



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.12.2002 Patentblatt 2002/51

(51) Int Cl.7: **C22C 1/08, C22C 32/00**

(21) Anmeldenummer: **02450137.1**

(22) Anmeldetag: **14.06.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **15.06.2001 AT 9352001**

(71) Anmelder: **Hütte Klein-Reichenbach Gesellschaft
m.b.H.
3900 Schwarzenau (AT)**

(72) Erfinder:
• **Dobesberger, Franz
3900 Schwarzenau (AT)**

- **Flankl, Herbert
4320 Perg (AT)**
- **Leitmeier, Dietmar
4600 Schleissheim/Wels (AT)**
- **Birgmann, Alois
5141 Moosdorf Nr 2 (AT)**
- **Schulz, Peter
84359 Simbach (DE)**

(74) Vertreter: **Wildhack, Helmut, Dipl.-Ing. Dr.
Patentanwälte
Dipl.-Ing. Dr. Helmut Wildhack
Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Jellinek
Landstrasser Hauptstrasse 50
1030 Wien (AT)**

(54) **Verfahren zur Herstellung eines leichtgewichtigen Formkörpers und Formkörper aus Metallschaum**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines leichtgewichtigen Formkörpers, bei welchem aus einer Partikel aufweisenden Metallschmelze durch Einbringen von Gas oder Gasgemischen in diese ein Metallschaum gebildet, dieser zumindest teilweise in eine Kokille eingebracht und dessen flüssige Phase in dieser erstarren gelassen wird.

Weiters ist Gegenstand der Erfindung ein leichtgewichtiger Formkörper aus Metallschaum bestehend aus einer Metallmatrix, in welche Partikel eingelagert sind und welche eine Vielzahl von im wesentlichen sphärischen und/oder im wesentlichen ellipsoiden Hohlräumen umschließt.

Um ein vorgesehenes Werkstoffverhalten bei bestimmten Spannungszuständen zu erreichen, ist verfahrenstechnisch erfindungsgemäß vorgesehen, daß ein fließfähiger Metallschaum mit einer monomodalen Verteilung der Abmessung der Hohlräume und einem anteilmäßig maximalen Durchmesser derselben im Bereich zwischen 1,0 und 30,0 mm hergestellt, in eine Gießform oder Kokille eingebracht und in dieser im wesentlichen unter allseitigem Druck verdichtet wird, wobei die Hohlräume einschließenden Partikel beinhaltenden Metallschmelzen-Begrenzungswänden zumindest teilweise ebenflächige Bereiche erteilt werden und die Erstarrungswärme der Schmelze abgeführt wird.

Der leichtgewichtige Formkörper aus Metallschaum

ist nach der Erfindung im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, daß der Metallschaum bei räumlicher Betrachtung eine monomodale Verteilung der maximalen Längserstreckungen der Hohlräume im Bereich zwischen 1,0 und 30,0 mm aufweist.

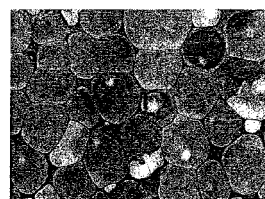


Bild A

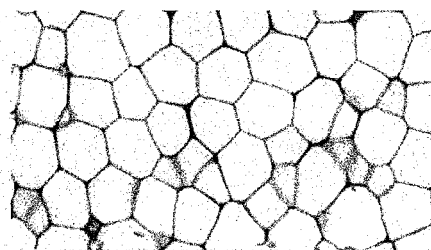


Bild B

Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines leichtgewichtigen Formkörpers, bei welchem aus einer Partikel aufweisenden Metallschmelze durch Einbringen von Gas oder Gasgemischen in diese ein Metallschaum gebildet, dieser zumindest teilweise in eine Kokille eingebracht und dessen flüssige Phase in dieser erstarren gelassen wird.

[0002] Weiter umfaßt die Erfindung einen leichtgewichtigen Formkörper aus Metallschaum bestehend aus einer Metallmatrix, in welche Partikel eingelagert sind und welche eine Vielzahl von im wesentlichen sphärischen und/oder im wesentlichen ellipsoiden Hohlräumen umschließt.

[0003] Formkörper aus Metallschaum besitzen naturgemäß eine geringe Dichte und weisen strukturell bedingt besondere mechanische Materialeigenschaften auf. Beispielsweise können derartigen Körpern bei Aufbringung von zwei- oder dreidimensionalen Druckspannungen große Verformungen mit Stauchgraden bis 70 % und mehr erteilt werden. Diese Werkstoffe mit Sondereigenschaften sind in der technologischen Anwendung, beispielsweise als Energieabsorber in der Automobiltechnik und dergleichen, mit Vorteil einsetzbar.

[0004] Bei einer Verwendung derartiger Formkörper für ausgewählte Funktionen mit bestimmten Parametern ist es wichtig, jeweils gleiche und reproduzierbare Eigenschaftsmerkmale der Werkstoffe sicherzustellen.

[0005] Aus der EP- 483 184 B ist ein Verfahren zum Herstellen eines partikelverstärkten Metallschaumes bekannt geworden, nach welchem zellbildendes Gas in eine Schmelze aus Metall mit fein verteilten Verstärkungsmitteln eingebracht, geschäumtes Metallverbundmaterial gebildet und von der Oberfläche des geschmolzenen Materials der angesammelte Schaum abgenommen und erstarren gelassen wird. Dieser Metallschaum weist jedoch Blasen mit unkontrollierter Größe bzw. Größenverteilung auf, woraus ein höchst unscharfes Eigenschaftsprofil des Schaum- bzw. Formkörper resultiert sowie funktionstechnisch Unsicherheiten erbringt.

[0006] Ein anderer leichtgewichtiger Metallkörper weist gemäß EP 545 957 B1 und US 5 221 234 eine Vielzahl von geschlossenen und isolierten, im allgemeinen sphärischen Poren mit Größen im Bereich von 10 bis 500 µm auf. Derartig kleine Poren mit großem Durchmesserunterschieden können zwar einem mit Aluminium gebildeten Metallkörper ein im Vergleich mit dem Vollmaterial geringeres spezifisches Gewicht verleihen, eine Dichte von kleiner 1,0 g/cm³ und ein Stauchgrad von über 60 % des Werkstoffes bei definierten Bedingungen sind zumeist nicht erreichbar.

[0007] Zur Herstellung verschiedener Formen von aus Metallschaum gebildeten Leichtkörpern sind bereits eine Anzahl von sequenziell (US 5 281 251, DE 43 26 982 C1) und/oder kontinuierlich (US 5 334 236), EP 544 291 A1, DE 43 26 982 C1, WO 91/03578) arbeitenden

Verfahren und Einrichtungen vorgeschlagen worden, mit welchen durchaus prinzipiell funktionsfähige Gegenstände herstellbar sind, allerdings können die mechanischen Eigenschaften derselben nicht mit einer oftmals geforderten Genauigkeit eingestellt werden.

[0008] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen und zielt darauf ab, ein Verfahren der eingangs genannten Art zur Herstellung eines leichtgewichtigen Formkörpers anzugeben, mit welchem die innere Körperstruktur derart ausbildbar ist, daß der Werkstoff im wesentlichen genaue mechanische Kennwerte besitzt.

[0009] Weiters ist es Aufgabe der Erfindung, einen gattungsgemäßen Formkörper zu schaffen, dessen Aufbau ein weitgehend präzises Verformungsverhalten in Abhängigkeit von der angelegten, insbesondere mehrdimensionalen, Druckspannung aufweist.

[0010] Das erfindungsgemäße Ziel wird dadurch erreicht, daß ein fließfähiger Metallschaum mit einer monomodalen Verteilung der Abmessung der Hohlräume und einer anteilmäßig maximalen Längserstreckung derselben im Bereich zwischen 1,0 und 30,0 mm hergestellt, in eine Gießform oder Kokille eingebracht und in dieser im wesentlichen unter allseitigem Druck verdichtet wird, wobei den die Hohlräume einschließenden Partikel beinhaltenden Metallschmelzen- Begrenzungswänden zumindest teilweise ebenflächige Bereiche erteilt werden und die Erstarrungswärme der Schmelze abgeführt wird.

[0011] Die mit der Erfindung erreichten Vorteile sind im wesentlichen darin zu sehen, daß eine monomodale Verteilung der Abmessung der Hohlräume im Metallschaum eine Voraussetzung für ein Werkstoffverhalten bei bestimmten Spannungszuständen erbringt. Dabei ist der anteilmäßig maximale Durchmesser der Hohlräume wichtig für die Höhe der Elastizitätsgrenze des Werkstoffes und die ertragbare spezifische Oberflächenbelastung bei einer Druckspannungsbeaufschlagung des Teiles.

[0012] Um in den Begrenzungswänden zumindest teilweise ebenflächige Bereiche zu erstellen, ist eine im wesentlichen allseitige, gegebenenfalls geringe Druckbelastung des fließfähigen Schaumes erforderlich, woraus sich mehrere Vorteile ergeben können. Von besonderer Wichtigkeit ist jedoch jener, daß derart die Begrenzungswände und deren Knotenbereiche im Schaummaterial für eine mechanische Stütz- oder Knickbelastung günstig eingestellt bzw. geformt werden. Dadurch ist erreichbar, daß bei einem Überschreiten einer definierten Spannungsgrenze ein Einknicken der Schaumwandungen bzw. ein Kollabieren der Poren und ein Energieabsorbieren mit hohen Verformungs- bzw. Stauchgraden bei geringer Verfestigung des Leichtkörpers erfolgt.

[0013] Sowohl für eine in engen Grenzen herstellbare monomodale Verteilung der Abmessung der Hohlräume als auch für eine genaue Einstellung des anteilmäßig maximalen Durchmessers der Hohlräume im Schaummaterial hat es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn zur Ausbildung der monomodalen Vertei-

lung der Abmessung der Hohlräume das Gas durch mindestens ein in die Schmelze vorspringend einragendes Eintragsrohr mit geringer Stirnfläche eingebracht wird.

[0014] Fertigungstechnisch, aber auch hinsichtlich der Erzeugnisgüte kann es günstig sein, wenn die Verdichtung des fließfähigen Metallschaumes in einer Kockille mit Innenmaßen, die den gewünschten Abmessungen des Formkörpers entsprechen, durchgeführt wird.

[0015] Die weitere Aufgabe der Erfindung insbesondere im Hinblick auf ein gewünschtes Werkstoffverhalten bei mechanischer Belastung wird dadurch gelöst, daß der Metallschaum des Formkörpers bei räumlicher Betrachtung eine monomodale Verteilung der maximalen Längserstreckungen der Hohlräume im Bereich zwischen 1,0 und 30,0 mm aufweist.

[0016] Die Vorteile eines so gestalteten leichtgewichtigen Formkörpers aus Metallschaum sind im wesentlichen dadurch begründet, daß, wie vorhin bereits ansatzweise dargelegt, im Hinblick auf die Knotenabildung der Wandungen der Gasblasen durch eine Monomodalität günstige Verhältnisse erreicht werden. Bei einer bimodalen, poly- oder multimodalen Verteilung der Hohlraumgröße liegen in den Wandknoten zumeist Verdickungen mit gegebenenfalls kleinen und/oder sehr kleinen Poren sowie Lunkerungen vor, was einerseits das spezifische Gewicht des Schaumkörpers erhöht und den Metallaufwand zur Bildung desselben vergrößert, andererseits die Aufteilung der Kraftkomponenten stören kann, wodurch eine Wandflächenknickung bei Belastung nicht eindeutig bestimmbar ist.

[0017] Die erfindungsgemäßen Vorteile der Auswirkung der Wirkungsmechanismen bei der Komponentenaufteilung der Druckkräfte können verstärkt werden, wenn zumindest teilweise die Hohlräume einschließenden Begrenzungswände ebenflächige Bereiche aufweisen.

[0018] Wenn, wie weiters in günstiger Weise vorgesehen sein kann, bei räumlicher Betrachtung des Metallschaumes das Verhältnis der maximalen Längserstreckungen zweier jeweils verschiedener Hohlräume im Mittel über zumindest 20 Paare kleiner als 45 ist, sind weitgehend enge Belastungsbereiche, in welchen ein Kollabieren der Schaumhohlräume beginnt, erreichbar.

[0019] Dabei kann die Genauigkeit des Überganges von einer elastischen Formänderung in ein plastisches Verformen des Werkstoffes in Abhängigkeit von der Druckspannung weiter erhöht werden, wenn bei räumlicher Betrachtung des Metallschaumes das Verhältnis der maximalen Längserstreckungen zweier jeweils verschiedener Hohlräume im Mittel über zumindest 20 Paare kleiner als 30, vorzugsweise kleiner als 15 und insbesondere kleiner als 5, ist. Diese Werte beziehen sich auf erstellte Hohlräume bei Außerachtlassung von Erstarrungslunkern im Formkörper.

[0020] Ebenso erheblich für eine Metallschaumherstellung und für das Verhalten des Formkörpers bei mechanischer Belastung ist die Zusammensetzung und

der Aufbau des Flüssigmetalles und jenes bzw. jener der Begrenzungswände der Hohlräume.

[0021] Wenn die Partikel zur Armierung in der Metallmatrix gleichmäßig verteilt eingelagert sind, ist eine hohe und isotrope Verstärkung des Basismetalles im Hinblick auf die mechanische Belastung gegeben. Dabei ist es auch günstig, wenn aneinander angrenzende Hohlräume durch die Metallmatrix vollständig voneinander getrennt sind. Einzelne Risse, die durch mechanische Spannungen beim Abkühlen entstehen können, sind bei Stauchbelastungen nicht wirksam.

[0022] Besonders leichte Formkörper sind per se erfindungsgemäß erstellbar, wenn die Metallmatrix aus einem Leichtmetall, vorzugsweise aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, besteht.

[0023] Wenn weiters die in der Metallmatrix eingelagerten Partikel eine Größe von 1 bis 50 µm, vorzugsweise 3 bis 20 µm, aufweisen, ist ein besonders vorteilhaftes Gewicht/Eigenschaft-Verhältnis erreichbar.

[0024] Als Armierung bzw. Verstärkung des Grundmetalles für eine Schäumung und Verfestigung desselben bzw. für einen Aufbau von knickungsverstärkten Blasentrennwänden haben sich Einlagerungen von nichtmetallischen Partikeln, vorzugsweise SiC-Partikeln und/oder Al₂O₃-Partikeln und/oder solche aus intermetallischen Phasen als unerwartet günstig erwiesen.

[0025] Als besonders vorteilhaft hat es sich dabei herausgestellt, wenn der Volumsanteil der eingelagerten Partikel in der Metallmatrix zwischen 10 Vol.-% und 30 Vol.-%, vorzugsweise zwischen 15 Vol.-% und 30 Vol.-%, beträgt.

[0026] Das günstige Gewicht/Eigenschaft-Verhältnis eines leichtgewichtigen Formkörpers der erfindungsgemäßen Art kann gesteigert werden, wenn die Dichte des Metallschaumes weniger als 1,05 g/cm³, vorzugsweise weniger als 0,7 g/cm³, insbesondere weniger als 0,3 g/cm³, beträgt.

[0027] Anhand von bei einer Materialerprobung angefertigten Bildern und Diagrammen soll die Erfindung näher dargelegt werden.

[0028] Es zeigen

Fig. 1 Schnittbilder von erfindungsgemäßen leichtgewichtigen Formkörpern

Fig. 2 graphische Darstellung des Zusammenhanges von Dichte und Stauchspannung von Formkörpern

Fig. 3 graphische Darstellung des Stauchgrades in Abhängigkeit von der Stauchspannung von Formkörpern

Fig. 4 Schnittbilder A,B,C von Knotenformen in der Schaumwandung

Fig. 5 Draufsicht-Bilder A,B,C von Schaumkörpern mit unterschiedlicher Raumdichte

Fig. 6 graphische Darstellung der mittleren lokalen Dichte eines erfindungsgemäßen und eines Vergleichs-Schaumkörpers

[0029] In Fig. 1, Bild A und Bild B, ist jeweils eine Hohlraumausbildung in einem erfindungsgemäßen Al-Formkörper anhand eines Schnittbildes dargestellt. Bei monomodaler Verteilung der Abmessung wurden im Körper von Bild A die größten Längserstreckungen von Hohlräumen im Bereich zwischen 20 und 12 mm festgestellt, wobei die anteilmäßig maximale Erstreckung 17,2 mm betrug. Obwohl eine Verdichtung des fließfähigen Metallschaumes von nur ca. 3,2 % vorgenommen wurde, sind deutlich ebenflächige Bereiche in den die Hohlräume einschließenden Begrenzungswänden gebildet.

[0030] Aus Fig. 2 ist die Abhängigkeit der Stauchspannung eines Formkörpers von der Dichte desselben entnehmbar. Bei den Entwicklungsarbeiten wurde festgestellt, daß eine monomodale Verteilung der größten Längserstreckung der Hohlräume sowie eine zunehmende Gleichheit derselben einengend auf das Streuband der Abhängigkeit wirkt. Mit anderen Worten: Liegt eine monomodale Verteilung der Hohlräume im Schaumkörper vor und weisen die Hohlräume eine bestimmte Größe in engen Grenzen auf, so ist bei einer Druckspannungsbeaufschlagung desselben der Beginn der Verformung bzw. des Kollabierens ein genauer Stoffwert. Dadurch ist in vorteilhafter Weise das Verhalten eines Schaumbauteiles genau kalkulierbar bzw. für bestimmte Funktionen kann die Ausbildung und der Aufbau des Schaumteiles festgelegt werden.

[0031] Die Spannung in Abhängigkeit von der Stauchverformung ist in Fig. 3 an Untersuchungsergebnissen von drei Formkörpern vergleichend dargestellt. Der Aufbau der Leicht-Formkörper 1 und 2 mit einem Raumgewicht von 0,091 gcm⁻³ und 0,114 gcm⁻³ war erfindungsgemäß, der Vergleichskörper 3 wies eine bimodale Verteilung der Abmessung der Hohlräume mit Werkstoffkonzentrationen in den Knoten der Schaumwände auf. an den Stauchkurven der Körper 1 und 2 ist bis zu einem Stauchgrad von ca. 70 % eine äußerst geringe Verfestigung derselben festzustellen. Der Vergleichskörper 3 zeigt bis zu einem Stauchgrad von ca. 45 % eine deutliche Verfestigung des Werkstoffes, welche ab diesem Wert noch weiter ansteigt. Dies deutet auf eine Wirkung der bimodalen Verteilung der Hohlraumabmessungen hin.

[0032] Fig. 4 zeigt Knotenformen in der Schaumwandung von Leichtkörpern anhand von Schnittbildern.

In Bild A ist eine scharfkantige Knotenbildung der Wand zwischen drei Hohlräumen wiedergegeben. Derartige Knoten neigen frühzeitig zu Rissen und Brüchen im Verbindungsbereich.

Aus Bild B ist ein verdickter Wandknoten ersichtlich. Diese Knotenausformung führt zu einem erhöhten spezifischen Gewicht und einer ungünstigen Ausbildung der Kraftkomponenten bei einer Stauchbelastung des Körpers.

Bild C zeigt einen Knoten mit Wandteilen, wobei sowohl die Dicke der Wandungen als auch die Knotenmasse im Hinblick auf eine hohe Stauchverformung mit geringer

Verfestigung des Körpers bei hohen Stauchgraden günstig ausgebildet sind.

[0033] In Fig. 5 sind erfindungsgemäß gebildete Metallschaumkörper ohne Verdichtung in Draufsicht wiedergegeben, wobei das Gas jeweils mit unterschiedlichen Ablöseparametern für die Blasen durch in die Schmelze vorspringend einragende Eintragsrohre eingebracht wurde. Eine monomodale Verteilung der jeweiligen Abmessungen der Gasblasen ist ersichtlich. Dabei weist der Körper nach Bild A ein spezifisches Gewicht von 0,1 gcm⁻³ auf, jene nach Bild B und Bild C besitzen ein solches von 0,2 gcm⁻³ und 0,4 gcm⁻³.

[0034] Computer- Tomographie-Datensätze können zur Berechnung von Werten der lokalen Dichte (Dichtemapping) verwendet werden. Ein Mittelungsprozeß zur Berechnung der lokalen Dichte erlaubt es, die Materialverteilung zwischen den Mittelungsvolumina festzustellen. Diagramme der errechneten Dichtewerte von Untersuchungen können Aufschluß über die Homogenität eines leichtgewichtigen Formkörpers geben.

[0035] Aus Fig. 6 ist die nach einem Computer-Tomographie- Verfahren ermittelte relative Häufigkeit der mittleren lokalen Dichte in einem Formkörper gemäß der Erfindung mit 1 bezeichnet und in einem Vergleichskörper 2 entnehmbar. Die mittlere lokale Dichte des Körpers 1 weist bei ca. 0,22 gcm⁻³ ein enges Häufigkeitsmaximum auf, was eine monomodale Verteilung der Abmessung der Hohlräume und einen engen Bereich der anteilmäßig maximalen Längserstreckung derselben nachweist. Hingegen ist der multimodale Vergleichskörper durch einen, einen deutlichen Einbruch aufweisenden breiten Verlauf der mittleren lokalen Dichtewerte gekennzeichnet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines leichtgewichtigen Formkörpers, bei welchem aus einer Partikel aufweisenden Metallschmelze durch Einbringen von Gas oder Gasgemischen in diese ein Metallschaum gebildet, dieser zumindest teilweise in eine Kokille eingebracht und dessen flüssige Phase in dieser erstarren gelassen wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein fließfähiger Metallschaum mit einer monomodalen Verteilung der Abmessung der Hohlräume und einer anteilmäßig maximalen Längserstreckung derselben im Bereich zwischen 1,0 und 30,0 mm hergestellt, in eine Gießform oder Kokille eingebracht und in dieser im wesentlichen unter allseitigem Druck verdichtet wird, wobei den, die Hohlräume einschließenden Partikel beinhaltenden Metallschmelzen-Begrenzungswänden zumindest teilweise ebenflächige Bereiche erteilt werden und die Erstarrungswärme der Schmelze abgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Erstellung der monomodalen Verteilung der Abmessung der Hohlräume das Gas durch mindestens ein in die Schmelze vorspringend einragendes Eintragsrohr eingebracht wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das die Verdichtung des fließfähigen Metallschaumes in einer Kokille mit Innenmaßen die den gewünschten Abmessungen des Formkörpers entsprechen, durchgeführt wird. 10
4. Leichtgewichtiger Formkörper aus Metallschaum, bestehend aus einer Metallmatrix in welche Partikel eingelagert sind und welche eine Vielzahl von im wesentlichen sphärischen und/oder im wesentlichen ellipsoiden Hohlräumen umschließt, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Metallschaum des Formkörpers bei räumlicher Betrachtung eine monomodale Verteilung der anteilmäßig maximalen Längserstreckungen der Hohlräume im Beeich zwischen 1,0 und 30,0 mm aufweist. 15
5. Formkörper nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest teilweise die Hohlräume einschließenden Begrenzungswände ebenflächige Bereiche aufweisen. 20
6. Formkörper nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei räumlicher Betrachtung des Metallschaumes das Verhältnis der maximalen Längserstreckungen zweier jeweils verschiedener Hohlräume im Mittel über zumindest 20 Paare kleiner als 45 ist. 25
7. Formkörper nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei räumlicher Betrachtung des Metallschaumes das Verhältnis der maximalen Längserstreckungen zweier jeweils verschiedener Hohlräume im Mittel über zumindest 20 Paare kleiner als 30, vorzugsweise kleiner als 15 und insbesondere kleiner als 5 ist. 30
8. Formkörper nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Partikel in der Metallmatrix gleichmäßig verteilt eingelagert sind. 35
9. Formkörper nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** aneinander angrenzende Hohlräume durch die Metallmatrix vollständig voneinander getrennt sind. 40
10. Formkörper nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Metallmatrix aus einem Leichtmetall, vorzugsweise aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, besteht. 45
11. Formkörper nach einem der Ansprüche 4 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die in der Metallmatrix eingelagerten Partikel eine Größe von 1 bis 50 µm, vorzugsweise 3 bis 20 µm aufweisen. 50
12. Formkörper nach einem der Ansprüche 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Metallmatrix nicht-metallische Partikel, vorzugsweise SiC Partikel und/oder Al₂O₃ Partikel und/oder solche aus intermetallischen Phasen, eingelagert sind. 55
13. Formkörper nach einem der Ansprüche 4 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Volumsanteil der eingelagerten Partikel in der Metallmatrix zwischen 10 Vol.-% und 50 Vol.-%, vorzugsweise zwischen 15 Vol.-% und 30 Vol.-%, beträgt.
14. Formkörper nach einem der Ansprüche 4 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Dichte des Metallschaumes weniger als 1,05 g/cm³, vorzugsweise weniger als 0,7 g/cm³, insbesondere weniger als 0,3 g/cm³, beträgt.

Bild A

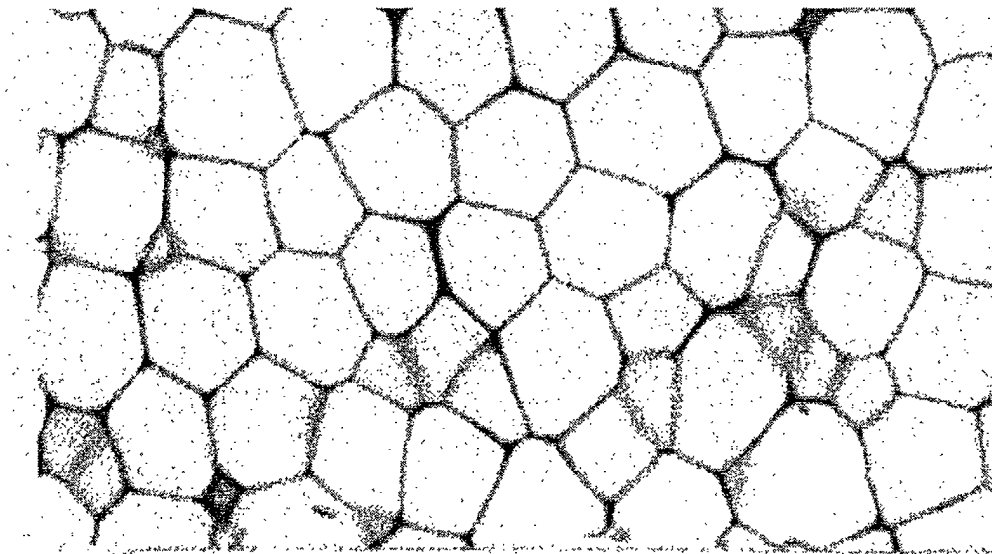
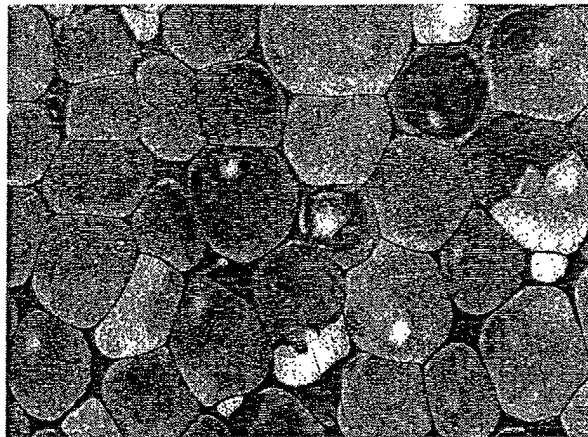


Bild B

Fig. 1

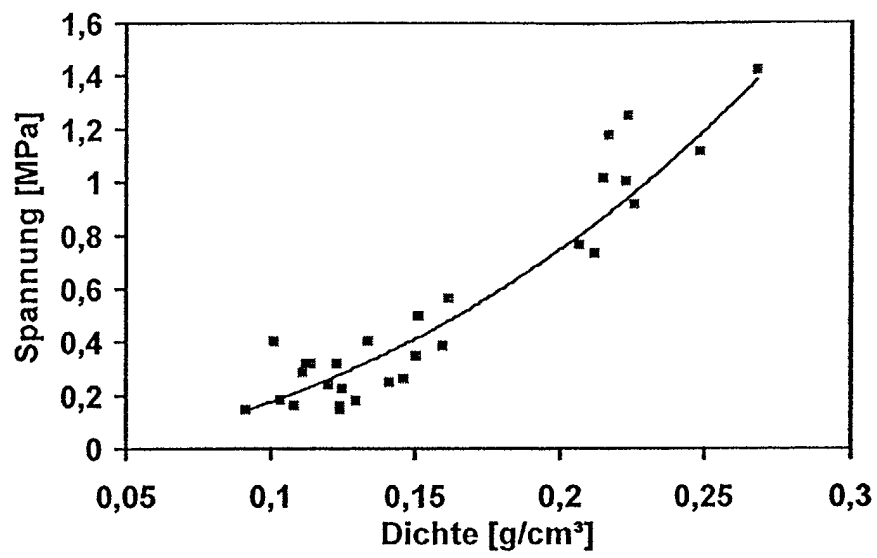


Fig. 2

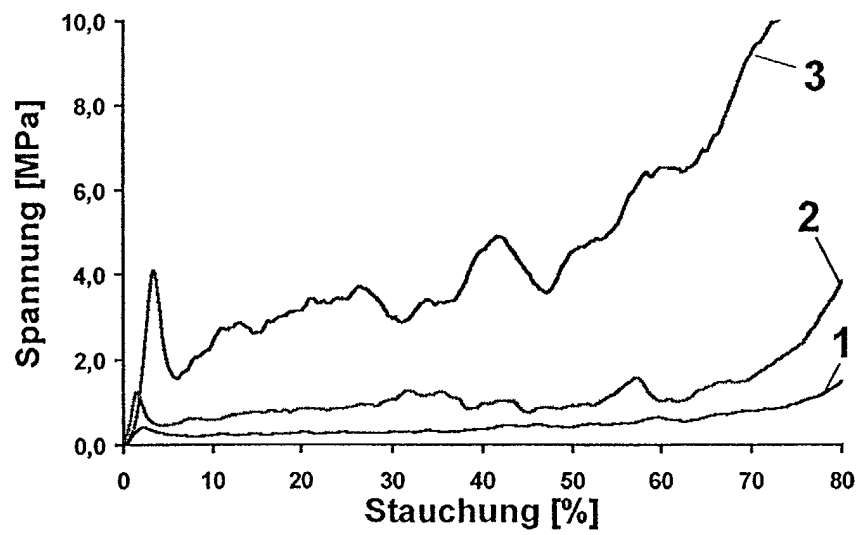


Fig. 3

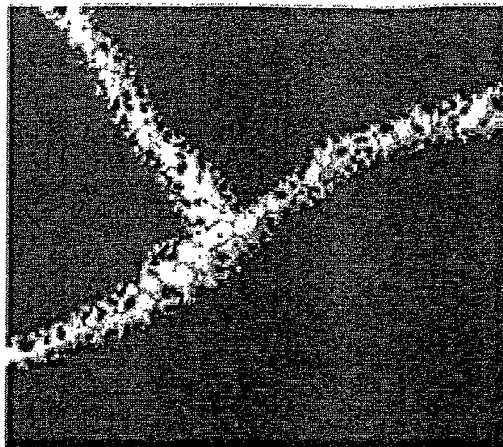


Bild A

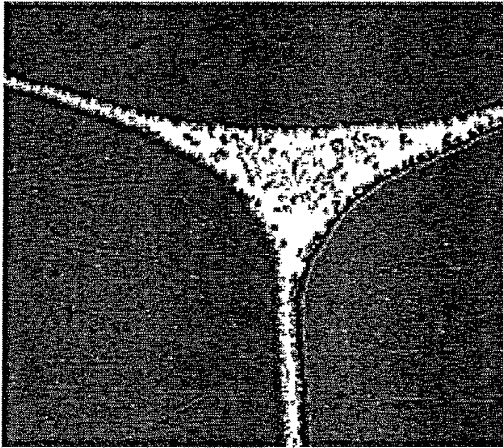


Bild B

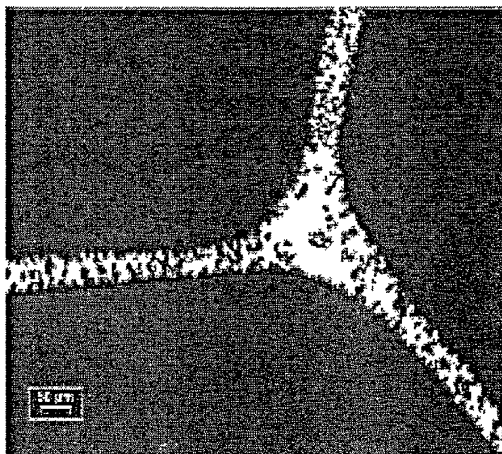


Bild C

Fig. 4



Bild A

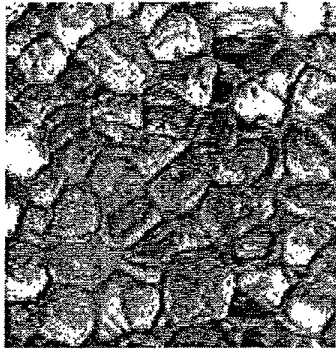


Bild B

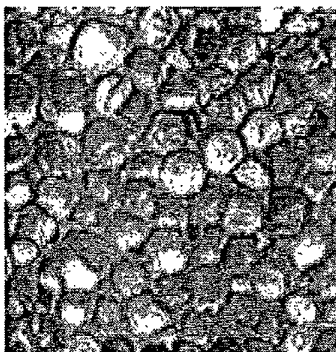


Bild C

Fig. 5

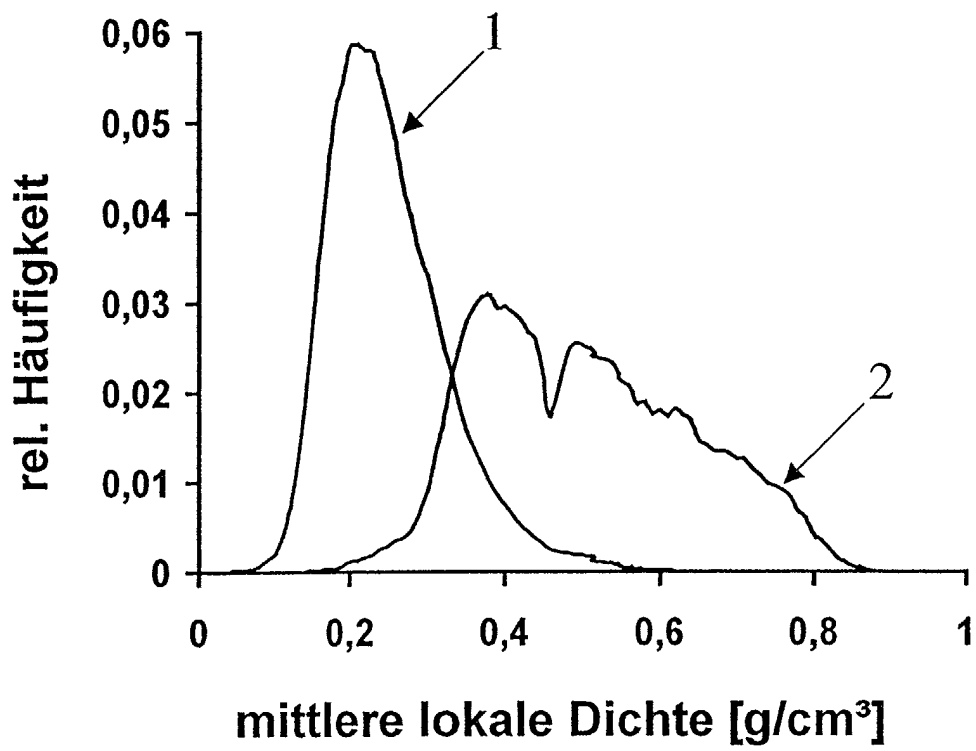


Fig. 6