(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
4. April 2013 (04.04.2013)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/045308 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B23K 1/005 (2006.01) *B23K 35/36* (2006.01)
B23K 35/02 (2006.01) *C04B 41/87* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/068302

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. September 2012 (18.09.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 083 864.3
30. September 2011 (30.09.2011) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SGL CARBON SE** [DE/DE]; Söhnleinstr. 8, 65201 Wiesbaden (DE).

(72) Erfinder; und
(71) Anmelder *(nur für US)*: **KIENZLE, Andreas** [DE/DE]; Werner-von-Siemens-Str. 18, 86405 Meitingen (DE). **DAMJANOVIC, Tanja** [DE/DE]; Werner-von-Siemens-Str. 18, 86405 Meitingen (DE). **VON GANSKI, Albin** [DE/DE]; Werner-von-Siemens-Str. 18, 86405 Meitingen (DE). **HELL, Blasius** [DE/DE]; Werner-von-Siemens-Str. 18, 86405 Meitingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

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

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

WO 2013/045308 A1

(54) **Title**: LASER SOLDERING OF SILICON CARBIDE-BASED MATERIALS

(54) **Bezeichnung** : LASERSTRAHLLÖTEN VON MATERIALIEN AUF SILICIUMKARBIDBASIS

(57) **Abstract**: Disclosed is a method for repairing critical flaws in silicon carbide-based materials, wherein a laser or two combined laser sources are used for reactively soldering in a bonding manner by feeding silicon carbide powder or a mixture of silicon, carbon and silicon carbide powder.

(57) **Zusammenfassung**: Verfahren zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis, wobei mit einem Laser oder zwei kombinierten Laserquellen stoffschlüssig unter Zufuhr von Siliciumkarbidpulver oder einer Mischung aus Silicium, Kohlenstoff und Siliciumkarbidpulver reaktiv gelötet wird.

Laserstrahllöten von Materialien auf Siliciumkarbidbasis

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Laserstrahllöten zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis.

Das technische Gebiet der Erfindung kann als Reaktivlöten bezeichnet werden, das heißt dass Temperaturen von mehr als 1200°C zur Anwendung kommen, was ermöglicht, den hergestellten Verbund dort einsetzen zu können, wo die Temperaturen zum Beispiel 900°C überschreiten und bis 1600°C oder sogar darüber hinaus gehen.

Aufgrund der hohen Temperaturen – zum Beispiel um 1000°C – denen Keramiken wie beispielsweise das SiSiC ausgesetzt sein können, ist die Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis durch Klebung mit organischen Produkten ausgeschlossen.

Stand der Technik ist es, SiSiC Keramiken mittels Laserschneiden zu bearbeiten. Thermisches Abtragen mit Laserstrahlen wird als Abtrennen von Werkstoffteilchen durch Wärmevorgänge definiert, wobei Wärme durch Energieumsetzung beim Auftreten eines Laserstrahls am Werkstück entsteht. Mit Lasern ist eine Bearbeitung unabhängig von der Werkstoffhärte möglich, wobei kein Verschleiß am Werkstoff entsteht. Der Schwerpunkt von Laseranwendungen bei der Bearbeitung von Keramiken liegt in der trennenden Bearbeitung von plattenförmigen oder dünnwandig gekrümmten Werkstücken. Neben dieser trennenden Bearbeitung bietet die Laserbehandlung die Möglichkeit eines Materialabtrags von der Oberfläche ohne völliges Durchtrennen des Werkstückes.

Da Siliciumkarbid keine eigene Schmelzphase bildet, sind die klassischen Verbindungstechniken, die mit oder ohne Schweißzusatzwerkstoff (WIG-, Elektronen- oder Laserschweißen) arbeiten und ein partielles Schmelzen der zu verbindenden Teile implizieren, nicht benutzbar für die Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis, da man ein Substrat oder ein Teil aus Keramik nicht schmelzen lassen kann und insbesondere das SiC sich vor dem Schmelzen zersetzt.

Daher ist ein stoffschlüssiges Fügeverfahren wie bei den oxidischen Keramiken, bei denen die zu verbindenden Teile im Nahtbereich lokal aufgeschmolzen werden, nicht möglich.

Infolgedessen sind gegenwärtig das Diffusionsschweißen in der Feststoff Phase, die Sinterverbindungstechnik und das reaktive Löten die häufigsten Techniken zur feuerfesten Verbindung von Keramiken.

Das Diffusionsschweißen in der Feststoff Phase sowie die Sinterverbindungstechnik haben den Nachteil, problematisch zu sein in Bezug auf ihre Durchführung.

Im Laufe der Herstellung von beispielsweise Si-SiC Keramik mittels LSI-Prozess (Liquid Silicon Infiltration) entstehen in Folge von thermischen Spannungen in der Abkühlphase der thermischen Behandlung Risse im Bauteil. Andererseits zeichnet sich beispielsweise der LSI-Prozess durch kurze Prozesszeiten und niedrige Herstellungskosten aus.

Es ist daher bei der Realisierung einer Verbindung zwischen Keramiken besonders wichtig, die Restspannungen zu begrenzen, die sich bei der Abkühlung aufgrund unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten der zu verbindenden Teile entwickeln, wenn sie von unterschiedlicher Art sind, aber auch zwischen der Keramik und dem Lot, wenn die beiden Keramiken von derselben Art sind. Aus diesem Grund muss der Wärmeausdehnungskoeffizient des Lots sehr genau dem der zu verbindenden Keramikteile entsprechen.

Es stellt sich daher die Aufgabe, ein neues Verfahren zum stoffschlüssigen Löten von Rissen in Bauteilen zu finden. Dabei sollte eine mechanisch feste, korrosions- und hochtemperaturbeständige Verbindung aus ähnlichem oder identischem Material vom Lot zu dem umgebenden Gefüge bei lokal begrenztem Energieeintrag gewährleistet werden.

Gelöst wird diese Aufgabe durch reaktives Löten mit einem Laser oder zwei kombinierten Laserquellen stoffschlüssig unter Zufuhr von Siliciumkarbidpulver oder einer Mischung aus Silicium, Kohlenstoff und Siliciumkarbidpulver.

Damit der Wärmeausdehnungskoeffizient des Lots fast gleich aber etwas höher als der des Materials auf Siliciumkarbidbasis ist, darf der Siliciumgehalt den Wert von 97%, angegeben als Atomprozentgehalt, möglichst nicht überschreiten. Ein Verfahren, das Lote verwendet, deren Atomprozentgehalte innerhalb des oben genannten Bereichs liegen, ist einfach anzuwenden, denn diese Zusammensetzungen besitzen sehr gute Benetzungs- und Hafteigenschaften gegenüber SiC. Die Lotzusammensetzung selbst ist nicht teuer, da keine teuren Elemente enthalten sind. Bevorzugt wird beim reaktiven Löten als Spülgas Stickstoff, Druckluft oder als Schutzgas ein Edelgas wie beispielsweise Argon oder Helium eingesetzt.

Es ist besonders bevorzugt, dass als Laser Nd:YAG-Laser, CO_2-Laser oder eine Kombination der beiden Laserquellen eingesetzt werden. Vorzugsweise wird als Laser zur Beinflussung des zu lötenden Bereiches ein kurzgepulster Laser mit einer Pulszeit kleiner 10 ps und einem Fokusdurchmesser von 20 µm verwendet oder ein kontinuierlicher Laser oder eine Kombination aus kurzgepulsten und kontinuierlichen Lasern unterschiedlicher Wellenlänge.

Desweiteren sollte auch die Streckenenergie abhängig vom Spaltmaß variiert werden, um ein möglichst optimales Lötergebnis zu bekommen.

Das Laserstrahllöten erfolgt bevorzugt bei einer Temperatur von 1200°C bis 1850°C.

Es ist bevorzugt, dass eine Vorbehandlung (beispielsweise Metallisierung) des Materials auf Siliciumkarbidbasis nicht erfolgt. Dies soll aber eine mechanische Vorbehandlung der Risse mit mechanischen Werkzeugen nicht ausschließen, zum Beispiel Entfetten oder Entstauben.

Als bevorzugte Lotzusammensetzung wird eine mit den im keramischen Grundmaterial enthaltenen Bestandteilen aus Verbindungen beziehungsweise Elementen SiC und/oder Si und/oder C eingesetzt.

Die Lotzusammensetzung besteht aus SiC und/oder C und/oder Si in einer Menge von 5 bis 95 Gew.-% SiC und/oder C und/oder Si, bezogen auf das Gewicht der Lotzusammensetzung und liegt in einer Form vor, die aus einem Pulver verschiedener Korngrößen, textilen Flächengebilden oder einem Schaum bestehen kann.

Bevorzugt wird ein Pulver einer Lotzusammensetzung gebildet, dieses Pulver mit einem organischen Bindemittel in pastöser Form oder als Suspension aufgearbeitet und die Abschnitte oder Teile oder Fügespalte der zu lötenden Formkörper vollflächig mit der erhaltenen Paste oder Suspension überzogen beziehungsweise in den Fügespalt eingefügt.

Vorzugsweise wird das Pulver einer Lotzusammensetzung zu Presslingen verarbeitet und die Presslinge werden auf die Abschnitte oder Teile oder Fügespalte der zu lötenden Teile durch Einwirkung von einem Laser oder Lasern lokal aufgeschmolzen.

Beim reaktiven Löten wird bevorzugt eine Temperatur von mindestens 1200°C durch das Laserlicht an den Abschnittskanten und im Fügespalt erreicht.

Die Materialien auf Siliciumkarbidbasis, deren kritische Fehler durch Laserstrahllöten behoben werden sollen, werden vorzugsweise ausgewählt aus drucklos gesintertem Siliciumkarbid („PLS-SiC“);silicium-infiltriertem Siliciumkarbid („SiSiC“ oder „RBSC“); porösem rekristallisiertem Siliciumkarbid („RSiC“); Graphit-Silicium („C-SiC“), das aus Graphit besteht und mit einer Schicht aus SiC überzogen ist; den SiC/SiC-Verbundwerkstoffen, zum Beispiel mit Fasern oder Whiskern; den C/SiC-Verbundwerkstoffen, zum Beispiel mit Fasern oder Whiskern aus Kohlenstoff und mit einer SiC-Matrix; den SiC-Einkristallen; den Verbundwerkstoffen aus SiC mit einer anderen Keramik, zum Beispiel SiC/Si_3N_4 und SiC/TiN-Verbundwerkstoffen.

Es ist bevorzugt, dass die Materialien auf Siliciumkarbidbasis einen Siliciumkarbidgehalt größer oder gleich 80 Gew.-% aufweisen.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird bevorzugt verwendet zur Herstellung von keramischen Formkörpern für den Automobilbau, den Bau von Luft- und Raumfahrzeugen sowie für den Ofenbau.

Beispiel

SiSiC Bauteil mit einem Riss
Der Riss wird entlang dem Rissverlauf mit einem Handfräser bis in eine Tiefe, abhängig von Risstiefe und Größe, von 1-2 mm aufgefräßt. In diese Fräsnut wird das Lot vorsichtig eingefüllt um Blasenbildung zu vermeiden. Das Bauteil wird in eine evakuierbare Kammer gegeben und das Lot durch kurzes anlegen von Vakuum und Druck in den Spalt eingedrückt. Anschließend wird der Rissverlauf bis zu 1 mm Überstand mit dem Lot aufgefüllt. Nach dem Trocknen wird mittels eines CO_2-Lasers der Wellenlänge 10,6 µm unter einer Schutzgasatmosphäre und einer maximalen Leistung von 700 W dem Rissverlauf nachgefahren. Durch das Laserlicht wird eine Temperatur >1420°C in den Plattenkanten und im Spalt erreicht und es kommt zum Aufschmelzen des Siliciums, die gleichzeitig einsetzende Reaktion des Siliciums mit Kohlenstoff führt in einer exothermen Reaktion zur Bildung von SiC. Durch die zusätzliche Wärme, die durch die Reaktion gebildet wird, erfolgt ein Aufheizen auch in die Tiefe des Spaltes und die Plattenkanten. Der Riss ist anschließend verschlossen und die Bauteilfestigkeit ist wieder hergestellt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis, dadurch gekennzeichnet, dass mit einem Laser oder zwei kombinierten Laserquellen stoffschlüssig unter Zufuhr von Siliciumkarbidpulver oder einer Mischung aus Silicium, Kohlenstoff und Siliciumkarbidpulver reaktiv gelötet wird.

2. Verfahren zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beim reaktiven Löten als Spülgas Stickstoff, Druckluft oder als Schutzgas ein Edelgas eingesetzt wird.

3. Verfahren zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis nach einem oder mehrerer der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Laser Nd:YAG-Laser, CO_2-Laser oder eine Kombination der beiden Laserquellen eingesetzt werden.

4. Verfahren zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis nach einem oder mehrerer der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Laser zur Beinflussung des zu lötenden Bereiches ein kurzgepulster Laser mit einer Pulszeit kleiner 10 ps und einem Fokusdurchmesser von 20 µm verwendet wird oder ein kontinuierlicher Laser, oder eine Kombination von kurzgepulsten und kontinuierlichen Lasern unterschiedlicher Wellenlänge eingesetzt wird.

5. Verfahren zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis nach einem oder mehrerer der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Laserstrahllöten bei einer Temperatur von 1200°C bis 1850°C erfolgt.

6. Verfahren zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis nach einem oder mehrerer der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass keine Vorbehandlung des Materials auf

Siliciumkarbidbasis erfolgt, abgesehen von einer mechanischen Vorbehandlung der Risse.

7. Verfahren zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis nach einem oder mehrerer der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Lotzusammensetzung mit im keramischen Grundmaterial enthaltenen Bestandteile aus Verbindungen beziehungsweise Elementen SiC und/oder Si und/oder C eingesetzt wird.

8. Verfahren zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis nach einem oder mehrerer der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lotzusammensetzung aus SiC und/oder C und/oder Si in einer Menge von 5 bis 95 Gew.-% SiC und/oder C und/oder Si, bezogen auf das Gewicht der Lotzusammensetzung besteht und in einer Form vorliegt, die aus einem Pulver verschiedener Korngrößen, textilen Flächengebilden oder einem Schaum bestehen kann.

9. Verfahren zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis nach einem oder mehrerer der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Pulver einer Lotzusammensetzung gebildet wird, dieses Pulver mit einem organischen Bindemittel in pastöser Form oder als Suspension aufgearbeitet und die Abschnitte oder Teile oder Fügespalte der zu lötenden Formkörper vollflächig mit der erhaltenen Paste oder Suspension überzogen beziehungsweise in den Fügespalt eingefügt werden.

10. Verfahren zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis, dadurch gekennzeichnet, dass das Pulver einer Lotzusammensetzung zu Presslingen verarbeitet wird und die Presslinge auf die Abschnitte oder Teile oder Fügespalte der zu lötenden Teile durch Einwirkung von einem Laser oder Lasern lokal aufgeschmolzen werden.

11. Verfahren zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis nach einem oder mehrerer der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beim reaktiven Löten eine Temperatur von

mindestens 1200°C durch das Laserlicht an den Abschhnittskanten und im Fügespalt erreicht wird.

12. Verfahren zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis nach einem oder mehrerer der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Materialien auf Siliciumkarbidbasis, deren kritische Fehler durch Laserstrahllöten behoben werden sollen, ausgewählt werden aus drucklos gesintertem Siliciumkarbid („PLS-SiC");silicium-infiltriertem Siliciumkarbid („SiSiC" oder „RBSC"); porösem rekristallisiertem Siliciumkarbid („RSiC"); Graphit-Silicium („C-SiC"), das aus Graphit besteht und mit einer Schicht aus SiC überzogen ist; den SiC/SiC-Verbundwerkstoffen, zum Beispiel mit Fasern oder Whiskern; den C/SiC-Verbundwerkstoffen, zum Beispiel mit Fasern oder Whiskern aus Kohlenstoff und mit einer SiC-Matrix; den SiC-Einkristallen; den Verbundwerkstoffen aus SiC mit einer anderen Keramik, zum Beispiel SiC/Si_3N_4 und SiC/TiN-Verbundwerkstoffen.

13. Verfahren zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis nach einem oder mehrerer der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Materialien auf Siliciumkarbidbasis einen Siliciumkarbidgehalt größer oder gleich 80 Gew.-% aufweisen.

14. Verwendung des Verfahrens zur Behebung von kritischen Fehlern von Materialien auf Siliciumkarbidbasis nach Anspruch 1 zur Herstellung von keramischen Formkörpern für den Automobilbau, den Bau von Luft- und Raumfahrzeugen sowie für den Ofenbau.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/068302

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23K1/005 B23K35/02 B23K35/36 C04B41/87
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)
B23K C04B B23P

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.
Y	EP 0 356 800 A1 (SHINETSU CHEMICAL CO [JP]) 7 March 1990 (1990-03-07) page 2, lines 10-15 page 2, line 45 - page 4, line 18 page 4, lines 41-57 page 5, line 16 - page 9, line 9 -----	1-14
Y	US 5 503 703 A (DAHOTRE NARENDRA B [US] ET AL) 2 April 1996 (1996-04-02) column 2, lines 6-25 column 2, lines 32-60 column 3, lines 4-28 column 4, line 4 - column 5, line 21 column 5, line 42 - column 6, line 22 figure ----- -/--	1-14

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
9 November 2012	22/11/2012

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Stocker, Christian

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7 187836 A (TOSHIBA CERAMICS CO) 25 July 1995 (1995-07-25) abstract figure	1-14
A	JP 1 148761 A (MIYAMOTO ISAMU; NIPPEI TOYAMA CORP) 12 June 1989 (1989-06-12) abstract figures 1-6	1-14
A	JP 2 149476 A (SHINETSU CHEMICAL CO) 8 June 1990 (1990-06-08) abstract table 1	1-14
A	DE 34 12 332 A1 (ATOMIC ENERGY AUTHORITY UK [GB]) 18 October 1984 (1984-10-18) the whole document	1-14
A	DD 300 645 A5 (UNIV SCHILLER JENA [DE]) 25 June 1992 (1992-06-25) the whole document	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2012/068302

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0356800 A1	07-03-1990	DE 68901429 D1	11-06-1992
		EP 0356800 A1	07-03-1990
		US 4952533 A	28-08-1990
US 5503703 A	02-04-1996	NONE	
JP 7187836 A	25-07-1995	NONE	
JP 1148761 A	12-06-1989	JP 1148761 A	12-06-1989
		JP 2585654 B2	26-02-1997
JP 2149476 A	08-06-1990	NONE	
DE 3412332 A1	18-10-1984	DE 3412332 A1	18-10-1984
		JP 59213680 A	03-12-1984
DD 300645 A5	25-06-1992	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/068302

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B23K1/005 B23K35/02 B23K35/36 C04B41/87
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B23K C04B B23P

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.
Y	EP 0 356 800 A1 (SHINETSU CHEMICAL CO [JP]) 7. März 1990 (1990-03-07) Seite 2, Zeilen 10-15 Seite 2, Zeile 45 - Seite 4, Zeile 18 Seite 4, Zeilen 41-57 Seite 5, Zeile 16 - Seite 9, Zeile 9 -----	1-14
Y	US 5 503 703 A (DAHOTRE NARENDRA B [US] ET AL) 2. April 1996 (1996-04-02) Spalte 2, Zeilen 6-25 Spalte 2, Zeilen 32-60 Spalte 3, Zeilen 4-28 Spalte 4, Zeile 4 - Spalte 5, Zeile 21 Spalte 5, Zeile 42 - Spalte 6, Zeile 22 Abbildung -----	1-14

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
9. November 2012	22/11/2012

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

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 7 187836 A (TOSHIBA CERAMICS CO) 25. Juli 1995 (1995-07-25) Zusammenfassung Abbildung	1-14
A	JP 1 148761 A (MIYAMOTO ISAMU; NIPPEI TOYAMA CORP) 12. Juni 1989 (1989-06-12) Zusammenfassung Abbildungen 1-6	1-14
A	JP 2 149476 A (SHINETSU CHEMICAL CO) 8. Juni 1990 (1990-06-08) Zusammenfassung Tabelle 1	1-14
A	DE 34 12 332 A1 (ATOMIC ENERGY AUTHORITY UK [GB]) 18. Oktober 1984 (1984-10-18) das ganze Dokument	1-14
A	DD 300 645 A5 (UNIV SCHILLER JENA [DE]) 25. Juni 1992 (1992-06-25) das ganze Dokument	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/068302

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0356800 A1	07-03-1990	DE 68901429 D1	11-06-1992
		EP 0356800 A1	07-03-1990
		US 4952533 A	28-08-1990
US 5503703 A	02-04-1996	KEINE	
JP 7187836 A	25-07-1995	KEINE	
JP 1148761 A	12-06-1989	JP 1148761 A	12-06-1989
		JP 2585654 B2	26-02-1997
JP 2149476 A	08-06-1990	KEINE	
DE 3412332 A1	18-10-1984	DE 3412332 A1	18-10-1984
		JP 59213680 A	03-12-1984
DD 300645 A5	25-06-1992	KEINE	