

(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
08. Februar 2018 (08.02.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/024270 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
C04B 35/00 (2006.01) B28B 1/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2017/000231

(22) Internationales Anmeldedatum:
01. August 2017 (01.08.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 009 620.9
01. August 2016 (01.08.2016) DE

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder: HUKE, Armin [DE/DE]; Forstweg 24, 13465 Berlin (DE). RUPRECHT, Götz [DE/DE]; Leistikowstr. 2, 14050 Berlin (DE). GOTTLIEB, Stefan [DE/DE]; Wes-

tender Weg 110, 58313 Herdecke (DE). WEIBBACH, Daniel [DE/DE]; Platanenstr. 34, 13156 Berlin (DE). CZERSKI, Konrad [DE/DE]; Umlandstr. 46, 10719 Berlin (DE).

(74) Anwalt: BAUMBACH, F.; Robert-Rössle-Str. 10, 13125 Berlin (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,

(54) Title: 3D PRINTING METHOD FOR HIGH-DENSITY WORKPIECES MADE OF REFRACTORY CERAMICS

(54) Bezeichnung: 3D-DRUCKVERFAHREN FÜR HOCHDICHTER WERKSTÜCKE AUS REFRAKTÄRKERAMIKEN

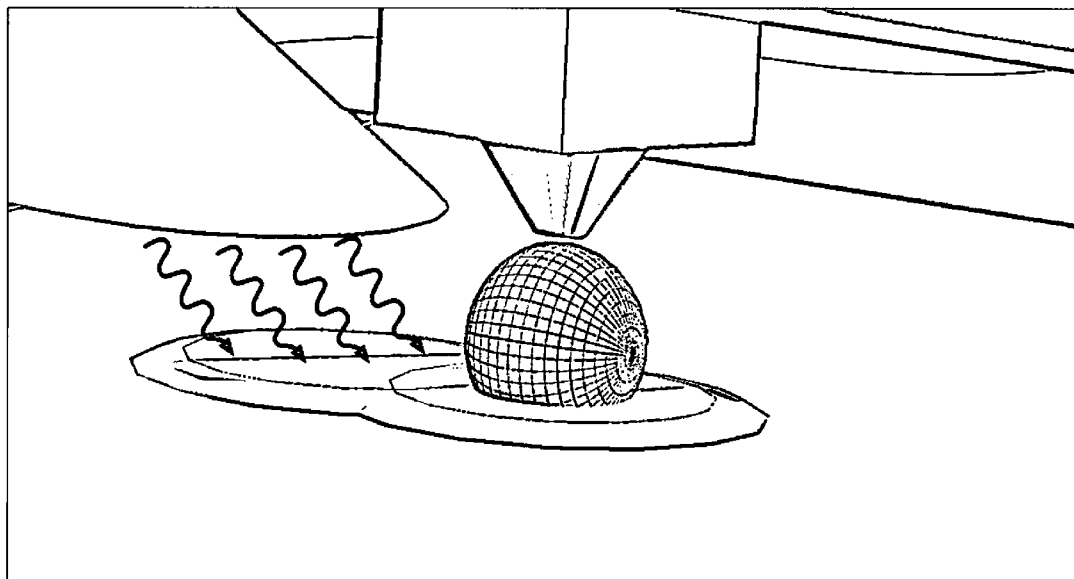


Fig. 5

(57) Abstract: The invention relates to a method for additively manufacturing high-value workpieces made of refractory ceramics. The object of the invention is to provide a method with which said resistant single-material ceramics can be additively processed with a 3D printing head to form dense workpieces. The additive 3D printing method for manufacturing high-density workpieces made of single-material ceramics using a freely moveable 3D printing head, is characterised in that polymeric precursors of ceramics are deposited in a supply device and subsequently pyrolysed and crystallised by means of spectral radiation.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur additiven Fertigung von hochwertigen Werkstücken aus refraktären Keramiken. Die Aufgabe besteht also darin, ein Verfahren zu finden, mittels dessen sich mit einem 3D-Druckkopf besagte widerstands-



WO 2018/024270 A1

SA, 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, ST, 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).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

fähige Einstoffkeramiken additiv zu dichten Werkstücken verarbeiten lassen. Das additive 3D-Druckverfahren zur Herstellung von hochdichten Werkstücken aus Einstoffkeramiken unter Verwendung eines frei beweglichen 3D-Druckkopfes ist dadurch gekennzeichnet, dass polymere Präkursoren von Keramiken in einer Zuführeinrichtung abgesetzt und anschließend durch spektrale Strahlungen pyrolysiert und kristallisiert werden.

3D-Druckverfahren für hochdichte Werkstücke aus Refraktärkeramiken

Beschreibung der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur additiven Fertigung von hochwertigen
5 Werkstücken aus refraktären Keramiken.

Stand der Technik

Additive Fertigungsverfahren in Form von 3D-Druckern erlangen eine immer größere
Bedeutung. Zu ihrem Ausbau gehört auch, die gesamte Palette der Werkstoffe
10 abzudecken. Widerstandsfähige Werkstoffe, die sonst nur durch Sintering-Verfahren zu
Werkstücken zu verarbeiten sind, stellen für die additive Fertigung ein besonderes
Problem dar. Während für Refraktärmetalle noch ein (partielles) Schmelzen und
Verbacken mit Laser- oder Elektronenstrahlen möglich ist, ist diese Methode für
Keramiken nur noch begrenzt einsetzbar. Insbesondere hochbeständige
15 Einstoffkeramiken wie Siliziumkarbid und Siliziumnitrid, die bei Normaldruck keine
flüssige Phase besitzen, sondern sublimieren, sind so nur zu Werkstücken mit minderer
Qualität verarbeitbar. Im herkömmlichen Sintering-Verfahren können diese Werkstoffe
mittels hohem auf das Werkstück zentrierten Druck zu hoher Qualität verarbeitet
werden. Die Applizierung eines derartig gerichteten Drucks ist mit 3D-Druckköpfen
20 prinzipiell nicht möglich. Daher kann der zur Entfernung der Hohlräume zwischen den
Pulverkörnern notwendige Verdichtungsschritt in der Fertigung nicht durchgeführt
werden. Ein derartig poröses Werkstück besitzt nur minderwertige Eigenschaften. Die
Beigabe von Additiven, die aufschmelzen und so die Hohlräume zwischen den
Keramikkörnern auffüllen, führt zu einem Mischwerkstoff, der ebenfalls gegenüber dem
25 monolithischen Keramikwerkstoff je nach Gebrauch ungeeignete Eigenschaften
besitzen kann. Zudem können die Atome des Additivs zu unerwünschten kollateralen
Effekten führen, wie etwa beim Einsatz in der Nukleartechnik mit parasitären
Kernreaktionen.

30 Die Aufgabe besteht also darin, ein Verfahren zu finden, mittels dessen sich mit einem
3D-Druckkopf besagte widerstandsfähige Einstoffkeramiken additiv zu dichten
Werkstücken verarbeiten lassen.

Lösung

Die gegenwärtige Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, indem polymere Präkursoren der Keramiken sukzessive von der Zuführeinrichtung (frei beweglicher 3D-Druckkopf) deponiert, anschließend durch spektrale Strahlungen pyrolysiert und kristallisiert werden.

Für einige widerstandsfähige industriell bedeutsame Keramiken gibt es analoge Polymerverbindungen. Für die wichtigsten Keramiken SiC und SiN sind dies die Carbosilane und die Silazane. Aber auch Siloxane als Precursoren für SiO-basierte Keramiken sind verwendbar. Bei diesen Verbindungen handelt es sich um Analoge zu den Alkanen, wo Ketten alternierend aus Si-C, Si-N oder Si-O gebildet werden. Die freien Bindungen der Kettenatome werden durch Wasserstoff belegt. Allerdings können auch Anteile an radikalen Gruppen eingefügt werden, so dass bei der Polymerisation Querverbindungen und somit Netzstrukturen entstehen. Auch ist es möglich, so Fremdatome einzuführen. Dadurch können die Eigenschaften der Polymere, neben der Kettenlänge, weiter beeinflusst werden und sind bestimmend für die weitere Verarbeitung.

Bevorzugt setzt die Zuführeinrichtung polymere Präkursoren von Keramiken mit einer Breite von 5-15 μm ab. Die Pyrolyse der abgesetzten polymeren Präkursoren erfolgt bevorzugt durch einen gebündelten Laserstrahl einer Lasereinheit. Als Laser werden dabei CO₂-Leistungslaser oder Diodenlaser verwendet.

Die pyrolysierten, amorphen Keramikmaterialien können gemäß der Erfindung auch durch Hitzeeinwirkung kristallisiert werden. Eine Kristallisation durch Mikrowellenstrahlung eines Mikrowellenemitters ist ebenfalls möglich. Dieser Mikrowellenemitter kann auch in dem 3D-Druckkopf integriert sein.

Im Falle von SiC werden Polycarbosilane derart verwendet, dass sie sich mittels Düsen zu Fäden verspinnen lassen, aus denen schließlich polykristalline SiC-Keramikfasern entstehen, welche als Strukturelemente für hochbelastbare Werkstücke eine große industrielle Bedeutung besitzen. Der Polymerfaden wird zunächst unter Ausschluss von Sauerstoff in einem Ofen so erhitzt, dass es zu einer Pyrolyse der Polymere kommt, wobei der Wasserstoff verdampft und dichtes amorphes SiC entsteht. Bei geeigneter weiterer Erhitzung kristallisiert es aus. Es entsteht eine dichte keramische Faser mit

ausgezeichneten Eigenschaften. Dies ist ein Beispiel, wie ohne zentrierten Druck ein dichtes Material entstehen kann. Möglich wird dies durch die Verwendung von Polymeren als Ausgangsstoff anstatt von Pulver, welches gesintert werden muss.

5 Dieses Verfahren lässt sich nun verallgemeinern und weiter entwickelt übertragen auf die Verwendung für 3D-Drucker. Auch hier sollte das Polymer geeignete Eigenschaften zur Verarbeitung haben. Die harzartigen Monomere eignen sich im allgemeinen nicht, da sie unter der Hitzeinwirkung während der Pyrolyse zum Verdampfen neigen. Der gesamte Vorgang muss daher auch unter Schutzgasatmosphäre erfolgen. Eine
10 entsprechende Polymerverbindung, die thermoplastisch ist bzw. sich schmelzen lässt, kann im wesentlichen von einer Zuführeinrichtung, beispielsweise einem Druckkopf zur Herstellung von Kunststoffteilen, verwendet werden. Es wird also zunächst ein Tropfen des Polymers von der Größe abgesetzt, die den Genauigkeitsanforderungen des Werkstücks und der Positionierungsmöglichkeit der Zuführeinrichtung entspricht, also
15 größenordnungsmäßig 10 μm . Mit einem gebündelten Laserstrahl wird der Tropfen pyrolysiert. Hier ist eine Wirkung auf alle Atome erwünscht, da nicht nur der Wasserstoff abgespalten werden soll, sondern auch eine Mobilität der anderen Atome zur Bildung einer dichten Atomstruktur gewollt ist. Somit sind auch die üblichen CO_2 -Leistungslaser geeignet, aber auch Diodenlaser bei höheren Frequenzen bis hin zu UV. Das
20 entstandene amorphe Keramikmaterial bindet bereits dicht mit den Unterlagenatomen. Es wird nun durch gesteuerte weitere Erhitzung zur Auskristallisation gebracht. Diese Erhitzung zur Kristallisation sollte etwas breitflächiger hinter der Spur des Druckkopfs erfolgen, so dass sich das neue Material gut mit der Umgebung und seinem so noch weiter erhitzten Vorgänger verbindet. Da es sich hier um Festkörper handelt, ist es nicht
25 nötig, sich auf IR-Strahlung zu begrenzen. Andere Frequenzbänder können auch benutzt werden. Insbesondere kann hier Mikrowellenstrahlung eingesetzt werden, die auf das Absorptionsband des Materials abgestimmt ist, und so eine selektivere Schwingungsanregung zulässt. Aufgrund der breitflächigeren Applizierung ist die geringere Fokussierungsfähigkeit (wellenoptische Auflösung) der Mikrowellen kein
30 Hinderungsgrund. Der hier dargestellte diskontinuierliche Vorgang, d.h. tropfenweises Verarbeiten, ließe sich auch kontinuierlich nach den Vorgaben der Werkstückform durchführen. Dabei würde entsprechend der Werkstückgeometrie eine Lösung der inversen Kinematik berechnet und abgefahren, die eine kontinuierliche Applizierung innerhalb der Parameterintervalle für Geschwindigkeit und Beschleunigung ermöglicht.

Auf diese Weise werden Nachteile der Tropfenabsetzung, wie Deformierung durch Wülste und Nasen, vermieden, so dass die Oberflächen wesentlich ebener werden.

Gegenüber dem bisherigen Laser-Sintering ermöglicht dieses Verfahren erstmals die
5 Verarbeitung der widerstandsfähigen Keramiken SiC und SiN in additiver Fertigung zu hochwertigen Werkstücken. Als weiterer Vorteil ist das beim Laser-Sintering nötige überschüssige Pulvervolumen und die vertikal ansteigende Fertigung nicht mehr nötig. Das hier beschriebene Verfahren für den Druckkopf kann auch an einem Roboterarm mit erweiterten Bewegungsmöglichkeiten angebracht werden, so dass
10 Materialanfügung nicht nur antiparallel zum Gravitationsvektor möglich wird.

Ausführungsbeispiel

Die folgende beispielhafte Beschreibung dient dazu, die Erfindung transparenter zu
15 machen.

Die Zuführeinrichtung (Abbildung 1) besteht aus einem Extruder (10), einer lasergespeisten Pyrolyseeinrichtung (72) und aus einer mikrowellenbetriebenen Kristallisationseinrichtung (62). Die Zuführeinrichtung ist über dem Ort des
20 Materialauftrags im richtigen Abstand, in der richtigen Lage und Orientierung platziert. Besonders wichtig ist, dass die Positionierung mit einer extrem hohen Positionier- und Wiederholgenauigkeit und ohne Schwingungserscheinungen durchgeführt wird. Mittels des Extruders wird auf der entsprechenden Kontaktfläche eine zuvor berechnete Menge der polymeren Präkursoren des Keramikvorproduktes (Präparat) platziert (Abbildung 2).
25 Durch Einwirkung des Lasers beginnt der Pyrolyseprozess (Abbildung 3). Die Laserbestrahlung wird solange aufrecht erhalten, bis der vollständige Pyrolyseprozess abgeschlossen ist (Abbildung 4). Die Bestrahlungsdosierung richtet sich nach der applizierten Menge des Präparates. Nach der Beendigung dieses Prozesses wird zur Einleitung der Auskristallisationsphase (Abbildung 5) die Örtlichkeit der Applizierung mit
30 Mikrowellen nachbestrahlt. Dazu wird die Zuführeinrichtung zur nächsten Applizierungsposition gebracht und der Mikrowellenzyklus gestartet. Auch dieser Zyklus ist von der Applizierungsmenge abhängig. Diese im Einzelschritt beschriebene Prozesskette läuft nun semikontinuierlich (Abbildung 6) ab, für den Betrachter entsteht jedoch der Eindruck, dass es sich um einen einmal gestarteten kontinuierlichen

Fertigungsprozess handelt. Mit diesem beschriebenen Prozessablauf wird ein SIC-Bauteil bestehend aus vielen Einzelschritten als integrales Bauteil hergestellt.

5 Beschreibungen der Abbildungen

- Abbildung 1: Die Druckeinheit auf der Führungsschiene des 3D-Druckers.
- Abbildung 2: Der Tropfen (Präparat) bestehend aus dem Präkursormaterial wird platziert.
- 10 Abbildung 3: Mit einem gebündelten Laserstrahl wird der Tropfen (Präparat) pyrolysiert.
- Abbildung 4: Die Pyrolyse ist beendet und der Druckkopf kann die nächste Position anfahren.
- Abbildung 5: Das daneben liegende Feld wird mit Mikrowellen auskristallisiert.
- 15 Abbildung 6: So wird Präparat für Präparat platziert, pyrolysiert und auskristallisiert.

Bezugszeichenliste

- (10) Extruder/Zuführeinrichtung. Hier wird der Tropfen (Präparat) platziert.
- (72) Lasereinheit ohne Zuführung. Mit einem Laserstrahl wird der Tropfen pyrolysiert.
- 5 (62) Tempereinrichtung/Mikrowellenemitter. Hier wird nun durch gesteuerte weitere Erhitzung das vorkonditionierte Präparat zur Auskristallisation gebracht
- (1) Austrittsdrüse für das Präparat
- (2) Mikrowelleneinheit
- (3) Präparat
- 10 (4) Lasereinheit
- (5) Laseraustritt

Patentansprüche

1. Additives 3D-Druckverfahren zur Herstellung von hochdichten Werkstücken aus Einstoffkeramiken unter Verwendung eines frei beweglichen 3D-Druckkopfes
5 dadurch gekennzeichnet, dass polymere Präkursoren von Keramiken von einer Zuführeinrichtung (10) abgesetzt und anschließend durch spektrale Strahlungen pyrolysiert und kristallisiert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als polymere Präkursoren Carbosilane oder Silazane verwendet werden.
- 10 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 2, dadurch gekennzeichnet, dass die polymeren Präkursoren mit radikalischen Gruppen und/oder Fremdatomen substituiert sind.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführeinrichtung (10) polymere Präkursoren von Keramiken mit einer Breite von
15 5 bis 15 µm absetzt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, dass die von der Zuführeinrichtung (10) abgesetzten polymeren Präkursoren durch einen gebündelten Laserstrahl einer Lasereinheit (72) pyrolysiert werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, dass als
20 Laser CO₂-Leistungslaser oder Diodenlaser verwendet werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, dass die pyrolysierten, amorphen Keramikmaterialien durch Hitzeeinwirkung kristallisiert werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 7, dadurch gekennzeichnet, dass die
25 pyrolysierten, amorphen Keramikmaterialien durch Mikrowellenstrahlung eines Mikrowellenemitters (62) kristallisiert werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrowellenemitter (62) in dem 3D-Druckkopf integriert ist.

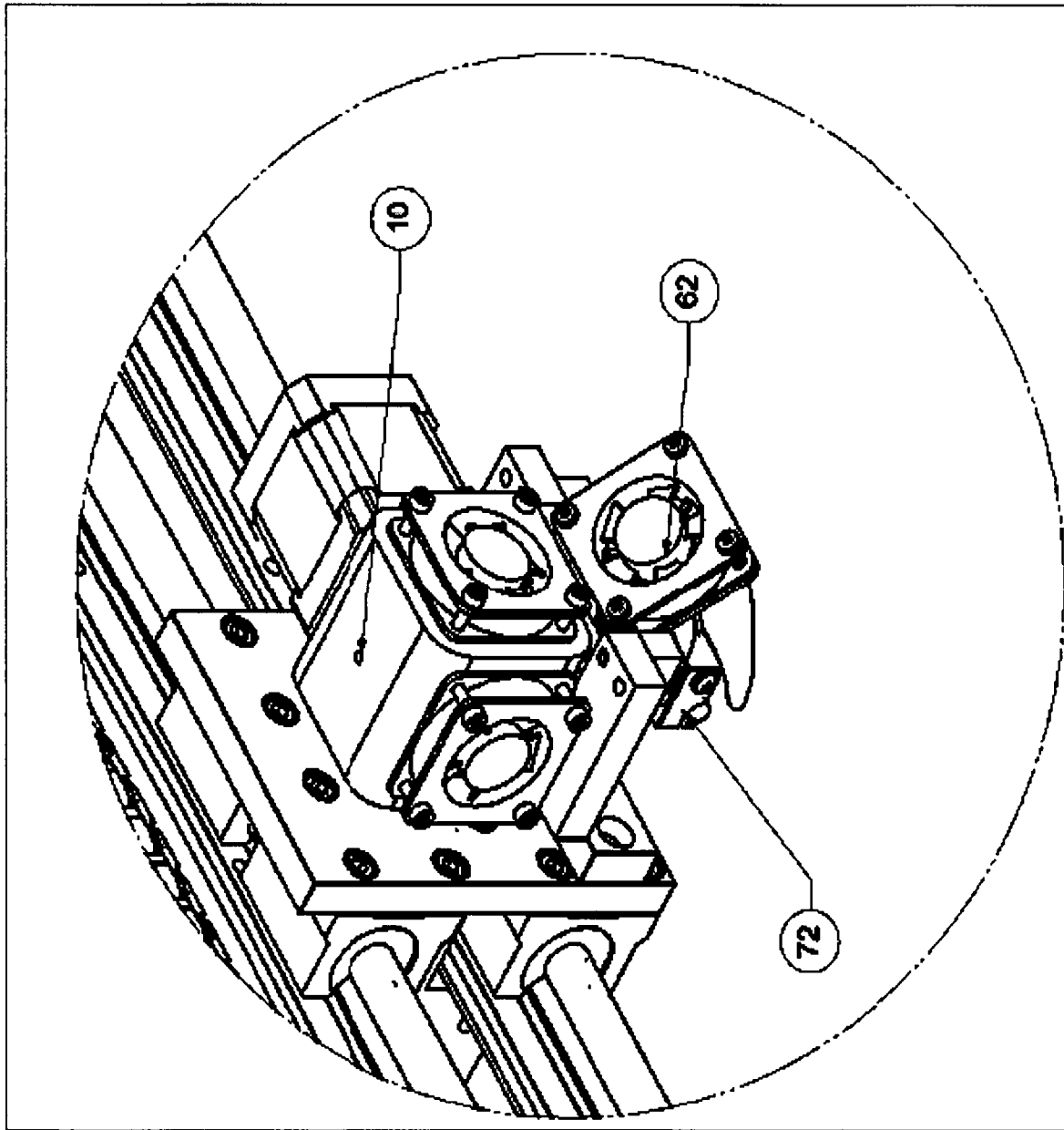


Abbildung 1

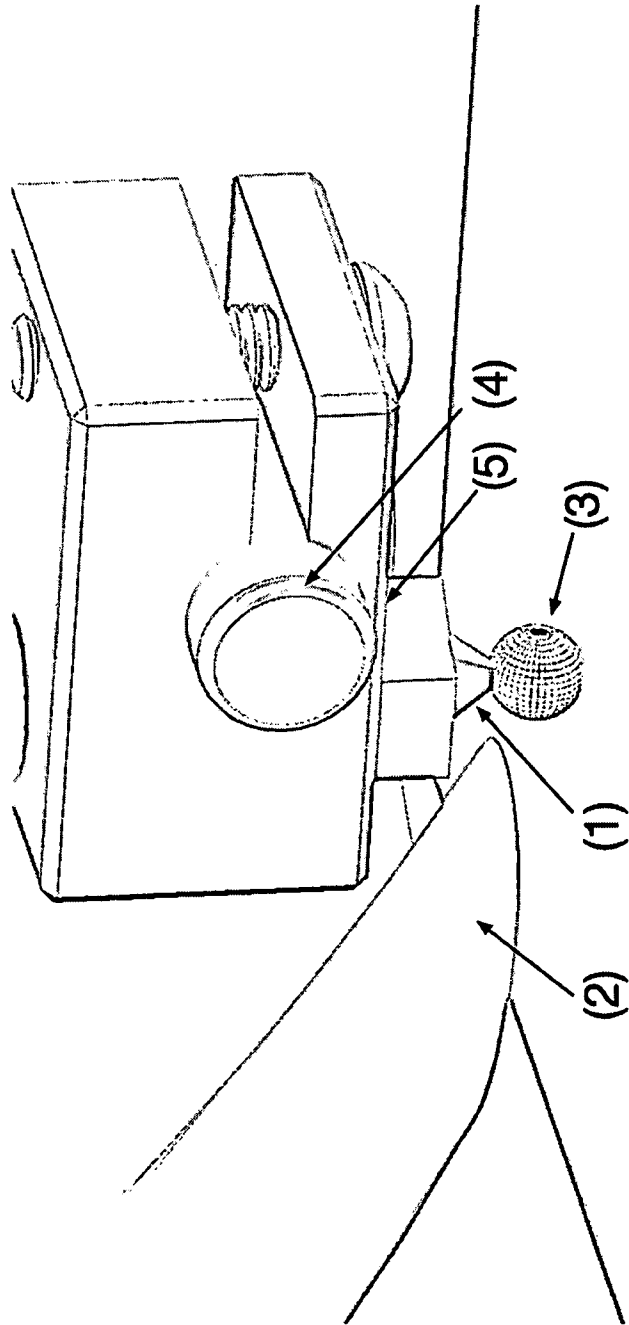


Abbildung 2

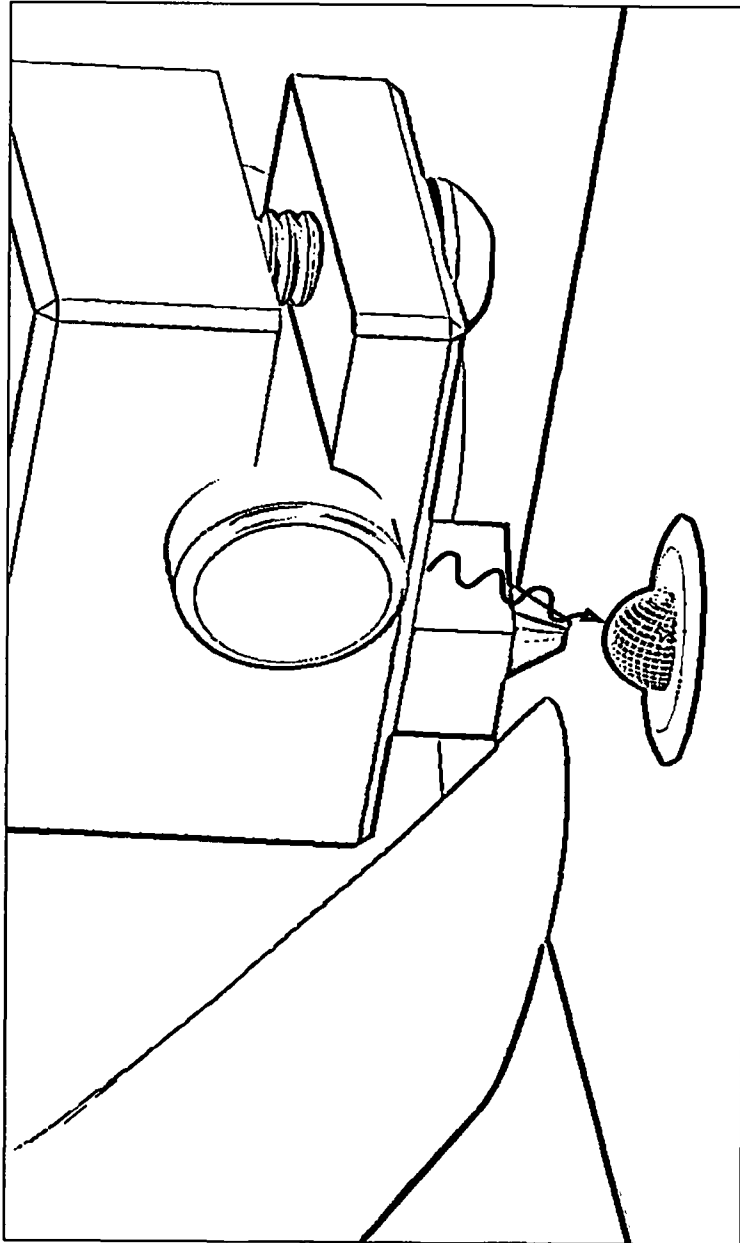


Abbildung 3

4/6

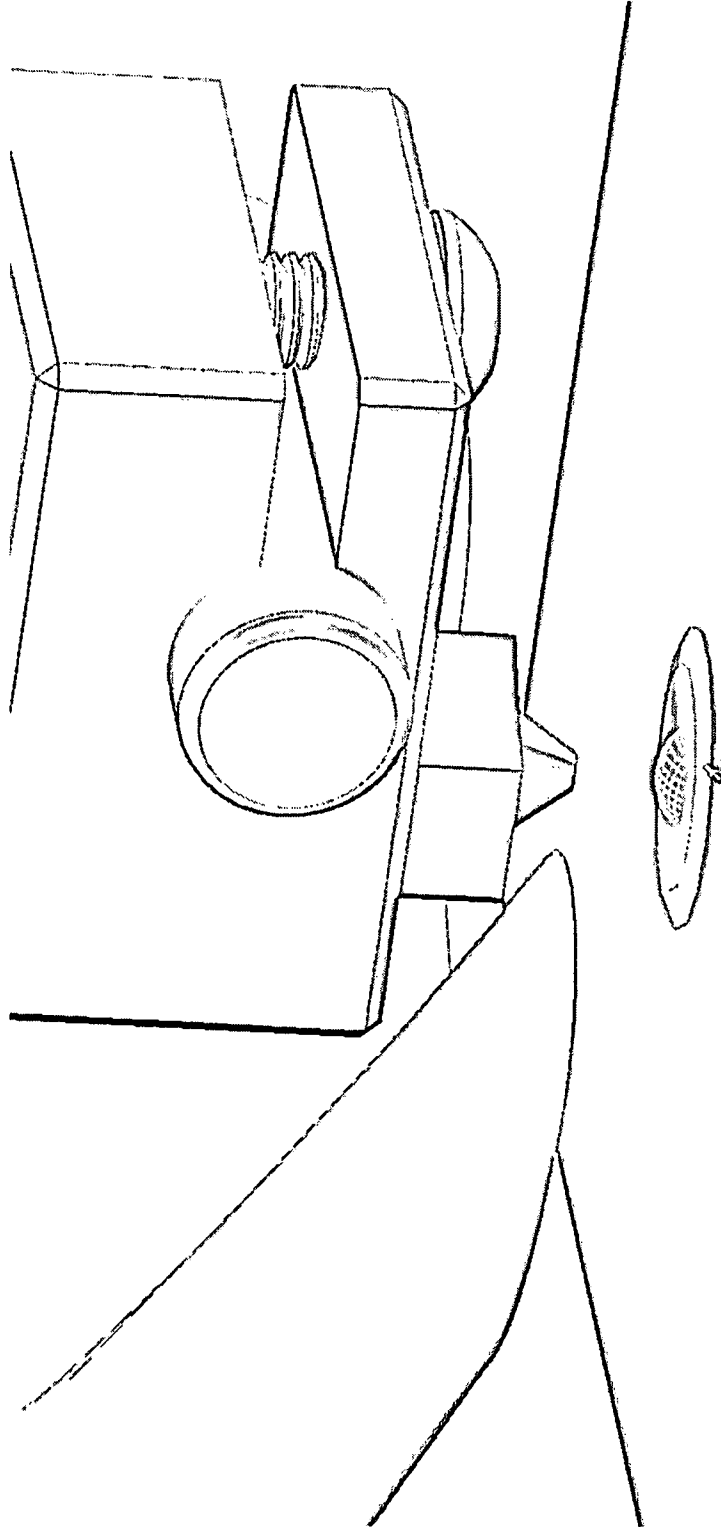


Abbildung 4

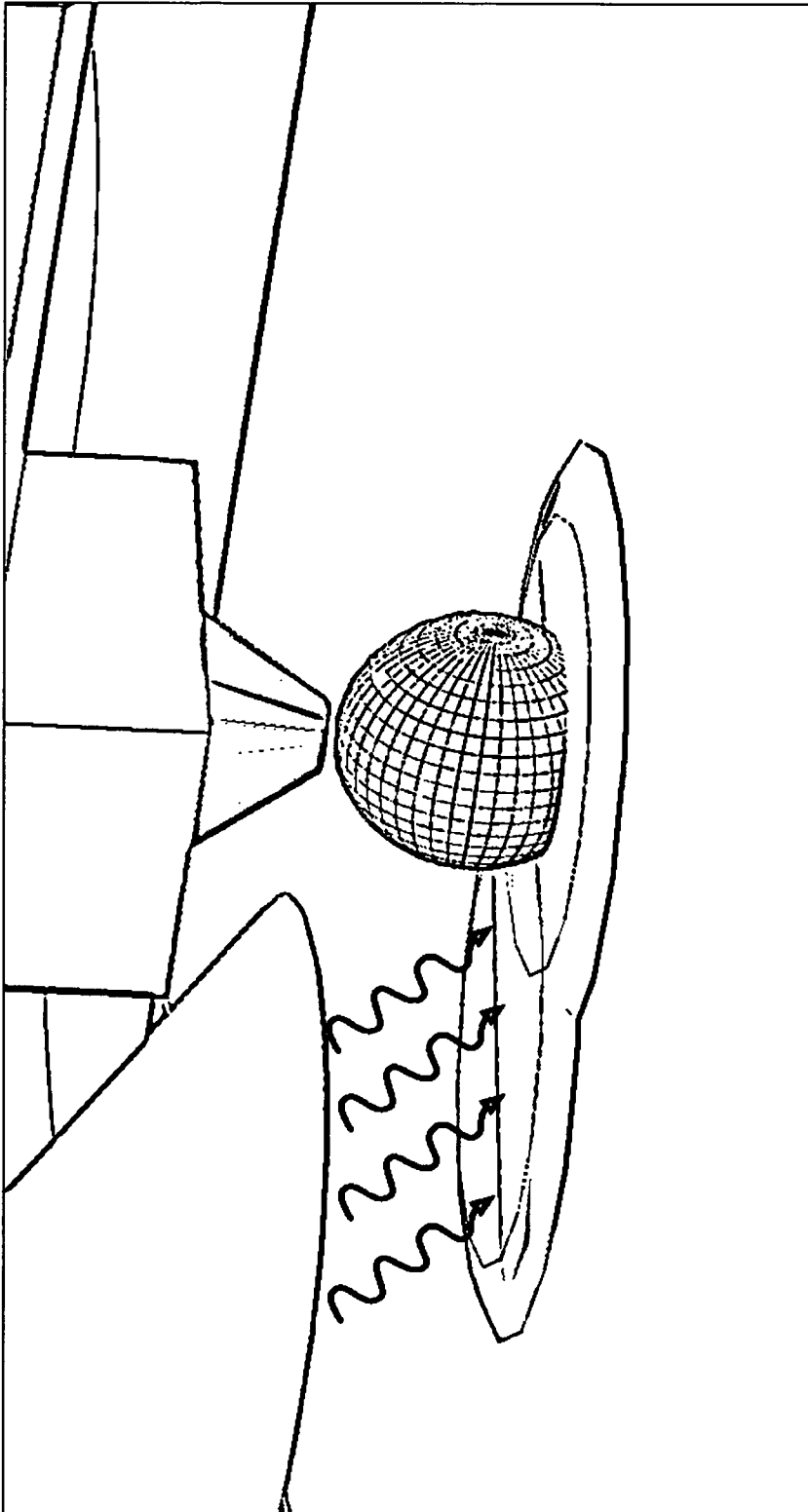


Abbildung 5

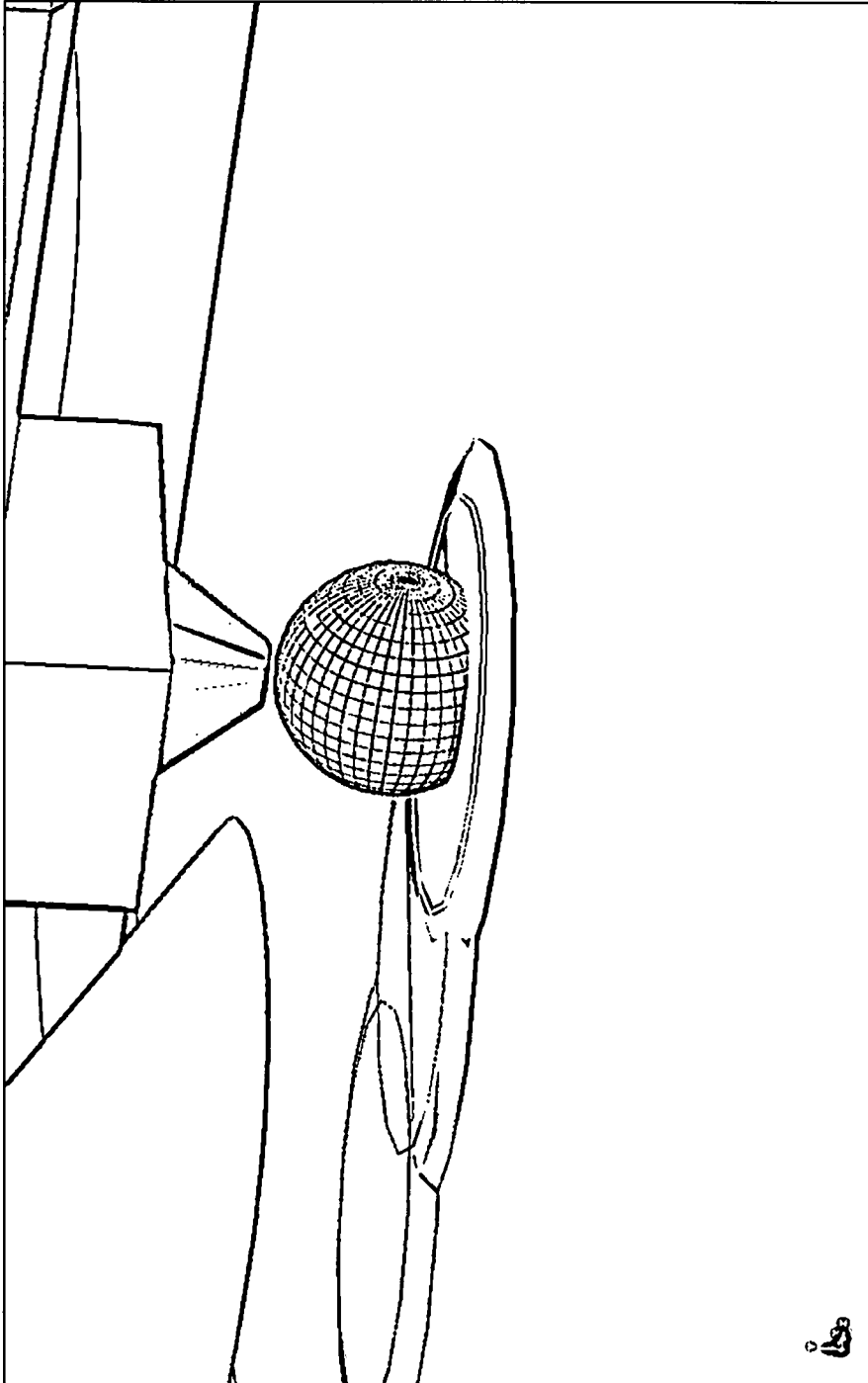


Abbildung 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/000231

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C04B35/00 B28B1/00
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)
C04B B28B
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	EP 3 009 416 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 20 April 2016 (2016-04-20) figure 1 claims 1,2,3,4,7 paragraphs [0036], [0040] -----	1-3,5, 7-9
X	US 2016/200011 A1 (ROTHFUSS CHRISTOPHER J [US] ET AL) 14 July 2016 (2016-07-14) example 1 paragraph [0065] figures 1, 2C -----	1,7-9
X	US 8 067 078 B1 (ESPINOSA HORACIO DANTE [US] ET AL) 29 November 2011 (2011-11-29) claim 1; figure 10; example 1 ----- -/--	1,4

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 28 November 2017	Date of mailing of the international search report 05/12/2017
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 Sow, Eve

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/000231

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 998 282 A1 (TOTO LTD [JP]) 23 March 2016 (2016-03-23) figure 1 paragraph [0042] figure 2 claims 1,6 -----	1,5,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2017/000231

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 3009416	A1	20-04-2016	CN 105523767 A	27-04-2016
			EP 3009416 A1	20-04-2016
			JP 2016079091 A	16-05-2016
			US 2016107331 A1	21-04-2016

US 2016200011	A1	14-07-2016	US 2016200011 A1	14-07-2016
			WO 2016114964 A1	21-07-2016

US 8067078	B1	29-11-2011	US 8067078 B1	29-11-2011
			US 2012067519 A1	22-03-2012

EP 2998282	A1	23-03-2016	CN 105439564 A	30-03-2016
			EP 2998282 A1	23-03-2016
			JP 2016204244 A	08-12-2016
			KR 20160033614 A	28-03-2016
			US 2016083300 A1	24-03-2016

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C04B35/00 B28B1/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C04B B28B

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 3 009 416 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 20. April 2016 (2016-04-20) Abbildung 1 Ansprüche 1,2,3,4,7 Absätze [0036], [0040]	1-3,5, 7-9
X	US 2016/200011 A1 (ROTHFUSS CHRISTOPHER J [US] ET AL) 14. Juli 2016 (2016-07-14) Beispiel 1 Absatz [0065] Abbildungen 1, 2C	1,7-9
X	US 8 067 078 B1 (ESPINOSA HORACIO DANTE [US] ET AL) 29. November 2011 (2011-11-29) Anspruch 1; Abbildung 10; Beispiel 1	1,4
	-/-	

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

28. November 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/12/2017

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

Sow, Eve

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 998 282 A1 (TOTO LTD [JP]) 23. März 2016 (2016-03-23) Abbildung 1 Absatz [0042] Abbildung 2 Ansprüche 1,6 -----	1,5,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2017/000231

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 3009416	A1	20-04-2016	CN 105523767 A	27-04-2016
			EP 3009416 A1	20-04-2016
			JP 2016079091 A	16-05-2016
			US 2016107331 A1	21-04-2016

US 2016200011	A1	14-07-2016	US 2016200011 A1	14-07-2016
			WO 2016114964 A1	21-07-2016

US 8067078	B1	29-11-2011	US 8067078 B1	29-11-2011
			US 2012067519 A1	22-03-2012

EP 2998282	A1	23-03-2016	CN 105439564 A	30-03-2016
			EP 2998282 A1	23-03-2016
			JP 2016204244 A	08-12-2016
			KR 20160033614 A	28-03-2016
			US 2016083300 A1	24-03-2016
