



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 135 226 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.03.2003 Patentblatt 2003/10

(21) Anmeldenummer: **99964403.2**

(22) Anmeldetag: **03.12.1999**

(51) Int Cl.7: **B22D 19/02**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE99/03886

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/032335 (08.06.2000 Gazette 2000/23)

(54) **VERBUNDGUSSTEIL UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG**

COMPOSITE CASTING AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

PIECE MOULEE COMPOSITE ET SON PROCEDE DE FABRICATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **03.12.1998 DE 19855841**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.09.2001 Patentblatt 2001/39

(73) Patentinhaber: **Otto Junker GmbH
52152 Simmerath (DE)**

(72) Erfinder:
• **GÜNTNER, Andreas**
D-71635 Ludwigsburg (DE)
• **SCHÄDLICH-STUBENRAUCH, Jürgen**
NL-6291 CN Vaals (NL)
• **SCHREINER, Jens**
D-52074 Aachen (DE)

(74) Vertreter: **Naeven, Ralf, Dr.**
Patentanwälte König & Kollegen
Kackertstrasse 10
52072 Aachen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 419 684 DE-A- 2 843 316
DE-A- 3 418 405 DE-A- 4 112 000
DE-A- 19 728 358 DE-C- 3 917 033

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 380 (M-1639), 18. Juli 1994 (1994-07-18) & JP 06 106329 A (MAZDA MOTOR CORP), 19. April 1994 (1994-04-19)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 267 (C-310), 24. Oktober 1985 (1985-10-24) & JP 60 114531 A (TOYOTA JIDOSHA KK), 21. Juni 1985 (1985-06-21)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 321 (M-633), 20. Oktober 1987 (1987-10-20) & JP 62 104663 A (MAZDA MOTOR CORP), 15. Mai 1987 (1987-05-15)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 135 226 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verbundgußteil mit einer metallischen Matrix und mindestens einem in der Matrix befindlichen, rein metallischen, schmelzmetallurgisch hergestellten Einlegeteil, wobei das zumindest eine Einlegeteil zumindest zum Teil eine offene porige Schwammstruktur aufweist und die Poren des Einlegeteils im wesentlichen vollständig vom Material der Matrix ausgefüllt sind. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zur Herstellung eines Verbundgußteils der vorgenannten Art, bei dem das Material der Matrix durch Gießen in das Einlegeteil eingebracht wird.

[0002] Die Schwammstruktur des Einlegeteiles besteht im wesentlichen aus statistisch im Raume verteilten Stegen, die in Knotenpunkten zusammenlaufen. Insbesondere die im Verhältnis zum Volumen sehr große Oberfläche des Einlegeteils sowie der gute Wärmeübergang zwischen dem Einlegeteil und dem verflüssigten Matrixmaterial beim Umgießen des Einlegeteils ermöglichen eine intensive stoffliche Verbindung zwischen Einlegeteil und Matrix. Doch auch ohne stoffliche Verbindung kann im Falle des reinen Formschlusses aufgrund der Vielzahl der Stege und der geringen Porengröße eine stabile Verankerung des Einlegeteils in der Matrix gewährleistet werden. Der Einsatz der porösen Schwammstrukturen ermöglicht insbesondere die Verwendung hochfester Metallegierungen als Material für das Einlegeteil. Die Einlegeteile können in nahezu beliebigen Formen hergestellt werden und beschränken daher kaum die möglichen Formen der Verbundgußteile. Mit dem Einlegeteil sollen die Eigenschaften des Verbundgußteils in gewünschter Weise beeinflusst werden. Die statistische Verteilung der Stege des Einlegeteils im Raum bewirkt, dass der Einfluß des Einlegeteils unabhängig von Raumrichtungen gestaltet werden kann, also beispielsweise eine isotrope Werkstoffverstärkung erreichbar ist. Die feinverzweigte offene porige Schwammstruktur trägt wesentlich dazu bei, dass das Matrixmaterial mit ihr eine innige Verbindung eingeht, ohne daß hierfür das Einlegeteil vorgeheizt oder beschichtet werden müsste. Dieses Verhalten ist auch bei dünnwandigen zu verstärkenden Verbundgußteilen gewährleistet. Der Volumenanteil des Einlegeteils am Verbundgußteil kann von 3% bis zu 95% betragen. Das Verbundgußteil kann vorteilhaft für die Herstellung von Roststäben, Schredderhämmern, Mahlplatten, Gleitbuchsen, Lagerschalen, Maschinenführungen und dergleichen verwendet werden.

[0003] Ein Verbundgußteil der vorgenannten Art sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung ist aus der DE 34 18 405 A1 bekannt, wobei dort das Matrixmaterial aus einer Aluminiumlegierung besteht. Zur Herstellung wird das geschmolzene Matrixmaterial bei einem Druck von mindestens 392 bar eingebracht und 1 bis 10 Stunden auf eine Temperatur von etwa 450 bis 550 °C gehalten. Dabei soll sich eine Schicht aus einer intermetallischen Verbindung aus Aluminium und dem Metall

des porösen Metallteils an der Grenze zwischen Einlegeteil und Matrix bilden. Des Weiteren ist aus der JP 06 106 329 (Patent Abstracts of Japan Vol 018, No. 380) ein Verbundgußteil der eingangs genannten Art sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung bekannt, bei dem ebenfalls das Matrixmaterial unter hohem Druck in die Zellen des porösen Einlegeteils gegossen werden.

[0004] Der im Folgenden dargestellte Stand der Technik umfasst Einlegeteile, die keine offene porige Schwammstruktur aufweisen.

[0005] Ein Verbundgußteil mit metallischer Matrix und mindestens einem in der Matrix befindlichen, rein metallischen, schmelzmetallurgisch hergestellten Einlegeteil ist aus der EP 0 419 684 A1 bekannt. Darin ist ein als Friktionselement einer Reibpaarung vorgesehenes Gußteil offenbart, bei dem das Einlegeteil ein dreidimensionales Gerüst aus verschleißfestem Werkstoff ist, welches mindestens in der Zone der Reibfläche angeordnet ist. Die Reibfläche weist ein regelmäßiges Mikrorelief auf, welches durch die Matrix und das über deren Oberfläche ragende Stirnende des Gerüsts gebildet ist. Gemäß diesem Stand der Technik kann das Gerüst unter anderem in Form einer Zellenstruktur oder eines gewellten Bandes ausgebildet werden. Es ist offenbart, diese Strukturen durch Formung massiver Metallbänder herzustellen. Insbesondere bei der Zellenstruktur ist diese Vorgehensweise, insbesondere im Falle von Zellengrößen in der Größenordnung von einigen Millimetern, sehr aufwendig. Spröde und hochfeste Metalle bzw. Metallegierungen sind hierfür erst gar nicht geeignet.

[0006] Aus der DE 23 657 47 A1 sind Verbundgußteile bekannt, deren verschleißbeanspruchte Zonen durch Hartstoffteilchen gepanzert sind. Zur Herstellung dieser Verbundgußteile ist es offenbart, die Hartstoffteilchen in der Gußform nahe der verschleißbeanspruchten Oberfläche des Gußstückes mit Abstand voneinander unverschiebbar zu befestigen und mit dem Matrixwerkstoff zu umgießen. Zur Anordnung der Hartstoffteilchen ist ein winkelförmiger Träger aus Lochblech vorgesehen, auf dem die Hartstoffteilchen befestigt sind. Um Hartstoffteilchen anordnen zu können, ist es des weiteren bekannt, eine diese Teilchen enthaltende Schicht auf Teile der Formoberfläche aufzutragen (DE 35 23 412 A1) oder mit einem Bindemittel zu vermischen und Konturen des Formhohlraumes damit zu bestreichen (DE 35 15 164 A1). Bei dem vorgenannten Stand der Technik unter Verwendung von Hartstoffteilchen ist es insbesondere nachteilig, dass mit vernünftigen Aufwand nur geringe und/oder ungleichmäßige Schichtdicken erreicht werden können. Zudem wird meist nur eine formschlüssige und keine stoffschlüssige Verbindung erzielt.

[0007] Es sind des weiteren Verbundgußteile bekannt (DE 41 12 000 A1 und DE 42 14 522 A1), zu deren Herstellung aus Hartstoff- oder Hartmetallteilchen bestehende Bausteine paketartig zusammengesetzt, in der Gießform arretiert und anschließend mit verflüssigten Basiswerkstoffen umgossen werden. Aus der DE 41 07

416 A1 ist ein Verbundgußteil bekannt, bei dem ein oder mehrere mit Hartstoffen und/oder Metallteilchen bewehrte Trägerkerne vorgesehen sind. Die Hartstoff- bzw. Hartmetallteilchen sind dabei durch ein Bindemittel untereinander und mit dem Trägerkern verbunden. Zur Herstellung des Verbundgußteiles, bei dem die Trägerkerne in die Gießform eingesetzt werden, sind thermisch beständige Kleber oder Bindemittel erforderlich.

[0008] Des weiteren sind Verbundgußteile bekannt (DE 42 11 199 A1), bei denen das Einlegeteil aus zwischen perforierten Blechen eingeschlossenen Hartmetallkugeln oder Hartstoffteilchen besteht. Aus solchen Blechen kann auch durch Setzen von Schweißpunkten eine sogenannte Legierbox, die Hartstoffteilchen enthält, als Einlegeteil hergestellt und umgossen werden. Der Stand der Technik unter Verwendung von Bausteinen, Trägerkernen und perforierten Blechen hat insbesondere den Nachteil, daß die Kontur des Verbundgußteiles nicht oder nur aufwendig beliebig dargestellt werden kann und die Einlegeteile aus mehreren Einzelteilen aufgebaut und miteinander verbunden werden müssen.

[0009] Aus der DE 39 17 033 C1 sind poröse, offene porige metallische Schwammstrukturen bekannt. Es wird offenbart, diese Strukturen zur Herstellung eines Implantates als Knochenersatz oder auch innerhalb von Filtern einzusetzen. Eine solche Struktur ist des weiteren aus der DE 28 43 316 A1 bekannt, in der es offenbart ist, diese für Wärmetauscher, Mischer oder Separatoren für Flüssigkeiten und/oder Gase, Schallabsorptions- oder Isoliermaterial, Dämpfermaterial, Katalysatoren, Flammenlöschmaterialien, Dochtmaterialien für Wärmerohre, Verzierungsmaterialien etc. zu verwenden. Der Einsatz derartiger Strukturen innerhalb von Verbundgußteilen ist aus den vorgenannten Druckschriften weder bekannt noch nahegelegt.

[0010] Des weiteren sind Verbundkörper mit metallischer Matrix und einem schwammstrukturierten Einlegeteil aus Keramik bekannt (DE 197 28 358 A1). Diese haben insbesondere den Nachteil, daß in der Regel die Ausdehnungskoeffizienten der miteinander verbundenen Materialien sehr unterschiedlich sind, was zu Problemen hinsichtlich der Stabilität der Verbundkörper führen kann. Außerdem ist die stoffliche Verbindung zwischen Einlegeteil und Matrixmaterial nicht gegeben.

[0011] Ferner sind Metallschäume bekannt (J. Banhart et al.; Aluminium 1994 3/4; S. 209), die aus einer Mischung eines Metallpulvers mit einem Treibmittel hergestellt werden. Die gepreßte und in eine gewünschte Form gebrachte Mischung wird hierfür auf eine Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes des Metalls gebracht. Dabei setzt das Treibmittel ein Gas frei, wodurch die Schaumstruktur des Materials entsteht. Die Schaumstruktur kennzeichnet sich im Gegensatz zur Schwammstruktur durch geschlossenen Poren. Die innerhalb des Schaumkörpers befindlichen Poren können somit nicht zur Bildung eines Materialverbundes durch ein anderes Material gefüllt werden.

[0012] Der beschriebene Stand der Technik weist den Nachteil auf, dass es zwischen dem Material der Matrix und dem Material des Einlegeteils zu Spannungen z.B. aufgrund unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten kommen kann, die sich nachteilig auf die Eigenschaften des Verbundkörpers auswirken oder diesen sogar schädigen können.

[0013] Die vorliegende Erfindung beruht auf der Aufgabe, ein Verbundgußteil der eingangs genannten Art bereitzustellen, bei dem Spannungen zwischen dem Material der Matrix und dem Material des mindestens einen Einlegeteils minimiert werden können, sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung aufzuführen.

[0014] Diese Aufgabe wird bei einem Verbundgußteil der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Übergänge zwischen dem Material des zumindest einen Einlegeteils und dem Material der Matrix im Wesentlichen stetig gradiert sind.

[0015] Diverse Kombinationen von Metallen oder Metalllegierungen erlauben einen im wesentlichen stetigen Übergang vom Matrixmaterial zum Material des Einlegeteils, d.h. von einem Steg des Einlegeteils ausgehend schließt sich zunächst eine Legierung von Einlegeteilmaterial und Matrixmaterial an, bei der mit zunehmender Entfernung zum Steg die Konzentration des Matrixmaterials steigt, bis letzteres in weitgehend reiner Form vorliegt. Dies kann sich bei geeigneter Temperatur und Menge des einzugießenden Materials bereits allein durch den Eingießvorgang ergeben. Alternativ könnte eine Gradierung der Übergänge zum Beispiel durch ein kurzzeitiges Aufschmelzen der Einlegeteiloberfläche beim Eingießen des Matrixmaterials erreicht werden. Die Stärke des gradierten Übergangs kann über ein Temperieren des Einlegeteils und/oder eine Steuerung der Abkühlung des frisch gegossenen Verbundgußteils beeinflußt werden. Ein gradiert Matrixübergang gewährleistet zusammen mit gegebenenfalls geringen Porengrößen von wenigen Millimetern oder kleiner, dass Spannungen zum Beispiel aufgrund unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten minimiert werden.

[0016] Das erfindungsgemäße Verbundgußteil kann auch so ausgebildet sein, dass die Schmelztemperatur des Matrixmaterials die Schmelztemperatur des Materials des zumindest einen Einlegeteils übersteigt. Es ist ein überraschender Effekt, daß selbst bei einem Anteil des Matrixmaterials bis 95Vol% im Bereich der Schwammstruktur und bei Schmelztemperaturunterschieden bis 200°C das Einlegeteil nicht beim Umgießen mit dem Matrixmaterial aufgeschmolzen wird. Möglicherweise bilden sich beim Umgießen des Einlegeteils aufgrund der hohen Temperaturunterschiede durch Abschreckung schützende Schalen aus dem Matrixmaterial um die Stege herum. Jedenfalls zeigen mikroskopische Schliffanalysen den Bestand der Stege im fertigen Verbundgußteil auch bei den oben erwähnten Material- und Mengenkombinationen.

[0017] Das erfindungsgemäße Verbundgußteil kann auch so ausgebildet sein, daß das zumindest eine Ein-

legeteil zumindest in Teilbereichen die Oberfläche des Verbundgußteils durchsetzt. Dies kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn vornehmlich die Oberfläche des Verbundgußteils einer erhöhten Beanspruchung ausgesetzt ist.

[0018] Weiterhin kann das erfindungsgemäße Verbundgußteil so ausgebildet sein, daß das zumindest eine Einlegeteil zumindest in Teilbereichen oberflächennah angeordnet ist, wobei die darüberliegende Oberfläche allein vom Material der Matrix gebildet ist. Durch die Abdeckung mittels des Matrixmaterials kann das Material des Einlegeteils beispielsweise gegen schädliche Einflüsse der Umgebung, zum Beispiel Korrosion, geschützt werden. Es kann sinnvoll sein, durch das Einlegeteil allein die oberflächennahen Bereiche in ihren Eigenschaften zu beeinflussen, zum Beispiel die Steifigkeit des Materials zu erhöhen, wenn an der Oberfläche selbst die Eigenschaften des Matrixmaterials benötigt werden.

[0019] Es kann auch vorteilhaft sein, das erfindungsgemäße Verbundgußteil so auszubilden, daß das zumindest eine Einlegeteil aus einem verschleißfesten Metall oder einer verschleißfesten Metallegierung und die Matrix aus einer gegenüber dem zumindest einen Einlegeteil duktilen Metall oder einer duktilen Metallegierung besteht. Auf diese Weise kann erreicht werden, daß das Verbundgußteil zum einen noch eine gewisse Duktilität aufweist, zum anderen aber die Strukturen des Einlegeteils eine hohe Verschleißfestigkeit der Verbundgußteiloberfläche, zum Beispiel bei abrasiver Beanspruchung oder beim Einsatz unter hohen Temperaturen oder starken Temperaturwechseln, gewährleistet.

[0020] Je nach Bedarf können auch nahezu beliebige andere Eigenschaftskombinationen ausgewählt werden, zum Beispiel ein Einlegeteil aus einem weichen Metall, wie beispielsweise Nickel oder Kupfer, und die Matrix aus einem harten Material, zum Beispiel verschleißbeständigem Stahl. Ein Einlegeteil aus einem harten Metall, zum Beispiel Stellite, kann auch mit einer harten Matrix, zum Beispiel aus verschleißbeständigem oder hitzebeständigem Stahl, kombiniert werden. Die Wahl artverwandter Materialien für das Einlegeteil und die Matrix kann für das Umgießen der Schwammstruktur sehr vorteilhaft sein.

[0021] Das erfindungsgemäße Verbundgußteil kann vorteilhaft auch so ausgebildet sein, daß das zumindest eine Einlegeteil allein in bestimmten Bereichen des Verbundgußteils positioniert ist. Der Materialverbund kann sich allein auf besonders beanspruchte Bereiche des Verbundgußteils beschränken, zum Beispiel auf einen Bereich mit einer Reibfläche. Hierdurch können Kosten- und Verfahrensaufwand reduziert werden.

[0022] Weiterhin kann das erfindungsgemäße Verbundgußteil auch so ausgebildet sein, daß das Einlegeteil zum Teil massiv ist.

[0023] Das erfindungsgemäße Verbundgußteil kann schließlich auch so ausgebildet sein, daß mindestens

ein von einem Teilbereich des Einlegeteils gebildeter Bereich erhöhter Verschleißbeständigkeit vorgesehen ist, in dem im Einlegeteil die Porengröße im Durchschnitt kleiner und/oder die Stegdicke im Durchschnitt größer ist als im übrigen Teilbereich des Einlegeteils. Durch die räumliche Variation der Porengröße und/oder der Stegdicke können lokale Unterschiede in der Beanspruchung des Verbundgußteils berücksichtigt werden. Die Porengröße und/oder die Stegdicke kann dabei gradientenartig variieren.

[0024] Hinsichtlich des Verfahrens zur Herstellung wird die erfindungsgemäße Aufgabe beim Verfahren der eingangs genannten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 10 gelöst. Für das Gießen des Materials der Matrix in das Einlegeteil können z.B. die an sich bekannten Feingieß-, Schwerkraftgieß-, Niederdruckgieß- und Druckgießverfahren genutzt werden.

[0025] Eine vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist durch Anspruch 11 gegeben.

[0026] Im folgenden werden vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verbundgußteils sowie die Möglichkeit seiner Herstellung anhand von Figuren dargestellt.

[0027] Es zeigt schematisch

Fig. 1: ein Verbundgußteil im Schnitt sowie in Schrägaufsicht,

Fig. 2: ein Einlegeteil aus einem schwammstrukturierten und einem massiven Teil,

Fig. 3: die offenporige Schwammstruktur eines Einlegeteils,

Fig. 4: ein Verbundgußteil ähnlich zu Figur 1 mit einer gitterstrukturierten Oberfläche des Einlegeteils und

Fig. 5: ein Verbundgußteil ähnlich zu Figur 1 mit einer massiven Oberfläche des Einlegeteils.

[0028] Figur 1 zeigt ein Verbundgußteil 1, das teils im Schnitt, teils in der schrägen Aufsicht dargestellt ist. Dieses Verbundgußteil 1 enthält in einem begrenzten Bereich ein Einlegeteil 2, dessen Struktur die Oberfläche 3 des Verbundgußteiles 1 durchsetzt. Diese Oberfläche 3 ist im Einsatz des Verbundgußteiles 1 einer erhöhten Beanspruchung, zum Beispiel durch Reibung, ausgesetzt. Das Einlegeteil 2 besteht aus einem harten Kobaltstellite, der die Abrasivbeständigkeit der Oberfläche 3 erhöht. Die Matrix 4 des Verbundgußteiles 1 besteht aus einem Austenit, so daß das Verbundgußteil auch nach seiner Fertigung noch eine Duktilität aufweist, die für gegebenenfalls erforderliche Umformungen hinreichend ist.

[0029] Figur 2 zeigt ein Einlegeteil 2, das aus einem

massiven Teil 5 und aus einem schwammstrukturierten Teil 6 zusammengesetzt ist.

[0030] Figur 3 zeigt den Aufbau der offenporigen Schwammstruktur des metallischen Einlegeteils 2. Eine Vielzahl im Raume statistisch verteilter Stege 7 treffen sich in Knotenpunkten 8. Die Offenporigkeit der Struktur gewährleistet, daß eingegossenes Metall das Einlege teil 2 gut durchdringen kann. Bei gradierten Übergängen zwischen dem Einlege teil 2 und dem Material der Matrix 4 (Fig. 1) erfolgt eine wechselseitige Legierung.

[0031] Die Figur 4 zeigt ausschnittsweise ein Verbundgußteil 9 mit einem Einlege teil 10, bei dem eine Oberfläche 11 eine regelmäßige Gitterstruktur aufweist. Diese Oberfläche 11 bildet gleichzeitig einen Teilbereich der Oberfläche 12 des Verbundgußteiles 9. Der übrige Teil des Einlege teils weist die bereits oben beschriebene offenporige Schwammstruktur auf.

[0032] Figur 5 zeigt ein Verbundgußteil 13, in dem ein zu Figur 4 in entsprechender Weise positioniertes Einlege teil 14 angeordnet ist. Dieses Einlege teil 14 weist jedoch anstatt der gitterstrukturierten Oberfläche 11 (Figur 4) eine massive Oberfläche 15 aus dem Material des Einlege teils 14 auf.

[0033] Einlege teile mit metallischer, offenporiger Schwammstruktur können ohne weiteres auch für hochtemperaturfeste Materialien, wie Kobaltstelit, hergestellt werden. Als Ausgangsmaterial dient dabei ein Polyurethan-Schaum mit gesprengten Zellmembranen, das heißt mit einer offenporigen Schwammstruktur. Dieser Schaum kann bei Bedarf durch Wachs oder einen zweikomponentigen Kunstharz aufgedickt werden. Das Modell aus Polyurethan wird mit einem keramischen Formstoff, zum Beispiel einem silikatgebundenen keramischen Schlicker, oder fertigen Formmassen auf Phosphatbasis, umgeben. Nach dem Abbinden des Formstoffes wird der Polyurethan-Schaum ausgebrannt und anschließend durch Brennen der Keramikform die nötige Festigkeit verliehen. Die Keramikform kann dann mit dem metallischen Hochtemperaturwerkstoff abgegossen werden. Hierfür können Differenzdruck- oder Schleudergußverfahren eingesetzt werden. Die Keramikform kann mechanisch durch Wasserstrahl, Sandstrahl oder Ultraschall entfernt oder durch chemischen Angriff beseitigt werden. Zur Herstellung des Verbundgußteiles wird die Schwammstruktur des Einlege teils mit dem Matrixmaterial umgossen. Zum Gießen können insbesondere Feingieß-, Schwerkraft-, Niederdruck- und Druckgießverfahren genutzt werden.

Bezugszeichenliste

[0034]

1. Verbundgußteil
2. Einlege teil
3. Oberfläche
4. Matrix

5. massiver Teil des Einlege teils
6. schwammstrukturierter Teil des Einlege teils
7. Steg
8. Knotenpunkt
9. Verbundgußteil
10. Einlege teil
11. Oberfläche des Einlege teils
12. Oberfläche des Verbundgußteils
13. Verbundgußteil
14. Einlege teil
15. Oberfläche des Einlege teils

Patentansprüche

1. Verbundgußteil mit einer metallischen Matrix (4) und mindestens einem in der Matrix (4) befindlichen, rein metallischen, schmelzmetallurgisch hergestellten Einlege teil (2,10,14), wobei das zumindest eine Einlege teil (2,10,14) zumindest zum Teil eine offenporige Schwammstruktur aufweist und die Poren des Einlege teils (2,10,14) im wesentlichen vollständig vom Material der Matrix (4) ausgefüllt sind, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Übergänge zwischen dem Material des zumindest einen Einlege teils (2,10,14) und dem Material der Matrix (4) im wesentlichen stetig gradiert sind.
2. Verbundgußteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schmelztemperatur des Matrixmaterials die Schmelztemperatur des Materials des zumindest einen Einlege teils (2,10,14) übersteigt.
3. Verbundgußteil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zumindest eine Einlege teil (2,10,14) zumindest in Teilbereichen die Oberfläche (12) des Verbundgußteils durchsetzt.
4. Verbundgußteil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zumindest eine Einlege teil (2,10,14) zumindest in Teilbereichen oberflächennah angeordnet ist, wobei die darüberliegende Oberfläche (3) allein vom Material der Matrix (4) gebildet ist.
5. Verbundgußteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zumindest eine Einlege teil (2,10,14) aus einem verschleißfesten Metall oder einer verschleißfesten Metallegierung und die Matrix (4) aus einem gegenüber dem zumindest einen Einlege teil (2,10,14) duktilen Metall oder einer duktilen Metallegierung besteht.
6. Verbundgußteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Matrix (4) aus einem verschleißfesten Metall oder einer verschleißfesten Metallegierung und das zumindest ei-

ne Einlegeteil (2,10,14) aus einem gegenüber der Matrix (4) duktilen Metall oder einer duktilen Metalllegierung besteht.

7. Verbundgußteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zumindest eine Einlegeteil (2,10,14) allein in bestimmten Bereichen des Verbundgußteiles positioniert ist. 5
8. Verbundgußteil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Einlegeteil (2,10,14) zum Teil massiv ist. 10
9. Verbundgußteil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens ein von einem Teilbereich des Einlegeteils (2,10,14) gebildeter Bereich erhöhter Verschleißbeständigkeit vorgesehen ist, in dem im Einlegeteil (2,10,14) die Porengröße im Durchschnitt kleiner und/oder die Stegdicke im Durchschnitt größer ist als im übrigen Teilbereich des Einlegeteils (2,10,14). 15
10. Verfahren zur Herstellung eines Verbundgußteils gemäß den Ansprüchen 1 bis 9, bei dem das Material der Matrix (4) durch Gießen in das Einlegeteil (2,10,14) eingebracht wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gießtemperatur des Matrixmaterials derart gewählt wird, daß ohne weitere Maßnahmen die Übergänge zwischen dem Material des zumindest einen Einlegeteils (2,10,14) und dem Material der Matrix (4) weitgehend stetig gradiert ausgebildet werden. 20
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gießtemperatur des Matrixmaterials die Schmelztemperatur des Materials des zumindest einen Einlegeteils (2,10,14) übersteigt. 25

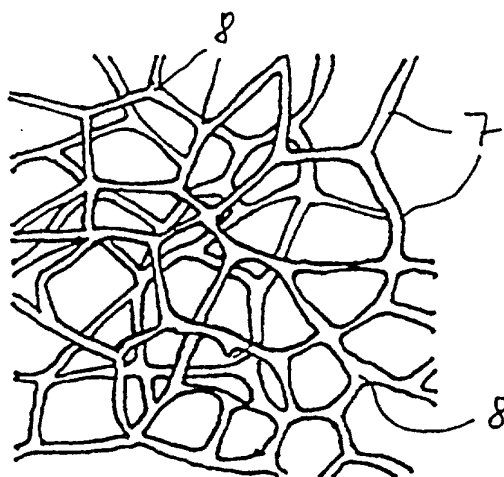
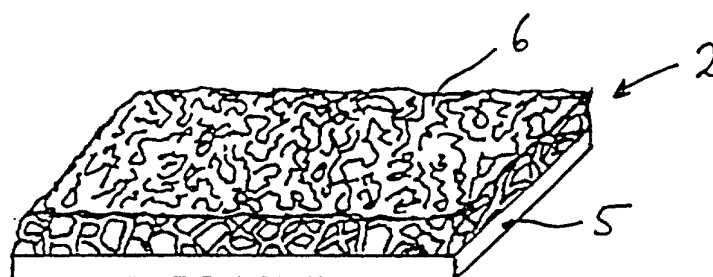
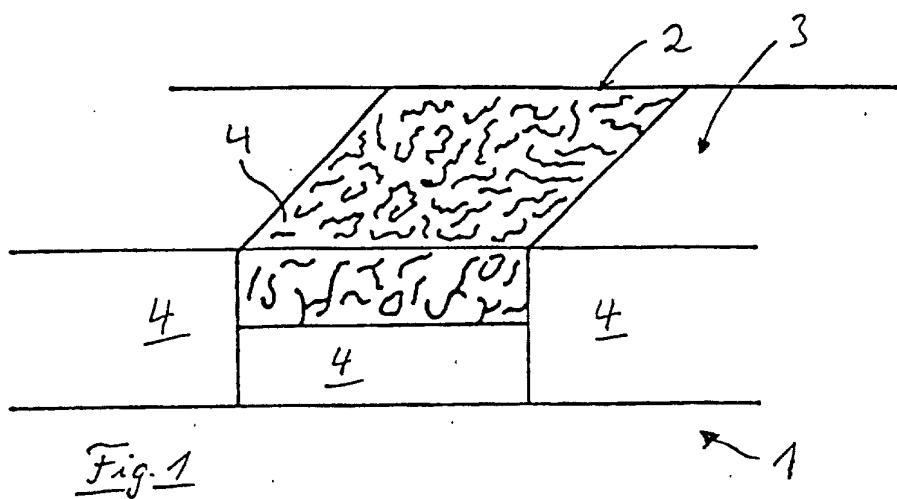
Claims 40

1. Composite casting having a metallic matrix (4) and at least one purely metallic insert part (2, 10, 14) which is located in the matrix (4) and is produced by melting metallurgy, the at least one insert part (2, 10, 14) at least in part having an open-pore sponge structure, and the pores of the insert part (2, 10, 14) being substantially completely filled by the material of the matrix (4), **characterized in that** the transitions between the material of the at least one insert part (2, 10, 14) and the material of the matrix (4) are substantially continuously graduated. 45
2. Composite casting according to Claim 1, **characterized in that** the melting point of the matrix material exceeds the melting point of the material of the at least one insert part (2, 10, 14). 50

3. Composite casting according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the at least one insert part (2, 10, 14), at least in partial regions, penetrates through the surface (12) of the composite casting.
4. Composite casting according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the at least one insert part (2, 10, 14), at least in partial regions, is arranged close to the surface, the surface (3) above it being formed only by the material of the matrix (4).
5. Composite casting according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the at least one insert part (2, 10, 14) consists of a wear-resistant metal or a wear-resistant metal alloy, and the matrix (4) consists of a metal which is ductile with respect to the at least one insert part (2, 10, 14) or of a ductile metal alloy.
6. Composite casting according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the matrix (4) consists of a wear-resistant metal or a wear-resistant metal alloy, and the at least one insert part (2, 10, 14) consists of a metal which is ductile with respect to the matrix (4) or of a ductile metal alloy.
7. Composite casting according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the at least one insert part (2, 10, 14) is positioned only in certain regions of the composite casting.
8. Composite casting according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the insert part (2, 10, 14) is partly solid.
9. Composite casting according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** at least one region of increased wear resistance, formed by a partial region of the insert part (2, 10, 14), is provided, in which region the pore size in the insert part (2, 10, 14) is on average smaller and/or the web thickness in the insert part is on average greater than in the remaining partial region of the insert part (2, 10, 14).
10. Process for producing a composite casting according to Claims 1 to 9, in which the material of the matrix (4) is introduced into the insert part (2, 10, 14) by casting, **characterized in that** the casting temperature of the matrix material is selected to be such that, without further measures, the transitions between the material of the at least one insert part (2, 10, 14) and the material of the matrix (4) are formed to be substantially continuously graduated.
11. Process according to Claim 10, **characterized in that** the casting temperature of the matrix material exceeds the melting point of the material of the at least one insert part (2, 10, 14). 55

Revendications

1. Pièce moulée composite avec une matrice métallique (4) et au moins une pièce insérée purement métallique (2, 10, 14), fabriquée par la métallurgie de fusion, se trouvant dans la matrice (4), dans laquelle la au moins une pièce insérée (2, 10, 14) présente au moins en partie une structure d'éponge à cellules ouvertes et les pores de la pièce insérée (2, 10, 14) sont remplis sensiblement entièrement de la matière de la matrice (4), **caractérisée en ce que** les transitions entre la matière de la au moins une pièce insérée (2, 10, 14) et la matière de la matrice (4) sont étagées de façon sensiblement continue. 5
2. Pièce moulée composite suivant la revendication 1, **caractérisée en ce que** la température de fusion de la matière de la matrice dépasse la température de fusion de la matière de la au moins une pièce insérée (2, 10, 14). 10
3. Pièce moulée composite suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la au moins une pièce insérée (2, 10, 14) perce la surface (12) de la pièce moulée composite au moins dans des régions partielles. 15
4. Pièce moulée composite suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la au moins une pièce insérée (2, 10, 14) est disposée à proximité de la surface, au moins dans des régions partielles, la surface de recouvrement (3) étant formée uniquement par la matière de la matrice (4). 20
5. Pièce moulée composite suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la au moins une pièce insérée (2, 10, 14) se compose d'un métal résistant à l'usure ou d'un alliage métallique résistant à l'usure et la matrice (4) se compose d'un métal ductile ou d'un alliage métallique ductile par rapport à la au moins une pièce insérée (2, 10, 14). 25
6. Pièce moulée composite suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la matrice (4) se compose d'un métal résistant à l'usure ou d'un alliage métallique résistant à l'usure et la au moins une pièce insérée (2, 10, 14) se compose d'un métal ductile ou d'un alliage métallique ductile par rapport à la matrice (4). 30
7. Pièce moulée composite suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la au moins une pièce insérée (2, 10, 14) est positionnée uniquement dans des régions déterminées de la pièce moulée composite. 35
8. Pièce moulée composite suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** la pièce insérée (2, 10, 14) est en partie massive. 40
9. Pièce moulée composite suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce qu'il** est prévu au moins une région avec une résistance à l'usure accrue, formée par une région partielle de la pièce insérée (2, 10, 14), dans laquelle la taille des pores est en moyenne plus petite et/ou l'épaisseur des barrettes est en moyenne plus grande, dans la pièce insérée (2, 10, 14), que dans la région partielle restante de la pièce insérée (2, 10, 14). 45
10. Procédé pour la fabrication d'une pièce moulée composite suivant les revendications 1 à 9, dans lequel la matière de la matrice (4) est introduite par coulée dans la pièce insérée (2, 10, 14), **caractérisé en ce que** la température de coulée de la matière de la matrice est choisie de telle manière que les transitions entre la matière de la au moins une pièce insérée (2, 10, 14) et la matière de la matrice (4) se fassent d'une façon sensiblement continue, sans autres mesures. 50
11. Procédé suivant la revendication 10, **caractérisé en ce que** la température de coulée de la matière de la matrice dépasse la température de fusion de la matière de la au moins une pièce insérée (2, 10, 14). 55



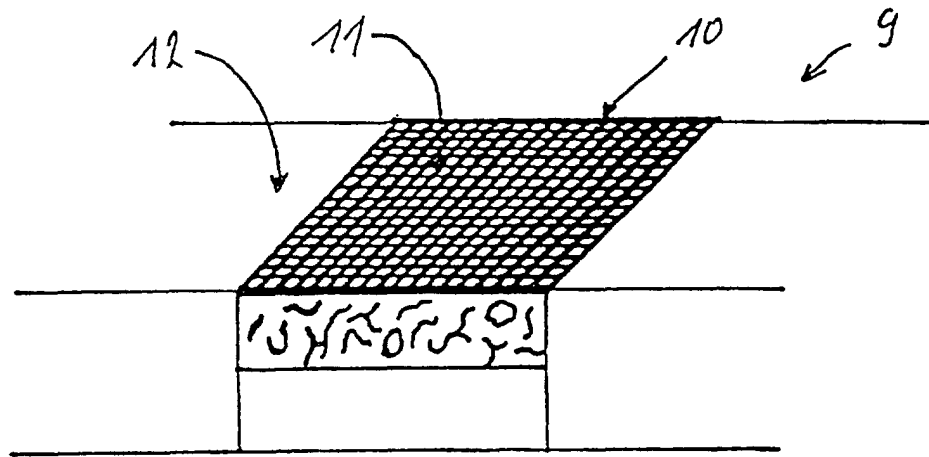


Fig. 4

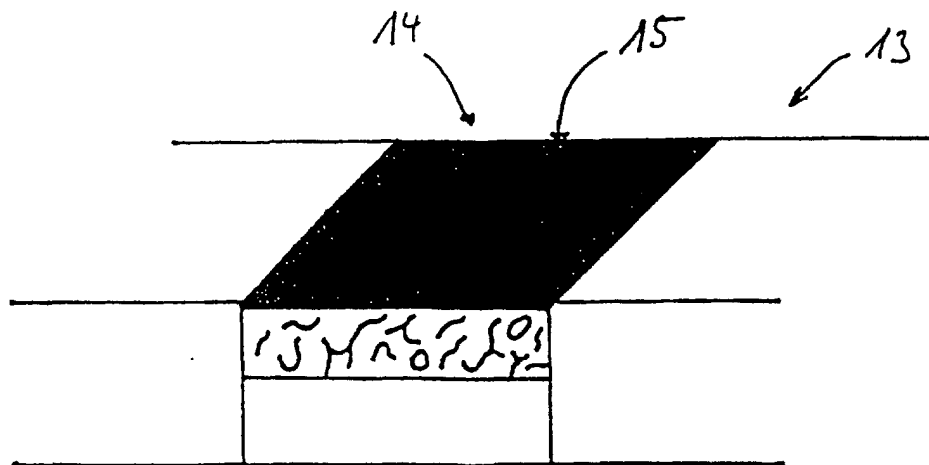


Fig. 5