



12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **93118695.1**

51 Int. Cl.⁵: **B22D 17/32, B22D 17/14**

22 Anmeldetag: **20.11.93**

30 Priorität: **25.11.92 DE 4239558**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.06.94 Patentblatt 94/23

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB LI

71 Anmelder: **Maschinenfabrik
 Müller-Weingarten AG
 Schussenstrasse 34
 D-88250 Weingarten(DE)**

72 Erfinder: **Stummer, Friedrich, Dr.-Ing.
 Ginsterweg 5
 D-70736 Fellbach(DE)
 Erfinder: **Schwab, Wilfried
 Brahmsweg 3
 D-88250 Weingarten(DE)****

74 Vertreter: **Patentanwälte Dipl.-Ing. E. Eisele
 Dr.-Ing. H. Otten
 Seestrasse 42
 D-88214 Ravensburg (DE)**

54 **Verfahren zur Unterdruck-Herstellung bei einer Druckgießmaschine.**

57 Es wird ein Verfahren zur Herstellung des Vakuums bei einer Vakuum-Druckgießmaschine vorgeschlagen, bei welchem das an die Druckgießform anzulegende Vakuum während des Gießprozesses einer Regelung unterziehbar ist.

Erfindungsgemäß wird das über das Vakuumventil (11) angelegte Vakuum über das Schaltventil (13) so in seinem Druckverlauf geregelt, daß sich der Druck im Formhohlraum (5), in der Gießkammer (6) und im Saugrohr (9) nach einer bestimmten einstellbaren Funktion pro Zeiteinheit regelt. Hierfür ist ein Rechner (16) vorgesehen, der die verschiedensten Parameter erfaßt. So wird der Unterdruck im Bereich des Vakuumventils (11) über eine zusätzliche Meßleitung (17) erfaßt und mittels einer Vakuum-Meßsonde (18) gemessen. Diese Vakuum-Meßsonde (18) ist über ein zusätzliches Nebenschlußventil (19) an die Vakuum-Anschlußleitung (12) angeschlossen. Damit ist der Druck (p) in der Vakuum-Anschlußleitung (12) erfaßbar und über die Leitung (20) dem Rechner (16) zuführbar.

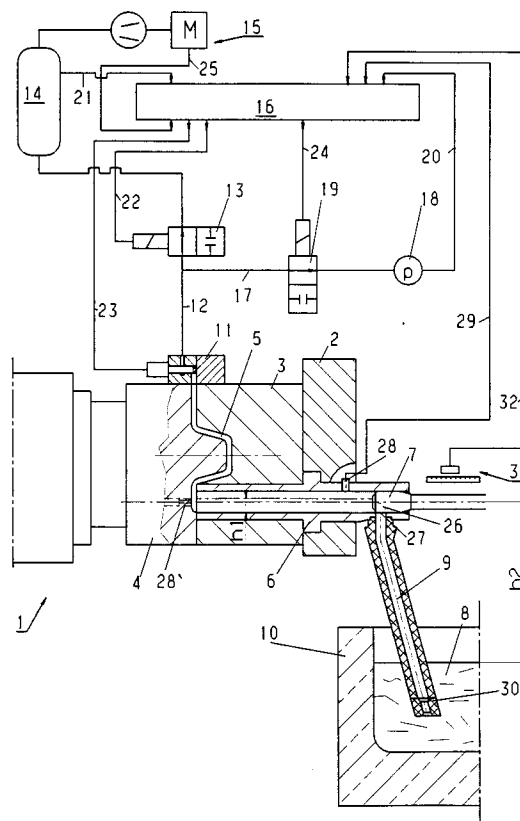


Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung des Unterdrucks bei einer Druckgießmaschine insbesondere einer Vakuum-Druckgießmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik:

Aus der EP 0 051 310 B1 ist eine Druckgießmaschine bekanntgeworden, die nach dem sogenannten Vakuum-Druckgießverfahren arbeitet. Bei diesem Verfahren wird die Metallschmelze aus einem Warmhalteofen über ein Ansaugrohr in die Gießkammer mittels Unterdruck angesaugt, wobei der Unterdruck über einen Absaugkanal in der Formteilungsfläche der Gießform aufgebracht wird. Wie in der zitierten Literaturstelle weiterhin beschrieben, stellt sich bei Druckgießmaschinen auch das Problem einer ausreichenden Entgasung der Schmelze während des Gießvorganges dar. Zwar wird durch Anwendung des Vakuum-Druckgießverfahrens eine Verbesserung durch ein Absaugen der im Saugrohr, in der Gießkammer sowie in der Gießform enthaltenen Gase erzielt. Versuche haben jedoch gezeigt, daß aufgrund von vorhandenem Restgas und von Verwirbelungen der Schmelze sowie sonstigen Verunreinigungen noch erhebliche Qualitätseinbußen hinzunehmen sind. Um eine Verbesserung zu erzielen, wurden in den in der oben genannten Literaturstelle weiterhin zitierten Veröffentlichungen vorgeschlagen, mehrere Vakuuman-schlüsse zur Verbesserung der Evakuierung vorzusehen. Insbesondere schlägt diese zitierte Literaturstelle selbst vor, einen weiteren Vakuuman-schluß durch den Gießkolben selbst vorzunehmen.

Der an die Gießform angelegte Unterdruck (Vakuum) kann so lange wirksam sein, bis die Gießform durch die Vorschubbewegung des Gießkolbens mit flüssigem Metall gefüllt ist, wobei sich an der Gießform ein Ventil mit einem hydraulisch betätigbaren Sperrkolben befindet, der ein Eindringen der Metallschmelze in den Absaugkanal verhindert.

Aus der Literaturstelle "Gießerei" 69 (1982) Heft 19, Seite 521/527 wird bei einem derartigen Gießverfahren darauf hingewiesen, daß die Zeitdauer des angelegten Vakuums von Bedeutung ist. Die Vakuumeinwirkzeit ist neben der Größe des eingestellten Unterdrucks demnach ein wichtiger Parameter, um eine richtige und effektive Evakuierung der einzelnen Teile, nämlich Saugrohr, Gießkammer und Druckgießform zu erzielen.

Vorteile der Erfindung:

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 bezweckt und erreicht eine erhebliche Verbesserung beim Evakuieren der Luft insbesondere beim bekannten Vakuum-Druckgießverfahren. Das Verfah-

ren kann auch beim normalen Druckgußverfahren zur Evakuierung der Luft angewandt werden.

Der Erfindung liegt der Kerngedanke zugrunde, daß das angelegte Vakuum nicht nur hinsichtlich seiner Größe, d. h. hinsichtlich des hergestellten Unterdrucks sowie hinsichtlich der Einschaltdauer berücksichtigt wird, sondern das Vakuum kann darüber hinaus den jeweiligen Bedingungen des Druckgießverfahrens genauestens angepaßt werden. Dies geschieht erfindungsgemäß durch eine Regelung des Vakuums über die Zeitdauer der Unterdruckbeaufschlagung, d. h. das angelegte Vakuum wird in seiner Größe sowie seiner Zeitdauer einer genauesten Regelung unterworfen. Hierdurch kann auch der Einlauf der Schmelze über das Saugrohr in die Gießkammer und in die Gießform zu jedem Zeitpunkt reguliert werden, so daß - gegebenenfalls in Verbindung mit weiteren Hilfsmaßnahmen - eine optimale Befüllung sowohl der Gießkammer als auch ein optimaler Gießprozeß beim Gießvorgang selbst erzielt werden kann. Weiterhin können Turbulenzen der Metallströmung vermieden werden. Grundsätzlich wird eine optimale Entgasung des Metalls erzielt. Durch eine kontinuierliche Regelung oder Steuerung des absoluten Druckes des Vakuums während des Gießprozesses werden damit erhebliche Verbesserungen an den Druckgießerzeugnissen erzielt. Gemäß der Erfindung wird insbesondere auch eine genaue Regulierung des Vakuums im Hinblick auf einen unerwünschten vorzeitigen Eintritt der Metallschmelze in den Formhohlraum während der Gießkammerbefüllung vermieden, was zu unerwünschten Fließspuren auf dem Gußteil führt.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens angegeben. Besonders vorteilhaft hierbei ist die kontinuierliche oder diskontinuierliche Regelung des Vakuums gegebenenfalls mit Einhaltung von Haltezeiten bei bestimmten Unterdrücken.

Die Erfindung wird näher am Beispiel einer Vakuum-Druckgießmaschine beschrieben, die in der Zeichnung dargestellt und unter Angabe weiterer Vorteile in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert ist. Es zeigt

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Gießkammer mit Gießkolben sowie Ansaugrohrzuführung zu einer Warmhalteeinrichtung.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels:

Die Erfindung wird anhand einer Vakuum-Druckgießmaschine beschrieben. Sie läßt sich auch für die "Evakuierung" normaler Druckgießmaschinen verwenden, wenn der Gießkolben die Einfüllöffnung verschlossen hat.

Bezüglich dem allgemeinen Aufbau sowie den wesentlichen Funktionsmerkmalen einer Vakuum-Druckgießmaschine wird auf die eingangs erwähnte Literaturstelle und insbesondere auf die EP 0 051 310 verwiesen.

In Fig. 1 ist von einer nur angedeuteten Druckgießmaschine 1 die feste Aufspannplatte 2 mit der hieran befestigten festen Formhälfte 3 dargestellt, die mit der beweglichen Formhälfte 4 zusammenwirkt. Zwischen der festen 3 und der beweglichen Formhälfte 4 befindet sich der Formhohlraum 5, der mit Metallschmelze zu füllen ist. Hierfür ist eine Gießkammer 6 mit einem Gießkolben 7 vorgesehen, in welche die Metallschmelze 8 über ein Saugrohr 9 aus einer Warmhalteeinrichtung 10 angesaugt wird.

Beim Vakuum-Druckgießverfahren wird die Metallschmelze nicht durch ein Eingießverfahren, sondern durch Anlegung eines Vakuums oder Unterdrucks aus der Warmhalteeinrichtung 10 angesaugt. Dabei geschieht der Ansaugvorgang durch das Ansaugrohr 9 über die Gießkammer 6 und den Formhohlraum 5.

Hierfür befindet sich an den Formhälften 3, 4 ein Vakuumventil 11 mit einer Vakuumanschlußleitung 12, welches zu einem Schaltventil 13 führt. Die Vakuumleitung 12 wird vom Schaltventil 13 fortgeführt zu einem Vakuumtank 14, an welchem eine Vakuumpumpe 15 zur Herstellung des Unterdrucks angeschlossen ist.

Das Vakuumventil 11 der Gießform dient zur Absperrung der gegebenenfalls bis zu diesem Ort mittels des Gießkolbens 7 eingepreßten Metallschmelze. Ein Eindringen des Metalls in die nachfolgende Vakuumanschlußleitung 12 wird damit vermieden.

Erfindungsgemäß wird das über das Vakuumventil 11 angelegte Vakuum über das Schaltventil 13 so in seinem Druckverlauf geregelt, daß sich der Druck im Formhohlraum 5, in der Gießkammer 6 und im Saugrohr 9 nach einer bestimmten einstellbaren Funktion pro Zeiteinheit regelt. Hierfür ist ein Rechner 16 vorgesehen, der die verschiedensten Parameter erfaßt. So wird der Unterdruck im Bereich des Vakuumventils 11 über eine zusätzliche Meßleitung 17 erfaßt und mittels einer Vakuum-Meßsonde gemessen. Diese Vakuum-Meßsonde 18 ist über ein zusätzliches Nebenschlußventil 19 an die Vakuum-Anschlußleitung 12 angeschlossen. Damit ist der Druck p in der Vakuum-Anschlußleitung 12 erfaßbar und über die Leitung 20 dem Rechner 16 zuführbar.

Der Vakuumdruck im System kann auch über andere Meßleitungen im System dem Rechner 16 zugeführt werden. Dies ist beispielsweise durch eine Meßleitung 21 zum Vakuumtank 14 angedeutet.

Die Regelung des Vakuums, d. h. des Unterdrucks im System erfolgt nach einem vorgegebenen Regelprogramm $p = f(t)$ oder $m = f(t)$. Dabei kann der über die Zeit eingestellte Druckverlauf oder Massenstromverlauf einen progressiven, einen linearen oder einen degressiven Verlauf einnehmen. Über den Rechner 16 wird beispielsweise über die Steuerleitung 22 das Schaltventil 13 in der Vakuum-Anschlußleitung derart angesteuert, daß sich der gewünschte Druckverlauf oder Massenstromverlauf in der Vakuumleitung 12 einstellt. Gleichzeitig kann der Rechner 16 die Ansteuerung des Vakuumventils 11 über eine Steuerleitung 23 und die Ansteuerung des Nebenschlußventils 19 über eine weitere Steuerleitung 24 übernehmen. Schließlich kann die Herstellung des Vakuums selbst, d. h. der Betrieb der Vakuumpumpe 15 ebenfalls über eine weitere Steuerleitung 25 erfolgen.

Durch die erfindungsgemäße Möglichkeit der laufenden Meßung und Regelung des Vakuums können ganz bestimmte "Vakuumkurven" gefahren werden.

Zunächst wird die Schmelze 8 aus der Warmhalteeinrichtung 10 über eine, am unteren Ende des Saugrohres 9 sich befindende Drossel 30 in die Gießkammer 6 durch Anlegen eines hohen Unterdrucks in der Größenordnung von $p_1 \sim 150$ bis 200 mbar absolut angesaugt. Dabei bestimmt die Größe der Drossel 30, die Ansaugzeit t_1 sowie der Unterdruck p_1 die in die Gießkammer angesaugte Menge m_1 der Metallschmelze. Ein zusätzlicher Meßfühler z. B. ein Ultraschallmeßfühler 28 in der oberen Wandung der Gießkammer oder ein Widerstandsmeßfühler 28' im Angußquerschnitt der Formhälfte 4 kann die Füllstandshöhe h_1 in der Gießkammer 6 erfassen und diesen Wert über eine Meßleitung 29 dem Rechner 16 zur Auswertung zuführen.

Der Ansaugvorgang bei Vakuumdruckgießmaschinen kann als erster Regelungsabschnitt durch Überfahren des Gießkolbens 7 über die Ansaug- oder Eintrittsöffnung 27 in die Gießkammer 6 oder durch einen entsprechend verminderten Unterdruck (Druckanstieg) beendet werden. Er entspricht dem Einfüllvorgang von Metallschmelze in eine "normale" Druckgießvorrichtung. Hierfür kann die Stellung des Gießkolbens 7 über einen Wegerfassungsgeber 31 dem Rechner 16 über eine Leitung 32 zugeführt werden, um insbesondere auch bei "normalen" Gießkammern die Kolbenstellung nach Überfahren der Einfüllöffnung 27 zu erfassen und das Vakuum zu regeln. Sensoren zur Erfassung des Weges oder der Füllstandshöhe sind an sich bekannt (s. z. B. Lit. Maschinenmarkt 1992, 40, Seite 72 - 77).

Diesem ersten Einfüllzeitabschnitt t_1 schließt sich ein weiterer "Haltezeitabschnitt" t_2 an.

Durch ein Halten bestimmter Unterdrücke kann das Ausgasen der Schmelze in der Gießkammer 6 und das Formevakuieren begünstigt werden. Hierfür wird über einen Zeitabschnitt t_2 nach einem kontinuierlichen Abfall des Unterdrucks (Druckanstieg) auf ein Vakuum von vorzugsweise $p_2 \sim 800$ mbar absolut eine bestimmte Haltezeit des Vakuums von $t_2 \sim 0,2$ bis 3 sec eingestellt. Diese Haltezeit kann sich je nach spezifischem Metallgewicht, nach der Saugrohrhöhe h_2 über oder der Füllstandshöhe h_1 in der Gießkammer und der Formkontur bemessen. Durch diesen zwischenzeitlichen Haltevorgang des Unterdruckes kann das Austreten der Gase aus der Schmelze, der Gießkammer und den Formhohlräumen gefördert und geregelt werden.

Die Erfindung sieht weiterhin vor, daß in der ersten Ausgangsphase t_1 beim Übertritt der Schmelze 8 aus dem Saugrohr 9 in die Gießkammer 6 an der Eintrittsöffnung 27 der Gießkammer eine stetige Schmelzegeschwindigkeit $v \leq 1$ m/sec aufgrund des regelbaren Unterdrucks einstellbar ist, wobei Strömungswerte vorzugsweise in der Größenordnung von unter 1 m/sec gewählt werden. Dabei wird zur Vermeidung von Turbulenzen der Gießkolben 7 in seinem unteren Bereich mit einer Umlenkfläche 26 versehen, wie dies in der Vorveröffentlichung der Anmelderin gemäß DE 41 01 592 beschrieben ist.

Das Befüllen der Gießform geschieht in an sich bekannter Weise durch die Verschiebung des Kolbens 7 in der Gießkammer 6 in einer Vorfüll- und Formfüllphase. Während der Vorfüllphase dient die Regelung des Unterdrucks über diesen dritten Zeitabschnitt t_3 zur Absaugung der restlichen Luft- oder Gasanteile.

Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte und beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Sie umfaßt auch vielmehr alle fachmännischen Weiterbildungen und Ergänzungen im Rahmen des erfindatorischen Grundgedankens.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung eines Unterdrucks bei einer Druckgieß- und insbesondere bei einer Vakuum-Druckgießmaschine zur Herstellung gas-, poren- und oxydarmer Gußstücke aus Metallen und/oder deren Legierungen, wobei mittels eines Unterdruck-Anschlußventils (12, 13) an einer Gießform (3, 4) sowie einer mit Metallschmelze (8) füllbaren Gießkammer (6), eine Unterdruckbeaufschlagung der Gießform (3, 4) sowie der Gießkammer (6) erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterdruckbeaufschlagung der Gießform (3, 4) bzw. der Gießkammer (6) über wenigstens ein Regelventil (13) derart erfolgt, daß der Unterdruck

(p) im Formhohlraum (5) und/oder in der Gießkammer (6) nach einer regelbaren Kurve mit wenigstens zwei Zeitabschnitten geregelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung des Unterdrucks nach einer progressiven, linearen oder degenerativen Druck-Zeit-Funktion ($p = f(t)$) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung des Unterdrucks (p) als Funktion der in die Gießkammer (6) eingebrachten Menge (m) und/oder als Funktion des Gießkolbenweges (s) erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3 dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung des Unterdrucks an einer Vakuum-Druckgießmaschine mit einem Ansaugrohr (9) zur Ansaugung von Metallschmelze (8) aus einer Warmhalteeinrichtung (10) erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung des Unterdrucks (p) als Funktion der Zeit (t) und/oder der Menge (m) und/oder des Gießkolbenweges (s), derart erfolgt, daß im Saugrohr (9) und/oder in der Gießkammer (6) ein kontinuierlicher stetiger Anstieg der Schmelze (8) aus der Warmhalteeinrichtung (10) erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Unterdruck in einer ersten Phase t_1 auf einen hohen Unterdruck $p_1 \sim 150$ bis 200 mbar gehalten wird, um die Gießkammer zu füllen und daß sich eine zweite Haltephase t_2 mit einem Haltedruck $p_2 \sim 800$ mbar über einen Zeitraum t_2 zur Ausgasung der Schmelze in der Gießkammer anschließt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Halte-Unterdruck (p_2) auf einem bestimmten, vorgegebenen Wert p_2 über eine Zeitspanne t_2 derart gehalten wird, daß ein Ausgasen der Schmelze weitestgehend abgeschlossen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Halte-Unterdruck (p_2) in der Gießform (5), der Gießkammer (6) und/oder im Saugrohr (9) nach einem kontinuierlichen Abfall auf einen Unterdruck von p_2 von 200 auf 800 mbar (Anstieg des Druckes) über eine Zeitspanne $t_2 \sim 0,2 - 3$ sec konstant gehalten wird, derart, daß ein Austreten der Gase aus der Schmelze erfolgt.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Unterdruck (p) mittels der Unterdruckregelung derart einstellbar ist, daß beim Übertritt der Schmelze (8) aus dem Saugrohr (9) in die Gießkammer (6) an der Eintrittsöffnung (27) der Gießkammer (6) sich eine stetige turbulenzfreie Schmelzgeschwindigkeit (v) von vorzugsweise $v \leq 1$ m/sec einstellt. 5 10
10. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß der Vakuumanschlußleitung (12) zur Erfassung des Unterdrucks eine Vakuum-Meßsonde (18) zugeordnet ist, die vorzugsweise über ein Nebenschlußventil (19) an die Vakuum-Anschlußleitung (12) angeschlossen ist. 15
11. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Rechner (16) zur Steuerung bzw. Regelung wenigstens eines Schaltventils (13) in der Vakuum-Anschlußleitung (12) vorgesehen ist. 20 25
12. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gießkammer (6) eine Metallschmelze-Füllstandsmeßeinrichtung (28, 28') zur Mengenerfassung aufweist, deren Meßwert zur Unterdruckregelung auswertbar ist. 30
13. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Gießkolben ein Gießkolben-Wegerfassungsgeber (31) zugeordnet ist, dessen Meßwert (s) dem Rechner (16) über eine Meßleitung (32) zuführbar ist und daß eine Regelung ($p = f(s)$) vorgesehen ist. 35 40

45

50

55

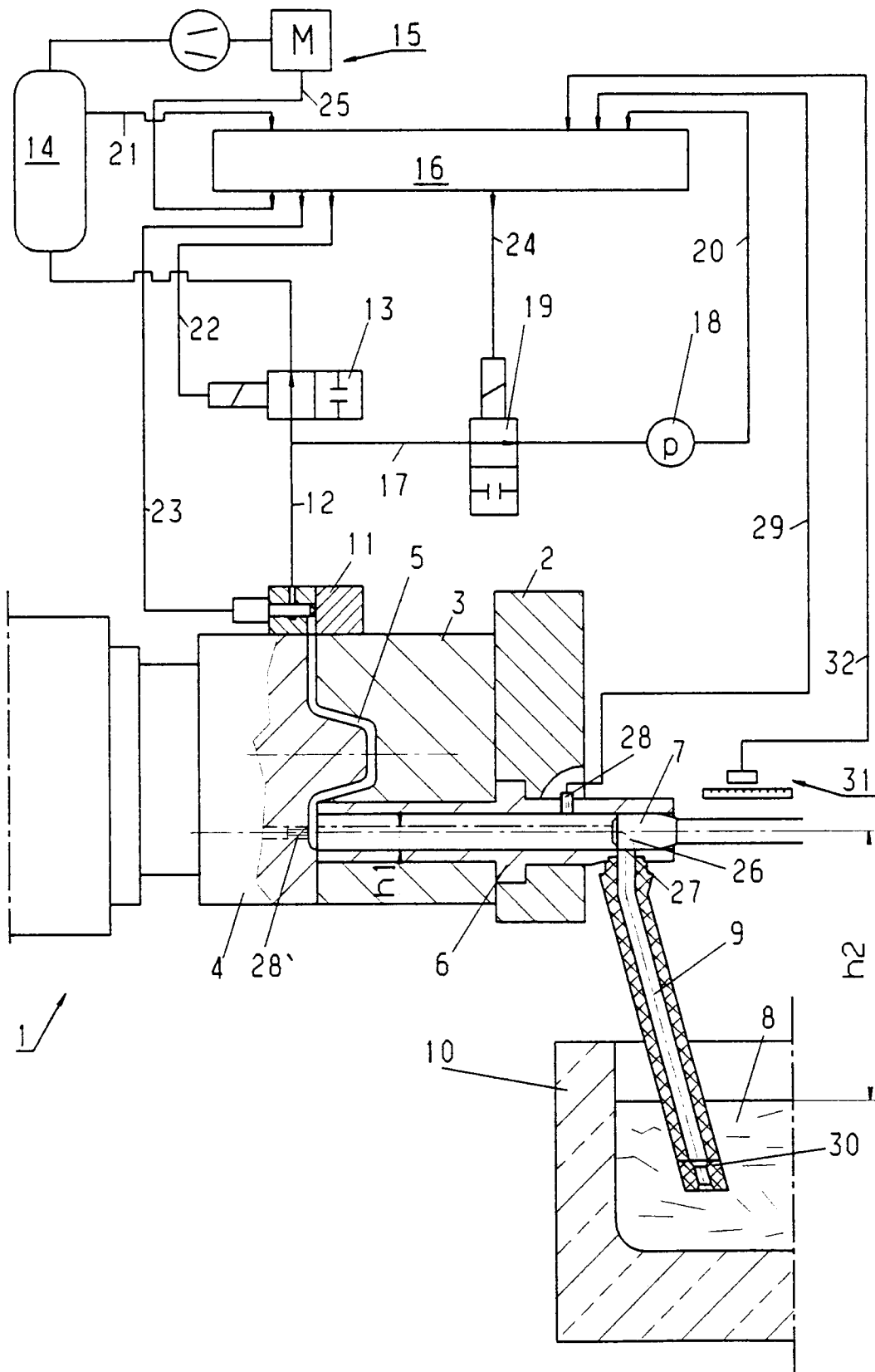


Fig. 1



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 93 11 8695

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
X	US-A-4 050 503 (ANGEL TONCHEV BALEVSKI ET AL.) * das ganze Dokument * ---	1,2,4,5	B22D17/32 B22D17/14
P,X	DE-A-41 23 463 (AUDI AG) * das ganze Dokument * ---	1,2,4-8	
A	US-A-3 009 218 (EARLE W. REARWIN ET AL.) * Ansprüche; Abbildungen * ---	1-13	
D,A	EP-A-0 051 310 (VEREINIGTE ALUMINIUM-WERKE AKTIENGESELLSCHAFT) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
			B22D B22C B29C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 21. März 1994	Prüfer Hodiamont, S
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			