



(10) **DE 10 2017 219 718 A1** 2019.05.09

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 219 718.8**

(22) Anmeldetag: **07.11.2017**

(43) Offenlegungstag: **09.05.2019**

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

B29C 64/153 (2017.01)

B29C 64/379 (2017.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

B33Y 80/00 (2015.01)

(71) Anmelder:

**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809 München, DE**

(72) Erfinder:

**Hartinger, Jonas, 81545 München, DE; Zirngibl,
Martin, 81677 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

| | | |
|----|-----------------|----|
| DE | 100 51 893 | C2 |
| DE | 10 2015 012 139 | A1 |
| DE | 10 2016 206 547 | A1 |
| EP | 2 875 897 | A1 |

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Bauteils und Bauteil**

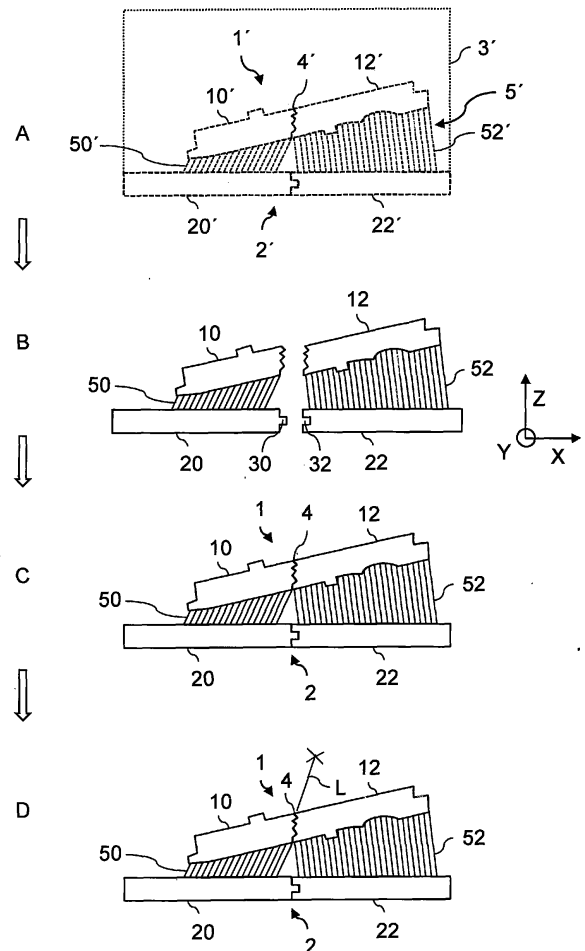
(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit den Schritten:

a) Unterteilen des herzustellenden Bauteils (1') in mindestens zwei Teil-Bauteile (10', 12') entlang eines Trennverlaufs (4'),

b) Herstellen der mindestens zwei Teil-Bauteile (10, 12) an vorgegebener Position und in vorgegebener Lage auf jeweils separaten Bauplattformen (20, 22) durch schichtweises Auftragen von Material,

c) lagerichtiges Zusammenbringen der Bauplattformen (20, 22) zur Bildung einer Gesamtplattform (2), wobei die vorgegebene Position und Lage jedes Teil-Bauteils (10, 12) auf der jeweiligen Bauplattform (20, 22) derart gewählt ist, dass durch das Zusammenbringen der Bauplattformen (20, 22) die Teil-Bauteile (10, 12) am Trennverlauf (4) zusammengeführt werden und

d) Fügen der Teil-Bauteile (10, 12) am Trennverlauf (4) zum Verbinden der Teil-Bauteile (10, 12) zu dem Gesamtbauteil (1), sowie ein mit dem Verfahren hergestelltes Bauteil.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils durch ein generatives Schichtbauverfahren sowie ein mit dem Verfahren hergestelltes Bauteil.

[0002] In generativen Schichtbauverfahren werden Bauteile anhand von Computerdaten Schicht für Schicht generativ aufgebaut. Ein Beispiel für ein generatives Schichtbauverfahren ist das selektive Laserschmelzen bzw. Lasersintern. Hierbei wird ein Laser verwendet, um das Bauteil aus einem Metall- oder Keramikpulver schichtweise aufzubauen.

[0003] Die generative Schichtherstellung ermöglicht es, komplexe Bauteile herzustellen und findet vermehrt Anwendung zur Herstellung von Prototypen und Bauteilen in Kleinstserien. Gerade im Fahrzeugbau besteht hier ein Bedarf Bauteile unterschiedlicher Größe bis hin zu sehr großen Bauteilen wirtschaftlich fertigen zu können.

[0004] Die Fertigung der ALM-Bauteile findet auf einer Bauplattform im Bauraum der Fertigungsanlage statt. Dieser Bauraum hat jedoch nur eine begrenzte Größe, weshalb die Größe der herzustellenden Bauteile durch die Abmessungen der Bauplattform bzw. die Höhe des Bauraums begrenzt ist. Die Größe der Bauplattform wiederum kann nicht ohne weiteres beliebig erhöht werden. Mit zunehmender Bauplattformgröße trifft der Laserstrahl in den Randbereichen mit relativ flachem Einfallswinkel und mit ovalem Querschnitt auf die Pulverschicht. Dies kann zu Problemen einer unzureichenden Energieeinkopplung und veränderter Strukturzeugung führen, was sich nachteilig auf die Bauteilherstellung auswirkt.

[0005] Aus der EP 2 875 897 A1 ist es bekannt, eine Anlage mit größerem Bauraum zu verwenden, wobei mehrere Laserstrahlen eingesetzt werden, die nebeneinander liegende Segmente des Bauraums überstreichen. Zur Erzeugung einer gemeinsamen Bauteilschicht ist es jedoch erforderlich, dass sich die Segmente überlappen, wobei der Überlappbereich von wenigstens zwei Laserstrahlen überstrichen wird. Dies erfordert eine aufwendige Prozesssteuerung um unerwünschte, z.B. metallurgische Effekte in den Überlappbereichen zu vermeiden. Dennoch bleiben die Überlappbereiche im Bauteil sichtbar. Darüber hinaus fallen hohe Kosten für eine derartige Anlage an.

[0006] Aus diesen Gründen werden Anlagen mit kleineren Bauräumen bevorzugt. Um dennoch auch sehr große Bauteile herstellen zu können, ist es bekannt, große Bauteile in mehrere Teil-Bauteile aufzuteilen, die Teil-Bauteile auf mehreren Bauplattformen herzustellen und anschließend miteinander zu verschweißen. Hierfür wird jedoch eine für das Bauteil angefer-

tigte Schweißlehre benötigt. Deren Konstruktion und Fertigung ist zeitaufwendig und kostenintensiv.

[0007] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Möglichkeit aufzuzeigen, wie die voranstehend beschriebenen Nachteile verringert und die Herstellung großer Bauteile mit generativen Schichtbauverfahren verbessert werden kann. Insbesondere soll eine Möglichkeit angegeben werden, auch große Bauteile prozesssicher und relativ kostengünstig in generativen Schichtbauverfahren herzustellen.

[0008] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren nach Patentanspruch 1 und ein Bauteil nach Patentanspruch 9. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Bauteils beinhaltet die Schritte:

- a) Unterteilen des herzustellenden Bauteils in mindestens zwei Teil-Bauteile entlang eines Trennverlaufs,
- b) Herstellen der mindestens zwei Teil-Bauteile an vorgegebener Position und in vorgegebener Lage auf jeweils separaten Bauplattformen durch schichtweises Auftragen von Material,
- c) lagerichtiges Zusammenbringen der Bauplattformen zur Bildung einer Gesamtplattform, wobei die vorgegebene Position und Lage jedes Teil-Bauteils auf der jeweiligen Teil-Bauplattform derart gewählt ist, dass durch das Zusammenbringen der Bauplattformen die Teil-Bauteile am Trennverlauf zusammengeführt werden und
- d) Fügen der Teil-Bauteile am Trennverlauf zum Verbinden der Teil-Bauteile zu dem Gesamtbauteil.

[0010] Das herzustellende Bauteil wird zunächst in mindestens zwei Teilbauteile unterteilt, die anschließend jeweils auf separaten Bauplattformen hergestellt werden. Die Unterteilung des Bauteils in Teil-Bauteile erfolgt vorzugsweise in Abhängigkeit der Größe des Bauteils und der Bauplattform- und Bauraumgröße der generativen Fertigungsanlage. Lässt sich das Bauteil durch Teilung in zwei Bauteile auf den Bauplattformen herstellen, so kann es vorteilhaft sein, das Bauteil auch nur in zwei Teil-Bauteile aufzuteilen. Ebenso kann das Bauteil in drei oder mehr Teil-Bauteile geteilt werden, die jeweils separat für sich auf einer Bauplattform hergestellt werden und wie nachfolgend beschrieben zueinander positioniert werden. Der Trennverlauf bildet ab, wie die Trennung der Teil-Bauteile untereinander verläuft. Der Trennverlauf kann in der einfachsten Form eine Ebene bilden, entlang derer das Bauteilmodell in ein erstes und zweites Teil-Bauteil getrennt ist. Selbstverständlich sind komplexere Verläufe der Bauteiltrennung, wie

z.B. ineinandergreifende Strukturen, ebenso denkbar.

[0011] Die Herstellung eines jeden Teil-Bauteils erfolgt auf einer separaten Bauplatzform, d.h. wird das Bauteil in zwei Teil-Bauteilen hergestellt, so werden zwei Bauplatzformen benötigt, bei einer Unterteilung in drei Teil-Bauteile entsprechend drei Bauplatzformen usw.

[0012] Die Herstellung eines jeden Teil-Bauteils erfolgt durch schichtweises Auftragen von Material auf die Bauplatzform. Hierbei ist grundsätzlich jedes generative Schichtbauverfahren denkbar. Beispielsweise kann die Herstellung der Teil-Bauteile durch selektives Laserschmelzen erfolgen. Auf der jeweiligen Bauplatzform wird ein pulverförmiger Werkstoff, z.B. ein Metall-, Kunststoff- oder Keramikpulver, vollflächig aufgetragen. Ein Laserstrahl wird entsprechend den Schicht-Daten angesteuert und erzeugt die jeweilige Schichtstruktur durch Aufschmelzen bzw. Sintern des pulverförmigen Werkstoffs. Anschließend wird die Bauplatzform um eine Schichtdicke abgesenkt, es wird eine weitere Schicht des pulverförmigen Werkstoffs aufgetragen und die nächste Schichtkontur durch Ansteuern des Laserstrahls erzeugt. Dieser Vorgang wird Schicht für Schicht wiederholt bis das Teil-Bauteil vollständig abgebildet ist.

[0013] Denkbar sind jedoch auch weitere Verfahren, bei denen ein schichtweiser Materialauftrag auf einer Bauplatzform erfolgt, wie z.B. bei der Stereo-Lithographie, wo eine Kunststoffflüssigkeit schichtweise mittels Laserstrahlung erhärtet wird.

[0014] Die Teil-Bauteile werden auf ihrer jeweiligen Bauplatzform an einer vorgegebenen Position und in einer vorgegebenen Lage hergestellt. Jedes Teil-Bauteil hat also eine vorgegebene, bekannte und eindeutige Zuordnung in allen drei Achsen zu seiner Bauplatzform. Die Position und Lage der Teil-Bauteile ist dabei so gewählt, dass sie sich in der Art eines Puzzles zu dem Gesamtbauteil zusammensetzen lassen, indem die Bauplatzformen (mit darauf hergestellten Teil-Bauteilen) lagerichtig zusammengebracht werden. Unter lagerichtigem Zusammenbringen ist dabei eine im Vorfeld der Bauteilherstellung definierte räumliche Anordnung der Bauplatzformen zueinander zu verstehen, z.B. durch Aneinanderbringen der Bauplatzformen an ihren Stirnseiten o.ä. Mit anderen Worten werden die Bauplatzformen erfindungsgemäß als Positionierhilfen für das Zusammenfügen der Teil-Bauteile zu dem Gesamtbauteil verwendet, wodurch der Einsatz einer Schweißlehre obsolet wird.

[0015] Zur lagerichtigen Positionierung der Bauplatzformen zueinander weisen diese vorzugsweise Positionierelemente auf. Die Positionierelemente ermöglichen es, die Bauplatzformen auf einfache und sicher

reproduzierbare Art und Weise zueinander in eine definierte Lage zu bringen. Beispielsweise werden die Bauplatzformen mithilfe der Positionierelemente bündig nebeneinander und mit ihren Stirnseiten aneinander positioniert.

[0016] In einer Ausgestaltung können die Positionierelemente beispielsweise durch Durchgangslöcher in den Bauplatzformen gebildet sein. Beispielsweise werden die Bauplatzformen mittels der Positionierelemente an oder auf einem gemeinsamen Träger, z.B. einem plattenförmigen Träger positioniert. Hierzu werden z.B. die Bauplatzformen auf den Träger aufgelegt und an diesem fixiert durch Bolzen oder Schrauben, welche durch die Durchgangslöcher in den Bauplatzformen hindurchreichen und in dafür vorgesehene Löcher oder Gewinde im Träger eingreifen. Eine derartige Positionierung der Bauplatzformen ist einfach umzusetzen und unempfindlich. Insbesondere benötigt Sie keine aufwendigen Umbauten an den Bauplatzformen.

[0017] In einer bevorzugten Ausgestaltung können die Bauplatzformen auch durch Ineinandergreifen jeweils korrespondierender Positionierelemente eindeutig zueinander positioniert werden. So können die Positionierelemente beispielsweise in der Art einer Nut- und Federverbindung zusammenwirken. Beispielsweise weist eine Bauplatzform an einer Stirnseite eine oder mehrere Nutabschnitte auf, die mit einem oder mehreren Stegen in einer Stirnseite einer weiteren Bauplatzform korrespondieren. Über derartige Positionierelemente ist nicht nur auf einfache Weise eine eindeutige und lagerichtige Zuordnung der Bauplatzformen erreichbar. Vorteilhafter Weise überlappen sich die Bauplatzformen partiell zumindest im Bereich der Nut- und Feder-Verbindung. Diese Überlappung kann genutzt werden, um auch die Teil-Bauteile partiell überlappen zu lassen, so dass diese am Trennverlauf beispielsweise in der Art einer Verzahnung ineinandergreifen können, wodurch eine zusätzliche Fixierung der Teil-Bauteile aneinander realisiert werden kann.

[0018] Das herzustellende Bauteil kann z.B. in einem CAD-System entworfen werden, so dass ein CAD-Datensatz vorliegt, welcher die Bauteilgeometrie dreidimensional darstellt. Dieser CAD-Datensatz bildet beispielsweise die Grundlage für das weitere Verfahren. Ausgehend von der gewählten Anzahl an Unterteilungen kann dann z.B. aus dem CAD-Datensatz des Gesamtbauteils für jedes Teil-Bauteil ein eigener CAD-Datensatz generiert werden.

[0019] Die Festlegung des Trennverlaufs erfolgt in einem der Bauteilherstellung vorangehenden Schritt. In einer Ausgestaltung kann es vorgesehen sein, dass, ausgehend von dem CAD-Datensatz des Gesamtbauteils, zunächst die Position des herzustellenden Bauteils auf einer virtuellen Gesamtbauplatzform

festgelegt wird. Die virtuelle Gesamtbauplattform entspricht in ihrer Abmessung der Gesamtheit der realen, für das Verfahren vorgesehenen Bauplattformen, wenn sie lagerichtig zusammengebracht sind. Werden z.B. zwei Bauplattformen benötigt, die an ihren Stirnseiten in Anlage gebracht werden, so hat die virtuelle Gesamtplattform die Außenmasse der so angeordneten zwei Bauplattformen.

[0020] Die Festlegung des Trennverlaufs, welcher das Gesamtbauteil in wenigstens das erste und zweite Teil-Bauteil trennt, kann beispielsweise mittels einer Software festgelegt werden. Die Trennung des Bauteils erfolgt entsprechend einer Trennung der virtuellen Gesamtplattform in die einzelnen Bauplattformen. Dort, wo zwei Bauplattformen aneinandergrenzen, wird auch der Trennverlauf zwischen den Teil-Bauteilen gelegt. Der Trennverlauf im Bauteil kann mit der Trennung zwischen den Bauplattformen in einer gemeinsamen Ebene liegen, muss jedoch nicht. Sind die Bauplattformen derart mit Positionierelementen ausgestaltet, dass sie sich in lagerichtiger Anordnung teilweise überlappen, so kann dieser überlappende Bereich genutzt werden, damit der Trennverlauf ein zusätzliches formschlüssiges ineinandergreifen der Teilbauteile ineinander ermöglicht.

[0021] Vorzugsweise ist zwischen den Teil-Bauteilen und der jeweiligen Bauplattform jeweils eine Stützstruktur (Support) vorgesehen, welche das herzustellende Teil-Bauteil auf der Bauplattform abstützt und mit dieser verbindet. Die Stützstruktur wird während der Herstellung der Teil-Bauteile schichtweise mit ausgebildet. Sie ermöglicht einerseits einen verbesserten Wärmetransport und dadurch eine geringere Temperaturbelastung und verringerten Wärmeverzug des (Teil-)Bauteils. Weiterhin sorgt die Stützstruktur für eine sichere Fixierung des Teil-Bauteils auf der Bauplattform während und der Herstellung und beim nachfolgenden Zusammenführen der Teil-Bauteile mittels Positionierung der Bauplattformen.

[0022] Die Daten zur Herstellung der Stützstruktur können wahlweise erzeugt werden bevor der Trennverlauf durch das Bauteil definiert wird. In diesem Fall kann der Trennverlauf auch durch die Stützstruktur verlaufen und diese ebenfalls trennen. Alternativ können die Daten für die Stützstruktur erst erzeugt werden, wenn der Trennverlauf im Bauteil bereits festgelegt ist. In diesem Fall kann z.B. eine erste Stützstruktur für das erste Teil-Bauteil und eine zweite Stützstruktur für das zweite Teil-Bauteil berechnet werden.

[0023] Aus den CAD-Daten jedes Teil-Bauteils und ggf. der zugehörigen Stützstruktur werden Schichtdaten (sogenannte Slice-Daten) generiert, die zur Herstellung der Teil-Bauteile verwendet werden. Entsprechend der Slice-Daten erfolgt anschließend die schichtweise Herstellung der Teil-Bauteile und Stützstrukturen.

[0024] Mit dem vorliegenden Verfahren kann eine Kostenreduktion bei der generativen Schichtherstellung großer Bauteile erreicht werden. Es kann auf vorhandene Anlagen mit verhältnismäßig kleinem Bauraum zurückgegriffen werden um Bauteile herzustellen, deren Abmessungen die Größe des Bauraums deutlich, z.B um den Faktor **2** oder mehr überschreiten. Die Verwendung der Bauplattformen als Positionierhilfsmittel zum lagerichtigen Anordnen der Teilbauteile zueinander erfordert nur geringe Umbaumaßnahmen an den Bauplattformen, welche mit geringem finanziellem Aufwand zu tätigen sind. Zudem sind die vorzunehmenden Änderungen an den Bauplattformen unabhängig von den herzustellenden Bauteilen. Daher ist das Verfahren allein durch Anpassung der CAD- bzw. Slice-Daten für verschiedenartigste Bauteile anwendbar. Zudem kann auf eine teure und zeitaufwendig herzustellende Schweißlehre zum lagerichtigen Fügen der Teil-Bauteile zum Gesamtbauteil verzichtet werden. Weiterhin erreicht das Verfahren eine erhöhte Bauteilqualität und Genauigkeit, da die Verwendung einer toleranzbehafteten Schweißlehre entfällt.

[0025] Das Verfahren ist grundsätzlich mit allen Materialien durchführbar, die für generative Herstellungsverfahren geeignet sind. Besonders bevorzugt ist die Herstellung von metallischen Bauteilen mittels Laserschmelzen.

[0026] Das Verfahren eignet sich insbesondere zum Einsatz in der Prototypenfertigung bzw. zur Herstellung von Kleinstserien im Fahrzeugbau. Ein mit dem Verfahren hergestelltes Bauteil kann z.B. ein Fahrzeugbauteil und insbesondere ein Karosserie- oder Fahrwerksbauteil eines Fahrzeugs sein.

[0027] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein. Sofern in dieser Anmeldung der Begriff „kann“ verwendet wird, handelt es sich sowohl um die technische Möglichkeit als auch um die tatsächliche technische Umsetzung.

[0028] Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele an Hand der beiliegenden Zeichnungen erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einzelner Verfahrensschritte

Fig. 2 und **Fig. 3** Bauplattformen mit Positionierelementen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens

[0029] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung einzelne Schritte eines beispielhaften Verfahrensablaufs zur Herstellung eines Bauteils in einem generativen Schichtaufbauverfahren. Die mit **A**, **B**, **C**, **D** dargestellten Schritte entsprechen dabei den Verfahrensschritten a), b) c) und d).

[0030] In Schritt **A** wird das herzustellende Bauteil **1'** zunächst in mindestens zwei oder mehr Teil-Bauteile aufgeteilt. Gemäß Fig. 1 ist dies beispielhaft für zwei Teil-Bauteile **10'** und **12'** dargestellt, ohne dass diese zweiteilige Aufteilung beschränkend zu verstehen wäre.

[0031] Die Darstellung in Fig. 1 ist dort strichliert gewählt, wo nicht mit realen Bauteilen, sondern mit Datensätzen gearbeitet wird. Für das herzustellende Bauteil liegt z.B. ein dreidimensionales Datenmodell, wie z.B. ein CAD-Datensatz vor. Das herzustellende Bauteil **1'** wird über einer virtuellen Gesamtplattform **2'** in einem virtuellen Bauraum **3'** positioniert, so dass es in dem Bauraum **3'** herstellbar ist.

Die virtuelle Gesamtplattform **2'** ist aus zwei Bauplattformen **20'** und **22'** zusammengesetzt, welche mit ihren Stirnseiten aneinander angrenzen. Dabei bilden die Bauplattformen **20'** und **22'** die Bauplattformen **20** und **22** ab, welche für das Herstellungsverfahren real verwendet werden. So wird ein virtueller Bauraum **3'** erzeugt, der quasi der Summe zweier realer Bauräume entspricht.

[0032] Nach erfolgter Positionierung des herzustellenden Bauteils **1'** im virtuellen Bauraum **3'** wird nun ein Trennverlauf **4'** eingeführt, welcher das Bauteil **1'** in die zwei Teil-Bauteile **10'** und **12'** trennt. Der Trennverlauf **4'** wird entsprechend der Trennung zwischen erster Bauplattform **20'** und zweiter Bauplattform **22'** gewählt. Beispielsweise verläuft der Trennverlauf **4'** entlang der Trennung zwischen den beiden Bauplattformen **20'** und **22'**.

[0033] Wie aus Fig. 1, Schritt **A** zu ersehen, ist des Weiteren eine Stützstruktur **5'** vorgesehen, welche das herzustellende Bauteil **1'** auf der Bauplattform **2'** abstützt und mit dieser verbindet. Die Stützstruktur wird während der Bauteilherstellung schichtweise mit ausgebildet. Sie ermöglicht einerseits einen verbesserten Wärmetransport und eine geringere Temperaturbelastung des Bauteils während der Herstellung. Andererseits sorgt die Stützstruktur für eine sichere Fixierung der Teil-Bauteile auf den Bauplattformen. Die Stützstruktur **5'** ist ebenfalls in zwei Teile geteilt, wobei eine erste Stützstruktur **50'** das erste Teil-Bauteil **10'** abstützt und eine zweite Stützstruktur **52'** das zweite Teil-Bauteil **12'** abstützt. Die Unterteilung der Stützstruktur **5'** in die erste und zweite Stützstruktur **50'** und **52'** kann durch die Wahl des Trennverlaufs **4'** erfolgen, d.h. der Trennverlauf **4'** trennt eine zuvor definierte Stützstruktur **5'**. Alternativ können die erste und zweite Stützstruktur **50'**, **52'** auch erst definiert

werden, wenn der Trennverlauf **4'** durch das Bauteil **1'** bereits festgelegt ist.

[0034] Zu diesem Zeitpunkt des Verfahrens liegt nun sowohl für das erste Teil-Bauteil **10'** samt erster Stützstruktur **50'** und für das zweite Teil-Bauteil **12'** samt zweiter Stützstruktur **52'** jeweils ein CAD-Datensatz vor. Dieser definiert eindeutig die Position der Teil-Bauteile **10'**, **12'** auf der jeweiligen Bauplattform **20'**, **22'** und die Lage der Teil-Bauteile **10'**, **12'** im Bauraum. Ausgehend von diesen CAD-Datensätzen werden nun Schicht-Daten zu Herstellung der Teil-Bauteile erzeugt.

[0035] In Schritt **B** des Verfahrens erfolgt die Herstellung der Teil-Bauteile **10**, **12**, wobei das erste Teil-Bauteil **10** auf der ersten Bauplattform **20** hergestellt wird, und das zweite Teil-Bauteil **12** auf der zweiten Bauplattform **22**. Die Herstellung der Teil-Bauteile **10**, **12** kann zeitgleich (z.B. in separaten Anlagen) oder nacheinander erfolgen.

[0036] Nach erfolgter Herstellung der Teil-Bauteile **10** und **12** sind diese über die jeweilige Stützstruktur **50** bzw. **52** fest mit der jeweiligen Bauplattform **20** bzw. **22** verbunden.

[0037] Indem nun die Bauplattformen **20**, **22** in Schritt **C** lagerichtig derart zueinander gebracht werden, dass sie die Gesamtplattform **2** bilden, welche als virtuelle Gesamtplattform **2'** angenommen wurde, werden gleichzeitig auch die Teil-Bauteile **10**, **12** am Trennverlauf **4** zusammengebracht und bilden das Gesamtbauteil **1**. Eine derartige Positionierung der einzelnen Teil-Bauteile ist einfach, schnell und sehr genau.

[0038] In einem nachfolgenden Schritt **D** werden die Teil-Bauteile **10**, **12** am Trennverlauf **4** dauerhaft miteinander gefügt. Dies kann z.B. über eine Heftung, ein Verkleben oder ein Verschweißen erfolgen. Fig. 1 zeigt beispielhaft eine Verschweißung mittels Laserstrahl **L**. Andere Fügeverfahren sind ebenso vorstellbar.

[0039] Weitere Verfahrensschritte können sich anschließen, wie z.B. das Trennen des Bauteils **1** von der Stützstruktur **50**, **52** und den Bauplattformen **10**, **12** sowie weitere Nachbearbeitungen.

[0040] Die Idee, die Bauplattformen **20**, **22** zur lagerichtigen Positionierung der Teil-Bauteile **10**, **12** zueinander ist einfach, schnell und sehr genau. Auf eine separate Schweißlehre kann verzichtet werden.

[0041] Um die Bauplattformen **20**, **22** lagerichtig zu der Gesamtbauplattform **2** zusammen bringen zu können, weisen die Bauplattformen **20**, **22** vorzugsweise korrespondierende Positionierelemente auf.

[0042] Die in **Fig. 1** dargestellten Bauplattformen **20, 22** werden durch Positionierelemente **30, 32** in Form einer stirnseitig ausgebildeten Nut- und Federverbindung zueinander positioniert. Sind die Nut- und Feder-Positionierelemente **30, 32** nicht über die gesamte Stirnseitenlänge ausgebildet, kann neben einer Positionierung in x-Richtung und z-Richtung zudem auch auf einfache Art und Weise eine definierte Lage der Bauplattformen zueinander in y-Richtung erreicht werden.

[0043] Durch die Nut- und Feder-Verbindung überlappen sich die Bauplattformen **20, 22** teilweise. Dies kann vorteilhafter Weise genutzt werden um die Teil-Bauteile **10, 12** miteinander zu verzahnen, beispielsweise durch eine -wie in **Fig. 1** dargestellten - zackenförmige Form des Trennverlaufs **4** bzw. **4'**.

[0044] Die Form der Positionierelemente ist jedoch nicht auf eine Nut- und Federverbindung beschränkt. Weitere, die Bauplattformen **20, 22** zueinander formschlüssig positionierende Positionierelemente, wie z.B. die in **Fig. 2** gezeigten Vorsprünge **34** und Aussparungen **36**, welche verzahnend ineinander greifen können, sind ebenfalls möglich.

[0045] **Fig. 3** zeigt eine weitere Variante von Positionierelementen. In diesem Fall weisen die Bauplattformen Positionierelemente in Form von Durchgangslöchern **38** auf. Die Bauplattformen **20, 22** werden auf einem gemeinsamen Träger **40** angeordnet, wo sie mit Hilfe von Befestigungselementen **42**, z.B. in Form von Bolzen oder Schrauben, welche durch die Durchgangslöcher **38** in korrespondierende Ausnehmungen im Träger **40** eingreifen, positioniert werden (beispielhaft dargestellt für einen Bolzen **42** in **Fig. 3**).

[0046] Die Ausführungsbeispiele sind nicht maßstabgetreu und nicht beschränkend. Abwandlungen im Rahmen des fachmännischen Handelns sind möglich.

| | |
|---------------------------|------------------------|
| 1 | Bauteil |
| 2 | Gesamtbauplattform |
| 4 | Trennverlauf |
| 10, 12 | Teil-Bauteil |
| 20, 22 | virtuelle Bauplattform |
| 50, 52 | Stützstruktur |
| 30, 32, 34, 36, 38 | Positionierelemente |
| 40 | Träger |
| 42 | Befestigungselement |
| A, B, C, D | Verfahrensschritte |
| L | Laserstrahl |
| X, Y, Z | Raumrichtungen |

Bezugszeichenliste

| | |
|---------------------|------------------------------|
| 1' | herzustellendes Bauteil |
| 2' | virtuelle Gesamtbauplattform |
| 3' | virtueller Bauraum |
| 4' | virtueller Trennverlauf |
| 5', 50', 52' | virtuelle Stützstruktur |
| 10', 12' | herzustellendes Teil-Bauteil |
| 20', 22' | virtuelle Bauplattform |

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 2875897 A1 [0005]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit den Schritten:

- a) Unterteilen des herzustellenden Bauteils (1') in mindestens zwei Teil-Bauteile (10', 12') entlang eines Trennverlaufs (4'),
- b) Herstellen der mindestens zwei Teil-Bauteile (10, 12) an vorgegebener Position und in vorgegebener Lage auf jeweils separaten Bauplattformen (20, 22) durch schichtweises Auftragen von Material,
- c) lagerichtiges Zusammenbringen der Bauplattformen (20, 22) zur Bildung einer Gesamtplattform (2), wobei die vorgegebene Position und Lage jedes Teil-Bauteils (10, 12) auf der jeweiligen Bauplattform (20, 22) derart gewählt ist, dass durch das Zusammenbringen der Bauplattformen (20, 22) die Teil-Bauteile (10, 12) am Trennverlauf (4) zusammengeführt werden und
- d) Fügen der Teil-Bauteile (10, 12) am Trennverlauf (4) zum Verbinden der Teil-Bauteile (10, 12) zu dem Gesamtbauteil (1).

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, wobei zum lagerichtigen Zusammenbringen der Bauplattformen (20, 22) Positionierelemente (30, 32, 34, 36, 38) verwendet werden, die an oder in den Bauplattformen (20, 22) ausgebildet sind.

3. Verfahren nach Patentanspruch 2, bei dem die Bauplattformen (20, 22) mittels der Positionierelemente (38) an oder auf einem gemeinsamen Träger (40) positioniert werden.

4. Verfahren nach Patentanspruch 2, bei dem die Bauplattformen (20, 22) durch Ineinandergreifen jeweils korrespondierender Positionierelemente (30, 32; 34, 36) eindeutig zueinander positioniert werden.

5. Verfahren nach Patentanspruch 4, bei dem die Bauplattformen (20, 22) in der Art einer Nut- und Feder-Verbindung (30, 32) ineinander greifen.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Patentansprüche, bei dem in Schritt a)

- i.) CAD-Daten des herzustellenden Bauteils (1') erzeugt werden,
- ii) das herzustellende Bauteil (1') auf einer virtuellen Gesamtplattform (2') positioniert wird,
- iii.) ein Trennverlauf (4') durch das herzustellende Bauteil (1') definiert wird, welcher das Bauteil (1') in wenigstens ein erstes Teil-Bauteil (10) und zweites Teil-Bauteil (12) trennt, wobei der Trennverlauf (4') entsprechend einer Trennung der virtuellen Gesamtplattform (2') in wenigstens zwei Bauplattformen (20', 22') erfolgt und
- iv.) Schichtdaten zur Herstellung der Teil-Bauteile (10, 12) erzeugt werden.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Patentansprüche, bei dem während der schichtweisen Herstellung der Teilbauteile Stützstrukturen (50, 52) mit hergestellt werden, welche die Teilbauteile (10, 12) auf der jeweiligen Bauplattform (20, 22) fixieren.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Patentansprüche, bei dem das schichtweise Auftragen von Material zur Erzeugung der Teilbauteile (10, 12) als selektives Laserschmelzen erfolgt.

9. Bauteil, hergestellt durch ein Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, wobei das Bauteil (1) ein Fahrzeugbauteil ist.

10. Bauteil nach Patentanspruch 9, das ein Karosseriebauteil oder ein Fahrwerksbauteil ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

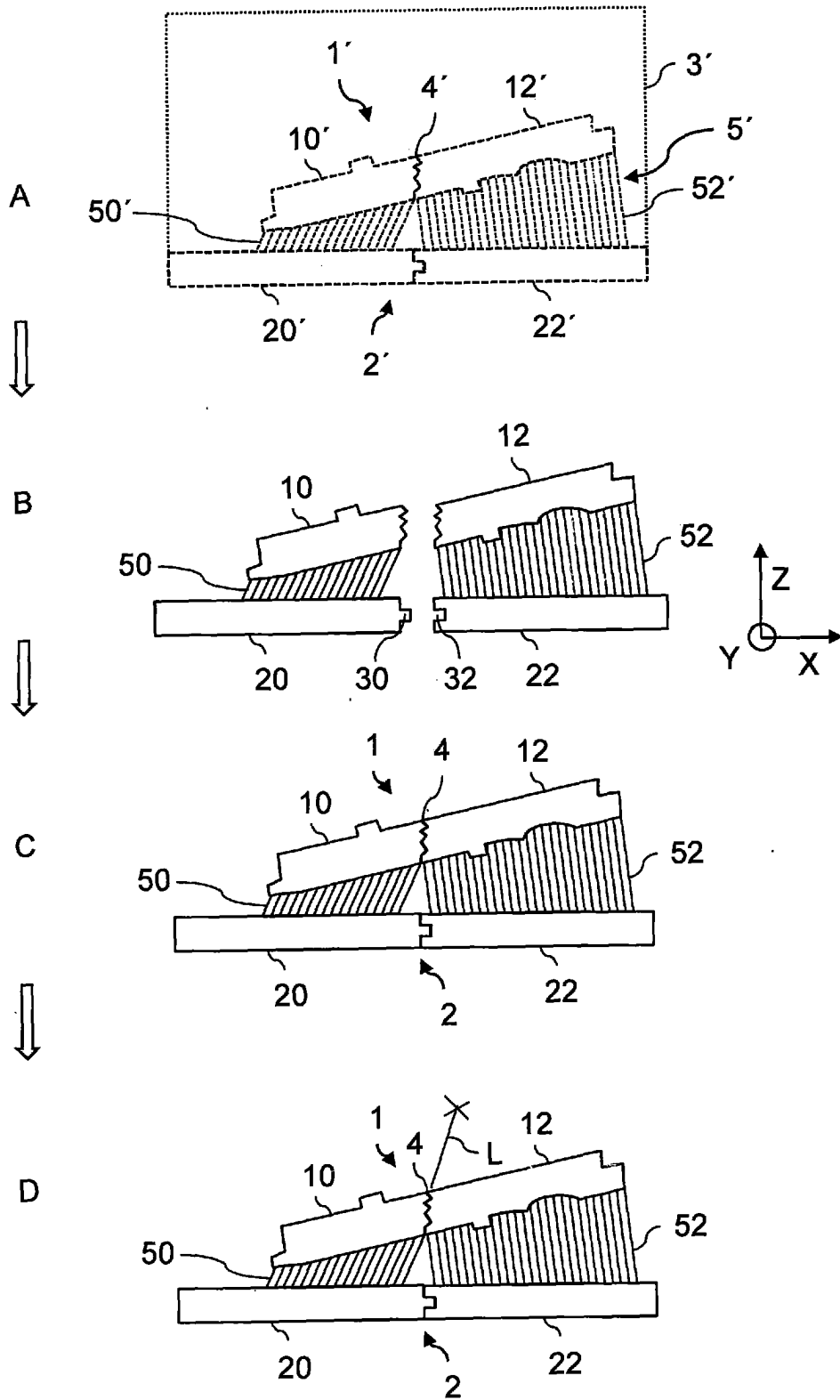


Fig. 1

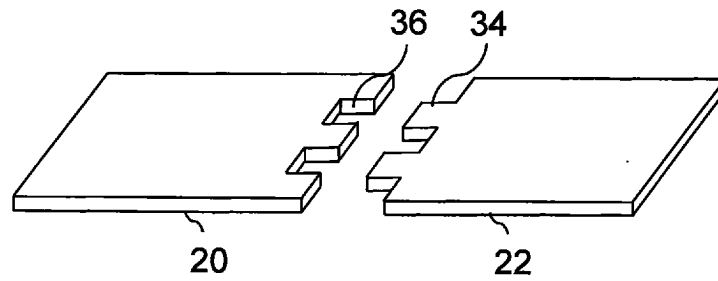


Fig. 2

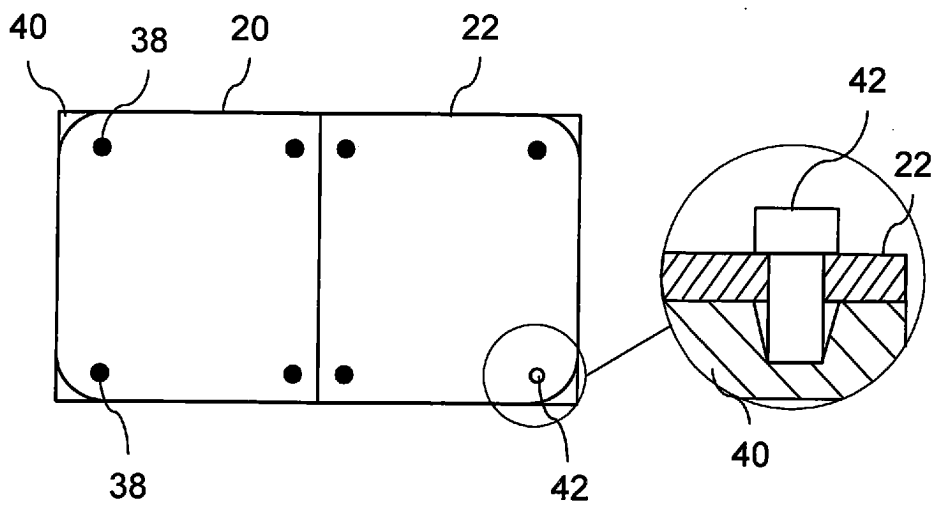


Fig. 3