

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 87/2008**

(51) Int. Cl.⁸: **B22F 3/105** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **22.01.2008**

(43) Veröffentlicht am: **15.08.2008**

(30) Priorität:

09.02.2007 DE 102007006478
beansprucht.

(73) Patentinhaber:

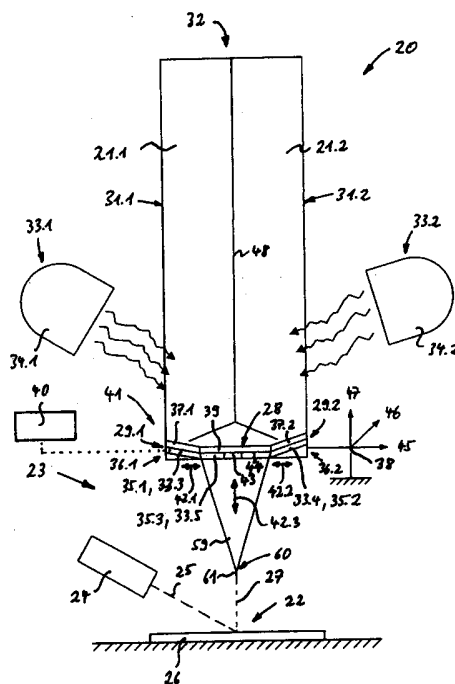
UNIVERSITÄT STUTT GART
D-70174 STUTT GART (DE)

(72) Erfinder:

TOLKSDORF DANIEL
STUTT GART (DE)
SCHEIBE ANDREAS
LEONBERG-WARMBRONN (DE)
WESTKÄMPER ENGELBERT DR. ING.
STUTT GART (DE)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ZUFÜHREN VON SINTERBAREM PULVER AUF EINE AUFTRAGSSTELLE EINER LASERSINTEREINRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (20) und ein Verfahren zum Zuführen von sinterbarem Pulver (21.1, 21.2) auf eine Auftragsstelle (22) einer Lasersinterereinrichtung (23) zur Herstellung von aus dem mittels eines Lasers (25) behandeltem Pulver hergestellten Schichten und/oder Bauteilen (26). Die Vorrichtung (20) weist eine Mischeinrichtung (28) zum Mischen von unterschiedlichen Pulverwerkstoffen (21.1, 21.2) zu einer sinterbaren Pulvermischung (27) und wenigstens eine Dosiervorrichtung (29.1, 29.2) zum Dosieren wenigstens eines Pulverwerkstoffes (21.1, 21.2) der unterschiedlichen Pulverwerkstoffe (21.1, 21.2) auf, die mit der Mischeinrichtung (28) verbunden ist, wobei das Mischungsverhältnis der unterschiedlichen Pulverwerkstoffe (21.1, 21.2) in der Mischeinrichtung (28) mit Hilfe der Dosiervorrichtung (29.1, 29.2) einstellbar ist bzw. eingestellt wird.



Z U S A M M E N F A S S U N G

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (20) und ein
Verfahren zum Zuführen von sinterbarem Pulver (21.1, 21.2)
auf eine Auftragsstelle (22) einer Lasersintereinrichtung
(23) zur Herstellung von aus dem mittels eines Lasers (25)
behandeltem Pulver hergestellten Schichten und/oder Bautei-
10 len (26). Die Vorrichtung (20) weist eine Mischeinrichtung
(28) zum Mischen von unterschiedlichen Pulverwerkstoffen
(21.1, 21.2) zu einer sinterbaren Pulvermischung (27) und
wenigstens eine Dosiervorrichtung (29.1, 29.2) zum Dosieren
wenigstens eines Pulverwerkstoffes (21.1, 21.2) der unter-
15 schiedlichen Pulverwerkstoffe (21.1, 21.2) auf, die mit der
Mischeinrichtung (28) verbunden ist, wobei das Mischung-
verhältnis der unterschiedlichen Pulverwerkstoffe (21.1,
21.2) in der Mischeinrichtung (28) mit Hilfe der Dosier-
vorrichtung (29.1, 29.2) einstellbar ist bzw. eingestellt
wird.

20

Fig. 1

FÜR D. ANMELDER(IN):

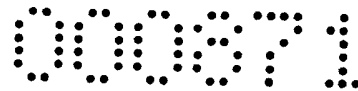
22. JAN. 2008

PATENTANWÄLTE

DIPL. ING. WILHELM CASATI

DIPL. ING. PETER ITZE



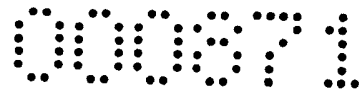


VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ZUFÜHREN VON
SINTERBAREM PULVER AUF EINE AUFTRAGSSTELLE
EINER LASERSINTEREINRICHTUNG

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Zuführen von sinterbarem Pulver auf eine Auftragsstelle einer Lasersintereinrichtung.

10 Ein Verfahren zum Verfestigen von Pulvermaterial mittels Laser geht auf Ciraud und Householder zurück und wurde von Deckard zum Aufbau von Bauteilen weiter entwickelt. Im Jahre 1989 wurde die erste kommerzielle Prototypenanlage unter der Bezeichnung „Selektives-Lasersintern“ (SLS) eingeführt. Für die direkte Herstellung von Metallbauteilen
15 mit Hilfe des SLS-Prozesses sind drei Verfahrensvarianten bekannt geworden: Das indirekte Metall-Lasersintern (IMLS), das Laserschmelzen (SLM) und das direkte Metall-Lasersintern (DMLS).

20 Die Prozesskette beim Lasersintern umfasst die computergestützte Konstruktion, die Datenaufbereitung, die Präparation der metallischen Bauplattform, den Bauprozess und die Nachbearbeitung. Mit der Definition von Flächennormalen werden die CAD-Daten in ein sogenanntes Standard-Triangle-
25 Language (STL)-Format umgewandelt. Der erhaltene Datensatz wird nun aufbereitet und für den späteren Bauprozess in Schichtinformationen mit definierter Schichtdicke zerlegt. Die Schichtinformationen werden im Anschluss der Lasersinteranlage zugeführt. Auf der Basis dieser nicht zwingend
30 äquidistanten zweidimensionalen Schichten werden durch den Energieeintrag des Laserstrahls definierte Flächen auf der Oberfläche des Pulverbettes lokal aufgeschmolzen und nach



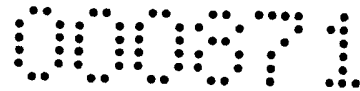
der Erstarrung verfestigt. Nach dem Auftragen einer neuen Pulverschicht wiederholt sich der Prozessablauf bis zur Fertigstellung des Bauteils.

5 Die wichtigsten Einflussfaktoren beim Lasersinterprozess können den folgenden Parametern zugeordnet werden: Werkstoff, Maschine, Bauteil, Laser, Umgebung und Belichtung. Bestimmte Einflussfaktoren wie beispielsweise der Laser oder die Umgebung, sind dabei durch den Aufbau der Anlage
10 gekoppelt und somit anlagenspezifisch. Daher müssen diese Größen bei der Auslegung der Anlage auf die verwendeten Werkstoffsysteme abgestimmt werden. Ferner müssen bei der Auswahl der Werkstoffsysteme prozessspezifische Einflussfaktoren, wie beispielsweise die Schüttdichte oder optische
15 Eigenschaften berücksichtigt und eventuell angepasst werden. Als wesentlichste Prozess-Stellgrößen sind die Laserstrahlleistung, die Schichtdicke, die Scangeschwindigkeit, der Strahlversatz und das Bestrahlungsmuster zu nennen.

20 Der Grad der Verfestigung durch den Laserstrahl und die daraus resultierenden mechanischen Eigenschaften werden im Wesentlichen von der Wechselwirkungszeit, der Leistungsdichte und dem Absorptionsverhalten des Pulvers bestimmt. Die Oberflächen- und Volumenbereiche eines Körpers lassen
25 sich derzeit nur unzureichend über unterschiedliche Belichtungsstrategien und Belichtungsparameter auf die jeweiligen Anforderungen einstellen. Ferner sind die erzielbaren Eigenschaften des Bauteils bezüglich des Koordinatensystems des Bauraumes lage- und orientierungsabhängig.

30

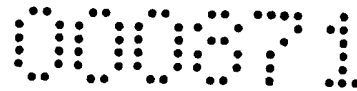
Bei den sogenannten additiven Fertigungsverfahren gemäß dem Stande der Technik kommen lediglich Pulverwerkstoffe eines einzigen homogenen Pulversystems pro Bauprozess zum Ein-



satz. Diese Pulverwerkstoffe besitzen charakteristische Eigenschaften, die durch die Abhängigkeit von Prozess-Stellgrößen mittels Laserstrahl derzeit nur in engen Prozessgrenzen veränderbar sind. Dabei wird der Pulverwerkstoff mittels eines sogenannten Beschichters bzw. einer Walze in einer Ebene über den gesamten Bauraum plan aufgetragen und verteilt. Eine gezielte, lokale Dosierung sowie Mischung des Pulverwerkstoffes ist aufgrund dieses Funktionsprinzips nicht möglich. Daher sind bislang keine Mehrstoffschichtsysteme während des gesamten Bauzykluses möglich. Dies bedeutet, dass bislang eine Herstellung von Sinterschichten mit untereinander und/oder innerhalb einer oder mehrerer Sinterschichten unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften nicht möglich ist.

15 Aus technischer und wirtschaftlicher Sicht besteht jedoch ein hoher Bedarf an der Verarbeitung mehrschichtiger Oberflächen mit spezifischen Eigenschaften und Funktionen. Es sind zahlreiche, zum Teil neue Anwendungen denkbar, bei denen Bauteile oder Werkzeuge unterschiedliche funktionale Eigenschaften an der Oberfläche und/oder im Volumen benötigen. Beispielsweise werden bei zahlreichen technischen Bauteilen am Übergang von deren Oberflächen zu deren Kernbereich oder in deren Kernbereich selbst hohe Zähigkeiten und hohe Zeitstandsfestigkeiten oder an deren Oberflächen erhöhte Strukturauflösungen und Kantenschärfen gefordert.

30 Zur Generierung von Überhängen werden Stützgeometrien benötigt, weil die durch den Laserstrahl eingebrachte Wärme gezielt abgeführt werden muss, damit ein Verzug durch Eigenspannungen verhindert wird. Bislang werden derartige Stützgeometrien aus demselben Pulverwerkstoff wie das aufzubauende Werkstück generiert. Dies kann zu Problemen bei



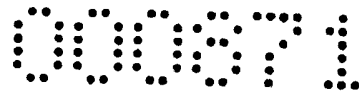
der mechanischen Ablösung dieser Stützgeometrien von der Werkstückoberfläche führen.

5 Die additiven Fertigungsverfahren gemäß dem Stande der Technik weisen eine Reihe von Vorteilen auf. So ist eine Verarbeitung von Metallpulvern und eine automatisierte, flexible Fertigung ohne formgebundene Werkzeuge möglich. Ferner bieten diese additiven Fertigungsverfahren eine Variantenvielfalt in der Gestaltung der Prozesskette durch
10 Verfahrenskombination, beispielsweise Laserstrahlsintern und chemische Beschichtung und ermöglichen eine schnellere Erstellung ohne Formen. Allerdings weisen diese additiven Fertigungsverfahren einige erhebliche Nachteile auf. So ist eine Werkstoffkombination von Mehrstoffschichtsystemen
15 während des Bauprozesses ebenso nicht möglich, wie eine gezielte Einstellung der Produkteigenschaften der Bauteile. Die Werkstoffeigenschaften sind teilweise schlechter als bei konventioneller Fertigungsweise. Ferner ergibt sich ein hoher Zeit- und Kostenaufwand bei der Nachbearbeitung,
20 beispielsweise durch Schleifen, Polieren und/oder gegebenenfalls durch Beschichten.

Eine Vorrichtung zum Zuführen von sinterbarem Pulver gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 und ein Verfahren zum
25 Zuführen von sinterbarem Pulver mit Hilfe einer derartigen Vorrichtung ist beispielsweise aus der DE 103 60 094 A1 oder der DE 199 28 245 A1 bekannt geworden. Diese Vorrichtungen bzw. diese Verfahren weisen die vorstehend erwähnten Nachteile auf.

30

Es ist demgemäß eine Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Zuführen von sinterbarem Pulver auf eine Auftragsstelle einer Lasersintereinrichtung zur



Verfügung zu stellen, mit der Oberflächenschichten, Bauteile, Werkzeuge und dergleichen mit insbesondere lokal- oder bereichsweise unterschiedlichen funktionalen Eigenschaften verwirklicht sind.

5

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 20 gelöst. Dadurch lassen sich mittels Lasersintern die Werkstoffeigenschaften und Produktmerkmale von Schichten, Bauteilen, Werkzeugen und dergleichen gezielt lokal oder bereichsweise einstellen und/oder es ist eine Kombination von unterschiedlichen Pulverwerkstoffsystemen in einem Herstellungszyklus zur Erzeugung von Mehrschichtsystemen und/oder Mehrstoffschichtsystemen ermöglicht. Dadurch lassen sich neue und innovative Anwendungen schaffen, bei denen Bauteile, Werkzeuge und dergleichen unterschiedliche funktionelle Eigenschaften an der Oberfläche und/oder im Volumen aufweisen. Außerdem können die zur Verwirklichung von Überhängen benötigten Stützgeometrien entweder unter Verwendung von anderen Pulverwerkstoffen wie das aufzubauende Bauteil bzw. Werkstück und dergleichen verwirklicht werden und/oder können die Stützgeometrien mit einer Oberflächenschicht versehen werden, die unter Verwendung eines anderen Pulverwerkstoffs wie bei dem aufzubauenden Werkstück bzw. Bauteil und dergleichen hergestellt ist. Dabei können die funktionellen Eigenschaften des anderen Pulverwerkstoffes im gesinterten Zustand gegenüber den Eigenschaften des Sinterwerkstoffes der Werkstück- bzw. Bauteiloberfläche und dergleichen so gewählt werden, dass eine mechanische Ablösung der Stützgeometrien von der Werkstück- bzw. Bauteiloberfläche problemlos möglich ist.

30

Weitere Merkmale, Vorteile und Gesichtspunkte der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen sowie aus dem

nachfolgenden Beschreibungsteil, in dem ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Figuren beschrieben wird:

5 Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Pulver-Dosier-Misch-Vorrichtung;

10 Fig. 2 eine schematische Darstellung von Verfahrensbzw. Prozessmodulen, welche auch vorteilhaft zur Erweiterung einer existierenden Lasersinteranlage einsetzbar sind.

15 Die Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 20 zum Zuführen von sinterbarem Pulver 21.1, 21.2; 27 auf eine Auftragsstelle 22 einer Lasersintereinrichtung 23 zur Herstellung von Schichten und/oder Bauteilen 26, die aus dem mittels eines Lasers 24 behandelten, vorzugsweise
20 aufgeschmolzenen Pulver 21.1, 21.2; 27 hergestellt sind.

Die Vorrichtung 20 weist eine Mischeinrichtung 28 zum Mischen von unterschiedlichen Pulverwerkstoffen 21.1, 21.2, insbesondere von im gesinterten Zustand unterschiedliche
25 Werkstoffeigenschaften aufweisenden unterschiedlichen Pulverwerkstoffen 21.1, 21.2 zu einer sinterbaren Pulvermischung 27 auf. Sie weist ferner wenigstens eine Dosier-
vorrichtung 29.1, 29.2 zum Dosieren wenigstens eines Pulverwerkstoffes 21.1, 21.2 der unterschiedlichen Pulver-
30 werkstoffe 21.1, 21.2 auf. Die Mischeinrichtung 28 ist mit der bzw. den Dosiervorrichtungen 29.1, 29.2 verbunden, die in Förderrichtung des bzw. der Pulver(s) 21.1, 21.2

betrachtet stromaufwärts, also der Mischvorrichtung 28 vorgeordnet angeordnet sind.

5 Die Vorrichtung 20 weist in dem beispielhaft gezeigten Ausführungsbeispiel zwei Kammern 31.1, 31.2 auf, die hier voneinander durch eine Trennwand 48 getrennt sind. Die Kammer 31.1 dient zum Aufnehmen des Pulvers 21.1 und die Kammer 31.2 dient zum Aufnehmen des gegenüber dem Pulver 21.1 unterschiedliche Eigenschaften aufweisenden Pulvers 10 21.2. Die beiden Kammern 31.1 und 31.2 sind hier zu einer gemeinsamen, auswechselbaren Kartusche 32 zusammengefasst. Es versteht sich jedoch, dass die Kammern 31.1, 31.2 oder Gruppen von Kammern oder jede Kammer auch als auswechselbare Kartuschen gestaltet sein können.

15 Die Kammern 31.1, 31.2 respektive die Kartusche 32 ist bzw. sind mit einem Dosier- und Mischkopf 41 verbunden. Mit Hilfe dieses Dosier- und Mischkopfes können die unterschiedliche Eigenschaften aufweisenden Pulver 21.1 und 21.2 20 in einem bestimmten Mischungsverhältnis, das mit Hilfe der Dosier- und Mischvorrichtungen 29.1, 29.2 einstellbar ist, zu einer sinterbaren Pulvermischung 27 vermischt werden.

25 Die in den Kammern 31.1 und 31.2 befindlichen Pulverteilchen der Pulver 21.1 und 21.2 weisen üblicherweise eine sehr geringe Größe auf, so dass sie zum Verklumpen bzw. zur Aggregation neigen. Dies erschwert die Förderung der Pulverteilchen in eine bestimmte Förderrichtung. Um dem entgegenzuwirken, also um eine Entmischung der Pulverteilchen der Pulver 21.1 und 21.2 erreichen zu können und 30 um die Beweglichkeit der einzelnen Pulverteilchen der Pulver 21.1 und 21.2 anzuregen, ist jeder Kammer 31.1 und 31.2 jeweils wenigstens eine Anregungseinrichtung 33.1,

33.2 zugeordnet, mittels der eine Entmischung des in der jeweiligen Kammer 31.1, 31.2 befindlichen Pulvers 21.1, 21.2 erreichbar ist bzw. erreicht wird. Bei diesen Anregungseinrichtungen 33.1 und 33.2 handelt es sich hier
5 jeweils um einen Ultraschallsender 34.1, 34.2. Dessen maximale Ausstrahlungsrichtung ist jeweils auf eine der zugeordneten Kammern 31.1, 31.2 gerichtet.

In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist jede der Kammern
10 31.1, 31.2 mit einer Dosiervorrichtung 29.1, 29.2 gekoppelt, mittels welcher der Durchsatz des aus der jeweiligen Kammer 31.1, 31.2 stammenden und der Mischeinrichtung 28 zuzuführenden Pulvers 21.1, 21.2 vorzugsweise kontinuierlich veränderbar einstellbar ist. Folglich kann mit Hilfe
15 wenigstens einer der Dosiervorrichtungen 29.1, 29.2 ein bestimmtes Mischungsverhältnis der zu mischenden Pulver 21.1, 21.2 in der Mischkammer 39 der Mischeinrichtung 28 eingestellt werden.

Jede der Kammern 31.1, 31.2 weist im Bereich ihres jeweiligen unteren Endes 36.1, 36.2 wenigstens einen in die Mischeinrichtung 28, hier in die Mischkammer 39 mündenden, vorzugsweise sich konisch verjüngenden, Kanal 37.1, 37.2 auf. Diese Kanäle 37.1, 37.2 dienen zur Aufnahme und
25 Weiterleitung des in der jeweiligen Kammer 31.1, 31.2 befindlichen Pulvers 21.1, 21.2 in die bzw. in Richtung der Mischeinrichtung 28. Wenigstens ein Kanal der Kanäle 37.1, 37.2, hier beide Kanäle 37.1 und 37.2, ist bzw. sind mit einer auf die zu mischenden Pulver 21.1, 21.2 einwirkende
30 Anregungseinrichtung 33.3, 33.4 gekoppelt, bei der es sich in dem gezeigten Ausführungsbeispiel jeweils um einen Piezoschwinger 35.1, 35.2 handelt. Diese Piezoschwinger 35.1, 35.2 schwingen vorzugsweise in einer horizontalen

Schwingrichtung 42.1, 42.2, um eine Förderung der unterschiedlichen Pulver 21.1, 21.2 durch die Kanäle 37.1, 37.2 in Richtung der Mischeinrichtung 28 bzw. deren Mischkammer 39 in einem bestimmten, einstellbaren Durchsatz erreichen zu können.

5

Auch die Mischkammer 39 der Mischeinrichtung 28 ist vorzugsweise mit einer Anregungseinrichtung 33.5 gekoppelt. Dabei handelt es sich in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ebenfalls um einen Piezoschwinger 35.3. Mit Hilfe dieses Piezoschwingers 35.3 ist bzw. wird eine Vermischung der unterschiedlichen Pulverwerkstoffe 21.1, 21.2 in der Mischkammer 39 und/oder eine Förderung der in der Mischkammer 39 gemischten unterschiedlichen Pulverwerkstoffe 21.1, 21.2 durch eine Öffnung 43 der Mischkammer 39 bewirkbar oder unterstützbar bzw. bewirkt oder unterstützt. Bei der Öffnung 43 handelt es sich hier um eine einen Öffnungsdurchmesser aufweisende Durchtrittsöffnung einer Blende 44. Es versteht sich, dass der Öffnungsdurchmesser der Öffnung 43 der Blende 44 vorteilhafterweise auch unterschiedlich, vorzugsweise kontinuierlich veränderbar einstellbar sein kann.

10

15

20

Die in der Mischkammer 39 der Mischeinrichtung 28 gemischten Pulverteilchen 21.1, 21.2 können schwerkraftbedingt und angeregt durch die als Piezoschwinger 35.3 gestaltete Anregungseinrichtung 33.5, die der Mischkammer 39 eine hier vertikale Schwingung in der Schwingrichtung 42.3 vermittelt, durch die Öffnung 43 der Blende 44 in einen mit einer Spitze 60 gestalteten, konisch zulaufenden Führungshohlkörper 59 fallen. Dabei unterliegen die einzelnen Pulverteilchen der Pulver 21.1 und 21.2 einer weiteren, hier allerdings statistischen Vermischung. Der Führungshohl-

25

30

körper 59 weist im Bereich seiner Spitze 60 eine Durchtrittsöffnung 61 auf, durch welche die gemischten Pulverteilchen der unterschiedlichen Pulver 21.1 und 21.2 als Pulvermischung 27 austreten können.

5

Die Pulver-Dosier- und Misch-Vorrichtung 20 ist vorzugsweise im Bereich ihres Dosier- und Mischkopfes 41 fest mit einer Verfahreinrichtung 38 verbunden, mittels welcher sie zu einer vorherbestimmbaren Auftragsstelle 22 im Bearbeitungsbereich der Lasersintereinrichtung 23 bewegbar ist. Bei der Verfahreinrichtung 38 handelt es sich um einen 3D-Manipulator, der in drei zueinander senkrecht angeordneten Bewegungsachsen X, Y und Z bewegbar ist. Diese sind in Figur 1 mit den Bezugszeichen 45, 46 und 47 gekennzeichnet. Dadurch kann die Pulver-Dosier- und Misch-Vorrichtung 20 mit Hilfe der Verfahreinrichtung 38 an beliebige Bearbeitungs- bzw. Auftragsstellen 42 bewegt werden, selbstverständlich innerhalb der durch die Bewegungsmöglichkeiten der Verfahreinrichtung 38 vorgegebenen Grenzen. Die Bewegungsachsen 45, 46 und 47 der Verfahreinrichtung 38 sind vorzugsweise jeweils mit Hilfe eines Schrittmotors betätigbar, so dass eine exakte digitale Ansteuerung und Bewegungssteuerung der Verfahreinrichtung 38 und folglich der Pulver-Dosier-Misch-Vorrichtung 20 möglich ist.

25

Wie in Figur 1 ebenfalls schematisch gezeigt, sind die Dosiervorrichtungen 29.1, 29.2, die hier jeweils mit einem der Kanäle 37.1, 37.2 und mit jeweils einem Piezoschwinger 35.1, 35.2 gestaltet sind, über eine in Figur 1 schematisch und gepunktet dargestellte Verbindung mit einer Steuerungseinrichtung 40 gekoppelt. Mit Hilfe dieser Steuerungseinrichtung 40 kann unter anderem der jeweilige Durchsatz der unterschiedlichen Pulver 21.1, 21.2 eingestellt bzw.

30

gesteuert werden, die der Mischeinrichtung 28 zugeführt werden.

5 Die Steuerungseinrichtung 40 ist vorzugsweise mit einer
wissensbasierten Datenbank gekoppelt, die in Figur 2
schematisch als ein erster Modul 51 dargestellt ist. In
dieser wissensbasierten Datenbank 51 sind Materialkennwerte
der unterschiedlichen Pulver 21.1 und 21.2 sowie Korre-
10 lationen zwischen den unterschiedlichen Pulverwerkstoffen
21.1 und 21.2, den Laserstrahl 25 beeinflussenden Para-
metern und den bei Einwirkung des Laserstrahls 25 auf die
unterschiedlichen Pulverwerkstoffe 21.1 und 21.2, respek-
tive deren Pulvermischung 27 resultierenden mechanisch-
15 technologischen Werkstoffeigenschaften der gesinterten
Pulverwerkstoffe als Informationen gespeichert.

Basierend auf den in der wissensbasierten Datenbank (Modul
51) gespeicherten Informationen kann durch eine bestimmte
Datenzuordnung 56 ein erweiterter Datensatz (zweiter Modul
20 52) spezifisch für ein bestimmtes Bauteil bzw. Werkstück
und dergleichen generiert und vorzugsweise dort abge-
speichert werden. Dieser erweiterte Datensatz enthält
sowohl geometrische Daten über die herzustellende Schicht
oder das herzustellende Bauteil, Werkstück und dergleichen,
25 insbesondere in Form von CAD-Daten, als auch Nenndaten über
die Eigenschaften der mittels des Laserstrahls 25 des
Lasers 24 behandelten bzw. gesinterten Pulverwerkstoffe
21.1 und 21.2 enthält.

30 Die Daten des erweiterten Datensatzes (Modul 52) können im
Wege einer Datentransformation 57 mit Hilfe mathematischer
Algorithmen in einen erweiterten Steuerdatensatz (Modul 53)
transferiert bzw. umgerechnet werden, der Steuerungsdaten

58 für die zu sinternde Schicht bzw. für eine Mehrzahl von zu sinternden Schichten enthält. Dabei kann es sich um einen standardisierten Prozess handeln, der auch als Schichtenzerlegung oder „Slicen“ bezeichnet wird.

5

Die auf diese Art und Weise anlagenspezifisch erzeugten Steuerungsdaten 58 enthalten geometrische Konturdaten jeder einzelnen zu sinternden Schicht, materialspezifische Prozessparameter für die Lasersintereinrichtung 23 und vorzugsweise Soll-Geometriedaten für das zu generierende Bauteil 26.

10

Diese Steuerungsdaten 58 werden schließlich über die Steuereinrichtung 40 an das Dosiermischsystem, respektive die Dosiervorrichtungen 29.1, 29.2 und auch an die Verfahreneinrichtung 38 ebenso weitergeleitet, wie an den Laser 24 und die diesen etwaig bewegenden Komponenten, die also mit Hilfe der Steuereinrichtung 40 synchron gesteuert werden können. Ferner ist es möglich, die Steuerungsdaten 58 auch noch an ein Beschichtersystem weiterzuleiten, wie es beispielsweise nach Stand der Technik vorbekannt ist.

15

20

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Zuführen von sinterbarem Pulver 21.1, 21.2; 27 auf eine Auftragsstelle 22 einer Lasersintereinrichtung 23 zur Herstellung von Schichten und/oder Bauteilen 26, wobei wenigstens zwei unterschiedliche Pulverwerkstoffe 21.1, 21.2, insbesondere wenigstens zwei im gesinterten Zustand unterschiedliche Werkstoffeigenschaften aufweisende unterschiedliche Pulverwerkstoffe 21.1, 21.2, vorzugsweise unter Verwendung einer Pulver-Dosier-Misch-Vorrichtung 20, welche die vorstehend bezeichneten Merkmale und/oder die in den Ansprüchen 1 bis 19 enthaltenen Merkmale aufweisen kann, mit Hilfe einer

25

30

bzw. der Mischeinrichtung (28) in einem mittels wenigstens einer mit der Mischeinrichtung (28) verbundenen Dosiereinrichtung (29.1, 29.2) einstellbaren Mischungsverhältnis zu einer Pulvermischung (27) gemischt werden, die auf die Auftragsstelle (22) der Lasereinrichtung (23) aufbringbar ist bzw. aufgebracht wird.

Zu diesem Zwecke kann also eine erfindungsgemäße Pulver-Dosier-Misch-Vorrichtung 20 unter Verwendung der Erweiterungsmodule 51 bis 54 zu bzw. in einer herkömmlichen Lasersintereinrichtung integriert werden. Mit Hilfe einer derartigen Lasersintereinrichtung kann gemäß einem dem Stande der Technik entsprechenden Verfahren ein erster, einheitlicher bzw. homogener Pulverwerkstoff mittels eines herkömmlichen Beschichters bzw. einer herkömmlichen Walze in eine Ebene über dem gesamten Bauraum plan, vorzugsweise in Form eines Pulverbetts aufgetragen und verteilt werden. Anschließend kann unter Verwendung der erfindungsgemäßen Pulver-Dosier-Misch-Vorrichtung 20 an ausgewählten Stellen innerhalb des Bauraumes eine mit Hilfe dieser Vorrichtung 20 gemischte Pulvermischung 27 aus unterschiedlichen Pulverwerkstoffen 21.1, 21.2 entsprechend den konstruktiven bzw. anwenderseitigen Bedürfnissen an den gewünschten Stellen innerhalb des Bauraumes auf das dort bereits aufgetragene Pulver bzw. Pulversystem aufgegeben werden. Vorzugsweise erfolgen der standardisierte Beschichtungsprozess und der erfindungsgemäße Zudosierprozess parallel, d. h. gleichzeitig. Zur Erleichterung des Einmischens bzw. Einbringens der mittels der Pulver-Dosier-Misch-Vorrichtung 20 hergestellten Pulvermischung 27 in den einheitlichen bzw. homogenen Pulverwerkstoff bzw. das damit gebildete Pulverbett, kann die Spitze 60 des Führungshohlkörpers 59 in die Schicht des einheitlichen bzw. homogenen Pulver-

werkstoffes bewegt werden. Dabei kann die Spitze 60 eine Vibration bzw. Schwingung in vertikaler Schwingungsrichtung 42.3 vollziehen, welche durch die der Mischeinrichtung 28 zugeordnete Anregungseinrichtung 33.5, also hier durch den
5 der Mischkammer 39 zugeordneten Piezoschwinger 35.3, erzeugt wird. Unterstützt durch diese Schwingungsbewegung kann die aus der Öffnung 61 der Spitze 60 austretende Pulvermischung 27 in den einheitlichen bzw. homogenen Pulverwerkstoff bzw. in das Pulverbett eingemischt und im
10 Bereich der jeweiligen Auftragsstelle 22 verdichtet werden. Es versteht sich jedoch, dass das erfindungsgemäße Verfahren, respektive der Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung 20 nicht auf die vorstehend beschriebenen Anwendungen beschränkt ist bzw. sind, sondern dass
15 beispielsweise auch eine oder mehrere Schichten und ein gegebenenfalls daraus aufgebautes Bauteil, Werkstück oder dergleichen ausschließlich aus einer Pulvermischung 27 gebildet sein kann, die mit Hilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung 20 und/oder mit dem erfindungsgemäßen Verfahren
20 hergestellt sein kann.

Nachfolgend wird ein wichtiger Teil der Beschreibung wiedergegeben:

In anderer Darstellung betrifft die Erfindung eine Vor-
25 richtung 20 und ein Verfahren zum Zuführen von sinterbarem Pulver 21.1, 21.2 auf eine Auftragsstelle 22 einer Laser-Sintereinrichtung 23. Die Vorrichtung 20 weist eine Mischeinrichtung 28 zum Mischen von unterschiedlichen Pulverwerkstoffen 21.1, 21.2 zu einer sinterbaren Pulver-
30 mischung 27 und wenigstens eine Dosiervorrichtung 29.1, 29.2 zum Dosieren wenigstens eines Pulverwerkstoffes 21.1, 21.2 der unterschiedlichen Pulverwerkstoffe 21.1, 21.2 auf, die mit der Mischeinrichtung 28 verbunden ist. Das

Mischungsverhältnis der unterschiedlichen Pulverwerkstoffe 21.1, 21.2 in der Mischeinrichtung 28 ist mit Hilfe der wenigstens einen Dosiervorrichtung 29.1, 29.2 einstellbar bzw. wird mit Hilfe der wenigstens einen Dosiervorrichtung 29.1, 29.2 eingestellt.

5

B E Z U G S Z E I C H E N L I S T E

10

20	Vorrichtung	35.2	Piezoschwinger
21.1	Pulver/Pulverwerkstoff	35.3	Piezoschwinger
21.2	Pulver/Pulverwerkstoff	36.1	Ende von 31.1
22	Auftragsstelle	36.2	Ende von 31.2
23	Lasersintereinrichtung	37.1	Kanal
24	Laser	37.2	Kanal
25	Laserstrahl	38	Verfahreinrichtung
26	Schicht/Bauteil	39	Mischkammer
27	Pulver/Pulvermischung	40	Steuereinrichtung
28	Mischeinrichtung	41	Dosier- und Mischkopf
29.1	Dosiervorrichtung	42.1	Schwingrichtung
29.2	Dosiervorrichtung		von 35.1
31.1	Kammer	42.2	Schwingrichtung
31.2	Kammer		von 35.2
32	Kartusche	42.3	Schwingrichtung
33.1	Anregungseinrichtung		von 35.3
33.2	Anregungseinrichtung	43	Öffnung
33.3	Anregungseinrichtung	44	Blende
33.4	Anregungseinrichtung	45	Bewegungsachse X
33.5	Anregungseinrichtung	46	Bewegungsachse Y
34.1	Ultraschall-Sender	47	Bewegungsachse Z
34.2	Ultraschall-Sender	48	Trennwand
35.1	Piezoschwinger	51	erster Modul (wissens-

- basierte Datenbank)
- 52 zweiter Modul (erweiterter Datensatz)
- 53 dritter Modul (erweiterter Steuerungsdatensatz)
- 54 vierter Modul (Pulver-Dosier-Misch-Vorrichtung)
- 56 Datenzuordnung
- 57 Datentransformation
- 58 Steuerungsdaten
- 59 Führungs-Hohlkörper
- 60 Spitze
- 61 Öffnung

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
dass die Kammern (31.1, 31.2) als eine auswechselbare
Kartusche (32) oder als mehrere auswechselbare
5 Kartuschen gestaltet sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch
gekennzeichnet, dass wenigstens eine oder jede der
Kammern (31.1, 31.2) mit der bzw. mit einer
10 Dosiervorrichtung (29.1, 29.2) gekoppelt ist bzw. sind,
mittels welcher der Durchsatz des aus der jeweiligen
Kammer (31.1, 31.2) stammenden und der Mischeinrichtung
(28) zuführbaren Pulvers (21.1, 21.2) einstellbar ist,
15 mittels welcher bzw. in welcher das Pulver (21.1, 21.2)
aus wenigstens zwei der Kammern (31.1, 31.2) mischbar
ist bzw. gemischt wird.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
gekennzeichnet, dass diese wenigstens eine, vorzugs-
20 weise berührungslos auf die zu mischenden Pulver (21.1,
21.2) einwirkende, Anregungseinrichtung (33.1 bis 33.5)
aufweist, mittels der eine Entmischung des Pulvers
(21.1, 21.2) und/oder eine Bewegung des Pulvers (21.1,
21.2) in eine bestimmte Richtung induzierbar ist bzw.
25 wird.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
dass es sich bei der Anregungseinrichtung (33.1, 33.2)
um einen Ultraschallsender (34.1, 34.2) und/oder um
30 einen Piezoschwinger (35.1 bis 35.3) handelt.

- 5 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass jede Kammer (31.1, 31.2) mit wenigstens einer Anregungseinrichtung (33.1, 33.2), insbesondere mit wenigstens einem Ultraschallsender (34.1, 34.2) gekoppelt ist.
- 10 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischeinrichtung (28) eine Mischkammer (39) enthält, die eine Vermischung der unterschiedlichen Pulverwerkstoffe (21.1, 21.2) ermöglicht bzw. in welcher die unterschiedlichen Pulverwerkstoffe (21.1, 21.2) gemischt werden.
- 15 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischkammer (39) mit einer Anregungseinrichtung (33.5), insbesondere mit einem Piezoschwinger (35.3) gekoppelt ist, mittels dessen eine Vermischung der unterschiedlichen Pulverwerkstoffe (21.1, 21.2) in der Mischkammer (39) und/oder eine Förderung der in der Mischkammer (39) gemischten unterschiedlichen Pulverwerkstoffe (21.1, 21.2) durch eine Öffnung (43) der Mischkammer (39) bewirkbar oder unterstützbar bzw.
- 20
25 bewirkt oder unterstützt wird.
- 30 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Öffnung (43) um die Durchtrittsöffnung einer Blende (44) mit einem Öffnungsdurchmesser handelt, der vorzugsweise einstellbar ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Dosiervorrichtung (29.1, 29.2) mit einer Steuereinrichtung (40) gekoppelt ist, mittels welcher der Durchsatz an Pulverwerkstoff (21.1, 21.2) einstellbar ist, welcher der Mischeinrichtung (28) zuführbar ist bzw. zugeführt wird.
- 5
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinrichtung (40) mit einer Zustelleinrichtung gekoppelt ist, mittels welcher der Durchsatz an Pulverwerkstoff (21.1, 21.2) einstellbar ist, welcher der Mischeinrichtung (28) zuführbar ist bzw. zugeführt wird.
- 10
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinrichtung (40) mit einer wissensbasierten Datenbank (51) gekoppelt ist, in welcher Materialkennwerte der unterschiedlichen Pulver (21.1, 21.2) und Korrelationen zwischen den unterschiedlichen Pulverwerkstoffen (21.1, 21.2), den Laserstrahl beeinflussenden Parametern und den bei dessen Einwirkung auf die Pulverwerkstoffe (21.1, 21.2) resultierenden mechanisch-technologischen Werkstoffeigenschaften der gesinterten Pulverwerkstoffe als Informationen gespeichert sind.
- 15
- 20
- 25

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass basierend auf den in einer bzw. in der wissensbasierten Datenbank (51) gespeicherten Informationen ein erweiterter Datensatz (52) an Daten generiert und vorzugsweise gespeichert wird, der spezifisch einem bestimmten Bauteil zugeordnet ist und der sowohl geometrische Daten über die herzustellende Schicht oder über das herzustellende Bauteil, insbesondere in Form von CAD-Daten, als auch Nenndaten über die Eigenschaften der mittels des Laserstrahls (25) behandelten Pulverwerkstoffe (21.1, 21.2; 27) enthält.
22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Daten des erweiterten Datensatzes (52) mit Hilfe mathematischer Algorithmen in einen erweiterten Steuerungsdatensatz (53) umgerechnet werden, der Steuerungsdaten (58) für die zu sinternde Schicht oder für eine Mehrzahl von zu sinternden Schichten enthält.
23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Daten des erweiterten Datensatzes (52) mit Hilfe mathematischer Algorithmen in einen erweiterten Steuerungsdatensatz (53) von anlagenspezifischen Steuerungsdaten (58) umgerechnet werden, die geometrische Konturdaten jeder einzelnen zu sinternden Schicht, materialspezifische Prozessparameter für die Lasersintereinrichtung (23) und vorzugsweise Soll-Geometriedaten für das zu generierende Bauteil (26) beinhalten.

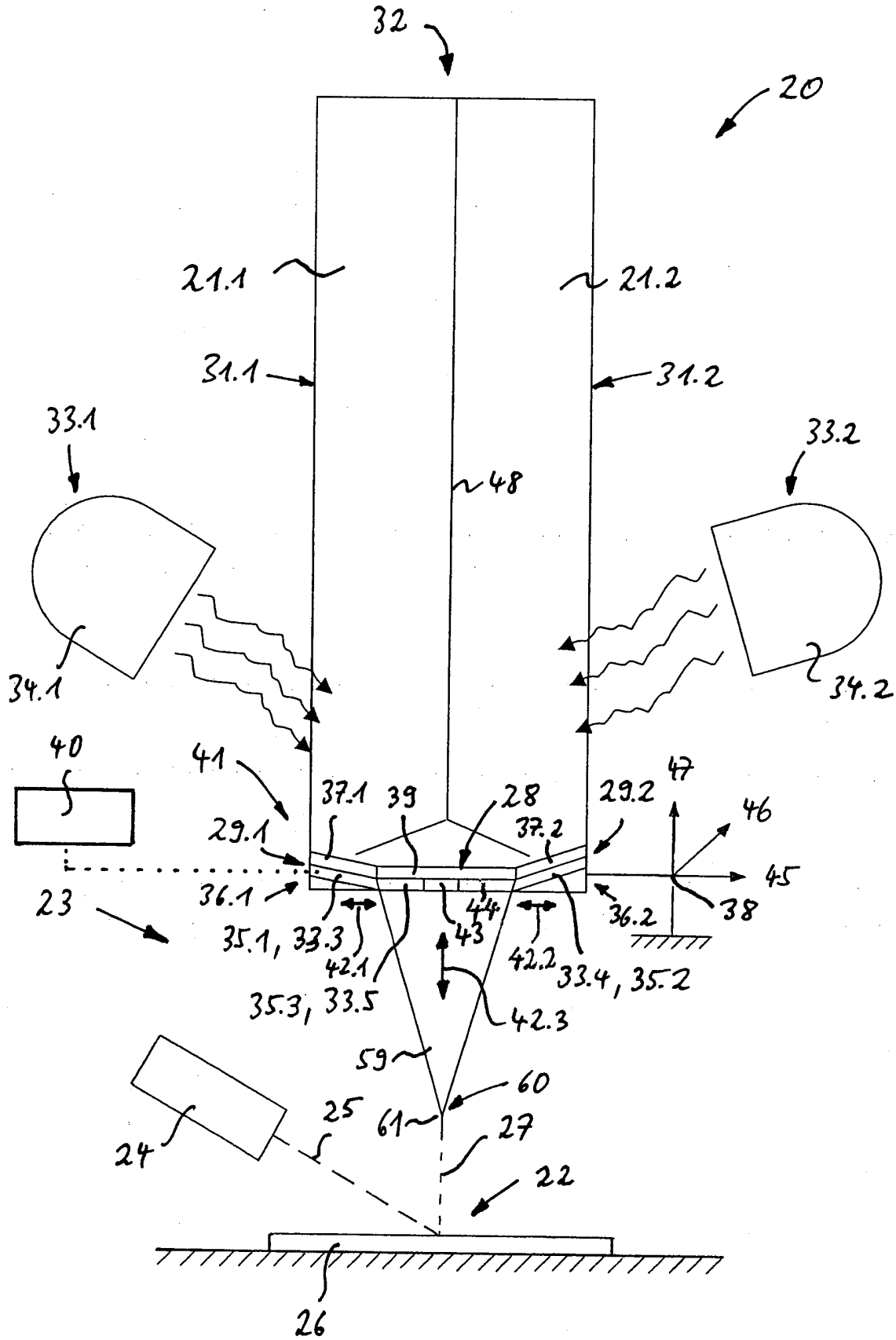


Fig. 1

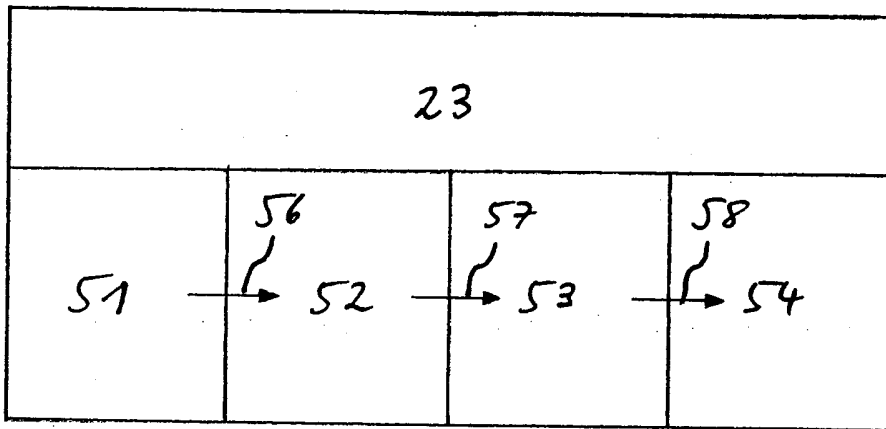


Fig. 2