



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer : **95100606.3**

(51) Int. Cl.⁶ : **B22C 7/02, B22C 13/08, B22D 18/06**

(22) Anmeldetag : **18.01.95**

(30) Priorität : **19.01.94 DE 4401475**

(71) Anmelder : **Notar, Walter**
Spitalweg 69
D-89264 Weissenhorn (DE)

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

(72) Erfinder : **Notar, Walter**
Spitalweg 69
D-89264 Weissenhorn (DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

(54) **Verfahren und Vakuumkammer zur Herstellung von Metallmodellen.**

(57) Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Konstruktionsmodellen aus Metall beschrieben, gekennzeichnet durch eine Reihe von Verfahrensschritten, die es ermöglichen, möglichst schnell und kostengünstig Urmodelle zu vervielfältigen.

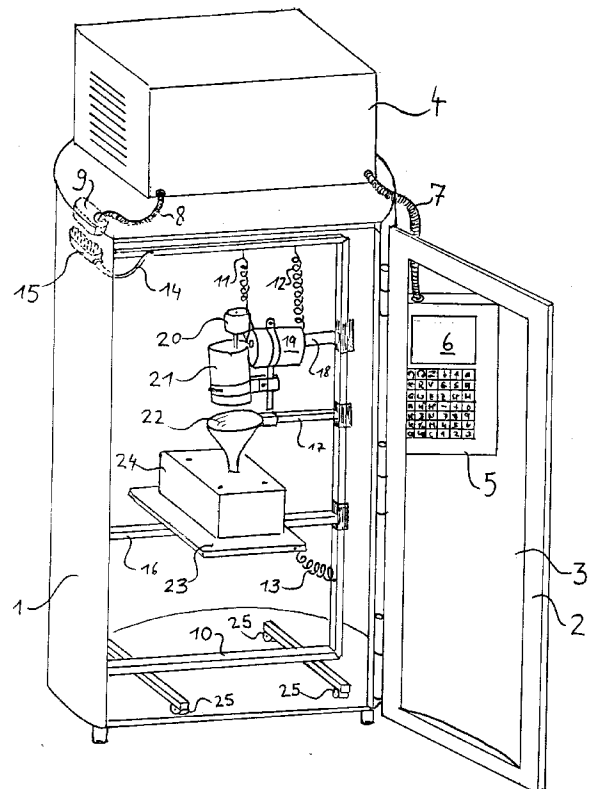


Fig. 1

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Herstellung von Modellen nach dem Oberbegriff des ersten Anspruchs.

Vakuumkammern wurden in der Vergangenheit insbesondere zum Vergießen von kaltflüssigen 2-Komponenten-Kunststoffen bei der Herstellung von Kunststoffmodellen verwendet, wie dies z.B. in der DE-PS L 14083 X / 39a gezeigt ist. Außerhalb der Vakuumkammer wurden Komponenten für eine Siliconmasse zur Herstellung einer Siliconform - wie in A. Menden "Gießerei Modellbau" Gießerei - Verlag Düsseldorf, 1991, S. 281, 547 beschrieben - gemischt, verrührt und in einen Formbehälter, der das Urmodell enthielt, eingefüllt. Dieses Gebinde wurde dann in der Vakuumkammer entgast. Dieser Vorgang nahm viel Zeit in Anspruch, da durch das Rühren und Abgießen ein hoher Luftanteil eingeschlossen wurde. Nach dem Aushärten wurde das Urmodell durch Zerschneiden des Siliconblocks in 2 Hälften entnommen.

In der Vakuumkammer waren Schwenkeinrichtungen befestigt, die über eine mechanische Verbindung von außen betätigbar waren.

In eine der Schwenkeinrichtungen wurde ein Gefäß mit Härter, in eine weitere ein Rührgefäß mit der zu vergießenden Kunststoffmasse eingesetzt. Nach dem Aufbau des Vakuums wurde die eine Schwenkeinrichtung betätigt und der Härter in das Rührgefäß gegossen. Ein über der Schwenkeinrichtung installiertes Rührwerk wurde mit seinem Rührer in das Rührgefäß eingetaucht und in Betrieb gesetzt. Unter die Schwenkeinrichtung wurde die Siliconform gestellt. Nach entsprechender Rührzeit wurde von außen die Schwenkeinrichtung betätigt. Diese war so konstruiert, daß das Gefäß bei seiner Bewegung unter dem drehenden Rührer wegttaucht und gleichzeitig in eine Schräglage gebracht wird, in der sich der flüssige Kunststoff in die Form ergießt. Nach dem Erstarren der Masse wurde die Kammer geöffnet und das Kunststoffteil der Form entnommen. Die so entstandenen Kunststoffteile genügen jedoch nicht allen Anforderungen, da sie nur bedingt Belastungen standhalten.

Um jedoch Metallmodelle zu erhalten, mußte bisher ein teures Werkzeug zum Spritzgießen von Wachsmodeilen in herkömmlicher Weise gebaut werden. Erst mit diesen Wachsmodeilen konnten in bekannter Weise keramische Formen für den Abguß der Metallmodelle hergestellt werden. Eine Vorrichtung zum Ummanteln der Wachsmodeile mit einer keramischen Masse unter Vakuum ist in H.Allendorf "Präzisionsgießverfahren mit Ausschmelzmodellen", Fachbuchverlag Leipzig, 2. Auflage 1958, S.6, 136-138 offenbart.

Seit kurzer Zeit werden stereolithografisch erzeugte Urmodelle für die Herstellung einer Feingußform direkt mit keramischer Masse ummantelt. Nach dem Aushärten muß das Urmodell aus der Form ausgebrannt werden. Da hierbei für jedes Metallmodell ein

stereolithografisch erzeugtes Urmodell benötigt wird, werden auch diese Metallmodelle in ihrer Herstellung zu teuer.

In der Zeitschrift "Gießereitechnik" 36, 1990, 11; S.332-333 ist ein Verfahren beschrieben, bei dem aus einem stereolithografisch erzeugtem Urmodell eine Urform zum Abspritzen von Wachsmodeilen hergestellt wird. Metallmodelle werden dann mit herkömmlich erzeugten keramischen Formen erstellt. Eine Feingußanlage, in der unter Vakuum gegossen wird, ist in der Zeitschrift "Gießerei" 62, 1975, 7; S. 155-158 gezeigt.

Es war daher die Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zu schaffen, mit dem Metallmodelle in einfacher Weise kostengünstig hergestellt werden können und eine Vakuumkammer zur Durchführung des Verfahrens so auszugestalten, daß alle erforderlichen Abgüsse in ihr problemlos und schnell durchgeführt werden können.

Gelöst wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 und eine Vakuumkammer mit den Merkmalen von Anspruch 3.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren lassen sich aus einem einzigen Urmodell eine Vielzahl von Metallmodellen herstellen, ohne daß ein teures Werkzeug gebaut werden müßte. Dies ermöglicht die Erstellung von Metallmodellen zu einem Preis und in einer Zeit weit unter dem bisher Machbaren. Der Einsatz von preisgünstigen Modellen zu Testzwecken unter realistischen Bedingungen wird dadurch erstmals möglich, da spanend erzeugte Modelle für diesen Einsatz nur bedingt tauglich waren.

Besonders vorteilhaft wirkt es sich aus, wenn die fertigen Feingußformen ebenfalls unter Vakuum mit dem gewünschten Metall abgegossen werden. Auf diese Weise ist keine besondere Technik und kein besonderes Material zur Herstellung der Feingußformen notwendig.

Bei herkömmlichen Abgüssen müssen diese Formen luftdurchlässig sein, um sicherzustellen, daß eingeschlossene Luft nach außen entweichen kann. Wird jedoch unter Vakuum abgegossen, können die Formen in einfacher Weise durch Umgießen der Wachsmodeile mit keramischer Schlickermasse erstellt werden. Um auch hier eine glatte Oberfläche ohne Luft einschüsse zu erzielen, geschieht dies in vorteilhafter Weise ebenfalls unter Vakuum.

Als Urmodell läßt sich bevorzugt ein stereolithografisch erstelltes Modell verwenden. Da diese Modelle voll rechnergesteuert angefertigt werden, können sie praktisch ohne Zwischenschritte und ohne Zeitverlust vom Konstruktionsbildschirm aus produziert werden. Durch bestimmte Algorithmen können auf diese Weise auch Schwindmaße sofort in das Urmodell mit einberechnet werden.

Um alle Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einer Vorrichtung schnell und unkompliziert durchführen zu können, läßt sich eine Vakuum-

kammer verwenden, wie sie im Anspruch 3 beschrieben ist. An dem Gestell lassen sich alle Einrichtungen zur Herstellung der Siliconformen, der Wachsmodele und der Feingußformen aber auch zum Abgießen der Feingußformen mit dem Metall ohne Schwierigkeiten anbringen und von außen steuern. Dadurch daß die Einrichtungen nicht direkt in der Vakuumkammer befestigt werden, läßt sich durch die Verwendung von mehreren Gestellen eine beträchtliche Zeitersparnis erzielen. So kann beispielsweise außerhalb der Kammer ohne räumliche und zeitliche Bedrängnis ein Gestell zum Vergießen von Wachs in Siliconformen vorbereitet werden, mit Hilfe eines zweiten Gestells zur gleichen Zeit in der Vakuumkammer die Siliconformen erstellt werden. Um ein einfaches Austauschen der Gestelle sicherzustellen sind diese mit Transportrollen versehen.

In dem Gestell sind von einem zentralen Stecker zu jeder Anschlußmöglichkeit Verbindungsleitungen gezogen, so daß durch das Verbinden des mit der Steuereinrichtung an der Außenseite der Vakuumkammer kontaktierten Kabels mit diesem zentralen Stecker alle am Gestell befestigten Einrichtungen, wie Heiz-, Rühr- und Schwenkeinrichtungen von außen angesteuert werden können.

In vorteilhafter Weise sind Vorratsbehälter für die zu vergießenden Massen bereits in der Vakuumkammer vorgesehen. Von dort werden die benötigten Mengen bereits unter Vakuum z.B. durch Dosierpumpen in die entsprechenden Rührgefäße oder sogar direkt in die Formen gefördert. Vorratsbehälter für heiß zu verarbeitende Massen sind beheizt.

Durch die Vielseitigkeit der Vakuumkammer können in ihr selbstverständlich auch Modelle aus anderen Werkstoffen, z.B. aus technischen Kunststoffen wie PA, PE oder PP gegossen werden.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und werden durch die Zeichnung anhand eines Ausführungsbeispiels eingehend erläutert.

Es zeigt:

Fig.1 eine erfindungsgemäße Vakuumkammer mit geöffneter Tür,

Fig.2 ein zum Erzeugen der Siliconform bestücktes Gestell und

Fig.3 ein zum Vergießen von Metall in keramische/ Gipsformen bestücktes Gestell.

Ein druckfester Kessel 1 ist mit einer Tür 2 versehen, in die eine Glasscheibe 3 eingesetzt ist. Auf dem Kessel 1 befindet sich eine Pump- und Steuereinheit 4. An dem Kessel 1 ist ein Bedienfeld 5 mit Anzeigedisplay 6 angebracht. Das Bedienfeld 5 ist über eine flexible Leitung 7 mit der Pump- und Steuereinheit 4 verbunden. Von der Steuereinheit führt eine weitere Leitung 8 durch die Wand des Kessels 1 zu einem Steckverbinder 9 im Innern des Kessels. Die Pumpe ist durch nicht sichtbare Leitungen und Ventile mit dem Kesselinnenraum verbunden.

Im Innenraum des Kessels 1 befindet sich das Gestell 10. In diesem Gestell sind Leitungen zu mehreren Anschlußmöglichkeiten 11, 12, 13 für elektrische Geräte verlegt. Diese Leitungen münden in ein Kabel 14, das über einen weiteren Steckverbinder 15 mit dem Steckverbinder 9 gekoppelt werden kann. Über dieses Kabel werden sowohl die Versorgungsspannung als auch Steuersignale übertragen.

Weiterhin sind an dem Gestell 10 verstellbare Befestigungseinrichtungen 16, 17, 18 zur Aufnahme der benötigten Gerätschaften vorgesehen. In diesem Ausführungsbeispiel sind eine Schwenkeinrichtung 19, ein damit verbundenes Rührwerk 20 und ein ebenfalls mit der Schwenkeinrichtung verbundenes Rührgefäß 21 gezeigt. Weiterhin sind noch ein Trichter 22 und eine Wärme- und Halteplatte 23 für die Form 24 angebracht. Das Gestell 10 ist zum leichten Be- und Entladen der Vakuumkammer mit Rollen 25 versehen.

Fig.2 und Fig.3 zeigen andere Bestückungen, die bei der Erläuterung des Verfahrens noch ausführlich beschrieben werden.

Wurde auf stereolithografischem Weg ein Urmodell erstellt, so besteht sehr oft der Wunsch möglichst schnell und preiswert davon Metallmodelle zu fertigen. Hierzu muß zuerst eine negative Form des Urmodells angefertigt werden. Das Gestell 10 wird zu diesem Zweck in vorteilhafter Weise entsprechend Fig.2 bestückt. Auf den Halter 16 wird ein Formkasten 26 gestellt, in dem das Urmodell in bekannter Weise aufgehängt ist. Auf die Befestigungseinrichtung 17 wird eine Dosierpumpe 27 aufgesteckt, die die Gießkomponenten entsprechend dosiert, mischt und dem Formkasten 26 zuführt. Die Gießkomponenten sind in den Behältern 28, 29 bevorratet, die ebenfalls an weitere Befestigungseinrichtungen angesteckt sind.

Das fertig bestückte Gestell 10 wird in den Kessel 1 eingefahren und der Steckverbinder 15 mit dem Steckverbinder 9 gekoppelt. Darauf wird die Vakuumkammer geschlossen und der Innenraum evakuiert. Nach Aufbau des Vakuums wird die Dosierpumpe 27 in Betrieb gesetzt und der Formkasten 26 mit aus den Komponenten zusammengemischtem Silicon gefüllt. Das in dem Formkasten aufgehängte Urmodell wird dadurch blasenfrei von dem Silicon umschlossen. Nach dem Füllvorgang kann die Tür 2 nach kürzester Zeit geöffnet werden und das Gestell zum Aushärten herausgefahren werden. Die Vakuumkammer steht daher sofort für andere Anwendungen zur Verfügung.

Inzwischen kann ein anderes Gestell entsprechend dem Gestell in Fig. 1 für das Gießen der Wachsmodele vorbereitet werden. An der Außenseite des Kessels 1 kann eine weitere Steckverbindung vorgesehen sein, mit der sich der Steckverbinder 15 koppeln läßt während das Gestell außerhalb der Kammer vorbereitet wird. Auch diese nicht dargestellte Steckverbindung ist mit der Steuerung verbunden. Auf diese Weise läßt sich das Wachs bereits während

der Bestückung aufheizen und verflüssigen.

Das Gestell wird dann wiederum in die Kammer gefahren, die Tür geschlossen und der Prozess gestartet. Nach dem programmgesteuerten Rühren des Wachses unter kontrollierten Temperaturbedingungen wird die Schwenkeinrichtung 19 betätigt und das Wachs über den Trichter 22 in die beheizte Siliconform 24 gegossen. Auch hier kann das Gestell zum Aushärten des Wachses aus der Kammer herausgeholt werden.

Die entformten Wachsmodele werden dann genauso wie das Urmodell in Formkästen aufgehängt und wiederum in der Vakuumkammer mit Keramikmasse oder bevorzugt mit Gipsbrei umgossen. Um Dampfblasenbildung im Vakuum zu vermeiden, empfiehlt es sich in diesem Fall unter Kühlung zu rühren und evtl. mit Kühleinrichtungen zu arbeiten.

Ein für den Metallguß bestücktes Gestell ist in Fig. 3 gezeigt. Die aus dem Gips hergestellte Feingußform, aus der das Wachs bereits ausgeschmolzen wurde wird in das beheizbare Gefäß 30 gestellt. Der dargestellte Trichter 31 ist Bestandteil der Feingußform. Über der Öffnung des Trichters 31 ist ein beheizbares Gießgefäß 32 mit einer Schwenkeinrichtung am Gestell 10 befestigt. Beim Vergießen von schwer oxidierbaren Metallen kann wiederum der Aufheiz- und Verflüssigungsvorgang außerhalb der Kammer vollzogen werden; bei leicht oxidierbaren Metallen sollte dies bereits im Vakuum geschehen. In jedem Fall sollte wieder unter Vakuum vergossen werden.

Das Entformen der Metallmodelle braucht nicht weiter beschrieben zu werden, da es seit langem hinreichend bekannt ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Konstruktionsmodellen aus Metall, bei dem folgende Schritte durchgeführt werden:
 - a) Herstellung einer Siliconform durch Umgießen des Urmodelles mit flüssigem Silicon unter Vacuum, Aufschneiden des ausgehärteten Siliconblocks und Entnahme des Urmodells aus dem Hohlraum,
 - b) Herstellung von Wachsmodellen durch Abgießen der Siliconform mit flüssigem Wachs unter Vacuum,
 - c) Herstellung von Feingußformen durch Ummanteln der Wachsmodele mit einer keramischen Masse oder Gips unter Vacuum und Ausschmelzen des Wachses nach Aushärten der Formen,
 - d) Abgießen der Feingußformen mit Metall unter Vacuum und Entformen nach dem Auskühlen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Urmodell nach Verfahren des Solid Freeform Manufacturing, beispielsweise der Stereolithographie verwendet wird.
3. Vakuumkammer zum Herstellen von Konstruktionsmodellen, dadurch gekennzeichnet, daß die Vakuumkammer Mittel zur alternativen Aufnahme von Gestellen mit unterschiedlichen Einrichtungen für die Herstellung von Siliconformen, Wachsmodellen, keramischen Gießformen oder Metallteilen mit Gießeinrichtung aufweist.
4. Vakuumkammer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß außerhalb der Vakuumkammer eine elektrische Steuereinrichtung vorgesehen ist, die über ein Kabel mit dem Gestell im Innenraum der Vakuumkammer verbunden ist, welches mit elektrischen Anschlüssen und Befestigungseinrichtungen für wenigstens ein Rührwerk mit austauschbaren Rührern, eine Gefäßschwenkeinrichtung, eine Heizeinrichtung und eine Form versehen ist.
5. Vakuumkammer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Gestell Transportrollen angebracht sind.
6. Vakuumkammer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das mit der Steuereinrichtung verbundene Kabel mit einem Steckverbinder versehen ist, und das Gestell ein entsprechendes Gegenstück aufweist.
7. Vakuumkammer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Innenraum wenigstens -ein Vorratsbehälter für vergießbare Materialien, -eine Fördereinrichtung zum Dosieren von vergießbaren Materialien und ein schwenkbares Gefäß vorgesehen ist.
8. Vakuumkammer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorratsbehälter sowohl mit Vacuum, als auch mit Druck beaufschlagbar ist.
9. Vakuumkammer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorratsbehälter beheizbar ist.
10. Vakuumkammer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Rührwerk mit Rührern für Wachs, für Kunststoffe, für keramische Massen und für Metalle bestückbar ist, und daß Drehmoment und Drehzahl des Rührwerks den zu verarbeitenden Massen entsprechend anpaßbar sind.

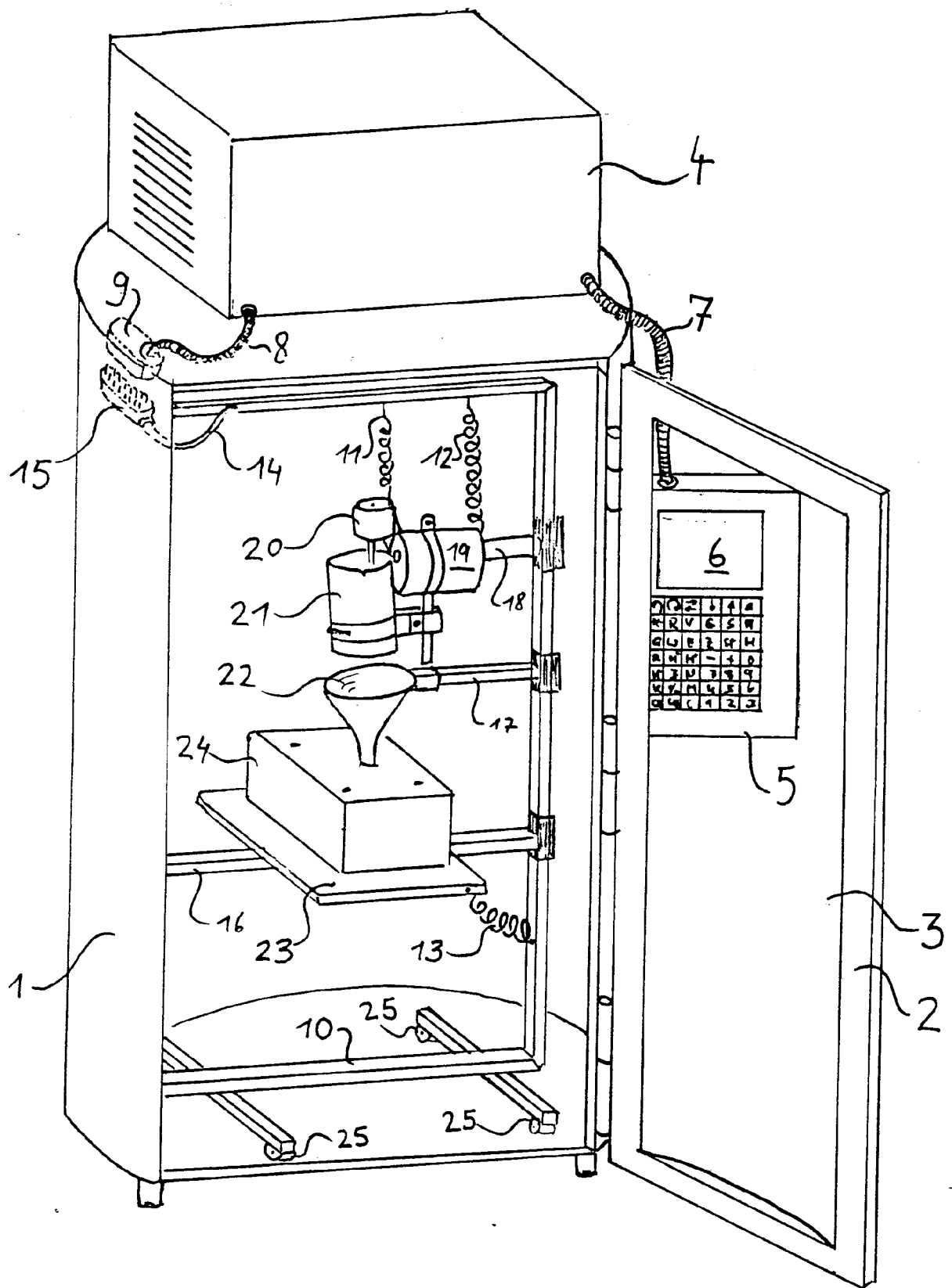


Fig. 1

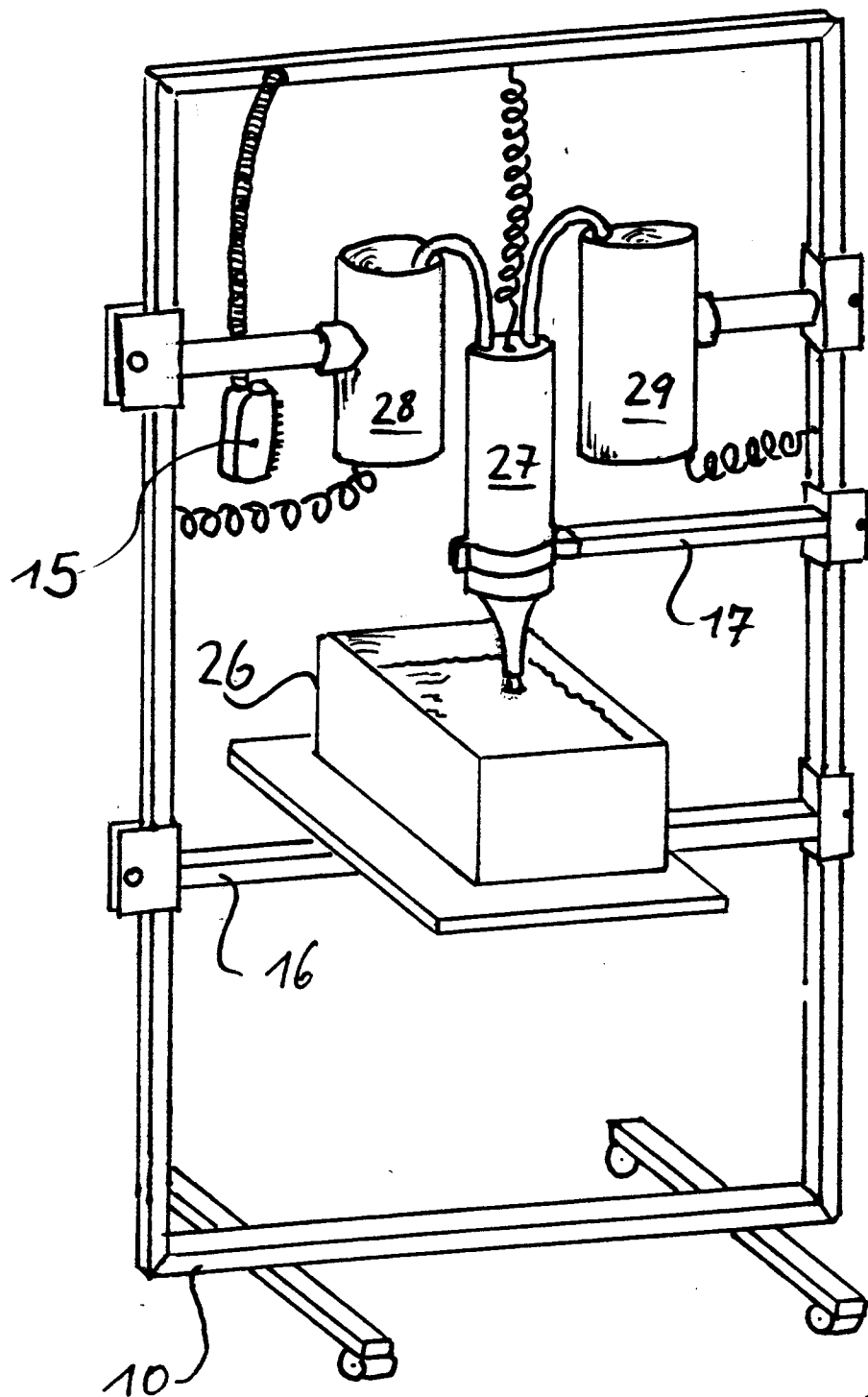


Fig. 2

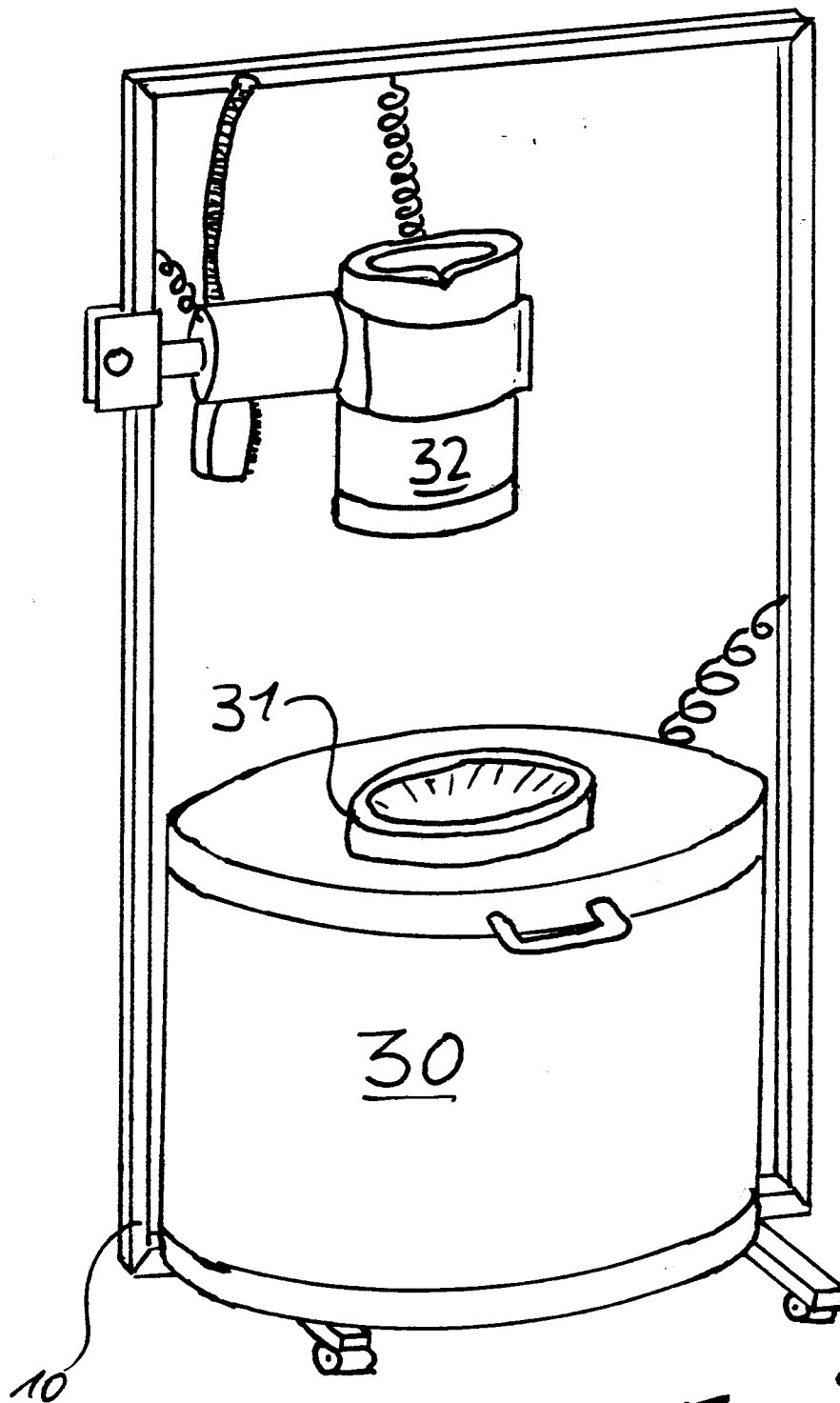


Fig. 3