

(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
18. März 2010 (18.03.2010)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/028864 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 67/00 (2006.01) **B05B 13/00** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/006674
- (22) Internationales Anmeldedatum:
15. September 2009 (15.09.2009)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2008 047 118.6
15. September 2008 (15.09.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DÜRR SYSTEMS GMBH** [DE/DE]; Carl-Benz-Strasse 34, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WESSELKY, Steffen** [DE/DE]; Kirchstrasse 6/1, 73099 Adelberg (DE). **FRITZ, Hans-Georg** [DE/DE]; Schönbuchstrasse 4, 73760 Ostfildern (DE). **HERRE, Frank** [DE/DE]; Grossmoltenstrasse 12, 71739 Oberriexingen (DE). **BEYL, Timo** [DE/DE]; Amselweg 10, 74354 Besigheim (DE).
- (74) Anwalt: **HEUSLER, Wolfgang**; v. Bezold & Partner, Akademiestrasse 7, 80799 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, 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, 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, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (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, 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: PRODUCTION METHOD FOR A PAINT PLANT COMPONENT AND CORRESPONDING PAINT PLANT COMPONENT

(54) Bezeichnung : HERSTELLUNGSVERFAHREN FÜR EIN LACKIERANLAGENBAUTEIL UND ENTSPRECHENDES LACKIERANLAGENBAUTEIL

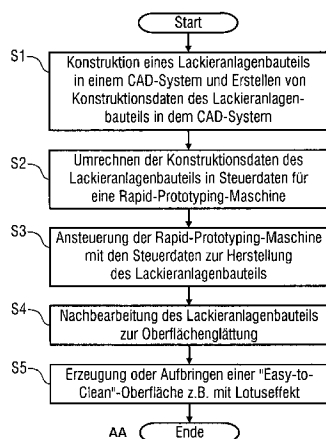


Fig. 1

S1 ... Construction of a paint plant component in a CAD system and creation of construction data for paint plant component in CAD system
S2 ... Conversion of construction data for paint plant component into control data for a rapid prototyping machine
S3 ... Control of rapid prototyping machine using control data, to produce paint plant component
S4 ... Post-processing of paint plant component to finish surface
S5 ... Creation or application of an easy-clean surface e.g. with "Lotus effect"
AA ... End

(57) Abstract: The invention relates to a production method for producing a paint plant component, in particular for producing a component of a colour changer, a colour valve, or a spray device. According to the invention, the paint plant component is produced in a rapid prototyping method. The invention also relates to a paint plant component that is produced accordingly.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Herstellungsverfahren zur Herstellung eines Lackieranlagenbauteils, insbesondere zur Herstellung eines Bauteils eines Farbwechslers, eines Farbventils oder eines Zerstäubers. Es wird vorgeschlagen, dass das Lackieranlagenbauteil durch ein Rapid-Prototyping-Verfahren hergestellt wird. Weiterhin umfasst die Erfindung ein entsprechend hergestelltes Lackieranlagenbauteil.

WO 2010/028864 A2

BESCHREIBUNG

5 **Herstellungsverfahren für ein Lackieranlagenbauteil und entsprechendes Lackieranlagenbauteil**

Die Erfindung betrifft ein Herstellungsverfahren zur Herstellung eines Lackieranlagenbauteils, insbesondere zur Herstellung eines Bauteils eines Farbwechslers, eines Farbventils, einer Zerstäubers, einer Roboters oder dergleichen. Weiterhin betrifft die Erfindung ein entsprechend hergestelltes Lackieranlagenbauteil.

15 Herkömmlicherweise werden Lackieranlagenbauteile, wie beispielsweise Bauteile von Farbwechslern, Farbventilen oder Zerstäubern, die in Kraftfahrzeuglackieranlagen eingesetzt werden, mit spanabhebenden Herstellungsverfahren (z.B. Fräsen, Bohren) oder Urformverfahren (z.B. Gießen, Extrudieren) hergestellt, da diese Herstellungsverfahren die erforderliche geringe Oberflächenrauhigkeit der Lackieranlagenbauteile ermöglichen.

Nachteilig an diesen bekannten Herstellungsverfahren ist der beschränkte Gestaltungsspielraum bei der Formgebung, da bestimmte Bauteilformen mit den jeweiligen Herstellungsverfahren nicht realisierbar sind. So werden Durchleitungen für Medien (z.B. Spülmittel, Lack, Luft) in der Regel durch Bohrungen realisiert, die jedoch herstellungsbedingt nur einen geraden Verlauf haben können, so dass Richtungsänderungen der Durchleitungen stets mit einem Knick verbunden sind, an dem Turbulenzen entstehen können.

Darüber hinaus führen die üblichen Herstellungsverfahren in den Lackieranlagenbauteilen zu Hinterschneidungen und Toträumen, die wiederum Druckverluste verursachen und die Spülbarkeit beeinträchtigen.

5

Ein weiterer Nachteil der bekannten Herstellungsverfahren für Lackieranlagenbauteile besteht darin, dass die Herstellung eines Musters während des Entwicklungsprozesses relativ aufwendig ist und viel Zeit benötigt.

10

Darüber hinaus benötigen die bekannten Herstellungsverfahren für Lackieranlagenbauteile eine relativ große Fertigungsdauer, was eine umfangreiche Lagerhaltung erforderlich macht oder die Auslieferung der fertigen Lackieranlagenbauteile verzögert.

15

Ferner entstehen im Rahmen der bekannten Herstellungsverfahren für Lackieranlagen erhebliche Werkzeugkosten, beispielsweise für die beim Gießen erforderlichen Gussformen oder für Fräser oder Bohrer.

20

Ein weiterer Nachteil der bekannten Herstellungsverfahren für Lackieranlagenbauteile besteht darin, dass die eigentliche Fertigung aufgrund der eingesetzten Herstellungsverfahren oftmals an Unterauftragnehmer vergeben werden muss, was mit dem Risiko von Industriespionage verbunden ist.

25

Ferner ist die Herstellung von individuellen Kleinserien von Lackieranlagenbauteilen mit den bekannten Herstellungsverfahren schwierig und in der Regel nicht rentabel, so dass sich individuelle Lösungen für Kunden kaum realisieren lassen.

30

Aus den Dokumenten DE 10 2005 015 604 A1, DE 10 2006 058 562 A1 und DE 10 2004 014 209 A1 sind allgemein Beschichtungsan-

lagenbauteile bekannt, wie beispielsweise ein Rotationszerstäuber, eine Dosiereinrichtung oder ein Roboter.

Aus den Dokumenten WO 2004/073 889 A1, DE 10 2007 009 277 A1,
5 DE 10 2004 041 633 A1, DE 10 2004 012 682 A1, DE 601 14 453
T2, DE 600 14 714 T2, DE 103 10 385 B4 und DE 101 31 657 A1
sowie der Firmenschrift „e-Manufacturing Solutions“ der EOS
GmbH, 1/2008, sind Rapid-Prototyping-Verfahren bekannt, je-
doch ohne konkreten Bezug auf Beschichtungsanlagenbauteile.

10

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein verbes-
sertes Herstellungsverfahren zur Herstellung von Lackieranla-
genbauteilen zu schaffen.

15 Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, entspre-
chend verbesserte Lackieranlagenbauteile zu schaffen.

Diese Aufgaben werden durch ein Herstellungsverfahren und ein
entsprechend hergestelltes Lackieranlagenbauteil gemäß den
20 nebengeordneten Ansprüche gelöst.

Die Erfindung umfasst die allgemeine technische Lehre, La-
ckieranlagenbauteile mittels eines Rapid-Prototyping-Ver-
fahrens oder allgemeiner mittels generativen Herstellungsver-
25 fahrens herzustellen. Dabei handelt es sich um Fertigungsver-
fahren, bei denen vorhandene CAD-Daten (CAD: Computer Aided
Design) ohne manuelle Umwege oder Formen direkt und schnell
in Werkstücke umgesetzt werden. In der Regel handelt es sich
dabei um Urformverfahren, die das Lackieranlagenbauteil
30 schichtweise aus formlosem oder formneutralem Material auf-
bauen.

Im Gegensatz zu den herkömmlichen spanabhebenden Fertigungsver-
fahren (z.B. Fräsen, Bohren) handelt es sich also bei Ra-

pid-Prototyping-Verfahren nicht um materialabtragende Herstellungsverfahren, sondern um materialaufbauende Herstellungsverfahren.

- 5 Ein Unterschied von Rapid-Prototyping-Verfahren gegenüber den eingangs erwähnten Abformverfahren (z.B. Gießen) besteht in dem Fehlen einer vorgegebenen Form, so dass sich individuelle Bauteilformen realisieren lassen.
- 10 Ein Beispiel eines Rapid-Prototyping-Verfahrens sind stereolithografische Verfahren (STL oder SLA), die in der Regel mit flüssigen Duromeren oder zu Duromeren vernetzten Kunststoffen als Werkstoffe arbeiten. Hierbei kann die Form des Lackieranlagenbauteils durch STL-Daten (STL: Standard Triangulation
- 15 Language) vorgegeben werden, was aus dem Stand der Technik bekannt ist.

Ein weiteres Beispiel eines Rapid-Prototyping-Verfahrens ist das sogenannte selektive Lasersintern (SLS), das mit Thermoplasten (z.B. Polycarbonate, Polyamide, Polyvenylchlorid),

20 aber auch mit Metallen als Werkstoffen arbeitet.

Ferner kann im Rahmen des Rapid-Prototyping-Verfahrens ein Polyamidgussverfahren eingesetzt werden, das mit Polyamid als

25 Werkstoff arbeitet.

Vorteilhaft ist auch das sogenannte Lasergenerieren auf Pulverbasis. Dabei wird ein pulverförmiger Werkstoff kontinuierlich mittels Zufuhrdüsen in einen fokussierten Laserstrahl

30 eingebracht. Der Aufbau der Lackieranlagenbauteile erfolgt dabei schichtweise, wobei das Pulver mit dem Laserstrahl aufgeschmolzen und dann mit der unteren Pulverschicht schmelzmetallurgisch verbunden wird. Dabei können nahezu alle metallischen Legierungen verwendet werden.

Darüber hinaus kann im Rahmen des Rapid-Prototyping-Verfahrens das sogenannte Fused-Deposition-Modelling (Schmelzschichtung) Verwendung finden, bei dem das Lackieranlagenbauteil schichtweise aus schmelzfähigem Kunststoff aufgebaut wird. Das Fused-Deposition-Modelling beruht auf der Verflüssigung eines drahtförmigen Materials aus Kunststoff oder Wachs durch Erwärmung. Kühlt man dieses Material anschließend ab, so erstarrt das Material. Der Materialauftrag kann hierbei durch Extrudieren erfolgen, wozu eine Heizdüse eingesetzt werden kann, die in der Fertigungsebene frei verfahrbar ist. Bei der schichtweisen Modellherstellung entstehen dann einzelne Schichten, die sich zu einem Teil mit einer komplexen Formgebung verbinden.

Ein weiteres mögliches Rapid-Prototyping-Verfahren ist das sogenannte Laminated-Object-Modelling (LOM), bei dem ein Werkstück schichtweise aus Papier aufgebaut wird, wobei auch mit Folien aus Keramik, Kunststoff oder Aluminium experimentiert wird. Jede neue Schicht wird hierbei auf eine vorhandene Schicht auflaminiert und dann in seiner Kontur geschnitten.

Darüber hinaus kann als Rapid-Prototyping-Verfahren auch das sogenannte 3D-Drucken eingesetzt werden, um Lackieranlagenbauteile herzustellen. Dabei wird ein Pulver (z.B. Zellulosepulver) durch Einspritzen eines Bindemittels gezielt an einzelnen Stellen verfestigt.

Ein weiteres mögliches Herstellungsverfahren ist das sogenannte Contour-Drafting, was an sich aus dem Stand der Technik ebenfalls bekannt ist.

Schließlich können die Lackieranlagenbauteile im Rahmen des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens auch durch das sogenannte PolyJet-Verfahren hergestellt werden.

- 5 Die Erfindung ist jedoch hinsichtlich des eingesetzten Rapid-Prototyping-Verfahrens nicht auf ein bestimmtes Verfahren beschränkt, sondern grundsätzlich auch mit anderen Rapid-Prototyping-Verfahren realisierbar.
- 10 Im Stand der Technik wurde die Verwendung eines Rapid-Prototyping-Verfahrens bisher noch nicht zur Herstellung von Lackieranlagenbauteilen vorgeschlagen, da die bekannten Rapid-Prototyping-Verfahren nur eine unbefriedigende Oberflächenrau-
15 akzeptabel ist, da bei medienführenden Lackieranlagenbauteilen eine geringere Oberflächenrauigkeit erforderlich ist, um bei einem Farbwechsel oder bei Arbeitsunterbrechungen eine gute Spülbarkeit zu erreichen. Im Rahmen des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens wird das durch das Rapid-
20 Prototyping-Verfahren hergestellte Lackieranlagenbauteil deshalb nach der Durchführung des Rapid-Prototyping-Verfahrens vorzugsweise einer oberflächenglättenden Nachbearbeitung unterzogen, um die gewünschte geringe Oberflächenrauigkeit zu erreichen.
- 25 Beispielsweise kann die oberflächenglättende Nachbearbeitung des Lackieranlagenbauteils durch eine elektrochemische Behandlung, Polieren, insbesondere Elektropolieren, Beizen, Schleifen, Honen, Läppen, Kugelstrahlen, Trockeneisstrahlen,
30 Trockenschnee oder Schlichten erfolgen. Besonders wichtig ist hierbei die Oberflächenglättung der Innenwand von Durchleitungen für Medien (z.B. Lack, Spülmittel, Luft), da Lack an rauen Innenwänden von Durchleitungen haften bleiben kann, was insbesondere bei einem Farbwechsel störend ist. Darüber

hinaus ist zu beachten, dass entlang den Durchleitungen ein Druckverlust auftritt, da möglichst kleine Leitungsquerschnitte bevorzugt sind. Derartige Durchleitungen können geglättet werden, indem Partikel durch die Durchleitung hindurchgeleitet werden, wobei die Partikel in einer Trägerflüssigkeit suspendiert oder in einem Trägergas enthalten sein können. Bei der Durchleitung der Partikel wirken die Partikel dann abrasiv auf die Innenwand der Durchleitung und führen dadurch zu einer Oberflächenglättung. Beispielsweise kann es sich bei den Partikeln um Granulate, Perlen, Kugeln, Formteile oder Stäube aus Glas, Keramik, Aluminiumoxid, Polymeren, Nussschalen, organischen Substanzen, CO₂-Pellets, Schnee, Sand oder Mineralien handeln. Dabei werden Art, Form und Größe der Partikel entsprechend dem Durchleitungsquerschnitt und der gewünschten Oberflächengüte ausgewählt.

Darüber hinaus können die inneren Oberflächen der Durchleitungen mit einer Beschichtung versehen sein, die eine ausreichend geringe Oberflächerauhigkeit aufweist.

Die oberflächenglättende Nachbearbeitung des Lackieranlagenbauteils nach der Durchführung des Rapid-Prototyping-Verfahrens führt vorzugsweise zu einer Rauigkeit Rz, die mindestens in Teilbereichen der Bauteiloberfläche kleiner ist als Rz=20, Rz=10, Rz=5 oder sogar Rz=2. Diese geringe Oberflächenrauigkeit ist insbesondere in Durchleitungen für Lack oder Spülmittel wünschenswert, um Anhaftungen von Lack zu minimieren.

Weiterhin kann das erfindungsgemäß hergestellte Lackieranlagenbauteil aus Kunststoff bestehende Teile und aus Metall bestehende Teile aufweisen, die vorzugsweise beide im Rahmen des Rapid-Prototyping-Verfahrens geformt werden. Beispielsweise kann auf diese Weise ein Ventilsitz aus Metall nahtlos

in eine Polymermatrix eingefügt werden. Die aus Kunststoff bestehenden Teile des Lackieranlagenbauteils weisen dann nach der oberflächenglättenden Nachbearbeitung vorzugsweise eine Rauigkeit Rz auf, die mindestens in Teilbereichen der Bauteiloberfläche kleiner ist als Rz=20, Rz=15, Rz=10, Rz=9, Rz=8 oder Rz=7, wohingegen die aus Metall bestehenden Teile des Lackieranlagenbauteils nach der oberflächenglättenden Nachbearbeitung vorzugsweise eine Rauigkeit Rz aufweisen, die mindestens in Teilbereichen der Bauteiloberfläche kleiner ist als Rz=10, Rz=5, Rz=2 oder Rz=1,5.

Weiterhin ist zu erwähnen, dass das Lackieranlagenbauteil im Rahmen des Rapid-Prototyping-Verfahrens aus verschiedenen Materialien hergestellt werden kann, die sich hinsichtlich ihrer Materialeigenschaften unterscheiden und an die jeweilige Bauteilfunktion angepasst sind. Beispielsweise kann ein erstes Material verwendet werden, das lösemittelbeständig und/oder lackbeständig ist, während ein zweites Material eine größere Härte, Risszähigkeit, Festigkeit und/oder Steifigkeit aufweist als das erste Material. Durchleitungen für Lack bzw. Spülmittel können dann mit dem lösemittelbeständigen bzw. lackbeständigen ersten Material ausgekleidet werden, während das Lackieranlagenbauteil ansonsten aus dem härteren zweiten Material besteht, um eine größere Bauteilfestigkeit zu erreichen. Weiterhin können die verschiedenen Materialien unterschiedliche elektrische Eigenschaften aufweisen, wie beispielsweise unterschiedliche spezifische elektrische Leitfähigkeiten.

Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren eignet sich zur Herstellung verschiedenster Lackieranlagenbauteile, wie beispielsweise von Farbventilen für eine Lackieranlage oder von Bauteilen eines Zerstäubers, insbesondere eines Rotationszerstäubers, eines Roboters oder eines Sealing-Geräts, das zur

Versiegelung von Bauteilen eingesetzt wird. Darüber hinaus können auch Bauteile von Farbwechslern oder Dosierpumpen mit dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren hergestellt werden. Ferner eignet sich das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren auch zur Herstellung von verkleinerten Modellen von Lackieranlagenbauteilen, beispielsweise von Modellen von Robotern, insbesondere Lackierrobotern oder Handhabungsrobotern, Lackierkabinen, Lackierstraßen, Lackieranlagen oder Zerstäubern, um nur einige Beispiele zu nennen.

Vorzugsweise ist das erfindungsgemäß hergestellte Lackieranlagenbauteil im Wesentlichen tottraumfrei und/oder im Wesentlichen hinterschneidungsfrei, um eine gute Spülbarkeit zu erreichen. Es lassen sich aber natürlich gerade komplizierte Geometrien wie Hinterschneidung gut herstellen.

Weiterhin kann das erfindungsgemäße Lackieranlagenbauteil eine Hülle aus einem hochfesten Polymer und eine mediendurchführende Durchleitung aus einem lösemittelbeständigen und/oder lackbeständigen Polymer aufweisen, wobei die Durchleitung insbesondere zur Durchführung von Lack oder Lösemittel dient.

Der selektive Auftrag der unterschiedlichen Materialien kann auch von den bei Mehrfarbenkopierern eingesetzten Verfahren abgeleitet werden. Dabei werden lichtempfindliche Zwischenträger, die zuvor mit einem Abbild der zu entstehenden Schichten belichtet wurden, mit Kunststoffpulvern ("Tonern") in Kontakt gebracht, wobei sich die Kunststoffpulver nur an den belichteten Stellen ablagern. Für jedes zu verarbeitende Material ist ein lichtempfindlicher Zwischenträger (z.B. Trommel, Band, Platte) vorgesehen. Die entstehenden latenten Bilder der zuvor aus CAD-Daten entstandenen Schichten, werden auf das Objekt (d.h. auf das entstehende Formteil) übertragen

und dort vernetzt oder gesintert. Der Zwischenträger kann be-
heizt sein, um eine Übertragung zu vereinfachen (Partikel
kleben am Objekt). Optional ist der Zwischenträger mit einer
Antihafschicht versehen. Optional ist der Zwischenträger aus
5 einem für die zur Verfestigung verwendete Strahlung durchläs-
sigem Material gefertigt (siehe hierzu auch DE 43 32 982 An-
sprüche 12ff). In einer weiteren Variante ist vorgesehen,
dass ein Stützmaterial abrasive Eigenschaften besitzt, welche
beim Ausschwemmen zur Nacharbeit der inneren Oberflächen ein-
10 gesetzt werden.

Ein weiteres Beispiel eines erfindungsgemäßen Lackieranlagen-
bauteils ist ein Ventil, insbesondere ein Farbventil, dass
einen Ventilsitz aus Metall aufweist, der in ein Polymer ein-
15 gebettet ist, wobei das Polymer vorzugsweise lösemittelbe-
ständig und/oder lackbeständig ist.

Das erfindungsgemäße Lackieranlagenbauteil kann jedoch aus
Metall bestehen und mindestens einen Hohlraum aufweisen, der
20 mit einer Stützstruktur gefüllt sein kann, wobei mindestens
ein Lackieranlagenbauteilbereich neben der Stützstruktur min-
destens teilweise mit einem Material, insbesondere einem Po-
lymer, gefüllt ist, das gegenüber Metall eine geringere Mas-
sendichte aufweist, um das Gewicht des gesamten Lackieranla-
25 genbauteils gering zu halten.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Herstellung einer Wa-
benstruktur aus demselben oder einem anderen Werkstoff zur
Gewichtsreduktion.

30 Es wurde bereits vorstehend erwähnt, dass im Rahmen des er-
findungsgemäßen Rapid-Prototyping-Verfahrens verschiedene Ma-
terialien mit unterschiedlichen Materialeigenschaften verwen-
det werden können. Beispielsweise kann zunächst ein erstes

Material mit einem Rapid-Prototyping-Verfahren aufgetragen werden. Im Rahmen des Rapid-Prototyping-Verfahrens kann das erste Material dann an vorgegebenen Stellen verfestigt werden, um das Bauteil zu formen, wobei das aufgetragene erste Material nur teilweise verfestigt wird. Anschließend wird der nicht verfestigte Teil des ersten Materials dann entfernt, was beispielsweise durch Absaugen geschehen kann. In einem weiteren Schritt wird dann ein zweites Material im Rahmen des Rapid-Prototyping-Verfahrens aufgetragen und dann an vorgegebenen Stellen verfestigt, um das Bauteil zu formen, wobei auch das aufgetragene zweite Material nur teilweise verfestigt wird. Schließlich wird der nicht verfestigte Teil des zweiten Materials dann entfernt, beispielsweise durch Absaugen.

Die verschiedenen Materialien können hierbei mit einem Druckkopf aufgetragen werden, der für jedes Material eine eigene Düse aufweist.

Es wurde bereits vorstehend erwähnt, dass das erfindungsgemäße Lackieranlagenbauteil Durchleitungen für Fluide aufweisen kann, wie beispielsweise für Lack, Lösemittel oder Druckluft. Die Durchleitung ist hierbei vorzugsweise so geformt, dass die Durchleitung im Wesentlichen knickfrei ist und/oder mindestens auf einem Teil ihrer Länge kontinuierlich gekrümmt ist, wobei sich der Krümmungsradius kontinuierlich ändern kann. Eine derartige Formgebung der Durchleitung wirkt sich positiv auf die Spülbarkeit aus, da in der Durchleitung dann an den Knickstellen keine oder nur geringe Turbulenzen auftreten, die zur Ablagerung von Lack führen können. Die Durchleitung ist also vorzugsweise so geformt, dass das Fluid (z.B. Lack) in der Durchleitung im Wesentlichen laminar (wirbelfrei) strömt, was insbesondere für Bereiche der Durchlei-

tung gilt, in denen sich die Richtung der Durchleitung ändert.

Ferner können die Bohrungen so geführt werden, dass eine maximale Anzahl an Funktionen im Bauteil/Zerstäuber untergebracht werden kann. Dies ermöglicht bei gleicher Größe mehr Funktionen oder bei gleicher Anzahl von Funktionen wird das Bauteil kleiner.

Weiterhin kann ein Anschlussgewinde für die Schläuche in der Bauteilmitte angeordnet werden wegen der Verdrillung und Verlegung durch die Handachse. Anschließend wird der Kanal in die Nähe der Außenwand des Bauteils geführt, um im Inneren Platz für Funktionsbauteile (z.B. für Ventile) zu schaffen.

Eine weitere Möglichkeit ist die Integration der Mischerfunktion durch gezielten Einbau von Turbulenz erzeugenden Bereichen.

Darüber hinaus kann die Innenwand der Durchleitung der eingangs erwähnten oberflächenglättenden Nachbearbeitung unterzogen werden, um an der Innenwand der Durchleitung eine möglichst geringe Oberflächenrauigkeit zu erreichen.

Ferner ist zu erwähnen, dass bei dem erfindungsgemäßen Rapid-Prototyping-Verfahren verschiedenste Materialien eingesetzt werden können, wie beispielsweise Polymere mit oder ohne Faserfüllung, pulverbasierte Polymere, elektrisch leitende Polymere, Polyetheretherketon (PEEK), Polyoxymethylen (POM), Polyethylentherephtalat (PET), thermoplastisches Polyurethan (PUR), Polyarylenethersulfone, Polysulfone (PSU), Polyethersulfone (PESU), Polyphenylsulfon (PPSU), Polyphenylensulfid (PPS), Polyetherimid (PIS), Polyester (PES), pulverförmige Materialien, flüssige Materialien, Suspensionen, Duromere,

insbesondere flüssige Duomere, Thermoplaste, insbesondere Polycarbonate, Polyamide, Polyvinylchlorid, Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS), Metallpulver oder UV-empfindliche Photopolymere.

5

Ferner ist zu erwähnen, dass die Erfindung nicht nur das vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Herstellungsverfahren umfasst, bei dem ein Rapid-Prototyping-Verfahren eingesetzt wird. Vielmehr umfasst die Erfindung auch ein entsprechend

10 hergestelltes Lackieranlagenbauteil, das sich durch die Herstellung mittels eines Rapid-Prototyping-Verfahrens auszeichnet, was an dem fertigen Lackieranlagenbauteil erkennbar ist.

Ein Vorteil der Erfindung besteht in der verkürzten Entwicklungszeit, da der Konstrukteur das gewünschte Lackieranlagenbauteil bereits innerhalb weniger Stunden nach der Konstruktion in der Hand hat und begutachten kann. Dadurch sinkt die Gesamtentwicklungszeit, Fehler werden schneller erkannt und Bauraumuntersuchungen sind schnell möglich. Darüber hinaus

15 ist es mit dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren möglich, schnell ein Anschauungsmuster herzustellen, so dass Entscheidungen hinsichtlich der weiteren Entwicklung schneller fallen können, da sich alle Beteiligten das Bauteil anhand des Anschauungsmuster vorstellen können. Ferner lassen

20 sich mit dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren auch schnell und einfach Modelle für Werkzeuge (z.B. Gussteile) herstellen.

Weiterhin ermöglicht das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren eine höhere Produktkomplexität, die in anderen Fertigungsverfahren (z.B. spanende Fertigungsverfahren, Gusstechnik, Spritzguss) nicht möglich wäre oder aufgrund der niedrigen Stückzahlen nicht rentabel wäre. Dadurch können mehrere

30 technische Funktionen in dem Lackieranlagenbauteil integriert

werden und es ist eine größere Packungsdichte der technischen Funktionselemente realisierbar.

5 Darüber hinaus lässt sich durch das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren das Gewicht der Lackieranlagenbauteile senken, wodurch beispielsweise Lackierroboter mechanisch entlastet werden. Die mechanische Entlastung der Lackierroboter ermöglicht wiederum eine höhere Bewegungsdynamik, einen geringeren Stromverbrauch und eine Konstruktion kleinerer Roboter. Die
10 Verringerung der erforderlichen Robotergröße ermöglicht wiederum kleinere Lackierkabinen, was zu geringeren Investitions- und Betriebskosten führt und dadurch die Lackierkosten pro Einheit senkt.

15 Ferner können durch das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren die Fertigungszeiten vom Auftrag bis zur Auslieferung reduziert werden und der erforderliche Lagerbestand kann verringert oder vollständig abgeschafft werden. Darüber hinaus lässt sich die Fertigungstiefe erhöhen, da weniger Ferti-
20 gungsschritte durch Fremdfertigung abgedeckt werden müssen.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht in den geringeren Werkzeugkosten, da weniger Werkzeuge benötigt werden.

25

Darüber hinaus können mit dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren auch Werkzeuge und Vorrichtungen hergestellt werden.

30 Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht in der Senkung der Herstellungskosten, da der Personalaufwand für die Fertigung geringer ist. So müssen beispielsweise keine hoch qualifizierten CNC-Werker (CNC: Computerized Numeri-

cal Control) beschäftigt werden, um die Werkzeugmaschinen zu bedienen, wie es beim Stand der Technik erforderlich ist.

5 Darüber hinaus entfällt im Rahmen des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens ein Teil der Programmierarbeiten, was sich wiederum in einer Senkung der Herstellungskosten niederschlägt.

10 Ein großer Vorteil des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens besteht darin, dass sich Kleinserien ohne große Fertigungskosten (Werkzeugkosten) fertigen lassen, was wiederum individuelle Lösungen für die Kunden realisierbar macht.

15 Da das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren in der Regel innerbetrieblich durchgeführt wird, ist es nicht erforderlich, Zeichnungen und Bauteile an Unterauftragnehmer zu vergeben, was mit dem Risiko von Industriespionage verbunden wäre.

20 Darüber hinaus bleibt das Fertigungs-Know-How bei dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren im Betrieb und geht nicht zu einem Fremdfertiger über.

25 Ferner lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren Präsentationsmuster (z.B. auch Schnitte, Halbschnitte) für die Schulung und für den Vertrieb kostengünstig und schnell herstellen.

30 Die vorstehend erwähnte strömungstechnisch optimierte Gestaltung der Durchleitungen für Lack und Spülmittel verringert vorteilhaft den Lackverbrauch und den Spülmittelverbrauch bei einem Farbwechsel. Darüber hinaus lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren die Farbwechselzeit, der Lackverbrauch und der Spülmittelverbrauch reduzieren.

Vorteilhaft ist bei einem erfindungsgemäß gestalteten Lackieranlagenbauteil auch die kürzere Reaktionszeit beim Lackieren, da die Durchleitungen für Lack bzw. Spülmittel optimale Querschnitte, Kanalverläufe und Leitungslängen haben
5 können.

Ein erfindungsgemäß hergestelltes Lackieranlagenbauteil hat also bei gleicher Baugröße eine höhere Funktionalität und ein kleineres Gewicht, was mit den vorstehend erwähnten Vorteilen
10 verbunden ist.

Darüber hinaus eignen sich die erfindungsgemäß hergestellten Lackieranlagenbauteile auch besser zur Innenlackierung von Kraftfahrzeugkarosserien, da die Lackieranlagenbauteile bei
15 gleicher Funktionalität kleiner ausgeführt werden können.

Ferner lassen sich im Rahmen des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens die Wanddicken der Lackieranlagenbauteile optimieren, was wiederum zur Verbesserung der elektrischen Isolationseigenschaften genutzt werden kann.
20

Schließlich besteht ein Vorteil der Erfindung in der schnelleren Ersatzteilbeschaffung, da die Ersatzteile bei Bedarf sofort gefertigt werden können.
25

Die Oberflächenglättung könnte grundsätzlich auch eine Verdichtung oder sonstige Oberflächenverbesserung sein. Auch eine Schutzschicht oder eine sogenannte "Easy-to-clean"-Oberfläche (z.B. mit Lotuseffekt oder in Form einer Haifischhaut) könnte aufgebracht werden, wodurch nicht nur die Rauhtiefe verbessert wird. Auch ist eine Kombination möglich mit beispielsweise geringeren Rauhzahlwerten für Luftleitungen und einer "Easy-to-Clean"-Oberfläche für Lackleitungen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass eine Leitung zuerst
30

eine geglättete Oberfläche und im weiteren Verlauf eine "Easy-to-Clean"-Oberfläche aufweist.

Eine Variante könnte auch sein, dass das Verfahren hauptsächlich zur Erzeugung "leichter" Bauteile genutzt wird (z.B. Hohlräume, Gitterstrukturen und optimale Kanalführung), während für hochgenaue Funktionen weiterhin konventionelle Herstellungsverfahren eingesetzt werden, z.B. bei Passungen: auf Maß drehen, bohren, schleifen usw..

Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet oder werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren in Form eines Flussdiagramms,

Figur 2 das Rapid-Prototyping-Verfahren aus Figur 1 in mehreren Teilschritten in Form eines Flussdiagramms,

Figur 3 eine erfindungsgemäße Herstellungseinrichtung mit einer Rapid-Prototyping-Maschine,

Figuren 4A-4C ein herkömmliches Lackieranlagenbauteil mit einer Durchleitung für Lack und Spülmittel, wobei die Durchleitung einen Knick aufweist,

Figuren 5A, 5B ein erfindungsgemäßes Lackieranlagenbauteil, das weitgehend dem Lackieranlagenbauteil gemäß den Figuren 4A-4C entspricht, aber eine knickfreie, kontinuierlich gekrümmte Durchleitung aufweist,

Figur 6A einen herkömmlichen Rotationszerstäuber mit einer Lenkluftleitung mit einem Knick,

5 Figur 6B einen erfindungsgemäßen Rotationszerstäuber, der weitgehend dem Rotationszerstäuber gemäß Figur 6A entspricht, aber eine knickfreie Lenkluftleitung aufweist.

10 Bei dem in Figur 1 dargestellten erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren erfolgt zunächst in herkömmlicher Weise in einem ersten Schritt S1 eine Konstruktion eines Lackieranlagenbauteils in einem CAD-System, wobei Konstruktionsdaten des Lackieranlagenbauteils in dem CAD-System entstehen. Bei-
15 spielsweise können die Konstruktionsdaten hierbei in dem bekannten STL-Format (STL: Standard Triangulation Language) vorliegen, jedoch sind grundsätzlich auch andere Datenformate möglich.

20 In einem nächsten Schritt S2 werden die Konstruktionsdaten des Lackieranlagenbauteils dann in Steuerdaten für eine Rapid-Prototyping-Maschine umgerechnet. Bei der Rapid-Prototyping-Maschine kann es sich beispielsweise um eine Maschine der Typen EOSINT P390, P700 oder P730 oder FORMIGA P100 han-
25 deln, die von der EOS GmbH kommerziell erhältlich ist.

In einem weiteren Schritt S3 wird die Rapid-Prototyping-Maschine dann mit den Steuerdaten angesteuert, um das Lackieranlagenbauteil herzustellen.

30

In einem Schritt S4 erfolgt dann eine Nachbearbeitung des Lackieranlagenbauteils zur Oberflächenglättung. Hierbei können beispielsweise Partikel (z.B. Granulate) durch Mediendurchleitungen durchgeleitet werden, um aufgrund ihrer abrasiven

Wirkung an der Innenwand der Mediendurchleitungen eine Oberflächenglättung zu bewirken. Darüber hinaus ist hierbei auch eine Verdichtung möglich.

- 5 Schließlich kann dann in einem Schritt S5 noch eine sogenannte "Easy-to-Clean"-Oberfläche an der Innenwand der Mediendurchleitung erzeugt werden, um die Spülbarkeit zu verbessern. Die Schritte S4 und S5 können hierbei in beliebiger Reihenfolge gemeinsam oder jeweils einzeln stattfinden.

10

Das Flussdiagramm in Figur 2 zeigt den Schritt S3 des Rapid-Prototyping-Verfahrens in mehreren Teilschritten S3.1-S3.6.

- 15 In dem ersten Schritt S3.1 wird zunächst eine erste Schicht eines ersten Materials A aufgetragen. In dem nächsten Schritt S3.2 wird das schichtweise aufgetragene Material A dann entsprechend den vorgegebenen Konstruktions- bzw. Steuerdaten des Lackieranlagenbauteils an bestimmten Bauteilstellen teilweise verfestigt. In dem nächsten Schritt S3.3 werden die
- 20 nicht verfestigten Reste des Materials A dann abgesaugt. In dem nächsten Schritt S3.4 wird dann eine Schicht eines zweiten Materials B aufgetragen und anschließend in dem Schritt S3.5 entsprechend den vorgegebenen Steuer- bzw. Konstruktionsdaten an bestimmten Bauteilstellen teilweise verfestigt.
- 25 Schließlich werden dann die nicht verfestigten Reste des Materials B in dem Schritt S3.6 abgesaugt. Die Schritte S3.1-S3.6 werden dann für jede Materialschicht wiederholt, bis das gewünschte Lackieranlagenbauteil entstanden ist.

- 30 Das Lackieranlagenbauteil wird also im Rahmen des Rapid-Prototyping-Verfahrens in den Schritten S3.1-S3.6 schichtweise aus verschiedenen Materialien aufgebaut, wodurch sich nahezu beliebige Bauteilgeometrien und Materialzusammensetzungen realisieren lassen.

Figur 3 zeigt in stark vereinfachter Form ein entsprechendes Herstellungssystem zur Durchführung des in den Figuren 1 und 2 dargestellten Herstellungsverfahrens.

5

In einem CAD-System 1 erfolgt hierbei die Konstruktion des Lackieranlagenbauteils in herkömmlicher Weise.

Das CAD-System 1 überträgt die Konstruktionsdaten (z.B. STL-Daten) des Lackieranlagenbauteils dann an einen Steuerrechner 2, der die Konstruktionsdaten des Lackieranlagenbauteils in Steuerdaten zur Ansteuerung einer Rapid-Prototyping-Maschine 3 umrechnet. Die Rapid-Prototyping-Maschine 3 arbeitet dann entsprechend den von dem Steuerrechner 2 vorgegebenen Steuerdaten und erstellt dadurch nach einem Rapid-Prototyping-Verfahren das gewünschte Lackieranlagenbauteil.

15

Alternativ besteht auch die Möglichkeit, dass der Steuerrechner 2 die Konstruktionsdaten des Lackieranlagenbauteils über eine Datenschnittstelle 4 und ein Datennetz 5 von einem entfernten CAD-System 6 erhält. Beispielsweise können in einer Konstruktionsabteilung zahlreiche CAD-Systeme 6 angeordnet sein, die jeweils auf die Rapid-Prototyping-Maschine 3 zugreifen.

20

25

Die Figuren 4A-4C zeigen ein fiktives Lackieranlagenbauteil 7 entsprechend dem Stand der Technik. Das Lackieranlagenbauteil 7 weist in diesem fiktiven Ausführungsbeispiel einen Einlass 8 auf, an dem Lack bzw. Spülmittel in das Lackieranlagenbauteil 7 eintritt. Der Lack bzw. das Spülmittel verlässt das Lackieranlagenbauteil 7 dann wieder über einen Auslass 9, der rechtwinklig zu dem Einlass 8 ausgerichtet ist. Zwischen dem Einlass 8 und dem Auslass 9 verlaufen hierbei zwei rechtwinklig zueinander ausgerichtete Bohrungen 10, 11,

30

die an einer rechtwinkligen Knickstelle 12 ineinander übergehen. Diese Formgebung ermöglicht eine einfache Herstellung der Bohrungen, 10, 11 mittels eines Bohrers, was jedoch einen geraden, knickfreien und ungekrümmten Verlauf der einzelnen Bohrungen 10, 11 erfordert. Dies hat zur Folge, dass sich an der Knickstelle 12 eine Turbulenz W (vgl. Figur 4C) bildet, was zur Ablagerung von Lack führen kann und die Spülbarkeit des Lackieranlagenbauteils 7 beeinträchtigt.

Die Figuren 5A und 5B zeigen ein entsprechendes, erfindungsgemäß hergestelltes und optimiertes Lackieranlagenbauteil 7, das weitgehend mit dem vorstehend beschriebenen und in den Figuren 4A-4C dargestellten Ausführungsbeispiel übereinstimmt, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird, wobei für entsprechende Einzelheiten dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

Eine Besonderheit dieses Ausführungsbeispiels besteht darin, dass zwischen dem Einlass 8 und dem Auslass 9 eine kontinuierlich gekrümmte, knickfreie Durchleitung 13 verläuft, in der Lack bzw. Spülmittel laminar (wirbelfrei) strömen. Zum Einen sinkt dadurch der Strömungswiderstand zwischen dem Einlass 8 und dem Auslass 9. Zum Anderen ist das Lackieranlagenbauteil 7 aufgrund der knickfreien Formgebung der Durchleitung 13 besser spülbar.

Figur 6A zeigt einen herkömmlichen Rotationszerstäuber 14, wie er beispielsweise in DE 102 33 198 A1 beschrieben ist, so dass der Inhalt dieser Patentanmeldung der vorliegenden Beschreibung hinsichtlich des Aufbaus und der Funktionsweise des Rotationszerstäubers 14 in vollem Umfang zuzurechnen ist.

Wichtig ist an dieser Stelle nur, dass der Rotationszerstäuber 14 eine Lenkluftleitung aufweist, die eine axial verlau-

fende Stichbohrung 15 und eine radial verlaufende Stichbohrung 16 umfasst, wobei die Stichbohrung 15 an einer rechtwinkligen Knickstelle in die Stichbohrung 16 übergeht.

- 5 Nachteilig an dem geknickten Verlauf der Lenkluftleitung an der Übergangsstelle zwischen der Stichbohrung 15 und der Stichbohrung 16 ist der relativ große Strömungswiderstand.

Figur 6B zeigt einen erfindungsgemäßen Rotationszerstäu-
10 ber 14, der bis auf die nachstehend erwähnten Unterschiede vollständig mit dem vorstehend beschriebenen und in Figur 6A dargestellten Rotationszerstäuber übereinstimmt, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird, wobei für entsprechende Einzelheiten
15 dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

Eine Besonderheit dieses Ausführungsbeispiels besteht darin, dass die beiden rechtwinklig zueinander verlaufenden Stichbohrungen 15, 16 in Figur 6A ersetzt sind durch eine kontinuierlich gekrümmte, knickfreie Lenkluftleitung 17, was zu ei-
20 nem wesentlich geringeren Strömungswiderstand führt.

Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ist eine
25 Vielzahl von Varianten und Abwandlungen möglich, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen.

Bezugszeichenliste:

1	CAD-System
2	Steuerrechner
3	Rapid-Prototyping-Maschine
4	Datenschnittstelle
5	Datennetz
6	CAD-System
7	Lackieranlagenbauteil
8	Einlass
9	Auslass
10	Bohrung
11	Bohrung
12	Knickstelle
13	Durchleitung
14	Rotationszerstäuber
15	Stichbohrung
16	Stichbohrung
17	Durchleitung
S1-S5	Schritte
S3.1-S3.6	Schritte
W	Turbulenz

* * * * *

ANSPRÜCHE

- 5 1. Herstellungsverfahren zur Herstellung eines Lackieranlagenbauteils (7; 14), insbesondere zur Herstellung eines Bauteils eines Farbwechslers, eines Farbventils oder eines Zerstäubers, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lackieranlagenbauteil (7; 14) durch ein Rapid-Prototyping-Verfahren hergestellt wird.
- 10 stellt wird.
2. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
- a) dass das durch das Rapid-Prototyping-Verfahren hergestellte Lackieranlagenbauteil (7; 14) nach der Durchführung des Rapid-Prototyping-Verfahrens einer oberflächenglättenden Nachbearbeitung unterzogen wird, und/oder
- 15 b) dass auf das durch das Rapid-Prototyping-Verfahren hergestellte Lackieranlagenbauteil (7; 14) nach der Durchführung des Rapid-Prototyping-Verfahrens eine Easy-to-Clean-Oberfläche aufgebracht wird.
- 20
3. Herstellungsverfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die oberflächenglättende Nachbearbeitung mindestens eines der folgenden Verfahren umfasst:
- 25
- a) Elektrochemische Behandlung
- b) Polieren, insbesondere Elektropolieren
- c) Beizen
- 30 d) Schleifen
- e) Honen
- f) Läppen
- g) Schlichten
- h) Strahlen

- i) Verdichten, insbesondere Rollen
 - j) Beschichten,
 - k) Behandlung mit CO₂-Pellets oder CO₂-Schnee,
 - l) Durchleiten von Partikeln durch Hohlräume oder Kanäle
- 5 (13; 17) in dem Lackieranlagenbauteil (7; 14), wobei die Partikel in einer Trägerflüssigkeit suspendiert oder in einem Trägergas enthalten sind, wobei die Partikel insbesondere Granulate, Perlen, Kugeln, Formteile oder Stäube aus Glas, Keramik, Aluminiumoxid, Polymeren, Nussschalen, organische Substanzen, Sand oder Mineralien umfassen.
- 10

4. Herstellungsverfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lackieranlagenbauteil (7; 14) nach

15 der oberflächenglättenden Nachbearbeitung eine Rauigkeit Rz aufweisen, die mindestens in Teilbereichen der Bauteiloberfläche kleiner ist als Rz=20, Rz=10, Rz=5 oder Rz=2.

5. Herstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

20

- a) dass das Lackieranlagenbauteil (7; 14) aus Kunststoff bestehende Teile und aus Metall bestehende Teile aufweist, die vorzugsweise beide im Rahmen des Rapid-Prototyping-Verfahrens geformt werden, und/oder
- 25 b) dass die aus Kunststoff bestehenden Teile des Lackieranlagenbauteils (7; 14) nach der oberflächenglättenden Nachbearbeitung eine Rauigkeit Rz aufweisen, die mindestens in Teilbereichen der Bauteiloberfläche kleiner ist als Rz=20, Rz=15, Rz=10, Rz=9, Rz=8 oder Rz=7,
- 30 und/oder
- c) dass die aus Metall bestehenden Teile des Lackieranlagenbauteils (7; 14) nach der oberflächenglättenden Nachbearbeitung eine Rauigkeit Rz aufweisen, die mindestens in Teilbereichen der Bauteiloberfläche kleiner

ist als Rz=10, Rz=5, Rz=2 oder Rz=1,5.

6. Herstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

- 5 a) dass das Lackieranlagenbauteil (7; 14) im Rahmen des Rapid-Prototyping-Verfahrens mindestens aus einem ersten Material und einem zweiten Material hergestellt wird, und/oder
- b) dass das erste Material lösemittelbeständig und/oder
10 lackbeständig ist, und/oder
- c) dass das zweite Material eine größere Härte, Risszähigkeit, Festigkeit, und/oder Steifigkeit aufweist als das erste Material, und/oder
- d) dass das erste Material andere elektrische Eigenschaften
15 aufweist als das zweite Material.

7. Herstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lackieranlagenbauteil (7; 14) eines der folgenden Lackieranlagenbauteile ist:

- 20 a) Ein Farbventil für eine Lackieranlage,
- b) ein Bauteil eines Zerstäubers (14), insbesondere eines Rotationszerstäubers,
- c) ein Bauteil eines Farbwechslers,
- d) ein Bauteil einer Dosierpumpe,
- 25 e) ein verkleinertes Modell eines Roboters, insbesondere eines Lackierroboters oder eines Handhabungsroboters,
- f) ein verkleinertes Modell einer Lackierkabine,
- g) ein verkleinertes Modell einer Lackierstraße,
- h) ein verkleinertes Modell einer Lackieranlage,
- 30 i) ein verkleinertes Modell eines Zerstäubers, insbesondere eines Rotationszerstäubers,
- j) ein Medienführendes Teil eines Roboters,
- k) ein Roboterbauteile
- l) einen Kanal oder ein Rohr,

- m) ein Bauteil eines Sealing-Geräts,
- n) ein Fächerkrümmer für alle Farben vom Farbwechsler zur Energiekette.

5 8. Herstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lackieranlagenbauteil (7; 14) im Wesentlichen tottraumfrei und/oder im Wesentlichen hinterschneidungsfrei ist.

10 9. Herstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

a) dass das Lackieranlagenbauteil (7; 14) eine Hülle aus einem hochfesten Polymer und eine mediendurchführende Durchleitung (13; 17) aus einem lösemittelbeständigen und/oder lackbeständigen Polymer aufweist, wobei die
15 Durchleitung (13; 17) insbesondere zur Durchführung von Lack oder Lösemittel dient, und/oder

b) dass das Lackieranlagenbauteil (7; 14) ein Ventil, insbesondere ein Farbventil ist, das einen Ventilsitz aus
20 Metall aufweist, der in ein Polymer eingebettet ist, wobei das Polymer vorzugsweise lösemittelbeständig und/oder lackbeständig ist, und/oder

c) dass das Lackieranlagenbauteil (7; 14) aus Metall besteht und mindestens einen Hohlraum aufweist, der mit
25 einer Stützstruktur gefüllt ist, wobei mindestens ein Lackieranlagenbauteilbereich neben der Stützstruktur mindestens teilweise mit einem Material, insbesondere einem Polymer, gefüllt ist, das gegenüber Metall eine geringere Massendichte aufweist, und/oder

30 d) dass zur Bearbeitung der verschiedenen Materialien verschiedene, insbesondere unterschiedlich starke, Laserstrahlen eingesetzt werden.

10. Herstellungsverfahren nach Anspruch 8 oder 9,
gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte (S3.1-S3.6)
im Rahmen des Rapid-Prototyping-Verfahrens:

- a) Auftragen eines ersten Materials,
- 5 b) Verfestigen des ersten Materials an vorgegebenen Stellen zur Bauteilformung, wobei das aufgetragene erste Material nur teilweise verfestigt wird,
- c) Entfernen, insbesondere Absaugen, des nicht verfestigten Teils des ersten Materials,
- 10 d) Auftragen eines zweiten Materials,
- e) Verfestigen des zweiten Materials an vorgegebenen Stellen zur Bauteilformung, wobei das aufgetragene zweite Material nur teilweise verfestigt wird,
- f) Entfernen, insbesondere Absaugen, des nicht verfestigten Teils des zweiten Materials.
- 15

11. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die verschiedenen Materialien mit einem Druckkopf aufgetragen werden, der für jedes
20 Material mindestens eine eigene Düse aufweist.

12. Herstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

- a) dass das Lackieranlagenbauteil (7; 14) in dem Rapid-
25 Prototyping-Verfahren so geformt wird, dass in dem im Wesentlichen massiv ausgeführten Lackieranlagenbauteil (7; 14) eine Durchleitung (13; 17) für Fluide verläuft, insbesondere für Lack, Lösemittel oder Druckluft, und/oder
- 30 b) dass die Durchleitung (13; 17) so geformt wird, dass die Durchleitung (13; 17) im Wesentlichen knickfrei ist, und/oder
- c) dass die Durchleitung (13; 17) so geformt wird, dass die Durchleitung (13; 17) mindestens auf einem Teil ih-

- rer Länge kontinuierlich gekrümmt ist, und/oder
- d) dass die Innenwand der Durchleitung (13; 17) der oberflächenglättenden Nachbearbeitung unterzogen wird, und/oder
- 5 e) dass die Durchleitung (13; 17) so geformt wird, dass das Fluid in der Durchleitung (13; 17) laminar und wirbelfrei strömt, insbesondere im Bereich einer Richtungsänderung der Durchleitung (13; 17).
- 10 13. Herstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei dem Rapid-Prototyping-Verfahren folgende Materialien appliziert werden:
- a) Polymere ohne Faserfüllung
- b) Pulverbasierte Polymere
- 15 c) Elektrisch leitende oder nicht-leitende Polymere
- d) Polyetheretherketon (PEEK)
- e) Polyoxymethylen (POM)
- f) Polyethylenterephthalat (PET)
- g) Thermoplastisches Polyurethan (PUR)
- 20 h) Polyarylenethersulfone
- i) Polysulfone (PSU)
- j) Polyethersulfone (PESU)
- k) Polyphenylsulfon (PPSU)
- l) Polyphenylensulfid (PPS)
- 25 m) Polyetherimid (PIS)
- n) Polyester (PES)
- o) Pulverförmige Materialien
- p) Flüssige Materialien
- q) Suspensionen
- 30 r) Duromere, insbesondere flüssige Duromere
- s) Thermoplaste, insbesondere Polycarbonate, Polyamide,
- t) Polyvinylchlorid
- u) Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS)
- v) Metallpulver

w) UV-empfindliche Photopolymere.

14. Herstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rapid-Prototyping-

5 Verfahren eines der folgenden Verfahren ist:

- a) Stereolithografie
- b) Selektives Lasersintern
- c) Polyamidguss
- d) Lasergenerieren
- 10 e) Fused-Deposition-Modelling
- f) Laminated Object Modelling
- g) 3D-Drucken
- h) Contour Drafting
- i) PolyJet-Verfahren.

15

15. Herstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lackieranlagenbauteil durch eine Kombination des Rapid-Prototyping-Verfahrens mit einem materialabtragenden Herstellungsverfahren hergestellt wird.

20

16. Verwendung einer Rapid-Prototyping-Maschine (3) zur Herstellung eines Lackieranlagenbauteils (7; 14).

25 17. Lackieranlagenbauteil (7; 14), insbesondere Bauteil eines Farbwechslers, Farbventils oder Zerstäubers (14), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lackieranlagenbauteil (7; 14) durch ein Rapid-Prototyping-Verfahren hergestellt wurde, insbesondere durch ein Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15.

30

18. Lackieranlagebauteil nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lackieranlagenbauteil (7; 14) eine Rauigkeit Rz aufweisen, die mindestens in Teilbereichen der Bau-

teiloberfläche kleiner ist als $Rz=20$, $Rz=10$, $Rz=5$ oder $Rz=2$.

19. Lackieranlagebauteil nach Anspruch 18,

dadurch gekennzeichnet,

- 5 a) dass das Lackieranlagenbauteil (7; 14) aus Kunststoff bestehende Teile und aus Metall bestehende Teile aufweist,
- b) dass die aus Kunststoff bestehenden Teile des Lackieranlagenbauteils (7; 14) eine Rauigkeit Rz aufweisen,
10 die mindestens in Teilbereichen der Bauteiloberfläche kleiner ist als $Rz=20$, $Rz=15$, $Rz=10$, $Rz=9$, $Rz=8$ oder $Rz=7$,
- c) dass die aus Metall bestehenden Teile des Lackieranlagenbauteils (7; 14) eine Rauigkeit Rz aufweisen, die
15 mindestens in Teilbereichen der Bauteiloberfläche kleiner ist als $Rz=10$, $Rz=5$, $Rz=2$ oder $Rz=1,5$.

20. Lackieranlagenbauteil (7; 14) nach einem der Ansprüche

17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lackieranlagen-

20 bauteil (7; 14) eines der folgenden Lackieranlagenbauteile ist:

- a) Ein Farbventil für eine Lackieranlage,
- b) ein Bauteil eines Zerstäubers (14), insbesondere eines Rotationszerstäubers,
- 25 c) ein Bauteil eines Farbwechslers
- d) ein Bauteil einer Dosierpumpe,
- e) ein verkleinertes Modell eines Roboters, insbesondere eines Lackierroboters oder eines Handhabungsroboters,
- f) ein verkleinertes Modell einer Lackierkabine,
- 30 g) ein verkleinertes Modell einer Lackierstraße,
- h) ein verkleinertes Modell einer Lackieranlage,
- i) ein verkleinertes Modell eines Zerstäubers, insbesondere eines Rotationszerstäubers,
- j) ein Medienführendes Teil eines Roboters,

- k) ein Roboterbauteile,
- l) einen Kanal oder ein Rohr,
- m) ein Bauteil eines Sealing-Geräts,
- n) ein Fächerkrümmer für alle Farben vom Farbwechsler zur
5 Energiekette.

21. Lackieranlagenbauteil (7; 14) nach einem der Ansprüche
17 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lackieranlagen-
bauteil (7; 14) im Wesentlichen tottraumfrei und/oder im We-
10 sentlichen hinterschneidungsfrei ist.

22. Lackieranlagenbauteil (7; 14) nach einem der Ansprüche
17 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- a) dass das Lackieranlagenbauteil (7; 14) mindestens aus
15 einem ersten Material und einem zweiten Material be-
steht, und/oder
- b) dass das erste Material lösemittelbeständig und/oder
lackbeständig ist, und/oder
- c) dass das zweite Material eine größere Härte, Risszähig-
20 keit, Festigkeit, und/oder Steifigkeit aufweist als das
erste Material, und/oder
- d) dass das erste Material andere elektrische Eigenschaf-
ten aufweist als das zweite Material.

25 23. Lackieranlagenbauteil (7; 14) nach einem der Ansprüche
17 bis 22, **dadurch gekennzeichnet,**

- a) dass das Lackieranlagenbauteil (7; 14) eine Hülle aus
einem hochfesten Polymer und eine mediendurchführende
Durchleitung aus einem lackbeständigen und/oder löse-
30 mittelbeständigen Polymer aufweist, wobei die Durchlei-
tung insbesondere zur Durchführung von Lack oder Löse-
mittel geeignet ist, und/oder
- b) dass das Lackieranlagenbauteil (7; 14) ein Ventil ist,
das einen Ventilsitz aus Metall aufweist, der in ein

Polymer eingebettet ist, wobei das Polymer vorzugsweise lackbeständig und/oder lösemittelbeständig ist, und/oder

- 5 c) dass das Lackieranlagenbauteil (7; 14) aus Metall besteht und mindestens einen Hohlraum aufweist, der mit einer Stützstruktur gefüllt ist, wobei mindestens ein Bauteilbereich neben der Stützstruktur mindestens teilweise mit einem Material, insbesondere einem Polymer, gefüllt ist, das gegenüber Metall eine geringere Massendichte aufweist.
- 10

24. Lackieranlagenbauteil (7; 14) nach einem der Ansprüche 17 bis 23, **dadurch gekennzeichnet,**

- 15 a) dass das Lackieranlagenbauteil (7; 14) eine Durchleitung (13; 17) für Lack oder Spülmittel aufweist, die von dem massiv ausgeführten Lackieranlagenbauteil (7; 14) massiv umgeben ist, und/oder
- b) dass die Durchleitung (13; 17) im Wesentlichen knickfrei verläuft, und/oder
- 20 c) dass die Durchleitung (13; 17) mindestens auf einem Teil ihrer Länge kontinuierlich gekrümmt ist, und/oder
- d) dass die Durchleitung (13; 17) so geformt wird, dass das Fluid in der Durchleitung (13; 17) laminar und wirbelfrei strömt, insbesondere im Bereich einer Richtungsänderung der Durchleitung (13; 17).
- 25

25. Lackieranlagenbauteil nach einem der Ansprüche 17 bis 24, **dadurch gekennzeichnet,**

- 30 a) dass es sich bei dem Lackieranlagenbauteil um einen Roboterarm eines Lackierroboters handelt, und
- b) dass der Roboterarm eine integrierte Mediendurchleitung aufweist.

1/6

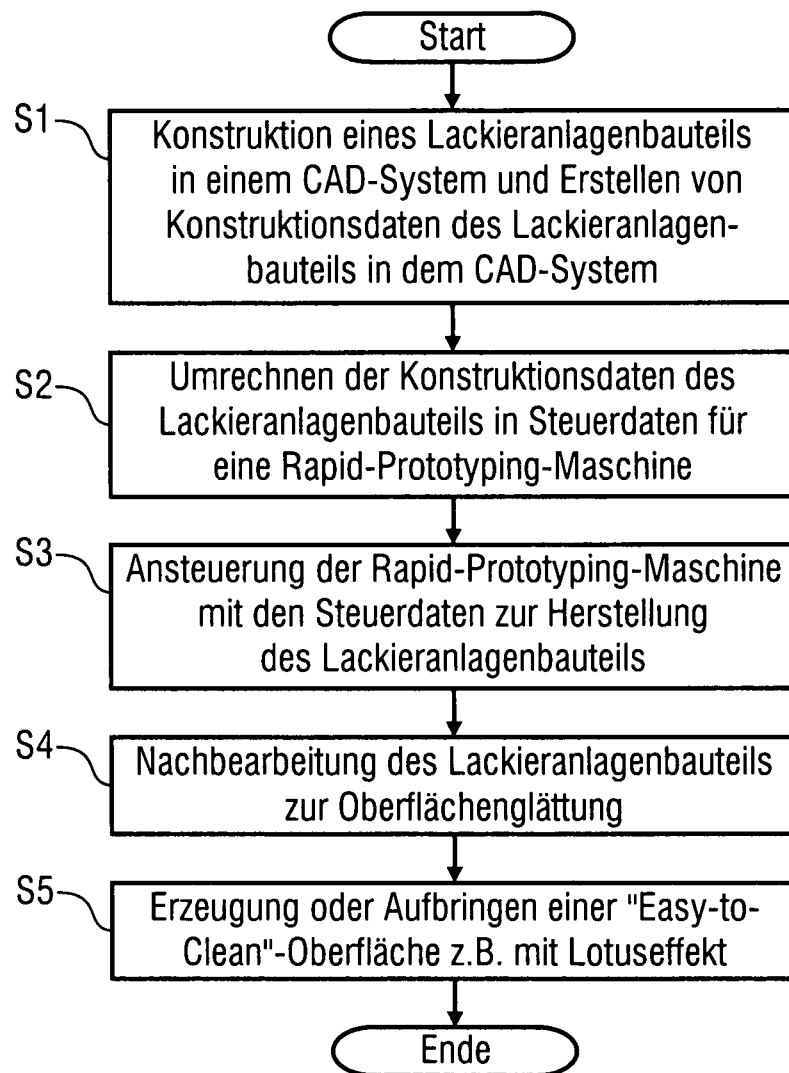


Fig. 1

2/6

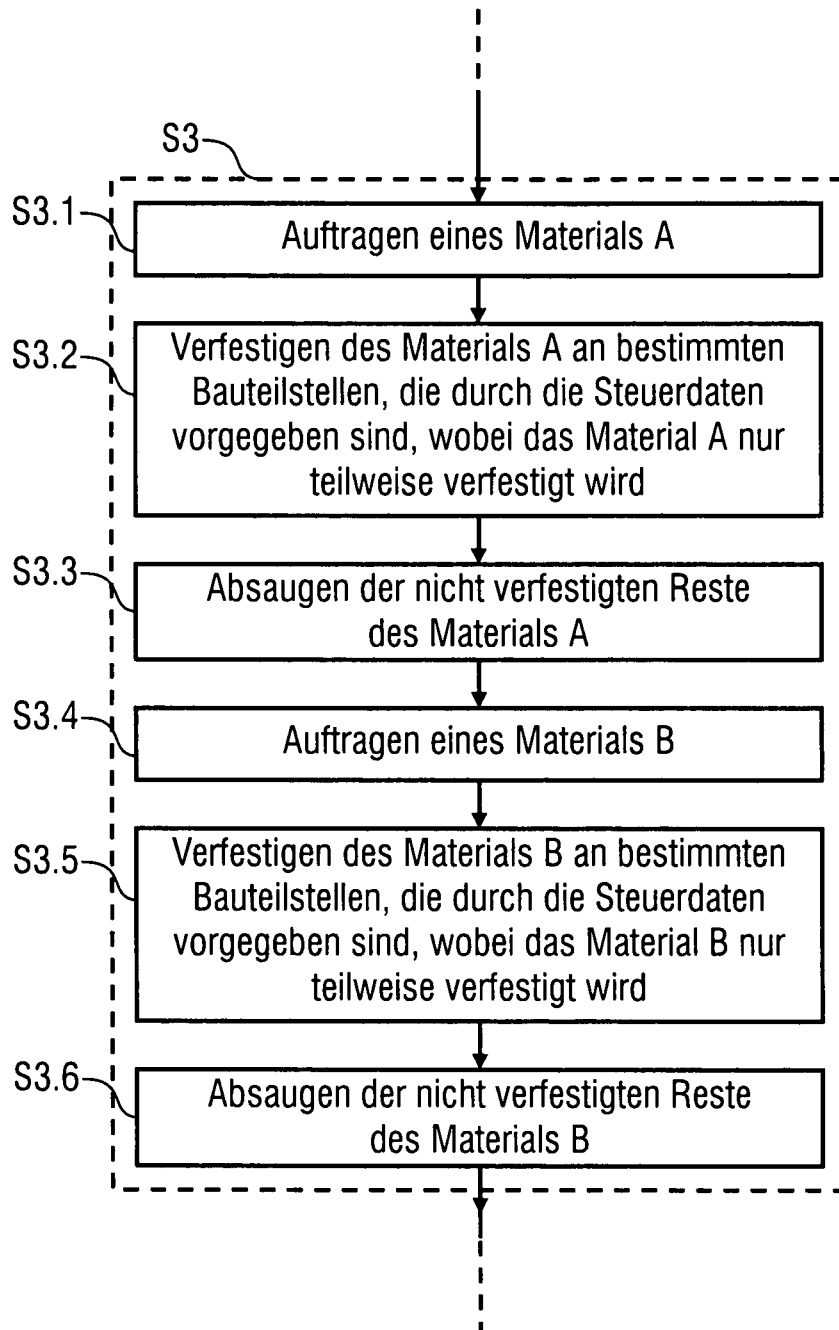


Fig. 2

3/6

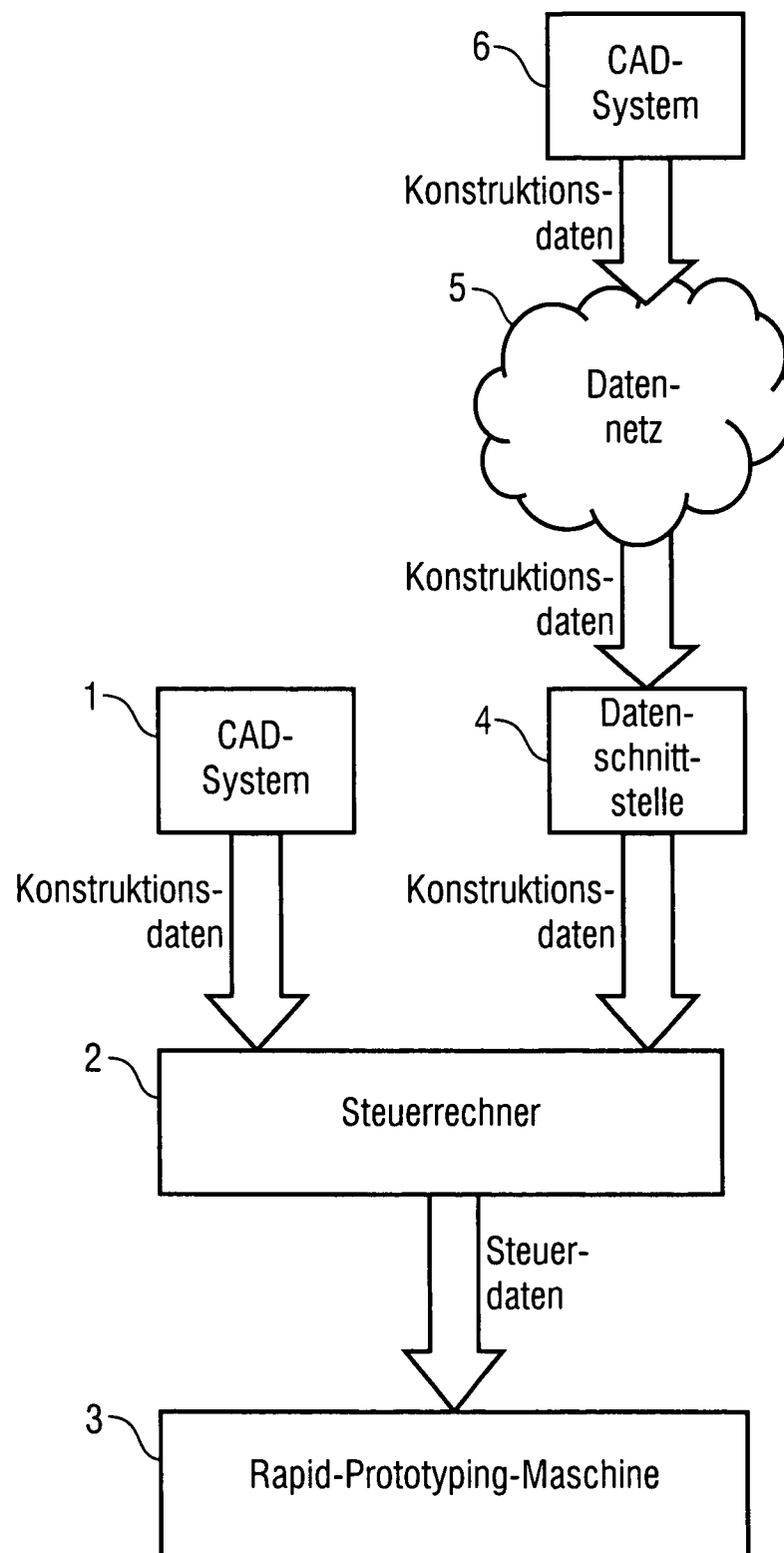


Fig. 3

4/6

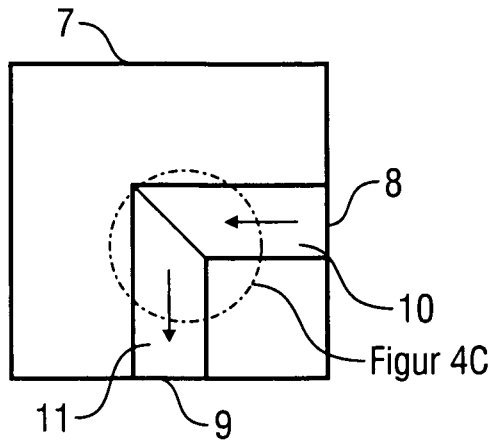


Fig. 4A
Stand der Technik

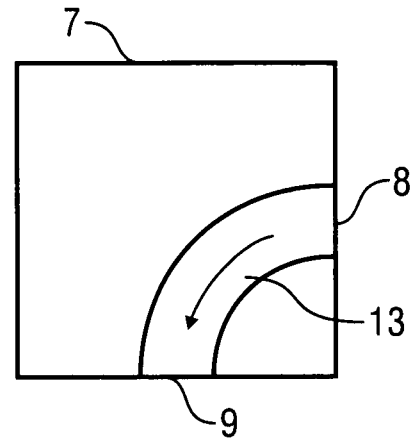


Fig. 5A

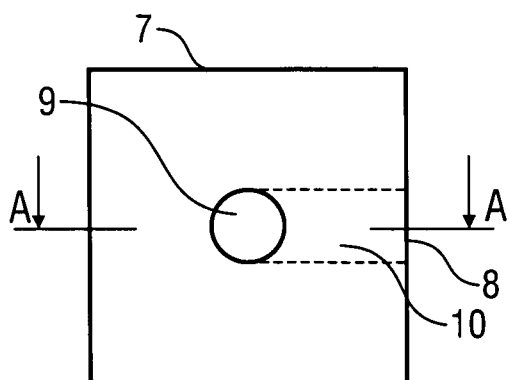


Fig. 4B
Stand der Technik

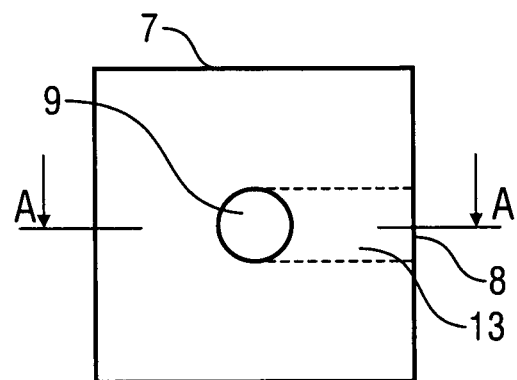


Fig. 5B

5/6

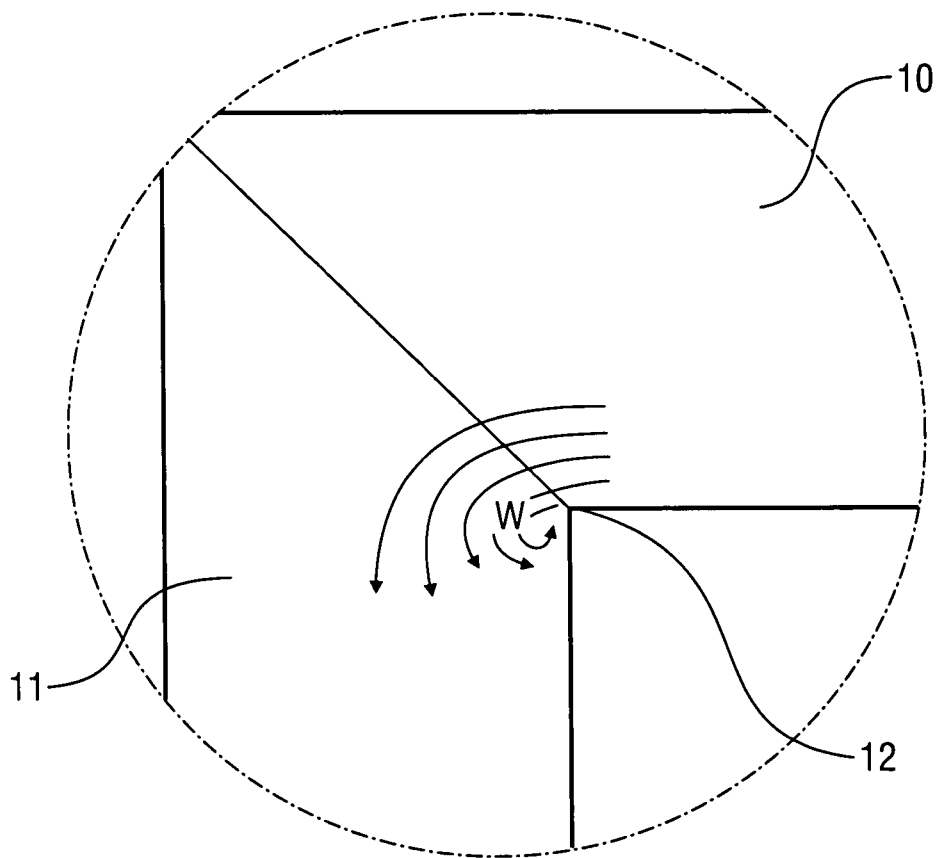


Fig. 4C
Stand der Technik

6/6

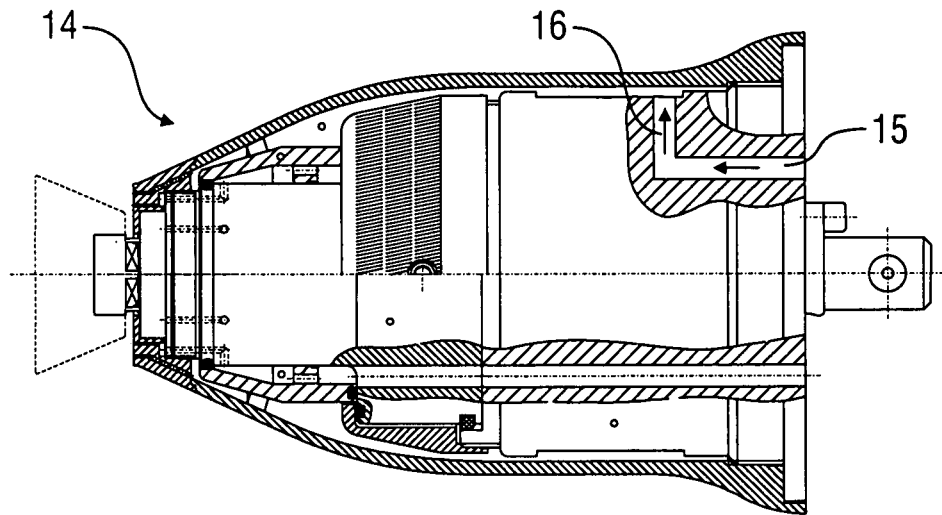


Fig. 6A
Stand der Technik

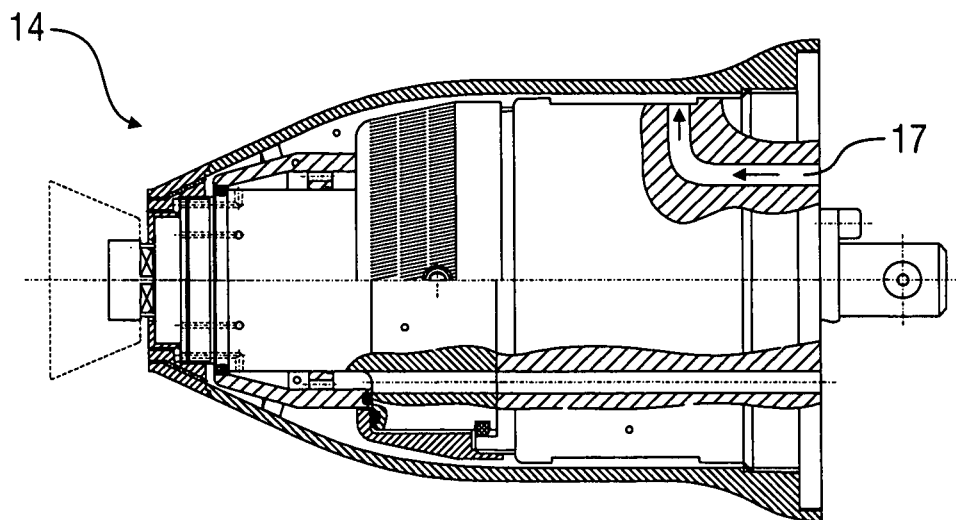


Fig. 6B