



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 59 491 B4** 2009.04.09

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 59 491.4**  
(22) Anmeldetag: **18.12.2003**  
(43) Offenlegungstag: **28.07.2005**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **09.04.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C03C 14/00 (2006.01)**  
**C03B 19/06 (2006.01)**  
**C04B 35/14 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**SCHOTT AG, 55122 Mainz, DE**

(74) Vertreter:

**Sawodny, M., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,  
89073 Ulm**

(72) Erfinder:

**Postrach, Stefan, Dr., 55126 Mainz, DE; Beier,  
Wolfram, Prof. Dr.-Ing., 55270 Essenheim, DE;  
Aloy-Dols, Bartolome, 55120 Mainz, DE; Liebold,  
Rainer, 64569 Nauheim, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 199 48 739 A1**  
**DE 42 40 645 A1**  
**DE 689 11 691 T2**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen eines hochfesten Verbundkörpers aus Glas und Fasern**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Herstellen eines hochfesten Verbundkörpers aus Glas und Fasern, mit den folgenden Verfahrensschritten:

1.1 einem Kieselglaspulver werden Fasern zugesetzt, die eine gegenüber Glas erhöhte Festigkeit aufweisen;

1.2 der Anteil der Fasern beträgt zwischen 10 und 20 Gew.%, bezogen auf die Gesamtmenge aus Kieselglas und Fasern;

1.3 wobei die Fasern der Aufschlammung aus Kieselglas orientiert oder in zufälliger Ausrichtung zugesetzt werden;

1.4 aus der Gesamtmenge von Kieselglas und Fasern wird ein Vorformling nach dem Schlickergussverfahren hergestellt;

1.5 der Vorformling wird gesintert, so dass der Verbundkörper entsteht,

1.6 wobei der Glaskörper porös ist.

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines hochfesten Glaskörpers, das heißt eines Glaskörpers, der hohen mechanischen Beanspruchungen unterworfen werden kann.

**[0002]** Es ist bekannt, Glaskörper herzustellen, deren Festigkeit diejenige des Glasmateriales übersteigt. Dies wird durch Einbetten von hochfesten Fasern in das Glasmaterial erreicht. Gläser dieser Art werden unter der eingetragenen Marke „FORTADUR<sup>®</sup>“ und „DURAN<sup>®</sup>“ vertrieben.

**[0003]** Körper aus einem solchen Verbundwerkstoff haben sich zwar grundsätzlich bewährt. Sie haben jedoch den Nachteil, dass der Anteil der Fasern, bezogen auf das Gesamtgewicht des Körpers, relativ hoch ist. Da die verwendeten Fasern teuer sind, ist auch der Preis des Verbundmaterialies entsprechend hoch. Außerdem hat ein solches Verbundmaterial ein relativ hohes spezifisches Gewicht.

**[0004]** Ein weiterer Nachteil kann – je nach Anwendungsfall – darin bestehen, dass Körper aus dem genannten Verbundmaterial aufgrund ihrer relativ großen Masse eine hohe Wärmekapazität und eine große thermische Trägheit aufweisen, was für eine rationelle Fertigung von Glaskörpern aus Verbundmaterial nachteilig sein kann.

**[0005]** Körper aus dem genannten Verbundmaterial haben noch einen weiteren Nachteil: Werden solche Körper beispielsweise auf Biegung beansprucht, so werden die Kräfte zwar durch die Fasern aufgenommen, jedoch kommt es im Glasmaterial selbst zu Rissbildungen und Brüchen.

**[0006]** Aus dem Stand der Technik gemäß der DE 689 11 691 T2 sind Gefäße für flüssige Metalle, Werkstoffe für dieses Gefäß und Verfahren zur Herstellung des Materials bekannt. Das hitzebeständige Gefäß besteht aus einem hitzebeständigen Material und einer Armierung aus Verstärkungsdrähten, die den Bruch des Gefäßes unter der Wirkung eines Stoßes und den Verlust des im Gefäß enthaltenen Metalls verhindert.

**[0007]** Die Drähte liegen dabei im orientierten Verbund vor, wobei eine Mengenangabe fehlt. Somit spielt das Problem, in einem Verbundkörper einen möglichst geringen Faseranteil in gleichmäßiger Verteilung bereitzustellen, aufgrund der vorhandenen Armierung, keine Rolle.

**[0008]** Die DE 199 48 739 A1 beschreibt die Verwendung eines Verbundwerkstoffs, bestehend aus einer Glas- oder Glaskeramikmatrix und Verstärkungsfasern, an Einrichtungen zum Handhaben von heißem Metall als Werkzeug, Werkzeugteil oder Be-

schichtungsmaterial derselben zum Kontaktieren von bis zu 1200°C heißem Metall. Es wird angegeben, dass ein Anteil an Fasern unter 20 Vol.% zu einer drastisch geringeren Festigkeitssteigerung führt, wobei die gleichmäßige Verteilung der Fasern in der Glas-/Glaskeramikmatrix sehr erschwert wird.

**[0009]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit welchem sich auf kostengünstige und einfache Weise ein Glaskörper herstellen lässt, der ein geringes spezifisches Gewicht und eine hohe Festigkeit aufweist, und der somit ebenfalls kostengünstig ist.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst, wonach ein Verfahren zum Herstellen eines hochfesten Verbundkörpers aus Glas und Fasern, mit den folgenden Verfahrensschritten bereitgestellt wird:

- 1.1 einem Kieselglaspulver werden Fasern zugesetzt, die eine gegenüber Glas erhöhte Festigkeit aufweisen;
- 1.2 der Anteil der Fasern beträgt zwischen 10 und 20 Gew.%, bezogen auf die Gesamtmenge aus Kieselglas und Fasern;
- 1.3 wobei die Fasern der Aufschlämmung aus Kieselglas orientiert oder in zufälliger Ausrichtung zugesetzt werden;
- 1.4 aus der Gesamtmenge von Kieselglas und Fasern wird ein Vorformling nach dem Schlickergussverfahren hergestellt;
- 1.5 der Vorformling wird gesintert, so dass der Verbundkörper entsteht, wobei der Glaskörper porös ist..

**[0011]** Die wesentlichen Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens sind die folgenden: Die Erfinder gehen von Kieselglas ( $\text{SiO}_2$ ) aus. Dieses liegt zunächst in Pulverform vor. Dem Kieselglaspulver werden geeignete Fasern zugesetzt, die eine entsprechende Festigkeit aufweisen.

**[0012]** Aus der Gesamtmenge aus Kieselglaspulver und Fasern wird eine Aufschlämmung (Slurry) gebildet. Aus dieser Aufschlämmung wird ein Vorformling nach dem sogenannten Schlickergussverfahren hergestellt. Der Vorformling wird gesintert, so dass der Glaskörper entsteht.

**[0013]** Der Glaskörper ist dabei porös. Die Poren können offenporig sein, das heißt allesamt miteinander in leitender Verbindung stehen. Sie können aber auch geschlossen-porig sein.

**[0014]** Wesentliche Parameter sind die folgenden:

- Der Anteil der Fasern an der Gesamtmenge aus Kieselglas und Fasern – beide absolut trocken – liegt zwischen 10 und 20 Gew.%.
- Die beim Herstellungsverfahren gewählten Parameter werden derart gewählt, dass die Porosität

des Glasmateriales bei zwischen 5 und 15 Vol.% liegt, vorzugsweise bei 6 bis 10 Vol.%. Damit ist der Volumenanteil der Poren, bezogen auf das Glasmaterial gemeint. Vorzugsweise wird die Korngröße des Kieselglases, die Sintertemperatur sowie weitere für die Porosität des Glasmaterial maßgebliche Parameter derart gewählt, dass das Glasmaterial eine Porosität von zwischen 3 und 15% aufweist, bezogen auf das Gesamtvolumen des Glasmateriales.

**[0015]** Wichtige Parameter für die Porosität sind die Korngröße des Kieselglaspulvers, welches das Ausgangsprodukt darstellt, ferner die Sintertemperatur. Vorzugsweise liegt die Sintertemperatur über 1000°C. Diese sollte besonders bevorzugt zwischen 1100 und 1500° Celsius liegen, im allgemeinen bei 1200° Celsius  $\pm$  50° Celsius.

**[0016]** Ein Körper, der aus einem solchen Verbundmaterial hergestellt ist, weist die folgenden Eigenschaften auf:

Er hat hohe Festigkeitswerte. Dies betrifft insbesondere die Biegefestigkeit und die Bruchzähigkeit.

**[0017]** Der Körper ist kostengünstig herstellbar, weil der Anteil an den teuren Fasern gering gehalten werden kann. Ein typischer Wert sind 20 Gew.% Fasern, bezogen auf das Gewicht des Gesamtkörpers. Bei den genannten vorbekannten Gläsern werden üblicherweise 40% Fasern zugesetzt. Auch das Schlickergussverfahren trägt als einfach durchzuführendes Verfahren erheblich zum günstigen Preis eines solchen Körpers bei. Es ist somit nicht notwendig, einen Heißpressprozess anzuwenden.

**[0018]** Körper, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt sind, können dünnwandig, filigran und leicht ausgelegt werden, verglichen mit herkömmlichem Material. Aufgrund der verringerten Masse wird die thermische Trägheit vermindert; ein Keramisierungsprozess kann schneller und wirtschaftlicher gefahren werden.

**[0019]** Die Fasern können von kristallinem oder teilkristallinem Aufbau sein. Werden kristalline Fasern eingebaut, so wird hierdurch die Wärmeleitfähigkeit gesteigert. Es können somit die betreffenden Bauteile schneller auf eine Soll-Temperatur gebracht werden.

**[0020]** Das erfindungsgemäße Verbundmaterial ist ideal geeignet für Brennhilfsmittel, zum Beispiel Keramisierungsunterlagen. Die Temperatur des Brenngutes oder eines zu keramisierenden Grünglasteiles wird gleichmäßig.

**[0021]** Die Fasern bestehen aus wenigstens einem der folgenden Stoffe:  
SiC

Aluminosilikat  
Aluminiumborosilikat  
ZrO<sub>2</sub>  
Oxynitriden  
Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>  
hochschmelzenden Metallen oder deren Legierungen  
Keramik.

**[0022]** Die Fasern können mit Hochtemperatur-Gleitmitteln konditioniert werden, beispielsweise mit Schichtsilikaten oder Glimmern. Dadurch wird ein Herausziehen der Fasern vermieden (sogenannter pull-out-Effekt). Die Bruchzähigkeit des Verbundmaterialies wird dadurch erhöht.

**[0023]** Im allgemeinen wird man das Verbundmaterial optimieren durch entsprechendes Abstimmen der Eigenschaften des Kieselglases und der Eigenschaften der Fasern. Dabei kommen Parameter in Betracht wie die Korngröße und die Korngrößenverteilung des Kieselglases sowie das Material, die Stärke und die Länge der Fasern.

**[0024]** Die Fasern können eine Länge von weniger als 100 mm haben, vorzugsweise eine Länge von weniger als 50 mm aufweisen. Die Fasern können aber auch eine Länge von über 100 mm haben.

**[0025]** Beim Herstellen der Vorform können die Fasern und das Kieselglaspulver entweder trocken oder nass miteinander gemischt werden. Auch kann ein Bindemittel zugesetzt werden, das beim Sintern ausbrennt.

**[0026]** Die Fasern können einem trockenen oder einem aufgeschlämmten Kieselglaspulver zugesetzt werden.

**[0027]** Kompositprodukte, die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens erzeugt wurden, lassen sich in den verschiedensten Industriezweigen anwenden. Wie erwähnt, kommt vor allem die Glasindustrie selbst in Betracht, ferner Gießereien, vor allem für Aluminiumguss.

**[0028]** Das bemerkenswerte an der Erfindung ist, dass die erheblichen Vorteile vor allem durch Wahl der beiden folgenden Parameter erzielt werden: Durch den genannten relativ geringen Anteil an teuren Fasern sowie durch eine solche Gestaltung des Verfahrens, dass sich eine Porosität des Glasmateriales im genannten geringen Bereich ergibt.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines hochfesten Verbundkörpers aus Glas und Fasern, mit den folgenden Verfahrensschritten:
  - 1.1 einem Kieselglaspulver werden Fasern zuge-

setzt, die eine gegenüber Glas erhöhte Festigkeit aufweisen;

1.2 der Anteil der Fasern beträgt zwischen 10 und 20 Gew.%, bezogen auf die Gesamtmenge aus Kieselglas und Fasern;

1.3 wobei die Fasern der Aufschlammung aus Kieselglas orientiert oder in zufälliger Ausrichtung zugesetzt werden;

1.4 aus der Gesamtmenge von Kieselglas und Fasern wird ein Vorformling nach dem Schlickergussverfahren hergestellt;

1.5 der Vorformling wird gesintert, so dass der Verbundkörper entsteht,

1.6 wobei der Glaskörper porös ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sintertemperatur über 1000° Celsius beträgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sintertemperatur zwischen 1100 und 1500° Celsius liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sintertemperatur bei 1200° Celsius  $\pm 50^\circ$  Celsius liegt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Korngröße des Kieselglases, die Sintertemperatur sowie weitere für die Porosität des Glasmaterial maßgebliche Parameter derart gewählt werden, dass das Glasmaterial eine Porosität von zwischen 3 und 15% aufweist, bezogen auf das Gesamtvolumen des Glasmaterials.

6. Verfahren nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch die Wahl solcher Parameter, dass das Glasmaterial eine Porosität von 5 bis 10 Vol.% aufweist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern von kristallinem oder teilkristallinem Aufbau sind.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern eine Länge von weniger als 100 mm haben.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern eine Länge von weniger als 50 mm haben.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern eine Länge von über 100 mm haben.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern einem trockenen oder einem aufgeschlammten Kieselglaspulver zugesetzt werden.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen