

(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
9. Januar 2014 (09.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/006192 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/064287

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Juli 2013 (05.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 013 318.9 6. Juli 2012 (06.07.2012) DE

(71) Anmelder: **EOS GMBH ELECTRO OPTICAL
SYSTEMS** [DE/DE]; Robert-Stirling-Ring 1, 82152
Krailling (DE).

(72) Erfinder: **SZWEDKA, Gregor**; Mauthäuslstr. 47, 81379
München (DE).

(74) Anwalt: **PRÜFER & PARTNER GBR**; Sohnckestr. 12,
81479 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, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, 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, PA, 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,
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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

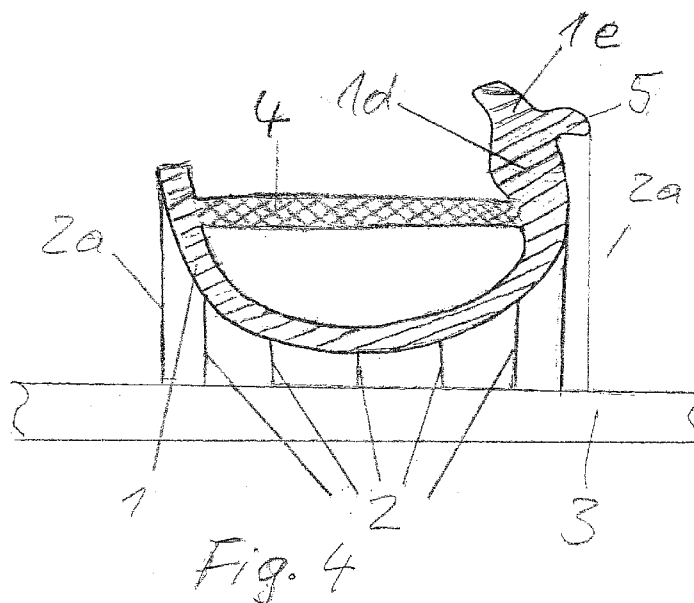
— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A THREE-DIMENSIONAL OBJECT IN LAYERS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM SCHICHTWEISEN HERSTELLEN EINES
DREIDIMENSIONALEN OBJEKTS



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a three-dimensional object (1) by solidifying assembly material in layers at the locations corresponding to the cross-section of the object (1) to be produced in the particular layer by introducing energy by means of electromagnetic radiation, wherein a calculation is performed to determine which voltages will occur within the object (1) during the layered production and wherein, when a limit is exceeded, the object to be produced receives additional structures (4, 5) with respect to the target form of the object (1) to be produced.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Herstellen eines dreidimensionalen Objektes (1) durch schichtweises Verfestigen von Aufbaumaterial an den dem Querschnitt des herzustellenden Objektes (1) in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen durch Energieeinbringung mittels elektromagnetischer Strahlung, wobei eine Berechnung durchgeführt wird, welche Spannungen die während des lagenweisen Herstellens innerhalb des Objektes (1) auftreten werden und beim

Überschreiten eines Grenzwertes das herzustellende Objekt Zusatzstrukturen (4,5) gegenüber der Sollform des herzustellenden Objektes (1) erhält.

Verfahren und Vorrichtung zum schichtweisen Herstellen eines
dreidimensionalen Objekts

5

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines dreidimensionalen Objektes durch schichtweises Verfestigen von Aufbaumaterial an den dem Querschnitt des herzustellenden Objektes in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen durch Energieeinbringung mittels elektromagnetischer Strahlung und eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens.

[0002] Bei gattungsgemäßen Verfahren, welche mit schichtweisem Auftrag von Pulver arbeiten, führt die eingebrachte Energie zunächst zu einer - zumindest teilweisen - Verflüssigung der Pulverkörner. Wenn keine Energie mehr eingebracht wird, kühlen die verflüssigten Materialbereiche ab und es tritt eine Verfestigung ein.

[0003] Eines der möglichen Verfahren, sowie eine zugehörige Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens ist unter dem Namen "Selektives Lasersintern" bekannt und in der DE 10 2005 024 790 A1 offenbart. Gemäß dieser Druckschrift wird zunächst mittels eines Beschichters eine dünne Schicht des pulverförmigen Aufbaumaterials aufgetragen und dieses anschließend an den dem jeweiligen Querschnitt des Objektes entsprechenden Stellen durch Einwirken eines Laserstrahls verfestigt. Diese beiden Schritte werden abwechselnd solange wiederholt, bis das herzustellende dreidimensionale Objekt fertig gestellt ist.

[0004] Bedingt durch den Wechsel von Einbringen von Energie, einhergehend mit einer Erwärmung und der darauffolgenden Abkühlungsphase entstehen innerhalb des Objektes Spannungen.

Nach dem beendeten Herstellungsvorgang wird das hergestellte Objekt einer Wärmebehandlung zugeführt, durch welche die Spannungen, die während des schichtweisen Aufbaus entstanden sind abgebaut werden.

5 [0005] Aus der DE 19511772 A1 ist es bekannt, für das herzustellende Objekt eine Stützkonstruktion herzustellen, welches das herzustellende Objekt mit einer massiven Metallplatte verbindet. Diese Stützkonstruktion reduziert den Verzug des herzustellenden Objektes, da den Kräften, welche in dem her-

10 zustellenden Objekt entstehen entsprechende Haltekräfte entgegenstehen.

[0006] Die bekannten Stützkonstruktionen verlaufen beim bekannten Stand der Technik im wesentlichen senkrecht von der stabilen Platte zum herzustellenden Objekt.

15 [0007] Bei Objekten, insbesondere Objekten, die einen offenen Querschnitt aufweisen tritt das Problem auf, dass nicht alle Stellen des Querschnitts mit einer Stützkonstruktion verbunden werden können.

[0008] Bei solchen Objekten können die inneren Spannungen zu einem Abweichen der aktuellen Form von der Sollform führen.

20

[0009] Aus der WO 2009/039159 A2 ist es bekannt, in Erwartung einer Abweichung während des Herstellungsprozesses für jede Schicht des Herstellungsprozesses die Abmessungen des herzustellenden Objektes so neu zu berechnen und zu verändern,

25

dass die beim Herstellungsprozess auftretenden Effekte der Materialschrumpfung kompensiert werden und das fertig hergestellte Objekt trotz der Materialschrumpfung den Sollabmessungen entspricht. Nachteilig bei diesem Verfahren ist der hohe Rechenaufwand zur Neuberechnung aller Schichten des

30

herzustellenden Objektes.

[0010] Ein weiterer Nachteil dieses Verfahrens ist darin zu sehen, dass die Spannungen im Objekt verbleiben und später, z.B. bei einer Wärmebehandlung zu einer Deformation führen

können. Aus der EP 1 720 676 B1 ist es ferner bekannt, einen Kompensationsdatensatz und/oder eine Kompensationsfunktion vor Beginn des Freiform-Sinter- und/oder Schmelzvorgangs aus den Sollwertdaten und gegebenenfalls aus zumindest einem Fertigungsparameter zu berechnen und den Kompensationsdatensatz mit den Produktsollgeometriedaten zu verknüpfen bzw. die Kompensationsfunktion darauf anzuwenden, um den Steuerungsdatensatz zu erzeugen.

10 Kurzbeschreibung der Erfindung

[0011] Die Überlegungen, die zu der vorliegenden Erfindung führen machen sich die Erkenntnis zu eigen, dass beim schichtweisen Aufbau von Objekten die Stärke der inneren Spannungen vom Volumen des hergestellten Objektes abhängt. Da dieses Volumen mit jeder neuen Schicht sukzessive zunimmt, ist es vorausberechenbar, ab welcher Schicht so starke innere Spannungen auftreten werden, die zu einer Verformung des Bauteils führen würden, sofern nicht präventiv Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

[0012] Erfindungsgemäß sind diese Gegenmaßnahmen so ausgelegt, dass das herzustellende Teil Zusatzstrukturen gegenüber der Sollform des herzustellenden Objektes erhält. Diese Zusatzstrukturen können nach der Wärmebehandlung des vollständig hergestellten Objektes von diesem entfernt werden oder - sofern die Zusatzstruktur die Funktionalität des Objektes nicht stört- am Objekt verbleiben. Beispielsweise kann eine Zusatzstruktur, die sich in einem inneren Hohlraum des Objektes befindet, in diesem verbleiben.

[0013] Prinzipbedingt durch den schichtweisen Aufbau, wobei die Schichten in Z-Richtung senkrecht zur Schichtebene aufeinander angeordnet sind, weisen die Objekte während des Herstellungsprozesses -zumindest zeitweilig- in einer Ebene, die die Z-Achse enthält oder parallel zur Z-Achse verläuft, ei-

nen Querschnitt auf, den der Fachmann als „offen“ bezeichnet. Beispielsweise weist ein Objekt, dessen Querschnitt nach der Fertigstellung „O“ förmig, also „geschlossen“ ist, während des Herstellungsvorgangs einen „offenen“ in etwa „u“ förmigen Querschnitt auf. Ein solches Objekt ist in dieser Phase des Herstellungsvorgangs gefährdet durch innere Spannungen einen Verzug zu erhalten. Die Erfindung ist natürlich nicht beschränkt auf Objekte mit einem „O“ förmigen Profil. Die Beschreibung „O“ förmig dient nur der leichten Veranschaulichung einer Form des Objektes bei welcher im inneren des Materials Spannungen auftreten, diese Spannungen jedoch zu keiner Verformung des Objektes führen.

[0014] Bei Objekten mit einem „offenen“ Querschnitt führen die inneren Spannungen verstärkt zu einer Verformung des hergestellten Objektes, während bei Objekten mit einem geschlossenen Querschnitt innere Spannungen zu einer wesentlich verringerten Verformung führen.

[0015] In neuer und erfinderischer Weise wurde diese Erkenntnis eingesetzt, um das beanspruchte Herstellungsverfahren zu schaffen, bei welchem während des Herstellungsvorganges der „offene“ Querschnitt durch die Zusatzstruktur die positiven Eigenschaften eines „geschlossenen“ Querschnitts erhält, bei dem sich die inneren Spannungen im Gleichgewicht befinden.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, bei der Herstellung eines Objektes mit offenem Profil mindestens ein zusätzliches Versteifungselement zu schaffen, welches Kräfte, die aufgrund der inneren Spannungen auftreten so aufnimmt, dass keine oder eine minimale Verformung des herzustellenden Objektes entsteht. Durch das zusätzliche Vorhandensein des Versteifungselements erhält das offene Profil des herzustellenden Gegenstandes eine erhöhte Stabilität gegen Verformung.

[0017] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Figuren näher erläutert:

Es zeigen im einzelnen: Fig. 1 und Fig. 2 ein herzustellendes Objekt mit Stützstrukturen gemäß dem Stand der Technik
5 in geschnittener Darstellung

Fig. 3 und Fig. 4 ein herzustellendes Objekt mit erfinderischen Zusatzstrukturen

[0018] Das herzustellende Objekt 1 wurde in bekannter Weise lagenweise durch selektives Aufschmelzen und anschließendem
10 Erstarren von pulverförmigem Material hergestellt. Das Objekt 1 ist in bekannter Weise allseitig umgeben von losem Pulver. Über eine Stützkonstruktion 2 ist das Objekt 1 mit einer Grundplatte 3 verbunden.

[0019] Der Herstellungsprozess beginnt, indem auf der Grundplatte
15 te 3 eine erste Pulverschicht aufgetragen wird. In dieser ersten Schicht beginnt das selektive Aufschmelzen und Abkühlen an den Stellen, die dem Querschnitt der Stützkonstruktion 2 entsprechen. Dieser Vorgang wird für eine Vielzahl von Lagen wiederholt. Die einzelnen Lagen werden in Richtung der
20 Achse Z aufeinander angeordnet. Ab einer gewissen Anzahl von Lagen beginnt die Herstellung des eigentlichen Objektes 1.

[0020] Zur Klarstellung des Herstellungsprozesses wird darauf
hingewiesen, dass während des lagenweisen Herstellungsvorganges ein unterbrechungsfreier Übergang von Grundplatte 3
25 in die Stützkonstruktion 2 und von der von Stützkonstruktion 2 zum Objekt 1 erfolgt. Hierdurch ist eine formschlüssige Verbindung von Grundplatte 3 und Objekt 1 gegeben.

[0021] Etwa ab der Lage n1 beginnt das herzustellende Objekt 1.
Das Objekt 1 weist in Z Richtung etwa bis zur Lage n2 einen
30 Querschnitt auf, der im Bereich 1a flach ausgebildet ist.
Etwa ab der Lage n2 bis zur Lage n3 verläuft der mit 1b bezifferte Bereich 1b im Wesentlichen senkrecht nach oben.

[0022] Durch die oftmaligen, bei jeder Lage n auftretenden Erwärmungs- und Abkühlungsvorgänge entsteht im Objekt 1 eine innere Spannung, welche eine Kraft F in Richtung der Pfeile F erzeugt. Diese Kraft F kann in nachteiliger Weise zu einer Verformung der Bereiche 1b des Objektes 1 führen.

[0023] Das Verfahren berechnet die Kraft F sowohl unter Berücksichtigung des Teil-Volumens des Objektes 1, das in den bisherigen Lagen verfestigt wurde als auch unter Berücksichtigung des Teil Volumens des Objekts 1 das in folgenden Lagen verfestigt werden wird.

[0024] Die Figur 2 zeigt eine Lösung nach dem Stand der Technik, bei welcher die von der Grundplatte 3 ausgehende Stützstruktur 2 zusätzliche Strukturelemente 2a aufweist, die im Bereich 1b des Objektes 1 enden. Diese Strukturelemente 2a können Zugkräfte aufnehmen, welche der Kraft P entgegenwirken und können so der Verformung des Objektes 1 entgegenwirken. Die Strukturelemente 2a verlaufen im Wesentlichen senkrecht von der Grundplatte 3 zum Objekt 1.

[0025] Je nach Form des herzustellenden Objektes 1 kann es vorkommen, dass Bereiche des Objekts 1 nicht von den senkrecht nach oben verlaufenden Strukturelementen 2a erreichbar sind. Beim dem in der Figur 2 gezeigten Objekt 1 ist dies der Bereich 1c.

[0026] Die Figur 3 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführung, bei welcher das Objekt 1 wie üblich über die Stützstruktur 2 mit der Bodenplatte 3 verbunden ist. Entsprechend der Erfindung sind mehrere Zusatzstrukturen 4 hergestellt worden, welche im Wesentlichen horizontal und somit im Wesentlichen parallel zum Verlauf der Schichten generiert werden. Die Herstellung der jeweiligen Zusatzstrukturen 4 wurde im gezeigten Beispiel jeweils bereits in einer Schicht begonnen, bei welcher im Objekt 1 noch keine zu einer Verformung führende innere Spannung auftritt.

[0027] Prinzipbedingt durch die schichtweise Herstellung benötigen die horizontal verlaufenden Zusatzstrukturen 4 auch ihrerseits senkrecht verlaufende Stützelemente, um eine Herstellbarkeit zu gewährleisten. Im gezeigten Beispiel sind mehrere Zusatzstrukturen 4 übereinander angeordnet. Diese Zusatzstrukturen 4 sind kaskadiert aufeinander durch senkrecht verlaufende Stützelemente abgestützt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde jedoch auf die Darstellung dieser senkrechten Stützelemente verzichtet.

[0028] Wenn nun im Verlauf des weiteren Herstellungsprozesses die vorherberechnete innere Spannung auftritt, verhindern die bereits vorhandenen Zusatzstrukturen 4 eine Verformung des Objektes 1. Aufgrund der Zusatzstrukturen 4 kann in vorteilhafter Weise gegebenenfalls auch die Anzahl der Strukturelemente 2a reduziert werden.

[0029] Die Figur 4 zeigt eine Abwandlung des Objektes 1. Der Bereich 1d weist ein gegenüber den übrigen Bereichen des Objektes 1 ein relativ großes Volumen auf. Die errechneten inneren Spannungen sind im Bereich 1d daher höher als in den übrigen Bereichen des Objektes 1. Dementsprechend ist die Zusatzstruktur 4 verhältnismäßig massiv ausgestaltet.

[0030] Generell sieht das erfindungsgemäße Verfahren vor, dass die Ausmaße der Zusatzstrukturen 4 so berechnet werden, dass so wenig Material wie nötig verwendet wird, aber die Zusatzstrukturen dennoch stets ausreichend stabil sind.

[0031] Der Bereich 1e überragt die übrigen Bereiche des Objektes 1 und daher ist es nicht möglich diesen Bereich 1e durch eine horizontal verlaufende Zusatzstruktur 4 abzustützen. Zudem ist der Bereich 1e nach innen geneigt, d.h. unerreichbar für ein senkrecht von der Grundplatte 3 ausgehendes Strukturelement 2a.

[0032] Für solche Anwendungsfälle sieht das erfindungsgemäße Verfahren vor, eine Zusatzstruktur 5 zu schaffen, welche das

Objekt 1 so erweitert, dass die Zusatzstruktur 5 von einem senkrecht aus der Grundplatte 3 aufsteigendem Strukturelement 2a erreichbar ist.

[0033] Diese Zusatzstruktur 5 ist nach der Wärmebehandlung des fertig hergestellten Objektes 1 entfernbar.

[0034] Das Verfahren findet Anwendung in einer Vorrichtung, welche schichtweise Material selektiv verfestigt. Die Vorrichtung umfasst eine Grundplatte (3) auf der das Objekt (1) schichtweise aufgebaut wird, eine Vorrichtung durch welche Material schichtweise auf der Grundplatte oder einer zuvor bereitgestellten Schicht des Materials bereitstellbar ist, eine Energiequelle durch welche Energie in eine zuvor aufgetragene Schicht des Aufbaumaterials einbringbar ist und eine Steuereinheit zum Steuern des Bereitstellens einer Schicht und dem Einbringen der Energie.

[0035] Die Berechnung an welchen Stellen die Zusatzstrukturen 4 und 5 an das Objekt 1 angebracht werden erfolgt durch ein Computerprogramm. Dieses Computerprogramm steuert eine Steuereinheit mit einer CPU. Die Steuereinheit steuert ihrerseits die Energieeinbringung mittels elektromagnetischer Strahlung, wobei das Pulver an den dem jeweiligen Querschnitt des Objektes entsprechenden Stellen durch Einwirken eines Laserstrahls verfestigt wird.

[0036] In einer Weiterbildung der Erfindung kann eine vorbestimmte Verformung des Objekts, welche dieses nach der schichtweisen Herstellung aufweist, beabsichtigt sein. Eine derartige funktionelle Verformung wird so vorberechnet, dass die Geometrie des Objekts 1 vor der Abkühlung und dem Entpacken aus dem Pulverbett diese Verformung aufweist. Die Verformung wird ferner so vorbestimmt, dass das Objekt nach einer folgenden Wärmebehandlung das gewünschte geometrische Ergebnis, d.h. seine Sollform ausweist.

[0037] In diesem Fall können bei der Berechnung der Verformung aufgrund der innerhalb des Objekts 1 auftretenden Spannungen nicht nur, wie zuvor beschrieben, das Volumen bzw. Teilvolumina des Objekts 1 eingehen, sondern es können auch zusätzlich dazu weitere Prozesse, die nach Verfestigung der letzten Schicht des Objekts 1 erfolgen, in die Berechnung mit eingehen. Zu diesen Prozessen gehören beispielsweise das Abkühlen des Objekts 1, das Entfernen der Stützstruktur 2, der Strukturelemente 2a und/oder der Zusatzstrukturen 4, 5, sowie eine Wärmebehandlung.

[0038] In einer weiteren Weiterbildung der Erfindung werden nach der schichtweisen Herstellung des Objektes 1 die vertikalen, d.h. in Z-Richtung verlaufenden Stützstrukturen 2 und Strukturelemente 2a von der Grundplatte 3 getrennt. Nun wird an dem separat vorliegenden Objekt eine Wärmebehandlung durchgeführt. Die verbleibenden Zusatzstrukturen 4, 5 stellen hierbei eine zusätzliche Versteifung des Objektes 1 dar, die eine Verformung des Objekts 1 während der Wärmebehandlung verhindern. Damit verhindern oder minimieren die Zusatzstrukturen eine Verformung, insbesondere einen Verzug während der Wärmebehandlung. Die Zusatzstrukturen können dabei so vorbestimmt werden, dass eine eventuelle Verformung des hergestellten Objekts während einer Wärmebehandlung verhindert oder minimiert wird. Das Entfernen der Zusatzstrukturen 4, 5 erfolgt erst nach der Wärmebehandlung, wobei eine Zusatzstruktur, die die Funktionalität des Objekts nicht stört, auch am Objekt verbleiben kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines dreidimensionalen Objektes durch schichtweises Verfestigen von Aufbaumaterial an den dem
5 Querschnitt des herzustellenden Objektes (1) in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen durch Energieeinbringung mittels elektromagnetischer Strahlung
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Berechnung durchgeführt wird, welche Spannungen während
10 des lagenweisen Herstellens innerhalb des Objektes (1) auftreten werden und beim Überschreiten eines Grenzwertes das herzustellende Objekt (1) eine oder mehrere Zusatzstrukturen (4, 5) zusätzlich zu der Sollform des herzustellenden Objektes erhält, wobei die Stelle an der eine Zusatzstruktur (4,
15 5) an das Objekt (1) angebracht wird, vor der Herstellung des Objektes berechnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, dass
20 die Stelle, an der eine Zusatzstruktur an das Objekt (1) angebracht wird, vor der Herstellung des Objektes so berechnet wird, dass keine Verformung des Objekts aufgrund der innerhalb des Objekts auftretenden Spannungen auftritt oder eine Verformung minimiert wird.
25
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das lagenweise hergestellte Objekt (1) nach der Fertigstellung der letzten Lage einer Wärmebehandlung zugeführt wird, durch welche Spannungen innerhalb des vollständig her-
30 gestellten Objektes (1) beseitigt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusatzstrukturen (4, 5) so berechnet werden, dass sie eine

Verformung des Objektes (1) während der Wärmebehandlung verhindern oder minimieren.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Herstellung des Objekts (1) eine vorbestimmte Verformung des Objekts (1) berechnet wird, die das Objekt (1) nach der Fertigstellung der letzten Lage seiner schichtweisen Herstellung aufweisen soll.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusatzstrukturen (4, 5) von dem hergestellten Objekt (1) entfernt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zusatzstruktur (4), die sich in einem inneren Hohlraum des Objektes befindet, in diesem verbleibt.
8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Zusatzstruktur (4) Zusatzelemente enthält die im wesentlichen horizontal verlaufen.
9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Berechnung des Volumens des Objektes (1) und die spezifischen Materialeigenschaften berücksichtigt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 dadurch gekennzeichnet, dass die Berechnung des Teil-Volumens des Objektes (1) berücksich-

tigt, welches in bereits hergestellten Schichten vorhanden ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

5 dadurch gekennzeichnet, dass die Berechnung des Teil-Volumen des Objektes (1) berücksichtigt, welches sich in den noch herzustellenden Schichten befindet.

10 12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche

dadurch gekennzeichnet, dass

ein Objekt (1) mit einem Querschnitt, der in einer die Z-Achse enthaltenden oder in einer parallel zur Z-Achse liegenden Ebene geschlossen ist, und bei dem verfahrensbedingt während des Herstellungsprozesses ein bezüglich dieser Ebene offener Querschnitt vorliegt, durch Verwenden mindestens eines Versteifungselementes als Zusatzstruktur (4) auch während des Herstellungsprozesses einen geschlossenen Querschnitt erhält.

20

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,

dadurch gekennzeichnet, dass das Objekt (1) nach der Fertigstellung der letzten Lage von in Z-Richtung vorgesehenen Stützstrukturen befreit wird und als separates Teil einer Wärmebehandlung unterzogen wird.

25

14. Vorrichtung zur Durchführung eines der Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13

umfassend

30

- eine Grundplatte (3) auf der das Objekt (1) schichtweise aufbaubar ist,

- eine Vorrichtung durch welche Material schichtweise auf der Grundplatte (3) oder einer zuvor bereitgestellten Schicht des

Materials bereitstellbar ist,

- eine Energiequelle durch welche Energie in eine zuvor aufgetragene Schicht des Aufbaumaterials einbringbar ist und
 - eine Steuereinheit zum Steuern des Bereitstellens einer
- 5 Schicht und dem Einbringen der Energie.

15. Computerprogramm, das in der Lage ist, wenn es ausgeführt wird, eine Vorrichtung zum Herstellen eines dreidimensionalen Objektes durch schichtweises Aufbringen und selektives Ver-

10 festigen eines pulverförmigen Aufbaumaterials durch Einwirkung von Energie so zu steuern, dass die Vorrichtung ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 durchführt.

16. Dreidimensionales Objekt, das durch ein Verfahren nach einem

15 der Ansprüche 1 bis 13 hergestellt wurde.

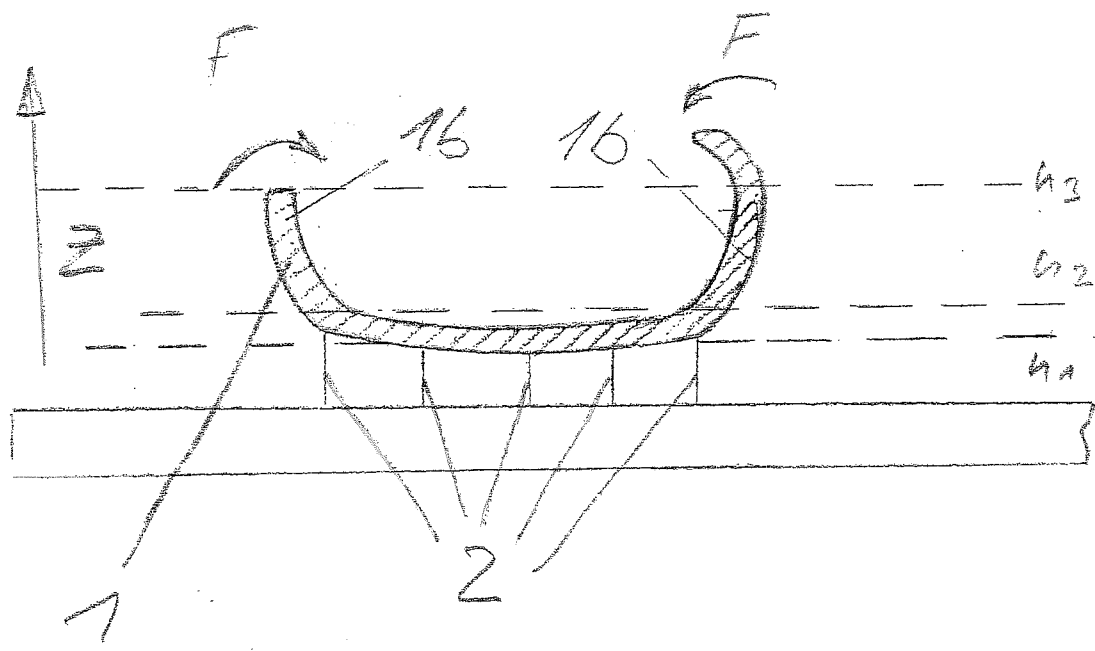


Fig. 1

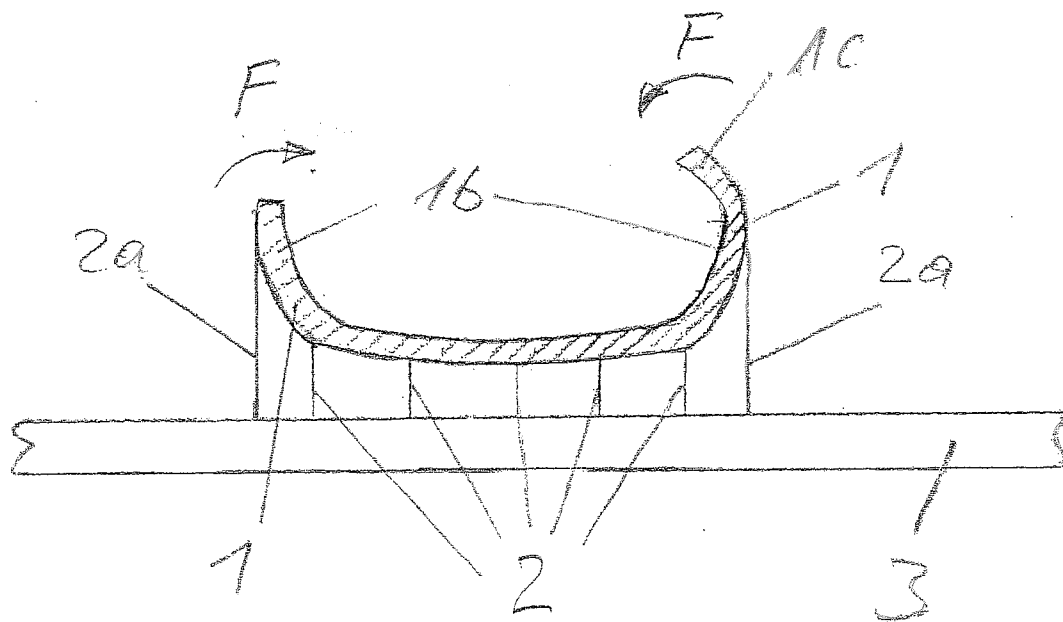


Fig. 2

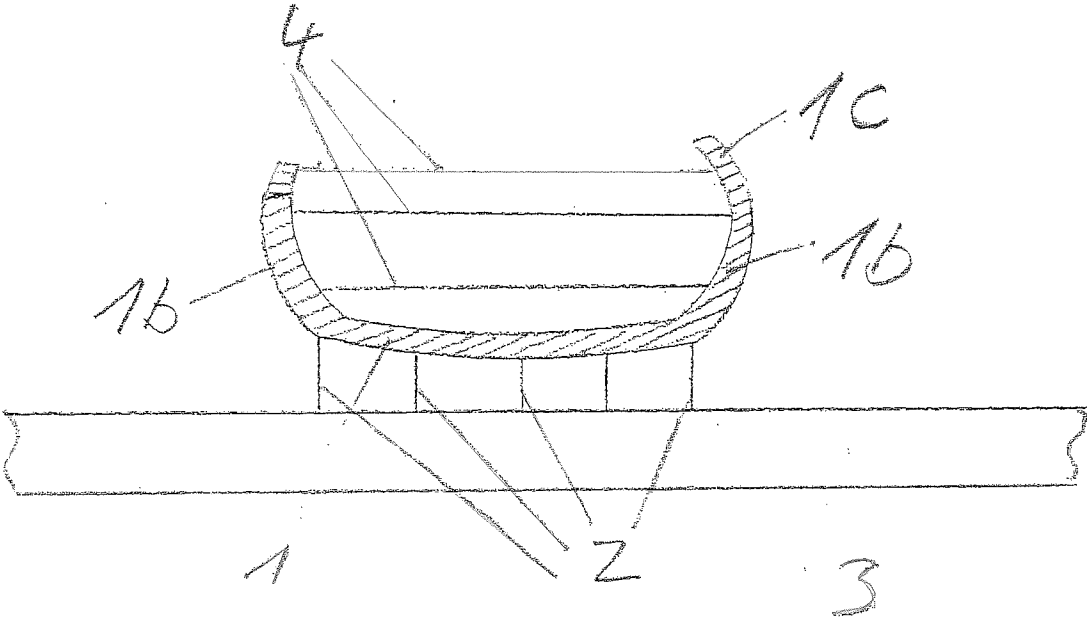


Fig. 3

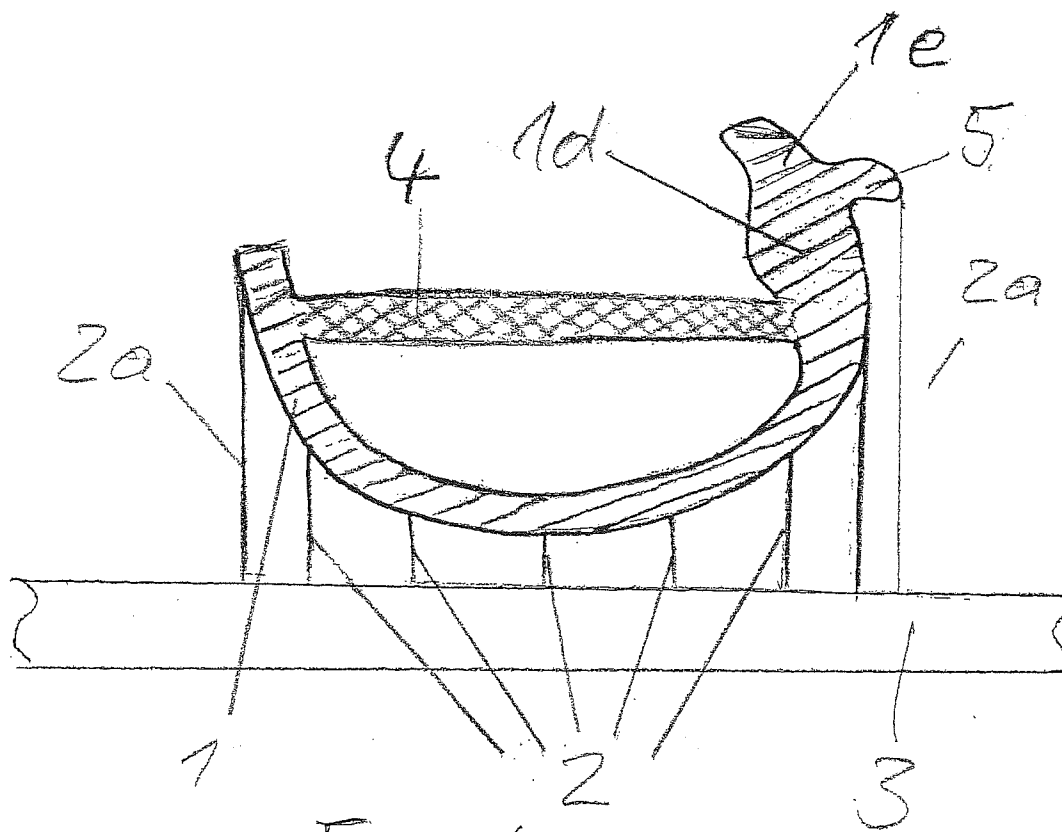


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/064287

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B29C67/00
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	EP 2 022 622 A1 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 11 February 2009 (2009-02-11) figures 2, 3 page 2, paragraphs [0006], [0012], [0014] page 3, paragraphs [0031], [0033] page 4, paragraphs [0043], [0046] -----	1-6,8,9, 14-16 13
X Y	US 2010/042241 A1 (INOUE TOMOYUKI [JP]) 18 February 2010 (2010-02-18) figures 3A, 3B, 11, 17 page 2, paragraphs [0023], [0027] page 4, paragraph [0071] page 6, paragraph [0093] page 9, paragraph [0136] page 12, paragraph [0183] page 13, paragraph [0195] page 16, paragraph [0239] -----	1-12, 14-16 13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 October 2013

Date of mailing of the international search report

22/10/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gasner, Benoit

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/064287

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 2022622	A1	11-02-2009	EP 2022622 A1	11-02-2009
		US 2009039570 A1		12-02-2009

US 2010042241	A1	18-02-2010	CN 101535032 A	16-09-2009
			DE 112007002411 T5	30-07-2009
			JP 4792504 B2	12-10-2011
			US 2010042241 A1	18-02-2010
			WO 2008044693 A1	17-04-2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B29C67/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B29C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 022 622 A1 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 11. Februar 2009 (2009-02-11)	1-6,8,9, 14-16
Y	Abbildungen 2, 3 Seite 2, Absätze [0006], [0012], [0014] Seite 3, Absätze [0031], [0033] Seite 4, Absätze [0043], [0046] -----	13
X	US 2010/042241 A1 (INOUE TOMOYUKI [JP]) 18. Februar 2010 (2010-02-18)	1-12, 14-16
Y	Abbildungen 3A, 3B, 11, 17 Seite 2, Absätze [0023], [0027] Seite 4, Absatz [0071] Seite 6, Absatz [0093] Seite 9, Absatz [0136] Seite 12, Absatz [0183] Seite 13, Absatz [0195] Seite 16, Absatz [0239] -----	13



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Oktober 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/10/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gasner, Benoit

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/064287

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2022622 A1	11-02-2009	EP 2022622 A1	11-02-2009
		US 2009039570 A1	12-02-2009

US 2010042241 A1	18-02-2010	CN 101535032 A	16-09-2009
		DE 112007002411 T5	30-07-2009
		JP 4792504 B2	12-10-2011
		US 2010042241 A1	18-02-2010
		WO 2008044693 A1	17-04-2008
