



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 446 665 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91102390.1**

51 Int. Cl.⁵: **B28B 13/02, B28B 7/34,
B22F 3/00, B22F 5/00,
B22F 3/12**

22 Anmeldetag: **20.02.91**

30 Priorität: **14.03.90 CH 815/90**

71 Anmelder: **ASEA BROWN BOVERI AG**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.09.91 Patentblatt 91/38

CH-5401 Baden(CH)

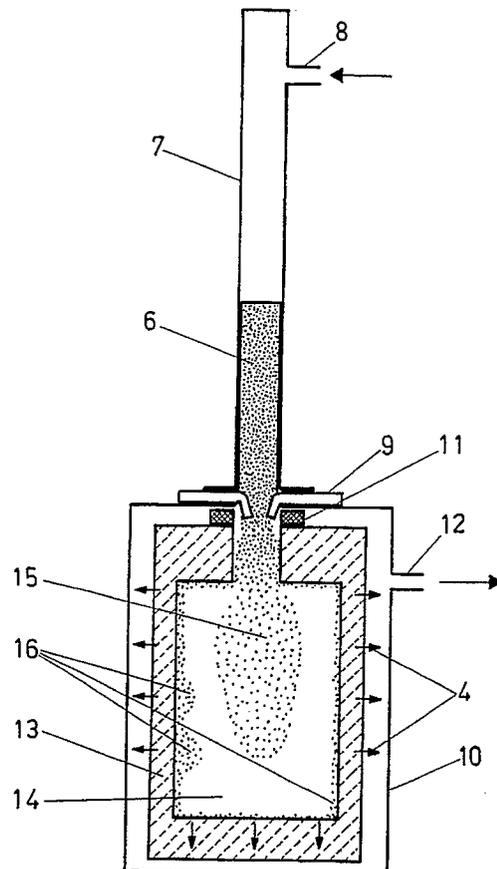
84 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI NL SE

72 Erfinder: **Feichtinger, Heinrich, Prof. Dr.
Im Bad 1
CH-8128 Hintereggen(CH)**

54 Verfahren zur Herstellung eines Bauteils durch Erzeugung eines Formkörpers ausgehend von einem metallischen oder keramischen Pulver.

57 Verfahren zur Herstellung eines Bauteils, wobei metallisches oder keramisches Pulver (6) auf die Innenwand einer unter vermindertem Druck stehenden sich in einem Unterdruckbehälter (10) befindlichen, gasdurchlässigen Form (13) aufgeschleudert und vorverfestigt wird, worauf die Form (13) aus dem Behälter (10) herausgenommen und gesintert wird. Die Form (13) besteht aus einem Haufwerk keramischer Körner mit einem organischen Binder mit hoher Festigkeit zwischen Raumtemperatur und einer Temperatur dicht unterhalb Sintertemperatur zwecks Stützung des zum Bauteil zu sinternden Pulvers (6). Bei einsetzendem Sintern verdampft oder verbrennt der Binder, wodurch die Form (13) ihre Stützwirkung des Bauteils weitgehend verliert. Binder: Aminoplast, Phenolplast, Furanharz.

FIG.4



EP 0 446 665 A1

TECHNISCHES GEBIET

Herstellung von komplizierten Bauteilen aus metallischen oder keramischen Werkstoffen, wobei als Ausgangsmaterialien Pulver verwendet werden. Fragen des Sinterns und heiss-iso-statischen Pressens im Hinblick auf das Schwinden.

Die Erfindung bezieht sich auf die Weiterentwicklung, Vervollkommnung und Vereinfachung pulvermetallurgischer Fertigungsmethoden für die Herstellung von Werkstücken mit vergleichsweise komplizierten Formen, wo die Probleme der Schwindung beim Sintern eine wichtige Rolle spielen. Anwendungsgebiet ist vor allem der Bereich von Bauteilen des Turbinenbaus.

Im engeren Sinne betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils durch Erzeugung eines Formkörpers ausgehend von einem rieselfähigen metallischen oder keramischen Pulver durch Aufschleudern des mittels einer Gasströmung transportierten Pulvers auf die Innenwand einer unter vermindertem Druck stehenden Form und Sintern des vorverdichteten Körpers.

STAND DER TECHNIK

Bei zahlreichen Fertigungsmethoden in der metallurgischen und keramischen Industrie wird von Pulvern ausgegangen. Pulvermetallurgische Verfahren haben den Vorteil, dass sich praktisch jede beliebige Form erzielen lässt. Es besteht die Absicht, Werkstücke pulvermetallurgisch als Fertigteile herzustellen, um teure Bearbeitungskosten teilweise oder ganz einsparen zu können. Die bekannten Verfahren zur Erzielung von Nettoformen (Net-Shape) oder Nahezu-Nettoformen (Near-Net-Shape) der Werkstücke gehen alle von Aufschlämungen (Schlicker, Paste) von Pulvern in Lösungsmitteln unter Verwendung eines Binders aus. Als Zusätze zu Pulvermischungen werden verwendet:

- Wasser + Binder + Additive (Schlickergiessen, Gefriertrocknen: "Slip casting, Freeze Drying")
- Wasser + Zellulose (Metall-Pulver-Spritzgiessen nach Rivers: "MIM by Rivers Process")
- Thermoplaste (Metall-Pulver-Spritzgiessen)

Bei allen diesen nassmechanischen Methoden treten zahlreiche Schwierigkeiten bezüglich Qualität, Freiheit der Gestaltung, Reproduzierbarkeit und Wahl der Zusammensetzung auf:

- Blasenbildung beim Mischen von Pulver mit Binder und Lösungsmittel.
- Begrenzung der Wandstärke der Werkstücke (z.B. max. 5-10 mm für "MIM"), da andererseits der Binder nicht mehr vollständig entfernt werden kann.
- Auftreten von Binderrückständen (z.B. Koh-

lenstoff), die auch nach dem "Ausbrennen" des Binders im Werkstück verbleiben und dessen Zusammensetzung unkontrolliert beeinträchtigen können.

- Notwendigkeit der Neuauswahl/Neuentwicklung des Binders bei Übergang auf andere Formen und/oder Zusammensetzungen der Werkstücke.

Beim Metall-Spritzgiessen ("Metal Injection Molding"; MIM) wird eine Mischung aus dem zu kompaktierenden Metallpulver zusammen mit einem geeigneten Thermoplast entsprechend der Spritzguss-Technik in eine Form eingeschossen. Eine Zusammenfassung der Methoden des "Metal Injection Molding" wird in einem Kapitel des Metals Handbook gegeben.

Eine besondere Problematik dieser Technik ist einerseits die Tatsache, dass im allgemeinen wesentlich feinere Pulver zum Einsatz kommen müssen, als dies normalerweise in der Pulvermetallurgie üblich ist, andererseits muss der organische Binder durch einen aufwendigen Prozess vor dem eigentlichen Sinterprozess entfernt werden, was zu einer beträchtlichen Verteuerung des Prozesses führt.

Aus der Giessereitechnik ist das Vakuumformverfahren bekannt, welches zur Herstellung von Giessformen aus feuerfestem körnigen Formstoff, in der Regel Quarzsand, dient. Durch Evakuierung der Luft aus einem folienumschlossenen Haufwerk binderfreien Sands entsteht in diesem ein Unterdruck, wodurch ein Kompressionsdruck der aussen anliegenden Gasatmosphäre über die Folie auf die Sandschüttung ausgeübt wird. Die dadurch bedingten Druckspannungen zwischen den Körnern verhindern die gegenseitige Beweglichkeit derselben, wodurch aus einem lockeren Haufwerk ein mechanisch widerstandsfähiger Körper mit definierter Form entsteht.

Bei der Herstellung von Formkörpern, welche einer anschliessenden Sinterung unterworfen werden, ist die Gleichmässigkeit der Pulverschüttung an allen Stellen des Formkörpers von hoher Bedeutung, da das lokale Schwindmass und damit die Formgenauigkeit eine Funktion der lokalen Schüttdichte sind.

Es gibt Verfahren aus dem Gebiet der Pulvermetallurgie, wo Gemische eines Metallpulvers mit einer verflüssigten organischen Phase nach dem Spritzgussverfahren in Formen eingespritzt werden. Nach dem Füllvorgang entsteht ein kompakter Verbundkörper mit gleichmässiger Dichte, aus dem der organische Binder vor dem Einsetzen des eigentlichen Sinterprozesses entfernt werden muss.

Es gibt andere Verfahren, bei denen im wesentlichen trockene Pulver unter Vakuum in eine Form eingefüllt werden. Dieser Vorgang kann z.B. noch durch einen geeigneten Vibrations- oder Rüt-

telvorgang unterstützt werden. Allerdings sind der Komplexität der Formgebung infolge des Reibungswiderstand des Pulvers Grenzen gesetzt, bzw. es besteht die Gefahr, dass die verschiedenen Kornfraktionen eines Pulvers unter dem Einfluss der Pulverbewegung, insbesondere unter der Einwirkung von Vibrationen, entmischen, wodurch ein inhomogener Sinterkörper entsteht.

Mit Hilfe eines Verfahrens wird zum Beispiel ein Formkörper so hergestellt, dass eine rieselfähige Formmasse mittels eines Transportgases fluidisiert wird und in dieser Weise in den Innenraum einer unter Unterdruck stehenden Form gelangt, welche an bestimmten Stellen Absaugöffnungen für die Ableitung des Transportgases enthält. Ein wesentlicher Teil der Beschreibung dieses Verfahrens ist der optimalen Dimensionierung und Anordnung dieser Absaugöffnungen, bzw. dem optimalen zeitlichen Ablauf des Einblas- und Absaug-Prozesses gewidmet, da sowohl die geometrische Anordnung wie auch der zeitliche Ablauf von grösster Bedeutung für die Erzeugung eines Formkörpers mit gleichmässiger Schüttdichte sind. Beim Eindringen des fluidisierten Pulvers in den Innenraum der Form kommt es zur Expansion des Gases und damit zur kinetischen Beschleunigung der Pulverpartikel, welche gegen die Formwand geschleudert werden. Da die Formwand jedoch in wesentlichen Teilen gasundurchlässig ist, kommt es lediglich durch die kinetische Energie der Kornpartikel zu einer Wandbeschichtung. Spezielle Vorkehrungen müssen insbesondere ergriffen werden, um eine frühzeitige Verstopfung der Abgaskanäle durch bevorzugt in diese Richtung fliegendes Pulver zu vermeiden.

Zum Stand der Technik werden die nachfolgenden Druckschriften zitiert:

- GB Pat.Appl. 2088414
- EP Pat.Appl. 0191409
- DE-A-3101236
- DE-A-3128347
- DE-A-3128348
- DE-A-3542332
- R. Billet, "PLASTIC METALS: From Fiction to Reality with Injection Molded P/M Materials", Parmatech Corporation, San Rafael, California, P/M-82 in Europe Int.PM-Conf. Florence I 1982.
- Göran Sjöberg, "Powder Casting and Metal Injection Moulding", Manuscript submitted to Metal Powder Report September 1987
- Henry H. Hausner, "Slip Casting of Metal Powders", in "Perspectives in Powder Metallurgy", Hausner et al., Plenum Press 1967

Die bekannten Verfahren lassen zu wünschen übrig. Es besteht daher ein Bedürfnis nach Verbesserung und Weiterentwicklung der pulvermetallurgischen/pulverkeramischen Ferti-

gungsmethoden.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit welchem, ausgehend von rieselfähigen Metall- oder Keramikpulvern ein vergleichsweise kompliziert geformtes Werkstück beliebigen Querschnittes und unbegrenzter Wandstärke gefertigt werden kann. Dabei soll für den Grünling eine zur Weiterverarbeitung hinreichende Grünfestigkeit erzielt werden. Das Verfahren soll ein reproduzierbares Fertigerzeugnis liefern, das nicht mehr oder höchstens geringfügig zusätzlich bearbeitet werden muss. Bei der Pulververarbeitung sollen Blasen sowie unerwünschte schädliche Rückstände vermieden werden. Das Verfahren soll bezüglich Auswahl der Form und der Zusammensetzung des herzustellenden Werkstücks grösstmögliche Freizügigkeit und Universalität gewährleisten.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass das Pulver in eine gasdurchlässige Form aus einem Material eingebracht wird, welches aus einem Haufwerk von keramischen Körnern besteht, die durch einen geringen Anteil eines im wesentlichen organisch aufgebauten Binders zusammengehalten werden, wodurch die Form im Bereich zwischen Raumtemperatur und einer knapp unterhalb der Sintertemperatur des den Formkörper aufbauenden Pulvers liegenden Temperatur eine hohe mechanische Festigkeit zwecks Stützung des Formkörpers aufweist, und dass der Binder in einem Temperaturbereich, wo der Formkörper infolge des einsetzenden Sinterprozesses eine genügende, seine Gestalt wahrende Eigenfestigkeit erreicht, seinerseits seine Festigkeit und damit seine Stützwirkung verliert, indem er im besagten Temperaturbereich und unter dem Einfluss der oxydierenden oder reduzierenden Wirkung der Ofenatmosphäre teilweise oder ganz verdampft und/oder verbrennt.

Zusammenfassend sei folgendes bemerkt: Zweck der Erfindung ist die Herstellung von Formkörpern aus rieselfähigen Pulvern, welche nach dem Einbringen in eine Form entweder durch eine Binderphase eine Grünfestigkeit erlangen, sodass sie entformt und einem Sinterprozess zugeführt werden können oder die innerhalb dieser Form selbst einem Sinterprozess unterworfen werden, wobei die Form in diesem Falle als Hinterstützung des Formkörpers dient und unter dem Einfluss der Temperatur keinerlei Reaktionen mit dem Formkörper eingehen darf, bzw. nach Abschluss des Sintervorgangs von der Oberfläche des Formkörpers entfernt sein muss. Dabei kann es sich bei dem Pulver, aus welchem der Formkörper aufgebaut ist, um ein Metall- oder ein Keramikpulver oder um eine Mischung dieser Pulver handeln.

WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Die Erfindung wird durch die nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Dabei zeigt:

- Fig.1 eine schematische Ansicht (in Strömungsrichtung der Gasströmung gesehen) einer idealisierten Schüttung von globulitischen Pulverpartikeln (hexagonal dichteste Kugelpackung),
 Fig.2 einen Aufriss/Schnitt (senkrecht zur Strömungsrichtung der Gasströmung gesehen) einer idealisierten Schüttung von globulitischen Pulverpartikeln (hexagonal dichteste Kugelpackung) an der Wand einer Form,
 Fig.3 einen Aufriss/Schnitt einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens im Zeitpunkt vor der Füllung der Form,
 Fig.4 einen Aufriss/Schnitt einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens während der Füllung der Form.

In Fig.1 ist eine schematische Ansicht (in Strömungsrichtung der Gasströmung gesehen) einer idealisierten Schüttung von globulitischen Pulverpartikeln (hexagonal dichteste Kugelpackung) dargestellt. 1 ist ein idealisiertes globulitisches Pulverpartikel in dichtester Schüttung (vereinfacht als Kugel dargestellt). 2 ist der offenporige Raum zwischen benachbarten Pulverpartikeln (Strömungskanal für Gasströmung).

Fig.2 zeigt einen Aufriss/ Schnitt (senkrecht zur Strömungsrichtung der Gasströmung gesehen) einer idealisierten Schüttung von globulitischen Pulverpartikeln (hexagonal dichteste Kugelpackung) an der Wand einer Form. Das Bezugszeichen 1 ist mit demjenigen der Fig. 1 identisch. 3 ist ein Pulverpartikel im Anflug senkrecht auf die Innenwand der Form. 4 ist die Gasströmung senkrecht auf die Pulverschüttungsoberfläche. 5 stellt die gasdurchlässige Wand der porösen (offenporigen) Form dar.

Beim vorliegenden Verfahren besteht die gesamte Wand 5 der Form aus einem gasdurchlässigen porösen Material, wobei die Porosität zumindestens im Bereich der Innenfläche der Form einen Porendurchmesser aufweist, welcher das Eindringen von Pulverkörnern auch der geringsten Grösse verhindert. Da die gesamte Innenfläche der unter einem Unterdruck stehenden und von aussen mit Unterdruck beaufschlagten gasdurchlässigen Form für den Gastransport zur Verfügung steht, kann das fluidisierte Pulver (Partikel) grundsätzlich an jede Stelle der Form gelangen, wobei ein gleichmässiger Beschichtungsvorgang dadurch selbstgehend gesteuert wird, dass Stellen der Wand 5, welche in stärkerer Weise mit Pulver beschichtet wurden, einen grösseren Strömungswiderstand darstellen und deshalb weiteres fluidisiertes Pulver an jene

Stellen der Wand 5 dirigieren, wo die Schichtdicke noch nicht so stark ist und deshalb ein geringerer Strömungswiderstand existiert. Durch die Tatsache, dass sich der Formkörper schichtweise von der Wand 5 zur Mitte aus der fluidisierten Gas/Pulver-Phase aufbaut, ist eine sehr dichte Packung möglich, da die einzelnen auftreffenden Pulverkörner nicht im dichten Verband eintreffen und damit in ihrer Restbeweglichkeit behindert sind sondern noch eine gewisse laterale Bewegungsfreiheit besitzen.

Dieser Vorgang wird noch durch ein aerodynamisches Phänomen unterstützt, welches in Fig. 1 in Strömungsrichtung und in Fig. 2 senkrecht dazu dargestellt ist. Diese vereinfachte Betrachtung soll mit Partikeln 1 in Form von Kugeln gleicher Grösse angestellt werden. Die dabei gemachten Beobachtungen können jedoch sinngemäss auch auf Schüttungen mit verschiedenen grossen Kugeln, bzw. mit Körpern, welche von der idealen Kugelgestalt abweichen, übertragen werden. Wird eine dichteste Kugelpackung von einer Gasströmung durchflossen, so tritt der Gasstrom an der Schüttoberfläche an den offenporigen Räumen 2 in die Schüttung ein, wo drei Kugeln aneinanderstossen. An diesem Strömungskanal befindet sich eine Stelle mit erhöhter Geschwindigkeit und erniedrigtem Druck, während direkt vor den Kugeln eine Stelle mit niedriger Geschwindigkeit (Staupunkt) existiert. Fliegt nun eine weitere Kugel (Pulverpartikel 3) gegen eine solche Schüttung, so wird sie unmittelbar vor dem Auftreffen auf diese Schüttung in einen dieser Strömungskanäle abgelenkt und gelangt deshalb zielbewusst an eine Stelle, welche der dichtesten Packung entspricht. Sobald sie sich in dieser Position befindet, stellt sie ein Strömungshindernis dar, d.h. die weiteren Kugeln werden automatisch durch das von ihr mitbeeinflusste Strömungsfeld neben ihr angeordnet. Dieser Effekt kann nur bei einer senkrecht durchströmten Schüttung auftreten, welche durch eine gasdurchlässige Wand 5 hinterstützt wird. Falls diese Wand nur einige Gasauslässe hat, kann dieser Effekt an allen Stellen der Form, wo keine Gasdurchlässigkeit vorhanden ist, nicht stattfinden. Aus der Tatsache, dass bei diesem Verfahren die gesamte Innenfläche der Wand 5 für den Abtransport des fluidisierten Gases zur Verfügung steht, ergibt sich auch eine langsamere Strömungskinetik der Pulverkörner im Bereich der Wand 5, da die Strömung sich ja auf eine grosse Fläche verteilen kann und damit eine verminderte Energie beim Aufschlag resultiert, wodurch sowohl das Korn wie auch die Wand 5 geschont werden.

Fig.3 bezieht sich auf einen Aufriss/ Schnitt einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens im Zeitpunkt vor der Füllung der Form. 6 ist das zu verarbeitende rieselfähige Pulver (Metall, Keramik),

das sich zu Beginn des Verfahrensablaufs im Vorratsbehälter 7 befindet. 8 ist die Gaszuleitung des für die Fluidisierung des Pulvers 6 benötigten Transportgases zum Vorratsbehälter 7. Der Vorratsbehälter 7 ist unten durch eine Berstfolie 9 als Sperrorgan für das Pulver 6 abgeschlossen. An die Berstfolie 9 ist unter Zwischenschaltung einer Dichtung 11 ein Unterdruckbehälter 10 angeschlossen. Dieser ist mit einer Saugleitung versehen, welche an eine Vakuumpumpe angeschlossen ist (nicht gezeichnet). Im Behälter 10 befindet sich eine gasdurchlässige geteilte oder ungeteilte Form 13 aus keramischem Material und einem organischen Binder. 14 ist der Hohlraum (Innenraum) der Form 13.

Fig.4 zeigt einen Aufriss/Schnitt einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens während der Füllung der Form. Die Bezugszeichen 6 bis 14 entsprechen genau denjenigen der Figur 3. Die Berstfolie 9 ist hier im durchgebrochenen Zustand gezeichnet, wo sie den Weg für das Pulver 6 in Richtung Hohlraum 14 der Form 13 freigibt. 15 ist der vom fluidisierten Pulver gebildete Pulverstrahl (Pulverwolke) im Hohlraum 14. 4 stellt die Gasströmung senkrecht auf die Pulveroberfläche und durch die Wand der Form 13 hindurch dar. 18 ist die auf die Innenwand der Form 14 aufgeschleuderte, dynamisch gepackte Pulverschicht. Diese kann je nach Gestalt der Form 14 und der Strömungsverhältnisse momentan unterschiedliche Dicken aufweisen.

Der Kern der Erfindung besteht darin, dass als Material für die gasdurchlässige poröse Form zur pulvermetallurgisch/pulverkeramischen Herstellung eines komplizierten Bauteils ein Haufwerk aus mit einem organischen Binder auf Kunststoffbasis (Aminoplast, Phenoplast, Furanharz, Wasserglas, Kunstharz) an den Berührungspunkten zusammengehaltenen keramischen Körnern verwendet wird. Während der für die Wärmebehandlung (Trocknen, Zersetzen und Austreiben von Gasen, Sintern) nötigen Temperaturerhöhung verhalten sich die aus Pulverpartikeln aufgebauten Werkstoffe von Werkstück (Bauteil) und Werkzeug (Form) gegenläufig: Die Festigkeit und der Widerstand gegen Gestaltänderung nehmen beim Werkstück durch örtliches Kleben und Erweichen und schliessliches Sintern zu, während die gleichen Grössen beim Werkzeug durch Zersetzung, chemische Veränderung, Schmelzen und Verdampfen des Binders abnehmen. Dadurch wird im kritischen Temperaturbereich die Gestalt des Werkstücks gewahrt und trotzdem seine Bewegungsfähigkeit beim Schwinden nicht wesentlich beeinträchtigt.

Die Erfindung ist nicht auf die der Zeichnungsbeschreibung entsprechenden Beispiele beschränkt.

Das Verfahren zur Herstellung eines Bauteils durch Erzeugung eines Formkörpers ausgehend

von einem rieselfähigen metallischen oder keramischen Pulver (6) durch Aufschleudern des mittels einer Gasströmung (4) transportierten Pulvers (6) auf die Innenwand einer unter vermindertem Druck stehenden Form (13) und Sintern des vorverdichteten Körpers wird durchgeführt, indem das Pulver in eine gasdurchlässige Form (13) aus einem Material eingebracht wird, welches aus einem Haufwerk von keramischen Körnern besteht, die durch einen geringen Anteil eines im wesentlichen organisch aufgebauten Binders zusammengehalten werden, wodurch die Form (13) im Bereich zwischen Raumtemperatur und einer knapp unterhalb der Sinter-temperatur des den Formkörper aufbauenden Pulvers liegenden Temperatur eine hohe mechanische Festigkeit zwecks Stützung des Formkörpers aufweist, und dass der Binder in einem Temperaturbereich, wo der Formkörper infolge des einsetzenden Sinterprozesses eine genügende, seine Gestalt währende Eigenfestigkeit erreicht, seinerseits seine Festigkeit und damit seine Stützwirkung verliert, indem er im besagten Temperaturbereich und unter dem Einfluss der oxydierenden oder reduzierenden Wirkung der Ofenatmosphäre teilweise oder ganz verdampft und/oder verbrennt. Dabei besteht das Material für die Form aus einem Formsand auf der Basis von Quarz und/oder Zirkonsilikat mit einem organischen Binder ausgewählt aus der Gruppe der nicht verdichtbaren Sandmischungen mit Kunstharzbindung.

Der organische Binder besteht aus einem Kunstharz ausgewählt aus einer der Gruppen der Aminoplaste oder Phenoplaste oder Furanharze, wobei vorzugsweise der Sand mit einem Binder ausgewählt aus der Gruppe der Phenolharze/Novalake warm oder heiss umhüllt wird.

In vorteilhafter Weise besteht der organische Binder aus Wasserglas und einem Kunstharz, wobei eine primäre Härtung über die Begasung mit Kohlensäure und die endgültige Härtung über die thermische Aushärtung des Kunstharzes erfolgt.

In einer besonderen Ausführung des Verfahrens besteht das Material für die Form aus einer gekörnten Glasfritte mit einem organischen Binder, welche bei höheren Temperaturen während des Nachlassens der organischen Bindung verfrített und anschliessend dichtsintert.

Ganz allgemein wird für das Verfahren ein mit Kunstharz kalt-, warm- oder heissumhüllter Sand verwendet.

BEZEICHNUNGSLISTE

- | | | | |
|----|-----|--|------------------------------|
| 55 | 1 = | Pulverpartikel | globulitisch |
| | | (schematisch, idealisiert) in Schüttung | |
| | 2 = | Offenporiger Raum zwischen Pulverpartikeln | (Strömungskanal für Gasströ- |

- mung)
- 3 = Pulverpartikel im Anflug senkrecht auf Innenwand der Negativform
- 4 = Gasströmung senkrecht auf Pulverschüttungsoberfläche
- 5 = Gasdurchlässige Wand der porösen (offenporigen) Form
- 6 = Pulver
- 7 = Vorratsbehälter für Pulver
- 8 = Gaszuleitung zu Vorratsbehälter
- 9 = Berstfolie als Sperrorgan
- 10 = Unterdruckbehälter
- 11 = Dichtung zwischen Behältern
- 12 = Saugleitung für Unterdruckbehälter
- 13 = Gasdurchlässige Form
- 14 = Hohlraum der Form
- 15 = Pulverstrahl, Pulverwolke (fluidisiertes Pulver)
- 16 = Auf Innenwand der Form aufgeschleuderte, dynamisch gepackte Pulverschicht

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils durch Erzeugung eines Formkörpers ausgehend von einem rieselfähigen metallischen oder keramischen Pulver (6) durch Aufschleudern des mittels einer Gasströmung (4) transportierten Pulvers (6) auf die Innenwand einer unter vermindertem Druck stehenden Form (13) und Sintern des vorverdichteten Körpers, dadurch gekennzeichnet, dass das Pulver in eine gasdurchlässige Form (13) aus einem Material eingebracht wird, welches aus einem Haufwerk von keramischen Körnern besteht, die durch einen geringen Anteil eines im wesentlichen organisch aufgebauten Binders zusammengehalten werden, wodurch die Form (13) im Bereich zwischen Raumtemperatur und einer knapp unterhalb der Sintertemperatur des den Formkörper aufbauenden Pulvers liegenden Temperatur eine hohe mechanische Festigkeit zwecks Stützung des Formkörpers aufweist, und dass der Binder in einem Temperaturbereich, wo der Formkörper infolge des einsetzenden Sinterprozesses eine genügende, seine Gestalt wahrende Eigenfestigkeit erreicht, seinerseits seine Festigkeit und damit seine Stützwirkung verliert, indem er im besagten Temperaturbereich und unter dem Einfluss der oxydierenden oder reduzierenden Wirkung der Ofenatmosphäre teilweise oder ganz verdampft und/oder verbrennt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Material für die Form aus einem Formsand auf der Basis von Quarz

und/oder Zirkonsilikat mit einem organischen Binder ausgewählt aus der Gruppe der nicht verdichtbaren Sandmischungen mit Kunstharzbindung besteht.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der organische Binder ein Kunstharz ausgewählt aus einer der Gruppen der Aminoplaste oder Phenolplaste oder Furanharze ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sand mit einem Binder ausgewählt aus der Gruppe der Phenolharze/Novalake warm oder heiss umhüllt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der organische Binder aus Wasserglas und einem Kunstharz besteht, wobei eine primäre Härtung über die Begasung mit Kohlensäure und die endgültige Härtung über die thermische Aushärtung des Kunstharzes erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Material für die Form aus einer gekörnten Glasfritte mit einem organischen Binder besteht, welche bei höheren Temperaturen während des Nachlassens der organischen Bindung verfrittet und anschließend dichtsintert.

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein mit Kunstharz kalt-, warm- oder heissumhüllter Sand verwendet wird.

FIG.1

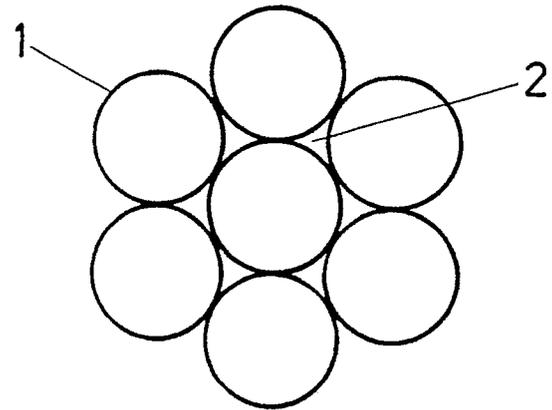


FIG.2

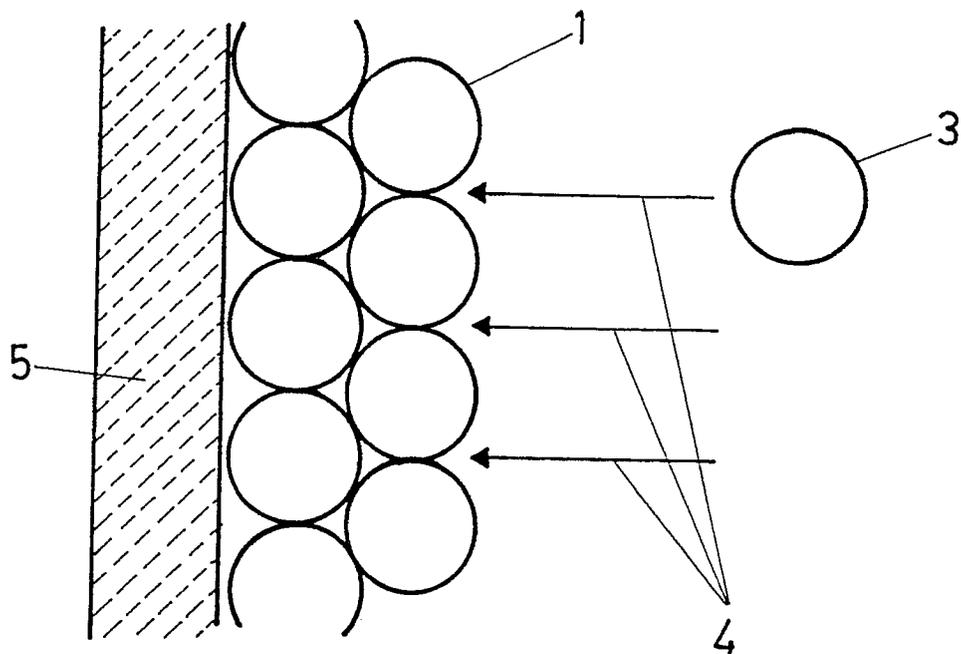


FIG.3

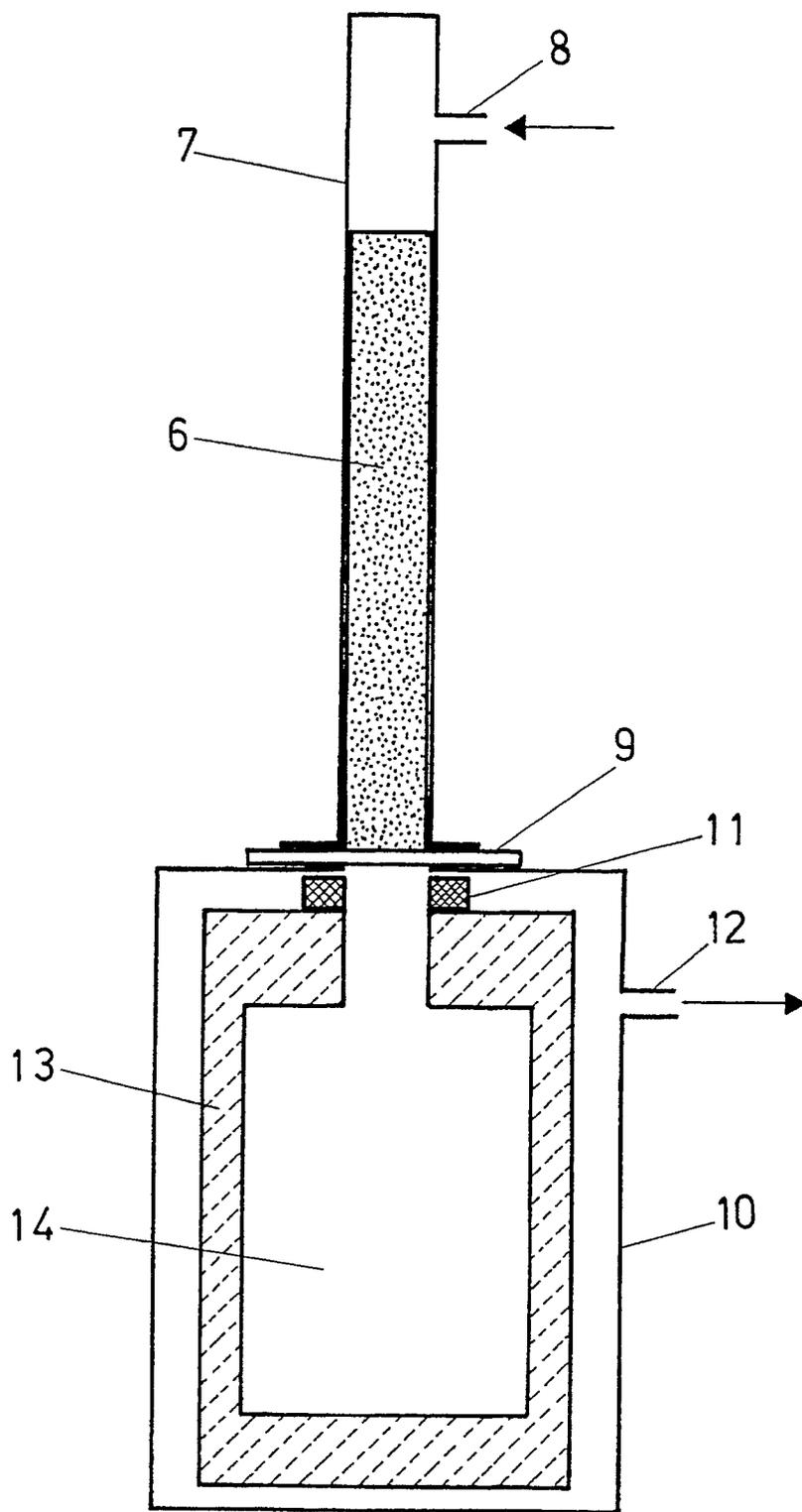
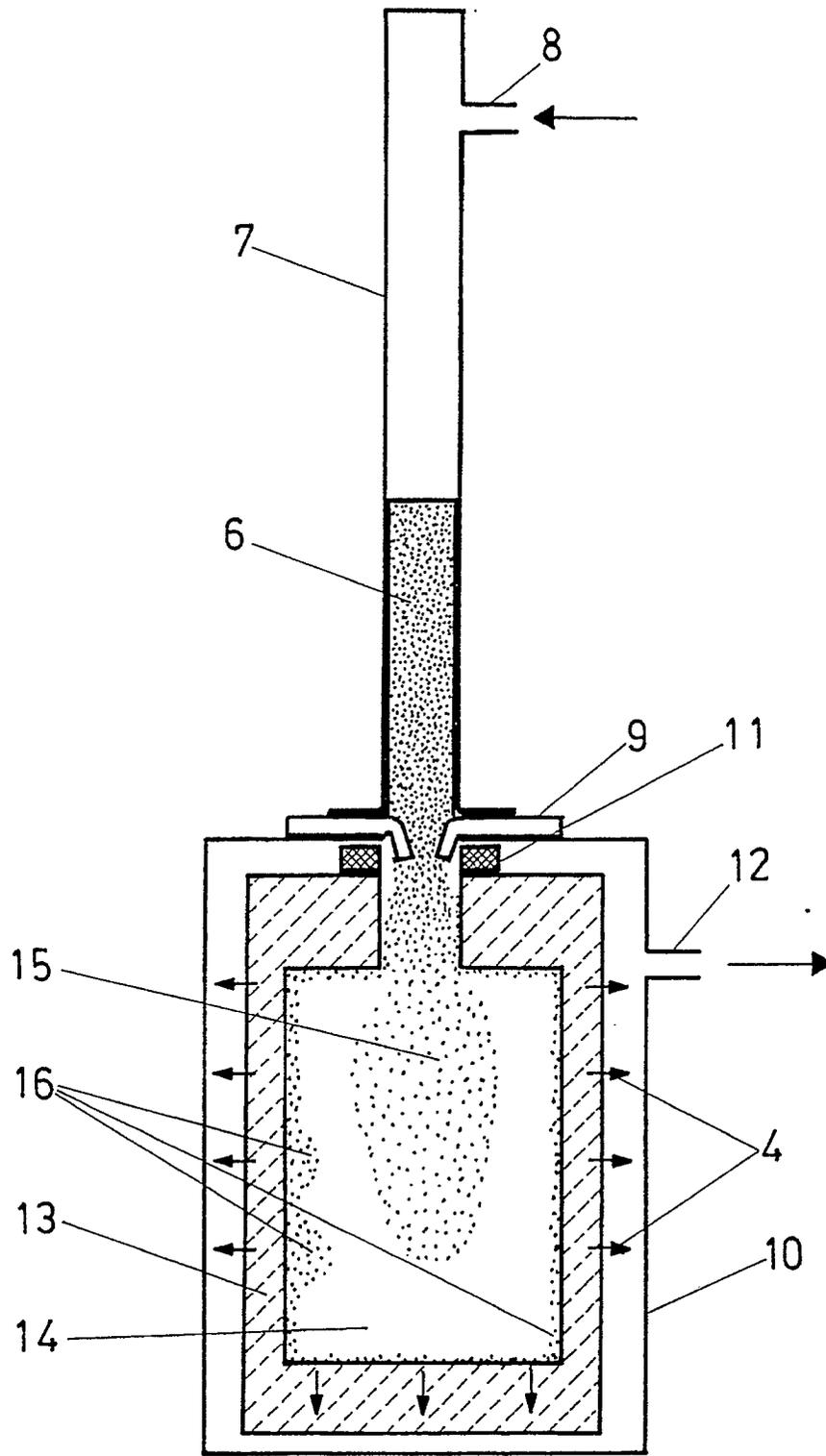


FIG.4





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	DE-A-3 101 236 (E. BÜHLER ET AL) * Ansprüche 1,2,22 * - - -	1-7	B 28 B 13/02 B 28 B 7/34 B 22 F 3/00
Y	GB-A-2 187 995 (HONDA GIKEN KOGYO KK) * Seite 3, Zeile 38 - Zeile 92; Ansprüche 6-7 * - - -	1-7	B 22 F 5/00 B 22 F 3/12
Y	DE-A-1 646 585 (PORZELLANFABRIK C.M. HUTSCHEN-REUTER) * Seite 4, Zeile 7 - Seite 5, Zeile 13; Ansprüche 1-2,9 * - - -	2-7	
Y	FR-A-2 076 407 (P. MONTAGNE ET AL) * Seite 1, Zeile 19 - Seite 2, Zeile 9 * - - -	6	
Y	FR-A-2 455 940 (ASEA) * Seite 6, Zeile 12 - Zeile 31; Anspruch 1 * - - -	6	
A	CH-A-6 678 40 (GEBRÜDER SULZER AG) * Anspruch 1 * - - - - -	1-7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			B 28 B B 22 F
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	21 Juni 91	SCHRUERS H.J.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	