

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1288/91

(51) Int.Cl.⁶ : **B29C 67/22**

(22) Anmeldetag: 27. 6.1991

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 7.1994

(45) Ausgabetag: 27. 2.1995

(56) Entgegenhaltungen:

DE-OS1922261 DE-PS2613768 DE-PS2622903 DE-PS2709450

(73) Patentinhaber:

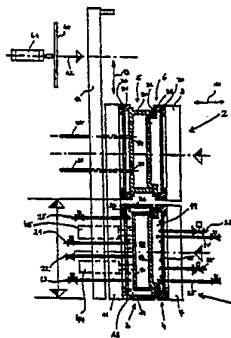
HIRSCH MASCHINENBAU GESELLSCHAFT MBH & CO KG
A-9555 GLANEGG, KÄRNTEN (AT).

(72) Erfinder:

STAMPFER RAINER
LANDSKRON, KÄRNTEN (AT).

(54) VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON FORMKÖRPERN AUS GESCHÄUMTEM, THERMOPLASTISCHEM KUNSTSTOFF

(57) Zum Herstellen von Formteilen aus geschäumtenthermo-
plastischen Werkstoffen, insbesondere aus geschäum-
tem Polystyrol, wird das an sich bekannte Transferverfahren
angewendet. Dadurch, daß mit erhöhtem Dampfdruck von
1,2 - 1,4 bar Überdruck gearbeitet wird, wird ein besserer
Verschweißungsgrad erzielt. Der dabei entstehende höhere
Blähdruck wird mittels eines Kühlechocks mit fein zerstäub-
tem Wasser und gleichzeitigem Einsatz von Vakuum von 70
bis 80 % abgebaut. So wird verhindert, daß der Formteil
nach dem Öffnen der heißen Form weiter aufschäumt und
damit ein problemloser Transfer des Formteiles in die kalte
Form möglich.



AT 398 941 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Formkörpern aus geschäumtem, thermoplastischem Kunststoff, insbesondere Polystyrol, bei dem in einer ersten Verfahrensstufe der vorgeschäumte Kunststoff in eine gegebenenfalls vorgeheizte, erste Form eingebracht wird, der ersten Form die für das Aufschäumen und Verschmelzen erforderliche Wärmemenge, vorzugsweise durch Einführen von Wasserdampf, zugeführt wird und anschließend in einer zweiten Verfahrensstufe der Formkörper aus der ersten Form entnommen und in eine zweite, kühlere Form eingebracht wird, in welcher der Formkörper abgekühlt und stabilisiert wird.

Nach dem Stand der Technik werden vorgeschäumte Partikel aus Polystyrol (Vorschaum) in einer geschlossenen Form unter Zuführen von Wasserdampf gebläht und miteinander verschweißt, wodurch ein der Form entsprechender Formkörper entsteht. Die Formgebung erfolgt in sogenannten Formteilautomaten, bei denen die zum Erweichen des Thermoplasten notwendige Wärme mittels Wasserdampf durch Schlitzdüsen an den Wänden der Form zugeführt wird. Das in dem vorgeschäumten, thermoplastischen Werkstoff noch vorhandene Treibmittel drückt die erweichten Partikel gegeneinander, so daß diese miteinander unter dem entstehenden Blähdruk verschweißen. Die Güte der Verschweißung bestimmt die endgültige Festigkeit des Formkörpers. Die Güte der Verschweißung steigt mit zunehmender Höhe des angelegten Dampfdruckes und wirkt sich in einer erhöhten Bruchfestigkeit des Formkörpers aus. Bei konventionellen Formteilmaschinen wird der Blähdruk durch Kühlen der Form mittels Kühlwasser abgebaut. Nach Ende dieses Kühlvorganges kann der Formkörper der Maschine entnommen werden. Bei entsprechend langsamer Abkühlung entstehen Formkörper mit glatter Oberfläche. Die Zeit des Abkühlvorganges ist für die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens entscheidend.

Es hat daher in der Vergangenheit nicht an Versuchen gefehlt, die Abkühlzeit und damit die insgesamt zur Herstellung von Formkörpern aus expandierbaren, thermoplastischen Werkstoffen benötigte Zeit zu verkürzen.

Ein Weg dazu wurde durch die Entwicklung des sogenannten Transfer-Verfahrens aufgezeigt, wie es erstmals in der DE-OS 19 22 261 beschrieben ist.

Bei diesem Verfahren wird grundsätzlich mit mindestens zwei Formen gearbeitet, einer heißen Form und einer kalten Form. Die heiße Form wird zuerst mit vorgeschäumten Partikeln aus expandierbarem, thermoplastischem Kunststoff (Polystyrolpartikeln) gefüllt, danach mit Sattdampf mit ca. 1 bar Überdruck erhitzt, wobei die Schaumstoffpartikel (-perlen) weiter aufschäumen und sich durch den auftretenden Blähdruk untereinander verschweißen. Danach wird die Form entspannt, unter ca. 70 bis 80%-iges Vakuum gesetzt, um Dampf abzusaugen. Danach wird die Form geöffnet, wobei der noch nicht fertig stabilisierte Formkörper in der Formmantelseite bleibt und anschließend durch eine Verschiebung ("Transferbewegung") zur zweiten Form, die immer kalt bzw. unbeheizt ist, gebracht. Diese ist in dieser Phase geöffnet, die kalte Formmantelseite befindet sich, nachdem sie neben der heißen Mantelseite am Transferschlitten fixiert ist, in dieser Phase in der ausgefahrenen Position im Entformungs-Abstapel-Arbeitstakt.

Der kalte Formkern übernimmt den geschäumten Formkörper aus dem heißen Formmantel. Danach fährt der Transferschlitten mit den beiden Formmänteln wieder in die Ausgangsposition zurück, die Formkerne fahren in die Formmäntel ein, in der kalten Form wird fertig stabilisiert und kalibriert, in der heißen Form beginnt der nächste Zyklus zur Herstellung eines Formkörpers mit dem Füllen des Formraumes.

Damit wird die Zykluszeit gegenüber dem konventionellen Verfahren um etwa 50 % verkürzt. Daneben tritt eine Einsparung von bis zu 70 % an Energie ein, da die heiße Form nicht nach jedem Zyklus abgekühlt werden muß.

Dieses Verfahren wurde ständig weiterentwickelt (vgl. hierzu DE-PS 26 13 768, DE-PS 26 22 903 und DE-PS 27 09 450). Trotz dieser Verbesserungen hat das Transferverfahren heute noch folgende Nachteile gegenüber dem eingangs erwähnten konventionellen Verfahren:

- Schlechtere Verschweißung und damit geringere Festigkeit der Formkörper.
- Ungünstigere Oberflächenbeschaffenheit der Formteile und damit keine Möglichkeit zum Bedrucken der vorzugsweise für Verpackung eingesetzten Formkörper.
- Schwierigkeiten bei der Herstellung komplizierter Formteile, da diese nur beschränkt von der heißen in die kalte Form transferierbar sind.
- Zur Herstellung brauchbarer Formkörper müssen überwiegend feine Perlgrößen eingesetzt werden. Da diese nur beschränkt verfügbar sind, sind dem Transferverfahren Grenzen gesetzt (expandierbares Polystyrol wird durch Suspensionspolymerisation von Styrol in Batch-Fahrweise hergestellt, wobei immer grobe und feine Perlen erhalten werden).
- Mit dem Transferverfahren lassen sich Formkörper mit Dichten über 35 g/l nicht herstellen, da dabei der Blähdruk nicht mehr abgebaut werden kann und eine Übertragung von der heißen in die kalte

Form nicht möglich ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren bereitzustellen, das die o.g. Nachteile des Transfervfahrens nicht mehr aufweist, ohne dessen Vorteile gegenüber dem konventionellen Verfahren einzuschränken.

Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, daß in der ersten Form am Ende des Aufschäum- und Verschmelzvorganges noch vorhandenes Restschäumvermögen des Kunststoffes durch schlagartiges Abkühlen des Formkörpers durch fein zerstäubtes Wasser und gleichzeitiges Anlegen von Unterdruck wenigstens teilweise abgebaut wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Verschweißungsvorgang mit ca. 20 % höherem Dampfdruck als beim Transfervverfahren durchgeführt, was eine optimale Verschweißung der Schaumpartikel untereinander bewirkt. Überraschenderweise stellte sich heraus, daß der beim erfindungsgemäßen Verfahren gegenüber dem Transfervverfahren erhöhte Blähdruck in der heißen Form durch einen prozeßgesteuerten Kühlechock mit temperiertem, fein zerstäubtem Kühlwasser und gleichzeitigem Einsatz von Unterdruck abgebaut werden kann. Die Kühlwassermenge kann dabei auf das Werkzeuggewicht abgestimmt werden. Durch die Vakuumunterstützung wird die Form wieder vollkommen abgetrocknet und der Blähdruck in der heißen Form so weit abgebaut, daß ein Überquellen des Formkörpers nach Öffnen der heißen Form nicht mehr möglich ist. Die Übergabe des Formkörpers von der heißen in die kalte Form erfolgt anschließend problemlos.

Beim Verfahren zum Herstellen von Formkörpern aus geschäumten, thermoplastischen Kunststoff, insbesondere aus geschäumtem Polystyrol, wird also im Prinzip nach dem an sich bekannten Transverfahren gearbeitet, wobei es aber möglich ist, mittels erhöhten Dampfdrucks einen besseren Verschweißungsgrad zu erzielen und der dabei entstehende höhere Blähdruck mittels eines Kühlechocks (schlagartiges Abkühlen des Formkörpers in der ersten Form) mit fein zerstäubtem Wasser und gleichzeitigem Einsatz von Vakuum abgebaut und damit ein problemloser Transfer des Formkörpers in die kalte Form möglich wird.

Gleichzeitig wird durch das erfindungsgemäße Verfahren die Oberfläche der Formkörper so stark geglättet, daß diese ohne weiteres bedruckt werden können.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die günstige Energiebilanz des Transfervfahrens nur unwesentlich verschlechtert und liegt damit weit günstiger als bei konventionellen Verfahren mit Wasserkühlung. Ebenso tritt eine nur unbedeutende Zunahme der Feuchtigkeit der Formkörper ein, so daß ein anschließendes Trocknen nicht erforderlich ist. Die Zykluszeiten werden nur unwesentlich erhöht, da die Zugabe des Wassers bzw. die Evakuierung nur sehr kurze Zeit in Anspruch nimmt.

Die vorgeschäumten, thermoplastischen Werkstoffe, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zu Formkörpern verarbeitet werden können, sind vorzugsweise Polystyrol. Jedoch sind auch Copolymere aus Styrol, kernsubstituiertem Styrol, α -Methystyrol, Maleinsäureanhydrid, Methylmetacrylat oder Monomergemische mit mindestens 50 % Styrol zu verarbeiten. Ebenso sind verschäumbare Materialien aus Gemischen aus Polyphenylenether und Polystyrol für das Verfahren geeignet. Die Polymeren können die üblichen Flammenschutzmittel, wie Hexabromcyclododekan etc. oder Zusatzstoffe, wie Farbstoffe, Füllstoffe und Stabilisierungsmittel enthalten.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können Formkörper aus geschäumtem thermoplastischem Kunststoff so energiesparend und umweltfreundlich wie beim Transfervverfahren hergestellt werden, wobei diese Formkörper aber im Gegensatz zum nach dem klassischen Transfervverfahren hergestellten Formkörpern erhöhten Ansprüchen an Biegebruchfestigkeit, hohe Rohdichte und schöne, d.h. glatte Oberflächen des Formkörpers gerecht werden. Dadurch, daß beim erfindungsgemäßen Verfahren der Blähdruck in der heißen Form durch schlagartiges Abkühlen des Formkörpers durch fein zerstäubtes Wasser und gleichzeitiges Anlegen von Unterdruck wenigstens teilweise abgebaut wird, ergeben sich beim erfindungsgemäßen Verfahren auch keine Probleme beim Transferieren des Formkörpers aus der heißen in die kalte Form und insbesondere auch beim Einsetzen des Formkörpers in die kalte Form.

In einer Variante des Verfahrens der Erfindung wird der Kunststoff in der ersten Form bis zu einem Enddampfdruck von 1,2 bis 1,4 bar Überdruck aufgeheizt. Dadurch, daß beim erfindungsgemäßen Verfahren der Verschweißungsvorgang mit einem gegenüber dem beim Transfervverfahren angewendeten Dampfdruck höheren Dampfdruck durchgeführt wird, ergibt sich eine optimale Verschweißung der Schaumpartikel des Kunststoffes untereinander.

Nach einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die erste Form bis auf ein Vakuum von 70 bis 80 % evakuiert. Auf diese Weise kann bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens gegenüber dem Transfervverfahren ein erhöhter Blähdruck in der heißen Form angewendet werden.

Das Anwenden von Wasser zum Abkühlen des Formkörpers in der ersten Form erlaubt es auf einfache Weise die Kühlwassermenge auf das Werkzeuggewicht und Größe und Form des Formkörpers, der nach

dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt wird, abzustimmen.

Wenn gemäß einem weiteren Vorschlag der Erfindung so vorgegangen wird, daß in den Zuleitungen für das Wasser, das in der Formkammer der ersten Form zerstäubt wird, nach Abschluß der Wasserzugabe einen Unterdruck erzeugt wird, ergibt sich der Vorteil, daß die Leitungen und die in der Form in einem Raster angeordneten Sprühdüsen nach den Versprühen von Wasser zum Abkühlen des Verformkörpers leergesaugt werden können, so daß ein unkontrolliertes Nachtropfen von Wasser vermieden wird.

Bei dieser Verfahrensvariante wird mit Vorteil so vorgegangen, daß in den Zuleitungen für Wasser ein Druck erzeugt wird, der kleiner ist als der Druck, der in der ersten Form erzeugt wird. Bei Anwendung dieser Verfahrensvariante wird das Nachtropfen wirksam verhindert, auch wenn in der ersten Form noch ein Unterdruck vorliegt, da die Leitungen, die zu den Sprühdüsen führen auch in diesem Fall leergesaugt werden können.

Bevorzugt wird beim Verfahren der Erfindung so vorgegangen, daß das Restschäumvermögen des Kunststoffes in wenigstens zwei Stufen abgebaut wird. Diese Verfahrensvariante hat den Vorteil, daß das schlagartige Abkühlen des Formkörpers genauer gesteuert werden kann und die erfindungsgemäß angestrebten Effekte besser und einfacher erreicht werden können.

Schließlich erstreckt sich die Erfindung auch darauf, daß die zweite Form beheizt wird. Wenn die zweite Form beispielsweise auf 60 bis 80 °C beheizt wird, ergibt sich der Vorteil, daß der in diese umgesetzte Formkörper nicht mit relativ kalten Mengen des Formhohlraumes in Berührung kommt, so daß die vorteilhaften Eigenschaften des in der ersten Form hergestellten rohen Formkörpers erhalten bleiben.

Weitere Einzelheiten und Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens und einer zu dessen Durchführen geeigneten Vorrichtung werden beispielsweise unter Bezugnahme auf die angeschlossenen Zeichnungen. In den Fig. 1 bis 13 sind nur die für die Erläuterung der Erfindung wesentlichen Teile der Vorrichtung zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens in verschiedenen Arbeitsstellungen gezeigt.

Wie in Fig. 1 gezeigt, besitzt die erfindungsgemäße Vorrichtung eine heiße, beheizbare Form 1 und eine kalte, kühlbare Form 2.

Die heiße Form 1 besteht aus einem Mantelteil 3 und einem Kernteil 4. In ähnlicher Weise besteht die kalte Form 2 aus einem Mantelteil 5 und einem Kernteil 6.

Die Kernteile 4 und 5 der beiden Formen 1 und 2 sind an Trägern 7 bzw. 8 befestigt. Die Träger 7 und 8 können zum Öffnen bzw. Schließen der beiden Formen 1 und 2 durch einen nicht näher gezeigten Antrieb in Richtung des Doppelpfeiles 10 hin und her bewegt werden.

Die Mantelteile 3 und 5 der Formen 1 und 2 sind auf einem gemeinsamen Träger 11 montiert, der seinerseits durch einen nicht näher gezeigten Antrieb auf einer Führungsbahn 12 in Richtung des Doppelpfeiles 13 hin und her geschoben werden kann.

Aus Fig. 1 ist ersichtlich, daß der Mantelteil 3 und der Kernteil 4 der heißen Form 1 doppelschalig ausgebildet sind und jeweils aus einer äußeren Schale 14 bzw. 15 und einer inneren, den Formhohlraum 20 der heißen Form 1 begrenzenden Schale 16 bzw. 17 bestehen. Die inneren Schalen 16 bzw. 17 der Formteile 3 und 4 der heißen Form 1 sind, wie an sich bekannt, mit schlitzförmigen Öffnungen versehen, so daß der Formhohlraum 20 der heißen Form 1 mit dem Innenraum 18 des Mantelteils 3 und dem Innenraum 19 des Kernteils 4 der heißen Form 1 kommuniziert.

In den Innenraum 18 des Mantelteils 3 der heißen Form 1 münden eine Leitung 21 für das Zuführen von Wasserdampf (insbesondere Sattdampf), eine Leitung 22 für das Zuführen von Luft, eine Leitung 23, die zu einer Unterdruckquelle führt und eine Leitung 25 für Wasser.

An die Leitung 25 für Wasser sind im Hohlraum 18 des Mantelteils 3 nach einem Raster über den Hohlraum 18 im wesentlichen gleichmäßig verteilt, Sprühdüsen 26 vorgesehen.

Wie in Fig. 2 gezeigt, zweigt nach dem Absperrorgan 27 in der Leitung 25 für Wasser eine Leitung 28 ab, in der ein Absperrorgan 29 vorgesehen ist. Die Leitung 28 führt zu einer Unterdruckquelle, so daß nach dem Schließen des Absperrorgans 27 in der Leitung 25 der zwischen dem Absperrorgan 27 und den Sprühdüsen 26 verbleibende Teil der Leitung 25 und die Sprühdüsen selbst mit Unterdruck beaufschlagt werden können. So kann in diesen nach dem Sprühen zurückbleibendes Wasser abgesaugt werden. Auf diese Weise ist ein unkontrolliertes Nachtropfen von Wasser aus den Sprühdüsen 26 verhindert.

Entsprechende Leitungen münden im Hohlraum 19 des Kernteils 4 der heißen Form 1.

Der Mantelteil 5 der kalten Form 2 besteht aus einer Innenschale 30 und einer Außenschale 31, die am Träger 11 befestigt ist. An der Innenschale 30 sind Auswerfer 34 vorgesehen, deren Betätigungsstangen 35 aus der kalten Form 2 ragen.

Der Kernteil 6 der kalten Form 2 besteht aus einer inneren Schale 32 und einer äußeren Schale 33, die am Träger 8 montiert ist.

Wie in Fig. 1 angedeutet, sind in den Rahmenteilern der äußeren Schalen 31 und 33 der kalten Form 2 Heizeinrichtungen 36, z.B. elektrische Heizleitungen oder Kanäle für das Durchleiten von dem erwärmten

Medium, z.B. Dampf oder Warmwasser vorgesehen, damit die kalte Form 2, falls gewünscht, angewärmt werden kann.

Am Ende der Führungsbahn 12 ist noch ein Betätigungsstempel 40 für die Auswerfer 34 vorgesehen, der von einem Druckmittelmotor 41 in Richtung des Pfeiles 42 in Fig. 1 zum Betätigen der Auswerfer 34 über deren Betätigungsstangen 35 vorgeschoben werden kann.

Zum Einfüllen von unter Wärmeeinwirkung aufschäumbarem Werkstoff, insbesondere einem thermoplastischen Kunststoff, wie Polystyrol, der durch Beimengung eines durch Wärmeeinwirkung aktivierbaren Treibmittels aufschäumbar ist - das Treibmittel ist beispielsweise Pentan - münden im Formhohlraum 20 der kalten Form 1 zwei Zuführleitungen 44 und 45.

Aus diesen Zuführleitungen 44 und 45 wird beispielsweise in einer Vorrichtung gemäß der EP-PS 0111 469 vorgeschäumtes Kunststoffgranulat in den Formhohlraum 20 eingeführt. Dieser Füllvorgang dauert beispielsweise 3 bis 5 sek.

Nun befindet sich die Vorrichtung in dem Zustand, wie er in Fig. 3 gezeigt ist. Aus Fig. 3 ist ersichtlich, daß im Formhohlraum 20 der heißen Form 1 Kunststoffgranulat 50 in einer Menge enthalten ist, die der Größe des Formhohlraumes 20 und der gewünschten Enddicke des herzustellenden Formkörpers aus geschäumtem Kunststoff entsprechend ausgewählt worden ist.

Nun wird die heiße Form 1 über die Leitungen 21 und 21' mit Sattdampf bis zu einem Enddruck von beispielsweise 1,2 bar Überdruck beaufschlagt, um in an sich bekannter Weise das Aufschäumen und Verschmelzen der aufschäumenden Kunststoffteilchen zu bewirken. Nachdem der gewünschte Schäumgrad und die gewünschte Verschmelzung der Kunststoffteilchen im Formhohlraum 20 der heißen Form 1 erreicht worden ist, wird bei der Erfindung im Gegensatz zum bekannten Transfervorgang, bei dem der Formhohlraum 20 sofort mit Vakuum beaufschlagt und dann gleich geöffnet wird, zunächst über die Leitungen 25, 25' Wasser mit einer Temperatur zwischen 20 und 40°, vorzugsweise 25 bis 30°C eingeleitet, um das nach Beendigung des Aufschäum- und Verschmelzzyklus im Kunststoff noch verbleibende Restschäumvermögen durch Abbau des Blähdruckes dadurch zu verringern, daß der im Formhohlraum 20 enthaltene Formkörper abgekühlt wird. Beispielsweise wird der Formkörper in der Form 1 von einer Temperatur von max. 125 bis 110°C am Ende des Bläh- und Verschmelzvorganges auf eine Temperatur von 70 bis 80°C abgekühlt. Dies kann erreicht werden, indem Wasser von 30°C je nach der Größe des rohen Formkörpers 2 bis 3 sek lang durch die Sprühdüsen 26 ausgesprüht wird. Näheres hiezu ist den Ausführungsbeispielen zu entnehmen.

Nach dem Sprühvorgang mit Wasser, durch den, wie erwähnt, das Restschäumvermögen wenigstens teilweise abgebaut wird, oder überlappend mit der Endphase des Wassersprühvorganges wird über die Leitungen 23 und 23' bei immer noch geschlossener heißer Form 1 auf ein Vakuum von 70 bis 80% evakuiert und gleichzeitig wie an Hand von Fig. 2 beschrieben, über die Leitung 28 Restwasser aus den Leitungen 25 und den Düsen 26 über die Leitung 28 abgesaugt.

Durch diesen Verfahrensschritt bzw. die Verfahrensschritte ist der Blähdruck des in der heißen Form 1 aufgenommenen, rohen Formkörpers 60 soweit abgebaut, daß ein Überquellen des Formkörpers 60 nach dem Öffnen der heißen Form 1 (dies erfolgt durch Wegbewegen des Kernteils 4, gegebenenfalls gleichzeitig mit dem Wegbewegen des Kernteils 6 der kalten Form 2) nicht eintritt. Dabei wird das Ablösen des Formkörpers 60 vom Kernteil 4, falls nötig, durch einen Luftstoß über die Leitung 22' unterstützt.

Nach dem Öffnen der Formen 1 und 2 befindet sich die Vorrichtung in der in Fig. 4 gezeigten Stellung, wobei der rohe Formkörper 60 im Mantelteil 3 der heißen Form 1 verbleibt. Nun werden die beiden Mantelteile 3 und 5 der Formen 1 und 2 in die in Fig. 5 gezeigte Stellung bewegt, in welcher der Mantelteil 3 der heißen Form 1 dem Kernteil 6 der kalten Form 2 gegenüberliegend ausgerichtet ist.

Nun wird der Kernteil 6 der kalten Form 2 auf den Mantelteil 3 der heißen Form 1 vorgeschoben, so daß die Stellung gemäß Fig. 6 erreicht ist. In dieser Stellung greift der Kernteil 6 der kalten Form 2 in den Mantelteil 3 der heißen Form 1 ein, so daß der vom Mantelteil 3 der heißen Form 1 gehaltene, rohe Formkörper 60 an den Kernteil 6 der kalten Form 2 übertragen werden kann. Diese Übertragung wird durch Zufuhr von Luft durch die Leitung 22 unterstützt. Nun bewegen sich die Kernteile 4 und 6 der Formen 1 und 2 in die in Fig. 7 gezeigte von den Mantelteilen 3 und 5 entfernte Stellung, wobei der rohe Formkörper 60 am Kernteil 6 der kalten Form 2 verbleibt. Auch das Entnehmen des Formkörpers 60 aus dem Mantelteil 3 kann durch einen Luftstoß über die Leitung 22 unterstützt werden.

Als nächstes werden die Mantelteile 3 und 5 durch Verschieben ihres Trägers 11 den entsprechenden Kernteilen 4 und 6 der heißen bzw. der kalten Form 1 und 2 gegenüberliegend ausgerichtet, so daß schließlich die Stellung gemäß Fig. 8 erreicht ist.

Nun werden die beiden Formen 1 und 2 wieder geschlossen (Fig. 9) und der rohe Formkörper 60 im Formhohlraum der kalten Form 2 stabilisiert und kalibriert. Dabei kann die Heizung 36 der kalten Form 2 benützt werden, um die Form 2 auf eine Temperatur zwischen 60 und 80°C aufzuwärmen, wodurch eine

eventuelle Kondensation von Restwasserdampf am Formkörper 60 verhindert wird.

Während des Stabilisierens und Kalibrierens des Formkörpers 60 in der kalten Form 2 wird in den Formhohlraum 20 der heißen Form 1, wie oben beschrieben, wieder blähfähiges Kunststoffgranulat über die Beschickungsvorrichtungen 44 und 45 eingebracht (Fig. 10).

5 Nachdem Kunststoffgranulat 50 in der heißen Form 1, wie weiter oben beschrieben, aufgeschäumt und die aufschäumenden Kunststoffteilchen miteinander verschmolzen worden sind, um einen Formkörper 60 zu bilden, wobei, wie ebenfalls oben beschrieben, ein Teil des Restschäumvermögens im Formkörper 60 durch teilweises Abkühlen der heißen Form 1 und damit des Formkörpers 60 abgebaut worden ist, werden die oben geschilderten Schritte des Überführens (Transferierens) des Formkörpers 60 aus der heißen Form 10 1 in die kalte Form 2 ausgeführt, wie dies in der Abfolge der Darstellungen in den Fig. 11 bis 13 gezeigt ist.

Es ist noch darauf hinzuweisen, daß in an sich bekannter Weise beim Öffnen der kalten Form 2 der nun zu einem fertigen Formkörper 70 stabilisierte rohe Formkörper, wie in Fig. 11 gezeigt, im Mantelteil 5 der kalten Form verbleibt und von diesem in die Auswerfstellung gemäß Fig. 12 bewegt wird, in welcher die Betätigungsstangen 35 der Auswerfer 34 der Platte 40 gegenüberliegend angeordnet sind. Durch Betätigen 15 des Druckmittelmotors 41 wird der fertig stabilisierte und kalibrierte, sowie trockene Formkörper 70 aus dem Mantelteil 5 der kalten Form 2 ausgeworfen.

Nun kehrt die Vorrichtung wieder in die in Fig. 7 gezeigte Stellung zurück, d.h. die Kernteile 6 bzw. 4 werden von den Mantelteilen 3 und 5 entfernt, wobei der rohe Formkörper 60 am Kernteil 6 der kalten Form 2 verbleibt und die Formen 1 und 2 sind geöffnet.

20 Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und bei Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung können Formkörper so energiesparend und umweltfreundlich wie beim Transferverfahren hergestellt werden, wobei diese Formkörper aber im Gegensatz zum nach dem klassischen Transferverfahren hergestellten Formkörpern erhöhten Ansprüchen an Biegebruchfestigkeit, hohe Rohdichte und schöne (= glatte) Formteiloberflächen gerecht werden.

25 Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt es, daß beim Verschweißen mit einem gegenüber dem Transferverfahren (Dampfdruck etwa 0,8 bis maximal 1 bar Überdruck) um etwa 20% höherem Dampfdruck gearbeitet werden kann, was eine optimale Verschmelzung der aufschäumenden Kunststoffteilchen bewirkt. Dadurch, daß beim erfindungsgemäßen Verfahren der erhöhte Blähdruck in der heißen Form - wie im Ausführungsbeispiel beschrieben durch Abkühlen mittels Sprühwasser und vorzugsweise gleichzeitigem 30 Einsatz von Vakuum von 70 bis 80% - teilweise abgebaut wird, ergeben sich beim erfindungsgemäßen Verfahren keine Probleme beim Transferieren des rohen Formkörpers aus der heißen in die kalte Form.

Die folgenden Beispiele (E) und Vergleichsversuche (V) zeigen die vorteilhaften Ergebnisse des erfindungsgemäßen Verfahrens des Standes der Technik.

35 Beispiel 1:

Dieses Beispiel zeigt den Vergleich der Verarbeitungs- und Formteileigenschaften beim konventionellen, beim Transferverfahren und beim erfindungsgemäßen Verfahren.

Es wurde ein in Fig. 1 dargestellter Formkörper in einem im Handel erhältlichen, konventionellen 40 Formteilautomaten, einem Transfer-Formteilautomaten und mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, wie sie oben beschrieben und in den Zeichnungen dargestellt ist, hergestellt.

Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 1

45

Beispiel Nr.	E 1 erfindungsgem. Vorrichtung	V 1 Transfer	V 2 konventionell
1) Zykluszeit (sek.)	28 +/-2	25 +/-2	50 +/-4
50 2) Wasseraufnahme (Gew.-%)	2 +/-0,5	2 +/-0,5	20 +/-5
3) Energieverbrauch ΔT (°C) (kg Dampf/Zykl.)	10 1,3	5 1	35 3
55 4) Biegefestigkeit (N/mm ²)	0,35 +/-0,01	0,25 +/-0,01	0,32 +/-0,01
4) Biegefestigkeit (Grad)	21 +/-1	15 +/-1	19 +/-1

Anmerkungen zur Tabelle 1:

ad 1) Gesamtzykluszeit zur Herstellung eines Formteiles vom Füllen bis zur Entnahme.

ad 2) Verlust an Feuchtigkeit nach einer Lagerung von 24 Stunden bei 40 °C.

ad 3) Energieverbrauch für die Herstellung eines Formteiles in kg Dampf mit 1 bar. ΔT = Abkühlung der heißen Form bei der Entnahme des Formteiles.

ad 4) Aus einem Formteil werden aus den zwei Seitenflächen Probekörper mit den Abmessungen 5 x 2,5 x 20 cm entnommen. Diese Probekörper werden im Meßgerät derart eingespannt, daß eine Seite im Zentrum eines Kreises festgehalten wird. Im Abstand von 16,5 cm drückt ein Stempel mit konstantem Vorschub auf das andere Ende, u.zw. solange, bis Bruch eintritt. Gemessen werden der Winkel sowie die angelegte Kraft, wenn der Probekörper bricht. Der entsprechende Winkel wird als Biegewinkel, die Kraft (N/mm²) als Biegefestigkeit bezeichnet. Die Messungen wurden jeweils an 100 Formteilen ausgeführt. Angegeben werden Mittelwerte mit Standardabweichungen.

Beispiel 2:

Mit diesem Beispiel wird die durch das erfindungsgemäße Verfahren erzielte Verbesserung der Oberflächenrauigkeit gezeigt.

Dazu wurden die an der Oberfläche auftretenden Höhenunterschiede vermessen (Rauhtiefemessung lt. DIN 4768).

Tabelle 2

Mittlere Rauhtiefe in μm						
Körnung des Rohmaterials (mm)	Bei spi el Nr.	erfindungsgem. Verfahren	Nr.	Transfer-Verfahren	Nr.	konvent. Verfahren
0,9 - 1,25	E ₂	50 +/-10	V ₂	600 +/-100	V ₅	50 +/-10
0,6 - 0,9	E ₃	50 +/-10	V ₃	400 +/-100	V ₆	50 +/-10
0,4 - 0,6	E ₄	50 +/-5	V ₄	200 +/-100	V ₇	50 +/-5

Aus den Werten ist die verbesserte Oberflächenbeschaffenheit des Formteiles durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen klar erkennbar. Darüber hinaus geht aus dem Beispiel hervor, daß mit den erfindungsgemäßen Verfahren auch aus größeren Körnungen Formteile mit glatter Oberfläche hergestellt werden können. Damit ist ein erheblicher Nachteil des Transfervfahrens beseitigt, da die benötigten feinen Körnungen nur beschränkt am Markt verfügbar sind.

Beispiel 3:

An Hand dieses Beispielen wird gezeigt, daß mit dem erfindungsgemäßen Verfahren im Gegensatz zu dem herkömmlichen Transfervverfahren auch Formteile mit höherem Raumgewicht herstellbar sind.

Maßhaltigkeit				
Raumgew. g/l	Beispiel Nr.	erfindungsgem. Vorrichtung	Beispiel Nr.	Transfervverfahren
25	E5	gut	V8	gut
30	E6	gut	V9	gut
35	E7	gut	V10	ausreichend
40	E8	gut	V11	ungenügend
45	E9	gut	V12	nicht entformbar
50	E10	gut	V13	nicht entformbar

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Formkörpern aus geschäumtem, thermoplastischem Kunststoff, insbesondere Polystyrol, bei dem in einer ersten Verfahrensstufe der vorgeschäumte Kunststoff in eine
5 gegebenenfalls vorgeheizte, erste Form eingebracht wird, der ersten Form die für das Aufschäumen und Verschmelzen erforderliche Wärmemenge, vorzugsweise durch Einführen von Wasserdampf, zugeführt wird und anschließend in einer zweiten Verfahrensstufe der Formkörper aus der ersten Form entnommen und in eine zweite, kühlere Form eingebracht wird, in welcher der Formkörper abgekühlt und stabilisiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der ersten Form am Ende des Aufschäum- und
10 Verschmelzvorganges noch vorhandenes Restschäumvermögen des Kunststoffes durch schlagartiges Abkühlen des Formkörpers durch fein zerstäubtes Wasser und gleichzeitiges Anlegen von Unterdruck wenigstens teilweise abgebaut wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kunststoff in der ersten Form bis zu
15 einem Enddampfdruck von 1,2 bis 1,4 bar Überdruck aufgeheizt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die erste Form bis auf ein Vakuum von 70 bis 80 % evakuiert wird.
- 20 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Zuleitungen für das Wasser, das in der Formkammer der ersten Form zerstäubt wird, nach Abschluß der Wasserzugabe einen Unterdruck erzeugt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Zuleitungen für Wasser ein Druck erzeugt wird, der kleiner ist als der Druck, der in der ersten Form erzeugt wird.
25
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Restschäumvermögen des Kunststoffes in wenigstens zwei Stufen abgebaut wird.
- 30 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Form beheizt wird.

Hiezu 12 Blatt Zeichnungen

35

40

45

50

55

Fig. 3

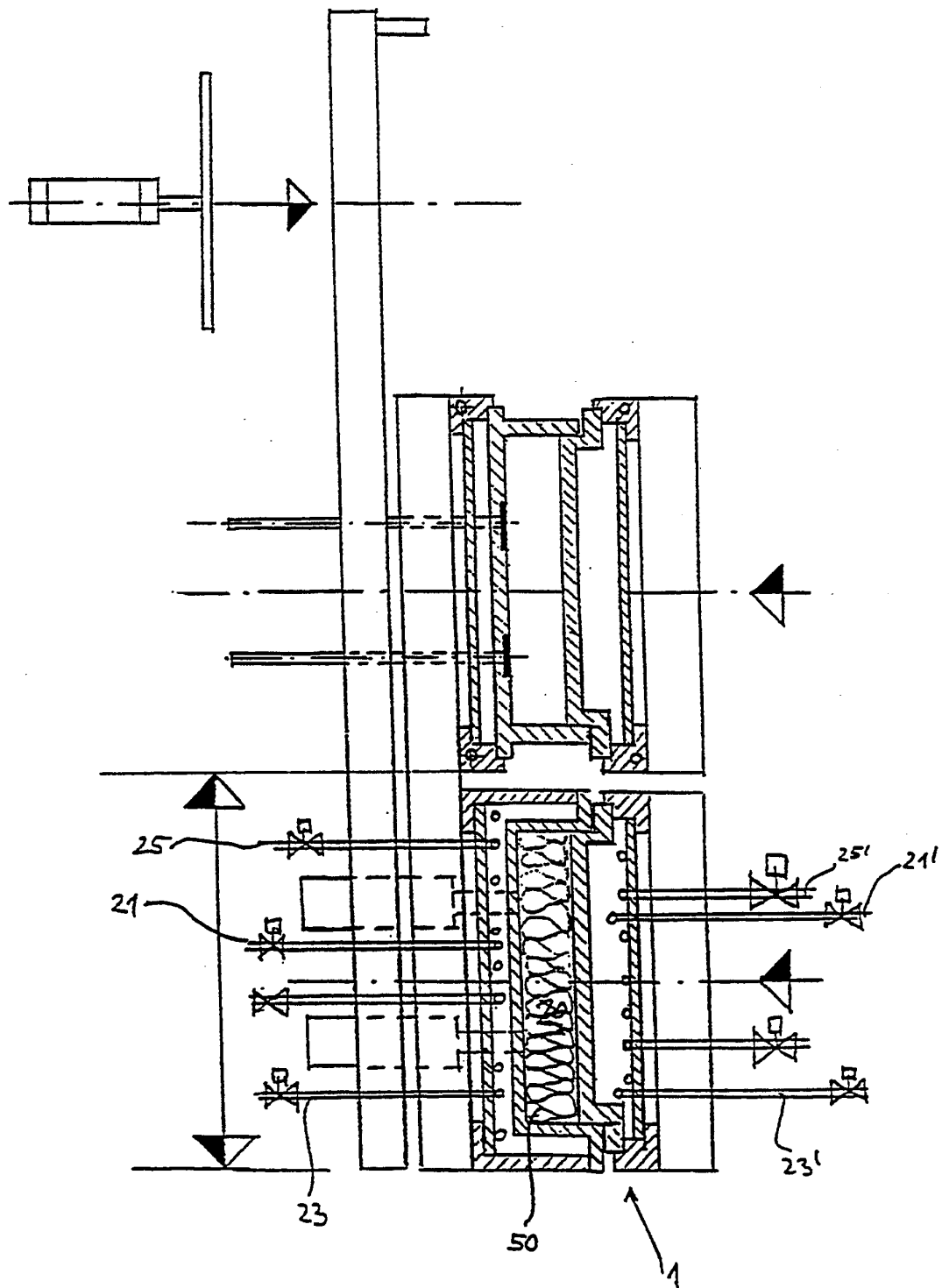


Fig.4

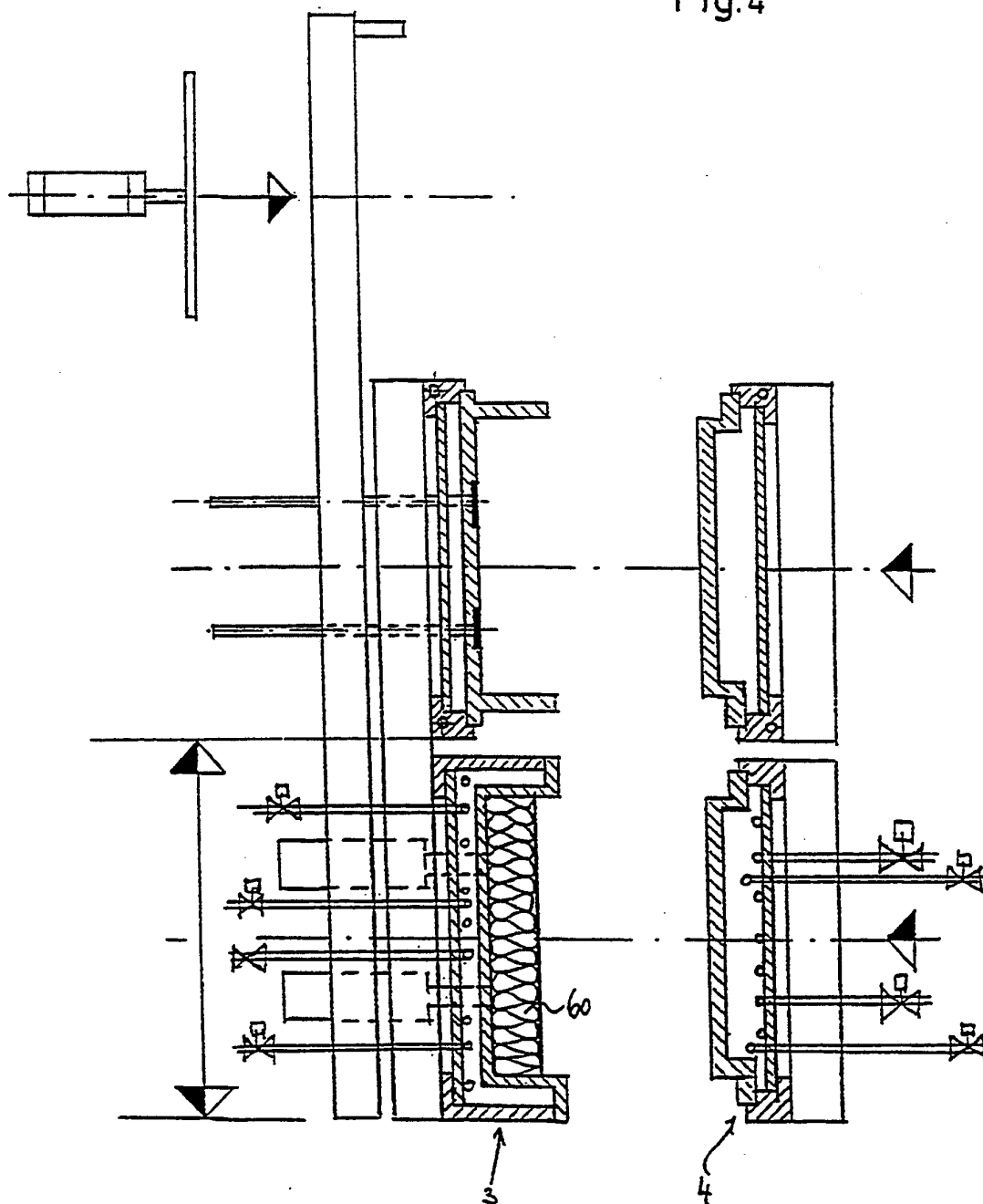


Fig.5

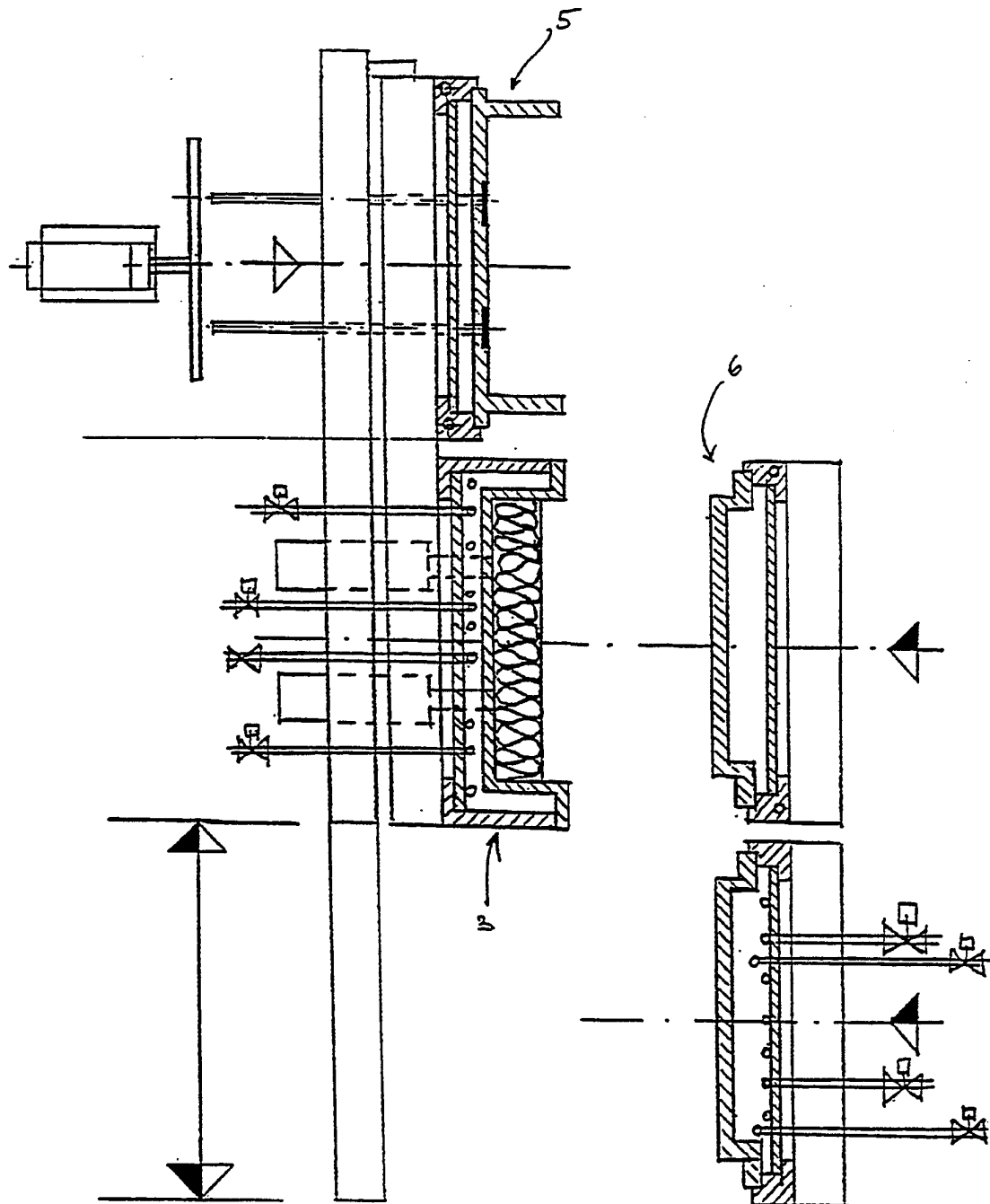


Fig.6

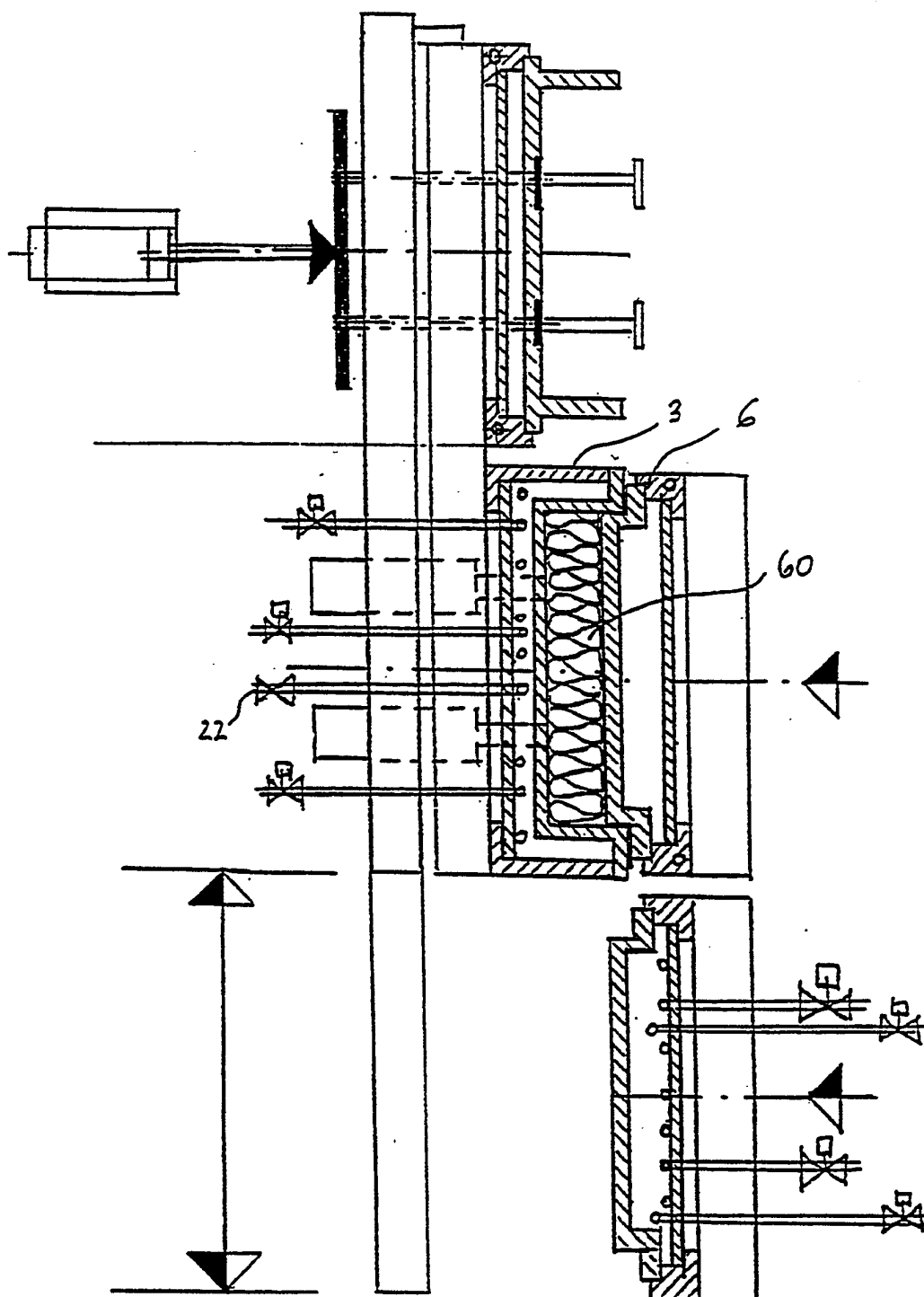


Fig.7

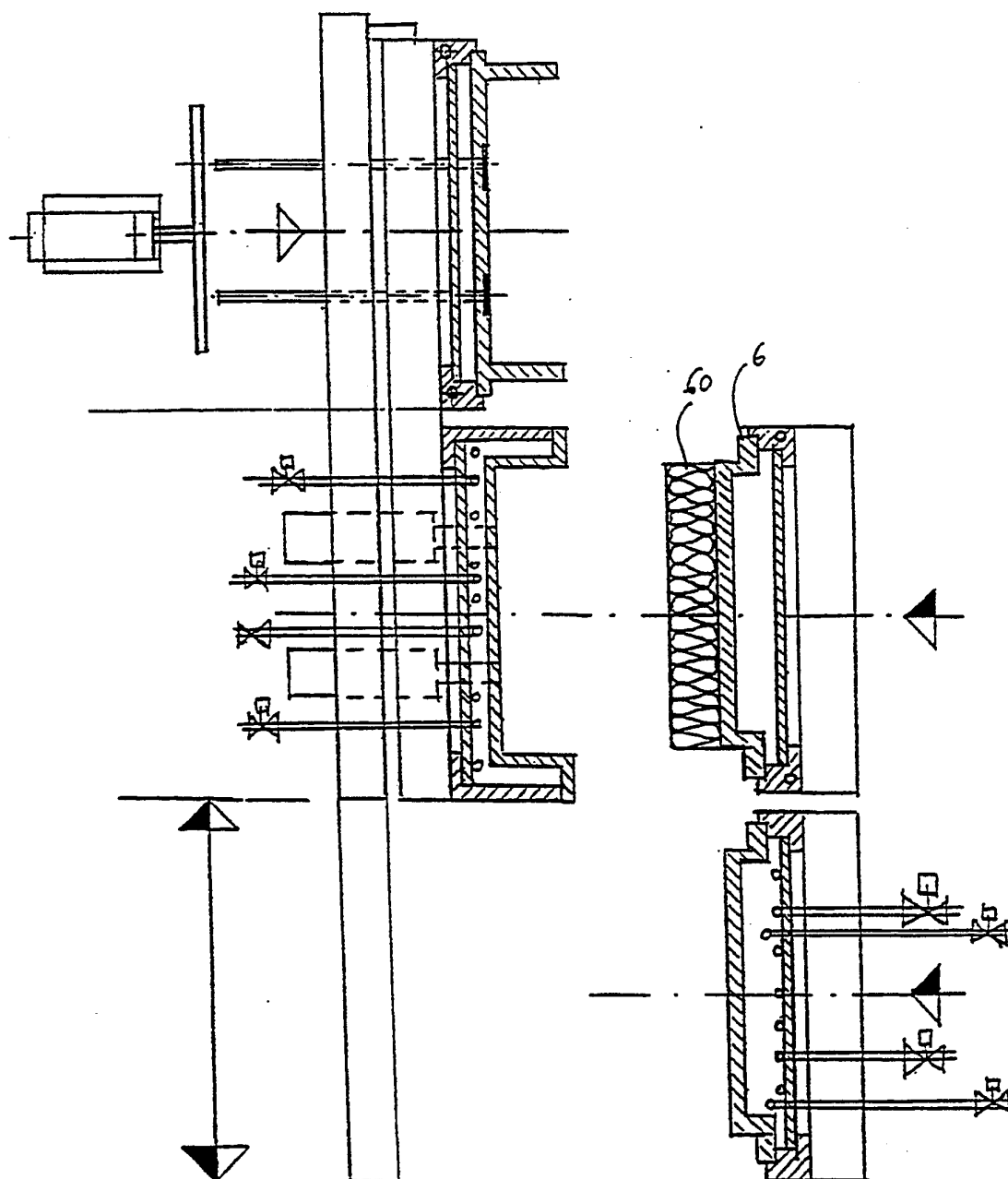


Fig.8

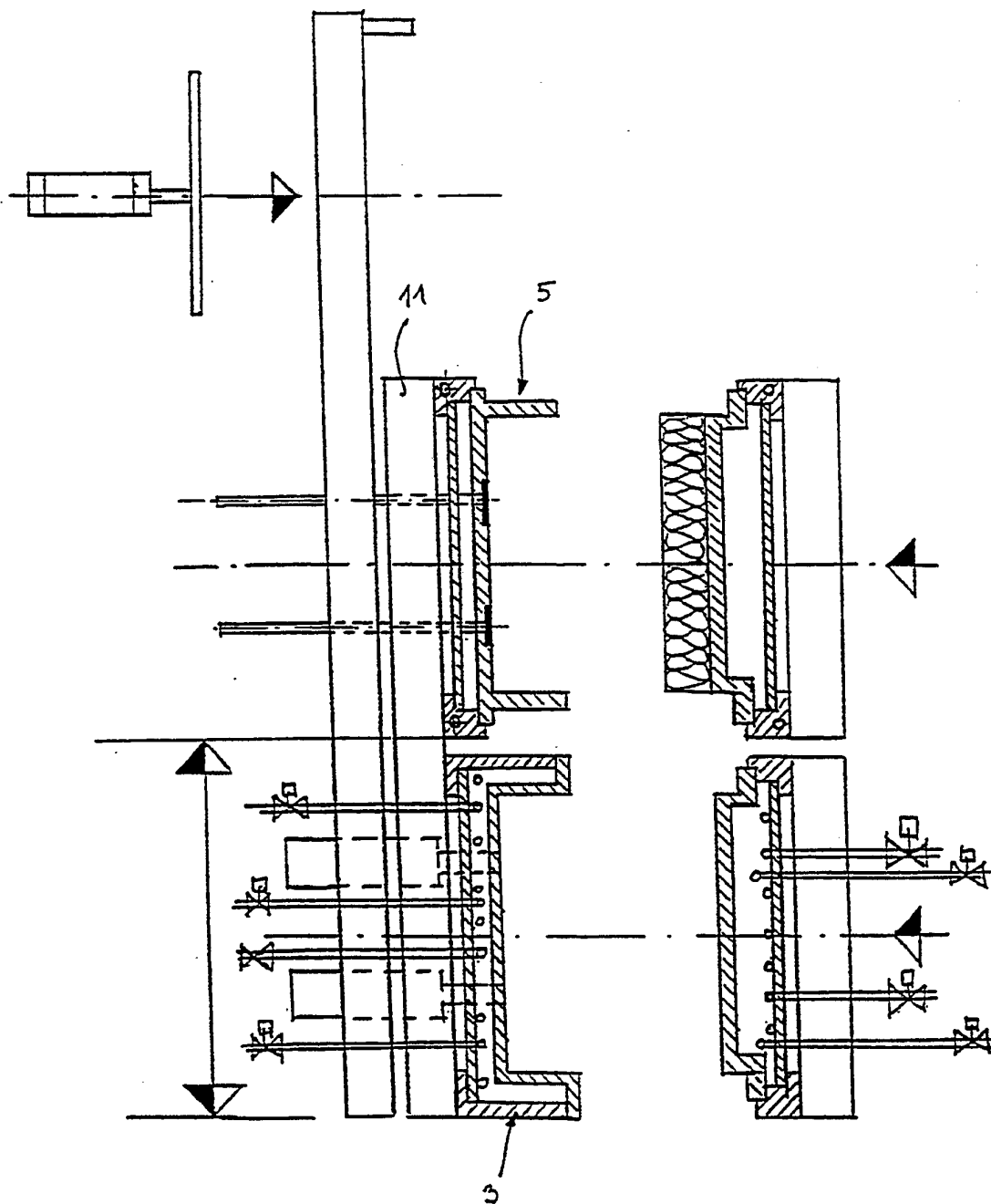


Fig.9

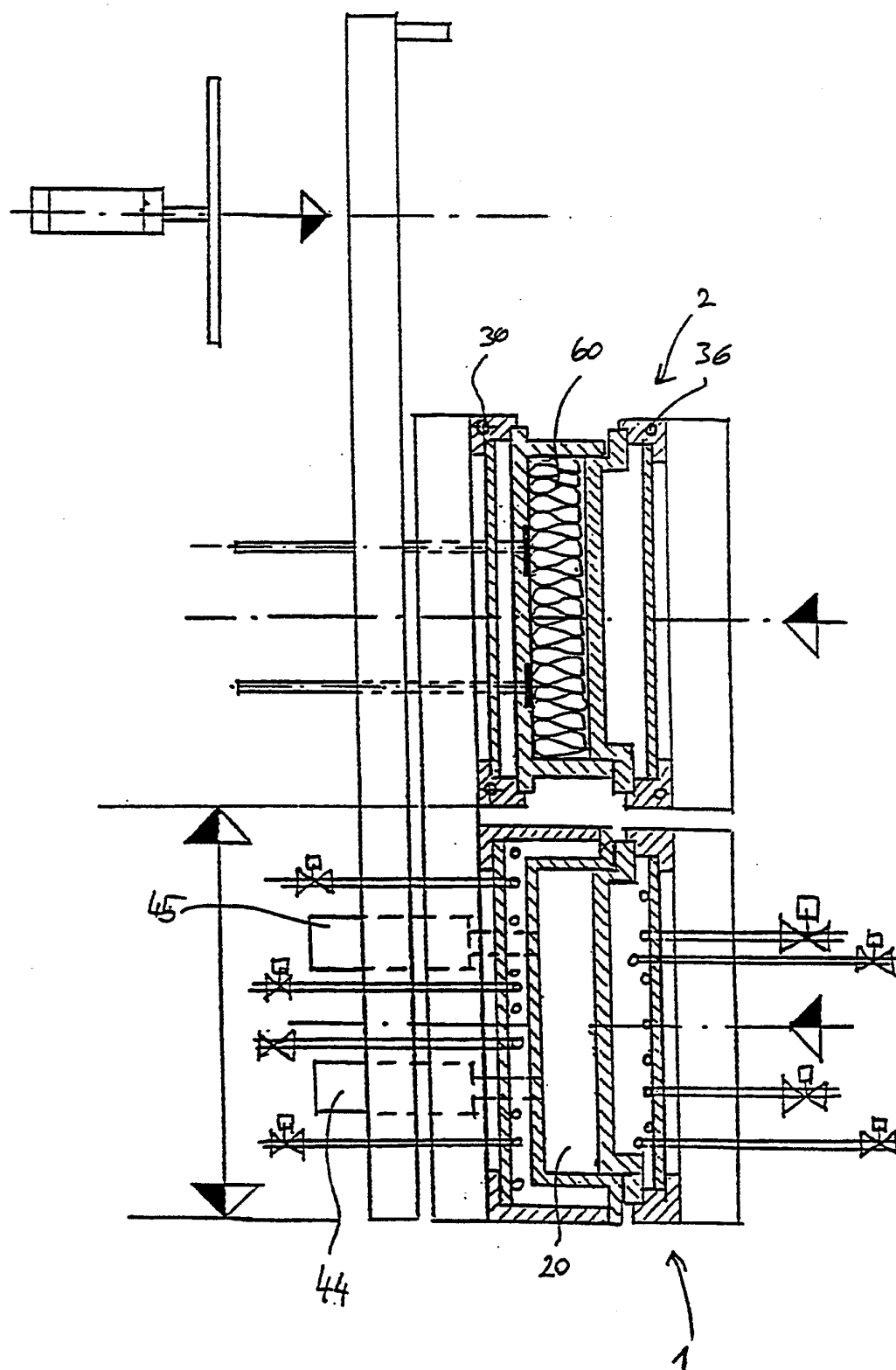


Fig.10

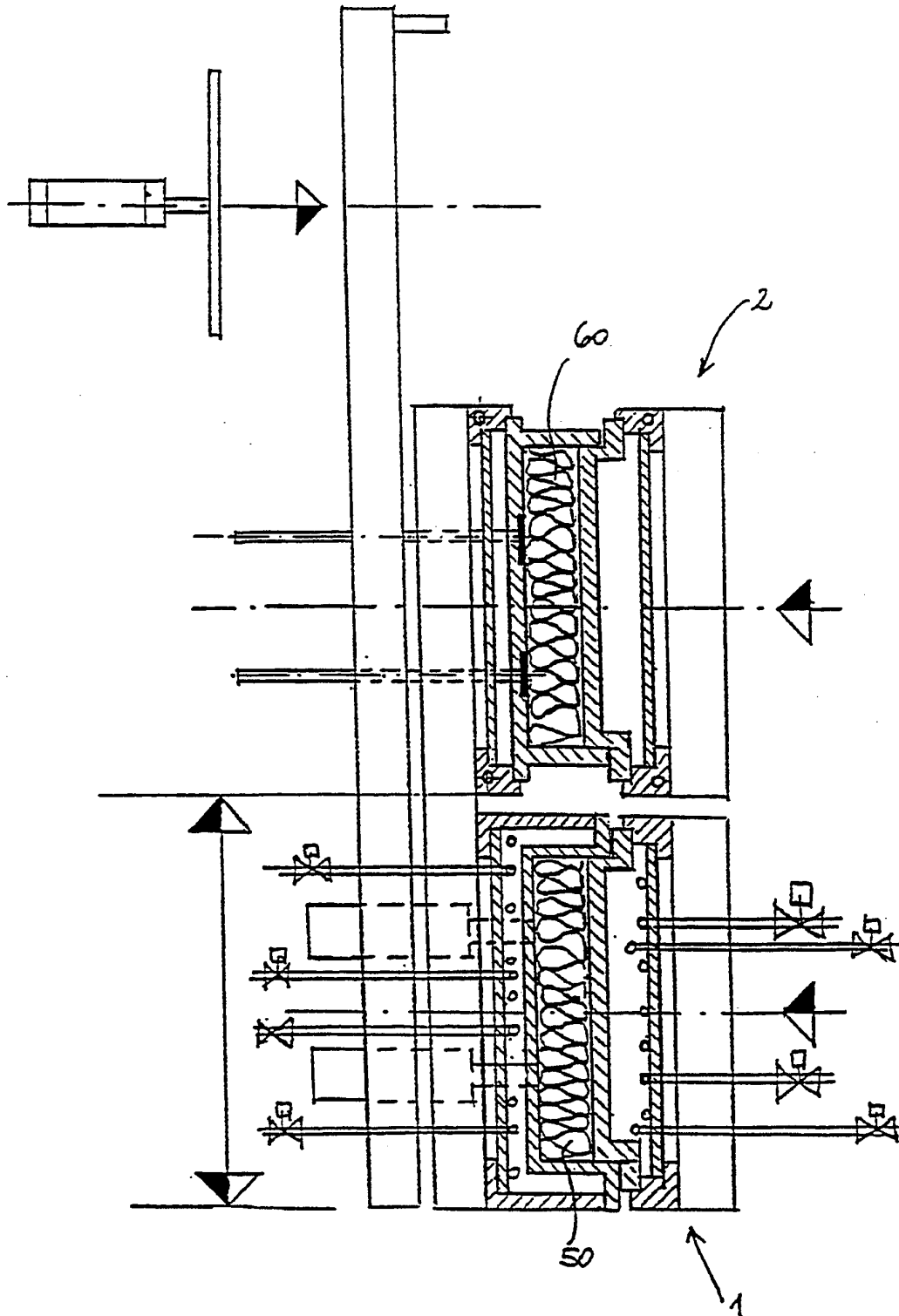


Fig.11

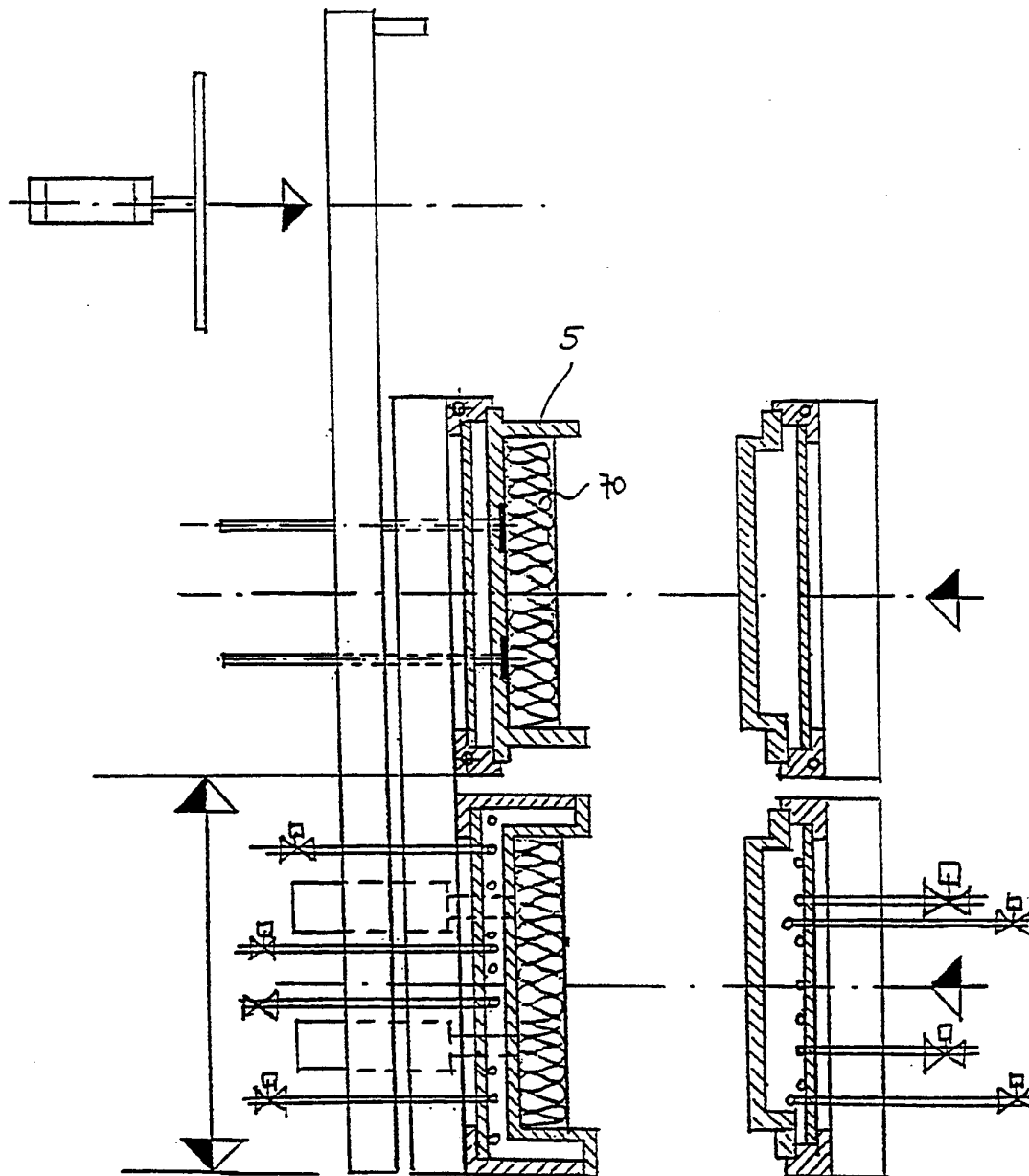


Fig.12

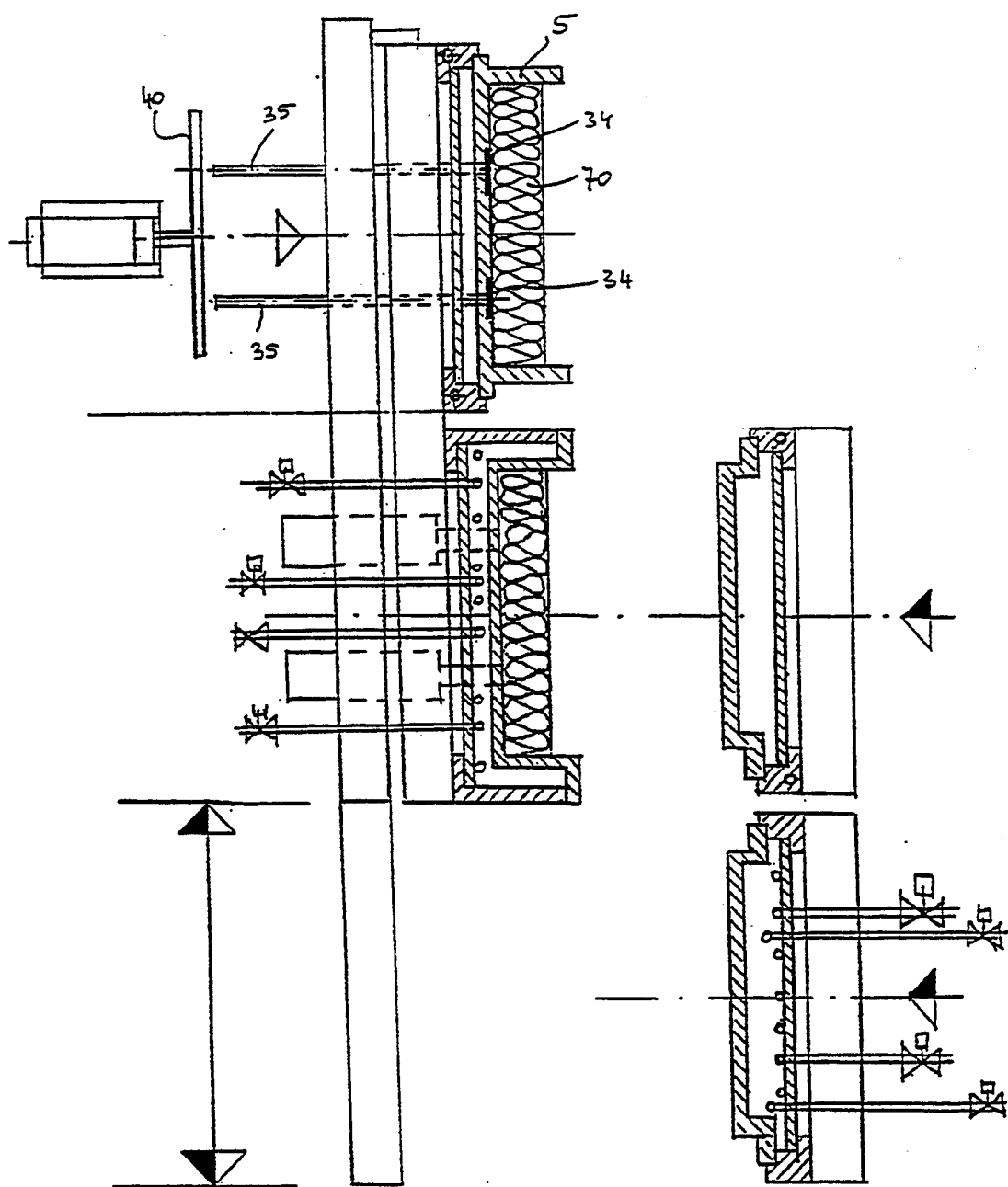


Fig.13

