

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 884 123 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

16.12.1998 Patentblatt 1998/51

(51) Int. Cl.⁶: **B22F 3/11**

(21) Anmeldenummer: **98109728.0**

(22) Anmeldetag: **28.05.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **10.06.1997 DE 19724326**

(71) Anmelder: **Th. Goldschmidt AG
45127 Essen (DE)**

(72) Erfinder: **Knott, Wilfried, Dr.
45141 Essen (DE)**

(54) **Schäumbare Metallkörper**

(57) Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung schäumbarer Metallkörper, das so erhältliche kompaktierte Halbzeug, die Verwendung des Halbzeugs zum Schäumen eines geschlossenzelligen Metallkörpers sowie die so erhaltenen geschlossenzelligen schaumförmigen Metallkörper.

Die Gemische der schäumbaren Metallkörper werden aus wenigstens einem Metallpulver und einem gasabspaltenden Treibmittel hergestellt und zu einem Halbzeug kompaktiert, das dadurch gekennzeichnet ist, daß man ein Magnesiumhydrid enthaltendes gasabspaltendes Treibmittel einsetzt.

EP 0 884 123 A2

Beschreibung

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung schäumbarer Metallkörper, das so erhältliche kompaktierte Halbzeug, die Verwendung des Halbzeugs zum Schäumen eines geschlossenzelligen Metallkörpers sowie die so erhaltenen geschlossenzelligen schaumförmigen Metallkörper.

Aus der US-A-3 087 807 ist ein Verfahren bekannt, nach dem die Herstellung eines porösen Metallkörpers beliebiger geometrischer Form möglich ist. Danach wird eine Mischung aus einem Metallpulver und einem Treibmittel mit einem Preßdruck von wenigstens 80 MPa im ersten Schritt kalt kompaktiert. Durch anschließendes Strangpressen wird die Mischung um wenigstens 87,5 % umgeformt. Dieser hohe Umformgrad wird als notwendig erachtet, damit durch die Reibung der Teilchen aneinander während des Umformprozesses die Oxidhäute zerstört und die Metallteilchen miteinander verbunden werden. Der so hergestellte extrudierte Stab kann durch Erwärmung auf wenigstens die Schmelztemperatur des Metalls zu einem porösen Metallkörper aufgeschäumt werden. Die Aufschäumung kann in verschiedenen Formen erfolgen, so daß der fertige poröse Metallkörper die gewünschte Form aufweist. Nachteilig ist, daß dieses Verfahren aufgrund seines zweistufigen Kompaktierungsvorgangs sowie des erforderlichen, sehr hohen Umformgrades aufwendig und auf durch Strangpressen herstellbare Halbzeuge beschränkt ist. Bei dem hier offenbarten Verfahren sind nur Treibmittel verwendbar, deren Zersetzungstemperatur oberhalb der Kompaktierungstemperatur liegt, da sonst das Gas während des Extrusionsvorgang entweichen würde. Der Extrusionsvorgang nach dem hier beschriebenen Verfahren wird als notwendig erachtet, da die Verbindung der Metallteilchen durch die bei dem Extrusionsvorgang auftretenden hohen Temperaturen und die Reibung der Teilchen aneinander, d. h. durch Verschweißung der Teilchen miteinander entsteht.

Die EP-B-0 460 392 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung schäumbarer Metallkörper mit überwiegend geschlossener Porosität, wobei die entstehenden Poren gleichmäßig im gesamten Metallkörper verteilt und eine einheitliche Größe aufweisen sollen, bei dem eine Mischung aus wenigstens einem Metallpulver und wenigstens einem gasabspaltenden Treibmittelpulver hergestellt und zu einem Halbzeug kompaktiert wird. Das hier beschriebene Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß die Heißkompaktierung bei einer Temperatur oberhalb der Zersetzungstemperatur des Treibmittels stattfindet, wobei die Verbindung der Metallpulverteilchen überwiegend durch Diffusion erfolgt und bei einem Druck, der hoch genug ist, um die Zersetzung des Treibmittels zu verhindern derart, daß die Metallteilchen sich in einer festen Verbindung untereinander befinden und einen gasdichten Abschluß für die Gasteilchen des Treibmittels darstellen.

Die DE-C-41 24 591 beschreibt ein Verfahren zur

Herstellung schäumbarer Metallkörper durch Walzen einer Pulvermischung, bei dem die Pulvermischung aus wenigstens einem treibmittelhaltigen Pulver und einem Metallpulver besteht, bei dem die Pulvermischung in ein Metallhohlprofil gefüllt und gewalzt wird. Der gemäß dieser Druckschrift erhältliche Kaltpreßkörper kann nicht nur vor dem Walzvorgang erwärmt werden, sondern auch nach den einzelnen Walzstichen wiedererwärmt werden. Auch hier wird der Kaltpreßkörper auf eine Temperatur oberhalb der Zersetzungstemperatur des Treibmittels erwärmt.

Die DE-A-44 26 627 betrifft einen metallischen Verbundwerkstoff und ein Verfahren zu seiner Herstellung. Der metallische Verbundwerkstoff mit einem Kern aus einem oder mehreren porösen Metallwerkstoffen und mindestens einer Deckschicht aus massivem Material weist zwischen dem Kern und der Deckschicht/Deckschichten metallische Bindungen auf.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht zum einen in einem verbesserten Verfahren zur Herstellung schäumbarer Metallkörper und zum anderen in einer Verbesserung der technischen Eigenschaften der Halbzeuge sowie der geschlossenzelligen schaumförmigen Metallkörper gegenüber dem Stand der Technik.

Die erstgenannte Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung schäumbarer Metallkörper, bei dem ein Gemisch aus wenigstens einem Metallpulver und einem gasabspaltenden Treibmittel hergestellt und zu einem Halbzeug kompaktiert wird. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß man ein Magnesiumhydrid enthaltendes gasabspaltendes Treibmittel einsetzt.

Die chemische Verbindung "Magnesiumhydrid" ist seit langem Stand der Technik. Jedoch wurden im Bereich der Herstellung aufschäumbarer Metallkörper bisher andere gasabspaltende Treibmittel, beispielsweise Titanhydrid, Carbonate, Hydrate oder leicht verdampfende Stoffe eingesetzt. Mittlerweile ist jedoch Magnesiumhydrid nicht mehr nur ein Laborprodukt, sondern auch in größerem Maßstab kommerziell erhältlich. Ein Kern der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, Magnesiumhydrid einer neuen Verwendung zur Herstellung schäumbarer Metallkörper zuzuführen. Beaufschlagt man beispielsweise Metallpulver nach gründlicher Durchmischung mit einer geringen Menge an Magnesiumhydrid enthaltendes Treibmittel und kompaktiert das so erhaltene Gemisch, so ist es möglich, Preßkörper zur Herstellung von schaumförmigen Metallkörpern zu erhalten. Die so erhältlichen schaumförmigen Metallkörper weisen eine sehr homogene Porendichteverteilung bis in die Oberflächenbereiche des Formkörpers auf, die einen wesentlichen Fortschritt gegenüber schaumförmigen Metallkörpern darstellt, die mit bekannten gasabspaltenden Treibmitteln des Standes der Technik erhalten werden.

Die mit Hilfe von Magnesiumhydrid, insbesondere autokatalytisch hergestelltem Magnesiumhydrid, enthaltendem Treibmittel hergestellten metallischen

Schaumkörper weisen eine andersartige Morphologie auf, als Schäume, die beispielsweise mit Titanhydrid als gasabspaltendes Treibmittel erhalten werden.

In den Fig. 1 und 2 wird ein erfindungsgemäß hergestellter Aluminiumschaum, bei dem 0,5 Mol-% Magnesiumhydrid als gasabspaltendes Treibmittel verwendet wurde (Fig. 1), einem entsprechenden Aluminiumschaum gegenübergestellt, bei dem 0,5 Mol-% Titanhydrid als gasabspaltendes Treibmittel verwendet wurde (Fig. 2). In beiden Fällen waren die Kompaktierungsbedingungen und Schäumungsbedingungen identisch.

Der aufgeschnittene Schaum gemäß dem Stand der Technik unter Verwendung von Titanhydrid zeigt in der Fig. 2 eine starke Verdichtung der untenliegenden "Bodenzone". Die in der Schaumstruktur verteilten Zellen sind sehr ungleichmäßig. In der Hauptsache handelt es sich um grobe, zum Teil aufgestiegene Zellen. Das führt zu einer etwas zerrissenen Oberfläche des Metallstücks, wenn derartig große Gasblasen an der Oberfläche des Metallkörpers "abgeblasen" haben.

Im Gegensatz dazu ist das Aluminiumschaumstück unter Verwendung von Magnesiumhydrid gemäß der vorliegenden Erfindung in der Fig. 1 deutlich gleichmäßiger geschäumt. Die Verdichtung der Unterseite ist nur ca. 3 mm dick, während bei dem Aluminiumschaum gemäß dem Stand der Technik bis zu 1 cm ungeschäumtes Material an der Unterseite zu finden ist. Bei dem erfindungsgemäßen Metallschaum ist auch die Zahl der Zellen pro Volumeneinheit deutlich größer und zwar bevorzugterweise im Hinblick auf das Vorhandensein kleiner Zellen. Auch in diesem Schaum ist zwar eine gewisse Unregelmäßigkeit der Zellen festzustellen, die jedoch deutlich weniger ausgeprägt ist, als bei dem Schaum gemäß dem Stand der Technik. Die Oberfläche des Schaums gemäß der vorliegenden Erfindung hat mehr Öffnungen als die des Schaums gemäß dem Stand der Technik. Die Öffnungen sind aber deutlich feiner und deutlich gleichmäßiger. In Analogie zu einem Kunststoffschaum kann man im Sinne der vorliegenden Erfindung von kleinen gleichmäßigen Abbläsern sprechen.

Betrachtet man die Strukturen der Zellen innerhalb des Schaums im Vergleich der beiden Metallstücke gemäß den Fig. 1 und 2, so fällt eine Besonderheit beim Metallschaum des Standes der Technik in der Fig. 2 auf. Die Öffnungen in den "Fenstern" der Gasblasen sehen oftmals wie gerissen aus, während in dem erfindungsgemäßen Schaum der Fig. 1 derartige Stellen praktisch nicht zu erkennen sind. Dies deutet darauf hin, daß zum Zeitpunkt der Volumenänderung des Metalls die Viskosität des gemäß dem Stand der Technik geschäumten Materials geringer ist als die des erfindungsgemäß geschäumten Materials. Dies ist, ohne sich darauf festzulegen, möglicherweise darin begründet, daß Titan die Viskosität der Metallumgebung - hier Aluminium - erhöht, während Magnesium als Bestandteil des gasabspaltenden Treibmittels einen gegenteiligen Effekt

bewirkt.

Bei der Betrachtung der Seitenbereiche der Metallfladenabschnitte zeigt sich, daß die gemäß dem Stand der Technik geschäumte Probe eine deutlich andere Struktur der vertikalen Flächen aufweist, als die mit Hilfe der vorliegenden Erfindung erhältlichen Aluminiumschaumkörper. Während bei den gemäß dem Stand der Technik geschäumten Körpern eine relativ ursprüngliche Struktur mit wenigen größeren Kratern zu erkennen ist (also offensichtlich geringere Volumenausdehnung in horizontaler Richtung) und teilweises Abblasen des Gases zur Seite, zeigt sich bei dem erfindungsgemäßen Aluminiumschaum eine unebene, aber gleichmäßig unebene Struktur, wie man sie bei einem verkleinerten Seifenschaum erwarten würde. Dieser Umstand ist dahingehend zu interpretieren, daß deutlich weniger Gas durch Fehler/Risse an der Seite des Körpers verloren geht und das Metall bei der Gasentwicklungstemperatur sich leichter der Schaummorphologie annähern kann. Es scheint im Falle der erfindungsgemäß geschäumten Metalle leichter zu sein, sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung eine gleichmäßige Volumenänderung zu bewirken, als bei Metallschäumen gemäß dem Stand der Technik.

Prinzipiell sind alle schmelzbaren Metalle oder Metall-Legierungen im Sinne der vorliegenden Erfindung schäumbar. Besonders bevorzugt im Sinne der vorliegenden Erfindung wird als Metallpulver Aluminium und seine Legierungen eingesetzt. Dementsprechend ist es besonders bevorzugt, daß das Metallpulver im wesentlichen aus Aluminium, gegebenenfalls mit üblichen Legierungsbestandteilen, wie beispielsweise Magnesium, Kupfer und/oder Silicium besteht.

Für das Kompaktieren der gasabspaltenden Treibmittel enthaltenden Metallpulver stehen dem Fachmann die verschiedensten Verfahren zur Verfügung. Besonders bevorzugt im Sinne der vorliegenden Erfindung ist das Kaltpressen, das kaltisostatische Pressen, das Walzen, das Strangpressen und das Extrudieren. Besonders bevorzugt im Sinne der vorliegenden Erfindung wird das Kompaktieren unterhalb der Zersetzungstemperatur des Magnesiumhydrid enthaltenden gasabspaltenden Treibmittels, vorzugsweise bei Raumtemperatur durchgeführt. Während im Stand der Technik in der Regel eine Kompaktierung bei hoher Temperatur, insbesondere oberhalb der Zersetzungstemperatur des gasabspaltenden Treibmittels durchgeführt wurde, wurde beim erfindungsgemäßen Einsatz von Magnesiumhydrid enthaltenden gasabspaltenden Treibmitteln gefunden, daß eine Kompaktierung auch bei niedrigen Temperaturen möglich ist.

Bei der Kompaktierung sollte das Gemisch aus Metallpulver und Magnesiumhydrid enthaltendem gasabspaltenden Treibmittel auf eine möglichst hohe Dichte verdichtet werden. Besonders bevorzugt im Sinne der vorliegenden Erfindung ist es, die Kompaktierung in der Weise durchzuführen, daß die Dichte wenigstens 90 %, insbesondere wenigstens 95 % der

theoretischen Dichte des Metalls des Metallpulvers beträgt. Dies kann durch hohe Preßkräfte erreicht werden. So konnte durch Beaufschlagung mit 0,5 % Magnesiumhydrid als Treibmittel aus sprühverdüstern kugeligen Aluminium (AlMgSi 6061) durch kaltisostatisches Pressen ein Zylinder mit einem Preßvordruck von 450 bar entsprechend einer Preßkraft von etwa 10 t mit einer Dichte von mehr als 90 % der theoretischen Dichte von Aluminium hergestellt werden.

Die erfindungsgemäß einzusetzende Menge des Magnesiumhydrid enthaltenden gasabspaltenden Treibmittels ist üblicherweise sehr gering. So reichen Treibmittelanteile in der Größenordnung von wenigen Zehntel Gewichtsprozent üblicherweise aus, weil das kompaktierte Halbzeug vollständig verdichtet ist und Treibgas nicht entweichen kann. Als besonders günstig haben sich Treibmittelmengen von 0,1 bis 2 Gew.-%, insbesondere 0,2 bis 1 Gew.-%, bezogen auf das Metallpulver, erwiesen.

Besonders bevorzugt im Sinne der vorliegenden Erfindung wird als Magnesiumhydrid enthaltendes, gasabspaltendes Treibmittel Magnesiumhydrid selbst eingesetzt, das kommerziell erhältlich ist. Neben dem Magnesiumhydrid können aber auch an sich bekannte Metallhydride, zum Beispiel Titanhydrid, Carbonate, beispielsweise Calciumcarbonat, Kaliumcarbonat, Natriumcarbonat, Natriumbicarbonat, Hydrate, beispielsweise Aluminiumsulfathydrat, Alaun, Aluminiumhydroxid oder leicht verdampfende Stoffe, beispielsweise Quecksilberverbindungen oder pulverisierte organische Substanzen eingesetzt werden.

Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfaßt die durch das Kompaktieren erhältlichen Halbzeuge, bei denen sich die Metallteilchen in einer relativ festen Verbindung untereinander befinden und einen im wesentlichen gasdichten Abschluß für die Gasteilchen des Treibmittels bilden. Diese Halbzeuge können gegebenenfalls nach an sich bekannten Verfahren umgeformt werden, um diese bei entsprechenden Druck- und Temperaturbedingungen nach an sich bekannten Verfahren zu einem geschlossenzelligen Metallkörper aufzuschäumen. So kann das Aufschäumen des Halbzeugs frei erfolgen, wenn keine Endform vorgegeben ist. Alternativ kann das Aufschäumen aber auch in einer teilweise oder vollständig geschlossenen Form erfolgen, wobei der fertige poröse Metallkörper die vorgegebene Form des Werkzeugs annimmt. Die Bedingungen zum Aufschäumen der Halbzeuge sind dem Fachmann aus dem in der Einleitung genannten Stand der Technik bekannt. Somit besteht eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in der Verwendung der oben definierten Halbzeuge zum Schäumen eines geschlossenzelligen Metallkörpers durch Einwirkung von erhöhtem oder vermindertem Druck und/oder erhöhter Temperatur. Insbesondere besteht die erfindungsgemäße Ausführungsform in der Verwendung des Halbzeugs zum Ausschäumen von Hohlräumen in Formwerkzeugen.

Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darüber hinaus betrifft die mit Hilfe des oben genannten Verfahrens erhältlichen geschlossenzelligen schaumförmigen Metallkörper.

Ausführungsbeispiel:

Zum Einsatz gelangte ein sprühverdüstes, kugeliges Material mit der Bezeichnung AlMgSi (6061) und der folgenden Zusammensetzung:

Mg 0,96 % (ohne Treibmittelzusatz)
Cu 0,18 %
Si 0,5 %
Al Rest.

Beaufschlagt mit 0,5 % Magnesiumhydrid (autokatalytisch hergestellt nach EP-B-0 490 156) als gasabspaltendes Treibmittel wurden hieraus zylinderförmige Preßlinge durch kaltisostatisches Pressen hergestellt. Die Zylinder hatten einen Durchmesser von 52 mm und Höhen von 24 bzw. 32 mm. Verpreßt wurde mit einer Preßkraft von 9556 kp. Eine Dichtebestimmung belegte die Raumdichte von etwa 96 % der theoretischen Aluminiumdichte. Diese Halbzeuge wurden dann in einem auf 750 °C temperierten Ofen für 23 min aufgebacken. Die Querschnittsfläche des erhaltenen Aluminiumschaums ist in der Fig. 1 wiedergegeben.

Vergleichsbeispiel:

Analog zum oben genannten Ausführungsbeispiel wurde ein entsprechendes Halbzeug unter Verwendung von 0,5 Gew.-% $TiH_{1,98}$ hergestellt und unter gleichen Bedingungen aufgebacken. In der Fig. 2 wird der Querschnitt des so erhaltenen Aluminiumschaums wiedergegeben.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung schäumbarer Metallkörper, bei denen Gemische aus wenigstens einem Metallpulver und einem gasabspaltenden Treibmittel hergestellt und zu einem Halbzeug kompaktiert werden, dadurch gekennzeichnet, daß man ein Magnesiumhydrid enthaltendes gasabspaltendes Treibmittel einsetzt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallpulver im wesentlichen aus Aluminium, gegebenenfalls mit üblichen Legierungsbestandteilen besteht.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kompaktieren Kaltpressen, kaltisostatisches Pressen, Walzen, Strangpressen und/oder Extrudieren umfaßt.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß man das Kompaktieren unterhalb der Zersetzungstemperatur des gasabspaltenden Treibmittels, insbesondere bei Raumtemperatur durchführt. 5
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man Metallpulver und gasabspaltendes Treibmittel auf eine Dichte von wenigstens 90 %, insbesondere 95 % der theoretischen Dichte des Metalls des Metallpulvers kompaktiert. 10
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man das gasabspaltende Treibmittel in einer Menge von 0,1 bis 2 Gew.-%, insbesondere 0,2 bis 1 Gew.-%, bezogen auf das Metallpulver, einsetzt. 15
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß man Magnesiumhydrid gegebenenfalls neben weiteren Metallhydriden, insbesondere Titanhydrid, Carbonaten, Hydraten und/oder leicht verdampfenden Stoffen als gasabspaltendes Treibmittel einsetzt. 20
8. Kompaktiertes Halbzeug erhältlich nach einem Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7. 25
9. Verwendung des Halbzeugs gemäß Anspruch 8 zum Schäumen eines geschlossenzelligen Metallkörpers durch Einwirkung von erhöhtem oder vermindertem Druck und/oder erhöhter Temperatur. 30
10. Verwendung nach Anspruch 9 zum Ausschäumen von Hohlräumen in Formwerkzeugen. 35
11. Geschlossenzellige schaumförmige Metallkörper, erhältlich nach den Ansprüchen 9 oder 10. 40

45

50

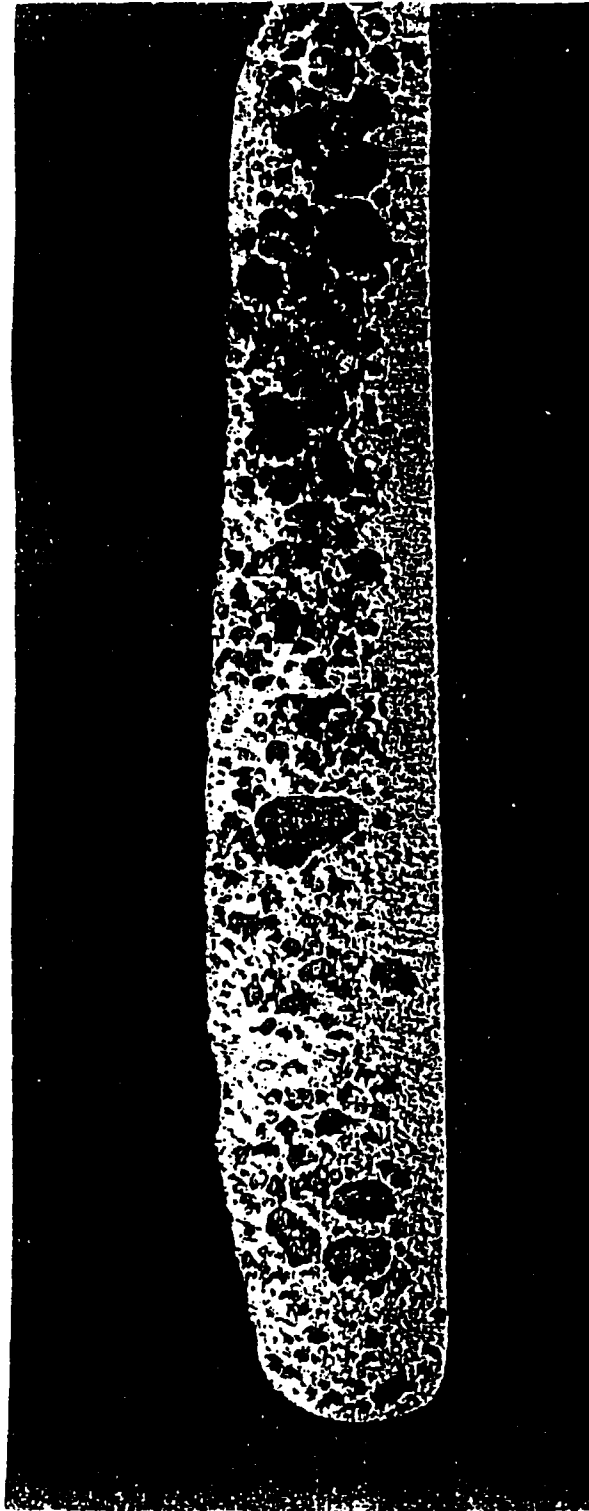
55

Fig. 1



Aluminiumschaum hergestellt mit 0,5 m-% Magnesiumhydrid
750°C/23 Minuten

Fig. 2



Aluminiumschaum hergestellt mit 0,5 m-% Titanhydrid
750°C/ 23 Minuten