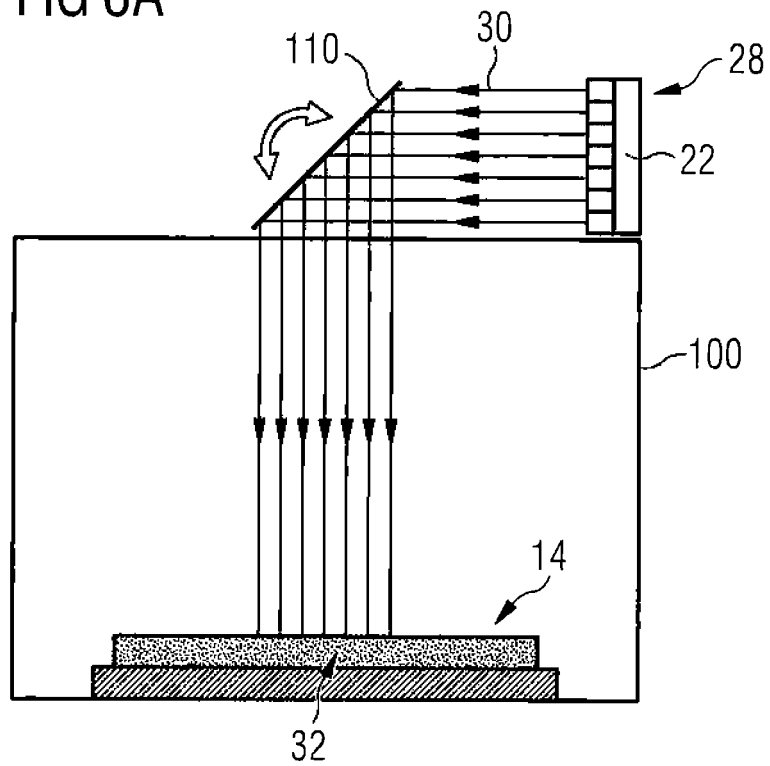


FIG 6B

