

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
20. März 2003 (20.03.2003)

PCT

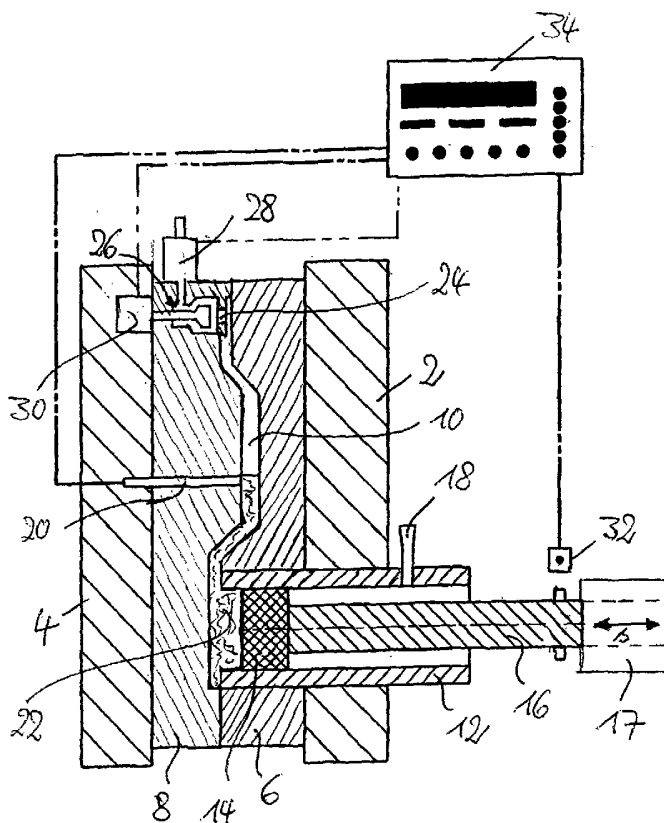
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/022489 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation: **B22D 17/32** (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ALCAN BDW GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Im Wiegenfeld 10, 85570 Markt Schwaben (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/10234
- (22) Internationales Anmeldedatum: 12. September 2002 (12.09.2002) (72) **Erfinder; und**  
(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **WÜST, Jürgen** [DE/DE]; Franz-Xaver-Stahl-Str. 23, 85435 Erding (DE). **WÄHRISCH, Klaus** [DE/DE]; Brunnenweg 1a, 85652 Pliening (DE). **AUER, Dieter** [DE/DE]; Heilmaierstr. 19, 85570 Markt Schwaben (DE). **WENZEL, Elisabeth** [DE/DE]; Grimmstr. 6, 80336 München (DE). **BAGNOUD, Christophe** [CH/CH]; Blanche-neige 2066, CH-3963 Crans (CH).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 101 44 945.3 12. September 2001 (12.09.2001) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR CONTROLLING A VACUUM VALVE OF A VACUUM DIECASTING DEVICE AND VACUUM DIECASTING DEVICE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM STEUERN EINES VAKUUMVENTILS EINER VAKUUMDRUCKGIESSVORRICHTUNG SOWIE VAKUUMDRUCKGIESSVORRICHTUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a vacuum diecasting device that comprises a casting cavity (10) which can be evacuated via a vacuum valve (26) and into which a liquid casting material can be pressed by a piston (14) that is actuated by an actuator (17). The device further comprises a level sensor (20) for detecting a level of the casting material in the casting cavity, a control device (34), linked with the level sensor, for controlling the vacuum valve, and a position sensor (32), linked with the control device (34), for detecting the movement of the piston (14). The control device produces a close signal for the vacuum valve (26) when the piston, once position (s<sub>1</sub>) is reached, at which the level sensor (20) indicates a predetermined level of the casting material in the casting cavity (10), has been displaced in a predetermined manner.

(57) **Zusammenfassung:** Eine Vakuumdruckgriessvorrichtung enthält einen Giesshohlraum (10), der über ein Vakuumventil (26) evakuierbar ist und in den flüssiges Giessmaterial von einem von einem Aktor (17) betätigten Kolben (14) drückbar ist, einen Füllstandssensor (20) zum Erfassen eines Füllstandes Giessmaterials in dem Giesshohlraum, ein mit dem Füllstandssensor verbundenes Steuergerät (34) zum Steuern des Vakuumventils, sowie einen mit dem Steuergerät (34) verbundenen Stellungssensor (32) zum Erfassen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/022489 A2



(74) **Anwalt: BARSKE, Heiko;** Blumbach, Kramer & Partner  
GbR, Radeckestr. 43, 81245 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** CA, JP, US.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.*

---

der Bewegung des Kolbens (14), wobei das Steuergerät ein Schliesssignal für das Vakuumventil (26) erzeugt, wenn der Kolben nach Erreichen der Stellung ( $s_1$ ), bei der der Füllstandssensor (20) einen vorbestimmten Füllstand des Giesshohlraums (10) mit Giessmaterial anzeigt, in vorbestimmter Weise verschoben ist.

## Verfahren zum Steuern eines Vakuumventils einer Vakuumdruckgießvorrichtung sowie Vakuumdruckgießvorrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern eines Vakuumventils einer Vakuumdruckgießvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft weiter eine Vakuumdruckgießvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 2.

Aus der DE 200 16 166 U1 ist eine gattungsgemäße Vakuumdruckgießvorrichtung bekannt, bei der der Füllstand von flüssigem Metall beim Einschießen in den Gießhohlraum von einem Metallkontaktsensor erfasst wird, der bei Kontakt mit dem flüssigen Metall ein Signal abgibt, auf das hin ein von einem Linearmotor angetriebener Verschlusskolben des Vakuumventils derart bewegt wird, dass das Vakuumventil zum Zeitpunkt der entsprechenden Auffüllung des Metalls ganz geschlossen ist. In einer Weiterbildung verwendet die bekannte Vakuumdruckgießvorrichtung einen mäanderförmig ausgebildeten Vakuum- bzw. Entlüftungskanal, in dem mehrere Metallkontaktsensoren angeordnet sind, die mit einem Rechner verbunden sind, der den Linearmotor des Verschlusskolbens entsprechend den Signalen der Sensoren steuert.

Wenn nur ein Metallkontaktsensor vorgesehen ist, können Schwankungen der Geschwindigkeit, mit der das geschmolzene Metall bei der Herstellung der Gussteile gefüllt wird, nicht ausgeglichen werden, so dass gewährleistet sein muss, dass das Vakuumventil auch bei hohen Einfüllgeschwindigkeiten rechtzeitig geschlossen wird, wodurch die Evakuierung vorzeitig beendet werden muss, was die Qualität des Gussteils nachteilig beeinflussen kann. Die Verwendung mehrerer Metallkontaktsensoren ist verhältnismäßig aufwendig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit der sich Gussteile verbesserter Qualität herstellen lassen.

Eine erste Lösung dieser Aufgabe wird mit dem Verfahren gemäß dem Anspruch 1 erzielt.

Dadurch, dass erfindungsgemäß die Stellung des Kolbens, mit dem das flüssige Gießmaterial in den Formhohlraum hin angedrückt bzw. eingeschossen wird, erfasst wird, und das Vakuumventil abhängig von der Kolbenstellung geschlossen wird, ist es möglich, das Vakuumventil zuverlässig erst dann zu schließen, wenn das Gießmaterial, vorzugsweise flüssiges Metall, das Vakuumventil erreicht. Auf diese Weise kann die Gießform bzw. der Gießhohlraum so lang wie möglich an eine Unterdruckquelle angeschlossen werden, wodurch Verunreinigungsgase, aus Schmier- und Trennstoffen entstammende Gase, usw., abgesaugt werden, und ein weitgehend von Poren bzw. Einschlüssen freies Gussteil entsteht.

Mit den Merkmalen des Anspruchs 2 wird die Qualität der hergestellten Vakuumgussteile weiter verbessert.

Der Anspruch 3 kennzeichnet den grundsätzlichen Aufbau einer Vakuumdruckgießvorrichtung zur Lösung des diesbezüglichen Teils der Erfindungsaufgabe.

Die Ansprüche 4 bis 10 sind auf vorteilhafte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Druckgießvorrichtung gerichtet.

Das gemäß dem Anspruch 4 eingesetzte Vakuumventil arbeitet vorteilhafterweise mit einer möglichst kurzen zeitlichen Verzögerung, so dass das Schließsignal möglichst spät erzeugt werden kann, wodurch der Schließzeitpunkt weitgehend unabhängig von im Betrieb der Gießvorrichtung auftretenden Schwankungen möglichst spät ist.

Mit den Merkmalen des Anspruchs 5 ist eine besonders einfache Steuerung der Erzeugung des Schließsignals möglich.

Gemäß dem Anspruch 6 kann der Zeitpunkt, zu dem das Schließsignal erzeugt werden muss, aktuell aus der Kolbengeschwindigkeit errechnet werden.

Die Ansprüche 7 bis 9 sind auf vorteilhafte, im Steuergerät gespeicherte Kennlinien gerichtet, wobei mit den Merkmalen des Anspruchs 9 der Betriebszustand der Druckgießvorrichtung überwacht werden kann.

Mit den Merkmalen des Anspruchs 10 wird erreicht, dass Betriebsschwankungen der Gießvorrichtung bei der Erzeugung des Schließsignals berücksichtigt werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen beispielsweise und mit weiteren Einzelheiten erläutert.

Es stellen dar:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Vakuumdruckgießvorrichtung und

Fig. 2 und 3 Kurven zur Erläuterung der Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Gemäß Fig. 1 enthält eine Vakuumdruckgießvorrichtung wenigstens zwei Grundkörper 2 und 4, die mittels einer nicht dargestellten Antriebseinrichtung in an sich bekannter Weise aufeinander zu- und voneinander wegbewegbar sind. An jedem Grundkörper ist ein zugehöriges Formteil 6 bzw. 8 befestigt, wobei einander zugewandte Flächen der Formteile 6 und 8 derart ausgebildet sind, dass bei aufeinander zubewegten Grundkörpern bzw. geschlossenem Werkzeug ein Gießhohlraum 10 gebildet ist.

Zum Einleiten von Gießmaterial, vorzugsweise flüssigem Metall, in den Gießhohlraum 10 dient ein zum Gießhohlraum 10 hin offener Zylinder 12, in dem ein Kolben 14 beweglich ist, der über einen Schaft 16 mit einem Aktor 17 zum Antrieb des Kolbens 14 verbunden ist. Durch die Wand des Zylinders 12 führt eine Einfüllleitung 18 zum Einfüllen des flüssigen Gießmaterials.

An den Gießhohlraum 10 grenzt ein Füllstandssensor 20 an, der bei Berührung mit in dem Gießhohlraum 10 aufsteigendem Gießmaterial 22 ein Signal erzeugt. An den oberen Endbereich des Gießhohlraums 10 grenzt eine Vakuumöffnung 24, die über ein Vakuumventil 26 mit einer Vakuumpumpe 28 verbunden ist. Das Vakuumventil 26 ist von einer Bauart, bei der das Ventilglied des Vakuumventils sich auf ein Schließsignal hin mit möglichst kurzer Verzögerung in die Schließstellung bewegt, in der das Vakuumventil 26 geschlossen ist. Die Betätigung des Ventilglieds geschieht beispielsweise mittels eines Aktors, beispielsweise eines Elektromagneten 30. Sie kann auch hydraulisch oder sonstwie geeignet erfolgen.

Die Stellung des Kolbens 14 bzw. des Schaftes 16 wird von einem Bewegungssensor 32 längs des Hubs des Kolbens 14 erfasst. Der Bewegungssensor 32 kann beispielsweise ein linearer Sen-

sor sein oder ein inkrementeller Drehsensor, wenn die Linearbewegung des Kolbens über eine entsprechende Mechanik in eine Drehbewegung umgewandelt wird.

Der Bewegungssensor 32, der Füllstandssensor 20 und der Magnet des Vakuumventils 26 sind mit einem elektronischen Steuergerät 34 verbunden, das einen Mikroprozessor mit zugehörigen Speichereinrichtungen, eine Anzeigeeinheit, beispielsweise in Form eines Displays, und Bedienelemente enthält.

Aufbau und Funktion der geschilderten Komponenten sind an sich bekannt. Im folgenden wird deren Zusammenwirken erläutert:

Es sei angenommen, dass der Kolben 14 gemäß Fig. 1 nach rechts über die Mündung der Einfüllleitung 18 hinaus bewegt ist. Durch die Einfüllleitung 18 kann dann flüssiges Metall in den evakuierten Gießhohlraum 10 eingefüllt werden, wobei der Raum innerhalb des Zylinders 12 links von dem Kolben 14 beispielsweise abhängig von den Volumenverhältnissen zu 20% bis 60% mit flüssigem Gießmaterial gefüllt wird. Der Kolben 14 wird dann nach links über die Mündung der Einfüllleitung 18 hinaus bewegt. Das Vakuumventil 26 ist offen. Die Vakuumpumpe 28 läuft, so dass der Gießhohlraum 10 mit Vakuum beaufschlagt ist. Das Gießmaterial 22 wird in den Gießhohlraum 10 gepresst und erreicht den Füllstandssensor 20.

Sobald das Gießmaterial 22 den Füllstandssensor 20 erreicht, sendet dieser ein Triggersignal an das Steuergerät 34, woraufhin die von dem Bewegungssensor 32 erfasste Stellung, die der Kolben bei Auslösen des Triggersignals hat, im Steuergerät 34 markiert wird. Vorteilhafterweise wird der Aktor 17, der beispielsweise hydraulisch ist, von dem Triggersignal auf eine größere Geschwindigkeit umgeschaltet, so dass das Gießmaterial in den Rest des Formhohlraums mit hoher Geschwindigkeit unter hohem Druck eingeschossen wird.

Fig. 2 verdeutlicht die Verhältnisse. Dargestellt ist die Geschwindigkeit des Kolbens 14 abhängig von der zurückgelegten Wegstrecke  $s$ . Wie ersichtlich, beginnt die Kolbenbewegung mit kleiner Geschwindigkeit bis zur Stellung  $s_1$ , bei der das Gießmaterial 22 den Füllstandssensor 20 erreicht. Die zugehörige Stellung  $s_1$  wird im Steuergerät 34 gespeichert. Gleichzeitig wird die Kraft oder, falls vorgesehen, die Geschwindigkeit, mit der der Aktor 17 den Kolben 14 antreibt, auf einen hohen Wert geschaltet. Es sei angenommen, dass die Stellung  $s_2$  des Kolbens derjenigen Stellung entspricht, in der das Gießmaterial die Vakuumöffnung 24 des Vakuumventils 26

erreicht, das heißt, diejenige Kolbenstellung ist, bei der das Vakuumventil 26 geschlossen sein muss, um vom Gießmaterial nicht zerstört zu werden. Es sei weiter angenommen, dass sich der Kolben innerhalb einer vorbestimmten Verzögerungszeitdauer  $\Delta t$ , die das Vakuumventil 26 benötigt, um auf ein Schließsignal hin zu schließen, um die Strecke  $\Delta s$  bewegt. Wie aus Fig. 2 unmittelbar ersichtlich, muss das Schließsignal für das Vakuumventil 26 dann zu dem Zeitpunkt erzeugt werden, zu dem der Kolben die Stellung  $s_3$  hat. Da im Steuergerät 17 die Stellung  $s_1$  des Kolbens markiert ist, kann mit Hilfe des Bewegungssensors 32 die Strecke  $s_3-s_2$  bzw. die Stellung  $s_3$  des Kolbens genau erfasst werden, und zu diesem Zeitpunkt das Schließsignal für das Vakuumventil 26 erzeugt werden.

Fig. 3 zeigt eine Kennlinie, die den zeitlichen Verlauf der Kolbenstellung angibt. In Fig. 3 ist zusätzlich die Verzögerung  $\Delta t$  des Vakuumventils 26 eingezeichnet.

Es versteht sich, dass die Kennlinie der Fig. 2 durch Differenzierung der Kennlinie der Fig. 3 erzeugt werden kann. Je nach Konstruktion des Bewegungssensors 32 kann die Kennlinie der Fig. 2 oder der Fig. 3 unmittelbar aufgenommen werden und die Kennlinie der Fig. 3 durch Integration der Kennlinie der Fig. 2 oder die Kennlinie der Fig. 2 durch Differenzierung der Kennlinie der Fig. 3 erzeugt werden.

Je nach Konstruktion des Vakuumventils und dessen Anordnung im Gießhohlraum kann der Gießhohlraum bei Erreichen der Kolbenstellung  $s_2$  (Gießmaterial erreicht die Vakuumöffnung 24) vollständig gefüllt sein oder, wie in den Figuren dargestellt, erst weitgehend gefüllt sein, so dass der Kolben noch eine geringe zusätzliche Strecke zurücklegt. Es versteht sich, dass der Kolben auch derart gesteuert werden kann, dass er in der Stellung  $s_2$  gebremst wird.

Vorteilhaft ist, die Kennlinie der Fig. 2 als eine Sollkennlinie zu speichern, die einem einwandfreien Zustand der Gießvorrichtung entspricht. Diese Sollkennlinie kann dann zur Ermittlung der Stellung  $s_3$  des Kolbens dienen, bei der das Schließsignal für das Vakuumventil erzeugt wird.

Die Sollkennlinie kann laufend zusammen mit einer Istkennlinie beispielsweise auf einem Bildschirm visualisiert werden, so dass Betriebsänderungen der Druckgießvorrichtung unmittelbar sichtbar sind und eventuelle Fehler frühzeitig erkannt werden. Weiter kann bei der Serienherstellung von Gußteilen die Kennlinie, die zur Ermittlung von  $s_3$  verwendet wird, laufend aktualisiert werden, indem beispielsweise die Istkennlinie eines unmittelbar zurückliegenden Gießvorgangs

als Kennlinie zur Ermittlung von  $s_3$  herangezogen wird oder eine aus mehreren zurückliegenden Gießvorgängen gemittelte Kennlinie.

Insgesamt wird mit der Erfindung erreicht, dass der Gießhohlraum während des Gießens so lange wie möglich mit Vakuum beaufschlagt werden kann, so dass Vakuumdruckgussteile hoher Qualität hergestellt werden. Die Porenfreiheit der Druckgussteile wird dadurch weiter verbessert, dass die Endphase des Gießens durch die höhere Kolbenkraft unter hohem Gießdruck erfolgt, so dass etwaige Poren, soweit das in ihnen enthaltene Gas nicht durch das Vakuum abgesaugt wird, im Volumen verkleinert werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann in vielfältiger Weise abgeändert und weitergebildet werden.

Beispielsweise können in einer Druckgießvorrichtung mehrere, von einem Gießhohlraum 10 ausgehende Anschlüsse an Vakuumventile und mehrere Füllstandssensoren vorgesehen sein, wobei die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens dann voraussetzt, dass in den Relationen der Füllungen der einzelnen, zwischen den Füllstandssensoren und den Vakuumventilen liegenden Kanälen keine Änderungen eintreten. Die Visualisierung der Kennlinie der Fig. 2 ist, wie unmittelbar ersichtlich, wegen deren guter Auflösung zwar vorteilhaft; es können jedoch auch andere Kennlinien visualisiert werden. Weiter ist es möglich, das Schließsignal nicht unmittelbar dadurch zu erzeugen, dass der Kolben eine vorbestimmte Stellung ( $s_3$ ) in Fig. 2 erreicht, sondern dadurch, dass er eine vorbestimmte Geschwindigkeit hat, usw..

## Bezugszeichenliste

2	Grundkörper
4	Grundkörper
6	Formteil
8	Formteil
10	Gießhohlraum
12	Zylinder
14	Kolben
16	Schaft
17	Aktor
18	Einfülleitung
20	Füllstandssensor
22	Gießmaterial
24	Vakuumöffnung
26	Vakuumventil
28	Vakuumpumpe
30	Elektromagnet
32	Bewegungssensor
34	Steuergerät

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Vakuumventils einer Vakuumdruckgießvorrichtung, bei welchem Verfahren

flüssiges Gießmaterial (22) von einem Kolben (14) in einen evakuierten Gießhohlraum (10) gedrückt wird,

ein vorbestimmter Füllstand des Gießmaterials in dem Gießhohlraum erfasst wird und das in einer Verbindung zwischen einer Vakuumquelle (28) und den Gießhohlraum (10) angeordnete Vakuumventil (26) abhängig von dem Erreichen des Füllstandes derart betätigt wird, dass das Vakuumventil geschlossen ist, wenn das Gießmaterial einen Anschluss des Vakuumventils an den Gießhohlraum erreicht,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Bewegung des Kolbens (14) erfasst wird,

die Stellung markiert wird, die der Kolben hat, wenn das Gießmaterial den vorbestimmten Füllstand erreicht und

das Vakuumventil (26) geschlossen wird, wenn sich der Kolben, ausgehend von der markierten Stellung in vorbestimmter Weise weiterbewegt hat.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass

die Geschwindigkeit, mit der der Kolben (14) bewegt wird, bei Erreichen des vorbestimmten Füllstandes vergrößert wird.

3. Vakuumdruckgießvorrichtung, enthaltend  
einen Gießhohlraum (10), der über ein Vakuumventil (26) evakuierbar ist und in den flüssiges Gießmaterial mittels eines von einem Aktor (17) betätigten Kolbens (14) drückbar ist,  
einen Füllstandssensor (20) zum Erfassen eines Füllstandes des Gießmaterials in dem Gießhohlraum und ein mit dem Füllstandssensor verbundenes Steuergerät (34) zum Steuern des Vakuumventils,  
gekennzeichnet durch

einen mit dem Steuergerät (34) verbundenen Stellungssensor (32) zum Erfassen der Bewegung des Kolbens (14), wobei

das Steuergerät ein Schließsignal für das Vakuumventil (26) erzeugt, wenn der Kolben nach Erreichen der Stellung ( $s_1$ ), bei der der Füllstandssensor (20) einen vorbestimmten Füllstand des Gießhohlraums (10) mit Gießmaterial anzeigt, in vorbestimmter Weise verschoben ist.

4. Vakuumdruckgießvorrichtung nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass

das Vakuumventil (26) auf ein Schließsignal hin mit einer vorbestimmten zeitlichen Verzögerung von seiner Offenstellung in seine Schließstellung schaltet.

5. Vakuumdruckgießvorrichtung nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass

das Steuergerät das Schließsignal für das Vakuumventil (26) erzeugt, wenn der Kolben (14), ausgehend von der dem vorbestimmten Füllstand entsprechenden Stellung ( $s_1$ ) eine vorbestimmte Strecke zurückgelegt hat.

6. Vakuumdruckgießvorrichtung nach Anspruch 3 oder 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass

im Steuergerät (34) die vom Bewegungssensor (32) erfasste Stellung des Kolbens (14) zeitlich differenziert wird und aus der Geschwindigkeit des Kolbens und dessen augenblicklicher Stellung der Zeitpunkt bestimmt wird, zu dem das Schließsignal für das Vakuumventil (26) erzeugt wird.

7. Vakuumdruckgießvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass

in dem Steuergerät eine Kennlinie gespeichert ist, die die Kolbengeschwindigkeit abhängig von der Kolbenstellung angibt.

8. Vakuumdruckgießvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass

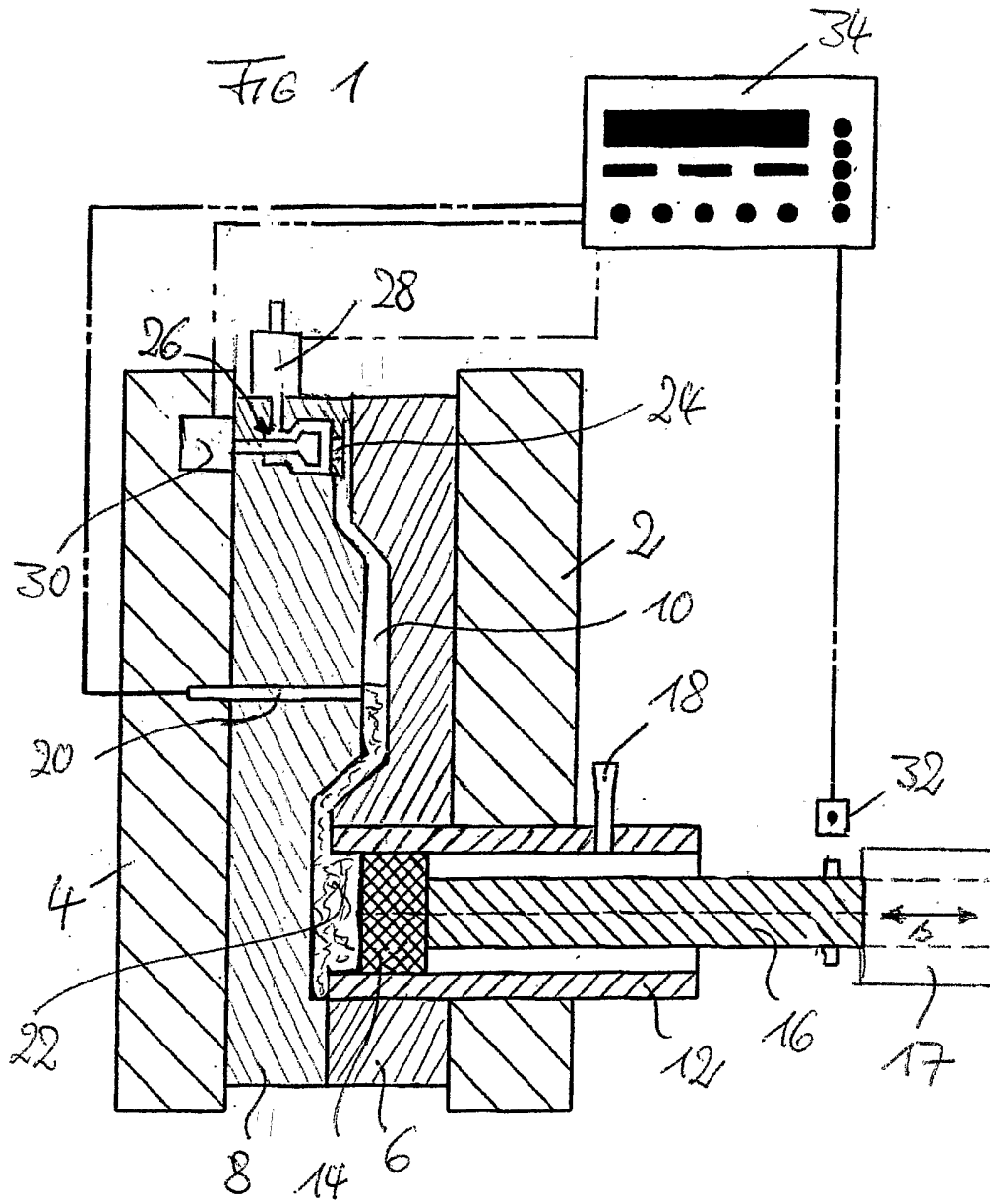
im Steuergerät (34) eine Kennlinie gespeichert ist, die den zeitlichen Verlauf der Kolbenstellung angibt.

9. Vakuumdruckgießvorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass

in dem Steuergerät eine Sollkennlinie gespeichert ist und Abweichungen zwischen einer Ist- und der Sollkennlinie visualisiert werden.

10. Vakuumgießvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass

die Kennlinie, die zur Bestimmung des Zeitpunktes des Schließsignals verwendet wird, laufend aktualisiert wird.



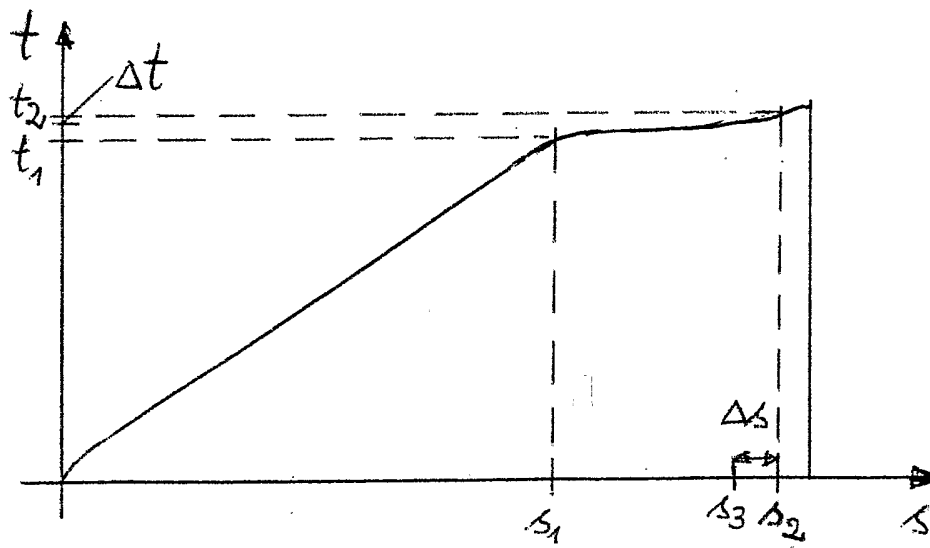
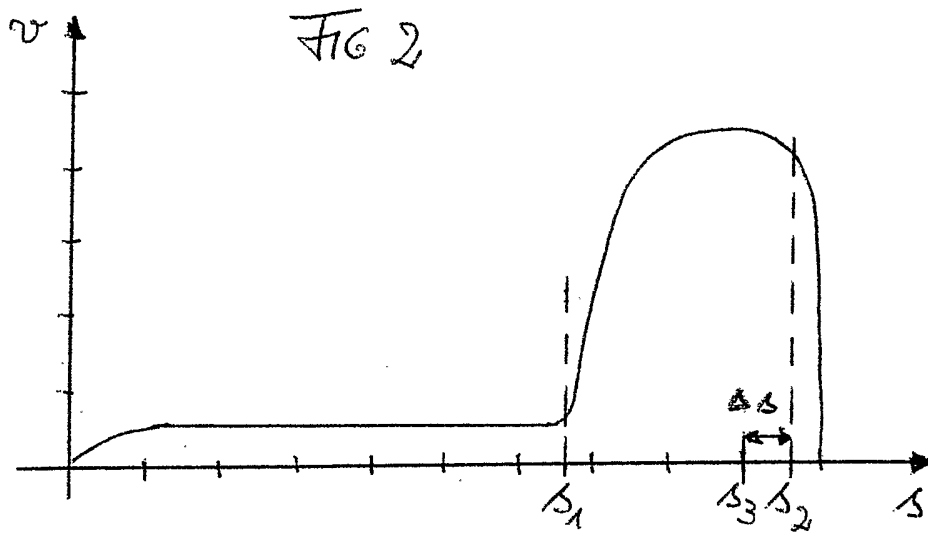


FIG 3