

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

93304

12

BREVET D'INVENTION

B1

21

N° de dépôt: 93304

51

Int. Cl.:
B29C 67/00, G01D 5/24

22

Date de dépôt: 14/11/2016

30

Priorité:

72

Inventeur(s):
BÜNING DANIEL – 10961 BERLIN (Allemagne), PETRI
JÖRG – 10961 BERLIN (Allemagne), STORZ TOBI –
10961 BERLIN (Allemagne)

43

Date de mise à disposition du public: 07/06/2018

47

Date de délivrance: 07/06/2018

74

Mandataire(s):
24IP LAW GROUP SONNENBERG FORTMANN – 10117
BERLIN (Allemagne)

73

Titulaire(s):
BIGREP GMBH – 10961 BERLIN (Allemagne)

54

Additiv hergestellter kapazitiver Sensor.

57

Zusammenfassung: Es wird ein Additiv hergestellter, kapazitiver Sensor vorgestellt, welcher zumindest eine erste Schicht umfasst. Diese erste Schicht umfasst zumindest ein erstes elektrisch leitendes Material. Weiterhin wird ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit kapazitiven Sensor durch additive Fertigung (additives Fertigungsverfahren für ein Bauteil mit kapazitiven Sensor) vorgestellt. Dieses Verfahren die Schritte von Bestimmen der Bauteilgeometrie, Festlegen eines Druckbereichs anhand der bestimmten Bauteilgeometrie, Aufdrucken von zumindest einer Schicht des kapazitiven Sensors im Druckbereich, wobei diese Schicht aus zumindest einem ersten elektrisch leitenden Material gedruckt wird. Weiterhin wird ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines kapazitiven Sensors durch additive Fertigung vorgestellt. Dieses Verfahren umfasst die Schritte des Festlegens der Geometrie des kapazitiven Sensors, des Drückens von zumindest einer Schicht des kapazitiven Sensors, wobei die Schicht aus zumindest einem ersten elektrisch leitenden Material erlangt wird.
93304

Beschreibung

Titel: Additiv hergestellter kapazitiver Sensor

5 [0001] Die vorliegende Anmeldung bezieht sich auf einen additiv hergestellten kapazitiven Sensor und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Sensors, sowie das Aufbringen eines solchen Sensors auf Bauteile.

10 [0002] Additive Fertigung bzw. additive Herstellung wird auch "3D-Druck" genannt und das Herstellen oder Aufbringen von Strukturen mittels additiver Fertigung wird auch "drucken" genannt. Dieses "3D-Drucken" erfolgt üblicherweise in einer Vorrichtung/Fertigungseinrichtung zur additiven Fertigung bzw. einem "3D-Drucker".

15 [0003] Bei bisherigen Herstellungsverfahren von Bauteilen mit Sensoren (funktionsintegrierten Bauteilen) bereitet die Kombination von komplex geformten Bauteilen und integrierter Sensorik erhebliche Probleme, da die Sensorik z.B. nicht mit beliebigen Bauteilgeometrien kombiniert werden kann. Zurzeit werden insb. flächige Sensoren (überwiegende Erstreckung in einer Dimension) z.B. durch Drucken mit leitender Tinte auf Folie hergestellt. Diese bedruckten Folien werden sodann in Bauteile eingeklebt. Diese Folien können aber nur in sehr beschränkte Formen eingebracht werden, da sie z.B. Falten werfen können. Daher war bisher die Herstellung von frei gestalteten und funktionsintegrierten Bauteilen nicht gänzlich möglich.

25 [0004] Die vorliegende Erfindung hat es daher zur Aufgabe einen kapazitiven Sensor und Verfahren zur Herstellung eines solchen Sensors / Bauteilen mit einem solchen Sensor bereit zu stellen, welche über additive Fertigung und damit in beliebigen Geometrien hergestellt werden kann.

30 [0005] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand und die Verfahren der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsbeispiele sind Gegenstände und Verfahren der abhängigen Ansprüche, welche jeweils für sich genommen oder in verschiedener Kombination miteinander Ausgestaltungen der Erfindung darstellen können.

R. M. amu

[0006] Die Erfindung ermöglicht es, jedes beliebig hergestellte Bauteil in einen kapazitiven Sensor zu verwandeln oder einen solchen Sensor in ein Bauteil zu integrieren. Dies kann in einem Arbeitsgang geschehen ohne einzelne Bauteile nachträglich verbinden zu müssen. Die Erfindung ermöglicht die Herstellung eines funktionsintegrierten Bauteils und zwar unabhängig davon, ob dieses Bauteil gänzlich mit additiver Fertigung hergestellt wird, oder die Sensorik durch additive Fertigung auf ein bestehendes Bauteil aufgebracht wird.

[0007] Ein erfindungsgemäßer kapazitiver Sensor, welcher additiv hergestellt wird, umfasst zumindest eine erste Schicht. Diese zumindest erste Schicht umfasst wiederum ein erstes elektrisch leitendes Material. Dabei wird die zumindest erste Schicht vermittels additiver Herstellungsverfahren unter Verwendung des ersten Materials erlangt. Das erste elektrisch leitende Material ist in der zumindest einen Schicht in Bahnen oder Leiterbahnen angeordnet, welche beliebige Geometrien haben können, solange nur elektrischer Durchgang gewährleistet ist.

[0008] Die zumindest eine Schicht, welche ein erstes elektrisch leitendes Material umfasst, fungiert nach dem bekannten Prinzip von kapazitiven Sensoren als Sensorelektrode, mit der eine Änderung des elektrischen Feldes in der Umgebung der Sensorelektrode detektiert werden kann. Eine Annäherung an den Sensor/die Sensorelektrode ändert die Kapazität des Sensors und macht somit eine Detektion möglich.

[0009] Weiterhin kann bei einem erfindungsgemäßen Sensor die zumindest eine erste Schicht ein zweites elektrisch nichtleitendes Material umfassen.

[0010] Weiterhin kann bei einem erfindungsgemäßen Sensor das zweite elektrisch nichtleitende Material das erste elektrisch leitende Material von einer Umgebung des Sensors abgrenzen. Dies ist vorteilhaft, da mit den derzeit verfügbaren Materialien oftmals das erste elektrisch leitende Material negativ auf Umwelteinflüsse reagieren und Stabilität und/oder Leitfähigkeit verlieren kann. Daher kann es vorteilhaft sein, das erste elektrisch leitende Material durch das zweite elektrisch nichtleitende Material von einer Umgebung des Sensors abzugrenzen bzw. zu schützen.

R. Hamma

[0011] Wie obenstehend beschrieben ist es bereits aus ökonomischen Gründen wünschenswert nur das erste elektrisch leitende Material zu verwenden, was für spezielle Anwendungen durchaus auch anwendbar ist. Zum Beispiel, wenn der Sensor/das Bauteil mit Sensor in einer ohnehin schon geschützten Umgebung eingesetzt wird (z.B. Fahrzeuginnenraum, im Inneren einer Immobilie, etc.).

[0012] Bei einem Aufbau aus mehreren Schichten können die jeweiligen Schichten mehrere Materialien oder nur ein Material beliebig umfassen.

[0013] Weiterhin kann bei einem erfindungsgemäßen Sensor das erste elektrisch leitende Material in das zweite elektrisch nichtleitende Material eingedrückt werden. Dies hat den Vorteil, dass die zumindest eine Schicht des Sensors eine geschlossene Fläche nach außen, gebildet aus dem zweiten elektrisch nichtleitenden Material, umfasst und somit das erste elektrisch leitende Material durch die geschlossenen Flächen des zweiten elektrisch nichtleitenden Materials geschützt und/oder gestützt ist.

[0014] Weiterhin vorteilhaft kann das zweite Material bei Materialpaarungen zwischen der Oberfläche, auf welche der Sensor aufgebracht werden soll und dem ersten Material als "Haftvermittler" wirken, wenn diese Materialpaarung hinsichtlich einer Haftung untereinander nicht ausreichend für den jeweiligen Einsatzzweck ist. In einem solchen Fall kann durch passende Wahl des zweiten Materials eine Haftbrücke zwischen der Oberfläche des Bauteils und dem ersten Material geschaffen werden.

[0015] Weiterhin kann bei einem erfindungsgemäßen Sensor das erste elektrisch leitende Material von dem zweiten elektrisch nichtleitenden Material umhüllt werden. Dieses Herstellungsverfahren ist zwar aufwändiger, da ein höherer Aufwand betrieben werden muss, um das erste Material durch das zweite Material zu umgeben, jedoch wird somit eine geschlossene Fläche aus dem zweiten Material vermieden und der Sensor kann filigraner gestaltet und an spezielle Anforderungsprofile (z.B. Durchströmbarkeit, mechanische Flexibilität, etc.) angepasst werden. Das erste elektrisch leitende Material wird sozu-

R. Hansen

sagen durch das zweite elektrisch nichtleitende Material "umhüllt" bzw. mit diesem "überzogen".

[0016] Weiterhin kann ein erfindungsgemäßer Sensor flächig aufgebaut sein. Dies ist vorteilhaft, da bei einem additiv hergestellten kapazitiven Sensor gemäß der vorliegenden Erfindung durch einen flächigen Aufbau aus zumindest einer Schicht des ersten und zweiten Materials die Detektionsempfindlichkeit erhöht bzw. an den Einsatzzweck angepasst werden kann.

10 [0017] Weiterhin kann bei einem erfindungsgemäßen Sensor das erste elektrisch leitende Material in einem im Wesentlichen regelmäßigen Muster in der zumindest einen Schicht angeordnet sein. Diese Anordnung des ersten Materials in der zumindest einen Schicht kann ebenfalls die Detektionsempfindlichkeit erhöhen bzw. kann dadurch die Detektionsempfindlichkeit angepasst werden.

15 [0018] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit kapazitiven Sensor durch additive Fertigung (additives Fertigungsverfahren für ein Bauteil mit kapazitiven Sensor) umfasst das Verfahren die Schritte von Bestimmen der Bauteilgeometrie, Festlegen eines Druckbereichs anhand der bestimmten Bauteilgeometrie und Festlegen einer Sensorgeometrie (Anzahl Schichten, Anzahl der zu verdruckenden Materialien, Muster des elektrisch leitenden Materials), Aufdrucken von zumindest einer Schicht des kapazitiven Sensors im Druckbereich, wobei diese Schicht aus zumindest einem ersten elektrisch leitenden Material gedruckt wird.

25 [0019] Das Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit kapazitiven Sensor durch additive Fertigung kann weiterhin im Schritt des Druckens das Aufdrucken eines zweiten elektrisch nichtleitenden Material umfassen.

[0020] Das Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit kapazitiven Sensor durch additive Fertigung kann weiterhin im Schritt der Bestimmung der Bauteilgeometrie (Bauteildaten) ein Scannen des Bauteils umfassen. Hierfür kann das Bauteil zum Beispiel durch einen 3D-Scanner gescannt werden. Dieses Scannen kann in einem separaten Scanner er-

R. Mansson

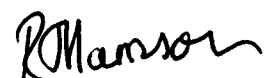
folgen oder kann in der Fertigungsanlage erfolgen. Wahlweise können die Bauteildaten auch aus vorhandenen CAD-Daten den Bauteils erlangt werden.

[0021] Das Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit kapazitiven Sensor durch additive Fertigung kann weiterhin im Schritt der Bestimmung der Bauteilgeometrie und/oder im Schritt des Aufdrucks die Ansteuerung zumindest eines Roboters umfassen (ein Roboter im Sinne dieser Anmeldung kann jegliche Anordnung und Art von Achsen umfassen). Im Schritt des Scannens kann das Bauteil durch einen Roboter an einem entsprechenden Scanner vorbeigeführt werden, sodass die Daten des Bauteils erfasst werden können. Hierbei kann das ganze Bauteil oder nur ein relevanter Abschnitt erfasst/gescannt werden. Weiterhin kann ein anderer oder derselbe Roboter nach der Bestimmung der Bauteilgeometrie das Bauteil an einer Druckstation bzw. den Druckköpfen vorbeiführen. Unter den Druckköpfen bzw. der Druckstation können techn. Einrichtungen verstanden werden, um das erste und ggf. das zweite Material auf das Bauteil aufzubringen (z.B. Extruder zum Verdrucken von Filament imFDM-Verfahren).

[0022] Es ist ebenfalls möglich, dass die Druckköpfe bzw. Druckstation an einem Roboter montiert und das Bauteil aufgespannt ist. Weiterhin kann sowohl das Bauteil, als auch die Druckstation an einem Roboter montiert sein. Bewegliche Aufspanneinrichtungen (z.B. Rundtische) für das Bauteil sind im Rahmen dieser Anmeldung ebenfalls als Roboter zu verstehen.

[0023] Vorteilhaft bei dem oben beschriebenen Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit kapazitiven Sensor durch additive Fertigung, bei welchem ein Roboter erst zum Scannen des Bauteiles eingesetzt wird und anschließend derselbe Roboter das Bauteil an der Druckstation vorbeiführt ist, dass der Handhabungsaufwand (Spannen, Einrichten, etc.) minimiert wird und damit die Rüstzeiten optimiert werden können.

[0024] Es ist für zuvor beschriebenes Verfahren ebenso möglich ein Scannen des Bauteiles (Bestimmung der Bauteilgeometrie) außerhalb der Einrichtung zum 3D-Druck (Fertigungsanlage) durchzuführen. Anschließend kann das Bauteil in den 3D-Drucker (Fertigungsanlage) eingelegt werden und dann den Sensor in dem festgelegten Druckbereich



aufgedruckt werden. Dieses Einlegen kann wahlweise durch einen Roboter erfolgen. Wahlweise kann dieser Roboter, wie obenstehend beschrieben, zuvor bei der Bestimmung der Bauteilgeometrie/Bauteildaten bereits eingesetzt werden. Die Verwendung eines Roboters zusammen mit einem 3D-Drucker kann z.B. eine Fertigungseffizienz steigern.

[0025] Es sind alle bis dato genannten 3D-Druckverfahren für die Herstellung eines erfindungsgemäßen Sensors / funktionsintegrierten Bauteiles geeignet.

10 [0026] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines kapazitiven Sensors durch additive Fertigung (additives Sensorfertigerungsverfahren für einen kapazitiven Sensor), umfasst die Schritte des Festlegens der Geometrie/des Aufbaus des kapazitiven Sensors, des Druckens von zumindest einer Schicht des kapazitiven Sensors, wobei die Schicht aus zumindest einem ersten elektrisch leitenden Material erlangt wird.

15 [0027] Das Verfahren zur Herstellung eines kapazitiven Sensors durch additive Fertigung kann im Schritt des Druckens der zumindest einen Schicht weiterhin das Drucken mit einem zweiten elektrisch nichtleitenden Material umfassen.

20 [0028] Das Drucken der zumindest einen Schicht des Sensors kann nach allen hier beschriebenen Verfahren (Roboter, 3D-Drucker, etc.) und/oder nach den im Stand der Technik bekannten Verfahren erfolgen.

[0029] Die obigen Merkmale können beliebig untereinander kombiniert werden und sind keinesfalls lediglich auf die obig aufgeführten Kombinationen festgelegt.

[0030] Im Folgenden wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren anhand von Ausführungsbeispielen exemplarisch erklärt, wobei die nachfolgend dargestellten Merkmale sowohl jeweils für sich genommen als auch in unterschiedlicher Kombination miteinander ein Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellen können.

[0031] Es zeigen: Figur 1a eine schematische Explosionsansicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Sensors;

R. M. Mamon

[0032] Figur 1b schematisch den Sensor aus Figur 1a in funktionsfähigem Zustand;

5 [0033] Figur 2 schematisch ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Sensors an/in einer Freiformfläche;

[0034] Figur 3 ist ein Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Sensors;

10 [0035] Figur 4 ist ein Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Aufbringen eines Sensors auf ein Bauteil; und

[0036] Figur 5 ist ein weiterer Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Aufbringen eines Sensors auf ein Bauteil.

15 [0037] Anfänglich bezugnehmend auf Figur 1a ist ein erfindungsgemäßer Sensor 10 in einer Explosionsansicht dargestellt, um den Aufbau dieses Ausführungsbeispiels zu verdeutlichen. Der Sensor 10 ist mehrschichtig aufgebaut. Eine obere Schicht 11a und eine untere Schicht 11b aus einem zweiten elektrisch nichtleitenden Material fassen eine
20 Schicht 11c aus einem ersten elektrisch leitenden Material ein.

[0038] Das erste elektrisch leitende Material ist im Ausführungsbeispiel der Figuren 1a und 1b als Wabenmuster angeordnet. Es kann jedoch jegliches Muster verwendet werden, ganz wie gewünscht oder für den jeweiligen Einsatzzweck benötigt und/oder vorteilhaft angesehen.
25

[0039] Der Sensor 10 kann auch lediglich nur aus der Schicht 11c aufgebaut sein, wenn der Einsatzzweck keinen Schutz/keine Stützung durch die obere Schicht 11a und/oder die untere Schicht 11b notwendig macht. Der elektrische Anschluss der Schicht 11c ist nicht
30 gezeigt.

[0040] Figur 1b zeigt den Sensor 10 des Ausführungsbeispiels in funktionsfähigem bzw. einbaufähigem Zustand, wobei die Schichten aufeinander aufgebracht bzw. aufeinander dargestellt sind und daher das Wabenmuster der Schicht 11c gestrichelt/verdeckt einge-

R. Marmor

zeichnet ist. Die Schichten können aber auch ineinander eingreifen. So können Vorsprünge der zweiten Materialien der Schichten 11a und 11b auch in die Schicht 11c des Sensors 10 vorstehen bzw. in diese eingedruckt sein.

5 [0041] Bei einer Herstellung des Sensors 10 des vorliegenden Ausführungsbeispiels werden die Schichten nacheinander gedruckt wodurch sie untereinander eine Bindung eingehen und daher nicht wie in Figur 1a gezeigt separiert werden können. Selbstverständlich ist auch der Druck mit Bindung der Schichten untereinander beliebig und es können auch Sensoren hergestellt werden, bei denen die Schichten keine Bindung unter-
10 einander aufweisen. Dies kann zum Beispiel durch aufgebrachte Trennmittel während des Druckens oder auch Anpassung der Druckparameter (z.B. Drucktemperatur, Vorschub, etc.) erfolgen.

[0042] Figur 2 zeigt ein Bauteil 22 mit einem erfindungsgemäßen Sensor 20 eines weiteren Ausführungsbeispiels, welcher an oder in eine Freiformfläche 21 gedruckt ist. Der
15 Sensor 20 ist in diesem Ausführungsbeispiel der durch die dunklen Linien der Figur 2 dargestellte Abschnitt des Bauteils 22. Ein elektrischer Anschluss des Sensors 20 ist nicht gezeigt.

20 [0043] Der Sensor 20 kann zusammen mit der Freiformfläche 21 gedruckt werden, wobei das Bauteil 22 umfassend die Freiformfläche 21 entweder bereits vor dem Drucken des Sensors 20 vorliegen kann, oder das Bauteil 22 umfassend die Freiformfläche 21 und den Sensor 20 gedruckt werden kann.

25 [0044] Die Form bzw. die Erstreckung des Sensors in Bezug auf das Bauteil 22 ist beliebig. So ist der Sensor 20 in Figur 2 als "Band" im Bauteil 22 dargestellt. Jedoch ist die Erfindung hierauf nicht limitiert. So kann der Sensor 20 eine beliebige an oder in einen ebenfalls beliebigen Flächenabschnitt der Freiformfläche 21 an- bzw. eingedruckt sein.

30 [0045] Figur 3 zeigt einen Ablauf eines erfindungsgemäßen Beispielfahrens zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Sensors. In Schritt 100 wird die Geometrie bzw. Form und die Anzahl der Schichten und Materialien der jeweiligen Schicht des Sensors zum Bei-

R. Hamori

spiel durch CAD in Form von Sensordaten festgelegt. In Schritt 101 werden diese Daten an einen FDM-3D-Drucker übermittelt. In Schritt 102 wird der Sensor gemäß der Sensordaten des Schritts 100 durch den 3D-Drucker im FDM-Verfahren (FDM: "Fused Deposition Modeling") gedruckt.

5

[0046] Figur 4 zeigt einen Ablauf eines erfindungsgemäßen Beispielfahrens zum Aufbringen eines erfindungsgemäßen Sensors auf ein Bauteil. In einem Schritt 200 wird das Bauteil mit einem 3D-Scanner gescannt. Das Bauteil wird mithilfe eines Roboters gescannt, welcher das Bauteil so bewegt, dass der Scanner es komplett oder nur einen relevanten Abschnitt davon erfassen kann.

10

[0047] In einem Schritt 201 werden die, durch das Scannen des Bauteils in Schritt 200 erfassten, Bauteildaten in ein CAD-Programm (CAD: "Computer Aided Design") eingespielt und folgend wird die Position des Sensors an dem Bauteil, sowie seine Geometrie bzw. Form und die Anzahl der Schichten und Materialien der jeweiligen Schicht des Sensors in Form von Sensordaten festgelegt.

15

[0048] In einem Schritt 202 wird das Bauteil durch einen Roboter oder den Roboter aus Schritt 200 in einen FDM-3D-Drucker eingelegt.

20

[0049] In einem Schritt 203 wird der Sensor anhand der Sensordaten / der Bauteildaten an das Bauteil mittels des FDM-3D-Druckers angedruckt.

25

[0050] In einem Schritt 204 wird das Bauteil durch den Roboter aus dem FDM-3D-Drucker entnommen. Wahlweise kann anschließend ein weiteres Scannen erfolgen, bei welchem die tatsächliche Position des Sensors mit den Bauteildaten / den Sensordaten abgeglichen wird.

30

[0051] Figur 5 zeigt einen Ablauf eines weiteren erfindungsgemäßen Beispielfahrens zum Aufbringen eines erfindungsgemäßen Sensors auf ein Bauteil. In einem Schritt 300 wird das Bauteil mit einem 3D-Scanner gescannt. Das Bauteil wird mithilfe eines Roboters gescannt, welcher das Bauteil so bewegt, dass der Scanner es komplett oder nur einen relevanten Abschnitt davon als Bauteildaten erfassen kann.

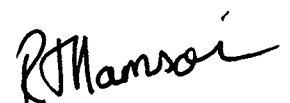


[0052] In einem Schritt 301 werden die Bauteildaten in ein CAD-Programm eingespielt und folgend wird die Position des Sensors an dem Bauteil, sowie seine Geometrie bzw. Form und die Anzahl der Schichten und Materialien der jeweiligen Schicht des Sensors (Aufbau des Sensors) in Form von Sensordaten festgelegt.

[0053] In einem Schritt 302 wird der Sensor anhand der Sensordaten / der Bauteildaten an das Bauteil mittels des Roboters so an einer Druckstation bzw. Druckköpfen für die jeweiligen Materialien vorbeigeführt, dass der Sensor an das Bauteil gedruckt wird. Wahlweise kann anschließend ein weiteres Scannen erfolgen, bei welchem die tatsächliche Position des Sensors mit den Bauteildaten und den Sensordaten abgeglichen wird.

[0054] Bei den oben genannten Ausführungsbeispielen handelt es sich bei dem zweiten elektrisch nichtleitenden Material um ein HT PLA (High- Temperature Polylactic Acid) und beim ersten elektrisch leitenden Material wird ein leitendes Material verarbeitet. Hier ein Polyamid, welches mit leitenden Substanzen versetzt ist (Graphitfasern und / oder anderen metallische Partikeln). Die Partikel müssen auch nach dem Aufschmelzen und Verdrucken des Materials eine sogenannte Perkolation eingehen – das heißt sie müssen sich weiterhin berühren, um den Stromfluss durch das Bauteil zu gewährleisten.

20



Ansprüche

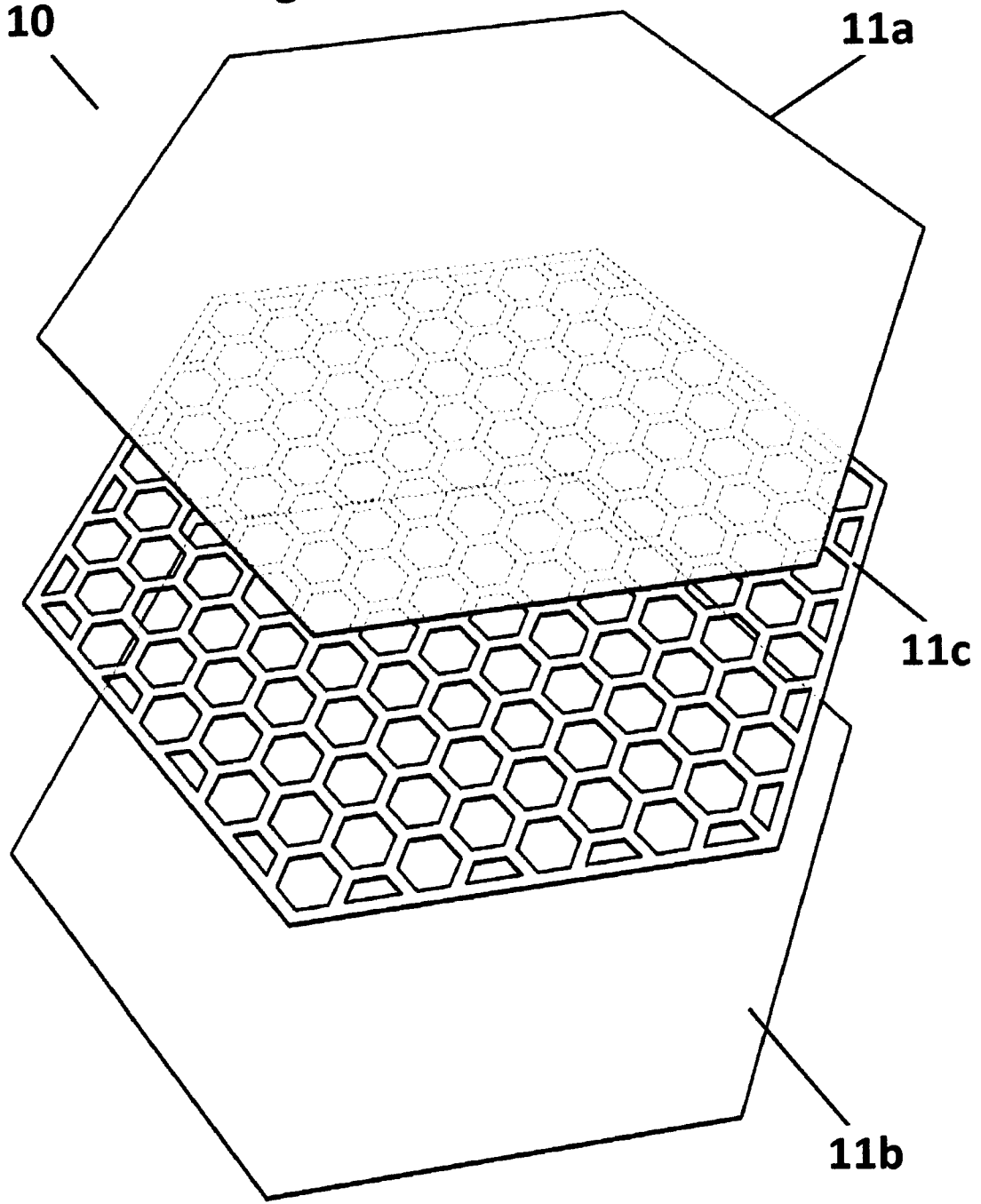
1. Additiv hergestellter kapazitiver Sensor, umfassend zumindest eine erste Schicht, welche zumindest ein erstes elektrisch leitendes Material umfasst.
5
2. Sensor nach Anspruch 1, bei welchem die zumindest erste Schicht weiterhin ein zweites elektrisch nichtleitendes Material umfasst.
3. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem das zweite elektrisch nichtleitende Material das erste elektrisch leitende Material von einer Umgebung des Sensors abgrenzt.
10
4. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei welchem in der zumindest einen Schicht das erste elektrisch leitende Material in das zweite elektrisch nichtleitende Material eingedruckt ist.
15
5. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei welchem die zumindest eine Schicht flächig dimensioniert ist.
6. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei welchem das erste elektrisch leitende Material in einem im Wesentlichen regelmäßigen Muster in der zumindest einen Schicht angeordnet ist.
20
7. Bauteil umfassend einen Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche.
8. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit kapazitiven Sensor durch additive Fertigung, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:
25
 - Bestimmen von Bauteildaten;
 - Festlegen von Sensordaten;
 - Aufdrucken von zumindest einer Schicht des kapazitiven Sensors mittels der Sensordaten, wobei die Schicht aus zumindest einem ersten elektrisch leitenden Material gedruckt wird.
30
9. Verfahren nach Anspruch 8, bei welchem im Schritt des Aufdruckens weiterhin ein zweites elektrisch nichtleitendes Material gedruckt wird.



10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, bei welchem im Schritt der Bestimmung der Bauteildaten das Bauteil gescannt wird.
- 5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, bei welchem im Schritt der Bestimmung der Bauteildaten und/oder im Schritt des Aufdrucks der zumindest einen Schicht ein Roboter angesteuert wird.
- 10 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, bei welchem das Verfahren den zusätzlichen Schritt umfasst vom Einlegen des Bauteils in einen 3D-Drucker, vor dem Schritt des Aufdrucks.
- 15 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, bei welchem im Schritt des Aufdrucks das Bauteil mittels einem Roboter an einer Druckeinrichtung vorbeigeführt wird zur Erzeugung der zumindest einen Schicht.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, bei welchem das Bauteil mit einem Sensor nach den Ansprüchen 1 bis 6 hergestellt wird.
- 20 15. Verfahren zur Herstellung eines kapazitiven Sensors durch additive Fertigung, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:
- Festlegen der Sensordaten;
 - Drucken von zumindest einer Schicht des kapazitiven Sensors mithilfe der Sensordaten, wobei die Schicht aus zumindest einem ersten elektrisch leitenden Material gedruckt wird.
- 25
16. Verfahren nach Anspruch 15, bei welchem im Schritt des Druckens der zumindest einen Schicht weiterhin ein zweites elektrisch nichtleitendes Material gedruckt wird.
- 30 17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, bei welchem im Schritt des Druckens der zumindest einen Schicht des kapazitiven Sensors ein Roboter angesteuert wird.

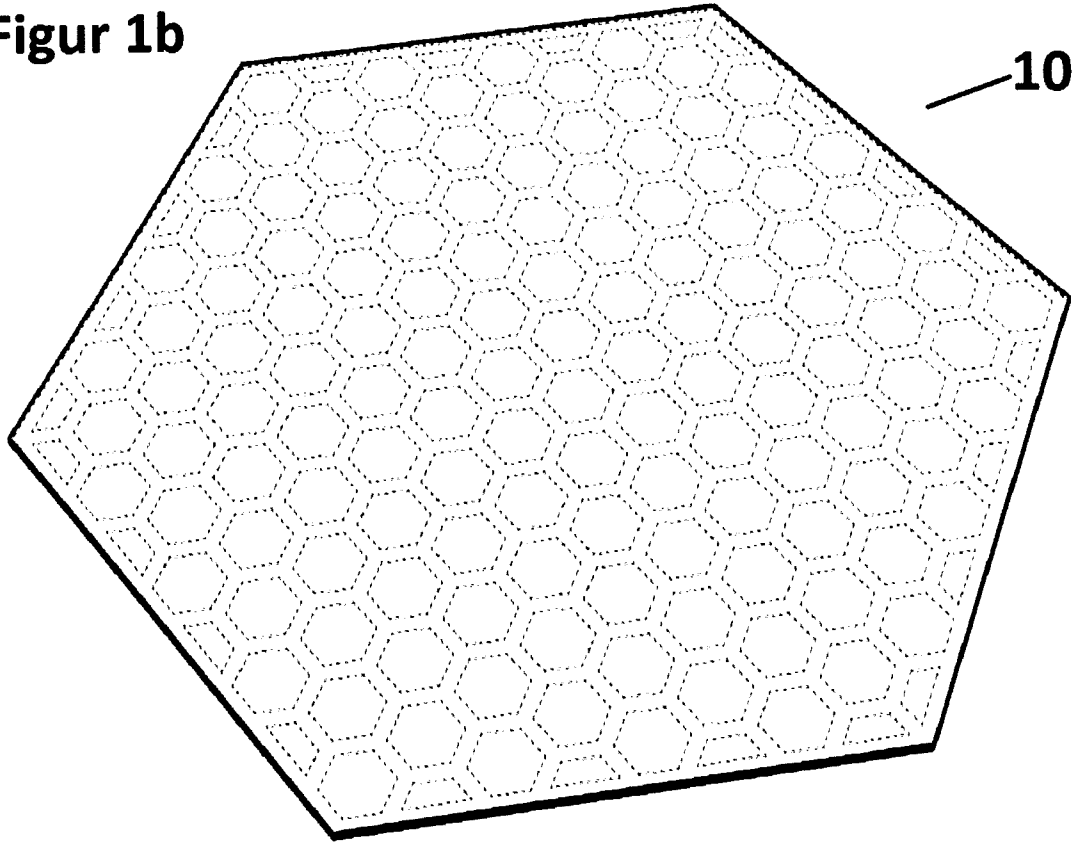


Figur 1a

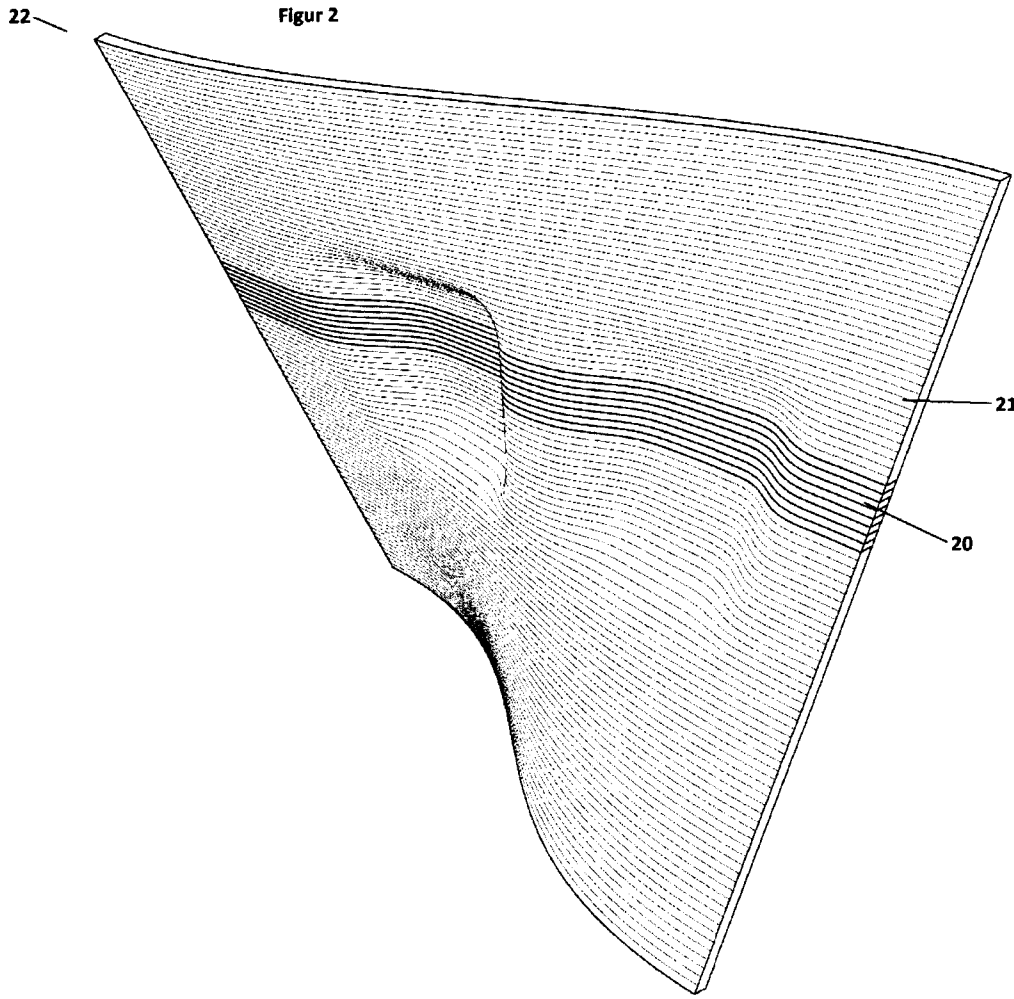


R. Hammar

Figur 1b

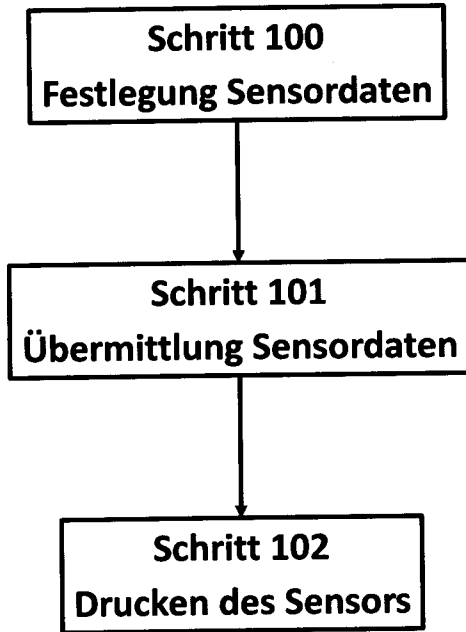


R. Hansen

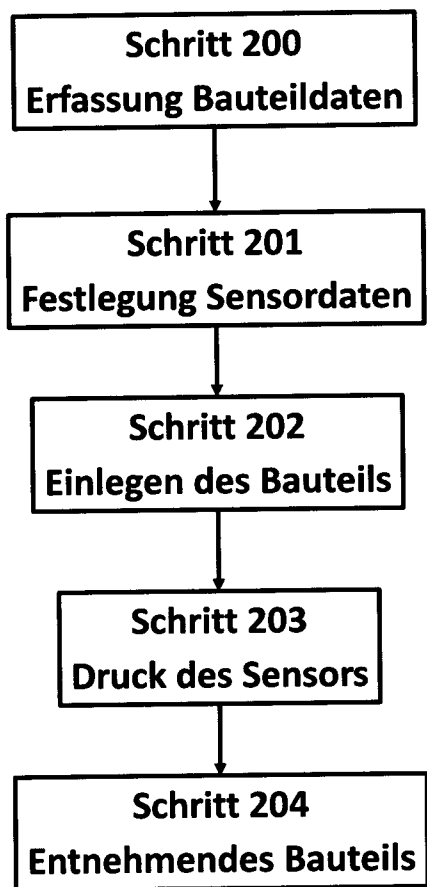


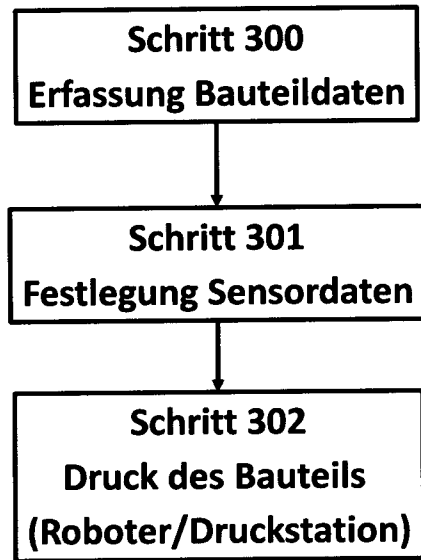
R. Hammar

Figur 3



R. Manser

Figur 4*R. Hamei*

Figur 5*R. Manser*

Zusammenfassung

Es wird ein Additiv hergestellter, kapazitiver Sensor vorgestellt, welcher zumindest eine erste Schicht umfasst. Diese erste Schicht umfasst zumindest ein erstes elektrisch leitendes Material. Weiterhin wird ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit kapazitiven

5 Sensor durch additive Fertigung (additives Fertigungsverfahren für ein Bauteil mit kapazitiven Sensor) vorgestellt. Dieses Verfahren die Schritte von Bestimmen der Bauteilgeometrie, Festlegen eines Druckbereichs anhand der bestimmten Bauteilgeometrie, Aufdrucken von zumindest einer Schicht des kapazitiven Sensors im Druckbereich, wobei diese Schicht aus zumindest einem ersten elektrisch leitenden Material gedruckt wird. Weiter-

10 hin wird ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines kapazitiven Sensors durch additive Fertigung vorgestellt. Dieses Verfahren umfasst die Schritte des Festlegens der Geometrie des kapazitiven Sensors, des Druckens von zumindest einer Schicht des kapazitiven Sensors, wobei die Schicht aus zumindest einem ersten elektrisch leitenden Material erlangt wird.

15





RECHERCHENBERICHT

nach Artikel 35.1 a)
des luxemburgischen Gesetzes über Erfindungspatente
vom 20. Juli 1992

LO 1513
LU 93304

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	SHEMELYA C ET AL: "3D printed capacitive sensors", 2013 IEEE SENSORS, IEEE, 3. November 2013 (2013-11-03), Seiten 1-4, XP032532655, ISSN: 1930-0395, DOI: 10.1109/ICSENS.2013.6688247 [gefunden am 2013-12-18] * Absätze ["Introduction"], ["Fabrication"] *	1,3,4, 6-9,11, 12,14,17	INV. B29C67/00 G01D5/24
T	TYLER BLUMENTHAL ET AL: "Conformal printing of sensors on 3D and flexible surfaces using aerosol jet deposition", SPIE - INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING. PROCEEDINGS, Bd. 8691, 8. April 2013 (2013-04-08), Seite 86910P, XP055388285, US ISSN: 0277-786X, DOI: 10.1117/12.2009278 ISBN: 978-1-5106-0753-8	1-17	
X	US 2007/087564 A1 (SPEAKMAN STUART [GB]) 19. April 2007 (2007-04-19) * Absätze [0089], [0090], [0144], [0148], [0196], [0197], [0205], [0206], [0456] - [0458]; Abbildung 9 *	1-9, 14-16	B29C G01D B33Y H03K
X	WO 2015/172152 A1 (T INK INC [US]) 12. November 2015 (2015-11-12) * Seite 9, Zeile 1 - Zeile 28 *	1-9, 14-16	
Abchlußdatum der Recherche		Prüfer	
6. Juli 2017		Zattoni, Federico	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE LUXEMBURGISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

LO 1513
 LU 93304

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-07-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007087564 A1	19-04-2007	KEINE	
WO 2015172152 A1	12-11-2015	US 2016098128 A1 WO 2015172152 A1	07-04-2016 12-11-2015



SCHRIFTLICHER BESCHEID

Dossier Nr. LO1513	Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 14.11.2016	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)	Aktenzeichen Nr. LU93304
Internationale Patentklassifikation (IPK) INV. B29C67/00 G01D5/24			
Anmelder BIG REP GmbH			

Dieser Bescheid enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- Feld Nr. I Grundlage des Bescheids
- Feld Nr. II Priorität
- Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- Feld Nr. V Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen
- Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der Anmeldung
- Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

Prüfer Zattoni, Federico

Formblatt LU237A (Deckblatt) (January 2007)

SCHRIFTLICHER BESCHEID

Aktenzeichen Nr.

LU93304

Feld Nr. 1 Grundlage des Bescheids

1. Dieser Bescheid wurde auf der Grundlage des letzten vor dem Beginn der Recherche eingereichten Satzes von Ansprüchen erstellt.
2. Hinsichtlich der **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz**, die in der Anmeldung offenbart wurde und für die beanspruchte Erfindung erforderlich ist, ist der Bescheid auf folgender Grundlage erstellt worden:
 - a. Art des Materials
 - Sequenzprotokoll
 - Tabelle(n) zum Sequenzprotokoll
 - b. Form des Materials
 - in Papierform
 - in elektronischer Form
 - c. Zeitpunkt der Einreichung
 - in der eingereichten Anmeldung enthalten
 - zusammen mit der Anmeldung in elektronischer Form eingereicht
 - nachträglich eingereicht
3. Wurden mehr als eine Version oder Kopie eines Sequenzprotokolls und/oder einer dazugehörigen Tabelle eingereicht, so sind zusätzlich die erforderlichen Erklärungen, dass die Information in den nachgereichten oder zusätzlichen Kopien mit der Information in der Anmeldung in der eingereichten Fassung übereinstimmt bzw. nicht über sie hinausgeht, vorgelegt worden.
4. Zusätzliche Bemerkungen:

SCHRIFTLICHER BESCHEID

Aktenzeichen Nr.

LU93304

Feld Nr. V Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit	Ja: Ansprüche 10, 13 Nein: Ansprüche 1-9, 11, 12, 14-17
Erfinderische Tätigkeit	Ja: Ansprüche Nein: Ansprüche 1-17
Gewerbliche Anwendbarkeit	Ja: Ansprüche: 1-17 Nein: Ansprüche:

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

Zu Punkt V

Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

- 1 Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: SHEMELYA C ET AL: "3D printed capacitive sensors", 2013 IEEE SENSORS, IEEE, 3. November 2013 (2013-11-03), Seiten 1-4, XP032532655, ISSN: 1930-0395, DOI: 10.1109/ICSENS.2013.6688247 [gefunden am 2013-12-18]

D2: Tyler Blumenthal ET AL: "Conformal printing of sensors on 3D and flexible surfaces using aerosol jet deposition", SPIE - International Society for Optical Engineering. Proceedings, Bd. 8691, 8. April 2013 (2013-04-08), Seite 86910P, XP055388285, US ISSN: 0277-786X, DOI: 10.1117/12.2009278 ISBN: 978-1-5106-0753-8

D3: US 2007/087564 A1 (SPEAKMAN STUART [GB]) 19. April 2007 (2007-04-19)

D4: WO 2015/172152 A1 (T INK INC [US]) 12. November 2015 (2015-11-12)
- 2 Das Dokument D1 offenbart einen additiv hergestellter Kapazitiver Sensor, umfassend zumindest eine erste Schicht, welche zumindest ein erstes elektrische leitendes Material umfasst (siehe "Introduction" und "Fabrication"). Somit ist der Gegenstand des Anspruchs 1 nicht neu.

Die Dokumente D3 und D4 offenbaren ebenfalls die Merkmale des Anspruchs 1 (siehe D3, Absatz 0196, 0197, 0205-0207, 0456-0457 und D4, Seite 9, Zeile 1-31).
- 3 D1, siehe Absatz "Introduction" und "Fabrication", offenbart weiter ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit kapazitiven Sensor durch additive Fertigung, wobei das Verfahren die Schritte umfasst: Bestimmen von Bauteildaten (in jedem 3D Druckverfahren); Festlegen von Sensordaten (die Bedruckung des Sensors nach D1 braucht unbedingt das Festlegen des Sensordaten); Aufdrucken von zumindest einer Schicht des kapazitiven Sensors vermittels der Sensordaten, wobei die Schicht aus zumindest einem ersten elektrisch leitenden Material gedruckt wird (siehe insbesondere Spalte 3, zweiter Absatz).

D3 und D4 offenbaren ebenfalls dieselbe Merkmale.
- 4 Hinsichtlich der abhängigen Ansprüche wird folgendes angemerkt:

Ansprüche 2, 9, 16: siehe D3, Absatz 0456, ("dielectric region", "insulating region", Abbildungen 9)

Anspruch 3: siehe D1, Abbildung 3

Anspruch 4: siehe D1, Abbildung 3

Anspruch 5: siehe D3, Abbildung 9

Anspruch 6: siehe D1, Abbildung 3, der Ausdruck "im wesentlichen regelmäßig" ist an sich unklar.

Ansprüche 7, 14: aus D1, D3 und D4 bekannt.

Anspruch 10: das scannen von Bauteilen ist dem Fachmann allgemein bekannt.

Ansprüche 11, 17: siehe D1, "Aerotech gantry system", sowie D2, Absatz 3.1.1

Anspruch 12: siehe D1, Spalte 3, vierter Absatz.

Anspruch 13: Die Benutzung von Roboter ist eine naheliegende Auswahl für den Fachmann.