

(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
2. Dezember 2004 (02.12.2004)

PCT

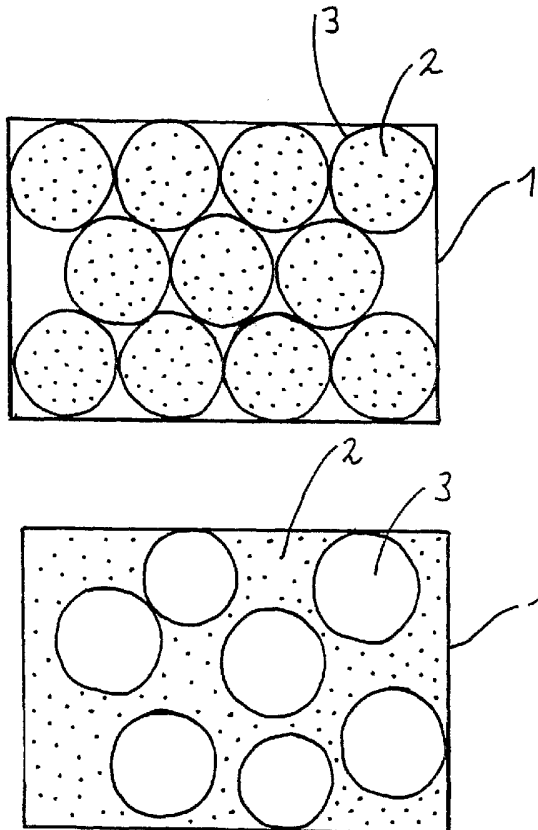
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/103610 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B22D 19/02**, 25/00, 19/14 (30) Angaben zur Priorität: 103 23 720.8 24. Mai 2003 (24.05.2003) DE
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/004656 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse 225, 70567 Stuttgart (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 3. Mai 2004 (03.05.2004) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NEUMANN, Nicole [DE/DE]; Geschwister-Scholl-Strasse 43, 73732 Esslingen (DE). STARK, Holger [DE/DE]; Beinsteiner Str. 53, 71394 Kernen (DE). FANDEL, Marco [DE/DE]; Im Kapuzineröschle 13, 88677 Markdorf (DE). SCHLEGL,
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCTION OF A WORKPIECE FROM A COMPOSITE MATERIAL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES WERKSTÜCKS AUS EINEM VERBUNDMATERIAL



(57) Abstract: The invention relates to a method for the production of a workpiece from a composite material, whereby reinforcing particles are embedded in a cast material and a given distribution, between reinforcement particles and a binding agent in the volume of a cast mould for the workpiece, defines the distribution of the reinforcement particles in the cast material for the composite material to be produced. According to the invention, the binding agent is replaced by the cast material in a corresponding casting process, whereby the given distribution of the reinforcement particles, defined by the distribution between the reinforcement particles and the binding agent in the volume of the casting mould, is retained. The invention further relates to a workpiece made from a composite material, which may be produced by the above method.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Werkstücks aus einem Verbundmaterial, wobei Verstärkungspartikel in ein Gussmaterial eingebettet werden, wobei eine vorbestimmte Verteilung zwischen Verstärkungspartikeln und einem Bindemittel im Volumen einer Gussform des Werkstücks die Verteilung der Verstärkungspartikel in dem Gussmaterial des herzustellenden Verbundmaterials definiert. Beim erfindungsgemässen Herstellungsverfahren wird das Bindemittel in einem entsprechenden Gussvorgang durch das Gussmaterial ersetzt, wobei die vorbestimmte Verteilung der Verstärkungspartikel, welche durch die Verteilung zwischen den Verstärkungspartikeln und dem Bindemittel in dem Volumender Gussform vorgegeben wird, beibehalten bleibt. Die Erfindung betrifft auch ein Werkstück aus einem Verbundmaterial, welches gemäss dem erfindungsgemässen

Verfahren herstellbar ist.

WO 2004/103610 A1



Martin [DE/DE]; Hölderlinstrasse 11, 73635 Rudersberg (DE).

(74) **Gemeinsamer Vertreter: DAIMLERCHRYSLER AG;** Intellectual Property Management, HPC U800, Wilhelm-Runge-Str. 11, 89081 Ulm (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(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, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

DaimlerChrysler AG

Dr. Rauscher

23.04.2003

Verfahren zur Herstellung eines Werkstücks
aus einem Verbundmaterial

5 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur
Herstellung eines Werkstücks aus einem Verbundmaterial, wobei
Verstärkungspartikel in ein Gussmaterial eingebettet sind,
insbesondere auf ein Verfahren zur Herstellung eines Werk-
stücks mit komplexer Geometrie, sowie auf ein nach einem ent-
sprechenden Verfahren hergestelltes Werkstück aus einem sol-
10 chen Verbundmaterial.

In bestimmten Anwendungsfällen ist beispielsweise die Festig-
keit von gegossenen Aluminium-Kompressorradern, wie sie zum
15 Beispiel in Turboladern für Motoren in Fahrzeugen Verwendung
finden, aufgrund der heutzutage vorgesehenen hohen Drehzahlen
solcher Kompressorräder nicht mehr ausreichend. Demzufolge
müssen diese Kompressorräder verstärkt werden. Allgemein kön-
nen Konstruktionsbauteile insgesamt oder nur an bestimmten
20 Stellen lokal durch Einbringung von Verstärkungspartikeln in
ein eigentliches Gussmaterial verstärkt werden. So kann bei-
spielsweise im Fall von Aluminium-Kompressorradern in Turbo-
ladern eine Verstärkung sowohl im Bereich der Flügel dieser
Kompressorräder als auch im Bereich der Nabe dieser Kompres-
sorräder erreicht werden. Allgemein ist es jedoch bei Bautei-
25 len mit komplexer Geometrie schwierig bzw. unmöglich, eine
gleichmäßige Verteilung von Verstärkungspartikeln in dem ei-
gentlichen Gussmaterial zu erzielen. So behindern beispiels-
weise im Fall der genannten Aluminium-Kompressorräder die un-
terschiedlichen Materialstärken im Bereich der Flügel (dünn)
30

und im Bereich der Nabe (dick) üblicherweise eine gleichmäßige Verteilung der Verstärkungspartikel.

Aus DE 10113590 A1 ist bereits ein Verfahren zur Herstellung
5 eines Konstruktionsteils bekannt, bei welchem ein poröser
Precursor-Vorkörper hergestellt wird aus Metalloxid-Körnern,
welche als Verstärkungspartikel vorgesehen sind, welche je-
weils von einer Bindemittelschicht umgeben sein können, wobei
durch lokale Erhitzung die von der jeweiligen Binde-
10 mittelschicht umgebenen Metalloxid-Verstärkungspartikel in
einem Sintervorgang zu dem genannten Precursor-Vorkörper ver-
bindbar sind. Dieser Precursor-Vorkörper kann dann durch ein
Gussmaterial ausgegossen werden, wobei die entsprechenden Me-
talloxid-Körner in das Gussmaterial eingebettet werden, wo-
15 durch ein Konstruktionsteil entsteht.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren
zur Herstellung eines Werkstücks aus einem Verbundmaterial
bereitzustellen, welches die Nachteile des Standes der Tech-
20 nik überwindet und insbesondere eine vorbestimmte Partikel-
verteilung von Verstärkungspartikeln, welche in ein Gussmate-
rial eingebettet sind, in dem fertigen Werkstück ermöglicht,
um so eine besonders einfache und kostengünstige Herstellung
eines solchen Werkstücks bei gleichzeitig erhöhter Werkstück-
25 festigkeit bzw. bei gleichzeitig erhöhter Festigkeit des Ver-
bundmaterials, aus welchem das hergestellte Werkstück be-
steht, vorzusehen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren
30 gemäß Anspruch 1 sowie durch ein gemäß diesem Verfahren her-
stellbares Werkstück gemäß Anspruch 19.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unter-
ansprüchen definiert.

35

Das erfindungsgemäße Verfahren dient der Herstellung eines
Werkstücks aus einem Verbundmaterial, wobei das Verbund-

material aus Verstärkungspartikeln besteht, die in ein Gussmaterial eingebettet werden. Erfindungsgemäß wird bei dem Verfahren zunächst eine vorbestimmte Verteilung zwischen Verstärkungspartikeln und einem Bindemittel, welches in Partikelform vorliegt, im Volumen einer Gussform des herzustellenden Werkstücks eingestellt. Bei der Einbettung der Verstärkungspartikel in das Gussmaterial des Verbundmaterials wird das Bindemittel aus der Gussform entfernt und durch das Gussmaterial ersetzt. Dabei werden die Verstärkungspartikel in dem Gussmaterial des Werkstücks, welches das Volumen der Gussform ausfüllt, definiert gemäß der vorbestimmten Verteilung in dem Volumen der Gussform verteilt, beziehungsweise die Verteilung der Verstärkungspartikel, welche durch die vorbestimmte Verteilung zwischen Verstärkungspartikeln und dem Bindemittel vorgegeben war, bleibt nach Entfernen des Bindemittels aus der Gussform durch das Gussmaterial dann als entsprechende Verteilung der Verstärkungspartikel in dem Gussmaterial bestehen.

Beispielsweise kann das Verhältnis zwischen dem Bindemittel und den Verstärkungspartikeln durch exaktes Einwiegen der beiden Komponenten eingestellt werden. Die Größe der Partikel der Bindemittelpartikel und der Verstärkungspartikel kann (jeweils) beispielsweise durch an sich bekannte Zerkleinerungsprozesse eingestellt werden. Alternativ können die Bindemittelpartikel und/oder die Verstärkungspartikel auch mittels eines Sprühverfahrens hergestellt werden, wobei durch Einstellung geeigneter Parameter neben der Form und Größe der jeweiligen Partikel auch der Anteil der Verstärkungspartikel im Verhältnis zu dem Bindemittel einstellbar ist.

Die Verstärkungspartikel und das Bindemittel werden in die Gussform eingefüllt, wobei die Schüttdichte bzw. die Homogenität der Schüttung durch unterstützende Maßnahmen, wie zum Beispiel einem Rütteln der Gussform, erhöht werden kann. Beispielsweise kann sich auf diese Weise eine homogene Verteilung der Verstärkungspartikel in der Gussform ergeben.

Die Entfernung des Bindemittels aus der Gussform erfolgt erfindungsgemäß, während die Schmelze des Gussmaterials, beispielsweise eine Metallschmelze, in die Gussform eingegossen wird. Die Prozessparameter müssen dabei so eingestellt werden, dass die Verstärkungspartikel nicht ausgespült werden.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist somit ein Verbundmaterial mit besonders verbesserten Materialeigenschaften bzw. ein daraus hergestelltes Werkstück mit verbesserter Festigkeit einfach und besonders kostengünstig herstellbar, da die entsprechenden Verstärkungspartikel gemäß der zwischen den Verstärkungspartikeln und dem Bindemittel eingestellten Verteilung dann, im Volumen der Gussform und somit im Volumen des Gussmaterials eingebettet, ein einfach herzustellendes, belastbares Verbundmaterial bilden.

Bevorzugt ist eine Ausführungsform des Verfahrens, bei welcher die Verstärkungspartikel außerhalb der Partikel des Bindemittels verteilt werden, bevorzugt an die Partikel des Bindemittels außen angelagert werden. In dieser Ausführungsform bildet das Bindemittel, welches in Partikelform vorliegt, bevorzugt kugelförmige "Platzhalter", wodurch der Volumengehalt an Verstärkungspartikeln in dem Gussmaterial besonders niedrig eingestellt werden kann.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung können die Verstärkungspartikel auch in den Partikeln des Bindemittels verteilt werden. Auch eine Kombination beider Möglichkeiten, das heißt der Verteilung der Verstärkungspartikel außerhalb der Partikel des Bindemittels und die Verteilung der Verstärkungspartikel in den Partikeln des Bindemittels, kann gleichzeitig angewandt werden.

Besonders bevorzugt ist es, falls die Verteilung der Verstärkungspartikel in den Partikeln des Bindemittels im Wesentlichen homogen erfolgt. Dadurch kann auf besonders einfache

che Weise eine homogene Verteilung der Verstärkungspartikel in der Gussform des Werkstücks und somit letztendlich in dem Gussmaterial des Verbundmaterials, aus welchem das Werkstück hergestellt wird, erreicht werden.

5

Generell ist es zur Erzielung einer homogenen Werkstückfestigkeit bevorzugt, dass die Verteilung der Verstärkungspartikel über das gesamte Volumen des Werkstücks im Wesentlichen homogen erfolgt. Es kann jedoch auch bevorzugt
10 sein, dass die Verteilung der Verstärkungspartikel im Wesentlichen an der Oberfläche des Werkstücks erfolgt, um somit eine besonders gute Oberflächenfestigkeit entsprechend hergestellter Werkstücke zu erzielen.

15 Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weisen die Verstärkungspartikel einen mittleren Durchmesser im Bereich von 0,003 µm bis 500 µm auf.

Bevorzugt bestehen die Verstärkungspartikel aus keramischen
20 Materialien, insbesondere aus der Gruppe Al_2O_3 , ZrO_2 , SiC , TiO_2 oder Ähnlichem.

Als Gussmaterial kann ein Metall, eine Metalllegierung, metallisches Material oder ein geeignetes entsprechend gießfähiges Kunststoffmaterial Verwendung finden.
25

Als Bindemittel finden bevorzugt Materialien aus der Gruppe Harze, Wachse, Polymere, leicht oxidierbare Substanzen oder aus einer Kombination der genannten Materialien Verwendung.
30

Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei welcher das Bindemittel, welches in Partikelform vorliegt, besonders bevorzugt in loser Form, das heißt als lose Partikel, vorliegt.
35

Generell ist eine besonders einfache Herstellung von belastbaren Werkstücken gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren mög-

lich, wenn die Abmessungen der Partikel des Bindemittels und/oder die Abmessungen der Verstärkungspartikel bevorzugt so festgelegt werden, dass das gesamte Volumen der Gussform ausgefüllt werden kann.

5

Insbesondere ist es besonders bevorzugt, falls die Abmessungen der Partikel des Bindemittels so festgelegt werden, dass diese Abmessungen kleiner sind als die kleinsten Abmessungen der Gussform, welche das Volumen der Gussform bestimmen.

10

Besonders bevorzugt ist es ferner, falls die Abmessungen der Partikel des Bindemittels so festgelegt werden, dass diese Abmessungen größer sind als die Abmessungen der Verstärkungspartikel, wobei die Abmessungen der Verstärkungspartikel bevorzugt bestimmt werden durch deren mittleren Durchmesser. Dies ermöglicht auf besonders einfache Weise, dass die Verstärkungspartikel bevorzugt in den Partikeln des Bindemittels aufgenommen werden, insbesondere dort homogen verteilt sind, um somit besonders bevorzugt eine homogene Verteilung der Verstärkungspartikel auch in dem gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Werkstück zu ermöglichen.

15

20

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weisen die in dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendeten Partikel des Bindemittels und/oder die Verstärkungspartikel eine normalverteilte Größenverteilung bezüglich der Partikelabmessungen auf. Die Partikel des Bindemittels und/oder der Verstärkungspartikel können auch eine bimodale Größenverteilung aufweisen.

25

30

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann das Bindemittel durch Ausgasen, Auflösen oder andere geeignete Verfahren aus der Gussform entfernt werden, während und/oder bevor das Gussmaterial des erfindungsgemäß hergestellten Verbundmaterials in die Gussform eingebracht wird. Das Einbringen des Gussmaterials kann insbesondere

35

durch ein Druckgussverfahren oder durch Pressgießen erfolgen. Diese Verfahren sind allgemein bekannt und werden daher hier nicht näher beschrieben.

5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung können die Partikel des Bindemittels durch Wärmeeinbringung zu einer größeren Einheit verbunden werden, wobei diese größere Einheit bevorzugt der Gussform entnommen und getrennt davon weiter verarbeitet wird.

10

Die Verstärkungspartikel und die Partikel des Bindemittels können insbesondere in einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens jeweils für sich oder zusammen als spritzgussfähige Masse(n) vorliegen, wodurch eine Ausfüllung der Gussform auf besonders einfache Art und Weise ermöglicht werden kann.

15

Generell kann die gesamte Gussform oder nur ein Teil der Gussform mit einer vorbestimmten Verteilung zwischen Verstärkungspartikeln und einem Bindemittel ausgefüllt werden.

20

Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Werkstück aus einem Verbundmaterial, bestehend aus Verstärkungspartikeln, die in ein Gussmaterial eingebettet sind, wobei das Werkstück gemäß dem oben beschriebenen Verfahren hergestellt ist und insbesondere eine homogene Verteilung von Verstärkungspartikeln in dem Gussmaterial des Werkstücks herstellbar ist, um ein Werkstück von besonderer Stabilität vorzusehen, welches dabei dennoch kostengünstig herstellbar ist.

25

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher beschrieben werden. Es zeigen:

30

Fig. 1 eine Schnittansicht einer Gussform mit einer vorbestimmten Verteilung zwischen Verstärkungspartikeln

35

und einem Bindemittel gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 eine Gussform mit einer vorbestimmten Verteilung zwischen Verstärkungspartikeln und Partikeln eines Bindemittels gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

In Fig. 1 ist eine Gussform 1 zur Herstellung eines Werkstücks aus einem Verbundmaterial gezeigt, welche mit Verstärkungspartikeln 2 gefüllt ist, welche im Wesentlichen homogen in den kugelförmigen Partikeln eines Bindemittels 3 verteilt angeordnet sind. Die Partikel des Bindemittels 3, in welchen gemäß der ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens die Verstärkungspartikel 2 homogen verteilt enthalten sind, sind in der Gussform 1 gemäß der Darstellung der Fig. 1 in dichtester Kugelpackung angeordnet. Somit ergibt sich eine besonders homogene Verteilung der Partikel des Bindemittels 3 und somit der Verstärkungspartikel 2 innerhalb der Gussform. Gezeigt ist der Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei welchem das Gussmaterial, in welches die Verstärkungspartikel 2 eingebettet werden sollen, noch nicht in die Gussform 1 eingebracht ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren läuft bevorzugt so ab, dass zunächst die Verstärkungspartikel 2 in den Partikeln des Bindemittels 3 homogen verteilt vorgesehen werden. Sodann werden diese Partikel des Bindemittels 3 mit den darin enthaltenen Verstärkungspartikeln 2 in die Gussform eingefüllt. Auf diese Weise ergibt sich eine vorbestimmte Verteilung zwischen Verstärkungspartikeln und dem Bindemittel im Volumen der Gussform des herzustellenden Werkstücks. In einem nächsten Verfahrensschritt (nicht dargestellt) wird ein Gussmaterial in die Gussform 1 eingebracht, was beispielsweise durch ein Druckgussverfahren oder ein Pressgussverfahren erfolgen kann, wobei das Bindemittel aus der Gussform entfernt wird. Bevor-

zugt wird das Bindemittel 3 durch Ausgasen, Auflösen oder andere geeignete Verfahren aus der Gussform entfernt werden. Durch das erfindungsgemäße Verfahren entsteht somit ein Werkstück aus einem Verbundmaterial, wobei Verstärkungspartikel 2 in das Gussmaterial derartig gemäß der vorbestimmten und eingestellten Verteilung zwischen Verstärkungspartikeln 2 und dem Bindemittel 3 in dem durch die Gussform vorgegebenen Volumen des Werkstücks enthalten sind. Die Verteilung der Verstärkungspartikel 2 in dem fertigen Werkstück ergibt sich dabei, wie gesagt, aufgrund der vorbestimmten Verteilung der Verstärkungspartikel 2 und des Bindemittels 3 in der Gussform 1, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist. Als Verstärkungspartikel 2 können keramische Materialien Verwendung finden, insbesondere aus der Gruppe Al_2O_3 , ZrO_2 , SiC , TiO_2 oder Ähnliches. Als Bindemittel 3 können Materialien aus der Gruppe Harze, Wachse, Polymere, leicht oxidierbare Substanzen oder aus einer Kombination der genannten Materialien Verwendung finden. Als Gussmaterial kann ein Metall, eine Metalllegierung, metallisches Material oder ein geeignetes entsprechend gießfähiges Kunststoffmaterial Verwendung finden.

Fig. 2 zeigt eine zweite bevorzugte Ausführungsform der vorbestimmten Verteilung zwischen Verstärkungspartikeln 2 und Bindemittel 3 gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens. Die Ausführungen zu Fig. 1 gelten dabei auch für Fig. 2, jedoch mit dem Unterschied, dass die Verstärkungspartikel 2 nun nicht mehr wie in Fig. 1 homogen in den Partikeln des Bindemittels 3 verteilt vorgesehen sind, sondern dass die Verstärkungspartikel 2 in Fig. 2 außerhalb der Partikel des Bindemittels 3 verteilt werden. Bevorzugt können die Verstärkungspartikel 2 außen an die Partikel des Bindemittels 3 angelagert werden. Die Partikel des Bindemittels 3 bilden gemäß der Ausführungsform, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist, sogenannte "Platzhalter". Auf diese Art und Weise ist eine Konzentration von Verstärkungspartikeln 2 in dem Verbundmaterial, welches gemäß dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellt wird, möglich, wel-

che geringer ist als die Konzentration, welche beispielsweise gemäß der Ausführungsform nach Fig. 1 eingestellt ist.

Das erfindungsgemäß hergestellte Werkstück weist sowohl gemäß
5 der Ausführungsform nach Fig. 1 als auch gemäß der Ausführungsform nach Fig. 2 eine vorbestimmte Verteilung von Verstärkungspartikeln 2 in einem Gussmaterial (in beiden Figuren nicht gezeigt) auf, wobei diese vorbestimmte Verteilung gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren durch die Verteilung
10 der Verstärkungspartikel 2 im Verhältnis zu dem Bindemittel 3 einstellbar ist. Auf diese Art und Weise ist insbesondere eine homogene Verteilung von Verstärkungspartikeln 2 in einem Gussmaterial eines Verstärkungsmaterials möglich, wodurch ein besonders einfach zu realisierendes Verfahren zur Herstellung
15 eines auf diese Art und Weise besonders verstärkten Werkstücks erfindungsgemäß vorgesehen werden kann.

DaimlerChrysler AG

Dr. Rauscher

23.04.2003

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Herstellung eines Werkstücks aus einem Verbundmaterial, wobei Verstärkungspartikel in ein Gussmaterial eingebettet werden,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass eine vorbestimmte Verteilung zwischen Verstärkungspartikeln und einem Bindemittel, welches in Partikelform
10 vorliegt, im Volumen einer Gussform des Werkstücks eingestellt wird, und dass bei der Einbettung der Verstärkungspartikel in das Gussmaterial das Bindemittel aus der Gussform entfernt wird und durch das Gussmaterial ersetzt
15 wird, wobei die Verstärkungspartikel definiert verteilt werden in dem Gussmaterial des Werkstücks, welches das Volumen der Gussform ausfüllt, gemäß der vorbestimmten eingestellten Verteilung in dem Volumen der Gussform.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Verstärkungspartikel außerhalb der Partikel der Bindemittel verteilt werden, bevorzugt an die Partikel des Bindemittels außen angelagert werden.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Verstärkungspartikel in den Partikeln des Bindemittels verteilt werden.
- 30

4. Verfahren nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Verteilung der Verstärkungspartikel in den Partikeln des Bindemittels im wesentlichen homogen erfolgt.
- 5
5. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Verteilung der Verstärkungspartikel über das
Volumen des Werkstücks im Wesentlichen homogen erfolgt.
- 10
6. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Verteilung der Verstärkungspartikel im Wesentlichen im Bereich der Oberfläche des Werkstücks erfolgt.
- 15
7. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Verstärkungspartikel einen mittleren Durchmesser im Bereich von 0,003 µm bis 500 µm aufweisen.
- 20
8. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass als Verstärkungspartikel keramische Materialien Verwendung finden, insbesondere aus der Gruppe Al_2O_3 , ZrO_2 ,
25 SiC , TiO_2 oder ähnliches.
9. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass als Bindemittel Materialien aus der Gruppe Harze,
30 Wachse, Polymere, leicht oxidierbare Substanzen oder aus
einer Kombination der genannten Materialien Verwendung
finden.
- 35
10. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Partikel des Bindemittels in loser Form vorliegen.

11. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abmessungen der Partikel des Bindemittels
und/oder die Abmessungen der Verstärkungspartikel so
festgelegt werden, dass das gesamte Volumen der Gussform
ausgefüllt werden kann.
12. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abmessungen der Partikel des Bindemittels so
festgelegt werden, dass diese Abmessungen kleiner sind
als die kleinsten Abmessungen der Gussform, welche das
Volumen der Gussform bestimmen.
13. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abmessungen der Partikel des Bindemittels so
festgelegt werden, dass diese Abmessungen größer sind als
die Abmessungen der Verstärkungspartikel, wobei die Ab-
messungen der Verstärkungspartikel bevorzugt bestimmt
werden durch deren mittlere Durchmesser.
14. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Partikel des Bindemittels eine normalverteilte
Größenverteilung bezüglich der Abmessungen aufweisen.
15. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Partikel des Bindemittels eine bimodale Größen-
verteilung bezüglich der Abmessungen aufweisen.
16. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Bindemittel durch Ausgasen, Auflösen oder andere
geeignete Verfahren aus der Gussform entfernt wird.

17. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Partikel des Bindemittels durch Wärmeeinbringung
zu einer größeren Einheit verbunden werden, wobei diese
größere Einheit bevorzugt der Gussform entnommen wird und
getrennt davon weiterverarbeitet wird.
18. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verstärkungspartikel und die Partikel des Binde-
mittels als spritzgussfähige Masse vorliegen.
19. Werkstücks aus einem Verbundmaterial, bestehend aus Ver-
stärkungspartikeln, die in ein Gussmaterial eingebettet
sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Werkstück nach einem Verfahren gemäß zumindest
einem der Ansprüche 1 bis 18 hergestellt ist.

Fig. 1

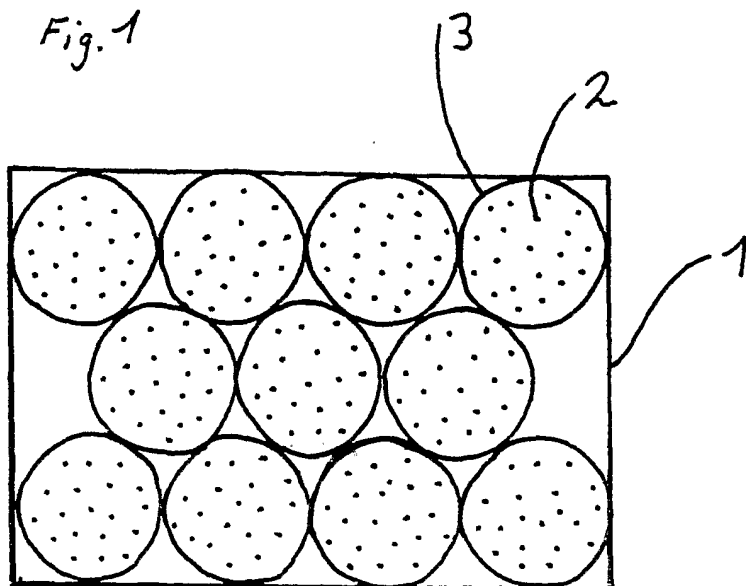
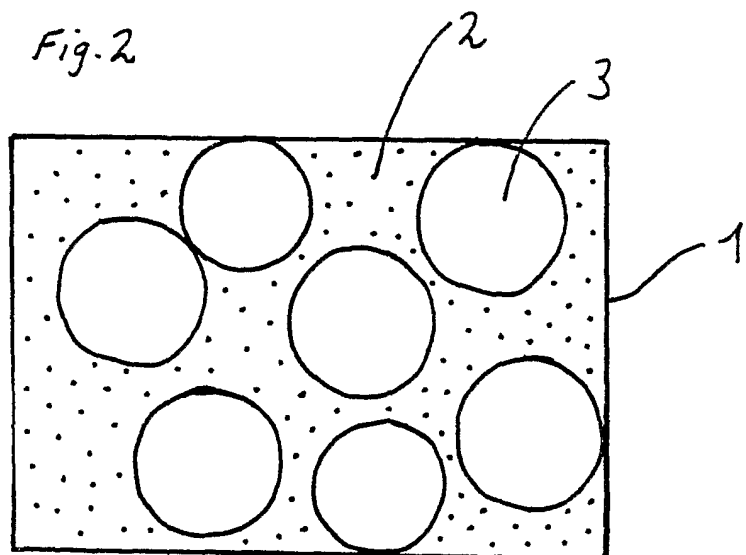


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In International Application No
 FC1/EP2004/004656

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B22D19/02 B22D25/00 B22D19/14

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)

IPC 7 B22D

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 101 13 590 A (DRM DRUCKGUS GMBH) 2 October 2002 (2002-10-02) cited in the application column 2, lines 29-31,47-52; figures 1,2 column 3, lines 12-44 column 4, lines 3-17 -----	1-19
X	US 5 052 464 A (NATORI TATSUO) 1 October 1991 (1991-10-01) column 4, line 38 - column 5, line 10; figures 4a-c -----	1,6,8,9, 16,19



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in 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.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 July 2004

Date of mailing of the international search report

23/07/2004

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

Rolle, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

In: tional Application No

PCT/EP2004/004656

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10113590	A	02-10-2002	DE 10113590 A1	02-10-2002
US 5052464	A	01-10-1991	JP 1287242 A	17-11-1989
			GB 2219537 A , B	13-12-1989

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In ionales Aktenzeichen
EP2004/004656

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B22D19/02 B22D25/00 B22D19/14

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B22D

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 13 590 A (DRM DRUCKGUS GMBH) 2. Oktober 2002 (2002-10-02) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeilen 29-31,47-52; Abbildungen 1,2 Spalte 3, Zeilen 12-44 Spalte 4, Zeilen 3-17	1-19
X	US 5 052 464 A (NATORI TATSUO) 1. Oktober 1991 (1991-10-01) Spalte 4, Zeile 38 - Spalte 5, Zeile 10; Abbildungen 4a-c	1,6,8,9, 16,19



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, 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 nicht als 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Juli 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

23/07/2004

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

Rolle, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/004656

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10113590	A	02-10-2002	DE	10113590 A1	02-10-2002
US 5052464	A	01-10-1991	JP	1287242 A	17-11-1989
			GB	2219537 A ,B	13-12-1989