

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 849 018 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
06.03.2002 Patentblatt 2002/10

(51) Int Cl.7: **B22D 19/14**

(21) Anmeldenummer: **97120986.1**

(22) Anmeldetag: **28.11.1997**

(54) **Werkstück aus einem Leichtbau-Werkstoff und Verfahren zur Herstellung des Werkstückes**

Workpiece of a lightweight material and method of production

Pièce en matériau léger et son procédé de fabrication

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(30) Priorität: **19.12.1996 DE 19653149**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.06.1998 Patentblatt 1998/26

(73) Patentinhaber:
• **Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**
80788 München (DE)
• **TechnUm Institut Dr. Niedner für Technologie**
und Umwelt GmbH
83707 Bad Wiese (DE)

(72) Erfinder:
• **Eigenfeld, Klaus Dr.**
09599 Freiberg/Sachsen (DE)
• **Hoffmann, Dietmar**
81475 München (DE)

• **Niedner, Peter Dr.**
83707 Bad Wiese (DE)

• **Franke, Matthias**
01468 Reichenberg/Dresden (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

DE-A- 1 571 388 DE-A- 4 340 347

DE-A- 4 410 242 DE-U- 29 506 090

US-A- 3 810 773 US-A- 4 947 924

US-A- 5 329 983 US-A- 5 524 699

• **CHEMICAL ABSTRACTS**, vol. 119, no. 6,
9.August 1993 Columbus, Ohio, US; abstract no.
54657p, H. SHIMADA: "High-strength
lightweight porous ceramics for furnace and
sheath materials and their manufacture" Seite
342; XP000405025 & JP 05 058 760 A (KOKAI
TOKKYO KOHO) 5.September 1991
• **Fundamentals of Metal-Matrix Composites**; S.
17,18, Butterworth-Heinemann, 1993

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 0 849 018 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 auf ein Werkstück aus einem Leichtbau-Werkstoff sowie auf ein Herstellverfahren.

[0002] Ein beispielsweise aus der DE-C 195 01 508 bekanntes Leichtbau-Werkstück ist ein aus einem Aluminiumdruckguß gefertigtes Bauteil, das ein Hohlraumprofil aufweist, wobei in dessen Hohlraum ein Kern aus Aluminiumschaum bleibend angeordnet ist. Dieser das Bauteil aussteifende Aluminiumschaum-Kern ist gebildet aus einer Mischung von Aluminiumpulver mit einem Treibmittel, das bei entsprechender Temperatur ein Gas freigibt zur Aufschäumung des Aluminiumpulvers. Gleichzeitig werden Aluminiumkörner zusammengebacken, so daß eine schaumige Masse zunächst die Kontur der jeweiligen Kernform ausfüllt. Diese Schaummasse von geschlossener Porosität weist eine Dichtung von etwa 0,6 - 0,7 Gramm pro ccm auf.

[0003] Aus der gattungsbildenden DE-A 38 16 517 ist ferner ein Leichtmaterial bekannt, dessen ein Werkstück bildender Körper von beliebigem Werkstoff in seinem Inneren relativ dicht gepackt angeordnete Hohlkugeln aufweist. Diese beispielsweise gemäß dem in Spalte 1 der DE-A 43 30 347 beschriebenen Verfahren hergestellten Hohlkugeln sind für die Ausbildung eines hoch druckfesten Leichtbau-Werkstückes zur Aufnahme der Druckbelastungen aus teurem, hochwertigem Material zu fertigen, wie Nickel, Molybdän, Wolfram oder Kupfer oder aus hochwertiger Keramik.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für ein Leichtbau-Werkstück von hoher Festigkeit ein in der Herstellung kostengünstiges schüttfähiges Füll-Material für eine leichtgewichtige Ausbildung aufzuzeigen, was mit dem Patentanspruch 1 gelöst ist.

[0005] Der Vorteil der Erfindung liegt in der Verwendung von schüttfähigen Füll-Körpern aus einem Mineralschaum, wobei diese durch den strukturellen Aufbau bedingt hoch druckfesten Schaumkörper je nach verwendetem Material einerseits und ihrer endgültigen Größe bei geringer Ausgangsmasse andererseits die Möglichkeit einer gewünscht geringen Dichte eröffnen für ein Werkstück von geringem Gewicht und hoher Festigkeit bei günstigen Herstellkosten.

[0006] Der in der nicht vorveröffentlichten DE-P 195 45 187 näher beschriebene silikatische Mineralschaum ermöglicht die Ausbildung von Schaumkörpern, deren offene bis geschlossene Oberfläche jeweils einer Schale zugehörig ist, die mit einem größerporigen Innen-Kern nach Art eines Integralschaumes in Verbindung steht. Mit dem zweiteiligen Aufbau jedes Schaumkörpers ergibt sich einerseits mit dem größerporigen Innen-Kern in vorteilhafter Weise eine Gewichts- bzw. Dichtereduzierung, wobei die Schale mit ihrer insbesondere geschlossenen Oberfläche in vorteilhafter Weise der punktförmigen Einleitung großer Kräfte dient.

[0007] Die Druckfestigkeit der Schalen der Schaum-

körper kann ferner durch einen in der o.g. DE-P 19545 187 beschriebenen Verfahrensschritt durch Keramisieren weiter gesteigert werden.

[0008] Zur Ausbildung eines leichtgewichtigen Werkstückes sind die hochfesten Schaumkörper von geringer Dichte mittels Sintern und Tränkung mit einer Leichtmetall-Legierung aus Al oder Ms formbestimmend verbunden.

[0009] Für das Sintern sowie für das Metall-Tränken sind insbesondere als Kugeln/Körner gestaltete Schaumkörper besonders vorteilhaft mit jeweils einem Durchmesser von 0,5 mm bis 16 mm.

[0010] Ein erfindungsgemäß aus formbestimmend verbundenen Schaumkörpern gestaltetes Werkstück eröffnet in weiterer vorteilhafter Weise durch einen von Schaumkörpern ausgesparten Bereich die Anordnung einer Funktionseinrichtung wie einen Schraubbolzen, ein Gewindesackloch etc. in dem in der Aussparung nach der Tränkung verbliebenen Gießmetall. Dies hat den Vorteil einer vereinfachten Gestaltung des Werkstückes.

[0011] Für ein Werkstück mit mittels einer Leichtmetall-Legierung verbundenen Schaumkörper/Kugeln sind diese vorzugsweise aus einem silikatischen Mineralschaum gebildet, wobei die Rezepturgrenzen für den Innen-Kern eines Schaumkörpers 40 - 75 % SiO₂, 0 - 20 % Al₂O₃, 1 - 25 % CaO, 0 - 10 % Fe₂O₃, 0 - 26 % Alkali und 0 - 5 % Rest mit einem Schwermetall-Anteil bis zu 3 % betragen und die Rezepturgrenzen für die mit dem Innen-Kern integral verbundene Schale wie für den Innen-Kern mit Ausnahme eines unter 0,1 % eingestellten Schwermetall-Restes bestimmt sind. Mit diesem bevorzugten Mineralschaum ist ein Werkstück aus leichtmetallgetränkten Schaumkörpern mit einer Dichte von ca. 0,3 Gramm pro ccm erzielt.

[0012] Aufgrund eines preisgünstigen Ausgangsmaterials für den bevorzugten Mineralschaum ergibt sich eine kostengünstige Werkstückfertigung, die durch Sintern und/oder Metall-Tränken gemäß weiteren Verfahrensansprüchen auch komplexe Gestaltungen zuläßt und sich für Druckguß, Kokillenguß, Sandguß und sonstige Sonderverfahren, z.B. Pulvermetallurgie eignet. Mit einem in einem Gußteil beispielsweise verbleibenden, als erfindungsgemäßes Werkstück gestalteten Gießkern ergibt sich eine verbesserte Steifigkeit des Guß-Werkstückes bei geringem Gewicht, wobei der Gießkern in vorteilhafter Weise eine Schalldämpfung bewirkt. Schließlich wirkt der erfindungsgemäße Gießkern insbesondere in einem Leichtbau-Werkstück auch als energie- und schallabsorbierendes Element.

[0013] Die Erfindung ist anhand eines bevorzugten, in der Zeichnung schematisch im Querschnitt dargestellten Werkstückes beschrieben.

[0014] Ein aus einer Aluminium-Legierung gegossenes Werkstück 1 umfaßt einen Kernraum 2 mit einem nach dem Gießen im Kernraum 2 verbleibenden Kern 3.

[0015] Zur Erzielung eines Gießkernes 3 von geringer Dichte und damit eines Werkstückes 1 von geringem

Gewicht wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß aus einem Mineralschaum geringerer Masse gebildete Füll-Körper 4 von relativ großer Druckfestigkeit und von feinporiger bis grobporiger Struktur im Innern und mit offener oder geschlossener äußerer Oberfläche mittels einer formbestimmenden Bindung den Kern 3 bilden.

[0016] Vorzugsweise sind die durch einen Schäumvorgang mit jeweils einem vorbestimmt großen Volumen hergestellten, als Füll-Körper dienenden Schaumkörper 4 aus einem silikatischen Mineralschaum gebildet. Vorzugsweise findet ein silikatischer Mineralschaum gemäß der DE-P 195 45 187 Verwendung zur Ausbildung von Schaumkörpern 4, deren offene oder geschlossene Oberfläche jeweils einer Schale zugehörig ist, die mit einem gröberporigen Innen-Kern nach Art eines Integralschaumes in Verbindung steht. Durch diese Kombination wird bei geringer Dichte eine hohe Festigkeit, insbesondere Druckfestigkeit erzielt.

[0017] Diese Druckfestigkeit der Schalen der Schaumkörper 4 kann nach einem in der vorgenannten Patentanmeldung angegebenen Verfahren zusätzlich dadurch gesteigert werden, daß die Schalen keramisiert sind.

[0018] Zur Ausgestaltung des Gießkernes 3 oder des Werkstückes 1 sind die Schaumkörper 4 mittels Sintern und/oder einer Tränkung mit der Alu-Legierung in einer gesonderten Kern- oder Modellform formgebend bzw. formbestimmend gebunden, wobei sich aus Gründen der Festigkeit einerseits und der Handhabung andererseits die Gestaltung der Schaumkörper 4 als Kugeln 4 vorteilhaft erwiesen hat mit jeweils einem Durchmesser von 0,5 - 16 mm.

[0019] Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Gießkernes 3 ergibt sich ferner durch einen von Schaumkörpern 4 ausgesparten Bereich 5 zur Anordnung einer Funktionseinrichtung 6, wie einen Schraubbolzen oder ein Gewindesackloch 7 in dem in der Aussparung 5 nach der Metall-Tränkung verbliebenen Gießmetall. Weiter kann mit der Tränkung der Schaumkörper 4 durch die Alu-Legierung auch ein Kernlager 8 ausgebildet sein.

[0020] Für einen im Werkstück 1 verbleibenden Gießkern 3 sind die Schaumkörper 4 bzw. Kugeln 4 hinsichtlich der verwendeten Alu-Legierung vorzugsweise aus einem preisgünstigen silikatischen Mineralschaum gemäß der vorgenannten DE-P 195 45 187 gebildet, wobei die Rezepturgrenzen für den Innen-Kern einer Schaumkörper-Kugel 4 40 - 65 % SiO₂, 1 - 20 % Al₂O₃, 1 - 25 % CaO, 1 - 10 % Fe₂O₃, 5 - 14 % Alkali und 0 - 5 % Rest mit einem Schwermetall-Anteil bis 3 % betragen und die Rezepturgrenzen für die mit dem Innen-Kern integral verbundene Schale wie für den Innen-Kern mit Ausnahme eines unter 0,1 % eingestellten Schwermetall-Restes bestimmt sind. Mit der Wahl dieses Mineralschaumes ist ein Gießkern 3 von hoher Druckfestigkeit und reduziertem Gewicht mit einer Dichte von 0,3 Gramm pro ccm erreicht.

[0021] Für ein Werkstück 1 aus einer Magnesium-Legierung mit integrierten Schaumkörpern 4 aus einem si-

likatischen Mineralschaum sind bezüglich der Rezepturgrenzen andere Werte zu beachten, die in den im Anspruch 8 angegebenen Wertebereichen enthalten sind.

[0022] Um das Gewicht des Gießkernes 3 trotz Metall-Tränken gering zu halten, kann der Kern 3 gemäß einer Interpretation des Anspruches 6 aus Schaumkörper/Kugeln 4 von unterschiedlichen Durchmessern gewählt sein, wobei die nicht gezeigten Kugeln 4 kleineren Durchmessers in den Raumlücken zwischen den im Durchmesser großen Kugeln plaziert sind.

[0023] Die Herstellung des Gießkernes 3 für ein Werkstück 1 aus einer Alu-Legierung erfolgt z.B. in der Weise, daß Schaumkörper 4 aus einem auf die Alu-Legierung abgestellten Mineralschaum gemäß Anspruch 9 als Schüttung in eine vorbestimmte Form mit einer Materialtemperatur von 1100 - 700°C nach der Schäum-Prozeßstufe eingetragen und mit der Alu-Legierung getränkt werden, wobei der in der Form abkühlende Gießkern 3 eine Temperung erfährt.

[0024] Das vorbeschriebene Verfahren ist auch für andersartige Werkstücke geeignet, wobei die Werkstücke vollständig aus Mineralschaum-Körpern mit einem Leichtmetall als Bindemittel oder einem Kern aus Mineralschaum-Körpern und einem Leichtmetall als Bindemittel in Kombination mit einer äußeren Umschließung aus Leichtmetall oder ferner einem Kern aus Mineralschaum-Körpern und Leichtmetall als Bindemittel mit gezielt erzeugten Hohlräumen im Kern und einer äußeren Umschließung aus Leichtmetall hergestellt sind.

[0025] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann das Werkstück als eine wärmeisolierende und/oder schallabsorbierende Einrichtung ausgebildet sein, insbesondere als Aus- oder Verkleidung.

[0026] Vorteilhaft kann die Erfindung auch der Ausgestaltung eines Werkstückes als eines energieabsorbierenden Elementes dienen. Dieses findet bevorzugt Verwendung in einer Sicherheitseinrichtung eines Kraftfahrzeuges, insb. Pkw. Konkret kann ein derartiges Element in einer Chassis-Struktur oder in einem karosserie seitigen Stoßfänger angeordnet sein.

[0027] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ergibt sich mit der Ausbildung des Werkstückes als ein Halbzeug mit im Bereich der neutralen Zone höchsten Konzentration an Schaumkörpern/Kugeln.

[0028] Bei dem Verfahren zur Herstellung eines Halbzeuges fallen die Mineralschaum-Körper als Schüttung mit einer Materialtemperatur von 1100 - 700°C nach der Schäum-Prozeßstufe kontinuierlich in Formen oder in eine Verteilungsvorrichtung zu den Formen an, wobei die Schaumkörper kontinuierlich mit einer zugeführten Leichtmetall-Schmelze getränkt werden, die als Bindemittel der Verschmelzung der Schaumkörper zu einzelnen oder endlosen Halbzeugen dient, die im übrigen bei der Abkühlung ebenfalls getempert werden zum Abbau von Spannungen.

[0029] Bei einer weiteren Verfahrens-Variante zur Herstellung eines leichtgewichtigen Werkstückes als Gußteil oder als Halbzeug oder z.B. als energieabsor-

bierendes Element fallen die Mineralschaum-Körper als Schüttung mit einer Materialtemperatur von 1100 - 700°C nach der Schäum-Prozeßstufe kontinuierlich in Formen oder in einer Verteilungsvorrichtung zu den Formen an und werden kontinuierlich mit Pulver einer Leichtmetall-Legierung im Temperaturbereich von 1100 - 700°C unter Luftausschluß oder Schutzgas (CO₂, N₂) paniert. Ein anschließendes Wiedererhitzen der Mineralschaum-Körper mit codierter Leichtmetall-Oberfläche unter Luftausschluß oder unter Schutzgas auf eine Temperatur zwischen 600 - 1000°C ergibt ein Verschmelzen oder ein Versintern der Schaumkörper über die aufgetragenen Oberflächenbeschichtungen. Auch bei diesen als einzelne oder endlose Formkörper gestalteten Werkstücken ist eine mit der Abkühlung verbundene Temperung zum Spannungsabbau vorteilhaft.

[0030] In Weiterbildung der Erfindung kann die die Schaumkörper formbestimmend verbindende Leichtmetall-Legierung des Verbund-Werkstoffes zur Steigerung der Festigkeit faser- und/oder partikelverstärkt sein. Vorzugsweise ist aus den Fasern und den Schaumkörpern eine Preform gebildet, die anschließend mit der Leichtmetall-Legierung behandelt bzw. getränkt ist.

Patentansprüche

1. Werkstück aus einem Leichtbau-Werkstoff,

- wobei schüttfähige, druckfeste Füll-Körper aus Keramik von relativ geringem Gewicht mittels einer formbestimmenden Bindung durch ein Metall das Werkstück bilden,

dadurch gekennzeichnet,

- daß die Füll-Körper aus einem silikatischen Mineralschaum von geringer Masse als Schaumkörper (4) mit feinporiger bis grobporiger Struktur im Inneren und mit einer offenen bis geschlossenen äußeren Oberfläche gebildet sind, wobei
- die Schaumkörper (4) mittels Tränkung mit einer Leichtmetall-Schmelze einer Aluminium-Legierung oder einer Magnesium-Legierung formbestimmend verbunden sind.

2. Werkstück nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

- daß die Schaumkörper (4) ihre offene oder geschlossene Oberfläche jeweils einer Schale zugehörig aufweisen, die
- mit einem größerporigen Innen-Kern nach Art eines Integralschaumes in Verbindung steht.

3. Werkstück nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,**

zeichnet,

- daß die Schalen der Schaumkörper (4) keramisiert sind.

4. Werkstück nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,**

- daß die Schaumkörper (4) mittels Sintern und Tränkung mit einer Leichtmetall-Schmelze formbestimmend verbunden sind.

5. Werkstück nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,**

- daß die Schaumkörper (4) als Kugeln gestaltet sind mit jeweils einem Durchmesser von 0,5 bis 16 mm.

6. Werkstück nach den Ansprüchen 1 bis 6, **gekennzeichnet durch**

- einen von Schaumkörpern (4) ausgesparten Bereich (5) zur Anordnung einer Funktionseinrichtung (6) wie einen Schraubbolzen, ein Gewindesackloch (7) etc. in dem in der Aussparung (5) nach der Tränkung verbliebenen Leichtmetall.

7. Werkstück nach den Ansprüchen 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,**

- daß die mittels einer Leichtmetall-Legierung verbundenen Schaumkörper/Kugeln (4) aus einem silikatischen Mineralschaum gebildet sind, wobei
- die Rezepturgrenzen für den Innen-Kern eines Schaumkörpers (Kugel 4) 40 - 75 % SiO₂, 0 - 20 % Al₂O₃, 1 - 25 % CaO, 0 - 10 % Fe₂O₃, 0 - 26 % Alkali und 0 - 5 % Rest mit einem Schwermetall-Anteil bis 3 % betragen und
- die Rezepturgrenzen für die mit dem Innen-Kern integral verbundene Schale wie für den Innen-Kern mit Ausnahme eines unter 0,1 % eingestellten Schwermetall-Restes bestimmt sind.

8. Werkstück nach den Ansprüchen 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet,**

- daß die mittels einer Alu-Legierung verbundenen Schaumkörper/Kugeln (4) aus einem silikatischen Mineralschaum gebildet sind, wobei
- die Rezepturgrenzen für den Innen-Kern eines Schaumkörpers (Kugel 4) 40 - 65% SiO₂, 1 - 20 % Al₂O₃, 1 - 25 % Ca, 1 - 10 % Fe₂O₃, 5 - 14 % Alkali und 0 - 5 % Rest mit einem Schwermetall-Anteil bis 3 % betragen und
- die Rezepturgrenzen für die mit dem Innen-

Kern integral verbundene Schale wie für den Innen-Kern mit Ausnahme eines unter 0,1 % eingestellten Schwermetall-Restes bestimmt sind (KeraGlas).

9. Werkstück nach den Ansprüchen 1 bis 8, **gekennzeichnet durch** die Verwendung als einen nach dem Gießen in einem Kernraum (2) eines Leichtmetall-Werkstückes (1) verbleibenden Kern (3). 5
10. Werkstück nach den Ansprüchen 1 bis 8, **gekennzeichnet durch** die Ausbildung als wärmeisolierende und/oder schallabsorbierende Einrichtung, insb. als Aus- oder Verkleidung. 10
11. Werkstück nach den Ansprüchen 1 bis 8, **gekennzeichnet durch** die Ausbildung als ein energieabsorbierendes Element. 15
12. Werkstück nach Anspruch 11, **gekennzeichnet durch** die Verwendung des energieabsorbierenden Elementes in einer Sicherheitseinrichtung eines Kraftfahrzeuges, insb. Pkw. 20
13. Werkstück nach den Ansprüchen 1 bis 8, **gekennzeichnet durch** die Ausbildung als ein Halbzeug mit im Bereich der neutralen Zone höchsten Konzentration an Schaumkörpern/Kugeln /Kugeln(4). 25
14. Werkstück nach einem der Ansprüche 1 bis-13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Leichtmetall-Legierung des Verbund-Werkstoffes faser- oder partikelverstärkt ist. 30
15. Werkstück nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** Fasern und Schaumkörper/Kugeln zu einer Preform vereint sind. 35
16. Verfahren zur Herstellung eines Werkstückes nach den Ansprüchen 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet,** 40
 - **daß** die aus Mineralschaum gebildeten Schaumkörper als Schüttung in eine vorbestimmte Form mit einer Materialtemperatur von 1100-700°C nach der Schäum-Prozeßstufe eingetragen und 45
 - mit einer Leichtmetall-Legierung zur formbestimmenden Verbindung getränkt werden. 50
17. Verfahren zur Herstellung eines Werkstückes nach den Ansprüchen 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet,** 55
 - **daß** die aus Mineralschaum gebildeten Schaumkörper als Schüttung mit einer Materialtemperatur von 1100 - 700°C nach der Schäum-Prozeßstufe kontinuierlich in Formen

oder in eine Verteilungsvorrichtung zu den Formen eingetragen werden, wobei

- die Schaumkörper kontinuierlich mit einer zugeführten Leichtmetall-Schmelze getränkt werden zur Verschmelzung der Schaumkörper zu einzelnen oder endlosen Formteilen (Platten, Halbzeuge)
18. Verfahren zur Herstellung eines Werkstückes nach den Ansprüchen 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet,**
 - **daß** die aus Mineralschaum gebildeten Schaumkörper als Schüttung mit einer Materialtemperatur von 1100 - 700°C nach der Schäum-Prozeßstufe kontinuierlich in Formen oder in einer Verteilungsvorrichtung zu den Formen eingetragen und
 - kontinuierlich mit Pulver einer Leichtmetall-Legierung im Temperaturbereich von 1100 - 700°C unter Luftausschluß oder unter Schutzgas(CO₂, N₂) paniert werden, wobei
 - ein anschließendes Wiedererhitzen der Schaumkörper mit codierter Leichtmetall-Oberfläche unter Luftausschluß oder unter einem Schutzgas auf eine Temperatur zwischen 600 - 1000°C ein Verschmelzen oder ein Versintern der Schaumkörper über die aufgetragenen Oberflächenbeschichtungen bewirkt.
 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet,**
 - **daß** ein jeweiliges Werkstück vollständig aus Schaumkörpern mit einem Leichtmetall als Bindemittel oder einem Kern aus Schaumkörpern und einem Leichtmetall als Bindemittel in Kombination mit einer äußeren Umhüllung aus Leichtmetall (Werkstück 1) oder ferner
 - einem Kern aus Schaumkörpern und einem Leichtmetall als Bindemittel mit gezielt erzeugten Hohlräumen im Kern (z.B. Gußkern) und einer äußeren Umhüllung aus Leichtmetall hergestellt wird.

Claims

1. A workpiece made of a lightweight material,
 - wherein pourable pressure-resistant relatively low-weight ceramic filling members are shaped by bonding with a metal to form the workpiece,

characterised in that

 - the filling members, in the form of foam members (4) made of low-weight silicate mineral

- foam are formed with a fine-pore to coarse-pore structure inside and with an open to closed outer surface, wherein
- the foam members (4) are shaped and bonded by impregnation with a light-metal melt of an aluminium alloy or a magnesium alloy.
2. A workpiece according to claim 1, **characterised in that**
- the foam members (4) each have a shell corresponding to their open or closed surface and
 - in contact with a larger-pore inner core similar to an integral foam.
3. A workpiece according to claim 2, **characterised in that**
- the shells of the foam member (4) are ceramic-coated.
4. A workpiece according to claims 1 to 3, **characterised in that**
- the foam members (4) are shaped and bonded by sintering and impregnation with a light-metal melt.
5. A workpiece according to claims 1 to 4, **characterised in that**
- the foam members (4) are in the shape of balls having a diameter of 0.5 to 16 mm.
6. A workpiece according to claims 1 to 6, **characterised by**
- a region (5) recessed into the foam members (4) for holding a function device (6) such as a screwthreaded bolt, a threaded blind hole (7) or the like in the light metal remaining in the recess (5) after impregnation.
7. A workpiece according to claims 1 to 6, **characterised in that**
- the foam-members/balls (4) joined by a light metal alloy are formed from a silicate mineral foam, wherein
 - the limits of the formulation for the inner core of a foam member (ball 4) are 40 - 75% SiO₂, 0 - 20% Al₂O₃, 1 - 25% CaO, 0 - 10% Fe₂O₃, 0 - 26% alkali and 0 - 5% remainder with a heavy metal content up to 3% and
 - the limits of the formulation for the shell integrally connected to the inner core are the same as for the inner core except for a heavy-metal remainder below 0.1%.
8. A workpiece according to claims 1 to 7, **characterised in that**
- the foam member/balls (4) bonded by an aluminium alloy are made of a silicate mineral foam, wherein
 - the limits of the formulation for the inner core of a foam member (ball 4) are 40 - 65% SiO₂, 1 - 20% Al₂O₃, 1 - 25% Ca, 1 - 10% Fe₂O₃, 5 - 14% alkali and 0 - 5% remainder with a heavy metal content up to 3% and
 - the limits of the formulation for the shell integrally connected to the inner core are the same as for the inner core except for a heavy-metal remainder of 0.1% (Ceraglass).
9. A workpiece according to claims 1 to 8, **characterised by** use of a core (3) remaining after casting in a core space (2) in a light-metal workpiece (1).
10. A workpiece according to claims 1 to 8, **characterised by** construction as a heat-insulating and/or sound-absorbing means, especially as external or internal lining.
11. A workpiece according to claims 1 to 8, **characterised by** construction as an energy-absorbing element.
12. A workpiece according to claim 11, **characterised by** use of the energy-absorbing element in a safety device in a motor vehicle, especially a passenger car.
13. A workpiece according to claims 1 to 8, **characterised by** construction as a semifinished product with the highest concentration of foam members/balls (4) in the region of the neutral zone.
14. A workpiece according to any of claims 1 to 13, **characterised in that** the light-metal alloy of the composite material is reinforced with fibres or particles.
15. A workpiece according to claim 14, **characterised in that** fibres and foam members/balls are combined in a preform.
16. A method of producing a workpiece according to claims 1 to 15, **characterised in that**
- the foam members formed from mineral foam are placed in bulk form in a specified mould at a temperature of 1100 - 700°C after the foaming process step and
 - are impregnated with a light-metal alloy in order to be shaped by bonding.

17. A method of producing a workpiece according to claims 1 to 15, **characterised in that**

- the mineral foam members in bulk form and at a temperature of 1100 to 700°C are continuously introduced into moulds or into a device for distributing among the moulds after the foaming process step, wherein 5
- the foam members are continuously impregnated with a supplied light-metal melt in order to amalgamate the foam members in individual or endless moulded parts (plates, semifinished products). 10

18. A method of producing a workpiece according to claims 1 to 15, **characterised in that** 15

- the mineral foam members in bulk form and at a temperature of 1100 to 700°C are continuously introduced into moulds or into a device for distributing among the moulds after the foaming process step, and 20
- are continuously sprinkled with a powdered light-metal alloy in the temperature range from 1100 - 700°C with exclusion of air or in a protective gas atmosphere (CO₂, N₂), wherein 25
- subsequent reheating of the foam members to a temperature between 600 - 1000°C with a coded light-metal surface with exclusion of air or in a protective gas atmosphere amalgamates or sinters the foam members via the applied surface coatings. 30

19. A method according to any of claims 16 to 18, **characterised in that** 35

- each workpiece is produced completely from foam members comprising a light-metal binder or a core of foam members and a light-metal binder in combination with an outer light-metal covering (workpiece 1) or 40
- with a core of foam members and a light-metal binder with deliberately produced cavities in the core (e.g. a cast core) and an outer covering of light metal. 45

Revendications

1. Pièce en matériau léger, constituée de corps de remplissage pouvant s'écouler en vrac, résistants à la pression, faits d'une céramique de densité relativement faible, liés entre eux selon une forme définie, par un métal, 50
- caractérisée en ce que** 55
- les corps de remplissage sont des corps cellulaires (4) fait d'une mousse minérale à base de

silicate, de faible densité, avec une structure interne dont les pores vont de fins à gros et une surface externe à cellules ouvertes ou fermées, - les corps cellulaires (4) sont reliés avec détermination de leur forme, par imprégnation d'un métal léger fondu, un alliage d'aluminium ou un alliage de magnésium.

2. Pièce selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les corps cellulaires (4) ont tous leur surface ouverte ou fermée faisant partie d'une coquille reliée à un noyau interne à gros pores à la manière d'une mousse intégrale.

3. Pièce selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** les coquilles des corps cellulaires (4) sont céramisées.

4. Pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** les corps cellulaires (4) sont reliés avec définition de forme par agglomération ou imprégnation au moyen d'un métal léger fondu.

5. Pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** les corps cellulaires (4) sont des billes d'un diamètre allant de 0,5 à 16 mm.

6. Pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** dans les corps cellulaires (4) est réservée une zone (5) pour y installer un dispositif fonctionnel (6) tel qu'une tige filetée, un trou borgne fileté (7) etc., dans le métal léger subsistant dans l'évidement (5) après l'imprégnation.

7. Pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que**

- les corps cellulaires/billes (4) reliés par l'alliage de métal léger sont constitués d'une mousse minérale à base de silicate,
- les limites de réception pour le noyau interne d'un corps cellulaire (bille 4) sont de 40 à 65 % de SiO₂, de 0 à 20 % d'Al₂O₃, de 1 à 25 % de CaO, de 0 à 10 % de Fe₂O₃, de 0 à 26 % d'alcali et de 0 à 5 % de matière résiduelle comportant une part de métaux lourds allant jusqu'à 3 %, et
- les limites de réception pour la coquille intégralement reliée au noyau interne sont les mêmes que pour celui-ci, à l'exception d'un résidu de

métaux lourds inférieur à 0,1 %.

8. Pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,

caractérisée en ce que

- les corps cellulaires/billes (4) reliés par l'alliage de métal léger sont constitués d'une mousse minérale à base de silicate, et
- les limites de réception pour le noyau interne d'un corps cellulaire/bille (4) sont de 40 à 65 % de SiO_2 , de 1 à 20 % d' Al_2O_3 , de 1 à 25 % de CaO , de 1 à 10 % de Fe_2O_3 , de 5 à 14 % d'alcali et de O à 5 % de matière résiduelle comportant une part de métaux lourds allant jusqu'à 3 %, et
- les limites de réception pour la coquille intégralement reliée au noyau interne sont les mêmes que pour celui-ci, à l'exception d'un résidu de métaux lourds inférieur à 0,1 % (Keraglass).

9. Pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 8,

caractérisée par

son utilisation comme noyau (3) qui, après la coulée, subsiste dans une chambre de noyau (2) d'une pièce en métal léger (1).

10. Pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 8,

caractérisée en ce qu'

elle est constituée en tant que dispositif isolant de la chaleur et/ou absorbant les sons, en particulier sous forme de revêtement interne ou externe.

11. Pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 8,

caractérisée en ce qu'

elle est constituée en tant qu'élément absorbant de l'énergie.

12. Pièce selon la revendication 11,

caractérisée en ce que

l'élément absorbant de l'énergie est utilisé dans un dispositif de sécurité d'une automobile, en particulier une automobile de tourisme.

13. Pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 8,

caractérisée en ce qu'

elle est constituée en tant que demi-produit présentant dans sa zone neutre, la concentration la plus élevée en corps cellulaires/billes (4).

14. Pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 13,

caractérisée en ce que

l'alliage de métal léger de la pièce composite est renforcé par des fibres ou des particules.

15. Pièce selon la revendication 14,

caractérisée en ce que

des fibres et des corps cellulaires/billes sont réunis en une préforme.

16. Procédé pour fabriquer une pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 15,

caractérisé en ce que

les corps cellulaires constitués d'une mousse minérale sont introduits en vrac dans un moule prédéterminé à une température de la matière comprise entre 1100 et 700°C après la phase de formation de la mousse, et ils sont imprégnés de l'alliage de métal léger pour créer une liaison définissant la forme.

17. Procédé de fabrication d'une pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 15,

caractérisé en ce que

les corps cellulaires formés de mousse minérale sont introduits en vrac à une température de matière comprise entre 1100 et 700°C après la phase de formation de la mousse, dans des moules ou dans un dispositif distributeur alimentant les moules, et ces corps cellulaires sont imprégnés en continu par un apport de métal léger fondu pour amener les corps cellulaires à l'état de pièces de forme, individuelles ou sans fin (plaques, demi-produits).

18. Procédé de fabrication d'une pièce selon l'une quelconque des revendications 1 à 15,

caractérisé en ce que

- les corps cellulaires constitués de mousse minérale sont introduits en vrac à une température de la matière comprise entre 1100 à 700°C après la phase de formation de la mousse, en continu dans des moules ou dans un dispositif distributeur alimentant les moules et
- ces corps cellulaires sont enrobés en continu d'une poudre d'alliage de métal léger, à une température comprise entre 1100 et 700°C, à l'abri de l'air ou sous protection gazeuse (CO_2 , N_2), après quoi
- fait suite un réchauffage des corps cellulaires présentant une surface en métal léger codée, à l'abri de l'air ou sous protection gazeuse à une température comprise entre 600 et 1000°C, qui entraîne une fusion ou un frittage des corps cellulaires par les revêtements superficiels déposés sur eux.

19. Procédé de fabrication d'une pièce selon l'une quelconque des revendications 16 à 18,

caractérisé en ce qu'

- il est utilisé pour fabriquer des pièces constituées entièrement de corps cellulaires compor-

tant un métal léger comme liant, ou d'un noyau fait de corps cellulaires avec liant en métal léger, combiné à une enveloppe externe en métal léger (pièce 1) ou encore,

- constituées d'un noyau fait de corps cellulaires avec liant en métal léger, comportant dans le noyau des espaces creux produits volontairement (par exemple noyau coulé), et une enveloppe externe en métal léger.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

