

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

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
30. August 2012 (30.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/113369 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*B29C 67/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2012/000139

(22) Internationales Anmeldedatum:  
16. Februar 2012 (16.02.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2011 011 325.8  
16. Februar 2011 (16.02.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **MTU AERO ENGINES GMBH** [DE/DE]; Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAYER, Erwin** [DE/DE]; Ostenstrasse 36, 85221 Dachau (DE). **HESS, Thomas** [DE/DE]; Boosstrasse 14, 81541 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) Title: METHOD FOR GENERATIVELY PRODUCING OR REPAIRING A COMPONENT, AND COMPONENT

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR GENERATIVEN HERSTELLUNG ODER REPARATUR EINES BAUTEILS SOWIE BAUTEIL

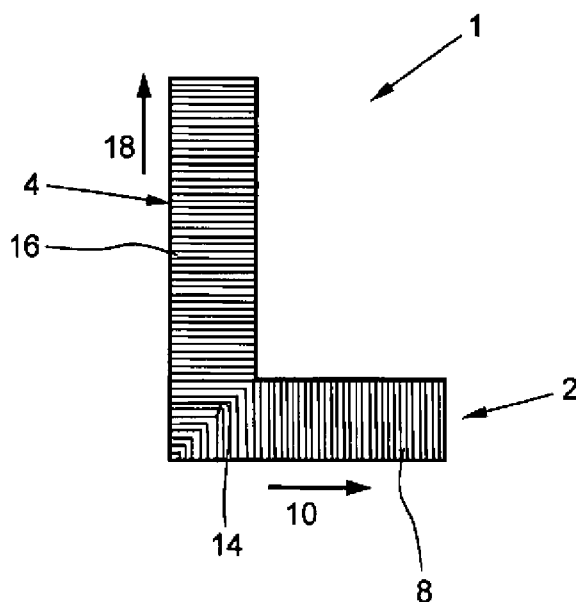


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for generatively producing or repairing a component (1), in particular a turbomachine, comprising a layered material structure, which can be produced directly or indirectly on a construction platform (6) and/or on a component to be repaired, wherein a first material structure (8) having a first construction direction (10) and a second material structure (16) having a second construction direction (18) different from the first construction direction (10) are produced in order to form a load-optimized structure. The invention further relates to a component (1), in particular for a turbomachine, comprising at least one generatively produced first material structure (8) having a first construction direction (10) and at least one second generatively produced material structure (16) having a second construction direction (18) different from the first construction direction.

(57) Zusammenfassung: Offenbart ist ein Verfahren zur generativen Herstellung oder Reparatur eines Bauteils (1), insbesondere einer Turbomaschine, umfassend einen schichtweisen Materialaufbau, der mittelbar oder unmittelbar auf einer Bauplattform (6) und/oder einem zu reparierenden Bauteil erfolgen kann, wobei ein erster Materialaufbau

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/113369 A2

---

(8) mit einer ersten Aufbaurichtung (10) und ein zweiter Materialaufbau (16) mit einer sich von der ersten Aufbaurichtung (10) unterscheidenden zweiten Aufbaurichtung (18) zur Ausbildung einer belastungsoptimierten Struktur hergestellt wird. Weiterhin offenbart ein Bauteil (1), insbesondere für eine Turbomaschine, mit zumindest einem generativ hergestellten ersten Materialaufbau (8) mit einer ersten Aufbaurichtung (10) und mindestens einem zweiten generativ hergestellten Materialaufbau (16) mit einer sich von der ersten Aufbaurichtung unterscheidenden zweiten Aufbaurichtung (18).

## Beschreibung

### **Verfahren zur generativen Herstellung oder Reparatur eines Bauteils sowie Bauteil**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur generativen Herstellung oder Reparatur eines Bauteils gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Bauteil gemäß Anspruch 12.

Generativ hergestellte oder reparierte Bauteile weisen aufgrund ihres schichtweisen Aufbaus eine Vorzugsrichtung der Materialeigenschaften auf. Das Gefüge wächst hierbei in einer Aufbaurichtung derart durch mehrere Schichten, dass ein inhomogener Materialaufbau ausgebildet wird. Aus der DE 20 2009 012 628 U1 ist beispielsweise eine Vorrichtung zum generativen, schichtweisen Herstellen eines dreidimensionalen Objektes mittels eines selektiven, pulverbettbasierten Lasersinterverfahrens bekannt. Generative Herstellverfahren basierend auf anderen schichtweisen Aufbauverfahren, wie beispielsweise einem Laser-Pulver-Auftragschweißen, sind ferner aus dem allgemeinen Stand der Technik bekannt.

10

Nachteilig bei diesen herkömmlichen generativen Verfahren ist, dass die Bauteileigenschaften derartig hergestellter oder reparierter Bauteile Richtungsabhängig sind, jedoch nicht an die Belastungsrichtung angepasst sind und daher die mechanischen Eigenschaften insbesondere bei Leichtbaustrukturen, wie einer Lauf- oder Statorschaufel einer Fluggasturbine, sowie Paneele od .dgl., vielfach den hohen Anforderungen an die Bauteilfestigkeit bei möglichst geringem Strukturgewicht nicht genügen.

15

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung oder Reparatur eines Bauteils und ein Bauteil zu schaffen, gemäß denen ein belastungsoptimierter Materialaufbau erreicht wird, der hohen Anforderungen an die mechanischen Bauteileigenschaften genügt.

20

Diese Aufgabe wird mittels einem Verfahren zur Herstellung oder Reparatur eines Bauteils mit den Verfahrensschritten gemäß Patentanspruchs 1 sowie durch ein Bauteil gemäß Anspruch 12 gelöst.

25

Das erfindungsgemäße Verfahren zur generativen Herstellung oder Reparatur eines Bauteils, insbesondere einer Turbomaschine, umfasst einen schichtweisen Materialaufbau, der mittelbar oder unmittelbar auf einer Bauplattform oder einem zu reparierenden Bauteil erfolgen kann. Erfindungsgemäß wird ein erster Materialaufbau mit einer ersten Aufbaurichtung und  
5 zumindest ein zweiter Materialaufbau mit mindestens einer sich von der ersten Aufbaurichtung unterscheidenden zweiten Aufbaurichtung zur Ausbildung eines insgesamt belastungsoptimierten Materialaufbaus hergestellt. Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass der Materialaufbau mittels unterschiedlichen Aufbaurichtungen belastungsoptimiert ausgeführt werden kann. Bei derartig hergestellten oder reparierten Bauteilen wird vorzugsweise der im  
10 Betrieb des Bauteils auftretende Kraftflussverlauf berücksichtigt. Dadurch sind Bauteile, wie insbesondere Leichtbaustrukturen, beispielsweise Lauf- oder Statorschaufel einer Fluggasturbine, sowie Paneele od .dgl., mit optimierten mechanischen Eigenschaften herstellbar, die hohen Anforderungen an die Bauteilfestigkeit bei verringertem Strukturgewicht und hoher Lebensdauer genügen.

15 Gemäß einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, werden die zumindest zwei Aufbaurichtungen zur Ausbildung eines belastungsoptimierten Materialaufbaus relativ zueinander angewinkelt. Die Orientierung der Aufbaurichtungen erfolgt vorzugsweise in Abhängigkeit des Kraftflussverlaufes, der im späteren Betrieb des Bauteils auftritt. Vorteilhaft ist  
20 es, wenn die Vorzugsrichtung im Bauteil dem Kraftfluss folgt.

Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn das Bauteil, eine Bauplattform, ein Auftragskopf und/oder eine Einwirkrichtung eines Strahls zumindest einer Strahlungsquelle, vorzugsweise einer Laser-, Elektronen- oder Mikrowellenquelle, relativ zueinander verschwenkt  
25 werden. Die Relativbewegung kann hierbei mehrachsrig in Abhängigkeit der herzustellenden belastungsoptimierten Aufbaurichtung erfolgen. Beispielsweise können bei einer Leitschaufel aufgrund der angepassten Aufbaurichtungen optimale mechanische Eigenschaften gleichzeitig im Schaufelblatt und im Deckband erreicht werden. Aufgrund der optimalen Werkstoffausnutzung sind Leichtbaustrukturen mit verringertem Gewicht bei gleichbleibender  
30 Festigkeit herstellbar. Kraftflussoptimierte Bauteilstrukturen ähnlich dem biologischen Knochenwachstum sind möglich. Insbesondere bei lediglich um eine Achse gedrehten Bauteilen kann die belastungsoptimierte Aufbaurichtung ferner durch eine Belichtungsstrategie erreicht werden.

Erfindungsgemäß wird es bevorzugt, wenn die zweite Aufbaurichtung und/oder weitere Aufbaurichtungen relativ zu der ersten Aufbaurichtung frei im dreidimensionalen Raum eingestellt werden. Die mechanische Verstellbarkeit der für den generativen Aufbau  
5 verwendeten Komponenten wird hierbei entsprechend ausgelegt. Das System kann neben den für das herkömmliche Aufbauen eines Bauteils erforderlichen Freiheitsgraden zumindest einen weiteren Freiheitsgrad für mindestens eine weitere Aufbaurichtung aufweisen.

Die Änderung der Aufbaurichtungen erfolgt bei einer Ausführungsweise des Verfahrens  
10 vorzugsweise geradlinig. Gemäß dieser Variante können vorteilhaft Bauteile hergestellt werden, die winkelförmige Bereiche aufweisen. Das erfindungsgemäße Verfahren kann beispielsweise bei Haltern für Anbauteile von Fluggasturbinen eingesetzt werden. Derartige Halter können beispielsweise einen etwa L-förmigen oder C-förmigen Querschnitt aufweisen, wobei sich die Aufbaurichtungen entsprechend dem Verlauf der Profilschenkel erstrecken, so dass entsprechend  
15 dem Kraftflussverlauf eine gewichts- und belastungsoptimierte Profilstruktur erreicht wird.

Gemäß einer alternativen Ausführung des Verfahrens erfolgt die Änderung der Aufbaurichtungen entsprechend einer Kurvenbahn. Zumindest eine Aufbaurichtung kann einfach oder mehrfach bogenförmig gekrümmt sein. Diese Variante ist insbesondere zur Herstellung von  
20 zumindest abschnittsweise bogenförmig gekrümmten Bauteilen, wie beispielsweise Schaufelblättern einer Fluggasturbine oder dergleichen, geeignet. Eine kontinuierliche, etwa spiralförmige Kurvenbahn kann zur Herstellung einer belastungsoptimierten Spiralfeder oder von Bauteilen mit ähnlicher Geometrie vorgesehen sein. Beispielsweise wird die Bauplattform bei einem Pulverbettverfahren hierzu rotiert und gleichzeitig kontinuierlich abgesenkt, wobei der  
25 Laserstrahl geneigt auf den zu generierenden Bauteilabschnitt trifft.

Eine Kombination von geradlinigen und bogenförmigen Aufbaurichtungen zur Herstellung eines Bauteils ist gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ebenfalls vorteilhaft möglich. Vorzugsweise sind dadurch Bauteile mit sich geradlinig erstreckenden und mit bogenförmig  
30 gekrümmten Abschnitten herstellbar.

Der Materialaufbau erfolgt bei einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel mittels eines selektiven Sinterverfahrens, beispielsweise einem selektiven Laser-, Elektronen- und/oder Mikrowellensinterverfahren.

5 Als Aufbauverfahren kann ein selektives, pulverbettbasiertes Aufbauverfahren verwendet werden. Hierbei wird eine Fluidschicht, insbesondere eine Pulverschicht, schrittweise in Schichten auf die Bauplattform aufgebracht und mittels des Strahls zumindest einer Strahlungsquelle, vorzugsweise einer Laser-, Elektronen- oder Mikrowellenquelle, unter Ausbildung des ersten Materialaufbaus mit der ersten Aufbaurichtung verfestigt. Anschließend  
10 wird die Bauplattform relativ zu einem Auftreffwinkel der Strahlung zur Ausbildung des zweiten Materialaufbaus mit der zweiten Aufbaurichtung verschwenkt. Ein derartiges Verfahren ermöglicht eine konturgenaue Herstellung von Gasturbinenbauteilen aus hochwarmfesten Werkstoffen, wobei die Bauteilgeometrie aufgrund der generativen Verfahrensdurchführung schnell und kostengünstig, beispielsweise zur Optimierung des Bauteils, angepasst werden kann.

15 Bei diesem Verfahren wird die Bauplattform zur Ausbildung eines belastungsoptimierten Materialaufbaus vorzugsweise relativ zu dem Auftreffwinkel des Strahls verschwenkt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt der  
20 Materialaufbau mittels eines Laserpulverauftragverfahrens, wie beispielsweise dem Laser-Pulver-Auftragschweißen.

Vorzugsweise wird das Bauteil zur Ausbildung eines belastungsoptimierten  
Materialaufbaus relativ zu dem Auftreffwinkel des Strahls verschwenkt.

25 Alternativ wird der Strahl zur Ausbildung eines belastungsoptimierten Materialaufbaus relativ zu dem Bauteil verschwenkt.

Ein erfindungsgemäßes Bauteil, insbesondere für eine Turbomaschine, wie beispielsweise  
30 eine Fluggasturbine, weist zumindest einen ersten generativ hergestellten Materialaufbau mit einer ersten Aufbaurichtung und mindestens einen zweiten generativ hergestellten Materialaufbau mit einer sich von der ersten Aufbaurichtung unterscheidenden zweiten Aufbaurichtung zur Ausbildung eines belastungsoptimierten Materialaufbaus auf. Die Bauteile

können vorzugsweise zwei oder mehr aufeinander folgende, kraftflussabhängige Änderungen der Aufbaurichtung aufweisen.

Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Bestandteil der weiteren  
5 Unteransprüche.

Im Folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

10 Figur 1 eine Seitenansicht eines als Halter ausgeführten Bauteils und

Figur 2 eine Seitenansicht eines ersten Teilbereichs des Halters aus Figur 1.

Figur 1 zeigt ein Bauteil 1, das bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel als Halter für  
15 Anbauteile einer Fluggasturbine ausgebildet ist. Der Halter 1 weist einen etwa L-förmigen Querschnitt auf, wobei der Grundkörper des Halters 1 mittels eines generativen, schichtweisen Lagenaufbaus hergestellt wurde. Der Lagenaufbau ist schematisch mittels parallelen Linien dargestellt, die einzelne Aufbauebenen definieren. Der Halter 1 hat einen kurzen Profilschenkel 2 und einen sich rechtwinklig zu diesem erstreckenden langen Profilschenkel 4. Die Herstellung  
20 des Halters 1 wird im Folgenden anhand Figur 2 näher erläutert.

Wie insbesondere Figur 2 zu entnehmen ist, die eine schematische Seitenansicht eines ersten Teilbereichs des Halters 1 aus Figur 1 zeigt, wird zunächst der kurze Profilschenkel 2 des Halters 1 schichtweise auf einer ebenen Bauplattform 6 aufgebaut. Als Aufbauverfahren wird bei  
25 dem dargestellten Ausführungsbeispiel das Laser-Pulver-Auftragschweißen verwendet, gemäß dem Pulver beispielsweise mittels einem koaxial ausgeführten Auftragskopf aufgebracht und simultan mittels eines mittigen Laserstrahls aufgeschmolzen wird. Anschließend werden weitere Schichten zur Ausbildung von Aufbauebenen aufgebracht. Die einzelnen Schichten sind schematisch als parallele Linien dargestellt. Dieser Prozess wird wiederholt, bis ein erster, den  
30 Profilschenkel 2 ausbildender Materialaufbau 8 erreicht ist. Die Aufbaurichtung 10 erstreckt sich rechtwinklig zu der Bauplattform 6 in Richtung eines Pfeils. Im Bereich eines Endabschnitts 12 wird an dem Profilschenkel 2 eine Schrägfläche 14 ausgebildet.

Anschließend wird das Bauteil, d.h. der Profilschenkel 2 um einen Winkel von  $90^\circ$  relativ zu der ersten Aufbaurichtung 10 verschwenkt. Der Profilschenkel 2 ist nun gemäß Figur 1 liegend derart angeordnet, dass die Schrägfläche 14 als Grundlage für den weiteren Bauteilaufbau verwendbar ist. Ein zweiter Materialaufbau 16 mit einer sich von der ersten Aufbaurichtung 10 unterscheidenden zweiten Aufbaurichtung 18, wird zur Ausbildung einer belastungsoptimierten Struktur des Halters 1 mittels Laser-Pulver-Auftragschweißen aufgebracht. Die zweite Aufbaurichtung 18 ist durch die Richtung eines Pfeils dargestellt. Die Orientierung der Aufbaurichtungen erfolgt in Abhängigkeit des Kraftflussverlaufes, der im späteren Betrieb des Halters 1 auftritt. Die Änderung der Aufbaurichtungen 10, 18 bezogen auf das Bauteil erfolgt hierbei geradlinig, wobei der zweite Materialaufbau 16 zur Ausbildung des langen Profilschenkels 4 dient. Die Aufbaurichtungen 10, 18 erstrecken sich im fertigen Bauteil in einem Winkel von  $90^\circ$  zueinander gemäß dem Verlauf der beiden Profilschenkel 2, 4, so dass entsprechend dem Kraftflussverlauf eine gewichts- und belastungsoptimierte Profilstruktur des Halters 1 erreicht wird.

15

Bei einer nicht dargestellten Ausführungsvariante wird zur Herstellung der Aufbaurichtungen nicht das Bauteil gedreht sondern der Laser-Pulver-Auftragschweißkopf verschwenkt. Die Relativbewegung kann hierbei mehrachsrig in Abhängigkeit der belastungsoptimierten Aufbaurichtungen erfolgen.

20

Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht auf das exemplarisch beschriebene Laser-Pulver-Auftragverfahren eingeschränkt, vielmehr kann der Materialaufbau bei einer vorteilhaften Variante der Erfindung mittels eines selektiven Sinterverfahrens, beispielsweise einem selektiven, pulverbettbasierten Laser-, Elektronen- und/oder Mikrowellensinterverfahren, erfolgen. Die Bauteile können ferner mehr als zwei aufeinander folgende Änderungen der Aufbaurichtung aufweisen.

25

Offenbart ist ein Verfahren zur generativen Herstellung oder Reparatur eines Bauteils 1, insbesondere einer Turbomaschine, umfassend einen schichtweisen Materialaufbau, der mittelbar oder unmittelbar auf einer Bauplattform 6 und/oder einem zu reparierenden Bauteil erfolgen kann, wobei ein erster Materialaufbau 8 mit einer ersten Aufbaurichtung 10 und ein zweiter Materialaufbau 16 mit einer sich von der ersten Aufbaurichtung 10 unterscheidenden zweiten Aufbaurichtung 18 zur Ausbildung einer belastungsoptimierten Struktur hergestellt

30

wird. Weiterhin offenbart ist ein Bauteil 1, insbesondere für eine Turbomaschine, mit zumindest einem generativ hergestellten ersten Materialaufbau 8 mit einer ersten Aufbaurichtung 10 und mindestens einem zweiten generativ hergestellten Materialaufbau 16 mit einer sich von der ersten Aufbaurichtung unterscheidenden zweiten Aufbaurichtung 18.

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur generativen Herstellung oder Reparatur eines Bauteils (1), insbesondere einer Turbomaschine, umfassend einen schichtweisen Materialaufbau, vorzugsweise mittelbar oder unmittelbar auf einer Bauplattform (6) und/oder einem zu reparierenden Bauteil, mit den Schritten:
- 10 a) Ausbilden eines ersten Materialaufbaus (8) mit einer ersten Aufbaurichtung (10) und
- b) Ausbilden zumindest eines zweiten Materialaufbaus (16) mit mindestens einer sich von der ersten Aufbaurichtung (10) unterscheidenden zweiten Aufbaurichtung (18) zur Ausbildung einer belastungsoptimierten Struktur.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Aufbaurichtungen (10, 18) zur Ausbildung eines belastungsoptimierten Materialaufbaus relativ zueinander angewinkelt werden.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei nach Schritt a) das Bauteil (1), eine Bauplattform, ein Auftragskopf und/oder eine Einwirkrichtung eines Strahls zumindest einer Strahlungsquelle, vorzugsweise einer Laser-, Elektronen- oder Mikrowellenquelle, relativ zueinander verschwenkt werden.
- 25 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Aufbaurichtung (18) relativ zu der ersten Aufbaurichtung (10) frei im dreidimensionalen Raum eingestellt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Änderung der Aufbaurichtungen (10, 18) geradlinig und/oder entsprechend einer Kurvenbahn erfolgt.
- 30 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Materialaufbau (8, 16) mittels eines selektiven Sinterverfahrens, vorzugsweise einem selektiven Laser-, Elektronen- und/oder Mikrowellensinterverfahren, erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei eine Fluidschicht, insbesondere eine Pulverschicht, schrittweise auf die Bauplattform (6) aufgebracht und mittels des Strahls zumindest einer Strahlungsquelle, vorzugsweise einer Laser-, Elektronen- oder Mikrowellenquelle, unter Ausbildung des ersten Materialaufbaus (8) mit der ersten Aufbaurichtung (10) verfestigt wird und wobei anschließend die Bauplattform (6) und der Auftreffwinkel des Strahls zur Ausbildung des zweiten Materialaufbaus (16) mit der zweiten Aufbaurichtung (18) relativ zueinander verschwenkt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei die Bauplattform (6) zur Ausbildung eines belastungsoptimierten Materialaufbaus relativ zu dem Auftreffwinkel des Strahls verschwenkt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Materialaufbau mittels eines Laserpulverauftragverfahrens, vorzugsweise einem Laser-Pulver-Auftragschweißen, erfolgt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, wobei das Bauteil (1) zur Ausbildung eines belastungsoptimierten Materialaufbaus relativ zu dem Auftreffwinkel eines Strahls verschwenkt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 10, wobei der Strahl zur Ausbildung eines belastungsoptimierten Materialaufbaus relativ zu dem Bauteil (1) verschwenkt wird.

12. Bauteil, insbesondere für eine Turbomaschine, gekennzeichnet durch zumindest einen generativ hergestellten ersten Materialaufbau (8) mit einer ersten Aufbaurichtung (10) und mindestens einem zweiten generativ hergestellten Materialaufbau (16) mit einer sich von der ersten Aufbaurichtung (10) unterscheidenden zweiten Aufbaurichtung (18) zur Ausbildung einer belastungsoptimierten Struktur.

1/1

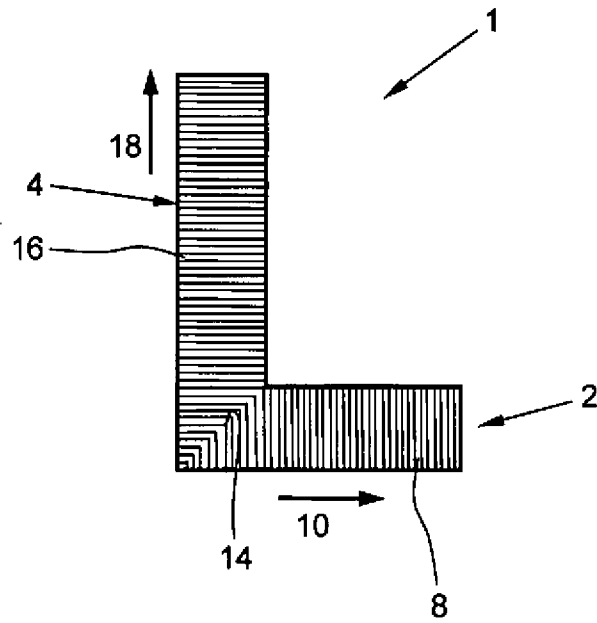


Fig. 1

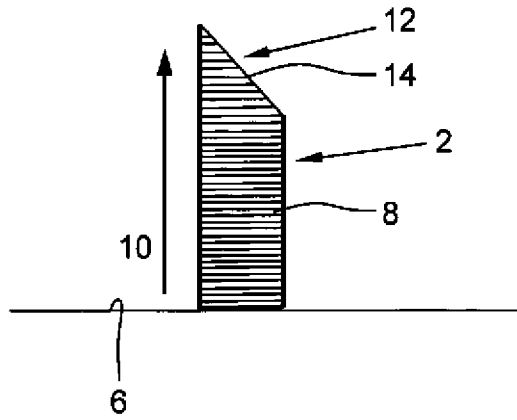


Fig. 2