

(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
21. August 2008 (21.08.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/098838 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
C04B 35/573 (2006.01) **C04B 35/80** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/051108

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. Januar 2008 (30.01.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 007 410.9
12. Februar 2007 (12.02.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **SGL CARBON AG** [DE/DE]; Rheingastr.

182, 65203 Wiesbaden (DE). **DEUTSCHES ZENTRUM
FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V.** [DE/DE]; Linder
Höhe, 51147 Köln (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BENITSCH, Bodo**
[DE/DE]; Nachtweide 25, 86647 Buttenwiesen (DE).
HEIDENREICH, Bernhard [DE/DE]; Dresdner Str.
16, 71679 Asperg (DE). **ZUBER, Christian** [DE/DE];
Weberstr. 2, 73663 Berglen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A FIBER-REINFORCED CARBIDE CERAMIC COMPONENT AND A CARBIDE
CERAMIC COMPONENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES FASERVERSTÄRKTEN CARBIDKERAMISCHEN
BAUTEILS UND EIN CARBIDKERAMISCHES BAUTEIL

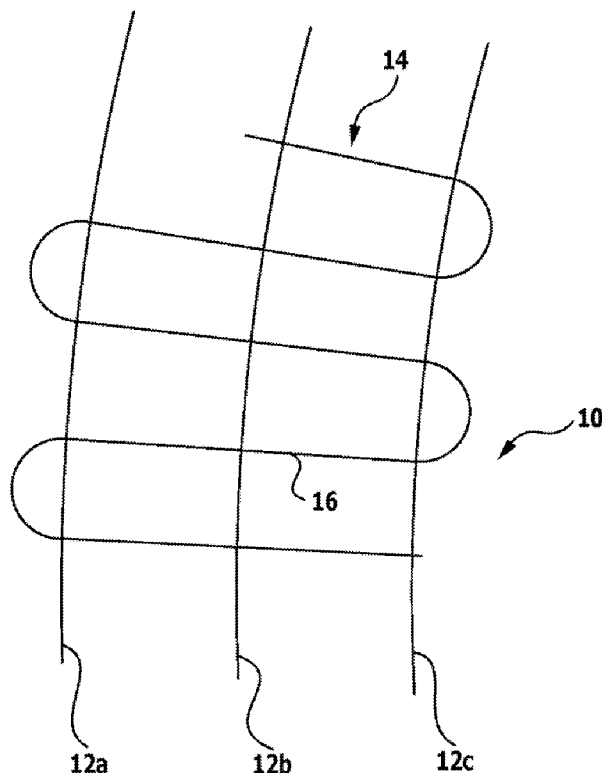


FIG.1

(57) Abstract: The invention relates to a method for
producing a fiber-reinforced carbide ceramic component,
wherein a carbon body is produced by means of pyrolysis
using at least one unidirectional laid scrim and the carbon
body is infused with carbide-forming agents, wherein the at
least one unidirectional laid scrim is coated with a coating
material, which is volatile during pyrolysis, and/or the at
least one unidirectional laid scrim has a transverse thread
laid scrim with transverse threads made of a material that
is volatile during pyrolysis.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Herstellung eines
faserverstärkten carbidkeramischen Bauteils, bei dem unter
Verwendung mindestens eines Unidirektional-Geleges
durch Pyrolyse ein Kohlenstoffkörper hergestellt wird und
der Kohlenstoffkörper mit Carbidbildner infiltriert wird,
wobei das mindestens eine Unidirektional-Gelege mit
einem Beschichtungsmaterial beschichtet ist, welches bei
der Pyrolyse flüchtig ist, und/oder das mindestens eine
Unidirektional-Gelege ein Querfadensystem mit Querfäden
aus einem bei der Pyrolyse flüchtigen Material aufweist.

WO 2008/098838 A1



MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten carbidkeramischen Bauteils und ein
carbidkeramisches Bauteil

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten carbidkeramischen Bauteils, bei dem unter Verwendung mindestens eines Unidirektional-Geleges durch Pyrolyse ein Kohlenstoffkörper hergestellt wird.

Die Erfindung betrifft ferner ein carbidkeramisches Bauteil.

Aus der DE 41 02 909 A1 sind Werkstücke aus faserverstärkter Keramik bekannt, welche aus mindestens zwei aneinander gelegten mit einem Matrixmaterial umgebenden Fasergelegen aus keramischem Material bestehen, wobei die Fasergelege unterschiedliche Strukturen haben und/oder aus unterschiedlichem Material bestehen.

Aus der EP 1 547 992 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff bekannt, bei dem eine Faser-Harz-Mischung mit nicht ausgehärtetem Harz pyrolysiert wird.

Carbidkeramische Bauteile, welche mittels Unidirektional (UD)-Gelegen hergestellt werden, haben grundsätzlich den Vorteil, dass sie steif und ausdehnungsarm sind. Sie lassen sich deshalb für tragende Strukturen einsetzen. Sie können eine hohe Festigkeit aufweisen. Durch die hohe Steifigkeit und Festigkeit lassen sie sich dünn ausbilden, so dass eine Leichtbauweise realisierbar ist.

Die Herstellung von UD-verstärkten keramischen Bauteilen ist jedoch problematisch, da es aufgrund der sehr starken und ausgeprägt anisotropen Schrumpfung bei der Pyrolyse zu Delaminationen bei der Carbidbildnerinfiltration kommen kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten carbidkeramischen Bauteils bereitzustellen, wobei das Bauteil UD-faserverstärkt ist.

Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das mindestens eine Unidirektional-Gelege mit einem Beschichtungsmaterial beschichtet

ist, welches bei der Pyrolyse flüchtig ist und/oder das mindestens eine Unidirektional-Gelege ein Querfadensystem mit Querfäden aus einem bei der Pyrolyse flüchtigen Material aufweist.

5 Durch die Pyrolyse wird das Beschichtungsmaterial aufgelöst. Es entstehen dadurch Hohlräume, die dafür sorgen, dass die Carbidbildnerinfiltration verbessert wird. Es können dadurch auch an dem Unidirektional-Gelege Kanäle entstehen, durch die Carbidbildner bei der Carbidbildnerinfiltration strömen kann. Durch das Beschichtungsmaterial wird die Carbidbildnerinfiltration (beispielsweise mit flüssigem Silicium) erleichtert.

10 Das Beschichtungsmaterial kann dabei die gesamte Oberfläche des mindestens einen Unidirektional-Geleges oder einen Teil (beispielsweise den überwiegenden Teil) der Gesamtoberfläche bedecken.

15 Alternativ oder zusätzlich zur Beschichtung weist das mindestens eine Unidirektional-Gelege ein Querfadensystem mit Querfäden aus einem bei der Pyrolyse flüchtigen Material auf. Die Querfäden liegen nichtparallel zu den Faserrovings, welche die Lagen des Unidirektionalgeles bilden. Sie schneiden diese Faserrovings geometrisch, d.h. liegen in einem Winkel größer 0° und kleiner 180° zu diesen. Diese Querfäden bilden durch ihre Auflösung bei der Pyrolyse Hohlräume und/oder Kanäle für die Carbidbildnerinfiltration.

20 Ferner lässt sich bei der Pyrolyse über die Querfäden eine unkontrollierte Rissbildung verhindern. Die Querflächen bewirken eine Schrumpfbegrenzung innerhalb von UD-Lagen senkrecht zur Faseroorientierung. Dies fördert die Ausbildung eines gleichmäßigen Rissystems. Dies wiederum fördert eine gleichmäßige Carbidbildnerinfiltration.

25 Durch ein Querfadensystem sind Unidirektional-Gelege handhabbar und sie sind zuschneidbar zu transportierbaren Lagen. Ferner sind durch ein Querfadensystem Prepregs leicht herstellbar. Es ist eine Verarbeitung beispielsweise mit Nasslaminieren, Harzinfiltration, Presstechnik, Autoklavverfahren und dergleichen ohne oder nur mit geringem
30 Verzug von Unidirektional-Fasern möglich.

Günstig ist es, wenn das (mindestens teilweise) faserverstärkte carbidkeramische Bauteil mit mindestens einer UD-Faserverstärkungslage hergestellt wird. Es lässt sich dadurch ein steifes Bauteil herstellen, welches ausdehnungsarm ist. Das Bauteil lässt sich mit hoher Festigkeit

angepasst an die spätere Belastung, die es erfahren wird, herstellen. Es lässt sich weiterhin mit hoher Schadenstoleranz herstellen. Es kann dadurch auch bei dünner Ausführung beispielsweise für tragende Strukturen eingesetzt werden.

- 5 Insbesondere ist das Beschichtungsmaterial ein Harzmaterial wie beispielsweise Epoxidharz. Es sind auch andere Beschichtungsmaterialien wie thermoplastische Beschichtungsmaterialien möglich.

10 Günstigerweise ist das Beschichtungsmaterial bei der Pyrolyse im Wesentlichen rückstandsfrei flüchtig.

Das mindestens eine Unidirektional-Gelege (Unidirektional-Fasergelege) ist dabei ein System aus mindestens näherungsweise parallelen Faserrovings. Die Faserrovings (Faserstränge oder Faserbündel) setzen sich aus Faserfilamenten zusammen.

15

Insbesondere sind die Querfäden so ausgebildet, dass sie sich bei der Pyrolyse im Wesentlichen rückstandsfrei auflösen.

20 Zur Verhinderung einer unkontrollierten Rissbildung bei der Pyrolyse können Querfäden des Querfadensystems mit Faserrovings des Unidirektional-Geleges verbunden und/oder an Faserrovings fixiert und/oder an Faserrovings gehalten sein.

25 Beispielsweise sind Querfäden über Schlaufen an Faserrovings des mindestens einen Unidirektional-Geleges fixiert. Sie können beispielsweise auch mit den Faserrovings des mindestens einen Unidirektional-Geleges verwebt oder vernäht sein. Dadurch lässt sich während der Pyrolyse eine unkontrollierte Rissbildung verhindern.

30 Günstig ist es, wenn der Kohlenstoffkörper mittels des mindestens einen Unidirektional-Geleges und mindestens einem Fasergewebe und/oder Fasergewirke und/oder Faservlies hergestellt wird. Bei der Pyrolyse lässt sich durch das Einlegen von Fasergeweben/ Fasergewirken/Faservliesen eine definierte Mikrorissstruktur mit einem gleichmäßigen Risssystem erzeugen. Dadurch erhält man ein schadenstolerantes Werkstoffverhalten eines hergestellten carbidkeramischen Bauteils. Die Mikrorissstruktur setzt sich zusammen aus translaminaren Kanälen, dichten C/C-Bündeln (C/C bedeutet in eine Kohlenstoffmatrix eingebettete Kohlen-

stofffasern) und Kapillaren, welche parallel zu Unidirektional-Faserlagen orientiert sind. Die Faserlagen zwischen Unidirektional-Faservovings führen zu einer Schrumpfbehinderung senkrecht zur Unidirektional-Orientierung. Dadurch lässt sich eine Rissstruktur mit gleichmäßigem Rissmuster herstellen.

5

Günstig ist es, wenn der Kohlenstoffkörper mit mehreren Faserverstärkungslagen hergestellt wird, wobei mindestens eine Faserverstärkungslage eine UD-Faserverstärkungslage ist und mindestens eine Faserverstärkungslage eine Fasergewebelage oder Fasergewirklage oder Faservlieslage ist. Die UD-Faserverstärkungslage gibt dem Bauteil auch bei dünner Ausführung eine hohe Steifigkeit und Festigkeit. Durch die mindestens eine weitere Faserverstärkungslage aus einer "zweidimensionalen" Faserstruktur (die UD-Faserverstärkungslage weist eine "eindimensionale" Faserstruktur auf) erhält man bei der Herstellung eine homogene Mikrostruktur.

10

Beispielsweise ist das mindestens eine Fasergewebe und/oder Fasergewirke ein $0^\circ/90^\circ$ -Gebilde bezüglich der Orientierung von Faservovings. Dadurch lässt sich auf definierte Weise eine Mikrorissstruktur bei der Pyrolyse erzeugen, die wiederum zur Ausbildung einer homogenen Mikrostruktur im carbidkeramischen Bauteil führt. Auch andere Orientierungen als $0^\circ/90^\circ$ sind im Gebilde möglich.

20

Insbesondere wird der Kohlenstoffkörper mittels alternierendem Aufbau von UD-Gelegen und Fasergeweben oder Fasergewirken oder Faservliesen hergestellt. Vorzugsweise ist dabei ein Unidirektional-Gelege zwischen benachbarten Fasergeweben bzw. Fasergewirken bzw. Faservliesen angeordnet. Dadurch lässt sich eine homogene Mikrostruktur erreichen.

25

Bei einer Ausführungsform wird ein Grünkörper unter Verwendung von dem mindestens einen Unidirektional-Gelege und einem Matrixmaterial hergestellt und der Grünkörper wird anschließend pyrolysiert. Durch Polymerisation insbesondere eines Harzmaterials wird der Grünkörper hergestellt. Durch Pyrolyse des Grünkörpers wird ein Kohlenstoffkörper und insbesondere C/C-Körper hergestellt. Durch Carbidbildnerinfiltration wie beispielsweise durch Silicierung wird ein carbidkeramischer Körper hergestellt, wie beispielsweise ein C/C-SiC-Körper.

30

Beispielsweise wird der Grünkörper in einem Autoklaven und/oder durch Pressen und/oder durch Nasslaminieren und/oder durch ein Harzinfiltrationsverfahren hergestellt.

Bei einer alternativen Ausführungsform wird ein Ausgangskörper unter Verwendung des
5 mindestens einen Unidirektional-Geleges und eines Matrixmaterials hergestellt, und der
Ausgangskörper wird im nicht ausgehärteten Zustand des Matrixmaterials pyrolysiert. Ein
entsprechendes Verfahren ist in der EP 1 547 992 A1 beschrieben. Der Kohlenstoffkörper
lässt sich dadurch in kürzerer Prozesszeit herstellen. Ferner führt die Pyrolyse des Matrix-
materials insbesondere bei hohen Heizraten zu einer Blasenbildung in einer Unidirektional-
10 Faserlage, so dass weitere Hohlräume für die Carbidbildnerinfiltration bereitgestellt werden.

Beispielsweise wird der Ausgangskörper mittels Prepregmaterial hergestellt. Die verwendeten
UD-Gelege und Fasergewebe/Fasergewirke/Faservliese sind mit Matrixmaterial getränkt. Es
ist beispielsweise auch möglich, dass der Ausgangskörper durch Nasslaminieren hergestellt
15 wird.

Insbesondere wird die Pyrolyse in einem oder mehreren Zyklen und insbesondere
Aufheizungszyklen und Abkühlungszyklen durchgeführt. Durch Einstellen der Zyklen bezüglich
Temperaturverlauf und Zeitdauer lässt sich ein optimierter Kohlenstoffkörper herstellen.
20

Insbesondere ist das Matrixmaterial ein Harz, beispielsweise ein Polymerharz. Bei der Pyro-
lyse lässt sich das Harz in Kohlenstoff umwandeln. Das Polymerharz ist insbesondere ein
Harz auf Phenolbasis.

25 Günstigerweise umfasst das mindestens eine Unidirektional-Gelege Kohlenstofffasern.
Entsprechend eingesetzte Fasergewebe/Fasergewirke/Faservliese können ebenfalls Kohlen-
stofffasern umfassen. Es lässt sich dann beispielsweise ein C/C-SiC-Bauteil mit
UD-Faserverstärkung herstellen.

30 Der Carbidbildner ist insbesondere Silicium. Es lassen sich aber auch andere Carbidbildner-
materialien wie beispielsweise Wolfram oder Titan einsetzen.

Günstigerweise erfolgt die Keramisierung des Kohlenstoffs mittels Infiltration von flüssigem
Carbidbildner. Dadurch lassen sich carbidkeramische Bauteile mit günstigen Eigenschaften

herstellen. Insbesondere erfolgt die Keramisierung nach dem bekannten LSI-Verfahren (Liquid Silicon Infiltration). Bei dem LSI-Verfahren handelt es sich um ein Schmelzphasen-infiltrationsverfahren.

- 5 Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein carbidkeramisches Bauteil mit Unidirektional-Faserverstärkung bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das carbidkeramische Bauteil gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt wird.

10

Insbesondere umfasst das erfindungsgemäße Bauteil mindestens eine Unidirektional-Faserverstärkungslage mit einer Mikrostruktur mit dichten C/C-Bereichen in der mindestens einen Unidirektional-Faserverstärkungslage.

- 15 Es lässt sich dadurch erreichen, dass das Bauteil eine hohe Zug- und Druckfestigkeit sowie hohe Biegefestigkeit aufweist. Es lässt sich dünn ausbilden mit hoher Steifigkeit und Ausdehnungsarmut.

- Es ist dabei günstig, wenn das Bauteil mindestens eine Fasergewebelage und/oder Faser-
20 gewirklage und/oder Faservlieslage als Faserverstärkungslage aufweist. Dadurch lässt sich das Bauteil mit homogener Mikrostruktur herstellen. Dadurch wiederum lässt sich ein schadenstolerantes Werkstoffverhalten erreichen.

- Insbesondere weist das Bauteile alternierende Unidirektional-Faserverstärkungslagen und
25 Fasergewebelagen/Fasergewirklagen/Faservlieslagen auf. Dadurch lässt sich eine homogene Mikrostruktur erreichen.

- Insbesondere sind die C/C-Bereiche zusammengesetzt aus dichten Bündeln von Kohlen-
stofffaserfilamenten, welche in eine Matrix aus Kohlenstoff eingebettet sind.

30

Die nachfolgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung der Erfindung. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Unidirektional-Geleges mit einem Querfadensystem;

Figur 2 eine REM-Aufnahme einer ersten Probe in 35-facher Vergrößerung;

5

Figur 3 eine REM-Aufnahme einer zweiten Probe in 35-facher Vergrößerung; und

Figur 4 eine REM-Aufnahme einer dritten Probe in 35-facher Vergrößerung.

10 Carbidkeramische Bauteile werden üblicherweise dadurch hergestellt, dass ein durch Pyrolyse hergestellter Kohlenstoffkörper mittels eines Carbidbildnermaterials keramisiert wird.

Ein Beispiel eines Carbidbildnermaterials ist Silicium. Das hergestellte Bauteil ist dann ein Siliciumcarbid-Keramikbauteil auf Basis einer nicht oxidischen Keramik. Beispielsweise ist
15 das hergestellte Bauteil ein C/C-SiC-Bauteil.

Das Bauteil kann aus einem keramischen Faserverbundwerkstoff (CMC - Ceramic Matrix Composite) hergestellt sein. In der keramischen Matrix sind Fasern wie beispielsweise Kohlenstofffasern eingebettet.

20

Der Kohlenstoffkörper wird durch Pyrolyse eines Ausgangskörpers hergestellt. Dieser wird mittels Fasern und einem Matrixmaterial wie beispielsweise einem Polymerharz (Kunststoff) hergestellt: Aus einem Ausgangskörper aus mit Kohlenstofffasern verstärktem Kunststoff (CFK) wird durch Pyrolyse ein Kohlenstoffkörper (C/C-Körper) hergestellt. Durch Carbid-
25 bildnerinfiltration wie beispielsweise durch Silicierung wird ein carbidkeramischer Körper wie beispielsweise ein C/C-SiC-Körper hergestellt.

Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass das hergestellte Bauteil unter Verwendung eines Unidirektional-Geleges (UD-Fasergelege) zur Bereitstellung einer UD-Faserverstärkung
30 hergestellt wird. Ein Unidirektional-Gelege 10 umfasst, wie in Figur 1 schematisch gezeigt, eine Mehrzahl von mindestens näherungsweise parallelen Faserrovings 12a, 12b, 12c usw. Die Faserrovings sind jeweils Bündel von Faserfilamenten. Die Faserrovings können dabei parallel beabstandet sein oder auch dicht nebeneinander liegen.

Diese Fasern sind beispielsweise Kohlenstofffasern.

Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass das oder die verwendeten Unidirektional-Gelege 10 insbesondere beidseitig mit einem bei der Pyrolyse flüchtigen Material und insbesondere Harzmaterial ganz oder teilweise beschichtet sind. Beispielsweise wird ein Epoxidharz als Beschichtung eingesetzt. Vorzugsweise ist das Material für die Beschichtung so gewählt, dass das Beschichtungsmaterial bei der Pyrolyse im Wesentlichen rückstandsfrei flüchtig ist.

Die Beschichtung kann beispielsweise eine Bepuderung sein.

Alternativ oder zusätzlich zur Beschichtung mit einem bei der Pyrolyse flüchtigen Material ist vorgesehen, dass das mindestens eine Unidirektional-Gelege 10 mit einem Querfadensystem 14 versehen ist. An Faserrovings 12a, 12b, 12c sind Querfäden 16 fixiert. Die Querfäden 16 sind an einzelnen Faserrovings beispielsweise durch Schlaufenbildung oder durch Durchdringung fixiert. Die Querfäden 16 des Querfadensystems 14 sind beispielsweise an den Faserrovings vernäht oder verwoben.

Die Querfäden 16 sind aus einem Material und insbesondere einem Kunststoffmaterial hergestellt, welches bei der Pyrolyse ebenfalls flüchtig ist. Insbesondere ist das Material der Querfäden 16 bei der Pyrolyse im Wesentlichen rückstandsfrei flüchtig.

Es wird zunächst ein Ausgangskörper mittels Matrixmaterial und dem mindestens einen Unidirektional-Gelege hergestellt.

Es ist dabei grundsätzlich möglich, dass der Faseranteil in dem Ausgangskörper allein in dem mindestens einen Unidirektional-Gelege 10 liegt oder das zusätzlich auch Fasergewirke bzw. Fasergewebe bzw. Faservliese zur Bildung von "zweidimensionalen" Faserverstärkungslagen eingesetzt werden, welche jeweils Faserrovings in unterschiedlicher Orientierung aufweisen. Beispielsweise werden zusätzlich Fasergewebe eingesetzt, welche Faserrovings in einer 0°/90°-Orientierung aufweisen, das heißt Faserrovings in einer ersten Gruppe umfassen, welche im Wesentlichen parallel beabstandet zueinander sind, und in einer zweiten Gruppe umfassen, welche ebenfalls im Wesentlichen parallel beabstandet zueinander sind, wobei die Faserrovings der ersten Gruppe und der zweiten Gruppe im Wesentlichen senkrecht zueinander stehen. Die Faserrovings der ersten Gruppe und der zweiten Gruppe können

beispielsweise in einer Leinwandbindung angeordnet sein. Die Fasern sind beispielsweise Kohlenstofffasern. Es können dann mehrere Faserlagen vorgesehen sein. Beispielsweise ist eine alternierende Abfolge von Gewebelagen und Unidirektional-Gelegen 10 vorgesehen.

- 5 Nach Herstellung des Ausgangskörpers wird bei einer Ausführungsform aus dem Ausgangskörper durch thermische Aushärtung des Matrixmaterials ein CFK-Grünkörper hergestellt. Beispielsweise erfolgt die Aushärtung in Autoklavtechnik, bei der das Matrixmaterial in einem gasdicht verschlossenen Druckbehälter ausgehärtet wird.
- 10 Der CFK-Grünkörper lässt sich beispielsweise auch über ein Harzinfiltrationsverfahren wie RTM (resin transfer molding), über Warmpresstechnik oder über Nasslaminieren herstellen.

Der so hergestellte Grünkörper wird dann zur Kohlenstoffumwandlung unter hohen Temperaturen (insbesondere über 1600°C) pyrolysiert.

- 15 Es ist grundsätzlich auch möglich, dass der Ausgangskörper ohne vorherige endgültige Aushärtung des Harzmaterials direkt pyrolysiert wird. Beispielsweise werden Prepreg-Materialien eingesetzt (UD-Gelege 10 und/oder Fasergewebe/Fasergewirke/ Faservliese), welche mit einem aushärtbaren Matrixmaterial (insbesondere Harzmaterial) getränkt sind.
- 20 Ohne Herstellung eines Grünkörpers wird der Ausgangskörper direkt pyrolysiert.

- Ein entsprechendes Verfahren ist in der EP 1 547 992 A1 beschrieben, auf die ausdrücklich Bezug genommen wird. Die Pyrolyse erfolgt dabei ausgehend vom A-Zustand und/oder B-Zustand des Harzes, welches als Matrixmaterial eingesetzt wird, und nicht ausgehend vom
- 25 C-Zustand.

- Bei dieser direkten Pyrolyse ist es insbesondere vorgesehen, dass mehrere Heizzyklen (Ofenzyklen) durchgeführt werden. Beispielsweise erfolgt eine neun Stunden lange Aufheizung von 20°C auf 900°C, dann eine siebenstündige Aufheizung von 100°C auf 1650°C, eine 0,5
- 30 Stunden lange Aufrechterhaltung auf einer Temperatur von 1650°C, dann ein zwei Stunden langer Abkühlungszyklus von 1650°C auf 1000°C und ein zwölf Stunden langer Abkühlungszyklus von 1000°C auf 20°C. Die direkte Pyrolyse hat den Vorteil, dass die Prozesszeit reduziert ist.

Das Ergebnis der Pyrolyse bei beiden Ausführungsformen ist ein Kohlenstoffkörper, welcher mittels mindestens einer UD-Faserverstärkungslage und gegebenenfalls über Fasergewebe-
lagen/Fasergewirklagen/Faservlieslagen faserverstärkt ist. Durch die Pyrolyse ist dabei die
Beschichtung des mindestens einen Unidirektional-Geleges 10 durch Zersetzung oder
5 Entfernung "eliminiert" worden und/oder die Querfäden 16 des Querfadensystems 14 sind
zersetzt worden. Es sind dabei Kanäle gebildet worden, welche die Flüssiginfiltration des
Carbidbildners erleichtern.

Der Kohlenstoffkörper wird anschließend mit Carbidbildner infiltriert. Beispielsweise erfolgt
10 eine Siliciuminfiltration gemäß dem bekannten LSI-Verfahren. Dadurch entsteht eine Carbid-
keramikmatrix. Das hergestellte Bauteil ist ein carbidkeramisches Bauteil, welches über
mindestens eine UD-Faserverstärkungslage faserverstärkt ist.

Durch die erfindungsgemäße Lösung mit mindestens einem Unidirektional-Gelege 10,
15 welches mit einer bei Pyrolyse flüchtigen Beschichtung oder/und mit einem bei Pyrolyse
flüchtigen Querfadensystem 14 versehen ist, lassen sich UD-verstärkte carbidkeramische
Bauteile herstellen. Ein Problem bei der Herstellung von faserverstärkten carbidkeramischen
Bauteilen unter Verwendung von Unidirektional-Gelegen 10 ist, dass aufgrund der
unkontrollierten Schrumpfung eine flüssige Carbidbildnerinfiltration nicht möglich ist bzw.
20 zu ungünstigen Bauteileigenschaften, insbesondere zu einer inhomogenen Mikrostruktur
führt, die ein solches Bauteil wenig geeignet machen für beispielsweise tragende Strukturen.
Insbesondere kommt es bei der Carbidbildnerinfiltration zu Delaminationen.

Durch die erfindungsgemäße Lösung werden für die Carbidbildnerinfiltration Hohlräume
25 und/oder Kanäle bereitgestellt, durch welche diese Probleme verhindert oder zumindest stark
reduziert sind. Durch die erfindungsgemäße Lösung ist es möglich, UD-faserverstärkte
carbidkeramische Bauteile herzustellen. Es ist eine Herstellung beispielsweise über ein
Schmelzinfiltrationsverfahren wie das LSI-Verfahren möglich. Es müssen dabei Fasern bzw.
Filamente nicht mit einem zusätzlichen Faserschutz (wie Kohlenstoff oder BN über CVD
30 oder nasschemische Verfahren) versehen werden.

UD-faserverstärkte carbidkeramische Bauteile weisen, wenn es nicht zu den oben
geschilderten Problemen bei der Herstellung kommt, die erfindungsgemäß vermieden oder
stark reduziert sind, eine hohe Steifigkeit auf. Sie lassen sich dünn herstellen und sind

ausdehnungsarm. Sie lassen sich dabei insbesondere für tragende Strukturen mit hoher Festigkeit herstellen. Ferner lässt sich durch die erfindungsgemäße Lösung die Prozesszeit kurz halten.

- 5 Durch einen alternierenden Lagenaufbau mit Unidirektional-Gelegen 10 und "zwei-dimensionalen" Fasergeweben/Fasergewirken/Fasergelegen lässt sich eine Mikrostruktur herstellen, die zu einem schadenstoleranten Werkstoffverhalten führt.

10 In Figur 2 ist eine REM-Aufnahme einer ersten Probe gezeigt, bei welcher die Faser-verstärkung allein über Unidirektional-Gelege 10 erfolgt. Das entsprechende Bauteil wurde durch Prepreg-Pyrolyse (das heißt durch direkte Pyrolyse des Ausgangskörpers ohne vorherige Herstellung eines Grünkörpers) hergestellt. Der durch Pyrolyse hergestellte Kohlenstoffkörper wurde über das LSI-Verfahren keramisiert. Die hellen erkennbaren Stellen sind keramische Bereiche. Der Faservolumengehalt in der ersten Probe beträgt 43,5 %.

15

Die Kurzbiegefestigkeit parallel zur Faserorientierung der ersten Probe beträgt 250,4 MPa. Die Mikrostruktur ist, wie man aus Figur 2 erkennen kann, inhomogen.

Figur 3 zeigt eine REM-Aufnahme einer zweiten durch Prepreg-Pyrolyse hergestellten Probe, 20 welche alternierende Unidirektional-Gelegelagen und Kohlenstoffgewebelagen aufweist. Die Kohlenstoffgewebelagen sind in Figur 3 durch das Bezugszeichen 18 angedeutet. Die Unidirektional-Gelegelagen liegen zwischen den Kohlenstoffgewebelagen 18. Die hellen Bereiche sind wiederum keramische Bereiche.

25 Der Faservolumengehalt in der zweiten Probe beträgt 44,8 % und die Kurzbiegefestigkeit beträgt 147,8 MPa.

Man erkennt, dass die Mikrostruktur in der zweiten Probe homogener ist als in der ersten Probe (gemäß Figur 2). Das Einlegen der Kohlenstoffgewebelagen führt zu einer Mikroriss- 30 struktur bei der Pyrolyse. Durch diese Mikrorissstruktur erhält man eine homogenere Mikrostruktur des Verbunds, die auch zu einem schadenstoleranteren Werkstoffverhalten führt. Allerdings ist die Kurzfestigkeit geringer.

Eine dritte Probe, von der eine REM-Aufnahme in Figur 4 gezeigt ist, wurde über alternierenden Aufbau aus Gewebelagen (aus Kohlenstoff) und Unidirektional-Gelegen 10 hergestellt. Es wurde dabei ausgehend von einem Ausgangskörper zunächst durch Aushärtung des Matrixmaterials (Phenolharz) ein CFK-Grünkörper in Autoklavtechnik hergestellt. Dieser
5 Grünkörper wurde dann pyrolysiert und anschließend durch Infiltration mit geschmolzenem Silicium infiltriert (mittels des LSI-Verfahrens) und keramisiert.

Man erkennt aus Figur 4, dass die dritte Probe eine homogene Mikrostruktur aufweist.

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten carbidkeramischen Bauteils, bei dem unter Verwendung mindestens eines Unidirektional-Geleges und eines Matrixmaterials durch Pyrolyse ein Kohlenstoffkörper hergestellt wird und der Kohlenstoffkörper mit Carbidbildner infiltriert wird, wobei das mindestens eine Unidirektional-Gelege mit einem Beschichtungsmaterial beschichtet ist, welches bei der Pyrolyse flüchtig ist und/oder das mindestens eine Unidirektional-Gelege ein Querfadensystem mit Querfäden aus einem bei der Pyrolyse flüchtigen Material aufweist.
5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung eine Bepuderung ist.
10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Beschichtungsmaterial ein Harzmaterial ist.
15
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Beschichtungsmaterial ein Epoxidharz ist.
- 20 5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Beschichtungsmaterial bei der Pyrolyse im Wesentlichen rückstandsfrei flüchtig ist.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Unidirektional-Gelege ein Fasersystem mit mindestens näherungsweise parallelen Faserrovings ist.
25
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Querfadensystem so ausgebildet ist, dass es sich bei der Pyrolyse im Wesentlichen rückstandsfrei auflöst.
30
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Querfäden des Querfadensystems mit Faserrovings verbunden sind und/oder an Faserrovings fixiert sind und/oder an Faserrovings gehalten sind.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Querfäden über Schlaufen an Faserrovings des mindestens einen Unidirektional-Geleges fixiert sind.
- 5 10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Querfäden mit Faserrovings des mindestens einen Unidirektional-Geleges vernäht sind.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Querfäden mit Faserrovings des mindestens einen Unidirektional-Geleges verwebt
10 sind.
12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kohlenstoffkörper mittels des mindestens einen Unidirektional-Geleges und mindestens eines Fasergewebes und/oder Fasergewirkes und/oder Faservlieses
15 hergestellt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Kohlenstoffkörper mit mehreren Faserverstärkungslagen hergestellt wird, wobei mindestens eine Faser-
verstärkungslage eine Unidirektional-Faserverstärkungslage ist und mindestens eine
20 Faserverstärkungslage eine Fasergewebelage oder Fasergewirkelage oder Faser-
vlieslage ist.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestes eine
25 Fasergewebe und/oder Fasergewirke ein 0°/90°-System bezüglich der Orientierung von
Faserrovings hat.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Kohlenstoffkörper mittels alternierendem Aufbau von Unidirektional-Gelegen und
Fasergeweben oder Fasergewirken oder Faservliesen hergestellt wird.
- 30 16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Grünkörper unter Verwendung von dem mindestens einen Unidirektional-Gelege und einem Matrixmaterial hergestellt wird und der Grünkörper pyrolysiert wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Grünkörper in einem Autoklaven und/oder durch Pressen und/oder durch Nasslaminieren und/oder durch Wickeln und/oder über Harzinfiltration hergestellt wird.
- 5 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ausgangskörper unter Verwendung des mindestens einen Unidirektional-Geleges und eines Matrixmaterials hergestellt wird, welcher im nicht ausgehärteten Zustand des Matrixmaterials pyrolysiert wird.
- 10 19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgangskörper mittels Prepregmaterial hergestellt wird.
20. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pyrolyse in einem oder mehreren Zyklen durchgeführt wird.
- 15 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmaterial ein Harz ist.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmaterial ein Polymerharz ist.
- 20 23. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Unidirektional-Gelege Kohlenstofffasern umfasst.
- 25 24. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Carbidbildner Silicium ist.
25. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Keramisierung des Kohlenstoffkörpers mittels Infiltration von flüssigem Carbidbildner erfolgt.
- 30 26. Carbidkeramisches Bauteil, welches gemäß dem Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche hergestellt ist.

27. Carbidkeramisches Bauteil, welches mindestens eine Unidirektional-Faserverstärkungslage mit einer Mikrostruktur mit dichten Bereichen aus in Kohlenstoffmatrix eingebetteten Kohlenstofffaserbündeln (C/C-Bereiche) in der mindestens einen Unidirektional-Faserverstärkungslage aufweist.

5

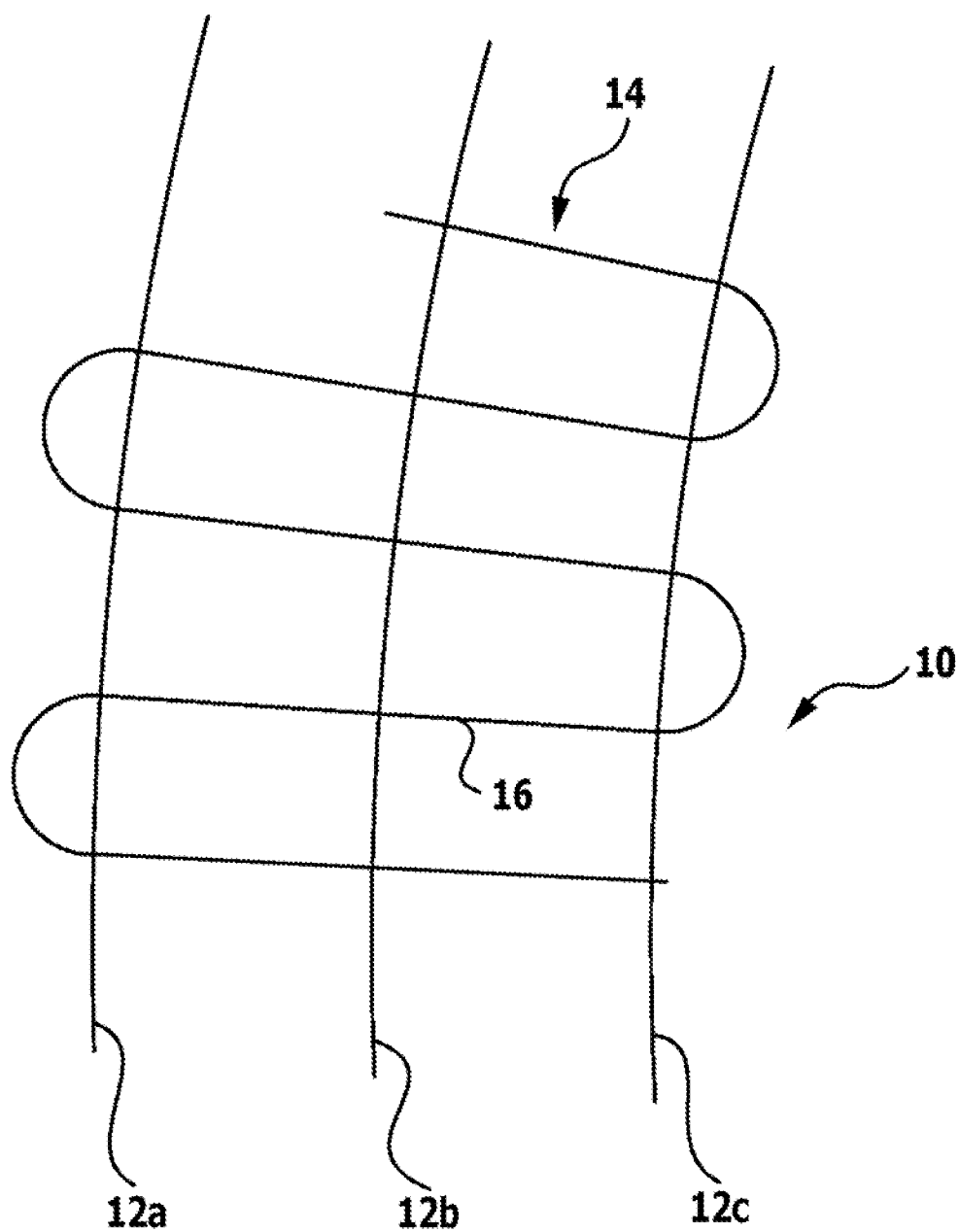
28. Carbidkeramisches Bauteil nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil mindestens eine Fasergewebelage und/oder Fasergewirkelage und/oder Faservlieslage als Faserverstärkungslage aufweist.

- 10 29. Carbidkeramisches Bauteil nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil alternierende Unidirektional-Faserverstärkungslagen und Fasergewebelagen oder Fasergewirkelagen oder Faservlieslagen aufweist.

15

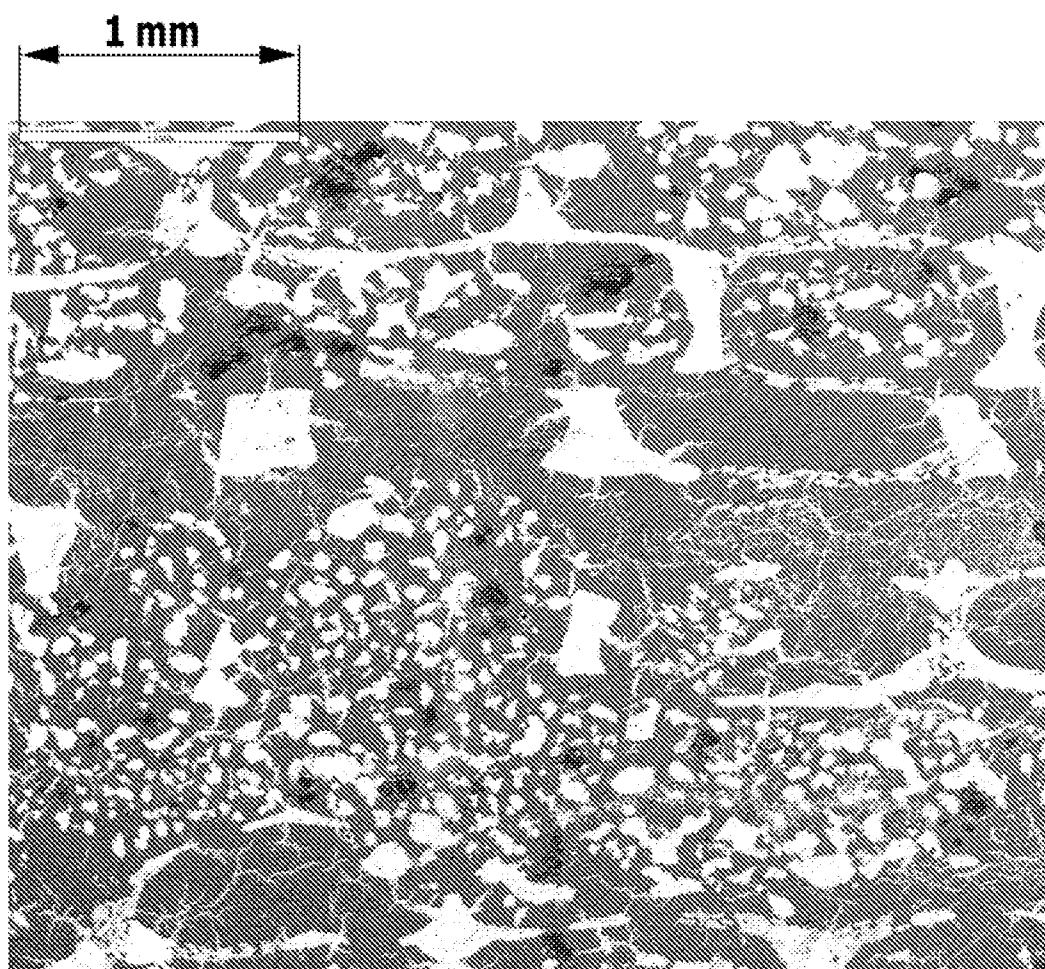
1 / 4

FIG.1



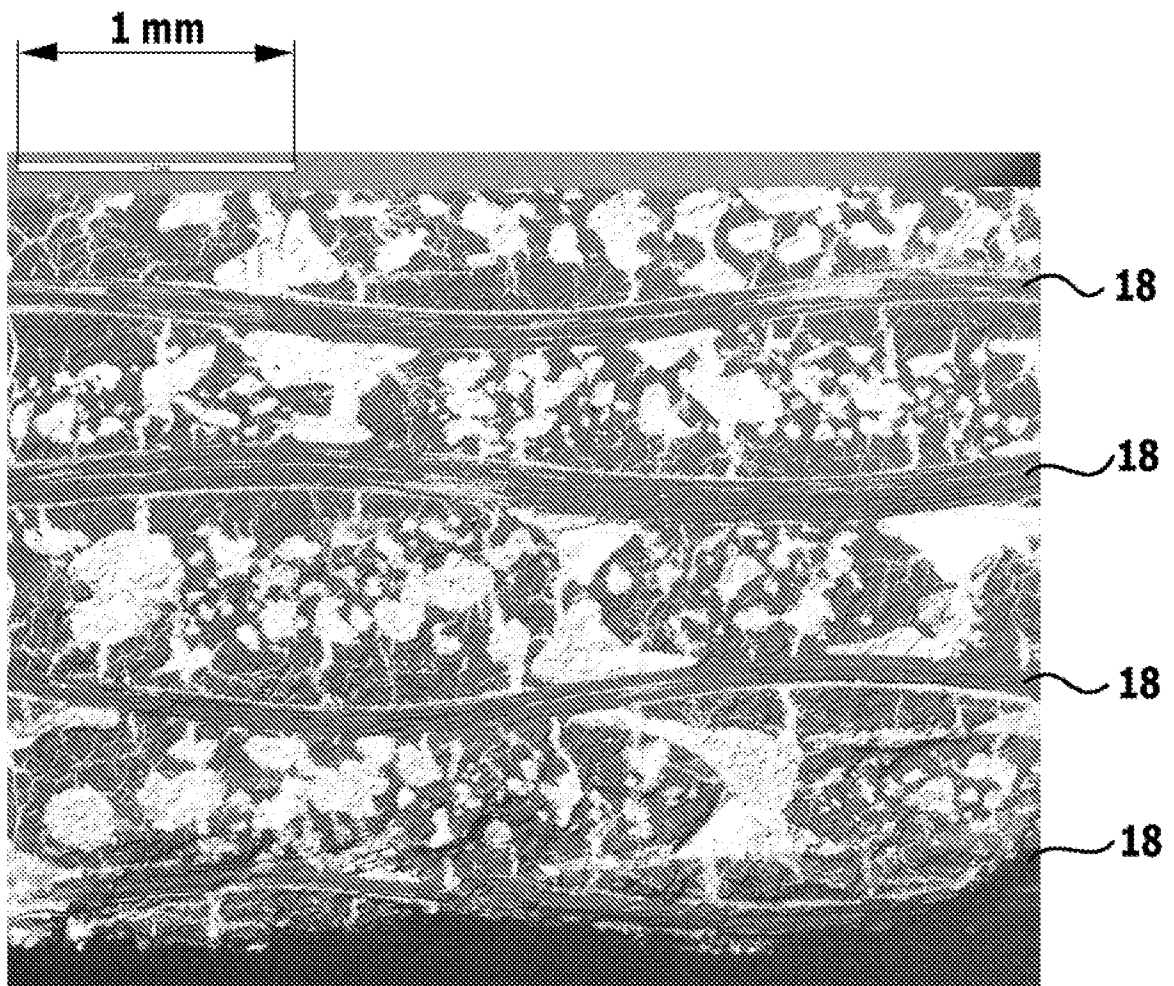
2 / 4

FIG.2



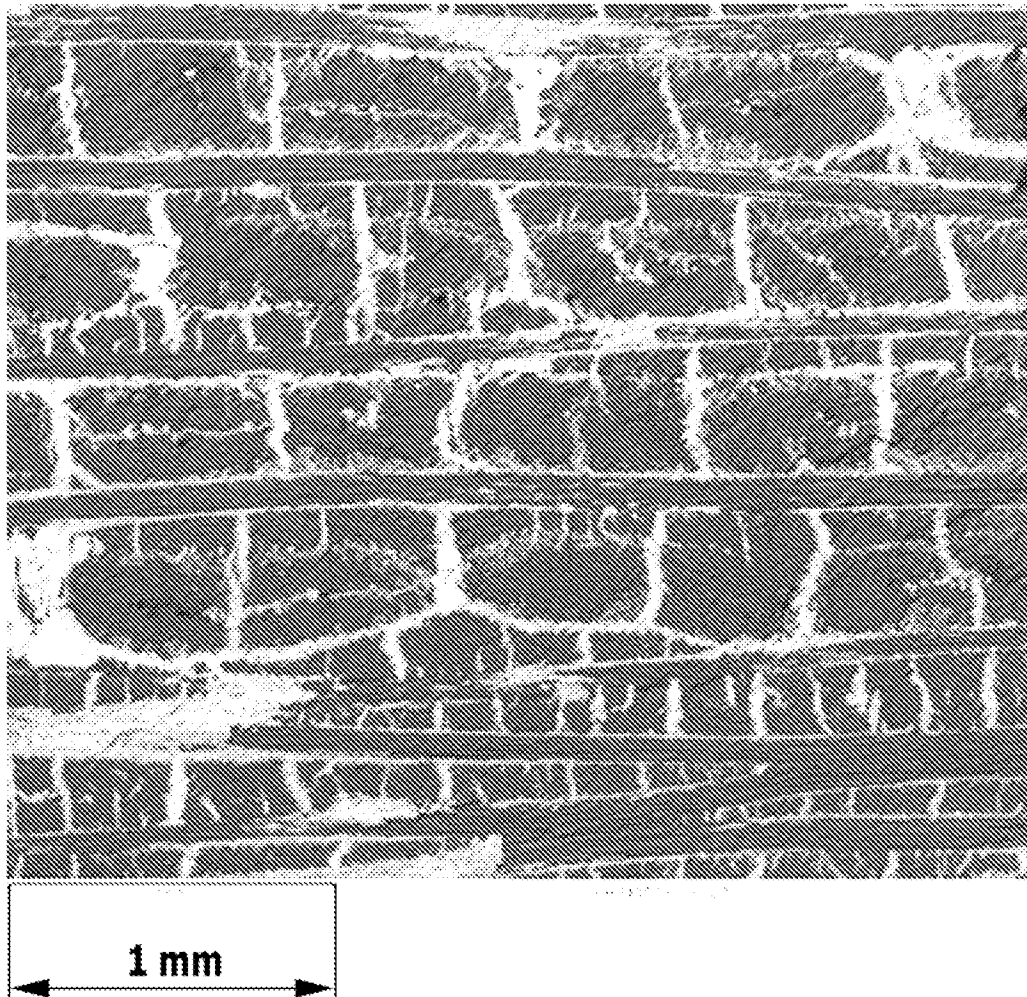
3 / 4

FIG.3



4 / 4

FIG.4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/051108

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. C04B35/573 C04B35/80

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

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 practical, 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	US 5 480 707 A (STEFFIER WAYNE S [US]) 2 January 1996 (1996-01-02) claims 1-6; examples 1-3	1-29
X	EP 0 231 787 A (SIGRI GMBH [DE]) 12 August 1987 (1987-08-12) column 1, lines 8-30; claims 1-6; examples 1,2	1-29
X	EP 1 059 274 A (GEN ELECTRIC [US]) 13 December 2000 (2000-12-13) claims 1-13; figures 1-4	1-29
X	GB 1 455 331 A (ATOMIC ENERGY AUTHORITY UK) 10 November 1976 (1976-11-10) claims 1-23	1-29
	----- -/--	

☒ 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
- *E* earlier document 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.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 Mai 2008

Date of mailing of the international search report

15/05/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fortunati, Taddiano

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/051108

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 600 346 A (CHISSO CORP [JP]) 24 December 1987 (1987-12-24) claims 1-5 -----	1-29
X	EP 1 640 352 A (GEN ELECTRIC [US]) 29 March 2006 (2006-03-29) claims 1-10 -----	1-29
X	US 5 250 243 A (ALLAIRE ROGER A [US] ET AL) 5 October 1993 (1993-10-05) claims 1-11 -----	1-29
X	US 5 039 635 A (STEMPIN JOHN L [US] ET AL) 13 August 1991 (1991-08-13) claims 1-7; examples 1-3 -----	1-29
X	US 4 722 817 A (NAKANO KIKUO [JP] ET AL) 2 February 1988 (1988-02-02) claims 1-8; examples 1-3 -----	1-29
X	US 5 682 594 A (KENNEDY CHRISTOPHER ROBIN [US] ET AL) 28 October 1997 (1997-10-28) claims 1-21; examples 1-17 -----	1-29

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/051108

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5480707	A	02-01-1996	US 5558907 A	24-09-1996
EP 0231787	A	12-08-1987	DE 3603305 C1	23-07-1987
EP 1059274	A	13-12-2000	DE 69929176 T2	24-08-2006
GB 1455331	A	10-11-1976	NONE	
FR 2600346	A	24-12-1987	JP 63006113 A	12-01-1988
EP 1640352	A	29-03-2006	DE 602005001247 T2	24-01-2008
			JP 2006096659 A	13-04-2006
US 5250243	A	05-10-1993	NONE	
US 5039635	A	13-08-1991	NONE	
US 4722817	A	02-02-1988	JP 1646025 C	13-03-1992
			JP 3017787 B	08-03-1991
			JP 61247663 A	04-11-1986
US 5682594	A	28-10-1997	US 5585165 A	17-12-1996

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C04B35/573 C04B35/80

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff. (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C04B

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	US 5 480 707 A (STEFFIER WAYNE S [US]) 2. Januar 1996 (1996-01-02) Ansprüche 1-6; Beispiele 1-3	1-29
X	EP 0 231 787 A (SIGRI GMBH [DE]) 12. August 1987 (1987-08-12) Spalte 1, Zeilen 8-30; Ansprüche 1-6; Beispiele 1,2	1-29
X	EP 1 059 274 A (GEN ELECTRIC [US]) 13. Dezember 2000 (2000-12-13) Ansprüche 1-13; Abbildungen 1-4	1-29
X	GB 1 455 331 A (ATOMIC ENERGY AUTHORITY UK) 10. November 1976 (1976-11-10) Ansprüche 1-23	1-29
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|--|---|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*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)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> | <p>*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</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |
|--|---|

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

7. Mai 2008

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/05/2008

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Fortunati, Taddiano

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 600 346 A (CHISSO CORP [JP]) 24. Dezember 1987 (1987-12-24) Ansprüche 1-5 -----	1-29
X	EP 1 640 352 A (GEN ELECTRIC [US]) 29. März 2006 (2006-03-29) Ansprüche 1-10 -----	1-29
X	US 5 250 243 A (ALLAIRE ROGER A [US] ET AL) 5. Oktober 1993 (1993-10-05) Ansprüche 1-11 -----	1-29
X	US 5 039 635 A (STEMPIN JOHN L [US] ET AL) 13. August 1991 (1991-08-13) Ansprüche 1-7; Beispiele 1-3 -----	1-29
X	US 4 722 817 A (NAKANO KIKUO [JP] ET AL) 2. Februar 1988 (1988-02-02) Ansprüche 1-8; Beispiele 1-3 -----	1-29
X	US 5 682 594 A (KENNEDY CHRISTOPHER ROBIN [US] ET AL) 28. Oktober 1997 (1997-10-28) Ansprüche 1-21; Beispiele 1-17 -----	1-29

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/051108

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5480707	A	02-01-1996	US	5558907 A	24-09-1996
EP 0231787	A	12-08-1987	DE	3603305 C1	23-07-1987
EP 1059274	A	13-12-2000	DE	69929176 T2	24-08-2006
GB 1455331	A	10-11-1976	KEINE		
FR 2600346	A	24-12-1987	JP	63006113 A	12-01-1988
EP 1640352	A	29-03-2006	DE	602005001247 T2	24-01-2008
			JP	2006096659 A	13-04-2006
US 5250243	A	05-10-1993	KEINE		
US 5039635	A	13-08-1991	KEINE		
US 4722817	A	02-02-1988	JP	1646025 C	13-03-1992
			JP	3017787 B	08-03-1991
			JP	61247663 A	04-11-1986
US 5682594	A	28-10-1997	US	5585165 A	17-12-1996