

(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  
04. April 2019 (04.04.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2019/063831 A3

(51) Internationale Patentklassifikation:  
C04B 35/52 (2006.01) C04B 35/565 (2006.01)  
C04B 35/532 (2006.01)

SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,  
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/076544

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

(22) Internationales Anmeldedatum:  
28. September 2018 (28.09.2018)

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2017 217 358.0  
28. September 2017 (28.09.2017) DE

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(71) Anmelder: SGL CARBON SE [DE/DE]; Söhlleinstr. 8,  
65201 Wiesbaden (DE).

(72) Erfinder: OETTINGER, Oswin; Werner-von-Siemens-Str. 18, 86405 Meitingen (DE). RIVOLA, Dominik; Werner-von-Siemens-Str. 18, 86405 Meitingen (DE). MODLMEIR, Philipp; Werner-von-Siemens-Str. 18, 86405 Meitingen (DE).

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts:

16. Mai 2019 (16.05.2019)

(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, 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,

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING COMPLEX GEOMETRIC COMPONENTS CONTAINING CARBON OR SILICON CARBIDE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON KOMPLEXEN GEOMETRISCHEN BAUTEILEN ENTHALTEND KOHLENSTOFF ODER SILIZIUMKARBID

(57) Abstract: The present invention relates to a method for producing a complex geometric component containing carbon or silicon carbide, to the component produced by said method and to the use thereof. The method for producing a complex geometric component containing carbon or silicon carbide comprises the following steps: a) providing a green body on the basis of carbon or silicon carbide, which has been produced by means of a 3D printing method, b) redensifying the green body by means of chemical vapor infiltration.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines komplexen geometrischen Bauteils enthaltend Kohlenstoff oder Siliziumkarbid, das mit diesem Verfahren hergestellte Bauteil und dessen Verwendung. Das Verfahren zum Herstellen eines komplexen geometrischen Bauteils enthaltend Kohlenstoff oder Siliziumkarbid umfasst die folgenden Schritte: a) Bereitstellen eines Grünkörpers auf Basis von Kohlenstoff oder Siliziumkarbid, welcher mittels eines 3D-Druckverfahrens hergestellt worden ist, b) Nachverdichten des Grünkörpers mittels der chemischen Gasphaseninfiltration.



WO 2019/063831 A3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/076544

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
C04B 35/52(2006.01)i; C04B 35/532(2006.01)i; C04B 35/565(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
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, INSPEC, COMPENDEX		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2017089500 A2 (SGL CARBON SE [DE]) 01 June 2017 (2017-06-01) page 2, line 16 - page 5, line 22 page 5, line 5 - line 22; examples 1-5	1-5,10-15 7-9
X Y	XU YI ET AL. "Three dimensional printing of carbon/carbon composites by selective laser sintering" CARBON, GB, Vol. 96, 01 January 2016 (2016-01-01), pages 603-607 DOI: 10.1016/j.carbon.2015.09.110 ISSN: 0008-6223, XP055529468 page 603, right-hand column - page 604, left-hand column; figure 4	1,4-6,11-15 7-9
Y	US 2010000831 A1 (FARIA JULIO JOSEPH [GB] ET AL) 07 January 2010 (2010-01-07) claim 25	7-9
X	CN 107098714 A (XI'AN JIAOTONG UNIV) 29 August 2017 (2017-08-29) claim 1	1,4,10,11
X	US 2017151712 A1 (LA FOREST MARK L [US] ET AL) 01 June 2017 (2017-06-01) paragraphs [0014], [0065], [0079]	1,4-9,11
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>05 March 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>26 March 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Raming, Tomas</b>  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2018/076544**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 7332195 B2 (HONEYWELL INT INC [US]) 19 February 2008 (2008-02-19) claim 1	1-15
X	US 2016272548 A1 (LYNEN ARTHUR [DE] ET AL) 22 September 2016 (2016-09-22) paragraph [0019]; claims 1-3	1,4,11

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. claims: 2, 3(in full); 1, 4-15(in part)

A method for producing a complex geometric component containing carbon, involving the following steps: a) providing a carbon-based green body which is produced in a 3D printing method, and b) recompacting the green body by means of chemical gas phase infiltration.

2. claims:

A method for producing a complex geometric component containing silicon carbide, involving the following steps: a) providing a silicon carbide-based green body which is produced in a 3D printing method, and b) recompacting the green body by means of chemical gas phase infiltration.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2018/076544**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2017089500	A2	01 June 2017	CN	108290795	A	17 July 2018
				DE	102015223238	A1	24 May 2017
				EP	3380444	A2	03 October 2018
				US	2018346384	A1	06 December 2018
				WO	2017089500	A2	01 June 2017
US	2010000831	A1	07 January 2010	EP	1910247	A1	16 April 2008
				GB	2428671	A	07 February 2007
				JP	2009503396	A	29 January 2009
				US	2010000831	A1	07 January 2010
				WO	2007012865	A1	01 February 2007
CN	107098714	A	29 August 2017	NONE			
US	2017151712	A1	01 June 2017	CN	107011693	A	04 August 2017
				EP	3178637	A1	14 June 2017
				US	2017151712	A1	01 June 2017
US	7332195	B2	19 February 2008	EP	1781831	A1	09 May 2007
				US	2006046059	A1	02 March 2006
				WO	2006026455	A1	09 March 2006
US	2016272548	A1	22 September 2016	DE	102013017193	A1	16 April 2015
				EP	3057923	A2	24 August 2016
				US	2016272548	A1	22 September 2016
				WO	2015055264	A2	23 April 2015

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/076544

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. C04B35/52 C04B35/532 C04B35/565  
 ADD.

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 C04B B28B

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen

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

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2017/089500 A2 (SGL CARBON SE [DE]) 1. Juni 2017 (2017-06-01)	1-5, 10-15
Y	Seite 2, Zeile 16 - Seite 5, Zeile 22 Seite 5, Zeile 5 - Zeile 22; Beispiele 1-5 -----	7-9
X	XU YI ET AL: "Three dimensional printing of carbon/carbon composites by selective laser sintering", CARBON., Bd. 96, 1. Januar 2016 (2016-01-01), Seiten 603-607, XP055529468, GB ISSN: 0008-6223, DOI: 10.1016/j.carbon.2015.09.110	1,4-6, 11-15
Y	Seite 603, rechte Spalte - Seite 604, linke Spalte; Abbildung 4 ----- -/--	7-9



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

5. März 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/03/2019

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

Raming, Tomas

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2010/000831 A1 (FARIA JULIO JOSEPH [GB] ET AL) 7. Januar 2010 (2010-01-07) Anspruch 25 -----	7-9
X	CN 107 098 714 A (XI'AN JIAOTONG UNIV) 29. August 2017 (2017-08-29) Anspruch 1 -----	1,4,10, 11
X	US 2017/151712 A1 (LA FOREST MARK L [US] ET AL) 1. Juni 2017 (2017-06-01) Absätze [0014], [0065], [0079] -----	1,4-9,11
A	US 7 332 195 B2 (HONEYWELL INT INC [US]) 19. Februar 2008 (2008-02-19) Anspruch 1 -----	1-15
X	US 2016/272548 A1 (LYNEN ARTHUR [DE] ET AL) 22. September 2016 (2016-09-22) Absatz [0019]; Ansprüche 1-3 -----	1,4,11

**Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1.  Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich \_\_\_\_\_
  
2.  Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich \_\_\_\_\_
  
3.  Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

**Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)**

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1.  Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
  
2.  Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
  
3.  Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_
  
4.  Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.



## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 2, 3(vollständig); 1, 4-15(teilweise)

Verfahren zum Herstellen eines komplexen geometrischen Bauteils enthaltend Kohlenstoff umfassend die folgenden Schritte:

- a) Bereitstellen eines Grünkörpers auf Basis von Kohlenstoff, welcher mittels eines 3D-Druckverfahrens hergestellt worden ist,
- b) Nachverdichten des Grünkörpers mittels der chemischen Gasphaseninfiltration.

---

2. Ansprüche: 1, 4-15(alle teilweise)

Verfahren zum Herstellen eines komplexen geometrischen Bauteils enthaltend Siliziumkarbid umfassend die folgenden Schritte:

- a) Bereitstellen eines Grünkörpers auf Basis von Siliziumkarbid, welcher mittels eines 3D-Druckverfahrens hergestellt worden ist,
- b) Nachverdichten des Grünkörpers mittels der chemischen Gasphaseninfiltration.

---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/076544

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2017089500 A2	01-06-2017	CN 108290795 A	17-07-2018
		DE 102015223238 A1	24-05-2017
		EP 3380444 A2	03-10-2018
		US 2018346384 A1	06-12-2018
		WO 2017089500 A2	01-06-2017
-----			
US 2010000831 A1	07-01-2010	EP 1910247 A1	16-04-2008
		GB 2428671 A	07-02-2007
		JP 2009503396 A	29-01-2009
		US 2010000831 A1	07-01-2010
		WO 2007012865 A1	01-02-2007
-----			
CN 107098714 A	29-08-2017	KEINE	
-----			
US 2017151712 A1	01-06-2017	CN 107011693 A	04-08-2017
		EP 3178637 A1	14-06-2017
		US 2017151712 A1	01-06-2017
-----			
US 7332195 B2	19-02-2008	EP 1781831 A1	09-05-2007
		US 2006046059 A1	02-03-2006
		WO 2006026455 A1	09-03-2006
-----			
US 2016272548 A1	22-09-2016	DE 102013017193 A1	16-04-2015
		EP 3057923 A2	24-08-2016
		US 2016272548 A1	22-09-2016
		WO 2015055264 A2	23-04-2015
-----			