



(11) **EP 1 751 076 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
15.04.2015 Patentblatt 2015/16

(51) Int Cl.:
C22C 32/00 (2006.01) C22C 29/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05740475.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/005171

(22) Anmeldetag: **12.05.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/113464 (01.12.2005 Gazette 2005/48)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON METALL-KERAMIK-VERBUNDWERKSTOFFEN**
METHOD FOR PRODUCING METAL CERAMIC COMPOSITE MATERIALS
PROCEDE DE FABRICATION DE MATERIAUX COMPOSITES METAL-CERAMIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 10 306 096 GB-A- 798 190
US-A- 3 457 051 US-A- 3 719 479
US-A- 5 271 758 US-A- 5 441 693
US-A- 6 051 045 US-B1- 6 187 260

(30) Priorität: **19.05.2004 DE 102004025342**
26.04.2005 DE 102005019662

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.02.2007 Patentblatt 2007/07

(73) Patentinhaber: **CeramTec GmbH**
73207 Plochingen (DE)

(72) Erfinder:
• **MEIER, Gerd**
91227 Leinburg (DE)
• **LENKE, Ilka**
73207 Plochingen (DE)

(74) Vertreter: **Uppena, Franz et al**
Patente, Marken & Lizenzen
c/o Chemetall GmbH
Trakehner Straße 3
60487 Frankfurt am Main (DE)

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 04, 31. März 1998 (1998-03-31) & JP 09 324229 A (TOYOTA MOTOR CORP), 16. Dezember 1997 (1997-12-16)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2003, Nr. 01, 14. Januar 2003 (2003-01-14) & JP 2002 256359 A (SUMITOMO METAL IND LTD; SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD), 11. September 2002 (2002-09-11)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1999, Nr. 11, 30. September 1999 (1999-09-30) & JP 11 172348 A (NIPPON CEMENT CO LTD; SERANKUSU KK), 29. Juni 1999 (1999-06-29)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2000, Nr. 13, 5. Februar 2001 (2001-02-05) & JP 2000 288714 A (TAIHEIYO CEMENT CORP), 17. Oktober 2000 (2000-10-17)**

Bemerkungen:

Die Akte enthält technische Angaben, die nach dem Eingang der Anmeldung eingereicht wurden und die nicht in dieser Patentschrift enthalten sind.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 751 076 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Herstellung von Metall-Keramik-Verbundwerkstoffen (MKV-Werkstoffen).

[0002] Die heute am Markt bekannten Herstellungsverfahren für Metall-Keramik-Verbundwerkstoffe beruhen entweder auf dem Infiltrieren von porösen Vorkörpern mit flüssigen Metallen, dem Einrühren von Partikeln oder Fasern in metallische Schmelzen, dem Sprühkompaktieren von Metall-Keramik-Mischungen oder dem Schleuderguss.

[0003] Bei dem Infiltrierverfahren werden keramische Grundwerkstoffe verpresst und bei Temperaturen zwischen 900°C und 1200°C verfestigt. Anschließend werden die porösen Presskörper in einem zweiten, kostenintensiven Arbeitsschritt mit metallischen Werkstoffen infiltriert. Werden Partikeln oder Fasern in eine Schmelze eingerührt, ist der Füllgrad in der Regel auf maximal 25 Vol.-% begrenzt. Problematisch ist das Sedimentieren der Partikel in der flüssigen Schmelze, das ein inhomogenes Gefüge bewirkt. Alternative Herstellungsverfahren wie Schleuderguss führen aufgrund der Auswirkung der Fliehkraft auf die unterschiedlich schweren Hartstoffpartikel zu deren inhomogenen Verteilung in dem Werkstück. Bei Verwendung partikelverstärkter Spritzgussmassen besteht die Gefahr der Bildung von Texturen.

[0004] Die Herstellung von Formkörpern aus Hartmetallpulvern durch Pressen und einer gleichzeitigen oder anschließenden Wärmebehandlung ist bekannt. Bei der Herstellung von Verbundwerkstoffen entscheiden die Werkstoffeigenschaften über das Mischungsverhältnis. Das Mischen von Hartstoffpulvern und Aluminiumpulvern zur Herstellung trocken gepresster Formkörper ist ein Beispiel dafür. Aufgrund der Gefahr von Entmischungen und dem Verlust der Homogenität liegt beispielsweise nach dem Stand der Technik bei der Zugabe von Hartstoffpartikeln zu Aluminiumpulver die Obergrenze bei etwa 20 Vol.-%.

[0005] Aus der DE 103 06 096 A1 sind Metall-Keramik-Verbundwerkstoffe mit einer Basiszusammensetzung aus einer oder mehreren metallischen Phasen mit einem Anteil von 30 bis 75 Vol.-%, bevorzugt Aluminium und seine Legierungen, und einer oder mehreren nichtmetallischen anorganischen Komponenten mit einem Anteil von 25 bis 70 Vol.-% als keramische Werkstoffe bekannt. Über das Verfahren zur Herstellung der Werkstoffe ist in dieser Schrift nichts ausgesagt.

[0006] Aus dem US-Patent 6,051,045 sind Metall-Keramik-Verbundwerkstoffe bekannt, deren keramische Komponente durch eine Pyrolyse von Farbschlamm gewonnen wird. Die Verdichtung des Pulvers der Ausgangsstoffe zu einem Grünkörper erfolgt durch uniaxiales Pressen.

[0007] Erfindungsgemäß lassen sich Metall-Keramik-Pulver-Mischungen mit einem Keramikanteil zwischen 21 und 75 Vol.-% durch Trockenpressen zu stabilen Formkörpern pressen. Ein Teil der keramischen Werkstoffe wird durch Hartstoffe wie beispielsweise TiC, TiN,

Ti(CN) und WC ersetzt.

[0008] Die Teilchengröße der jeweiligen Hartstoffpartikel oder Keramikpartikel liegt zwischen 0,2 µm und 150 µm, bevorzugt werden D50-Werte zwischen 30 µm und 70 µm.

[0009] Überraschenderweise sind auch die aus der Pulvermetallurgie bekannten hohen Pressdrücke von beispielhaft 6000 bar nicht notwendig. Bereits mit einem Pressdruck von 2000 bar können dichte und funktionsfähige Bauteile hergestellt werden.

[0010] Zum Trockenpressen werden Metall-Keramik-Pulver-Mischungen eingesetzt, gekennzeichnet durch Basiszusammensetzungen aus einer oder mehreren metallischen Phasen mit einem Anteil von 25 bis 79 Vol.-%, bevorzugt Aluminium und seine Legierungen, und einer oder mehreren nichtmetallischen anorganischen Komponenten mit einem Anteil von 75 bis 21 Vol.-% als keramische Werkstoffe, bevorzugt Siliciumcarbid, Aluminiumoxide, Titanoxide, Kohlenstoffe und Silicate.

[0011] Während des Pressvorgangs oder nach dem Pressen wird der verdichtete Pulverkörper thermisch behandelt, um das Gefüge zu verfestigen und die Verbundfestigkeit zu steigern.

[0012] Metall-Keramik-Verbundwerkstoffe mit einem Metallanteil von größer 50 Vol.-% werden Metal-Matrix-Composite (MMC) genannt. Liegt der Keramikanteil über 50 Vol.-%, wird der Werkstoff Ceramic-Matrix-Composite (CMC) genannt.

[0013] Die Werkstoffe haben eine hohe Wärmeleitfähigkeit, was insbesondere vorteilhaft ist für eine schnelle und gleichmäßige Übertragung der Wärme von der Wärmequelle auf den zu erwärmenden Werkstoff unter Vermeidung örtlicher Überhitzung. Somit kann hier auch die Technik der wärmeunterstützten Formgebung mit einbezogen werden. Die gleichmäßige und schnelle Erwärmung des Formkörpers ist besonders vorteilhaft beim Heisspressen, wo die Wärmebehandlung im Presswerkzeug erfolgt. Sie ist die Voraussetzung für die Ausbildung eines gleichmäßigen Werkstoffgefüges. Denkbar ist auch die Verwendung von Mikrowellenstrahlung zur Erwärmung des Werkstoffs.

[0014] Bei einem Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus Metall-Keramik-Verbundwerkstoffen können die Metall-Keramik-Pulver-Mischungen aus einer oder mehreren metallischen Phasen und einer oder mehreren nichtmetallischen anorganischen Komponenten, die als keramische Werkstoffe eingesetzt werden, bestehen. Die Metall-Keramik-Pulver-Mischungen werden bei einem Pressdruck kleiner 2000 bar gepresst, wobei zur Verfestigung der gepressten Formkörper nachfolgend eine Wärmebehandlung bei Temperaturen zwischen 500°C und 1000°C erfolgt.

[0015] Die eine oder die mehreren metallischen Phasen, bevorzugt Aluminium und seine Legierungen, haben einen Anteil von 25 bis 79 Vol.-% und die keramischen Werkstoffe, bevorzugt Siliciumcarbid, Aluminiumoxide, Titanoxide, Kohlenstoff und Silicate, haben einen Anteil von 75 bis 21 Vol.-%, wobei ein Teil der kera-

mischen Werkstoffe durch Hartstoffe wie beispielsweise TiC, TiN, Ti(CN) und WC ersetzt werden kann. Die Korngrößen der Pulver liegen zwischen 0,2 µm und 150 µm, die d50-Werte der Pulver liegen bevorzugt zwischen 30 µm und 70 µm.

[0016] Die Pulververdichtung zu Formkörpern erfolgt durch trockenes, isostatisches Pressen, wobei der Formkörper bereits beim Pressvorgang einer Wärmebehandlung bei Temperaturen von 550° C bis 700° C unterzogen wird.

[0017] Ein bekannter Formkörper aus Metall-Keramik-Verbundwerkstoffen, umfasst eine Metall-Keramik-Pulver-Mischung aus 25 bis 79 Vol.-% Al und 75 bis 21 Vol.-% SiC mit einer Korngröße zwischen 0,2 und 150 µm und mit d50-Werten zwischen 30 µm und 70 µm. Der gesinterte Formkörper weist eine Wärmeleitfähigkeit von 180 W/mK, eine Biegefestigkeit von 200 MPa und einen E-Modul von 200 GPa auf.

[0018] Formkörper aus Metall-Keramik-Verbundwerkstoffen, hergestellt nach dem vorbeschriebenen Verfahren, können in folgenden Bereichen verwendet werden:

- als Basiswerkstoff für Lot-, Schweiß- und Reibschweiß-Verbindungstechniken mit metallischen Werkstoffen;
- als Basiswerkstoff für Schrumpf-, Crimp- und Clips-Verbindungstechniken mit metallischen und nicht-metallischen Werkstoffen;
- als Gleitringe, Gegenringe, axiale Anlaufscheiben, Dichtscheiben, Radiallager, Seitenplatten für Pumpen und Verdichter, Rotoren, Flügel und Gehäuse- ringe von Flügelzellen- und Rotorzellen-Pumpen und Rotorzellen-Verdichtern;
- im Bereich des Personen-, Fahrzeug- und Objektschutzes;
- zum Schärfen von Messerschneiden und von Schnitt- und Trennkanten entsprechender Trennwerkzeuge;
- als Wellen- und Achsenwerkstoff für Radial- und Axiallager;
- in Dosier-, Regel- und Schließventilen und Armaturen;
- in Mühlen und anderen Zerkleinerungseinrichtungen;
- als Führung, zur Umlenkung und zur Texturierung von Fasern und Garnen, als Fadenbremse und als Rotorwerkstoff beim Rotorspinnen in der Textilindustrie;
- beim Drahtziehen und bei der Drahtumformung;
- als Komponente in der Fördertechnik;
- als Schnittwerkzeug und als Schleifwerkzeug bei der Werkstückbearbeitung und der Oberflächenbearbeitung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus Me-

tall-Keramik-Verbundwerkstoffen, wobei Metall-Keramik-Pulver-Mischungen, die aus einer oder mehreren metallischen Phasen und einer oder mehreren nichtmetallischen anorganischen Komponenten, die als keramische Werkstoffe eingesetzt werden, bestehen, wobei die Metall-Keramik-Pulver-Mischungen bei einem Pressdruck kleiner 2000 bar gepresst werden, und wobei zur Verfestigung der gepressten Formkörper nachfolgend eine Wärmebehandlung bei Temperaturen zwischen 500°C und 1000°C erfolgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eine oder die mehreren metallischen Phasen, bevorzugt Aluminium und seine Legierungen, einen Anteil von 25 bis 79 Vol.-% und dass die keramischen Werkstoffe, ausgewählt aus Siliciumcarbid, Aluminiumoxid, Titanoxid, Kohlenstoff und Silicaten, einen Anteil von 75 bis 21 Vol.-% haben, und wobei ein Teil der keramischen Werkstoffe durch Hartstoffe, ausgewählt aus TiC, TiN, Ti(CN) und WC, ersetzt wird, und wobei die Korngrößen der Pulver zwischen 0,2 µm und 150 µm, die bevorzugten d50-Werte zwischen 30 µm und 70 µm liegen und die Pulververdichtung zu Formkörpern durch trockenes, isostatisches Pressen erfolgt, wobei der Formkörper bereits beim Pressvorgang einer Wärmebehandlung bei Temperaturen von 550° C bis 700° C unterzogen wird.

Claims

1. A method for producing moulded bodies from metal-ceramic-composite materials, wherein metal-ceramic-powder mixtures that consist of one or more metallic phases and one or more non-metallic inorganic components that are used as ceramic materials, wherein the metal-ceramic-powder mixtures are pressed at a pressing power of less than 2000 bar, and wherein in order to consolidate the pressed moulded bodies subsequently heat treatment is effected at temperatures between 500°C and 1000°C, **characterised in that** the one or more metallic phases, preferably aluminium and its alloys, are in a proportion of 25 to 79% by volume, and the ceramic materials, selected from silicon carbide, aluminium oxide, titanium oxide, carbon and silicates, are in a proportion of 75 to 21% by volume, and wherein a portion of the ceramic materials is replaced by hard materials, selected from TiC, TiN, Ti(CN) and WC, and wherein the grain sizes of the powders lie between 0.2 µm and 150 µm, the preferred d50-values lie between 30 µm and 70 µm, and the powder-compression to form moulded bodies is effected by dry, isostatic pressing, wherein during the pressing process the moulded body is already subjected to heat treatment at temperatures of 550°C to 700°C.

Revendications

1. Procédé de fabrication de corps moulés en matériaux composites métal-céramique, sachant que des mélanges de poudres de métal-céramique qui sont constitués d'une ou plusieurs phases métalliques et d'un ou plusieurs composants inorganiques non métalliques, qui sont utilisés en tant que matériaux céramiques, sachant que les mélanges de poudres de métal-céramique sont comprimés avec une pression de compression inférieure à 2 000 bars, et sachant que pour consolider les corps moulés comprimés, on procède ensuite à un traitement thermique à des températures comprises entre 500 °C et 1000 °C, **caractérisé en ce que** la ou les phases métalliques, de préférence l'aluminium et ses alliages, représentent une part comprise entre 25 et 79 % en volume, **et en ce que** les matériaux céramiques, sélectionnés parmi le carbure de silicium, l'oxyde d'aluminium, l'oxyde de titane, le carbone et des silicates, représentent une part comprise entre 75 et 21 % en volume, et une partie des matériaux céramiques étant remplacée par des matériaux durs, sélectionnés parmi TiC, TiN, Ti(CN) et WC, et les grosseurs de grains des poudres étant comprises entre 0,2 µm et 150 µm, les valeurs d50 préférées étant comprises entre 30 µm et 70 µm, et la compression de poudre, en vue d'obtenir les corps moulés, étant réalisée par compression isostatique à sec, le corps moulé étant soumis à un traitement thermique déjà lors du processus de compression, à des températures comprises entre 550 °C et 700 °C.

35

40

45

50

55

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10306096 A1 [0005]
- US 6051045 A [0006]