

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer: **82102841.2**

⑸ Int. Cl.³: **B 22 C 15/00**

⑱ Anmeldetag: **02.04.82**

⑳ Priorität: **02.04.81 DE 3113297**
18.04.81 DE 3115731

⑴ Anmelder: **BMD Badische Maschinenfabrik Durlach GmbH, Pfinztalstrasse 90, D-7500 Karlsruhe 41 (DE)**

㉔ Veröffentlichungstag der Anmeldung: **13.10.82**
Patentblatt 82/41

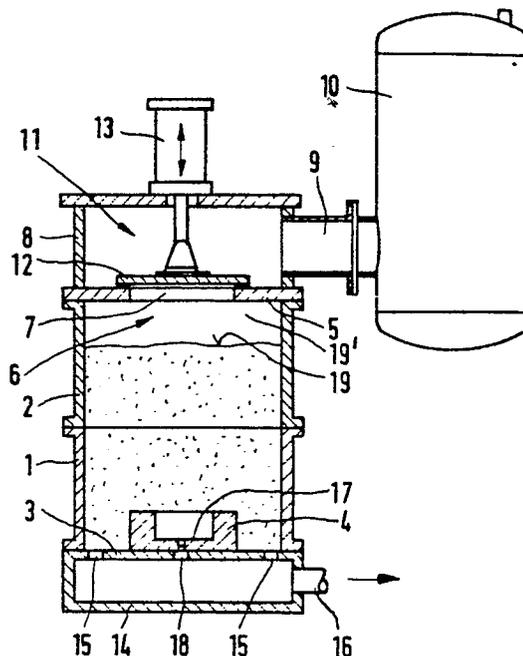
⑵ Erfinder: **Köbel, Alfons, Ing. grad., Kärntner Strasse 44, D-7500 Karlsruhe 41 (DE)**
Erfinder: **Damm, Norbert, Ing. grad., Büchenauer Strasse 22, D-7521 Karlsdorf (DE)**

㉖ Benannte Vertragsstaaten: **CH FR GB IT LI SE**

⑶ Vertreter: **Patentanwälte Dr.-Ing. Hans Lichti Dipl.-Ing. Heiner Lichti Dipl.-Phys. Dr.Jost Lempert, Postfach 410760 Durlacherstrasse 31, D-7500 Karlsruhe 41(Grötzingen) (DE)**

⑸ Verfahren und Vorrichtung zum pneumatischen Verdichten von Formsand.

⑸ Bei einem Verfahren zum pneumatischen Verdichten des Formsandes von Giessereiformen in einem abgeschlossenen Formraum, dessen eine Begrenzung von dem Modell gebildet ist, wird zunächst der Formraum mit dem Formsand gefüllt und anschliessend mit Luft bei einem Druckgradient von grösser 100 bar/s bis zu 1000 bar/s, beaufschlagt, wobei der Absolutdruck vor und nach der Beaufschlagung zwischen 0,8 und 8 bar liegt, so dass die Druckbeaufschlagung im Bereich von Millisekunden erfolgt. Dadurch ist es möglich, bei geringem konstruktivem Aufwand eine hohe und gleichmässige Formhärte bei geringem Energie- und Luftbedarf zu erzeugen. Stattdessen kann der in den Formraum eingefüllte Formstoff zunächst einem Vakuum von 0,4 bis 0,2 bar ausgesetzt und anschliessend auf die freie Formstoff-Oberfläche ein Druckluft-Freistrahls mit bis zu 15 bar zur Wirkung gebracht werden. Der Freistrahls weist dabei Überschallgeschwindigkeit auf. Eine zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Vorrichtung weist einen abgeschlossenen Formraum auf, der mit wenigstens einer Düsenöffnung und einer dieser zugeordneten Verschlusseinrichtung versehen ist.



EP 0 062 331 A1

DR. ING. HANS LICHTI · DIPL.-ING. HEINER LICHTI
DIPL.-PHYS. DR. JOST LEMPERT
PATENTANWÄLTE

0062331

D-7500 KARLSRUHE 41 (GRÖTZINGEN) · DURLACHER STR. 31 (HOCHHAUS)
TELEFON (0721) 48511

02. April 1982

B M D
Badische Maschinenfabrik Durlach
GmbH
Pfinztalstraße 90
7500 Karlsruhe 41

6390/82 Lj

Verfahren und Vorrichtung
zum pneumatischen Verdichten von Formsand

Die Erfindung betrifft Verfahren zum pneumatischen Verdichten des
Formsandes von Gießereiformen, der in einem abgeschlossenen Form-
raum, dessen eine Begrenzung von einem von dem Formsand eingehüll-
ten Modell gebildet wird, eingeschlossen ist, sowie Vorrichtungen
5 zur Durchführung dieser Verfahren.

Bekannt pneumatische Verdichtungsverfahren arbeiten zumeist nach dem
Schießprinzip. Hierbei wird in den leeren, abgeschlossenen Formraum
eine dosierte Menge an Formsand in Form eines Pfropfens eingeschossen
oder eingeblasen. Das Einschießen des Formsandes ist insbesondere bei
10 den eigentlichen Formen üblich, während das Blasverfahren insbesondere
bei Kernformen verwendet wird, die ihre Endhärte nicht direkt durch das
Verdichtungsverfahren, sondern durch Zusatz entsprechender Bindemittel
erhalten. Bei Formen hingegen sind solche Bindemittel insbesondere in

höheren Anteilen wegen der Schwierigkeiten bei der Altsandaufbereitung unerwünscht, so daß hier die Verdichtung durch das Schießverfahren selbst und dem dabei zur Anwendung kommenden hohen Druck erzielt wird. Es ist weiterhin bekannt, das Einschießen des Formsandes in den Form-
5 raum nicht durch auf den Formsandpfropfen wirkende Druckluft, sondern dadurch zu erzeugen, daß der leere Formraum unter Vakuum gesetzt und anschließend zum Füllgefäß geöffnet wird, so daß der Formsand unter Wirkung des auf ihn lastenden Atmosphärendrucks in den Formraum eingeschossen wird. Daneben sind auch kombinierte Verfahren bekannt, bei
10 denen vor und/oder während des Einschießens des Formsandes mit Überdruck der Formraum evakuiert wird, wobei das Vakuum jedoch in erster Linie dazu dient, die überschüssige Schießluft so schnell als möglich aus dem Formraum zu entfernen und damit der Bildung von Luftpolstern oder Lufteinschlüssen in dem Formsand vorzubeugen (z.B. DE-OS
15 27 27 297).

Schließlich ist es bekannt (DE-AS 28 44 464), den Formsand auf das Modell aufzuschießen und dadurch eine Vorverdichtung zu erreichen und anschließend auf die freie Formsand-Oberfläche Druckluftstöße bis zu
20 7 bar bei einer Zeitdauer von weniger als 1 Sekunde aufzugeben. Hierbei ist jedoch ein Nachverdichten der Form durch mechanisches Pressen erforderlich, wobei auch während des Preßvorgangs die Form evakuiert wird.

Der Energieaufwand und der Luftbedarf bei den bekannten Verfahren ist ganz erheblich, ohne daß es bisher gelungen ist, mit dieser rein pneumatischen Verdichtung, eine ausreichende Formhärte zu erreichen,
25 Außerdem ist der apparative Aufwand in allen Fällen erheblich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, pneumatische Verdichtungsverfahren zu schaffen, die bei geringstmöglichem Aufwand mit einem vergleichsweise geringen Energie- und Luftbedarf auskommen, wobei eine hohe und gleichmäßige Formhärte erreicht werden soll.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß nach einer ersten Variante dadurch gelöst, daß der mit dem Formsand gefüllte Formraum mit Luft bei einem Druckgradient von größer 100 bar/s bis zu 1000 bar/s beaufschlagt wird. Dabei beträgt mit Vorteil die Druckdifferenz vor und nach dem Füllen des Formraums zwischen 0,8 und 8 bar.

10 Gegenüber bekannten Verfahren hat das erfindungsgemäße Verfahren den großen Vorteil, daß der Formraum mit herkömmlichen einfachen Mitteln zunächst mit Formsand gefüllt wird und die Verdichtung ausschließlich durch die schlagartige Beaufschlagung des Formraums mit Luft erfolgt. Wichtig ist dabei, daß der Druckaufbau im Bereich von Millisekunden
15 erfolgt, wobei der vorhandene Absolutdruck bis zu 8 bar jedoch konstruktiv ohne weiteres beherrscht werden kann. Die Praxis hat gezeigt, daß es nicht - wie an sich anzunehmen wäre - auf einen höchstmöglichen Absolutdruck, sondern ausschließlich auf einen größtmöglichen Druckgradienten ankommt, d.h. der Überdruck muß in einer kürzestmöglichen
20 Zeit zur Wirkung gebracht werden. In der Praxis läßt sich dies in einfachster Weise dadurch verwirklichen, daß der mit Formsand gefüllte, unter Normaldruck stehende Formraum schlagartig mit einem Druckluftspeicher verbunden wird.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Strömung der in den Form-
25 raum einströmenden Luft etwa senkrecht zur Formsand-Oberfläche gerichtet ist, auch wenn bei anderer Strömungsrichtung durchaus zufriedenstellende Ergebnisse erreicht werden können.

Eine zweite Variante zur Lösung der Erfindungsaufgabe geht aus von einem bekannten Verfahren zum Verdichten von Gießerei-Formstoff in einem evakuierbaren Formraum, in welchem der eingefüllte Formstoff unter Unterdruck gesetzt wird. Die erfindungsgemäße Lösung besteht darin, daß auf
5 die freie Formstoff-Oberfläche hochgespannte Druckluft bis zu 15 bar als Freistrahlfur Wirkung gebracht wird. Die kinetische Energie des Freistrahls wird bei Auftreffen auf die freie Formstoff-Oberfläche in eine auf den Formrücken wirkende Preßkraft umgesetzt, wobei die in den Formstoff eindringende Druckluft sich einerseits wegen des herrschenden Vakuums frei
10 entspannen kann, andererseits die Preßwirkung durch Fluidisieren des Formstoffs unterstützt.

Vorzugsweise wird dabei so vorgegangen, daß der Formraum zunächst mit dem Formstoff gefüllt, anschließend auf 0,4 bis 0,2 bar evakuiert und daraufhin der Druckluft-Freistrahlfur Wirkung gebracht wird. Mit
15 anderen Worten erfolgt also das Evakuieren und das Pressen mittels Druckluft-Freistrahlfur zeitlich aufeinander. Dabei ist es vorteilhaft, wenn das Vakuum während des Freistrahlfur-Pressens und damit ein hohes Druckgefälle zwischen Formrücken und Formfläche aufrecht erhalten wird. Damit wird insbesondere der Gefahr begegnet, daß beim Eindringen der
20 Druckluft in die Formstoff-Schüttung Druckblasen entstehen.

Bei geringerer Anforderung an die Formfestigkeit kann das Verfahren auch so ablaufen, daß der Formraum auf 0,4 bis 0,2 bar evakuiert, anschließend mit dem Formstoff gefüllt und der Druckluft-Freistrahlfur auf die freie Oberfläche des Formstoffs zur Wirkung gebracht wird. Der
25 Formstoff wird also in den evakuierten Formraum aufgrund des Druckgefälles beschleunigt und beim Auftreffen auf das Modell vorverdichtet und während des Einfallens des Formsandes oder nach Beendigung des Füllvorgangs der Druckluft-Freistrahlfur zur Wirkung gebracht.

In bevorzugter Ausführung der Erfindung weist der Druckluft-Freistrahlschallgeschwindigkeit auf, da oberhalb dieser kritischen Geschwindigkeit eine optimale Energieumsetzung möglich ist.

Um den Staudruck an der freien Formstoff-Oberfläche, dessen Höhe für die Energieumsetzung maßgeblich ist, zu erhöhen, ist gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel vorgesehen, daß die freie Oberfläche des Formstoffs vor dem Aufbringen des Druckluft-Freistrahls mit einer den Strömungswiderstand der oberflächennahen Schicht erhöhenden Substanz bedeckt wird. Damit ist eine weitere Erhöhung der Preßwirkung möglich.

Als Substanz kommen Flüssigkeiten wie Wasser, Wasser-Bindemittelgemische oder Kunststofflösungen, aber auch Feinstäube in Frage, die die Formstoffaufbereitung nicht stören.

Eine konstruktive Lösung der ersten Verfahrensvariante geht aus von einer Vorrichtung mit einem den Formsand aufnehmenden Formraum, der von einem Modell, einem dieses umgebenden Formrahmen und einem Formraum-Abschluß an der dem Modell gegenüberliegenden Seite gebildet ist. Eine solche Vorrichtung zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, daß der Formraum mit wenigstens einer außerhalb der Oberfläche des Formsandes ausmündenden Düsenöffnung und einer dieser zugeordneten Verschlußeinrichtung versehen ist, die beim Öffnen einen Druckaufbau von schneller 100 bar/s im Formraum gestattet. Dieser Druckgradient läßt sich durch entsprechende Dimensionierung der Düsenöffnung(en) und der Verschlußeinrichtung sowie dessen Antriebs erreichen.

Um den erwünschten Druckgradient erzeugen zu können, hat es sich als zweckmäßig erwiesen, den Formraum in dem vom Formsand freien Bereich über die Düsenöffnung mit einem Druckspeicher zu verbinden.

Dabei können selbstverständlich auch zwei oder mehr Düsenöffnungen vorhanden sein, wobei es vorteilhaft ist, wenn die Achse jeder Düsenöffnung etwa senkrecht zur Formsand-Oberfläche angeordnet ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Düsenöffnung als Laval-
5 düse ausgebildet, so daß eine verlustarme Freistahlströmung gewährleistet ist, die im Überschallbereich liegen kann und aufgrund geringer Wirbelbildung dazu führt, daß sich ein annähernd ebener Formrücken ausbildet.

Bei größeren Formen wird der gleiche Effekt dann erreicht, wenn jede Laval-
10 düse so angeordnet und ausgebildet ist, daß die von diesen erzeugten Freistrahlen etwa auf die gesamte Formsand-Oberfläche auftreffen. Dabei ist ferner eine optimale Umsetzung der Strömungsenergie in Verdichtungsarbeit über den gesamten Formquerschnitt gewährleistet.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Formraum im Bereich des
15 Modells mit Abströmöffnungen für die Luft, die gegebenenfalls zugleich an Vakuum angeschlossen sind, versehen ist. Dadurch wird insbesondere bei zu hohem Absolutdruck bzw. zu großer Luftmenge sichergestellt, daß diese die Verdichtung nicht behindert und abströmen kann.

Ebenso kann es vorteilhaft sein, wenn im Grund von besonders tiefen
20 Modellkonturen Abströmöffnungen vorgesehen sind. Damit ist gewährleistet, daß auch im Bereich solcher tiefen Modellkonturen eine hohe und gleichbleibende Formhärte erzielt wird.

Weitere Ausführungsformen dieser Vorrichtung sind in den Ansprüchen
21 bis 31 gekennzeichnet.

Eine vorrichtungstechnische Lösung der zweiten Verfahrensvariante geht aus von einer bekannten Vorrichtung mit einem Modellplattenträger, einem aufgesetzten Formkasten, einem darüber befindlichen Füllaufsatz und einer Verschlußplatte, die zusammen den Formraum bilden, und mit einem den
5 Formstoff enthaltenden Füllgefäß. Eine solche bekannte Vorrichtung zeichnet sich erfindungsgemäß aus durch ein oder mehr in den Formraum ausmündende, an eine Druckluftquelle angeschlossene Freistrahldüse(n). Der Mündungsquerschnitt der Freistrahldüse(n) und die Höhe ihrer Anord-
10 nung oberhalb der freien Formstoff-Oberfläche müssen so beschaffen sein, daß der Freistrahler auf der gesamten Formstoff-Oberfläche zur Wirkung kommt. Um bei einer solchen Freistrahldüse im Mündungs-
querschnitt Schallgeschwindigkeit zu erreichen, muß sie nach den Regeln der Strömungstechnik einen Öffnungswinkel von 10 bis maximal
14° besitzen.

15 Den kritischen Öffnungswinkel wird man ab einer bestimmten Formkastenabmessung nur noch mit sehr großen Düsenlängen erreichen können. Um die Düse bei größeren Formkasten nicht unvertretbar lang werden zu lassen, ist gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgesehen, daß die Wandung der Freistrahldüse Öffnungen aufweist, die an Vakuum
20 anschließbar sind. Mit dieser Maßnahme kann der Öffnungswinkel der Freistrahldüse vergrößert werden. Üblicherweise werden sich dann bereits an der Wandung Wirbel ablösen, die das Erreichen kritischer Geschwindigkeiten verhindern. Mit der erfindungsgemäßen Maßnahme jedoch werden diese Wirbel abgesaugt, so daß sich trotz größerem Öffnungswinkel
25 im Mündungsquerschnitt mindestens Schallgeschwindigkeit erreichen läßt. Aufgrund des größeren Öffnungsquerschnittes ist dann weiterhin sichergestellt, daß der Freistrahler auf die gesamte freie Formstoff-Oberfläche auftrifft.

Bei einem Ausführungsbeispiel für das vorstehend genannte erfindungsgemäße Merkmal weist die Freistrahldüse eine doppelte Wandung auf, und ist der von den Wandungen gebildete Raum mit einem Vakuuman-
schluß versehen. Hierbei kann der Vakuumananschluß zur gleichen Va-
5 kuumquelle führen, an den auch der Formraum angeschlossen ist.

Wie bereits angedeutet, kann es vorteilhaft sein, den Strömungswider-
stand der oberflächennahen Schicht des Formstoffs durch Aufsprühen
einer Flüssigkeit zu erhöhen. In vorrichtungstechnischer Hinsicht ge-
lingt dies dadurch, daß im oberen Bereich des Formraums eine Ein-
10 richtung zum Aufsprüchen der Flüssigkeit auf die freie Formstoff-Ober-
fläche angeordnet ist.

Die erfindungsgemäßen Verfahren und die zu ihrer Durchführung vorge-
schlagenen Vorrichtungen eignen sich zur Endverdichtung, wobei nachfol-
gend ein statisches Pressen und/oder Abstreifen des Formsandes zur
15 Egalisierung des Formrückens vorgesehen sein kann. Ebenso kann das
Verfahren zum Nachverdichten von beliebig vorverdichteten Formen, sei
es durch Schießen, Blasen od. dgl., dienen. Das Verfahren bietet weiter-
hin den Vorteil, daß die Verdichtung richtungsunabhängig erfolgen kann,
d.h. sowohl von oben als auch von unten, aber auch in horizontaler Lage
20 des Modells. Ebenso ist es möglich, doppelseitige Modelle gleichzeitig
von oben und unten zu verdichten.

Nachstehend ist die Erfindung anhand einiger in der Zeichnung gezeigter
Ausführungsbeispiele der Vorrichtung beschrieben. In der Zeichnung
zeigen jeweils im schematischen Längsschnitt:

- Figur 1 Ein erstes Ausführungsbeispiel mit Flachdüse für einseitige Modelle;
- Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel mit Lavaldüsen für einseitige Modelle;
- 5 Figur 3 ein drittes Ausführungsbeispiel mit seitlicher Düsenöffnung;
- Figur 4 ein Ausführungsbeispiel für doppelseitige Modelle;
- Figur 5 eine schematische Ansicht einer nach der zweiten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens arbeitenden Vorrichtung in einer ersten Ausführungsform und
- 10 Figur 6 eine der Figur 1 entsprechende schematische Ansicht einer zweiten Ausführungsform dieser Vorrichtung.

Die Darstellungen in den Figuren 1 bis 4 zeigen nur einen schematischen Ausschnitt aus im übrigen herkömmlichen Formmaschinen, die mit Einrichtungen zum Füllen der Formräume, zur Positionierung (Einfahren, Schwenken, Heben und Arretieren) von Modellplatte und Formrahmen und zum Abdichten der Formräume versehen sind. Diese Einrichtungen sind der besseren Übersicht wegen nicht dargestellt.

15

Der Formraum wird seitlich von einem Formrahmen oder Formkasten 1, einem aufgesetzten Füllrahmen 2, unterseitig von einer Modellplatte 3 mit dem Modell 4 und oberseitig von einem Abschluß 5 gebildet. Der Abschluß 5 ist als Platte gestaltet und mit einer Düsenöffnung 6 in Form

20

einer Flachdüse 7 versehen. Zugleich bildet die Platte 5 den unteren Abschluß einer Vorkammer 8, die über einen großdimensionierten Stutzen 9 mit ein oder mehr Druckspeichern 10 in Verbindung steht.

5 In der Vorkammer 8 sitzt eine Verschlubeinrichtung 11, die beim gezeigten Ausführungsbeispiel als Tellerventil 12 ausgebildet ist, das die Flachdüse 7 verschließt und mit der Oberseite der Abschlußplatte 5 zusammenwirkt. Das Tellerventil 12 ist mit einem außerhalb der Vorkammer 8 angeordneten Hubantrieb 13 ausgerüstet.

10 Bei den gezeigten Ausführungsbeispielen bildet die Modellplatte 3 den oberen Abschluß einer Abluftkammer 14, in die überschüssige Luft aus dem Formraum über Abströmöffnungen 15 in der Modellplatte 3 eindringen und über einen Abluftstutzen 16 abgeführt werden kann. Ferner sind bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 in tiefen Konturen 17 des Modells 4 gleichfalls Abströmöffnungen 18 vorgesehen, die auch in die
15 Abluftkammer 14 münden. Gegebenenfalls kann an den Abluftstutzen 16 eine Vakuumpumpe angeschlossen sein. Ebenso ist es aber auch möglich, weitere Vakuumschlüsse an dem Formrahmen bzw. Formkasten 1 vorzusehen.

20 Sofern das Füllen von Formrahmen 1 und Füllrahmen 2 nicht außerhalb der Maschine geschieht, ist die Vorkammer 8 um eine außerhalb des Formraums liegende senkrechte Achse schwenkbar, so daß der Querschnitt des Füllrahmens 2 frei ist. In dieser Stellung kann dann der Formsand in entsprechend dimensionierter Menge eingefüllt werden, bis er beispielsweise
25 die mit 19 angedeutete Füllhöhe erreicht. Zweckmäßigerweise wird der Formraum so dimensioniert, daß das freie Volumen 20 oberhalb der Formsand-Oberfläche 19 so gering als möglich ist. Anschließend wird die

Vorkammer 8 eingeschwenkt und verriegelt. Danach wird der Ventilteller 12 schlagartig angehoben, so daß sich zumindest ein Teil der im Druckluftspeicher 10 enthaltenden Luft über die Flachdüse 7 in den Formraum entspannt und dabei den Formsand durch Kombination von Staudruck und

5 Strahldruck verdichtet. Der Querschnitt der Flachdüse 7 und des Ventiltellers 12 sowie dessen Antrieb 13 sind so dimensioniert, daß der Druckaufbau im Formraum mit größer 100 bar/s erfolgt. Dies läßt sich bei entsprechender Dimensionierung mit einem absoluten Betriebsdruck bis zu

10 8 bar, der also noch unter dem üblichen Druckluft-Netzdruck liegt, erreichen. Aufgrund der extrem kurzen Verdichtungszeit, die im Millisekunden-Bereich liegt, ist die für die Verdichtung erforderliche Energie im Vergleich zu anderen bekannten Verfahren sehr gering. Beispielsweise beträgt die erforderliche Luftmenge für einen Formkasten üblicher Abmes-

15 sung von 800 x 650 x 300 mm ca. 1,3 kg bzw. 1,5 Nm³ pro Formvorgang. Es werden vor allem an den Modellkonturen, wie stets erwünscht, besonders hohe Verdichtungswerte erreicht, die zum Formrücken hin leicht abnehmen, für die weiteren Verfahrensschritte aber völlig ausreichend sind.

Nach dem Verdichten sinkt das Niveau 19 des Formsandes bis in den Bereich der Oberkante des Formrahmens bzw. Formkastens 1 ab. Die oberste

20 Schicht von wenigen Millimeter Höhe ist - offenbar aufgrund von Fluidisierungseffekten - von lockerem Formsand gebildet, der entweder abgestreift oder durch einen Preßvorgang egalisiert werden kann.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 weicht von dem gemäß Figur 1 im wesentlichen nur dadurch ab, daß als Düsenöffnung 6 zwei oder mehr

25 Lavaldüsen 20 vorgesehen sind, deren Mündungen etwa bündig mit der Unterseite der oberen Abschlußplatte 5 enden. Den Einströmöffnungen 21

der Lavaldüsen 20 ist wiederum eine Verschlusseinrichtung 11 in Form eines Tellerventils 22 zugeordnet, das alle vorhandenen Lavaldüsen gleichzeitig verschließt. Mit diesen Lavaldüsen ist eine verlustarme und wirbelfreie Umsetzung der Druckenergie in kinetische Energie möglich. Im übrigen divergiert der Druckluftstrahl bei der Entspannung, so daß der Formsand-
5 rücken gleichmäßiger beaufschlagt wird. Die mit einer Lavaldüse erreichbare Überschallgeschwindigkeit äußert sich ferner beim Auftreffen des Luftstrahls auf die Formsandoberfläche in einem erhöhten Staudruck aus, der zu noch besseren Formfestigkeiten führt.

10 Bei den in den Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispielen liegt die Achse der Düsenöffnungen etwa senkrecht zur Formsandoberfläche. Hier von abweichend zeigt Figur 3 ein Ausführungsbeispiel, bei der die obere Abschlußplatte 5 des Formraums eine relativ große Öffnung 23 zur Vorkammer 8 aufweist. Die Düsenöffnung 6 ist in einer Seitenwand 24 der
15 Vorkammer 8 angeordnet und beispielsweise mit einer schwenkbaren Verschlusseinrichtung 11 versehen. Beim Öffnen der Verschlusseinrichtung 11 entspannt sich die Druckluft aus dem Speicher 10 über die Düsenöffnung 6 zunächst in die Vorkammer 8 und erst dann in den Formraum. Auch wenn hier der Strahldruck bei der Verdichtung nicht mitwirkt, lassen sich gleich-
20 wohl befriedigende Formhärten erreichen. Dieses Ausführungsbeispiel erleichtert das Einfüllen des Formsandes und - sofern notwendig - das Nachverdichten in einer einzigen Arbeitsstation innerhalb der Formmaschine, da die Vorkammer 8 in einfacher Weise so gestaltet bzw. beweglich angeordnet sein kann, daß der Formraum frei zugänglich ist.

25 Figur 4 zeigt schließlich ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Abluftkammer 14 oberseitig und unterseitig auf je einer Modellplatte 3,3' ein Modell 4,4' trägt. Die Formrahmen bzw. Formkasten 1 und Füllrahmen 2 können für das obere Modell 4 und das untere Modell 4'

identisch ausgebildet sein. Die Abschlußplatte 5,5' beider Formräume ist bei diesem Ausführungsbeispiel so gestaltet, daß sie an den Innenwänden des Füllrahmens 2 geführt, also in den Formraum eintauchen kann. Sie ist zu diesem Zweck mit einem nicht gezeigten Hubantrieb versehen. Gegebenenfalls braucht auch nur eine Abschlußplatte 5 oder 5' mit einem solchen Antrieb versehen sein. In diesem Fall sind dann die Modellplatten 3,3', die Formrahmen 1,1' und die Füllrahmen 2,2' zusammen gegenüber der anderen Abschlußplatte in der Längsachse verschiebbar.

In der oberen Abschlußplatte 5 sind wiederum zwei Lavaldüsen 20 und in der unteren Abschlußplatte 5' zwei Lavaldüsen 20' entsprechend der Ausbildung gemäß Figur 2 angeordnet. Den oberen Lavaldüsen 20 ist wiederum je eine Verschlußeinrichtung 11, den unteren Lavaldüsen 20' je eine Verschlußeinrichtung 11' zugeordnet. Diese sind in der Vorkammer 8 bzw. 8' untergebracht. Jede Vorkammer wiederum ist an wenigstens einem Druckluftspeicher 10, 10' angeschlossen.

Während die obere Abschlußplatte 5 in erster Linie zum Egalisieren und/oder Nachverdichten des Formsandes dient, erfüllt die untere Abschlußplatte 5' noch eine weitere Aufgabe. Durch Einfahren in den Formraum wird nämlich der auf ihr liegende Formsand 25 soweit angehoben, bis er die Konturen des Modells 4' und die freie Oberfläche der Modellplatte 3' einhüllt bzw. bedeckt. Erst danach erfolgt die Entspannung der im Speicher 10' enthaltenen Druckluft nach Öffnen der Verschlußeinrichtung.

Um die Druckluftentspannung möglichst effektiv zu ermöglichen, sind die unteren Lavaldüsen 20' weiterhin über seitliche Bohrungen 26 mit einem Druckluftanschluß 27 verbunden, über den Druckluft zum Fluidisieren des Formsandes vor allem innerhalb der Lavaldüsen 20' zugeführt

wird. Dadurch wird der Formsand in einem Schwebezustand gehalten und zugleich verhindert, daß er beim Öffnen der Verschlubeinrichtungen 11' in den Verschlusbereich des Ventils gelangt.

Die in Fig. 5 und 6 gezeigte Formmaschine weist in herkömmlicher Weise
5 einen Arbeitstisch 36 auf, der mittels eines Hubkolbens 35 heb- und senk-
bar ist. Auf dem Arbeitstisch 36 sitzt ein Modellplattenträger 32 mit dem
Modell 33. Beim gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Modellplatten-
träger 32 als Hohlkasten ausgebildet und an Vakuum anschließbar. Die
das Modell 33 tragende Platte des Modellplattenträgers 32 ist ferner mit
10 Öffnungen 41 versehen, durch die Luft aus dem Formraum abgesaugt wer-
den kann.

Auf dem Modellplattenträger 32 sitzt ein Formkasten 31 und darauf ein Füll-
aufsatz 34, der gleichfalls mit einem Vakuumanschluß 42 versehen ist.
Der Formraum wird oben schließlich durch eine Verschußplatte 38 abge-
15 schlossen, wobei zwischen dieser und dem Füllaufsatz sowie zwischen
diesem und dem Formkasten 31 Dichtungen 40 eingelegt sind.

An der Verschußplatte 38 ist eine Sprüheinrichtung 45 zum Aufsprühen
von Flüssigkeiten auf die Formstoff-Oberfläche 46 angeordnet. Ferner
sitzt an der Verschußplatte 38 eine in den Formraum mündende Frei-
20 strahldüse 44, die über ein Ventil 43 an eine Druckluftquelle ange-
schlossen ist.

Die Verschußplatte 38 mit Sprüheinrichtung 45 und Freistrahldüse 44
sitzt zusammen mit einem den Formstoff enthaltenden Füllgefäß 37
auf einem Wagen, der über dem Formraum verfahrbar ist, so daß wahl-
25 weise das Füllgefäß oder die Verschußplatte 38 auf den Füllaufsatz 34
aufgesetzt wird.

Die Betriebsweise der Vorrichtung ist folgende:

Zunächst befindet sich das Füllgefäß 37 auf dem Füllaufsatz 34. Die darin enthaltene dosierte Menge an Formstoff wird durch Öffnen eines Klappen- oder Jalousieverschlusses am Boden des Füllgefäßes 37 in
5 den vom Modellplattenträger 32, den Formkasten 31 und dem Füllaufsatz 34 begrenzten Formraum abgegeben. Danach wird der Wagen verfahren, so daß die Verschußplatte 38 mit Sprüheinrichtung 45 und Düse 44 über den Füllaufsatz 34 gelangt. Anschließend wird der Hubkolben 35 be-
10 tätigt, so daß der gesamte Formraum angehoben und die Verschußplatte 38 gegen feste Anschläge 39 gedrückt wird. In dieser Lage ist der Formraum dicht abgeschlossen, der dann über die Anschlüsse 42 im Füllaufsatz 34 und im Modellplattenträger 32 evakuiert wird. Auf diese Weise wird die Porenluft aus der Formstoff-Füllung gesaugt. Bei Er-
15 reichen des gewünschten Unterdrucks von 0,4 bis 0,2 bar wird auf die Formstoff-Oberfläche mittels der Sprüheinrichtung 44 Flüssigkeit aufgesprüht und sofort das Ventil 43 geöffnet, so daß die Druckluft in Form eines Freistrahls auf die Formstoffoberfläche 46 aufprallt und die kinetische Energie des Strahls in Preßkraft umgesetzt wird.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 6 sind gleiche Anlagenteile mit
20 gleichen Bezugszeichen wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 5 bezeichnet. Insoweit erübrigt sich eine nochmalige Beschreibung. Abweichend von Fig. 5 weist die Freistrahldüse 44 einen Doppelmantel auf, wobei ihre innere Wandung mit Öffnungen, z.B. einer Perforation versehen ist, während die äußere Wandung einen Vakuumanschluß 49
25 besitzt. Über diesen Anschluß kann der Doppelmantel an die zum Evakuieren des Formraums vorgesehene Unterdruckquelle angeschlossen sein. Durch Anlegen von Unterdruck kann der Öffnungswinkel der Frei-

strahldüse 44 über den Grenzwert von 14° erhöht werden, da die sich bildenden Wirbel abgesaugt werden.

In weiterer Abweichung von der Ausführungsform gemäß Fig. 5 sitzt auf dem das Füllgefäß 37 und die Verschußplatte 38 mit der Düse 44 und die - in Fig. 6 nicht gezeigte - Sprüheinrichtung führenden Wagen ein Preßkopf 47 mit einer Preßplatte 48 zum Nachverdichten des Formstoffs. Die Funktionsweise entspricht dabei der zu Fig. 5 bereits geschilderten. Nach Verdichten mittels des Druckluft-Freistrahls wird der Arbeitstisch 36 abgesenkt, die Verschußplatte 38 mit Düse 44 nach rechts verfahren und zugleich der Preßkopf 47 eingefahren, bis er sich oberhalb des abgesenkten Füllaufsatzes 34 befindet. Dann wird der Arbeitstisch 35 wieder hochgefahren, so daß die Preßplatte 48 auf der freien Formstoff-Oberfläche 46 zur Wirkung kommt. Nach dem Nachpressen erfolgt das Ausformen in üblicher Weise.

DR. ING. HANS LICHTI · DIPL.-ING. HEINER LICHTI

DIPL.-PHYS. DR. JOST LEMPERT

PATENTANWÄLTE

0062331

D-7500 KARLSRUHE 41 (GRÖTZINGEN) · DURLACHER STR. 31 (HOCHHAUS)

TELEFON (0721) 48511

02. April 1982

6390/82 Lj

B M D
Badische Maschinenfabrik Durlach
GmbH
Pfinztalstraße 90
7500 Karlsruhe 41

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum pneumatischen Verdichten von Gießereiformstoff,
der in einem abgeschlossenen Formraum, dessen eine Begrenzung
von einem von dem Formsand eingehüllten Modell gebildet wird,
eingeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß
5 der mit Formsand gefüllte Formraum mit Luft bei einem Druckgra-
dient von größer 100 bar/s beaufschlagt wird.
2. Verfahren, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß der Druckgradient bis zu 1000 bar/s beträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die
10 Druckdifferenz vor und nach dem Füllen des Formraums zwischen
0,8 und 8 bar liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der mit Formsand gefüllte Formraum bis ca. 0,2 bar evakuiert und anschließend schlagartig mit Druckluft beaufschlagt wird.
- 5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der mit Formsand gefüllte, unter Normaldruck stehende Formraum schlagartig mit einem Druckluftspeicher verbunden wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömung der in den Formraum einströmenden Luft, in beliebigem Winkel, vorzugsweise senkrecht zur Formsand-Oberfläche gerichtet ist.
10
7. Verfahren zum Verdichten von Gießereiformstoff in einem evakuierbaren Formraum, in welchem der eingefüllte Formstoff unter Unterdruck gesetzt wird, dadurch gekennzeichnet, daß auf die freie Formstoff-Oberfläche hochgespannte Druckluft bis zu 15 bar als Freistrahler zur Wirkung gebracht wird.
15
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Formraum zunächst mit dem Formstoff gefüllt, anschließend auf 0,4 bis 0,2 bar evakuiert und daraufhin der Druckluft-Freistrahler zur Wirkung gebracht wird.
- 20 9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Formraum auf 0,4 bis 0,2 bar evakuiert, anschließend mit dem Formstoff gefüllt und der Druckluft-Freistrahler auf die freie Oberfläche des Formstoffs zur Wirkung gebracht wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckluft-Freistrahls Überschallgeschwindigkeit aufweist.
- 5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die freie Oberfläche des Formstoffs vor dem Aufbringen des Druckluft-Freistrahls mit einer den Strömungswiderstand der oberflächennahen Schicht erhöhenden Substanz bedeckt wird.
- 10 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Formstoff mechanisch nachgepreßt wird.
- 15 13. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit einem den Formsand aufnehmenden Formraum, der von einem Modell, einem dieses umgebenden Formrahmen und einem Formraum-Abschluß an der dem Modell gegenüberliegenden Seite gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Formraum (1, 2, 3, 5) mit wenigstens einer außerhalb der Oberfläche (19) des Formsandes ausmündenden Düsenöffnung (6) und einer dieser zugeordneten Verschlusseinrichtung (11) versehen ist, die beim Öffnen einen Druckaufbau von größer 100 bar/s im Formraum gestattet.
- 20 14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenöffnung (6) an dem Formraum-Abschluß (5) angeordnet ist.
- 25 15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Formraum (1,2,3,5) in dem vom Formsand freien Bereich (19) über die Düsenöffnung (6) mit einem Druckspeicher (10) verbunden ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse jeder Düsenöffnung (6) in beliebiger, vorzugsweise senkrechter Richtung zur Formsand-Oberfläche (19) angeordnet ist.
- 5 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß jede Düsenöffnung (6) als Lavaldüse (20) ausgebildet ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß jede Lavaldüse (20) so angeordnet und ausgebildet ist, daß die von
10 diesen erzeugten Freistrahlen etwa auf die gesamte freie Formsand-Oberfläche (19) auftreffen.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Formraum (1, 2, 3, 5) im Bereich des Modells (4) mit Abströmöffnungen (15) für die Luft versehen ist.
- 15 20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß auch im Grund besonders tiefer Konturen des Modells (4) Abströmöffnungen (18) vorgesehen sind.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Formraum (1, 2, 3, 5) gegebenenfalls über die
20 Abströmöffnungen (15, 18) mit einem Vakuumanschluß (16) versehen ist.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Formraum-Abschluß (5) als die Düsenöffnung (6) aufweisende Platte ausgebildet ist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenöffnung (6) als Flachdüse (7) großen Querschnittes und die Verschlußeinrichtung (11) als mit der Platte zusammenwirkendes großflächiges Tellerventil (12) ausgebildet ist.
- 5 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17, 18 und 22, dadurch gekennzeichnet, daß in die Platte (5) wenigstens eine Lavaldüse (20) eingesetzt und die Verschlußeinrichtung (11) als Tellerventil (12) ausgebildet ist, das mit der Einströmöffnung (21) der Lavaldüse (20) zusammenwirkt.
- 10 25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder mehr Lavaldüsen (20) an der Platte (5) in gleicher Höhe angeordnet sind und die Verschlußeinrichtung (11) aus einem einzigen, mit den Einströmöffnungen (21) aller Lavaldüsen (20) zusammenwirkenden Tellerventil (12) gebildet ist.
- 15 26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Formraum (1, 2, 3, 5) und dem Druckluftspeicher (10) eine Vorkammer (8) angeordnet ist, in der zumindest die bewegten Teile der Verschlußeinrichtung (11) untergebracht sind.
- 20 27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16 und 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Formraum (1, 2, 3, 5) und dem Druckluftspeicher (10) eine Vorkammer (8) angeordnet und die Düsenöffnung (6) mit der Verschlußeinrichtung (11) an einer seitlichen Begrenzungswand (24) der Vorkammer (8) angeordnet ist.
- 25

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorkammer (8) um eine außerhalb des Formraums (1, 2, 3, 5) liegende senkrechte Achse schwenkbar bzw. versetzbar ist.
- 5 29. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorkammer (8) eine Formsand-Füllöffnung aufweist, die druckdicht verschließbar ist.
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die den Abschluß des Formraums (1, 2, 3, 5) bildende Platte (5, 5') an den Innenwandungen des Formraums (1,2)
10 druckdicht geführt und mit einem Hubantrieb versehen ist.
31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 30 mit einem doppel-
seitigen Modell und je einem einer Modellseite zugeordneten un-
teren und oberen Formraum, dadurch gekennzeichnet, daß zumin-
15 dest die dem unteren Formraum (1', 2', 3', 5') zugeordneten
Düsenöffnungen (20') mit einem Druckluftanschluß (27) zum
Fluidisieren des Formsandes (25) versehen sind.
32. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der
Ansprüche 7 bis 12 mit einem Modellplattenträger, einem auf-
20 gesetzten Formkasten, einem darüber befindlichen Füllaufsatz
und einer Verschußplatte, die zusammen den Formraum bilden,
und mit einem den Formstoff enthaltenden Füllgefäß, gekenn-
zeichnet durch ein oder mehr in den Formraum (31, 32, 34) aus-
mündende, an eine Druckluftquelle angeschlossene Freistrah-
25 düsen (44).

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandung der Freistrahldüse (44) Öffnungen aufweist, die an Vakuum (49) anschließbar sind.
- 5 34. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Freistrahldüse (44) eine doppelte Wandung aufweist und der von den Wandungen gebildete Raum mit einem Vakuumanschluß (49) versehen ist.
- 10 35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 32 bis 34 zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß im oberen Bereich des Formraums (31,32,34) eine Einrichtung (45) zum Aufsprühen von Flüssigkeit auf die freie Formstoff-Oberfläche (46) angeordnet ist.
- 15 36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 32 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Freistrahldüse (44) und die Sprüheinrichtung (45) an der Verschlußplatte (38) angeordnet sind.
- 20 37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 32 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschlußplatte (38) mit Freistrahldüse (44) und Sprüheinrichtung (45) und das Formstoff-Füllgefäß (34) auf einem den Füllaufsatz (34) überfahrenden Wagen oder Karussell angeordnet sind.
38. Vorrichtung nach Anspruch 37 zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Wagen oder Karussell weiterhin eine Preßplatte (48) angeordnet ist.

FIG. 1

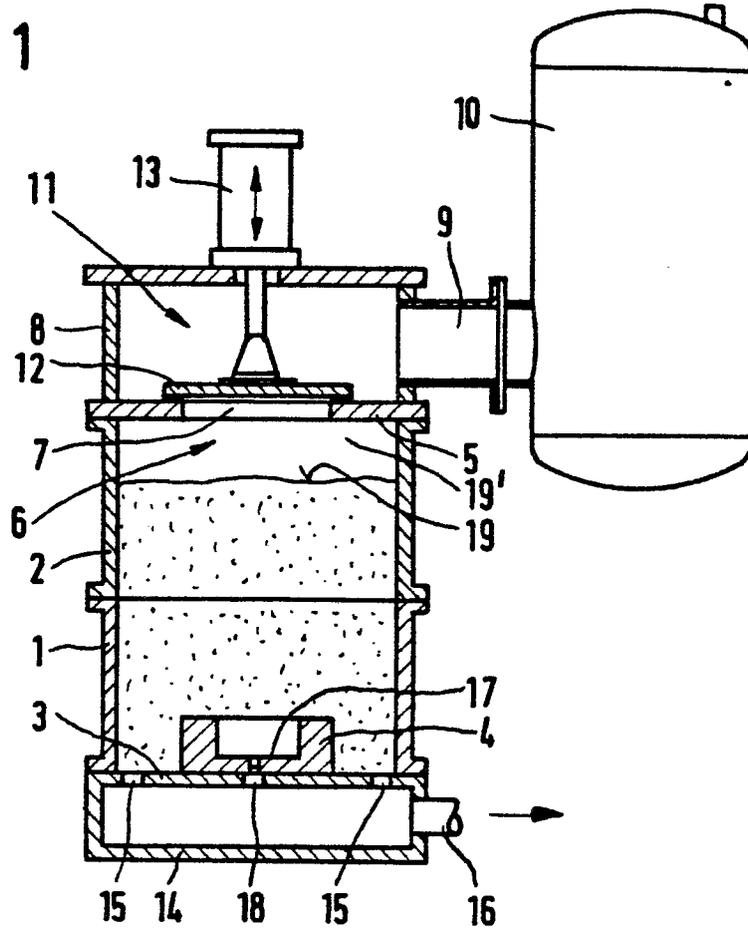


FIG. 2

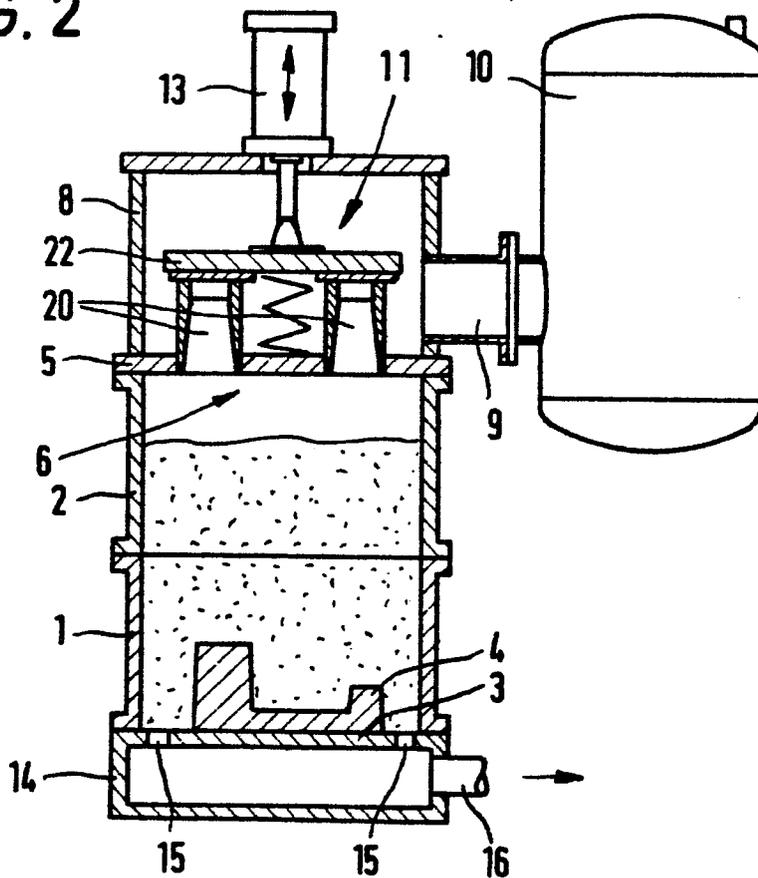
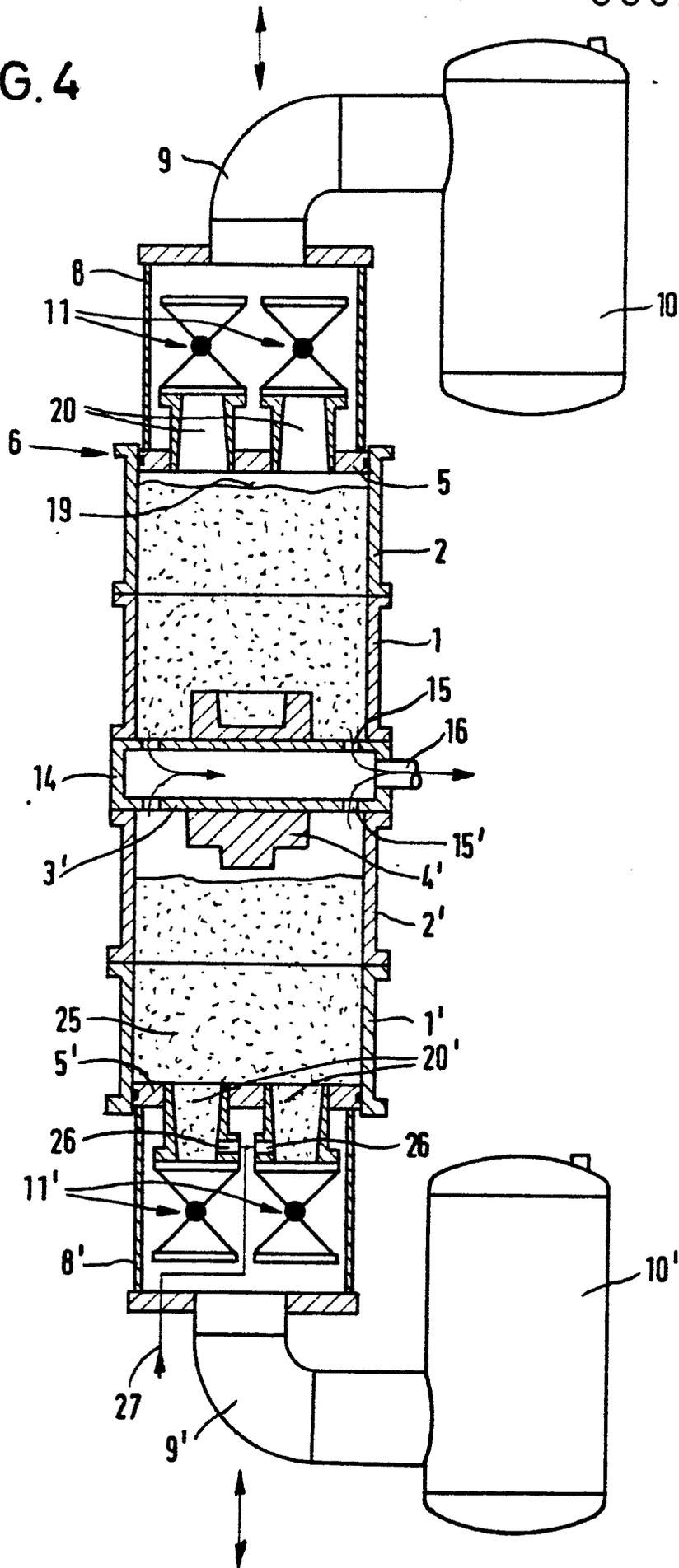


FIG. 4



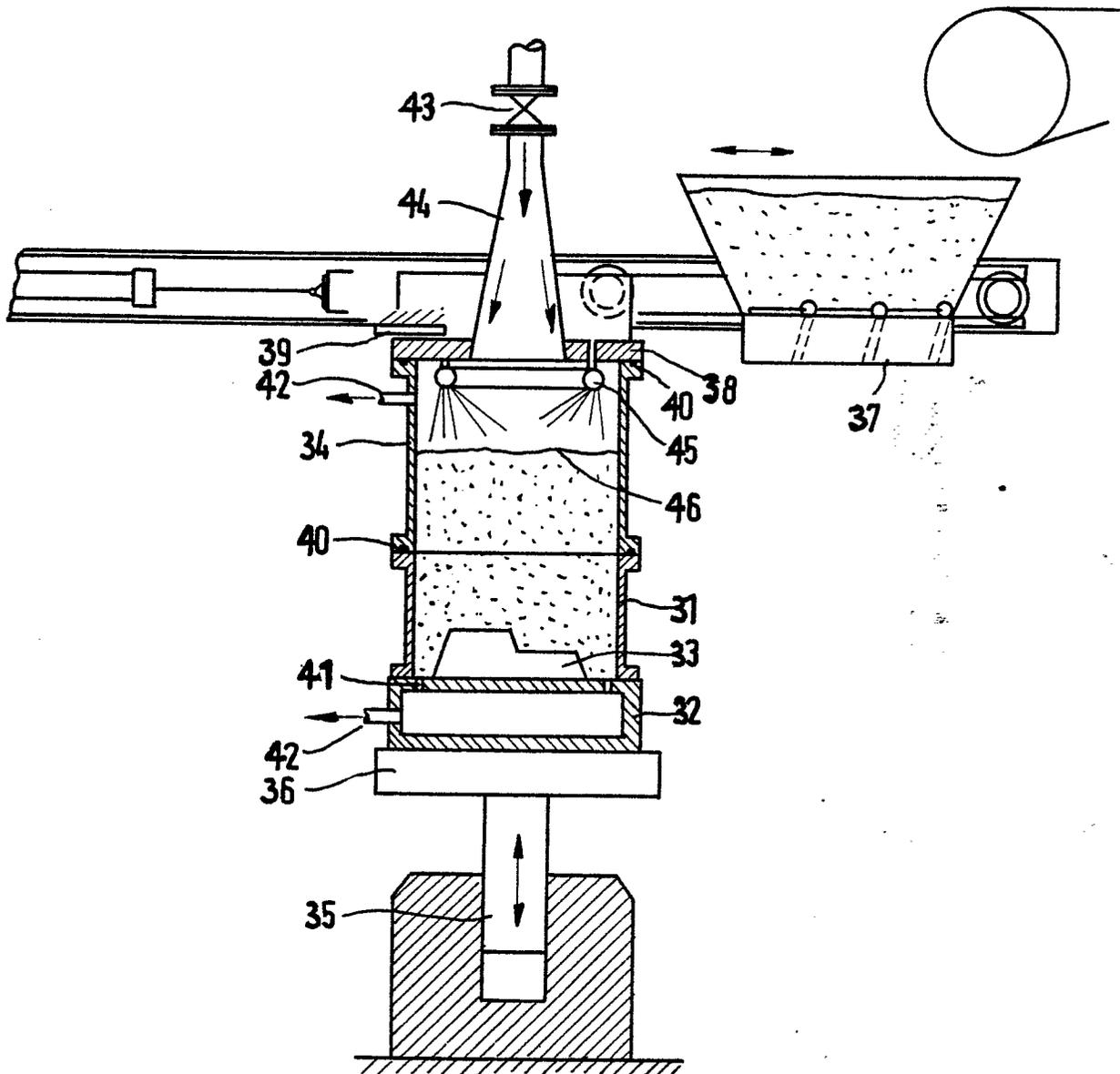


FIG. 5

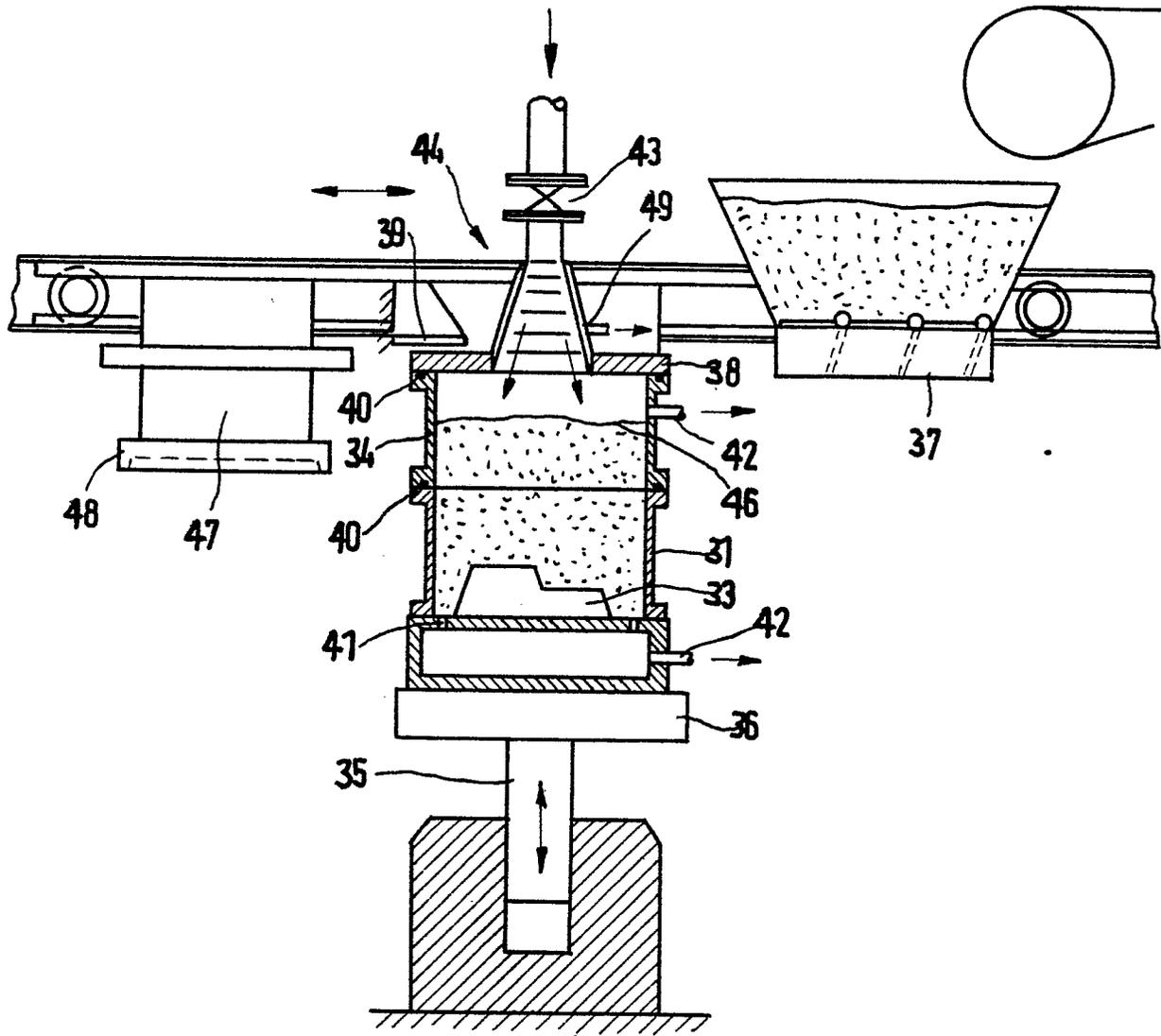


FIG. 6



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)
X	US-A-3 659 642 (L.F. VASILKOVSKY) * Zusammenfassung; Spalte 3, Zeilen 7-46; Figuren *	1, 3, 5, 6, 7, 13, 14, 15, 16, 19, 23	B 22 C 15/00
Y	--- JP-A-55 133 847 (SHINTO KOGYO) * Figuren *	20	
Y	--- JP-A-55 147 462 (SHINTO KOGYO) * Figuren; "Constitution" *	4, 8, 9, 12, 21, 31	
Y	--- WO-A-8 001 544 (GEORG FISCHER) * Zusammenfassung; Ansprüche 1-3 *	12, 38	
A	--- US-A-2 847 736 (D. PULVERMACHER)		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³) B 22 C B 30 B B 22 F B 29 C
A	--- EP-A-0 017 131 (GEORG FISCHER)		
A	--- FR-A-2 141 235 (DYNAMIT NOBEL)		
A	--- DE-A-2 249 244 (BUDERUS'SCHE EISENWERKE) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 08-07-1982	
		Prüfer MAILLIARD A.M.	
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p> <p>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</p> <p>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			