

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 666 129 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **95101519.7**

(51) Int. Cl.⁶: **B22F 3/10**

(22) Anmeldetag: **04.02.95**

(30) Priorität: **08.02.94 DE 4403801**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.08.95 Patentblatt 95/32

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE GB

(71) Anmelder: **ALFA LAVAL FLOW GMBH**
Heerdter Lohweg 63-71
D-40459 Düsseldorf (DE)

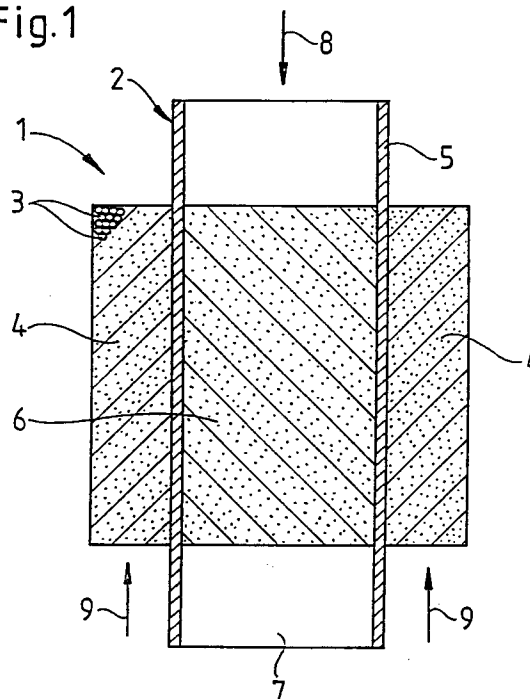
(72) Erfinder: **Frischmann, Werner**
Wilhelmshöhe 37 a
D-58454 Witten (DE)

(74) Vertreter: **COHAUSZ HASE DAWIDOWICZ & PARTNER**
Patentanwälte
Schumannstrasse 97-99
D-40237 Düsseldorf (DE)

(54) **Verfahren zum Herstellen gesinterter poröser Bauteile sowie deren Verwendung.**

(57) Ein Verfahren zur Herstellung mechanisch fester, poröser, durchströmbarer Bauteile durch Sintern von ohne Zugabe von Sinterhilfen in eine Form lose geschütteten sphärischen metallischen Partikeln, die bis an die Schmelztemperatur erhitzt werden, ohne es zur Schmelze kommen zu lassen, sieht vor, daß aus einem medienresistenten Material bestehende Hohlkugeln versintert werden. Die auf diese Weise mit verringertem technischen Aufwand und reproduzierbarer Sinterqualität hergestellten Sinter-Bauteile können in Wärmeaustauschern verwendet werden.

Fig.1



EP 0 666 129 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung mechanisch fester, poröser, durchströmbarer Bauteile durch Sintern von ohne Zugabe von Sinterhilfen in eine Form lose geschütteten sphärischen metallischen Partikeln, die bis an die Schmelztemperatur erhitzt werden, ohne es zur Schmelze kommen zu lassen, sowie die Verwendung der solchermaßen hergestellten Bauteile.

Die DE 39 02 032 C2 betrifft ein gesintertes metallisches Leichtbaumaterial, erhältlich durch Stapelung von metallischen Hohlkugeln, insbesondere Nickel- oder Kobalthohlkugeln zu einer dichtesten Kugelpackung, Vorsintern der Metallkugeln zu einem vorgesinterten Material, Auffüllen der Hohlkugeln im vorgesinterten Material mit pulverförmigen Metallen, Metallegierungen oder intermetallischen Verbindungen, die nach Art und Menge so auf das Material der metallischen Hohlkugeln abgestimmt sind, daß beim nachfolgenden Sintern intermetallische Verbindungen als Stege zwischen kugelförmigen Hohlwänden entstehen, Sintern des vorgesinterten Materials und des aufgefüllten Pulvers bei der Bildungstemperatur von intermetallischen Verbindungen zu einem gesinterten metallischen Leichtbaumaterial. Dieser Druckschrift ist allerdings unter anderem nicht zu entnehmen, ein Herstellverfahren für mechanisch feste, poröse, durchströmbare Bauteile vorzusehen, bei dem die als Ausgangsstoff eingesetzten Hohlkugeln aus einem medienresistenten Material bestehen.

Die DE 32 10 770 C2 betrifft metallische, im wesentlichen kugelförmige Leichtkörperteilchen, welche innen hohl sind und geschlossene oder poröse Wandungen besitzen, ein Verfahren zur Herstellung derselben durch pyrolytische Zersetzung von Kunststoffkernen aus Schaumstoffgranulat, welche naßchemisch metallisiert worden sind sowie deren Verwendung. Als zu metallisierende Materialien können beispielsweise unter anderem Kupfer oder Nickel eingesetzt werden. Durch diesen Stand der Technik wird allerdings weder offenbart noch nahegelegt, bei einem Verfahren zur Herstellung mechanisch fester, poröser Bauteile als Ausgangsmaterial aus einem medienresistenten Material bestehende Hohlkugeln vorzusehen, die versintert werden.

Die Publikation „Poröse Sintermetalle, ihre Herstellung und Anwendung“ in der Zeitschrift „Metall“, Band 12, Januar 1958, Heft 1, Seite 28 bis 32, betrifft poröse Sintermetalle, wie Kupfer und die Kupferlegierung Bronze, welche von Metallpulver und nicht von Metallhohlkugeln ausgehen. Sinterformkörper können gemäß dem Absatz „Wärmeaustausch mit durchströmenden Medien“ zwar auch in Wärmetauschern eingesetzt werden, das entsprechende Zitat hierauf bezieht sich allerdings nur auf Stahl und seine Legierungen. Insofern wird auch durch diese Publikation der Gegenstand der vorlie-

genden Erfindung wie beansprucht weder vorbeschrieben noch nahegelegt.

Die Publikation „Verwendung von Kupferpulver“ in der Zeitschrift „Der Maschinenmarkt“ (13a), Coburg, Nr. 63, 08. August 1951, Seite 6 f., betrifft die Verwendung von Kupferpulver und Kupferlegierungspulver, die Sinterung dieser pulverförmigen Substrate, insbesondere unter Zugabe von Sinterhilfen, und die Herstellung von Kupfer-Wolfram-Legierungen durch Sintern von Wolframpulver mit flüssigem Kupfer in reduzierender Atmosphäre. Ersichtlich nimmt auch diese Publikation den Gegenstand der vorliegenden Erfindung, wie beansprucht, weder neuheitsschädlich vorweg noch legt sie diesen nahe.

Durch die WO-A-90/06828 ist es bekanntgeworden, derartige poröse Bauteile, die sich z.B. als Filter, Schalldämpfer oder Wärmetauscherelemente einsetzen lassen, aus Aluminium - Pulver bzw. sphärischen Aluminium - Partikeln herzustellen. Das unbehandelte Aluminium bzw. die feinkörnigen, in eine Form gefüllten Kugeln werden dabei in einem Sinterofen bis an bzw. kurz unter die Schmelztemperatur des verwendeten Aluminiums aufgeheizt. Aufgrund der gewählten Ofentemperatur wird gewährleistet, daß es nicht zur Schmelze kommt, die einzelnen Aluminiumpartikel vielmehr in Form eines zähflüssigen Kerns vorliegen, der von der Oxidschicht zusammengehalten wird. Aus den Rissen der keramischen Oxidschicht, die durch thermische Spannungen hervorgerufen werden, tritt flüssiges, hochsauerstoffaffines Aluminium aus, das unter den Bedingungen in der Ofenatmosphäre nicht oxidiert und Sinterhalse bzw. -brücken zwischen den einzelnen Partikeln ausbildet.

Nach dem Erkalten des auf diese Weise hergestellten Sinterkörpers liegt ein mechanisch festes, poröses, durchströmbares Bauteil aus Aluminium vor, dessen Poren Durchmesser aufweisen, die annähernd denen des unversinterten Ausgangsmaterials entsprechen.

Die somit erreichten Sinterkörper haben sich hervorragend in den verschiedensten Anwendungsbereichen der thermischen Verfahrenstechnik bewährt, beispielsweise in Wärmeaustauschern für Kälte-Drucklufttrockner oder bei Flüssig-/Flüssig-Wärmeaustauschern oder bei Kältemittelverdampfern und -Kondensatoren; sie lassen sich dort konstruktiv modular, d.h. in Serien und/oder Parallelschaltung in turmartiger Anordnung in den Wärmetauscher-Gehäusen vorsehen.

Es hat sich allerdings gezeigt, daß das Versintern von sphärischen Aluminiumpartikeln einen hohen technischen Einsatz und einen entsprechend großen Kostenaufwand erfordert. Das hat verschiedene Ursachen, und ein Hauptgrund liegt darin, daß die Temperatur im Sintergut empirisch jeweils so eingestellt werden muß, daß der Kern seine

Gestalt beibehält und folglich nicht so weich wird, daß er von dem Gewicht der auf ihn lastenden Sinterpartikeln zerdrückt wird. Eine Sinter Temperaturdifferenz von plus/minus 1 °C muß eingehalten werden; überschreitet die Temperatur diesen Bereich, so bricht die Packung zusammen und die Porosität geht verloren, während hingegen bei Unterschreitungen dieses Toleranzbereiches das Material zu kalt wird und eine Sinterbrückenbildung nicht möglich ist, so daß die Aluminiumkugeln bzw. -partikeln keinen Zusammenhalt haben und sich "Abknibbeln" lassen. Das in dem beschriebenen engen Toleranzbereich erforderliche Versintern setzt für jeden herzustellenden Sinterkörper einen Einzelofen voraus, der aus einem teuren, elektrisch beheizten Keramik-Bornitridtiegel besteht, der innen die Geometrie des Sinterkörpers bzw. -bauteils besitzt. Schließlich müssen die Aluminiumkugeln bzw. die Sinterkörper mit einer Schutzschicht versehen werden, die den Angriff aggressiver Medien widersteht und Oberflächenschäden verhindert. Das zu diesem Zweck eingesetzte Gleichstrom-Anodisieren oder das chemische Vernickeln sind aufwendige Verfahren, und die anfallenden Chemikalien müssen als Sondermüll entsorgt werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren der eingangs genannten Art mit verringertem Aufwand eine reproduzierbare Sinterqualität zu ermöglichen sowie eine Verwendung von nach dem Verfahren gesinterten Bauteilen vorzusehen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß aus einem medienresistenten Material bestehende Hohlkugeln versintert werden. Als Material für die Hohlkugeln, die Durchmesser bis 5 mm, vorzugsweise 1,5 bis 4 mm aufweisen können, eignen sich nach einem bevorzugten Vorschlag der Erfindung Kupfer bzw. Kupferlegierungen.

Als Kupferlegierung im Sinne der vorliegenden Erfindung kommen beispielsweise Kupfer-Zink-Legierungen nach DIN 17660 bzw. ISO Teil 1 und 2, auch als Messing oder Sondermessing bezeichnet, in Betracht. Dies sind beispielsweise CuZn₅, CuZn₁₀, CuZn₁₅, CuZn₂₀, CuZn₂₈, CuZn₃₀, CuZn₃₃, CuZn₃₆, CuZn₃₇, CuZn₄₀, CuZn₃₆Pb_{1,5}, CuZn₃₇Pb_{0,5}, CuZn₃₆Pb₃, CuZn₃₈Pb_{1,5}, CuZn₃₉Pb_{0,5}, CuZn₃₉Pb₂, CuZn₃₉Pb₃, CuZn₄₀Pb, CuZn₄₄Pb₂, CuZn₂₀Al₂, CuZn₂₃Al₆Mn₄Fe₃, CuZn₂₈Sn₁, CuZn₃₁Si₁, CuZn₃₅Ni₂, CuZn₃₈SnAl, CuZn₃₈Sn₁, CuZn₃₇Al₁, CuZn₄₀Al₁, CuZn₄₀Al₂, CuZn₄₀Mn₂ und CuZn₄₀Mn₁Pb.

Weiter bevorzugte Kupferlegierungen sind die Kupfer-Zinn-Legierungen nach DIN 1762 bzw. ISO 427, die sogenannten Zinnbronzen, wie beispielsweise CuSn₄, CuSn₆, CuSn₈ sowie CuSn₆Zn₆.

Weiter bevorzugte Kupferlegierungen sind Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen nach DIN 17663 bzw.

ISO 430, sogenannte Neusilberlegierungen, wie beispielsweise CuNi₁₂Zn₂₄, CuNi₁₈Zn₂₀, CuNi₁₈Zn₂₇, CuNi₁₂Zn₃₀Pb₁, CuNi₁₈Zn₁₉Pb₁ und CuNi₇Zn₃₉Mn₅Pb₃.

Weiterhin bevorzugte Kupferlegierungen im Sinne der vorliegenden Erfindung sind Kupfer-Nickel-Legierungen nach DIN 17664 bzw. ISO 429, beispielsweise CuNi₉Sn₂, CuNi₁₀Fe₁Mn, CuNi₂₅, CuNi₃₀Mn₁Fe, CuNi₃₀Fe₂Mn₂ sowie CuNi₄₄Mn₁.

Unter den Begriff der bevorzugten Legierungen fallen weiterhin Kupfer-Aluminium-Legierungen nach DIN 17665 bzw. ISO 428, CuAl₅Ag, CuAl₈, CuAl₈Fe₅, CuAl₉Mn₂, CuAl₉Ni₃Fe₂, CuAl₁₀Fe₃Mn₂, CuAl₁₀Ni₅Fe₄ sowie CuAl₁₁Ni₆Fe₅. Schließlich fallen unter den Begriff der Kupferlegierungen noch die niedriglegierten Kupfer-Knetlegierungen nach DIN 17666 bzw. ISO 1187 oder ISO 1336, wie beispielsweise CuAg_{0,1}, CuAg_{0,1}P, CuFe₂P, CuMg_{0,4}, CuMg_{0,7}, CuPb₁P, CuSP, CuTeP, CuZn_{0,5}, CuBe_{1,7}, CuBe₂, CuBe₂Pb, CuCo₂Be, CuNi₂Be, CuNi_{1,5}Si, CuNi₂Si, CuNi₃Si₃, CuCrZr sowie CuZr. Von diesen vorstehend genannten Legierungen werden die Kupfer-Zink-Legierungen oder Kupfer-Nickel-Legierungen, insbesondere für salzwasserbeständige Applikationen eingesetzt.

Wie zahlreiche Versuche mit Hohlkugeln aus Kupfer, die seit vielen Jahren bekannt sind, und Wandstärken von lediglich etwa 60 bis 120 µm besitzen ergeben haben läßt sich trotz der Hohlkugelstrukturen der gewünschte Aufbau der Kugelpackung durch einen Sinterprozeß erreichen. Es wurde erkannt, daß diese medienresistenten Materialien mit einer weitaus größeren Temperaturspreizung versintert werden können, die bei beispielsweise den Kupfer-Hohlkugeln plus/minus 5 °C beträgt. Das ist darauf zurückzuführen, daß die Schmelztemperatur dieser medienresistenten Materialien - die Schmelztemperatur von Kupfer beträgt 1083 ° - wesentlich höher als für Aluminium ist und die Toleranz des Schmelzpunktes mit höher werdender Schmelztemperatur anwächst. Weiterhin läßt sich die bei Kupfer, Messing, etc. gegenüber Aluminium sehr viel höhere Dichte ausnutzen, denn aufgrund des somit höheren molekularen Aufbaus schmelzen diese Materialien nicht so leicht weg wie Aluminium; zu einem Schmelzefluß kommt es im wesentlichen nur an den Kontaktstellen von Hohlkugel zu Hohlkugel, und dort bilden sich folglich die Sinterbrücken aus.

Durch das Versintern von Hohlkugeln aus einem medienresistenten Material ergeben sich für die herzustellenden Sinter-Bauteile mehrere Vorteile gleichzeitig. Den einsetzbaren Materialien, insbesondere Kupfer bzw. Kupferlegierungen, ist ein Korrosionsschutz immanent, so daß es keinerlei Maßnahmen bedarf, durch Oberflächenveredungsverfahren eine Korrosionsschutzschicht aufzubauen. Trotz der gegenüber Aluminium höheren Dichte

von Kupfer bzw. Kupferlegierungen besitzen die Sinter-Bauteile aufgrund der Hohlkugelstrukturen dennoch ein äußerst geringes Gewicht. Durch die dünne Wanddicke der Hohlkugeln stellt sich beim Sintern eine größere Kontaktstelle mit einem besseren Wärmeﬂuß ein, weil dort Abplattungen auftreten. Der an diesen Kontaktstellen bessere Wärmestrom erlaubt ein gutes Versintern und im Einsatz der Sinter-Bauteile eine gute Wärmeleitfähigkeit; beim Einsatz von z.B. Kupfer-Hohlkugeln läßt sich ein gegenüber Sinter-Bauteilen aus Aluminiumkugeln um 90% besserer Wärmeleitwert erreichen. Die große Temperaturtoleranz macht es entbehrlich, aufwendige Meßeinrichtungen vorzusehen, und es werden auch keine speziellen, einzelnen Keramik-Bornitridziegel mehr benötigt, vielmehr lassen sich nach einem Vorschlag der Erfindung die mit Hohlkugeln aufgefüllten Formen zum Massen-Sinterprozeß in einen geeigneten Ofen, z.B. ein Durchlaufofen, geben. Der auf diese Weise mögliche Sintermassenprozeß führt zu einer deutlichen Erhöhung der Produktivität und Reduzierung des Kostenaufwandes.

Es wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die durch Sintern von medienresistenten Hohlkugeln hergestellten Bauteile in Wärmeaustauschern verwendet, werden und zwar insbesondere sowohl für Kälte-Drucklufttrockner als auch bei Flüssig-/Flüssig-Wärmeaustauschern Und Kältemittelverdampfern bzw. -Kondensatoren. Dabei ist es möglich, für die Wärmeaustauscher bzw. Kälte-Drucklufttrockner Sinter-Bauteile aus Hohlkugeln nach wie vor in Modul-Bauweise vorzusehen und beispielsweise zu einem turmartigen Wärmeaustauscher-System in einem Gehäuse anzuordnen. Gleichwohl lassen sich die Hohlkugeln alternativ auch sogleich in das Gehäuse bzw. den Druckbehälter auffüllen, so daß dieser gleichzeitig als Sinterform dienen kann, um die Packunhem bzw. Module in dieser Gehäuseform unter sauerstoffarmer Atmosphäre zu sintern. Das für den Wärmeaustausch benötigte Kältemittel kann gegebenenfalls sogleich nach Ablassen des Schutzgases auf dem Montageband aufgefüllt werden Ein Evakuieren und Trocknen des Kältekreis ist nicht mehr erforderlich. Wärmeaustauscher lassen sich somit entweder in Modul-Bauweise oder in Fertiggehäuse-Bauweise herstellen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung, in der Ausführungsbeispiele des Gegenstandes der Erfindung näher erläutert sind. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Schnitt durch eine Ausführung eines Wärmetauscher-Grundmoduls, das Packungen aus versinterten medienresistenten Hohlkugeln besitzt;
- Fig. 2 eine perspektivische Darstellung des

in Fig. 1 gezeigten Wärmetauscher-Grundmoduls; und

- Fig. 3 einen Schnitt durch ein mit medienresistenten Hohlkörpern aufgefülltes bzw. versintertes Wärmetauschergehäuse.

Das in den Fig. 1 und 2 dargestellte Wärmetauscher-Grundmodul 1 weist eine von einem Rohrstück gebildete rohrförmige Begrenzungswand 2 auf, die von einer schlauchförmigen äußeren, aus porösem, durch Versintern von medienresistenten Hohlkugeln 3 - diese sind aus Gründen der einfacheren zeichnerischen Darstellung lediglich in einem Teilbereich angedeutet und ansonsten durch die Punktierung gekennzeichnet - hergestellten durchströmbaren Packung 4 umgeben. Die Packung 4 umschließt dabei nicht die gesamte Länge der rohrförmigen Begrenzungswand 2, und die freien Rohrenden bzw. Anschlußstücke 5, 7 lassen sich mit über- bzw. untereinandergesetzten gleichen Wärmetauscher-Grundmodulen 1 zu beispielsweise einem turmartigen Kälte-Drucklufttrockner miteinander verschweißen. Hierbei läßt sich ein Luft/Luft-Wärmeaustauscher bzw. ein Luft-Kältemittel-Wärmeaustauscher aus einer unterschiedlichen Anzahl an Grundmodulen 1 aufbauen.

Weiterhin ist auch das Innere des Rohrstücks mit einer inneren Packung 6 aus porösen, durchströmbaren gesinterten medienresistenten Hohlkugeln 3 ausgefüllt, wobei auch diese Packung nicht die gesamte Länge der rohrförmigen Begrenzungswand bzw. des Rohrstückes 2 ausfüllt, sondern ebenfalls oben und unten die Anschlußstücke 5 bzw. 7 freiläßt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Länge der Ausfüllung bzw. der Umhüllung des Rohrstückes 2 durch die äußere bzw. die innere Packung 4, 6 gleich. Das Innere des Rohrstücks 2 bildet einen inneren Strömungskanal für die wärmeabgebende bzw. -wärmeaufnehmende Seite. Die äußere Packung 4 definiert einen äußeren Strömungskanal 9 für ein im Gegenstrom geführtes Wärmetransportmedium.

Bei der Ausführung nach Fig. 3 ist eine definierte Menge medienresistenter Hohlkugeln 3 - von diesen sind aus Gründen der einfacheren zeichnerischen Darstellung lediglich einige wenige eingezeichnet - schon gleich in ein Wärmetauschergehäuse 10 gefüllt und darin versintert worden, d.h. das Wärmeaustauschergehäuse 10 dient in diesem Fall sogleich als Sinterform. Die sich ausbildenden Sinterbrücken an den Kontaktstellen zwischen den einzelnen Hohlkugeln 3 erhöhen die Stabilität und erlauben es, geringere Wanddicken des von einem Außenrohr gebildeten Gehäuses 10 vorzusehen. Ein konzentrisch in dem Wärmetauschergehäuse 10 angeordnetes Innenrohr 11 bildet - wie bei den Wärmetauscher-Grundmodulen 1 nach den Fig. 1 und 2 - eine rohrförmige Begrenzungswand zwi-

schen innerer und äußerer Packung 12 bzw. 13. Das Wärmetauschergehäuse 10 besitzt oben und unten deckelartige Endstücke 14, 15, die mit Anschlüssen 16, 17 bzw. 18, 19 für die das Wärmetauschergehäuse 10 im Gegenstrom durchströmenden Medien versehen sind.

Unter der Annahme, daß es sich bei den in Fig. 3 gezeigten Wärmetauscher um einen Kälte-Drucklufttrockner handelt, strömt über den Anschluß 16 in Pfeilrichtung 20 Druckluft in das Wärmetauschergehäuse 10 ein, durchströmt die äußere poröse Packung 13, wird dann austrittsseitig gemäß Pfeil 20 nach oben umgelenkt und in den oberen Teil der inneren Packung 12 eingeleitet. Nach dem Austritt aus der inneren Packung 12 strömt die bis auf die niedrigste Drucktaupunkt-Temperatur abgekühlte Druckluft gemäß den Pfeilen 20 über den Anschluß 17 ab. Damit sich der Abkühleffekt durch Wärmeaustausch erreichen läßt, wird im geschlossenen Kältekreis über die Anschlüsse 18 bzw. 19 ein Kältemittel über in der inneren Packung 12 eingebettete Leitungsrohre 21 bzw. 22 durch das Wärmetauschergehäuse 10 geführt. Das Kältemittel strömt gemäß Pfeil 23 flüssig über das Leitungsrohr 21 - das schon unmittelbar nach seinem Eintritt in die Packung 12 endet, wie in Fig. 3 dargestellt - ein und gemäß Pfeil 24 über das Leitungsrohr 22 nach erfolgter Verdampfung ab; das Leitungsrohr 22 besitzt eine solche Länge, daß es oberhalb der in Fig. 3 rechten Packung 12 in einem dort im Gehäuse ausgebildeten Dampfdom 29 endet. Die während des Kühlvorgangs anfallende Feuchtigkeit der Druckluft verbindet sich aufgrund des Wärmeaustauscherprinzips zu Kondensattropfen 25, die in einem unterhalb der Packungen 12, 13 im Wärmetauschergehäuse 10 ausgebildeten, großdimensionierten Beruhigungsraumabscheider 26 abgeschieden und gemäß Pfeil 27 über einen Kondensatablaß 28 abgeleitet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung mechanisch fester, poröser, durchströmbarer Bauteile durch Sintern von ohne Zugabe von Sinterhilfen in eine Form lose geschütteten, sphärischen metallischen Partikeln, die bis an die Schmelztemperatur erhitzt werden, ohne es zur Schmelze kommen zu lassen,
dadurch gekennzeichnet,
daß aus einem medienresistenten Material bestehende Hohlkugeln versintert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß Hohlkugeln aus Kupfer bzw. Kupferlegierungen verwendet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die mit Hohlkugeln aufgefüllten Formen zum Massen-Sinterprozeß in einen Ofen (Durchlaufofen) gegeben werden.
4. Verwendung der gemäß dem Verfahren nach Anspruch 1 durch Sintern von medienresistenten Hohlkugeln hergestellten Bauteile in Wärmetauschern.

Fig.1

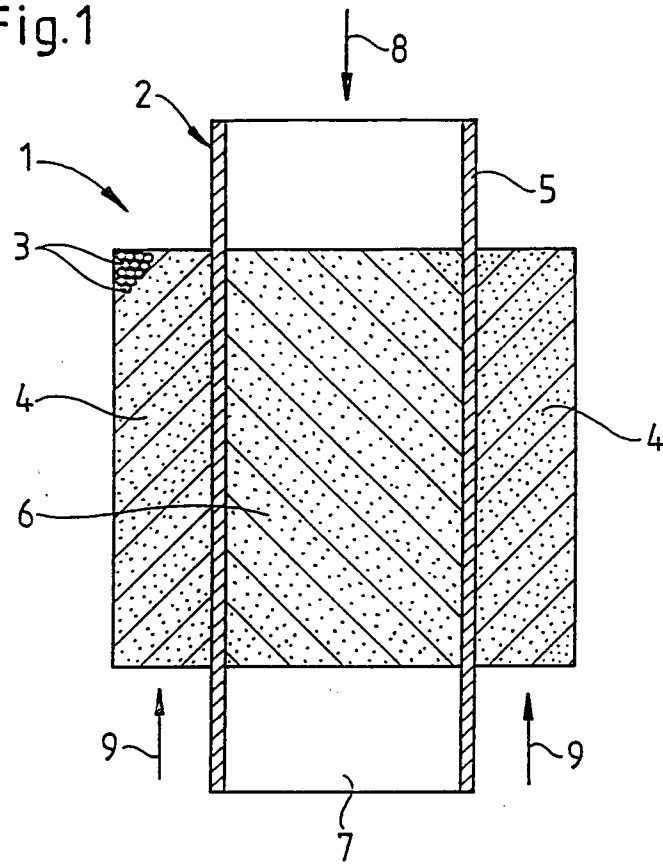


Fig.2

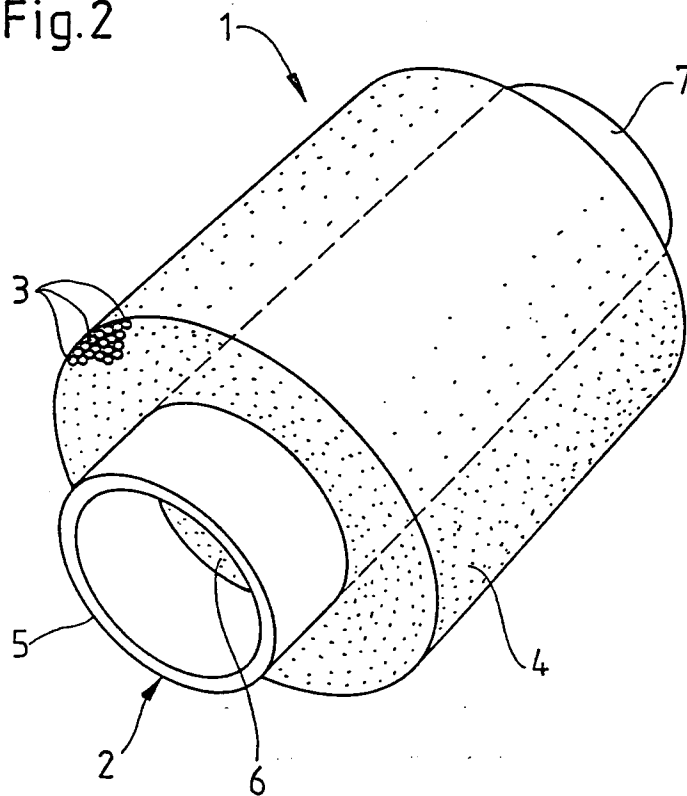


Fig.3

