



(10) **DE 20 2010 010 771 U1** 2012.01.05

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2010 010 771.7**
(22) Anmeldetag: **28.07.2010**
(47) Eintragungstag: **14.11.2011**
(43) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **05.01.2012**

(51) Int Cl.: **B29C 67/00 (2006.01)**
B29C 67/04 (2006.01)
B22F 3/10 (2006.01)
B23K 26/03 (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
**CL Schutzrechtsverwaltungs GmbH, 96215,
Lichtenfels, DE; Katholieke Universiteit Leuven,
Leuven, BE**

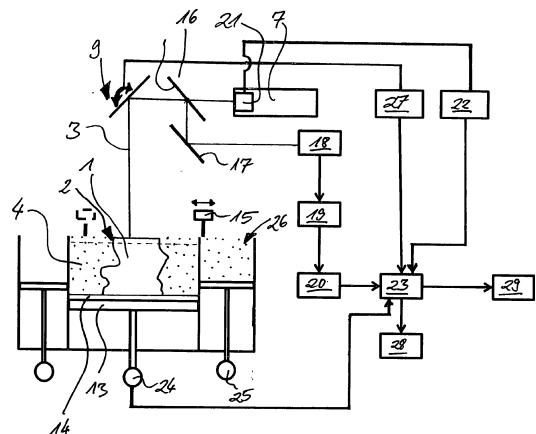
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Hafner & Partner, 90491, Nürnberg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Laserschmelzvorrichtung zum Herstellen eines dreidimensionalen Bauteils**

(57) Hauptanspruch: Laserschmelzvorrichtung, in welcher ein Bauteil (1) durch aufeinanderfolgendes Verfestigen einzelner Schichten (2) aus verfestigbarem Baumaterial (4) durch Einwirkung einer Strahlung (3), insbesondere Laserstrahlung durch Aufschmelzen des Baumaterials (4) hergestellt wird, wobei der durch einen punkt- und/oder linienförmigen Energieeintrag erzeugte Schmelzbereich (5) durch eine Sensorvorrichtung (6, 11, 12, 18) hinsichtlich seiner Abmessung, Form und/oder Temperatur erfassbar ist und daraus Sensorwerte zur Evaluierung einer Bauteilqualität herleitbar sind, gekennzeichnet durch

- eine Speichereinrichtung, in welcher die zur Evaluierung der Bauteilqualität erfassten Sensorwerte zusammen mit den Sensor-Werten im Bauteil (1) lokalisierenden Koordinatenwerten abspeicherbar sind und
- eine Visualisierungseinrichtung (29), die mit dem Speicher verbunden ist und durch welche die abgespeicherten Sensorwerte in einer zwei- oder mehrdimensionalen Darstellung bezogen auf ihren Erfassungsort im Bauteil (1) darstellbar sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Laserschmelzvorrichtung zum Herstellen eines dreidimensionalen Bauteils durch ein Laserschmelzverfahren, bei welchem das Bauteil durch aufeinanderfolgendes Verfestigen einzelner Schichten aus durch Einwirkung einer Strahlung verfestigbarem Baumaterial durch Aufschmelzen des Baumaterials erfolgt, mit den weiteren Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Aus WO 2007/147221 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Beobachtung und zum Kontrollieren eines selektiven Laserschmelzbauvorganges bekannt. Die dargestellte Vorrichtung zur selektiven Laserpulververarbeitung umfasst eine Bauplattform mit einem Pulverbett, ein Pulverbeschichtungssystem zum Auftragen einer Pulveroberfläche auf die Bauplattform, einen Laser, dessen fokussierter Laserstrahl auf die Pulveroberfläche trifft und innerhalb einer Schmelzzone ein Schmelzen des Pulvers verursacht. Der Laserstrahl wird mit einer Scannervorrichtung über die Pulveroberfläche gelenkt. Darüber hinaus ist ein Detektor zum Erfassen elektromagnetischer Strahlung vorgesehen, die von der Pulveroberfläche abgegeben oder reflektiert wird und die mit einem optischen System zusammenwirkt, das dem Laserstrahl folgt und zur Führung der Strahlung in Richtung des Detektors geeignet ist.

[0003] Der Detektor der bekannten Vorrichtung ist derart ausgebildet, dass er die elektromagnetische Strahlung erfassen kann, die von einem beweglichen Beobachtungsbereich auf der Pulveroberfläche abgegeben oder reflektiert wird, wobei der bewegliche Beobachtungsbereich größer ist wie der minimale Laserfleck des Laserstrahls. Dadurch kann der Schmelzpool erfasst werden, der im Pulverbett erzeugt wird.

[0004] Über den Detektor kann die Größe der Schmelzzone, insbesondere die Länge und Breite und ein Längen zu Breite Verhältnis ermittelt werden. Darüber hinaus können aus dem elektromagnetischen Spektrum der vom Schmelzpool emittierten Strahlung spezifische Teile selektiert werden.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 1 derart weiterzubilden, dass die mit ihr erfassten Werte einfacher ausgewertet werden können. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Mit anderen Worten wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die zur Evaluierung der Bauteilqualität erfassten Sensorwerte zusammen mit den die Sensorwerte im Bauteil lokalisierten Koordina-

tenwerten abgespeichert und mittels einer Visualisierungseinrichtung in zwei- und/oder mehrdimensionalen Darstellungen bezogen auf ihren Erfassungsort im Bauteil dargestellt werden. Die Sensorvorrichtung kann vorzugsweise hinsichtlich der Abmessung, Form und/oder Temperatur der im Schmelzbereich detektierten Auswirkungen des punkt- und/oder linienförmigen Energieeintrags erfassen.

[0007] In einer bevorzugten Ausführungsform werden bei einer 2D-Darstellung Sensorwerte einer Bauteilebene dargestellt, die einer Schicht entsprechen, die von einer Neubeschichtung mit Baumaterial durch Strahlungseinwirkung verfestigt wird. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn bei einer 2D-Darstellung Sensorwerte einer frei wählbaren Bauteilschnittebene dargestellt werden, die winkelig (z. B. rechtwinklig oder einem Winkel unter 30°) zu einer durch Strahlungseinwirkung sukzessiv verfestigten Schicht verläuft. Insbesondere kann die Schnittebene sowohl in ihrem Winkel als auch in ihrer Lage innerhalb des fiktiven Bauraums auf dem Bildschirm der Visualisierungseinrichtung frei wählbar sein, ähnlich wie dies auch bei handelsüblichen 2D-/3D-CAD-Computerprogrammen üblich ist.

[0008] Ferner ist es vorteilhaft, wenn bei einer zwei- und/oder mehrdimensionalen Darstellung ausschließlich Sensorwerte visuell dargestellt und/oder hervorgehoben werden, die Bauteilbereiche repräsentieren, die gegenüber wenigstens einem einen festlegbaren (vordefinierten) Sollverfestigungsgrad oder Solltemperaturwert oder Sollwert einen abweichenden, insbesondere reduzierten Verfestigungsgrad oder Temperaturwert oder Dichtewert zeigen. Ebenso ist es möglich, neben dem Verfestigungsgrad, dem Temperaturwert und dem Dichtewert auch einen Sollenergieeintrag und/oder Sollschmelzpoolabmessungen für die Abweichungsdarstellung und/oder Hervorhebung zugrunde zu legen.

[0009] Die Hervorhebung in diese Bereiche kann beispielsweise durch eine gezielte Wahl unterschiedlicher Farben, Graustufen, Transparenzgrade und/oder hinsichtlich einer Flächenstrukturierung (Schraffurart wie gepunktet, in unterschiedlichen Winkeln jeweils schräg liniert, etc.) erfolgen.

[0010] Ferner können die die Sensorwerte im Bauteil lokalisierenden Koordinatenwerte zumindest teilweise die zur Herstellung des Bauteils verwendeten Bauteilkoordinaten sein. Es ist sowohl möglich, die Verortung bzw. die Lokalisierung oder Zuordnung der Sensorwerte zu einem Koordinatenwert sowohl mittels der Verwendung der Baukoordinatenwerte (der Informationen, die dem Bauprozess zugrunde liegen), als auch ausschließlich oder zusätzlich unter Verwendung von während des Bauprozesses mittels weiterer Sensoren detektierter Lokalisierungssensoren vorzunehmen.

[0011] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform erfolgt eine Koordinatenzuordnung der Sensorwerte über Belichtungs- oder Scannerdaten. Zusätzlich oder alternativ kann es auch vorteilhaft sein, wenn bei der flächigen Erfassung der gesamten Bauebene oder des den Bauteilquerschnitt umfassenden Ausschnittes die Koordinaten eines Strahlungs-Energieeintrages der Bauteilebene erfasst und den Sensorwerten zuordnet und die Lage der Bauteilebene (Z-Koordinate) gesondert erfasst wird.

[0012] Visualisierungseinrichtungen werden heute in Verbindung mit der Röntgen- und Computertomogramm-Technologie verwendet und dienen in der Regel dazu, Sensorwerte darzustellen, die aufgrund der genannten Verfahren in einem vorhandenen, d. h. fertig vorliegenden Körper messtechnisch erfasst werden.

[0013] Die Erfindung setzt erstmalig ein Visualisierungsverfahren und eine zugehörige Visualisierungsvorrichtung (Software) in Verbindung mit einem generativen Herstellungsverfahren ein und wird dazu verwendet, beim Bauvorgang im Schmelzpool erfasste Werte griffiger darzustellen, um unmittelbar nach Fertigstellung und/oder noch während des Bauvorganges einer Bedienungsperson einer derartigen Laserschmelzanlage Aufschluss darüber zu geben, ob die verfestigten Bauteilschichten den an das Bauteil gestellten Anforderungen hinsichtlich Aufschmelzung, Temperaturverlauf Werkstückfestigkeit etc. zu genügen. Sollte ein generativ hergestelltes Bauteil sich nicht als fest genug erweisen und irgendwann später Anlass zur Beanstandung durch einen Benutzer geben, dann können z. B. archivierte bauhistorische Visualisierungsinformationen dazu herangezogen werden, um sehr schnell zu überprüfen, ob z. B. eine Bruchstelle des Werkzeuges entsprechend den Bauvorschriften tatsächlich hergestellt wurde oder ob es Abweichungen nach oben oder unten (z. B. von Toleranzbereichen) gab. Insbesondere dann, wenn innerhalb des Bauteils filigrane Strukturen vorliegen, kann überprüft werden, ob dort der Aufschmelzungsgrad, der Temperaturverlauf nach Wärmesenken, die Bauteildichte und dergleichen so eingestellt waren, dass Bruch vermieden werden sollen. Für zukünftige Bauvorhaben können dann derartige Erkenntnisse dazu herangezogen werden, um Werkstückbruch und/oder Materialversagen zu vermeiden.

[0014] Wenn im Anspruch 1 von einer zwei- oder mehrdimensionalen Darstellung gesprochen wird, so bedeutet dies, dass entweder ein zweidimensionales Bild der visualisierten Sensorwerte dargestellt wird, wobei die Sensorwerte in einer Schnittebene, z. B. einer Bauteilebene liegen oder einer Ebene, die winkelig zur Bauebene verläuft oder bei einer 3D-Darstellung das Bauteil gleichsam transparent dargestellt wird und Abweichungen der Bauteilqualität – basierend auf den ermittelten Sensorwerten und den da-

zu korrelierten Koordinatenwerten, z. B. Baukoordinatenwerten dargestellt wird.

[0015] In Weiterbildung ist es möglich, bei einer 2D- oder 3D-Darstellung ausschließlich Sensorwerte visuell herauszufiltern, die Bauteilbereiche repräsentieren, die gegenüber einem festlegbaren Sollverfestigungsgrad einen abweichenden, insbesondere reduzierten Verfestigungsgrad haben. Gleiches gilt natürlich auch für Darstellungen beispielsweise der Schmelztemperatur, der Dichte und dergleichen.

[0016] Dabei kann ein optimierter Wert in einer ersten Farbe, Graustufe und/oder Flächenstrukturierung dargestellt werden und bezogen auf diesen optimierten Wert nach unten oder oben abweichende Werte farblich, hinsichtlich des Grauwertes bzw. hinsichtlich der Flächenstruktur (z. B. der Schraffurart) unterschiedlich dargestellt werden. Dies ermöglicht es einem Betrachter eines solchen 2D- oder 3D-Bildes sofort Erkenntnisse darüber zu gewinnen, ob der Bauvorgang optimal abgelaufen ist oder das Bauteil unter Umständen Schwächen aufweist.

[0017] Die die Sensorwerte im Bauteil lokalisierenden Koordinatenwerte können die zur Herstellung des Bauteils verwendeten Baukoordinatenwerte sein. Dies sind die Werte, die dazu herangezogen werden, um den Laserstrahl über die Pulveroberfläche zu leiten sowie Werte, die eine Z-Koordinate hinsichtlich der Schichtnummer repräsentieren. Es ist aber auch möglich, die die Sensorwerte im Bauteil lokalisierenden Koordinatenwerte bei der Erfassung der Sensorwerte neu zu gewinnen, d. h. mit einem geeigneten Abtastverfahren die gerade zur Verfestigung anstehende Bauteiloberfläche abzutasten und Werte abzuspeichern, die einen Verfestigungsort (Ort der Energieeintragung in das Pulverbett) in der Schicht entsprechen. Dies kann dadurch geschehen, dass entweder eine flächige Erfassung der gesamten Bauebene erfolgt oder eben nur ein interessierender Ausschnitt der Bauebene erfasst wird, der den Bauteilbereich enthält.

[0018] Im Rahmen der Erfindung ist auch vorgesehen, die Sensorwerte nicht unmittelbar im Moment des Energieeintrages zu erfassen, sondern zusätzlich oder alternativ zeitlich versetzt danach. Wird z. B. die Temperatur im Schmelzpool zu einem Zeitpunkt T_0 (beim Energieeintrag) und dann zeitlich danach, z. B. 0,5 Sekunden, 1 Sekunde, 1,5 Sekunden oder dergleichen erfasst, dann lassen sich aus derartigen zu visualisierenden Sensorwerten Aufschlüsse über den Wärmefluss im Bauteil beim Bauvorgang gewinnen, um z. B. bei sehr filigranen Bauteilinnerbereichen Überhitzungserscheinungen zu vermeiden. Derartige zeitlich versetzte Erfassungsverfahren werden z. B. in der Mikroskopie als Sampling Mikroscope-Verfahren angesprochen.

[0019] Die Vorrichtung umfasst neben den üblichen Komponenten einer Laserschmelzanlage mit einer Sensorvorrichtung gemäß WO 2007/147221 A1 zusätzlich eine Speichereinrichtung, in welche die zur Evaluierung der Bauteilqualität erfassten Sensorwerte zusammen mit die Sensorwerte im Bauteil lokalisierenden Koordinaten abgespeichert werden und eine mit der Speichereinrichtung verbundene Visualisierungseinrichtung, durch welche die abgespeicherten Sensorwerte in z. B. farblicher oder grau abgestufter 2D- oder 3D-Darstellung bezogen auf ihren Erfassungswert im Bauteil dargestellt werden können.

[0020] Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in den Zeichnungsfiguren näher erläutert. Diese zeigen

[0021] **Fig. 1** eine schematische Darstellung eines koaxialen Überwachungsprozesssystems unter Verwendung zweier Vektoren gemäß dem Stand der Technik;

[0022] **Fig. 2** eine schematische Darstellung einer typischen selektiven Laserprozessmaschine mit erfindungsgemäßen Mitteln zur Erfassung und Auswertung der Sensorwerte;

[0023] **Fig. 3** ein Flussdiagramm, das wesentliche Prozessabläufe eines bevorzugten erfindungsgemäßen Verfahrens darstellt.

[0024] In Zeichnungsfigur **Fig. 1** ist eine Vorrichtung gemäß dem Stand der Technik dargestellt, wobei diese Vorrichtung ein Verfahren zum Herstellen eines dreidimensionalen Bauteils **1** durch ein Laserschmelzverfahren umfasst. Das Bauteil **1** wird durch aufeinanderfolgendes Verfestigen einzelner Schichten **2** (als Strichlinie angedeutet) aus durch Einwirkung einer Strahlung **3** verfestigbaren Baumaterials **4** durch Aufschmelzen des Baumaterials **4** erreicht. Der durch einen punkt- oder linienförmigen Energieeintrag erzeugte Schmelzbereich **5** wird durch eine Sensorvorrichtung **6** (z. B. Kamera **11** und Fotodiode **12**) hinsichtlich seiner Abmessung, Form und/oder Temperatur erfasst und die daraus resultierenden Sensorwerte zur Evaluierung einer Bauteilqualität hergeleitet.

[0025] In der dargestellten Ausführung des Standes der Technik gemäß **Fig. 1** wird die Strahlung **3** durch eine Laserquelle **7** (Laser) erzeugt. Anschließend über einen halbreflektierenden Spiegel **8** umgelenkt und über einen Scanner **9** mit vorzugsweise einer Fokussierlinse gezielt auf die zu verfestigende Schicht **2** des Baumaterials **4** gelenkt. Die am Schmelzbereich **5** erzeugte Strahlung geht diesen Weg in entgegengesetzter Richtung und durchdringt den halbreflektierenden Spiegel **8** geradlinig, so dass diese auf einen Strahlenteiler **10** gelangt und dort einmal umgelenkt zu einem ersten Detektor, vorzugsweise einer Kame-

ra **11** und den Strahlenteiler **6** geradlinig durchdringend zu einem zweiten Detektor, beispielsweise eine Fotodiode **12** geführt wird.

[0026] In Zeichnungsfigur **2** ist mm die Erweiterung des aus dem Stand der Technik bekannten Systems dargestellt. Das im Baubereich auf einen höhenverlagerbaren Träger **13** unter Verwendung einer Basisplatte **14** auf diese aufgebaute Bauteil **1** wird schichtweise (vgl. Schicht **2**) im Pulverbett des pulverförmigen Baumaterials **4** aufgebaut. Eine Beschichtereinrichtung **15** transportiert das Baumaterial **4** aus einer Dosierkammer **26** in den Baubereich.

[0027] Ausgehend von einem Laser **7** wird die Strahlung **3** nach geradlinigem Durchdringen eines einseitig durchdringbaren Spiegel **16** über den Scanner **9** auf das Bauteil **1** gerichtet. Die vom Bauteil reflektierte Strahlung wird über den Scanner **9** und den in dieser Richtung total reflektierenden Spiegel **16** auf einen weiteren Umlenkspiegel **17** und schließlich zu einem Detektor einer Sensorvorrichtung **6**, **11**, **12**, **18** gelenkt. Dieser Detektor gibt ein Signal an einen Prozessor **19**, vorzugsweise einem Mikroprozessor weiter, dessen Output zu einem Speicher **20** gelangt.

[0028] Der Laser **7** ist vorzugsweise mit einer Strahlmanipulationseinrichtung **21** versehen, die beispielsweise nach Art einer Modenblende, einem Gitterfilter oder anderer optischer Elemente ausgebildet ist. Diese Strahlmanipulationseinrichtung **21** wird über einen Controller **22** angesteuert, dessen Steuerdaten ebenso wie die im Speicher **20** bevorrateten Prozessordaten des Prozessors **19** in einer Datenverknüpfungs- und/oder Datenzuordnungseinheit **23** zusammenlaufen. Ebenfalls können an der Datenverknüpfungs-/Datenzuordnungseinheit **23** Steuerdaten des Scanners **9** und/oder Steuerdaten bezüglich der Höhenverlagerung des Trägers **13** vorzugsweise über seinen Stellmotor **24** gesammelt und einander zugeordnet werden. Selbstverständlich können auch Steuerdaten des Beschichters der Beschichtereinrichtung **15** und/oder des Zuführmechanismus an Baumaterial zu einer entsprechenden Bauteilschicht **2** (dies wäre beispielsweise mit den Steuerdaten des Stellmotors **25** der Dosierkammer **26** realisierbar), der Datenverknüpfungs-/Datenzuordnungseinheit **23** zugeführt werden. Zwischen dem Scanner **9** und der Datenverknüpfungs-/Datenzuordnungseinheit **23** kann auch ein Steuermodul **27** des Scanners angeordnet sein. Die in der Datenverknüpfungs-/Datenzuordnungseinheit **23** gesammelten, einander zugeordneten Daten (z. B. Datentupel) können dann in einer weiteren Datenverarbeitungsanlage **28** weiterverarbeitet und/oder über ein Darstellungselement **29** visualisiert werden. Statt einer Datenverarbeitungsanlage **28** kann auch eine Schnittstelle für einen Datenspeicher vorgesehen sein. Als Darstellungselement kann sowohl ein Bildschirm, ein Beamer oder ein Holograph verwendet werden.

[0029] Schließlich werden die zur Evaluierung der Bauteilqualität erfassten Sensorwerte zusammen mit den die Sensorwerte im Bauteil **1** lokalisierenden Koordinatenwerten abgespeichert und mittels der Visualisierungseinrichtung **29** in zwei- und/oder mehrdimensionalen Darstellungen bezogen auf ihren Erfassungsort im Bauteil **1** dargestellt.

25	Stellmotor v. 26
26	Dosierkammer
27	Steuermodul
28	Datenverarbeitungsanlage
29	Visualisierungseinrichtung

[0030] In Zeichnungsfigur **3** ist beispielhaft ein vorteilhafter Prozessablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Die Prozesssteuerung wirkt auf den Laser **7** und/oder den Scanner **9** ein und regelt über den Laservektor [n] die Eigenschaften des Laserstrahls **3**. Ausgehend vom Scanner **9** wird das Baumaterial **4** belichtet, wodurch sich eine Schmelze bzw. der Schmelzbereich **5** bildet. Aus dem Schmelzbereich **5** erfolgt eine Emission an Strahlung, die durch die Sensorvorrichtung **6**, **11**, **12**, **18** detektiert wird. Das Ergebnis dieser Detektion führt zu einer Auswertung (z. B. nach Art der Länge, Breite, Fläche etc.), die zu einer Zwischenspeicherung der Auswertung führt. Diese zwischengespeicherte Auswertung wird einem so genannten Mapping unterzogen. Diesem Mapping liegen vorzugsweise definierbare/veränderbare Mappingparameter (Kontrast, Farbe, Detektorwahl, Schwellwertbereiche, etc.) zugrunde. Nach dem Mapping wird dieses über die Visualisierungseinrichtung **29** dargestellt und/oder gespeichert. Hierbei ist es von Vorteil, wenn der Speicherung und/oder der Darstellung auch die Mappingparameter zugrunde liegen, d. h. auch die Mappingparameter gespeichert werden bzw. von der Visualisierungsvorrichtung **29** mit angezeigt werden.

Bezugszeichenliste

1	Bauteil
2	Schicht
3	Strahlung
4	Baumaterial
5	Schmelzbereich
6	Sensorvorrichtung
7	Laser
8	halbreflektierender Spiegel
9	Scanner
10	Strahlenteiler
11	Kamera
12	Fotodiode
13	Träger
14	Basisplatte
15	Beschichtereinrichtung
16	Spiegel
17	Spiegel
18	Sensorvorrichtung
19	Prozessor
20	Speicher
21	Strahlmanipulationseinrichtung
22	Controller v. 21
23	Datenverknüpfungs-/Datenzuordnungseinheit
24	Stellmotor v. 13

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

- WO 2007/147221 [\[0002\]](#)
- WO 2007/147221 A1 [\[0019\]](#)

Schutzansprüche

1. Laserschmelzvorrichtung, in welcher ein Bauteil (1) durch aufeinanderfolgendes Verfestigen einzelner Schichten (2) aus verfestigbarem Baumaterial (4) durch Einwirkung einer Strahlung (3), insbesondere Laserstrahlung durch Aufschmelzen des Baumaterials (4) hergestellt wird, wobei der durch einen punkt- und/oder linienförmigen Energieeintrag erzeugte Schmelzbereich (5) durch eine Sensorvorrichtung (6, 11, 12, 18) hinsichtlich seiner Abmessung, Form und/oder Temperatur erfassbar ist und daraus Sensorwerte zur Evaluierung einer Bauteilqualität herleitbar sind, gekennzeichnet durch

– eine Speichereinrichtung, in welcher die zur Evaluierung der Bauteilqualität erfassten Sensorwerte zusammen mit den Sensor-Werten im Bauteil (1) lokalisierenden Koordinatenwerten abspeicherbar sind und

– eine Visualisierungseinrichtung (29), die mit dem Speicher verbunden ist und durch welche die abgespeicherten Sensorwerte in einer zwei- oder mehrdimensionalen Darstellung bezogen auf ihren Erfassungsort im Bauteil (1) darstellbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei- oder mehrdimensionale Darstellung farblich erfolgt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die visualisierten Sensorwerte den Grad der Aufschmelzung des Baumaterials (4) bei dessen Verfestigung zeigen.

4. Vorrichtung nach Ansprüchen 1–3, dadurch gekennzeichnet, dass die visualisierten Sensorwerte die Temperatur oder einen Temperaturverlauf im Schmelzpool des Baumaterials (4) bei dessen Verfestigung zeigen.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer 2D-Darstellung Sensorwerte einer frei wählbaren Bauteilschnittebene darstellbar sind, die winkelig zu einer durch Strahlungseinwirkung sukzessiv verfestigten Schicht verläuft.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer zwei- und/oder mehrdimensionalen Darstellung ausschließlich Sensorwerte visuell darstellbar und/oder hervorhebbar sind, die Bauteilbereiche repräsentieren, die gegenüber wenigstens einem festlegbaren Sollverfestigungsgrad oder -temperaturwert oder -dichtewert einen abweichenden, insbesondere reduzierten Verfestigungsgrad, Temperaturwert oder Dichtewert oder gegenüber einem Soll-Energieeintrag oder Soll-Schmelzpoolabmessungen Abweichungen zeigen.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Darstellung der Sensorwerte ein einem optimierten Wert bezogen auf das Baumaterial repräsentierender Sensor-Wert in einer ersten Farbe, ersten Graustufe, ersten Transparenzgrad und/oder ersten Flächenstruktur darstellbar sind und bezogen auf diesen optimierten Wert nach unten oder oben abweichende Werte farblich, hinsichtlich eines Grauwertes, hinsichtlich eines Transparenzgrades und/oder hinsichtlich einer Flächenstruktur unterschiedlich darstellbar sind.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die die Sensor-Werte im Bauteil (1) lokalisierenden Koordinatenwerte zumindest teilweise die zur Herstellung des Bauteils verwendeten Baukoordinatenwerte sind.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die die Sensor-Werte im Bauteil (1) lokalisierenden Koordinatenwerte zumindest teilweise bei der Erfassung der Sensor-Werte neu erfassbar sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Gewinnung der die Sensor-Werte im Bauteil (1) lokalisierenden Koordinatenwerte durch eine flächige Erfassung entweder der gesamten Bauebene oder eines den Bauteilbereich umfassenden Ausschnittes der Bauebene erfolgt.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Koordinatenzuordnung der Sensorwerte über Belichtungs- oder Scannerdaten durchführbar ist.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassung zumindest eines Teils der Sensor-Werte bezogen auf den Zeitpunkt des Energieeintrages zeitlich verzögert durchführbar ist und die durch Visualisierung dargestellten Werte einen zeitlichen Verlauf des thermischen Verhaltens des Schmelzbereiches zeigen (Sampling-Verfahren).

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bezogen auf den Energieeintrag an ein und derselben Stelle der Bauteilebene eine Mehrzahl von Sensorwerten mit unterschiedlichen zeitlichen Abstand vom Energieeintrag ermittelt werden.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Stand der Technik

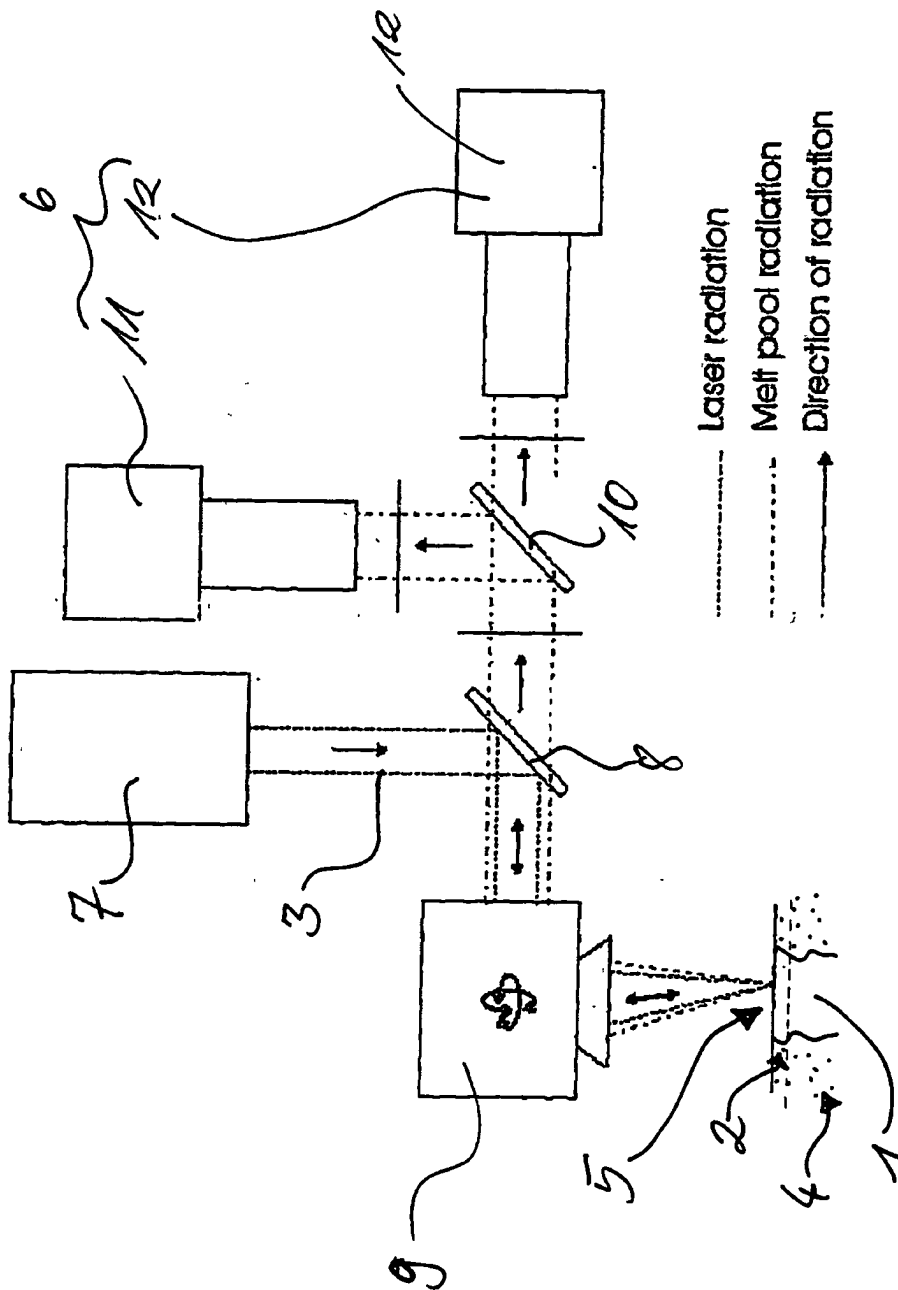


Fig. 1

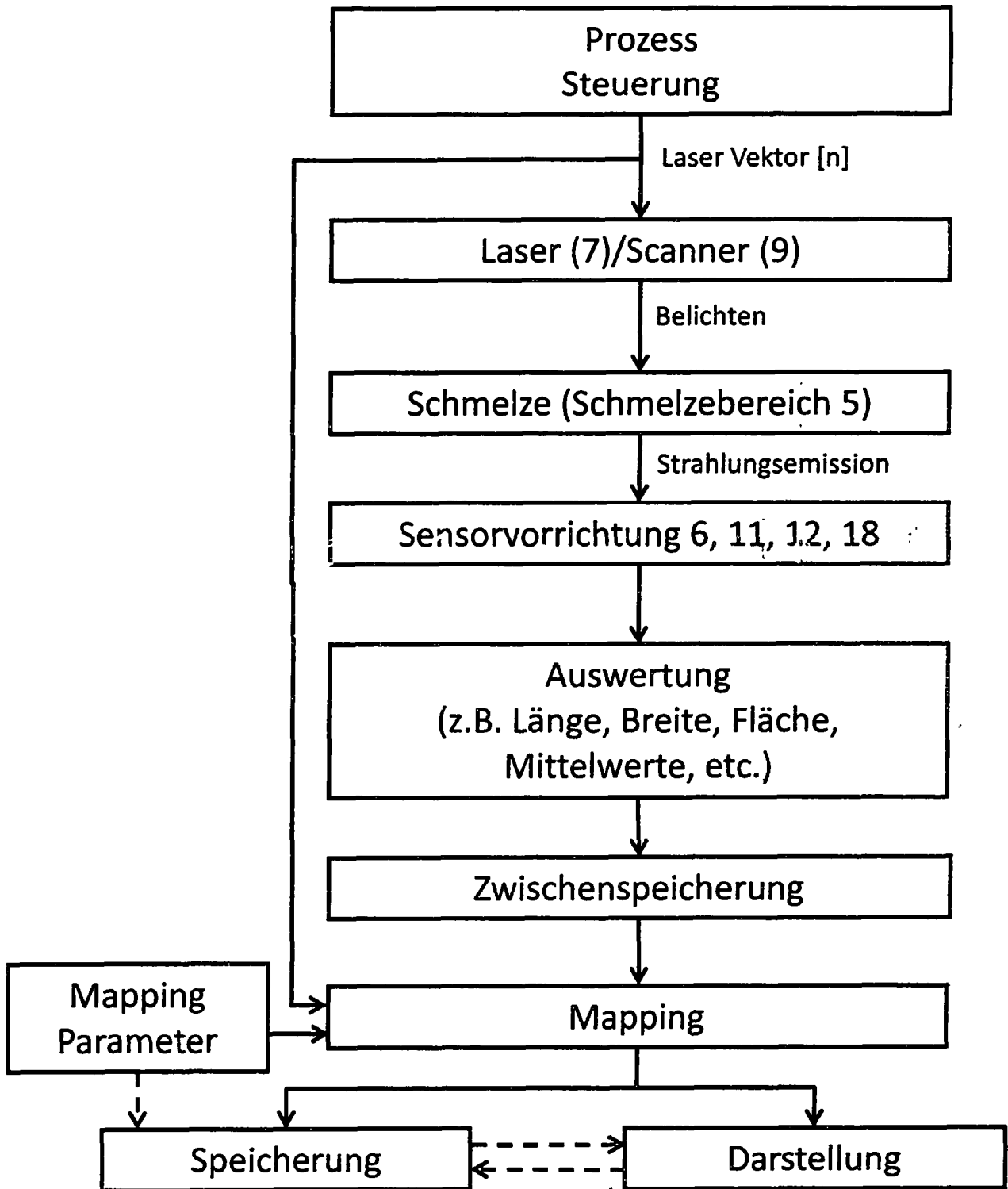


Fig. 3