(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 295 472 A2**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **88108468.5**

(22) Anmeldetag: **27.05.88**

(51) Int. Cl.4: **B22C 15/02 , B22C 15/08 , B22C 15/14**

(30) Priorität: **13.06.87 DE 3719846**
27.11.87 DE 3740185

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.12.88 Patentblatt 88/51

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI SE

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

(72) Erfinder: **Damm, Norbert**
Büchenauer Strasse 22
D-7528 Karlsdorf-Neuthard(DE)
Erfinder: **Parr, Thomas, Dr.-Ing.**
Marstallstrasse 32a
D-7500 Karlsruhe 41(DE)
Erfinder: **Schmitt, Ernst**
Nelkenstrasse 2
D-7502 Malsch(DE)

(74) Vertreter: **Brommer, Hans Joachim, Dr.-Ing. et al**
Patentanwälte Dipl.-Ing. R. Lemcke Dr.-Ing. H.J. Brommer Amalienstrasse 28 Postfach 4026
D-7500 Karlsruhe 1(DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Verdichten von Formstoff in Giesserei-Formmaschinen.

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verdichten von Formstoff in Gießereiformmaschinen mit einer Vielstempel-Preßplatte, deren einzelne Stempel individuell entsprechend der Modellkontur mit druckmittel beaufschlagt werden und zuerst für die Verdichtung herangezogen werden, worauf zusätzlich die Preßplatte zur Verdichtung bis etwa an den oberen Formkastenrand verfahren wird und wobei am Verdichtungsende eine maximale Hubdifferenz zwischen den einzelnen Stempeln von zumindest 30 % der Formkastenhöhe eingehalten wird.

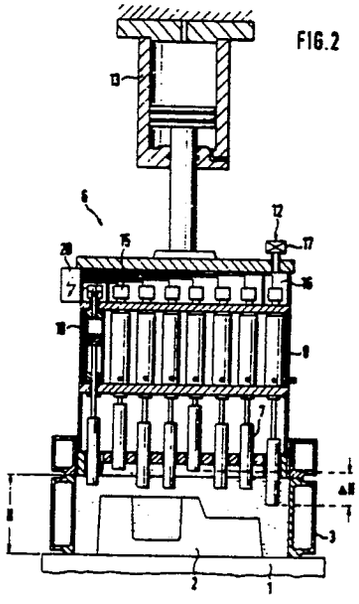

FIG.2

EP 0 295 472 A2

Verfahren und Vorrichtung zum Verdichten von Formstoff in Gießerei-Formmaschinen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verdicten von Formstoff im Formkasten von Gießerei-Formmaschinen mit einer Vielstempel-Preßplatte, deren einzelne Stempel mit Abstand voneinander angeordnet sind und entsprechend der Modellhöhe unterschiedlich tief in den Formstoffrücken eindringen.

Grundsätzlich strebt man beim Verdichten ein möglichst gleiches Festigkeitsniveau im gesamten Formbereich an. In der Praxis führen aber Wandreibung an Kasten- und Modellflächen einerseits, große Modellhöhen-Unterschiede oder enge, tiefe Modellkonturen andererseits zu unterschiedlichen Formfestigkeiten. So werden bei großen Modellhöhen-Unter schieden Formpartien über hochstehenden Modellflächen überpreßt, wohingegen in engen und tiefen Modellkonturen sowie am Kastenrand häufig schwach verdichtete Formpartien entstehen.

Um bei kritischen Modellkonturen eine einigermaßen homogene Verdichtung der Form zu erreichen, muß im Allgemeinen zweistufig verdichtet werden, wobei die Verdichtung des Formstoffrückens mit einer Vielstempel-Preßplatte erfolgen kann. Zweck des Vielstempelpressens ist es, modellbedingte Verdichtungsunterschiede während des Verdichtungsvorganges selbsttätig auszugleichen. So ist es durch die DE-OS 29 36 173 bekannt, den eingefüllten Sand im Formkasten zunächst mittels einer auf den Formstoffrücken zufahrenden Preßplatte vorzuverdichten und sodann in einem zweiten Schritt durch in der Preßplatte gelagerte Preßstempel die Nachverdichtung durchzuführen. Dabei sind die Preßstempel an eine gemeinsame Druckmittelquelle angeschlossen und dringen entsprechend der Modellkontur mehr oder weniger tief in den Formstoffrücken ein.

Ebenso ist es beispielsweise durch die EP-AS 172 937 bekannt, die überwiegende Verdichtung zunächst mit einer Vielstempel-Preßplatte durchzuführen und sodann bei angehobenem Formkasten eine Nachverdichtung durch Hochpressen des Modells durchzuführen.

Schließlich ist es bei Vielstempel-Preßplatten auch bekannt, die außen liegenden Stempel mit einem höheren Druckniveau zu stützen als die innenliegenden Stempel, wenn der den gefüllten Formkasten tragende Hubtisch nach oben gegen die Stempel verfahren wird. Man erhält dadurch zwar eine bessere Hubanpassung der Stempel an die Modellkontur, trotzdem sind die Verdichtungsunterschiede über den Formquerschnitt immer noch beträchtlich. In den meisten Fällen ist daher die Kombination dieses Systems mit einer Rüttelverdichtung notwendig.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, das eingangs beschriebene Verfahren dahingehend zu verbessern, daß man selbst bei schwierigen Konturen eine gleichbleibend hohe Verdichtungsqualität erhält. Außerdem soll eine Vorrichtung angegeben werden, mit der sich dieses Verfahren in der Praxis kostengünstig realisieren läßt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zumindest die innenliegenden Stempel jeweils individuell entsprechend der Kontur des Modelles mit Druckmittel beaufschlagt werden, daß sodann zusätzlich die Preßplatte zur Verdichtung verwendet und bis etwa an den oberen Formkastenrand verfahren wird und daß am Verdichtungsende eine maximale Hubdifferenz zwischen einzelnen Stempeln von zumindest 30 % vorzugsweise zumindest 40 % der Formkastenhöhe eingehalten wird.

Durch diese Maßnahmen, insbesondere die individuelle Druckansteuerung und die bis zum Ende der Verdichtung erzwungenen Hubdifferenzen zwischen den Einzelstempeln ergeben sich überraschend hohe Verdichtungswerte selbst in schmalen und tiefen Taschen des Modells wie auch im modellfreien Randbereich. Mitursächlich hierfür dürfte sein, daß erfindungsgemäß die Verdichtungsendlage der kolben über der gesamten Modellkontur weitgehend zum gleichen Zeitpunkt erreicht wird. Die Rißbildung auslösenden Relativbewegungen in Formstoffbereichen, die bereits verdichtet sind, werden dadurch ausgeschlossen.

Wie sich gezeigt hat, kommt den Hubdifferenzen zwischen den einzelnen Stempeln entscheidende Bedeutung zu. Diese Hubdifferenzen, die beim Stand der Tecknik nur bei 10 bis 20 % liegen, werden beim erfindungsgemäßen Verfahren zweckmäßig mit über 40 % und sogar mit über 50 % bis etwa 80 % der Formkastenhöhe vorgeschrieben. Überraschenderweise haben die daraus resultierenden starken Vertiefungen im Formrücken keine negative, sondern im Gegenteil eine äußerst positive Wirkung auf die Verdichtung.

Desweiteren hat sich ergeben, daß das beschriebene Verfahren besonders gute Ergebnisse bringt, wenn die Summe der sandseitigen Stempelquerschnitte mit 20 % bis 70 %, insbesondere 20 % bis 50 % Formkastenfläche gewählt wird, wobei es besonders günstig ist, im Innenbereich, also über dem Modell mehr spezifische Stempelfläche vorzusehen als im Randbereich.

Außerdem hat es sich als günstig erwiesen, das erfindungsgemäße Verdichtungsverfahren mit hohen Hubgeschwindigkeiten der Preßplatte und der Stempel durchzuführen. Während bisher die

Stempelgeschwindigkeiten bei etwa 0,2 bis 0,7 m/s liegen, empfehlen sich für das vorliegende Verfahren Stempelgeschwindigkeiten über 2,0 m/s insbesondere 3 bis 10 m/s, wobei Werte von 4 bis 8 m/s besonders günstig sind. Bei diesen hohen Stempelgeschwindigkeiten entstehen im Formstoff ähnliche dynamische Effekte wie bei der Gasimpulsverdichtung. Die Fromstoffteilchen werden so hoch beschleunigt, daß sie beim Auftreffen auf die Modell- oder Modellplattenfläche aufgrund des Aufschlagimpulses höher verdichtet werden als durch mechanisches langsames Pressen. Das gleiche gilt für die unter der Preßplatte befindlichen Formstoffteilchen, wenn man zweckmäßigerweise auch die Preßplatte mit der gleichen Hubgeschwindigkeit auf den Formstoff zubewegt.

Wird jedoch die kinetische Energie der Stempel und der Preßplatte ungedämpft auf den Formstoff übertragen, so ergibt sich eine unerwünschte Überpressung auf hochliegenden Modellflächen. Diese Überpressung kann erfindungsgemäß dadurch vermieden werden, indem die kinetische Energie überwiegend nur in denjenigen Formstoffbereichen aufgenommen wird, die nicht über hohen Modellpartien, sondern in modellfreien Zonen liegen, also am Kastenrand. Zu diesem Zweck ist die Preßlatte zweckmäßig an ihrem Rand und im Bereich zwischen den Außenstempeln mit unterseitigen Vorsprüngen versehen, etwa mit einer umlaufenden, nur von den Außenstempeln unterbrochenen Leiste. Dadurch fungiert der Randbereich der Form als Dämpfung für die Preßplatte und die mit ihr verbundenen Einzelstempel und zugleich erfährt dieser Randbereich eine angestrebte zusätzliche Verdichtung.

Desweiteren empfiehlt es sich, daß die unterschiedliche Druckbeaufschlagung der einzelnen Stempel mit diskret vorgegebenen Drücken erfolgt, d.h. daß anstelle des bisher praktizierten Preßdruckausgleiches in jedem Stempel ein bestimmter Stützdruck aufgebaut wird, etwa in der Weise, daß die Stempel vor dem Verdichten ganz aus der Preßplatte herausgefahren und sodann entsprechend der Modellhöhe mit unterschiedlich starkem Gegendruck - insbesondere pneumatisch - abgestützt werden. Die Preßplatte wird dann mitsamt den sich relativ zu ihr verschiebenden Stempeln gegen den Formstoff gepreßt.

Stattdessen können die Stempel aber auch von Anfang an entsprechend der Modellprofilierung auf unterschiedliches Niveau eingestellt und sodann - insbesondere hydraulisch - abgestützt oder fixiert werden, sodaß sie beim anschließenden Verdichten ihr Niveau relativ zueinander im wesentlichen beibehalten.

Die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt in der Weise, daß zumindest die Druckmittelzylinder für die innerhalb der Außenstempel liegenden Stempel jeweils über eigene Druckmittelleitungen und über Ventile an eine Druckquelle angeschlossen sind. Dadurch können die einzelnen Stempel entweder pneumatisch auf einen bestimmten Stützdruck vorgespannt werden, der entsprechend der Modellkontur gewählt ist oder die Stempel werden hydraulisch entsprechend der Modellkontur unterschiedliche Niveaulagen eingestellt.

Zur unterschiedlichen Druckbeaufschlagung bzw. zur Ein stellung der unterschiedlichen Hubpositionen können die Druckmittelzylinder der Stempel jeweils über eigene Schaltventile an die Druckquelle angeschlossen werden. Um den Aufwand an Ventilen niedriger zu halten, können die Druckmittelzylinder an ihrem einen Ende zeilenweise an ihrem anderen Ende spaltenweise an je eine zeilen- bzw. spaltenweise verlaufende Druckmittelleitung angeschlossen sein, wobei diese Leitungen jeweils über Ventile an die Zu- bzw. Abführleitung angeschlossen sind und die Ansteuerung dieser Ventile durch eine Mikroprozessor entsprechend den gewünschten Hubpositionen der Stempel erfolgt.

Es liegt im Rahmen der vorliegenden Erfindung, die zuvor beschriebene mechanische Verdichtung mit der Einwirkung eines Druckgas-Impulses zu kombinieren. Der Druckgasimpuls kann dabei in an sich bekannter Weise durch Druckluft ober durch Explosion zündfähiger Gasgemische erzeugt werden.

Eine derartige mehrstufige Verdichtung bietet den Vorteil, daß das den Formstoff durchströmende Druckgas einerseits eine Fluidisierung, andererseits eine Vorverdichtung des Formstoffes herbeiführt. Beide Effekte verbessern die Verdichtungseigenschaften der Form.

Der Druckgasimpuls kann zeitlich vor und/oder während des Pressens zur Wirkung gebracht werden. Je nach den angestrebten Ergebnissen kann die Druckhöhe und der Druckverlauf ähnlich hoch wie bei der reinen Impulsverdichtung oder deutlich darunter liegen. Auch liegt es im Rahmen der Erfindung, während des Verdichtens Gas aus dem Formkasten, insbesondere über die Modellplatte entweichen zu lassen oder aktiv abzusaugen.

Für die Durchführung eines derartigen kombinierten Verdichtungsverfahrens kann das Preßhaupt entweder in einen Druckbehälter eingebaut sein, der dicht an den Füllrahmen anschließt. In diesem Fall weist das Preßhaupt zweckmäßig einen Ventilteller auf, der mit einem entsprechenden Ventilsitz des Druckbehälters zusammenwirkt, um die Verbindung einer unter Überdruck stehenden Druckquelle mit dem Formkasten zu öffnen oder abzusperren. Damit sich der Gasimpuls ohne große Strömungsverluste dem Formstoff mitteilen kann, empfiehlt es sich, daß das Druckgas nicht nur zwi-

schen Preßhaupt und Füllrahmen, sonderen auch über entsprechende Öffnungen des Preßhauptes durch dieses hindurchströmen kann.

Stattdessen kann das Preßhaupt auch selbst als Druckbehälter ausgebildet und an eine Druckquelle angeschlossen sein. In diesem Fall muß für einen dichten Anschluß des Preßhauptes an den Füllrahmen gesorgt werden, etwa durch eine Gleitdichtung zwischen beiden Teilen.

Weitere Einzelheiten hierzu wie auch zu den anderen Aspekten der Erfindung folgen aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand Zeichnung; dabei zeigt.

Fig. 1 einen teilweisen Vertikalschnitt des Oberteils einer Formmaschine zu Beginn der Verdichtung;

Fig. 2 den entsprechenden Vertikalschnitt am Ende der der Verdichtung;

Fig. 3 ein Schaltungsschema für die Druckmittelzylinder;

Figur 4 einen teilweisen Vertikalschnitt des Oberteils einer Formmaschine mit zusätzlicher Impulsverdichtung zu Beginn der Verdichtung;

Figur 5 einen teilweisen Vertikalschnitt einer anderen Formmaschine mit zusätzlicher Impulsverdictung zu Beginn der Verdichtung;

Figur 6 einen Vertikalschnitt entsprechend Figur 5 bei fortgeschrittener Verdichtung und

Figur 7 einen entsprechenden Vertikalschnitt am Ende der Verdichtung.

Die Figuren 1 und 2 zeigen zunächst eine Modellplatte 1 mit Modell 2 und einen auf die Modellplatte 1 aufgesetzten Formkasten 3 sowie einen darauf aufgesetzten Füllrahmen 4. Der lose eingeschüttete Formsand ist mit 5 bezeichnet.

Darüber befindet sich ein Verdichtungsaggregat 6 in Form eines Veilstempel-Preßhauptes. Seine einzelnen Stempel 7 sind relativ gleichmäßig über den Formkastenquerschnitt verteilt, weisen zweckmäßig einen runden Querschnitt auf und sind etwa um ein ihrem Durchmesser entsprechendes Maß voneinander distanziert. Sie durchqueren eine horizontale Preßplatte 8, die den unteren Abschluß eines kastenförmigen Verdichtungskopfes 9 bildet. Zumindest der untere Querschnitt des Verdichtungskopfes 9 ist so bemessen, daß er in den Füllrahmen 4 hineinpaßt. Der Außenrand der Preßplatte 8 ist durch nach unten vorstehende Leisten 8a gebildet, die zugleich verlängerte Führungsbuchsen für die außenliegenden Stempel bilden.

Innerhalb des Verdichtungskopfes 9 ist für jeden Stempel 7 ein Druckmittelzylinder 10 angeordnet, der jeweils über eine Leitung 11 mit einer Druckquelle 12 in Verbindung steht.

Um die Verdichtung herbeizuführen ist entweder ein in der Zeichnung nicht dargestellter Hubtisch zum Hochfahren des Formkastens gegen den Verdichtungskopf 9 vorgesehen oder, was zweckmäßiger, ist, der Verdichtungskopf 9 ist über einen oberhalb angeordneten Preßzylinder 13 hydraulisch in den in Ruhe bleibenden Füllrahmen 4 hinein verfahrbar.

Wesentlich ist nun, daß die einzelnen Druckmittelzylinder 10 mit unterschiedlichen Pneumatikdrucken vorgespannt sind, und zwar mit diskreten Werten, die in Abhängigkeit von der Modellkontur vorgeschrieben werden. So sind beispielsweise die außenliegenden, über dem modellfreien Raum liegenden Stempel mit 4 bar, die benachbarten Stempel mit etwa 1 bar und die oberhalb der Modellvertiefung angeordneten Innenstempel mit etwa 3 bar Druckluft vorgespannt. Das individuelle Vorspannen der einzelnen Zylinder 10 erfolgt durch eine - schematisch angedeutete elektrische Einzelansteuerung 14, die modellabhängig programmgesteuert sein kann.

Wird nun der Hydraulikzylinder 13 im Verdichtungssinn ausgelöst,so wird der gesamte Verdichtungskopf 9 auf eine Geschwindigkeit von etwa 7 m/s beschleunigt, wobei zunächst die einzelnen Stempel 7 in den Formstoffrücken eindringen. Durch ihr Voreilen gegenüber der nachkommenden Preßplatte 8, durch ihre distanzierte Anordnung und durch ihre hohe Hubgeschwindigkeit ist sichergestellt, daß sich am Ende des Verdichtungsvorganges die vorgeschriebene maximale Hubdifferenz $\Delta H/H$ von mindestens 30 % einstellt.

Die Verdichtung der Zwischenräume zwischen den einzelnen Stempeln erfolgt durch die Preßplatte 8, die während des Verdichtungshubes die vorstehenden Stempel 7 mehr oder weniger stark einholt. Eine derart hergestellte Form zeichnete sich trotz der steil abfallenden Modellasußenwände und der in der Mitte befindlichen Vertiefung durch außerordentlich gleichmäßige Formfestigkeiten von 18 bis 20 N/cm^2 aus.

Nach dem Verdichtungshub wird der Hydraulikzylinder 13 wieder im Gegensinn mit Drucköl beaufschlagt. Bei dem dann folgenden Herausziehen des Verdichtungskopfes 9 aus dem Formkasten 3 bzw. Füllrahmen 4 sorgt der in den Zylindern 10 anstehende Überdruck automatisch wieder für das Vorfahren der Stempel 7 in die Position gemäß Fig. 1.

Durch an sich bekannte Überwachungseinheiten kann nachlassender Druck in einzelnen Zylindern 10 automatisch wieder auf die vorgeschriebene Höhe gebracht werden.

Damit der für die Herstellung des Eingußtrichters verwendete Eingußpin nicht von den Stempeln beaufschlagt wird, ist es zweckmäßig, die Stempel oberhalb der Eingußposition in ihrer zurückgefahrenen Position zu belassen. Da die Eingußposition modellabhängig ist und somit wechselt, sind jeweils andere Stempel in ihrer zurückgezogenen Position zu halten. Steuerungstechnisch ist dies

erfindungsgemäß dadurch zu realisieren, daß alle Zylin der 10 über unterseitige Öffnungen 10 a an einen gemeinsamen Druckraum 18 innerhalb des Verdichtungskopfes 9 angeschlossen sind, der seinersseits über einen Anschluß 19 mit einer pneumatischen Druckquelle in Verbindung steht. Dadurch sind alle Stempel 7 elastisch nach oben hin vorgespannt und die oberhalb der Eingußposition befindlichen Stempel verbleiben in dieser Position, wohingegen die anderen Stempel über die jeweiligen Leitungen 11 individuell mit Gegendruck beaufschlagt werden.

Fig. 2 zeigt hinsichtlich der Druckversorgung der Zylinder 10 eine Alternative gegenüber Fig. 1, indem hier jeder Zylinder 10 ein eigenes, elektrisch betätigtes Einlaßventil 15 aufweist und in dem all diese Ventile in einen gemeinsamen Druckraum 16 innerhalb des Verdichtungskopfes 9 münden. Der Druckraum 16 steht über ein Ein-bzw. Auslaßventil 17 mit einer Druckmittelquelle 12 bzw. mit der Atmosphäre in Verbindung.

Um die einzelnen Zylinder 10 mit dem vorgeschriebenen Vordruck zu beaufschlagen, sind die Ventile 15 an eine elektrische Wähleinrichtung 20 angeschlossen. Sie gestattet es, während des Druckanstieges im Druckraum 16 jeweils diejenigen Ventile 15 zu schließen, deren Zylinder 10 den gewünschten Vorspanndruck erreicht haben.

Während die vorbeschriebene Beaufschlagung der Zylinder 10 in erster Linie für pneumatische Druckmittel gedacht ist, eignet sich das in Figur 3 dargestellte System vor allem für eine hydraulische Beaufschlagung der Zylinder in der Weise, daß die Stempel 7 bereits vor der Verdichtung auf unterschiedliche Höhenpositionen eingestellt und mehr oder weniger fixiert werden. Zu diesem Zweck werden die einzelnen Zylinder als zweidimensionale Matrix mit einer Feldanordnung von mehreren Spalten, beispielsweise 1, 2, 3 und 4 mehreren Reihen, beispiels weise A, B, C und D. Die hintereinander geschalteten Zylinderanschlüsse der Spalten befinden sich am oberen Zylinderende und liegen rechtwinklig überkreuz zu den hin tereinander geschalteten Zylinderanschlüssen der Reihen an den unteren Zylinderenden. Jede Spalte ^{S}und jede Reihe R ist hydraulisch mit einem Durchgangsventil V_1, V_2... bzw. V_A, V_B... zu- und abschaltbar. Dadurch sind für (SxR) Zylinder nur (S + R) Ventile erforderlich, bei der Bauform nach Figur 1 mit 8 Zylindern in einer Reihe und 7 Reihen hintereinander sind also für 56 Zylinder nur 7 + 8 = 15 Einzelventile notwendig.

Um beispielsweise den Zylinder D3 im Hub zu verstellen, werden nur die beiden Ventile V_D und V_3 geöffnet . Nun kann durch Druckölzuführ über die Leitung S der Kolben in eine tiefere Position abgesenkt werden und alle anderen in dieser Reihe und in dieser Spalte befindlichen Zylinder bleiben trotz ihrer Hintereinanderschaltung blockiert, weil stets eines ihrer beiden Ventile geschlossen bleibt.

Wegen der Vielfalt modellbezogener Einzelhubeinstellungen ist es zweckmäßig, die Ventile über einen programmierbaren Mikroprozessor anzusteuern. Das Abbild der Modellhöhenkontur wird hierzu in einem modellcodierten Hubdatensatz in das Steuerprogramm eingegeben und steht für die Dauer der Modellabformungen zur individuellen Ansteuerung der Einzelstempel zur Verfügung. Beim Modellwechsel braucht lediglich der modellcodierte Hubdatensatz gewechselt werden.

Um die Hubverstellung praktikabel zu machen, empfiehlt es sich, sie absatzweise durch aufeinanderfolgende gleich große Dosierhübel vorzunehmen, das heißt, die gewünsch te Hubposition in bestimmten Einzelschritten anzufahren. Man kann dadurch zwar nicht mehr unendlich viele Hubpositionen anfahren. Für die Praxis ist es aber ausreichend, wenn jeder Stempel schrittweise um etwa zwei bis drei Zentimeter verstellt werden kann.

Durch die Merkmale der Ansprüche 18 und 19, die in der Zeichnung nicht näher dargestellt sind, ergibt sich der Vorteil, daß anstelle mehrerer manuell auszutauschender Wechselrahmen lediglich der Vorsprung 8a bzw. die Vorsprünge hinsichtlich ihrer Überstandes verstellt zu werden brauchen, um sie optimal an unterschiedliche Modellgrößen bzw. Modellkonturen anzupassen.

Die Figuren 4 bis 7 zeigen Formmaschinen, mit denen das zuvor beschriebene Verfahren in Kombination mit einem auf den Formstoff einwirkenden Luftimpuls durchgeführt wird. Dieser Luftimpuls bewirkt je nach seiner Stärke eine Fluidisierung, vorzugweise aber zugleich auch eine Vorverdichtung des Formstoffes.

Zur diesem Zweck ist bei der Ausführungsform nach Figur 4 das gesamte Preßhaupt 6 mit dem Verdichtungskopf 9 und dem Preßzylinder 13 in einen Druckbehälter 21 eingebaut. Der Druckbehälter 21 weist einen Ventilsitz 22 auf, der unter Zwischenlage einer Dichtung 22a mit einer als Ventilteller fungierender Kopfplatte 23 des Verdichtungskopfes 9 zusammenwirkt. Dadurch kann der Druckbehälter 21 in eine geschlossene obere Kammer 21a, die an eine Druckluftquelle 24 angeschlossen ist und in eine untere Kam mer 21b, die in luftdichter Verbindung mit dem durch Formkasten 3 und Füllrahmen 4 gebildeten Formraum steht, unterteilt werden.

Die Funktion ist folgende: Zunächst wird die Kammer 21a mit Druckgas, insbesondere Preßluft, gefüllt, wobei die Kopfplatte 23 des Verdichtungskopfes 9 die Kammer 21a über entsprechende Dichtflächen abdichtet. Anschließend wird die Hydraulikzylinder 13 umgesteuert, so daß der Verdichtungskopf 9 nach unten fährt. Dabei öffnet sich die Kammer 21 und das in ihr befindliche Druckgas

strömt bei gleichzeitiger Abwärtsbewegung des Verdichtungskopfes 9 nach unter und gelangt sowohl entlang dem äußeren Randspalt zwischen dem Verdichtungskopf und dem Druckbehälter 21 als auch durch Spalte zwischen den Einzelstempeln 7 und der Preßplatte 8 zu dem zunächst noch losen Formstoff 5. Der Formstoff 5 wird durch fluidisiert und beim Eintauchen der Stempel 7 ergibt sich zunächst der positive Effekt einer Reibungsverminderung. Des weiteren bewirkt das den Formstoff durchströmende Druckgas in an sich bekannter Weise eine Vorverdichtung. Die Endverdichtung erfolgt in der bereits beschriebenen Weise durch die unterschiedlich tief in den Formstoff eindringenden Stempel 7 und schließlich durch die Preßplatte 8.

Sofern auf die Umspülung der Einzelstempel 7 innerhalb des Verdichtungskopfes 9 kein Wert gelegt wird, kann des Druckgas selbstverständlich auch außerhalb des Verdichtungskopfes 9 im Formraum zugeführt werden. Auch kann das Druckgas über nicht dargestellte Ventile seitlich in den unteren Bereich des Druckbehälters 21 oberhalb des Füllrahmens 4 eingeleitet werden.

Die Figuren 5 bis 7 zeigen eine andere Bauform, die mit kombinierter Verdichtung arbeitet. Im Unterschied zu Figur 4 ist hier das Preßhaupt 6, das heißt sein Verdichtungskopf 9 selbst als Druckbehälter ausgebildet. Zu diesem Zweck ist im Verdichtungskopf 9 eine Kammer 9a gebildet, die einerseits über einen Druckgasanschluß 24 unter Überdruck zu setzen ist und die andererseits über zahlreiche Ventile 25, von denen in der Zeichnung nur eines dargestellt ist, zum Formraum hin geöffnet werden kann. Außerdem ist der Verdichtungskopf 9 an dem durch die Leisten 8a gebildeten Außenrand der Preßplatte 8 mit Dichtlippen 26 versehen, die ihn gegen den Fullrahmen 4 abdichten.

Die Kammer 9a steht über Anschlüsse 27 mit der Unterseite aller Druckmittelzylinder 10 in Verbindung, so daß er nicht nur für die Erzeugung des Druckgas-Impulses, sondern auch für des Anheben der Stempel 7 verantwortlich ist. Im Ausführungsbeispiel sind die Druckmittelzylinder 10 direkt in der Kammer 9a untergebracht, daher genügen für die Anschlüsse 27 einfache Querbohrungen am unteren Ende der Zylinder 10.

Figur 5 zeigt den Beginn des Verdichtungsvorganges. Dabei ist der Verdichtungskopf 9 gerade so weit in den Füllrahmen eingetaucht, daß ihn die Dichtlippen 26 gegen den Füllrahmen 4 abdichten. Die Druckmittelzylinder 10 sind von oben her drucklos geschaltet, wohingegen die Kammer 9a über die äußere Druckgasquelle 24 einen Überdruck auf weist. Dieser Überdruck überträgt sich über die Anschlüsse 27 auf den unteren Hubraum der Zylinder 10 und hält alle Einzelstempel 7 in der gezeigten oberen Hublage.

Figur 6 zeigt den folgenden Verdichtungsabschnitt: Einzelne Zylinder 10 wurden an ihrer Oberseite über ihre Anschlußleitung 11 mit diskreten Gegendrücken, vorzugsweise Gasdrücken beaufschlagt, so daß einzelne Stempel 7 entsprechend der Kontur des Modelles 2 unterschiedlich tief in den Formstoff eintauchen.

Gleichzeitig wurden die Ventile 25 in der Kammer 9a geöffnet, wodurch das unter Überdruck stehende Gas in den unteren Teil des Verdichtungskopfes 9 einströmt, die Stempel 7 umspült und in den Formstoff eindringt. Es kommt dadurch zu dem bereits beschriebenen Fluidisieren und dem leichteren Eindringen der Stempel 7 in die Formstoffoberfläche und zu einer gewissen Vorverdichtung des Formstoffes.

Es liegt aber auch im Rahmen der Erfindung, diese Fluidisierung und Vorverdichtung erst dann auszulösen, nachdem die Stempel 7 bereits die in Figur 6 dargestellte Voreinstellung entsprechend der Modellkontur erreicht haben.

An besonders tiefen oder engen Stellen im Modell- oder Modellplattenbereich können Abluftdüsen 28 das vom Druckimpuls stammende Gas und die bei der anschließenden mechanischen Verdichtung freiwerdende Formluft der Formstoffschüttung abführen. Diese Luftabführung kann zusätzlich durch aktive Luftabsaugung vor und/oder während des Verdichtens unterstützt werden, indem die Abluftdüsen 28 an eine Unterdruckquelle angeschlossen werden.

Figur 7 zeigt die Anordnung nach Beendigung der Verdichtung, nachdem also der Verdichtungskopf 9 in der eingangs beschriebenen Weise durch den Hyraulikzylinder 13 in seine untere Endlage gepreßt worden ist, wobei zwischen den einzelnen Stempeln 7 eine maximale Hubdifferenz von mindestens 30% bezogen auf die Formkastenhöhe aufrechterhalten wird.

Der Fluidisierungs- und Vorverdichtungseffekt durch den Gasimpuls ist aufgrund der hohen Stempelgeschwindigkeiten zumindest während des Hauptteiles der Hubbewegung des Verdichtungskopfes 9 wirksam. Durch entsprechende Steuerung der Ventile 25 kann die Wirkungsdauer des Gasimpulses optimal an die übrigen Verfahrensparameter angepaßt werden. Auch kann es zweckmäßig sein, den Luftimpuls relativ schwach auszuführen, so daß er nur zu einer Fluidisierung des Formstoffes ohne Vorverdichtung führt.

Die vorstehenden Ausführungsbeispiele sind jeweils mit absenkbarem Verdichtungskopf 9 beschrieben worden. Selbstverständlich liegt auch die Umkehrung der Bewegungsverhältnisse im Rahmen der vorliegenden Erfindung, das heißt, den Verdichtungskopf 9 unter Weglassung des Hydraulikzylinders 13 auf konstanter Höhe zu halten und dafür die Modellplatte 1 mittels eines nicht darge-

stellten Hubtisches gegen den Verdichtungskopf hochzufahren.

Zusammenfassend besteht der Vorteil der beschriebenen Erfindung darin, daß durch die individuelle Ansteuerung der Einzelstempel bzw. durch ihre unterschiedliche Vorspannung im Sinne einer hohen maximalen Hubdifferenz zwischen den Einzelstempeln auch bei problematischen Modellkonturen eine wesentlich homogenere Verdichtung als bisher erzielt wird.

Die Erfindung erstreckt sich auch auf kastenloses Formen, wobei der Formkasten nach der Verdichtung abgestreift oder zerlegt wird. Auch ist die Erfindung für die Kombination mit anderen Vorverdichtungsverfahren geeignet.

Ansprüche

1. Verfahren zum Verdichten von Formstoff im Formkasten von Gießerei-Formmaschinen mit einer Vielstempel-Preßplatte, wobei einzelne Stempel mit Abstand voneinander angeordnet sind und entsprechend der Modellhöhe unterschiedlich tief in den Formstoffrücken eindringen, wobei die Verdichtung zunächst allein durch die im Verdichtungssinn durch ein Druckmittel beaufschlagten Stempel erfolgt,
dadurch gekennzeichnet,
daß zumindest die innen liegenden Stempel (7) jeweils individuell ensprechend der Kontur des Modelles (2) mit Druckmittel beaufschlagt werden, daß sodann zusätzlich die Preßplatte (8) zur Verdichtung verwendet und bis etwa an den oberen Formkastenrand verfahren wird und daß am Verdichtungsende eine maximale Hubdifferenz zwischen einzelnen Stempeln (7) von zumindest 30 % vorzugsweise zumindest 40 % der Formkastenhöhe eingehalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine maximale Hubdifferenz zwischen einzelnen Stempeln von mindestens 50 % der Formkastenhöhe eingehalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe der sandseitigen Stempelquerschnitte mit 20 % bis 70 %, insbesondere 20 % bis50 % der Formkastenfläche gewählt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe der sandseitigen Stempelquerschnitte im Innenbereich mit 20 % bis 50 %, im Randbereich mit 50 % bis 100 % der zugehörigen Formkastenfläche gewählt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubgeschwindigkeit eines die Stempel (7) und die Preßplatte (8) enthaltenden Verdichtungskopfes (9) über 2,0 m/s insbesondere 3 bis 10 m/s, vorzugsweise 4 bis 8 m/s beträgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die kinetische Energie der Preßplatte (8) und ihrer Stempel (7) am Ende des Verdichtungshubes mindestens überwiegend am Rand des Formkastens (3) vom Formstoff aufgenommen wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die unterschiedliche Druckbeaufschlagung der Stempel (7) mit diskret vorgegebenen Drücken erfolgt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stempel (7) vor dem Verdichten ganz aus der Preßplatte (8) herausgefahren und sodann entsprechend der Modellhöhe, mit unterschiedlich starkem Gegendruck, insbesondere pneumatisch, abgestützt werden, worauf die Preßplatte (8) mitsamt den sich relativ zu ihr verschiebenden Stempeln (7) auf den Formstoff (5) gepreßt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stempel (7) einerseits durch konstanten Druck im Einfahrsinn belastet, andererseits durch diskret entsprechend der Modellkontur vorgegebene Gegendrücke abgestützt werden.

10. Verfahren nach einem Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stempel (7) ensprechend der Modellhöhe auf unterschiedliches Niveau eingestellt und, insbesondere hydraulisch, mit gleich starkem Gegendruck abgestützt werden, sodaß sie beim Verdichten ihr Niveau relativ zueinander im wesentlichen beibehalten.

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit einem Preßhaupt (6), das zahlreiche über den Formkastenquerschnitt verteilte Stempel (7) enthält, die jeweils in Druckmittelzylindern (10) geführt sind und aus der den unteren Abschluß des Preßhauptes (6) bildenden Preßplatte (8) herausfahrbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Druckmittelzylinder (10) für die innerhalb der Außenstempel liegende Stempel (7) jeweils über eigene Druckmittelleitungen und über Ventile an eine Druckquelle (12) angeschlossen sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckmittelzylinder (10) jeweils über ein eigenes Pilotventil (15) an die Druckquelle (12) angeschlosen sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckmittelzylinder (10) an ihrem einen Ende zeilenweise, an ihrem anderen Ende spaltenweise an je eine zeilen- bzw. spaltenweise verlaufende Druckmittelleitung angeschlossen sind und diese Leitungen jeweils über

Ventile (V_1, V_2, V_3...; V_A, V_B, V_C...) an eine Druckmittelzuführleitung und an eine Druckmittelabführleitung angeschlossen sind.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerung der genannten Ventile (14; 15; V_1...;V_A...) durch einen Mikroprozessor entsprechend den gewünschten Vorspanndrücken bzw. Hubpositionen der Stempel (7) erfolgt.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellung der gewünschten Hubpositionen absatzweise durch aufeinanderfolgende, gleich große Dosierhübe erfolgt.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Preßplatte (8) an ihrem Rand und im Bereich zwischen den Außenstempeln unterseitig einen umlaufenden Vorsprung oder mehrere Einzelvorsprünge (8a) aufweist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorsprung bzw. die Vorsprünge (8a) eine Breite von 50 bis 100 mm und eine Höhe von 50 bis 130 mm aufweist.

18. Vorrichtung mit einer Preßplatte (8), die an ihrem Rand unterseitig einen umlaufenden Vorsprung oder mehrere Einzelvorsprünge (8a) aufweist, insbesondere nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorsprung (8a)- bzw. die Vorsprünge relativ zur Preßplatte (8) zur Erzeugung unterschiedlich starken Überstehens vertikal verstellbar zur Preßplatte (8) gelagert sind.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellung des Vorsprunges (8a) bzw. der Vorsprünge pneumatisch erfolgt.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die dort beschriebene mechanische Verdichtung durch Pressen kombiniert wird mit der Einwirkung eines durch Druckluft oder durch Explosion zündfähiger Gasgemische erzeugten Druckgas-Impulses.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckgas-Impuls vor und/oder während des Pressens zur Wirkung gebracht wird.

22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß während des Verdichtens Gas aus dem Formkasten (3) insbesondere über die Modellplatte (1) abgesaugt wird.

23. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 20 oder 21, mit einem Preßhaupt (6), das zahlreiche über den Formkastenquerschnitt verteilte Stempel (7) enthält, die jeweils in Druckmittelzylindern (10) geführt sind und aus der den unteren Abschluß des Preßhauptes (6) bildenden Preßplatte (8) herausfahrbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Preßhaupt (6) in einen Druckbehälter (21) eingebaut ist, der dicht an den Füllrahmen (4) anschließbar ist.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Preßhaupt (6) einen Ventilteller (23) aufweist, der mit einem Ventilsitz (22) des Druckbehälters (21) zusammenwirkt, um die Verbindung einer unter Überdruck stehenden Druckquelle mit dem Formkasten (3) zu öffnen oder abzusperren.

26. Vorrichtung nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß das preßhaupt (6) im Bereich seines Verdichtungskopfes (9) Durchströmöffnungen aufweist.

26. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 20 oder 21, mit einem Preßhaupt (6) das zahlreiche über den Formkastenquerschnitt venteilte Stempel (7) enthält, die jeweils in Druckmittelzylindern (10) geführt sind und aus der den unteren Abschluß des Preßhauptes (6) bildenden Preßplatte (8) herausfahrbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Preßhaupt (6) einen Druckbehälter (9a) enthält und an eine Druckquelle (24) angeschlossen ist.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckbehälter (9a) in einem die Druckmittelzylinder (10) enthaltenden Bereich des Preßhauptes (6) angeordnet ist.

28. Vorrichtung nach Anspruch 26 oder 27, dadruch gekennzeichnet, daß der Druckbehälter (9a) über Ventile (25) mit dem durch Formkasten (3) und Füllrahmen (4) gebildeten Formraum in Verbindung steht.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß das Preßhaupt (6) dicht an den Füllrahmen (4) anschließbar ist.

30. Vorrichtung nach Anpruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß das Preßhaupt (6) über Dichtungslippen (26) entlang der Innenwandung des Füllrahmens 4 in diesen eintaucht.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß in der Modellplatte (1) und/oder in Modell (2) Abluftkanäle (28) angeordnet sind.

FIG.1

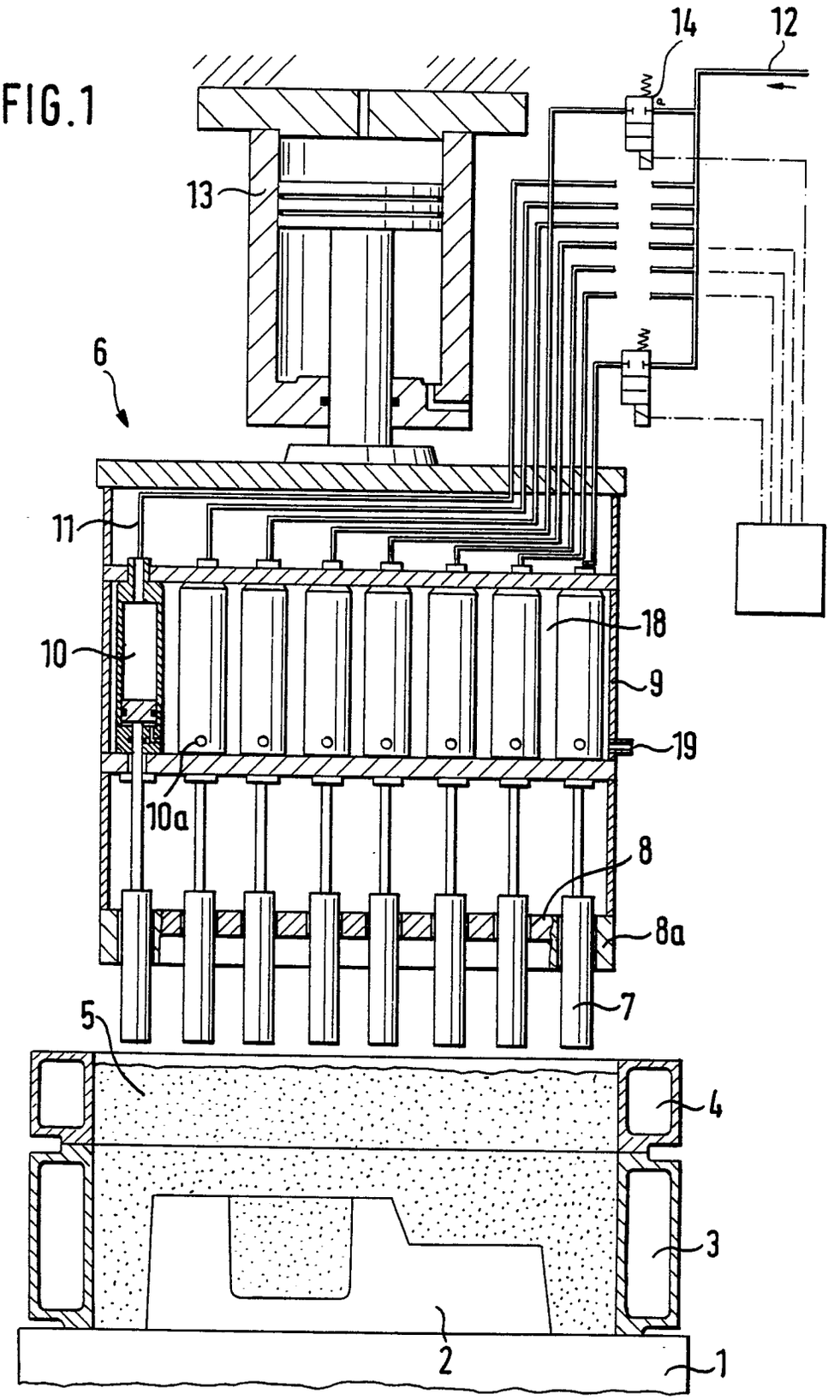

FIG.2

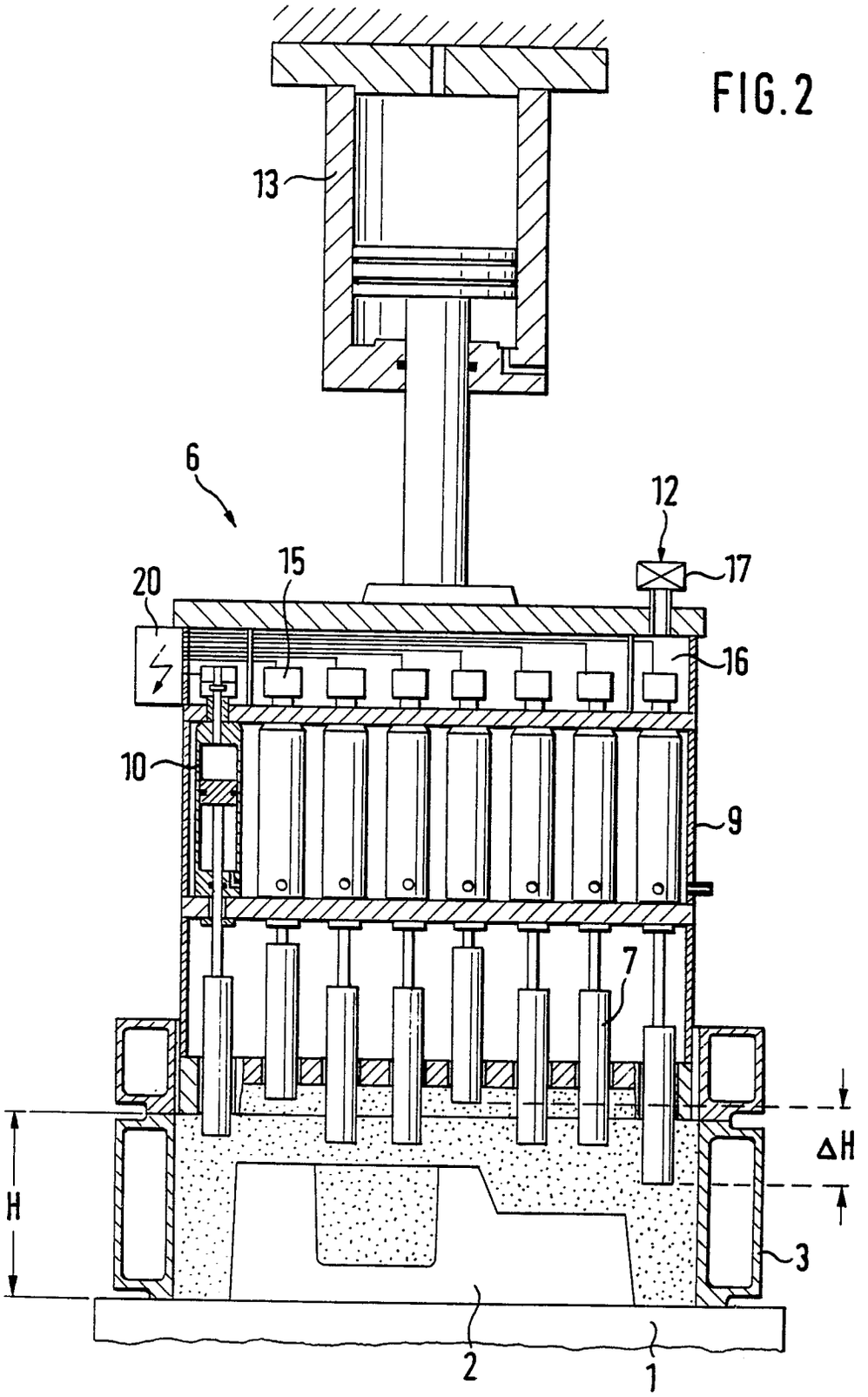

FIG. 3

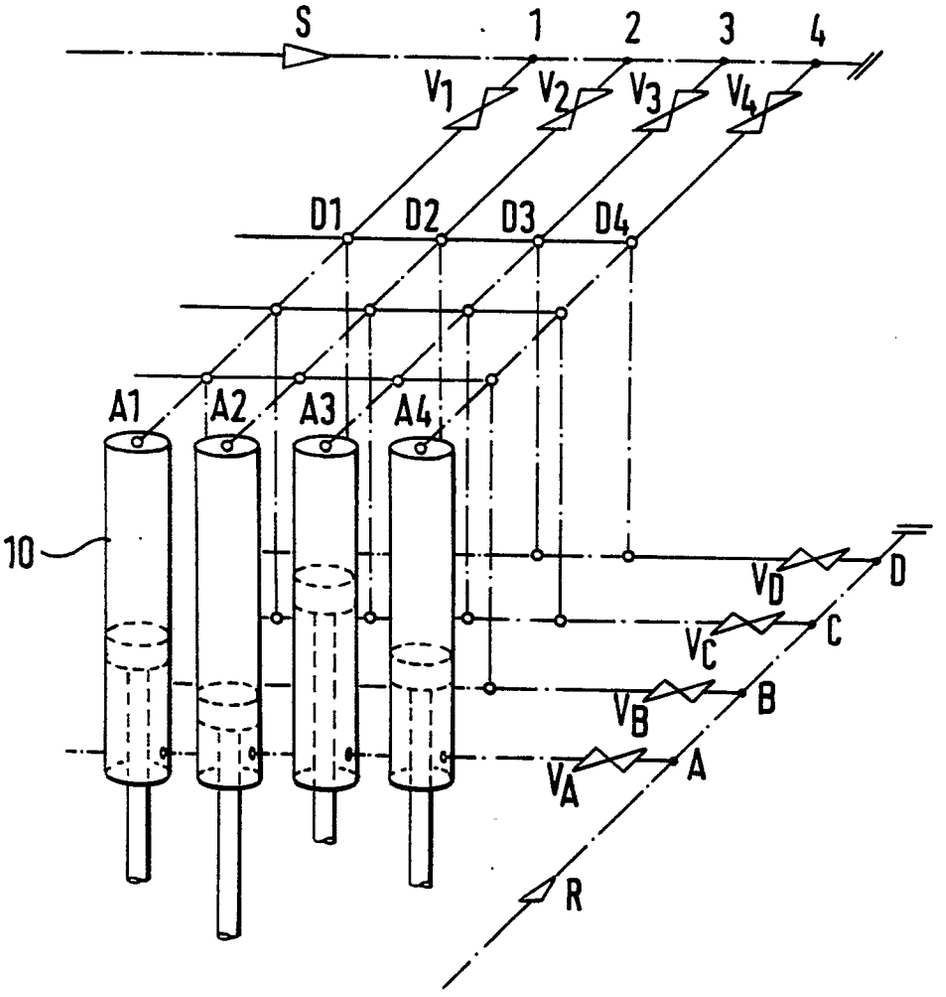

FIG.4

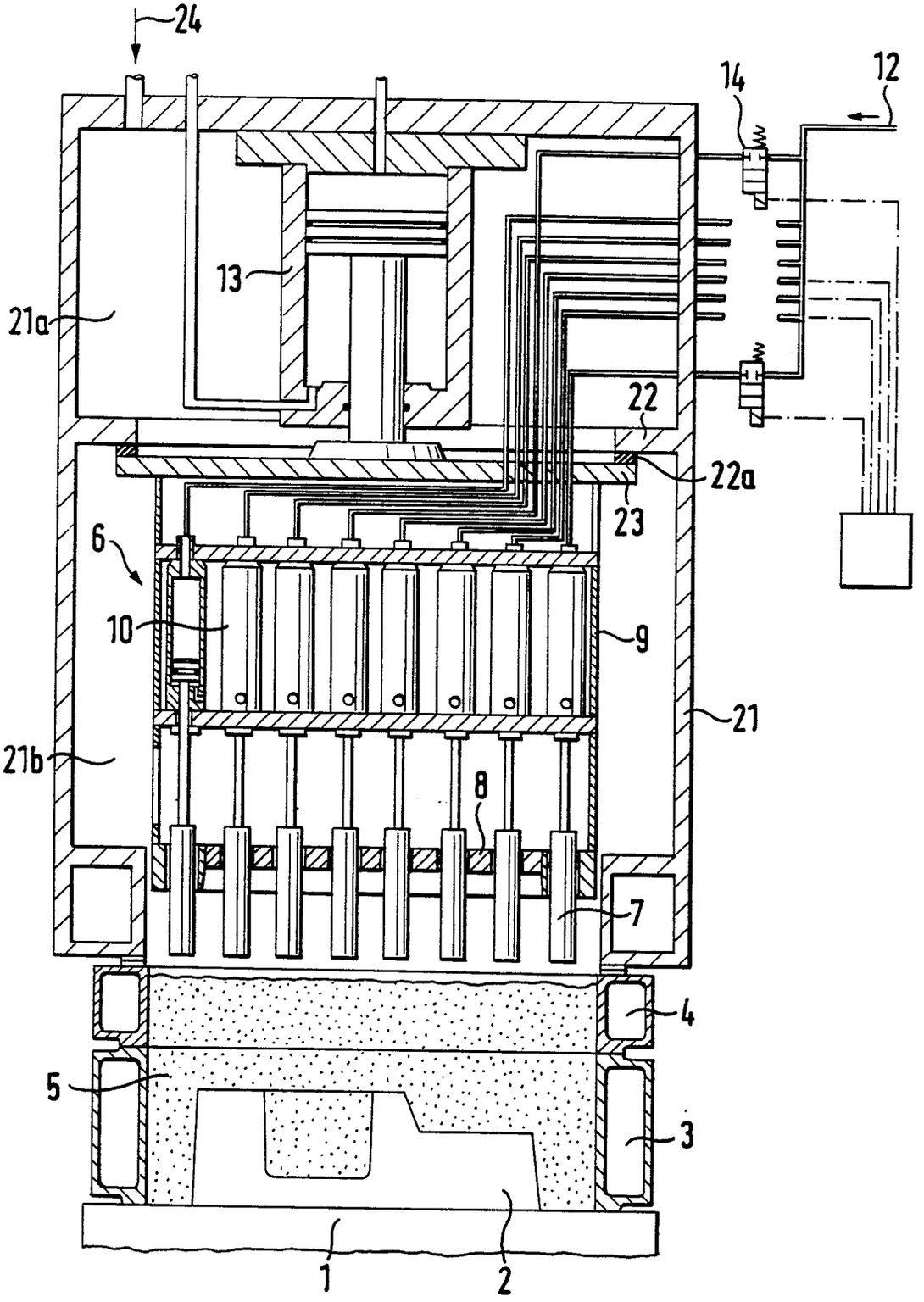

FIG. 5

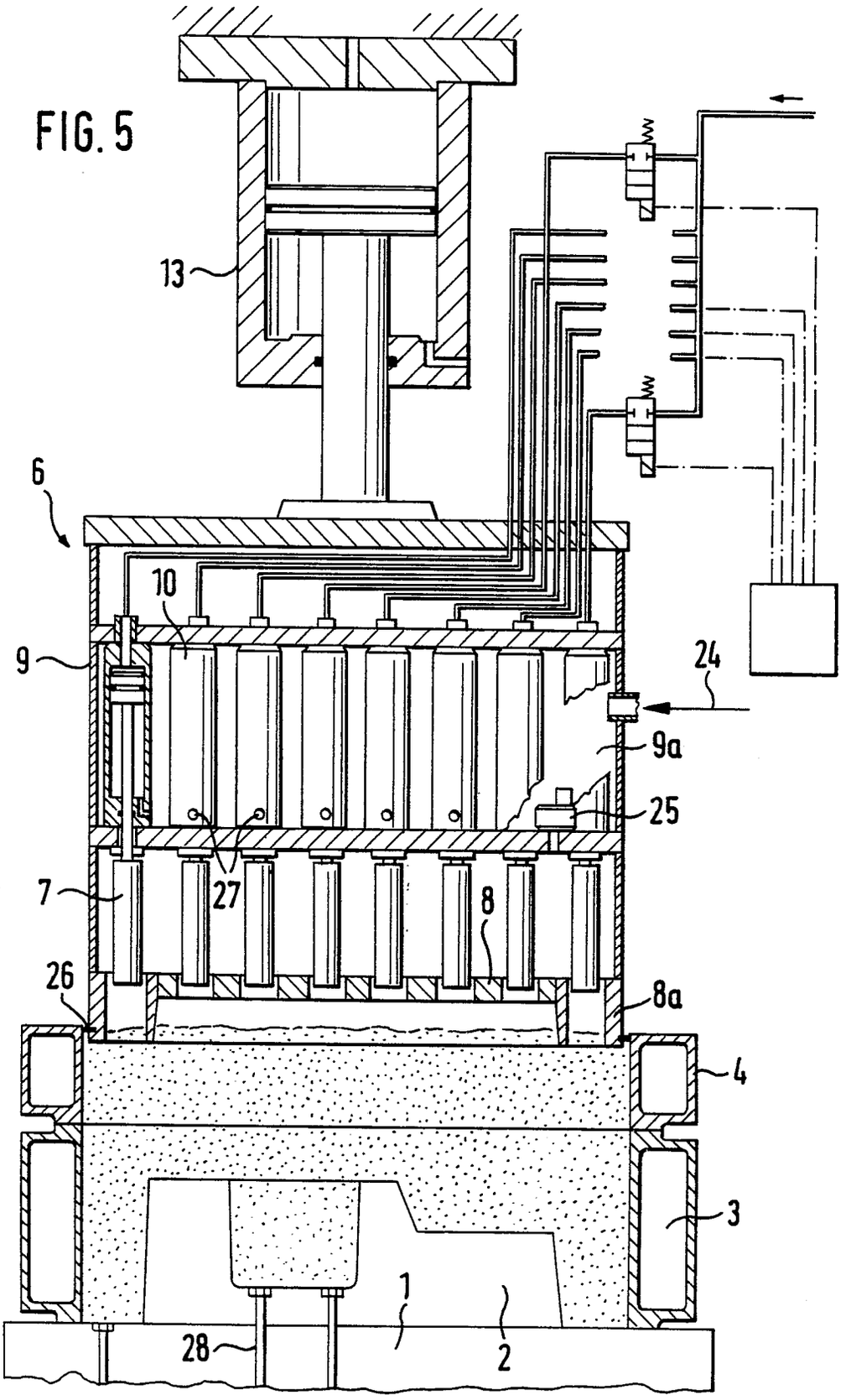

FIG.6

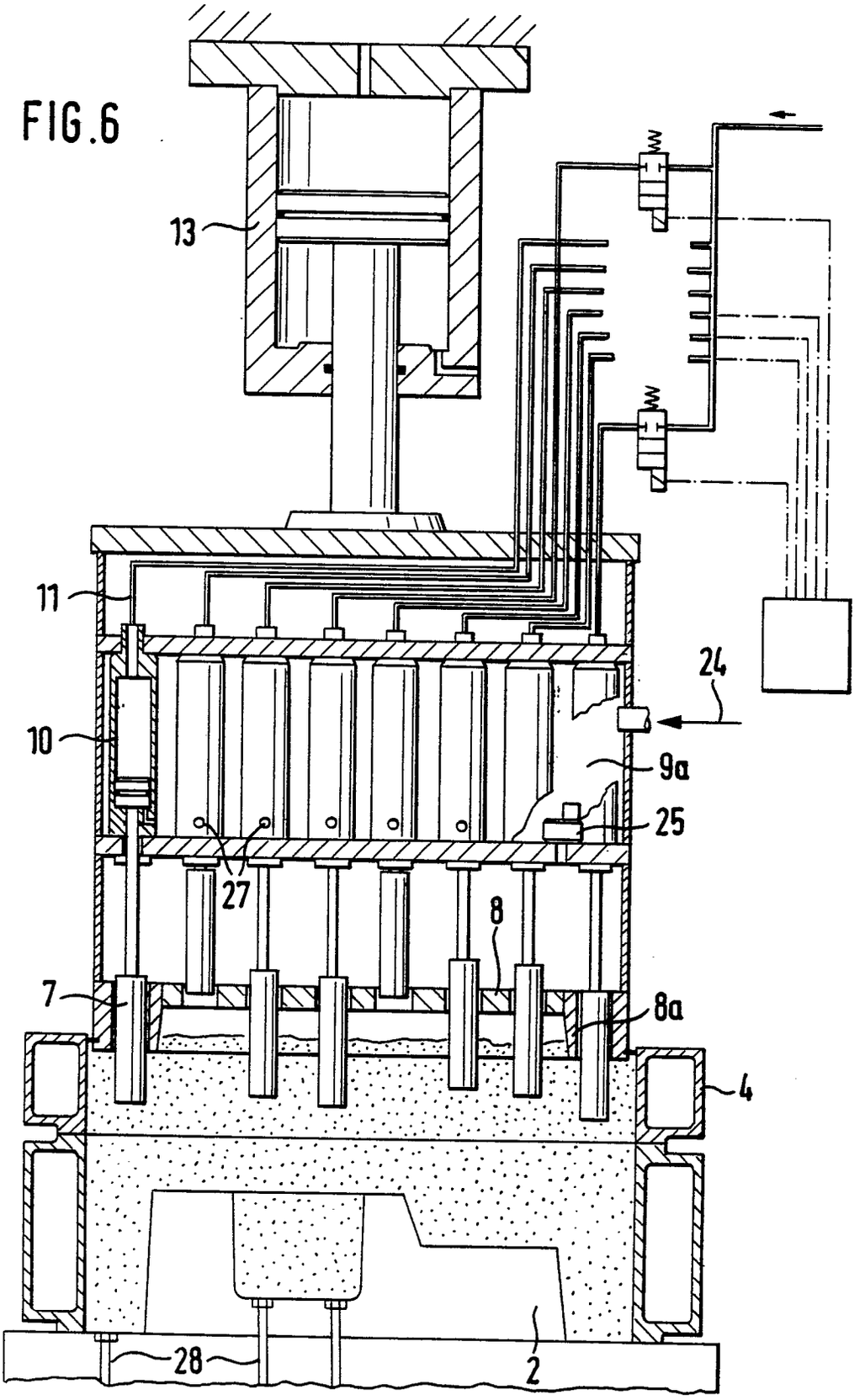
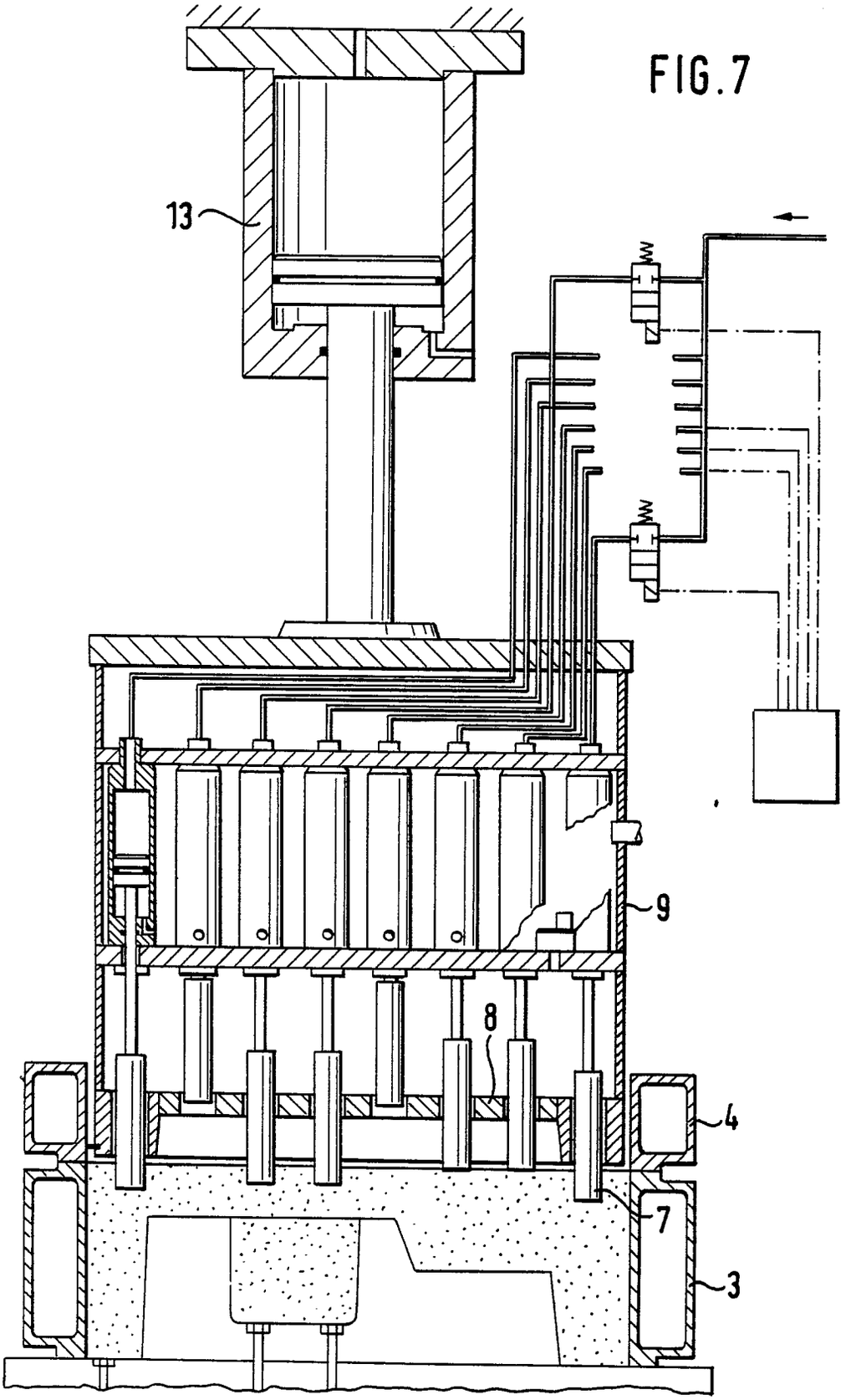
FIG.7