

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50085/2019
(22) Anmeldetag: 01.02.2019
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2020

(51) Int. Cl.: **B29C 45/67** (2006.01)
B29C 45/82 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 10220406 A1
DE 2451054 A1
JP 2009226449 A

(73) Patentinhaber:
ENGEL AUSTRIA GmbH
4311 Schwertberg (AT)

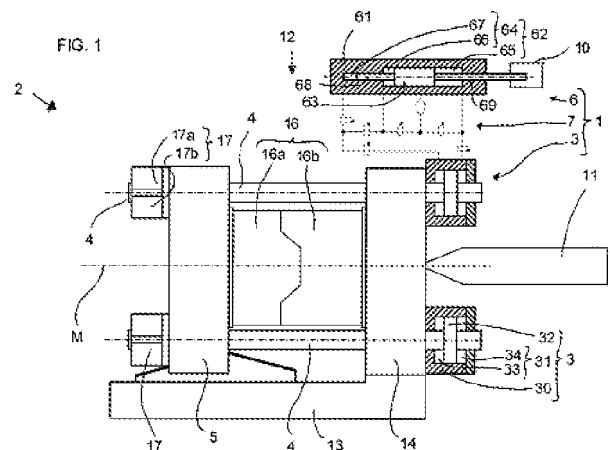
(72) Erfinder:
Zeidlhofer Herbert Dipl.Ing.
3350 Haag (AT)
Riegler Lukas Dipl.Ing.
3350 Haag (AT)
Schott Günter Dipl.Ing. (FH)
4300 St. Valentin (AT)

(74) Vertreter:
Mag. Dr. Paul Torggler, Dipl.-Ing. Dr. Stephan
Hofinger, Mag. Dr. Markus Gangl, MMag. Dr.
Christoph Maschler, Dipl.-Ing. (FH) Dr. Bernhard
Hechenleitner, Dipl.-Phys. Dr. Almar Lercher
6020 Innsbruck (AT)

(54) Antriebsvorrichtung für eine Formgebungsmaschine

(57) Antriebsvorrichtung (1) für eine Formgebungsmaschine (2), insbesondere für eine Spritzgießmaschine, mit wenigstens einem hydraulisch angetriebenen Druckkissen (3), über welches ein Holm (4) oder eine bewegbare Formaufspannplatte (5) der Formgebungsmaschine (2) zur Schließkraftaufbringung bewegbar ist, einer Fördervorrichtung (6) zum Fördern eines Hydraulikfluids, wobei die Fördervorrichtung (6) einen Förderzylinder (61), einen im Förderzylinder (61) ausgebildeten und mit Hydraulikfluid gefüllten Förderraum (62) und einen im Förderraum (62) bewegbaren Förderkolben (63) aufweist, wobei der Förderkolben (63) den Förderraum (62) in einen ersten Raum (64) und in einen zweiten Raum (65) unterteilt, und einem mit Hydraulikfluid gefüllten Hydraulikleitungssystem (7), über welches die Fördervorrichtung (6) mit dem Druckkissen (3) verbunden ist, wobei eine Absperrvorrichtung (8) zum Unterbrechen der Verbindung des Druckkissens (3) mit der Fördervorrichtung (6) und eine den ersten Raum (64) mit dem zweiten Raum (65) verbindende Verbindungsleitung (70) zum Fördern von

Hydraulikfluid zwischen den Räumen (64, 65) bei durch die Absperrvorrichtung (8) unterbrochener Verbindung des Druckkissens (3) mit der Fördervorrichtung (6) vorgesehen sind.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Antriebsvorrichtung für eine Formgebungsmaschine, insbesondere für eine Spritzgießmaschine, mit wenigstens einem hydraulisch angetriebenen Druckkissen, über welches ein Holm oder eine bewegbare Formaufspannplatte der Formgebungsmaschine zur Schließkraftaufbringung bewegbar ist, einer Fördervorrichtung zum Fördern eines Hydraulikfluids, wobei die Fördervorrichtung einen Förderzylinder, einen im Förderzylinder ausgebildeten und mit Hydraulikfluid gefüllten Förderraum und einen im Förderraum bewegbaren Förderkolben aufweist, wobei der Förderkolben den Förderraum in einen ersten Raum und in einen zweiten Raum unterteilt, und einem mit Hydraulikfluid gefüllten Hydraulikleitungssystem, über welches die Fördervorrichtung mit dem Druckkissen verbunden ist. Zudem betrifft die Erfindung eine Formgebungsmaschine mit einer solchen Antriebsvorrichtung.

[0002] Auf der Schließseite von Formgebungsmaschine wurden bereits die unterschiedlichsten Antriebsvorrichtungen realisiert, um die Schließ- und Öffnungsbewegung der bewegbaren Formaufspannplatte durchzuführen. Die Schließbewegung wird dabei in zwei Abschnitte eingeteilt, nämlich in den Eilhub, in welchem die Formaufspannplatte einen relativ großen Weg bei relativ geringer Kraft zurücklegt, und in den Schließkraftaufbau, in welchem die Formaufspannplatte kaum mehr einen Weg zurücklegt und durch eine relativ hohe Kraft die Formaufspannplatten aufeinander gepresst werden.

[0003] Vor allem für die Durchführung des Schließkraftaufbaus ist der Einsatz von hydraulisch betätigten Druckkissen seit vielen Jahren bekannt. Der Eilhub kann entweder auch über diese Druckkissen durchgeführt werden oder es kann eine von den Druckkissen separate Eilhubvorrichtung vorgesehen sein.

[0004] Ein Beispiel für den Einsatz von Druckkissen für den Schließkraftaufbau bei einer vertikalen Schließeinheit einer Formgebungsmaschine geht aus der DE 10 2016 006 108 A1 hervor.

[0005] Die EP 1 388 404 B zeigt ein Hydraulikaggregat für eine Spritzgießmaschine mit einem Antrieb, der über einen Stellmechanismus und einen hydraulischen Kraftübersetzer in Wirkverbindung mit einer Funktionseinheit steht. Dabei ist eine Stellbewegung des Eingangszylinders in eine entsprechende Bewegung des Ausgangszylinders umsetzbar. Zur Kompensation einer Leckage zwischen den Druckräumen ist eine Referenziereinrichtung vorgesehen, mittels der eine Korrektur Einstellung der Drücke durchführbar ist. Ein Wegeventil ist zur Verbindung der Zulauf- und Ablaufleitung vorgesehen.

[0006] Die EP 1 331 079 B1 zeigt ein Zweiplatten-Schließsystem einer Spritzgießmaschine, wobei doppelt wirkende und in Schließdruckzylindern gelagerte Schließdruckkolben der feststehenden Formaufspannplatte zugeordnet sind. Das Schließen der Schließeinheit im Eilgang wird durch eine Spindel, welche von einem Antriebsmotor über einen Zahnriemen angetrieben wird, ausgelöst, wobei diverse Ventile dafür entsprechend geschaltet werden. Für den Schließkraftaufbau wird durch Weiterdrehen der Spindel im Schließsinne aus einem Druckraum Druckflüssigkeit über ein geöffnetes Ventil in die Schließräume der Schließdruckzylinder geleitet. Nach dem Schließen dieses Ventils wird der gewünschte Schließdruck für die Dauer des Spritzvorgangs eingesperrt, wobei die unter Druck stehende Hydraulikflüssigkeit in den Schließdruckräumen auf die ringförmigen Kolbenflächen der vier Schließdruckkolben wirkt. Nachteilig bei dieser Vorrichtung ist, dass die Spindel direkt über das Hydrauliköl geschmiert wird, da Hydrauliköl eine ungünstige Viskosität für die Schmierung aufweist. Dadurch ist der Verschleiß der Spindel sehr hoch und die Lebensdauer sehr kurz, weshalb eine solche Spindel oft getauscht werden muss, was wiederum aufwändig ist. Weiters ist es nachteilig, dass über den Eilhub Hydrauliköl auf die Schließkraftseite der Kammer des Schließdruckkolbens nachgefördert werden muss, wodurch sich das benötigte Volumen drastisch erhöht. Dieses muss dann aber wieder über die Spindel komprimiert werden, wodurch ein ziemlich großer Kompressionshub erforderlich ist, was wiederum zwangsweise zu einer großen Baulänge führt. Zudem wird bei dieser Vorrichtung ein Tank benötigt, welcher wiederum viel Bauraum benötigt. Durch die langen Leitungen und den Tank vervielfacht sich auch die Menge an im System notwendigen

Hydrauliköl.

[0007] Die EP 2 242 633 B1 zeigt einen Linearantrieb zur Erzeugung einer Stellbewegung und zur Aufbringung einer großen Haltekraft. Ähnlich nachteilig wie bei der vorher angeführten Schrift ist, dass einerseits auch hier ein Tank notwendig ist und dass andererseits die Spindel direkt im ungünstigen Hydrauliköl geschmiert wird. Zudem ist es nachteilig, dass sämtliche Kraft direkt von der Spindel aufgenommen werden muss. Auch zeigt diese Schrift eine suboptimale Kombination aus Antriebsleistung und benötigtem Bauraum.

[0008] Eingangs wurden jene Bewegungen (Eilhub und Schließkraftaufbau) näher beschrieben, die - zusammen mit dem Öffnen - bei jedem Formgebungszyklus durchgeführt werden. Es gibt aber auch Bewegungen, die nicht bei jedem Formgebungszyklus durchgeführt werden, sondern die wesentlich seltener durchzuführen sind. Eine solche Bewegung ist die Formhöhenverstellung. Dies ist meist notwendig, wenn ein neues Formwerkzeug an den Formaufspannplatten montiert wird. In Abhängigkeit von der Höhe des Formwerkzeugs, ergibt sich eine geänderte Schließstellung. Das heißt, je nach Formhöhe sind in der geschlossenen Stellung die Formaufspannplatten unterschiedlich weit voneinander entfernt. Anders ausgedrückt wird bei einer Holmmaschine die Relativposition der bewegbaren Formaufspannplatte relativ zum Holm geändert, sodass sowohl die Ausgangsposition vor dem Schließen als auch die Position bei der Schließkraftaufbringung entsprechend der Formhöhenänderung verschoben ist. Um nun bei einem Werkzeugwechsel eine entsprechende Formhöhenverstellung durchzuführen, sind bereits diverse Lösungen bekannt.

[0009] Beispielsweise zeigt die EP 1 321 272 B1 eine Vorrichtung zur Verstellung der Einbauhöhe eines Werkzeugs, wobei mit jedem Holm ein Verstellelement formschlüssig verbunden ist, die über einen zentralen Antrieb axial relativ zum Holm verstellbar sind. Die Verstellelemente sind mittels einer Feststellvorrichtung arretierbar. Die Feststellvorrichtung ist als verschiebbarer Kolben ausgebildet.

[0010] Die DE 10 2015 011 425 A1 zeigt eine Schließeinheit für eine Formgebungsmaschine mit einer Formhöhenverstelleinrichtung.

[0011] Beide Dokumente zeigen Vorrichtungen, die relativ aufwändig sind. Das heißt, für die relativ selten durchgeführten Werkzeugwechsel sind recht komplexe zusätzliche Komponenten und Aufbauten notwendig.

[0012] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Antriebsvorrichtung zu schaffen. Insbesondere sollen die angeführten Nachteile behoben werden. Besonders bevorzugt soll die Antriebsvorrichtung einfacher, kostengünstiger und/oder kleiner ausgebildet sein und dennoch die notwendigen Bewegungen durchführen können.

[0013] Dies wird durch eine Antriebsvorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1 erreicht. Demnach ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Antriebsvorrichtung eine Absperrvorrichtung zum Unterbrechen der Verbindung des Druckkissens mit der Fördervorrichtung und eine den ersten Raum mit dem zweiten Raum verbindende Verbindungsleitung zum Fördern von Hydraulikfluid zwischen den Räumen bei durch die Absperrvorrichtung unterbrochener Verbindung des Druckkissens mit der Fördervorrichtung aufweist.

[0014] Mit der vorliegenden Erfindung ist es möglich, dass durch die Fördervorrichtung die Ausgangsposition des Druckkissens verändert wird. Das heißt, es wird die Formhöhe verstellt, auf welche die Antriebsvorrichtung ausgelegt ist. Die Fördervorrichtung wird nicht nur für Schließkraftaufbringung verwendet, sondern wird auch für die Holmpositionierung eingesetzt. Die Fördervorrichtung bildet zusammen mit dem Druckkissen eine Formhöhenverstelleinrichtung. Somit kann eine Holmpositionsänderung bei einem Werkzeugwechsel auf einfache Art und Weise durchgeführt werden. Die Lösung ist zudem sehr kompakt.

[0015] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0016] Für eine einfache Funktionsweise ist das Druckkissen als Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildet. Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass das Druckkissen einen Kissenzylinder, einen im Kissenzylinder ausgebildeten und mit Hydraulikfluid gefüllten Druckkissenraum und einen im Druckkissenraum bewegbaren Kissenkolben aufweist, wobei der Kissenkolben den Druckkissenraum in einen Schließdruckraum und in einen Öffnungsdruckraum unterteilt.

[0017] Hydraulikfluid ist ein Fluid, das zur Übertragung von Energie (Volumenstrom, Druck) in Hydrauliksystemen in der Fluidtechnik benötigt wird. Unter den Begriff Hydraulikfluid fallen Hydraulikflüssigkeiten oder entsprechende Gemische aus einer Flüssigkeit und Gas. Bevorzugt wird als Hydraulikfluid ein Hydrauliköl eingesetzt.

[0018] Generell ist anzuführen, dass die Fördervorrichtung als Kolbenpumpe ausgebildet ist.

[0019] Der erste Raum und/oder der zweite Raum des Förderraums können/kann als Druckraum ausgebildet sein. Das heißt, dieser Raum ist mit (Hydraulik-)Druck beaufschlagt.

[0020] Die Leitungen des Hydraulikleitungssystems können beliebig ausgebildet sein, solange eine ausreichende Druckbeaufschlagung der Fördervorrichtung und des Druckkissens möglich ist. Die Leitungen des Hydraulikleitungssystems umfassen auch die Begriffe Schlauch, Bohrung, Rohr, usw.

[0021] Bevorzugt ist vorgesehen, dass das Hydraulikleitungssystem eine erste Hydraulikleitung aufweist, welche den Schließdruckraum des Druckkissens mit dem ersten Raum der Fördervorrichtung verbindet. Zudem kann vorgesehen sein, dass das Hydraulikleitungssystem eine zweite Hydraulikleitung aufweist, welche den Öffnungsdruckraum des Druckkissens mit dem zweiten Raum der Fördervorrichtung verbindet. Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass das Hydraulikleitungssystem eine Verknüpfungsleitung aufweist, welche die erste Hydraulikleitung und die zweite Hydraulikleitung verbindet.

[0022] Weiters kann bevorzugt vorgesehen sein, dass in der ersten Hydraulikleitung zwischen einer Abzweigung zur Verknüpfungsleitung und dem Schließdruckraum ein erstes Schaltelement, vorzugsweise zum Durchführen eines Fördervorrichtungs-Leerhubs, angeordnet ist und/oder dass in der zweiten Hydraulikleitung zwischen einer Abzweigung zur Verknüpfungsleitung und dem Öffnungsdruckraum ein zweites Schaltelement, vorzugsweise zum Durchführen eines Fördervorrichtungs-Leerhubs, angeordnet ist.

[0023] Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass sich die Verbindungsleitung aus dem Teil der ersten Hydraulikleitung, welcher vom ersten Druckraum bis zur Abzweigung zur Verknüpfungsleitung reicht, aus der Verknüpfungsleitung und aus dem Teil der zweiten Hydraulikleitung, welcher von der Abzweigung der Verknüpfungsleitung bis zum zweiten Druckraum reicht, zusammensetzt.

[0024] Um ein Absperren zu ermöglichen, ist bevorzugt vorgesehen, dass - vorzugsweise zum Durchführen eines Fördervorrichtungs-Leerhubs des Förderkolbens der Fördervorrichtung - das erste Schaltelement und das zweite Schaltelement in eine Schließstellung bringbar sind. Somit bilden das erste Schaltelement und das zweite Schaltelement gemeinsam die Absperrvorrichtung.

[0025] Jedes Schaltelement ist bevorzugt als fluidtechnisches Schaltelement ausgebildet. Konkret kann als Schaltelement ein schaltbares Ventil oder eine Cartridge-Ventil eingesetzt werden.

[0026] Um einen Druckkissenhub durchzuführen, kann bevorzugt vorgesehen sein, dass in der Verknüpfungsleitung ein drittes Schaltelement angeordnet ist. Bevorzugt ist vorgesehen, dass zum Durchführen eines Formhöhen-Verstellhubs des Kissenkolbens des Druckkissens das erste Schaltelement und das zweite Schaltelement in eine Offenstellung bringbar sind und das dritte Schaltelement in eine Schließstellung bringbar ist.

[0027] Um auf einen Tank verzichten zu können, ist bevorzugt vorgesehen, dass der Druckkissenraum, der Förderraum und das Hydraulikleitungssystem einen geschlossenen Hydraulik-

kreislauf bilden.

[0028] Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass das Hydraulikleitungssystem, vorzugsweise im Bereich der Verknüpfungsleitung, mit einer Speichervorrichtung, vorzugsweise einem Blasen-speicher, verbunden ist. Ein solcher Hydraulikspeicher dient zum Ausgleich des (minimalen) Differentialvolumens aufgrund der Kompression der Hydraulikflüssigkeit.

[0029] Vor allem wenn eine Speichervorrichtung vorgesehen ist, ist es sinnvoll, dass die Speichervorrichtung über eine von der Verknüpfungsleitung abzweigende Abzweigungsleitung mit der Verknüpfungsleitung verbunden ist, wobei in der Verknüpfungsleitung zwischen der Abzweigungsleitung und der ersten Hydraulikleitung - vorzugsweise zum Durchführen des Formhöhen-Verstellhubs in eine Schließstellung bringbares - das dritte Schaltelement angeordnet ist und in der Verknüpfungsleitung zwischen der Abzweigungsleitung und der zweiten Hydraulikleitung - vorzugsweise zum Durchführen des Formhöhen-Verstellhubs in eine Schließstellung bringbares - ein viertes Schaltelement angeordnet ist.

[0030] Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass die Fördervorrichtung als zweistufiger Kraftübersetzer ausgebildet ist. Bevorzugt ist vorgesehen, dass der zweite Druckraum zweiteilig - mit einem im Querschnitt ringförmigem, axial außenliegenden Teilraum und mit einem davon separaten, axial innenliegenden Teilraum - ausgebildet ist.

[0031] Vor allem bei einer als zweistufiger Kraftübersetzer ausgebildeten Fördervorrichtung ist es sinnvoll, wenn die erste Hydraulikleitung eine erste Zweigleitung und eine zweite Zweigleitung aufweist, wobei die erste Zweigleitung mit dem axial außenliegenden, ringförmigen Teilraum und die zweite Zweigleitung mit dem axial innenliegenden Teilraum verbunden ist. Bevorzugt kann weiters vorgesehen sein, dass ein fünftes Schaltelement in der zweiten Zweigleitung angeordnet ist und ein sechstes Schaltelement in der ersten Zweigleitung angeordnet ist.

[0032] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Fördervorrichtung durch einen Elektroantrieb antreibbar ist. Speziell ist vorgesehen, dass der Förderkolben durch den Elektroantrieb relativ zum Förderzylinder, vorzugsweise linear, bewegbar ist.

[0033] Schutz wird auch begehrt für eine Formgebungsmaschine, insbesondere eine Spritzgießmaschine, mit einer erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Formgebungsmaschine eine Einspritzeinheit und eine Schließeinheit aufweist, wobei die Schließeinheit ein Maschinenbett, eine mit dem Maschinenbett verbundene feststehende Formaufspannplatte und eine am Maschinenbett bewegbar gelagerte Formaufspannplatte aufweist, wobei die bewegbare Formaufspannplatte von der Antriebsvorrichtung antreibbar ist.

[0034] Es gibt zwei grundsätzlich gängige Konstruktionsweisen von Formgebungsmaschinen, nämlich als Zwei- bzw. Drei-Plattenmaschinen mit Holmen oder als holmlose Maschinen.

[0035] Bei der ersten Variante ist vorgesehen, dass die Schließeinheit vier, die Formaufspannplatten durchsetzende Holme aufweist, wobei jeder Holm mit jeweils einem Kissenkolben eines Druckkissens der Antriebsvorrichtung verbunden ist.

[0036] Bei der zweiten Variante ist vorgesehen, dass die Schließeinheit holmlos ausgebildet ist, wobei der Kissenkolben mit der bewegbaren Formaufspannplatte verbunden ist und der Kissenzylinder mit einer am Maschinenbett befestigten Stirnplatte der Schließeinheit verbunden oder in dieser Stirnplatte ausgebildet ist.

[0037] Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der Figurenbeschreibung unter Bezugnahme auf die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele im Folgenden näher erläutert. Darin zeigen:

[0038] Fig. 1 in einer schematischen Seitenansicht eine Formgebungsmaschine in Form einer Holmmaschine mit einer Antriebsvorrichtung,

[0039] Fig. 2 in einer schematischen Seitenansicht eine Formgebungsmaschine in Form einer holmlosen Maschine mit einer Antriebsvorrichtung,

- [0040] Fig. 3 schematisch im Detail eine Antriebsvorrichtung samt Fördervorrichtung, Hydraulikleitungssystem und Druckkissen,
- [0041] Fig. 4 die Schaltstellung der Antriebsvorrichtung beim ersten Leerhub des Formteilhubs,
- [0042] Fig. 5 die Schaltstellung der Antriebsvorrichtung beim ersten Verstellhub des Formteilhubs,
- [0043] Fig. 6 die Schaltstellung der Antriebsvorrichtung beim zweiten Leerhub des Formteilhubs,
- [0044] Fig. 7 die Schaltstellung der Antriebsvorrichtung beim zweiten Verstellhub des Formteilhubs,
- [0045] Fig. 8 die neue Ausgangsstellung nach Beendigung des Formteilhubs,
- [0046] Fig. 9 eine Schaltstellung der Antriebsvorrichtung beim Positions-Toleranzausgleich,
- [0047] Fig. 10 die Schaltstellung der Antriebsvorrichtung beim Aufbau der Schließkraft,
- [0048] Fig. 11 die Schaltstellung der Antriebsvorrichtung beim Halten der Schließkraft,
- [0049] Fig. 12 die Schaltstellung der Antriebsvorrichtung beim Verdichten für den Schließkraftabbau
- [0050] Fig. 13 die Schaltstellung der Antriebsvorrichtung beim Schließkraftabbau,
- [0051] Fig. 14 die Schaltstellung der Antriebsvorrichtung bei der Rückstellung der Holme bzw. der Übertragungsstange,
- [0052] Fig. 15 die Ausgangsstellung der Antriebsvorrichtung,
- [0053] Fig. 16 die Schaltstellung der Antriebsvorrichtung bei Aufbringung einer erhöhten Öffnungskraft,
- [0054] Fig. 17 eine schematische Darstellung der Antriebsvorrichtung mit einer Fördervorrichtung in Form eines einstufigen Druckübersetzers,
- [0055] Fig. 18 die Antriebsvorrichtung mit einer im Kissenkolben angeordneten Fördervorrichtung in Form eines einstufigen Druckübersetzers und
- [0056] Fig. 19 die Antriebsvorrichtung mit einer im Kissenkolben angeordneten Fördervorrichtung in Form eines zweistufigen Druckübersetzers.

[0057] In Fig. 1 ist in einer schematischen Seitenansicht eine Formgebungsmaschine 2 mit einer beispielhaften Antriebsvorrichtung 1 dargestellt. In diesem Fall ist die Formgebungsmaschine 2 als Zwei-Platten-Maschine mit Holmen 4 ausgebildet. Die Formgebungsmaschine 2 weist als Hauptbestandteile die Schließeinheit 12 und die Einspritzeinheit 11 auf.

[0058] Die Einspritzeinheit 11 ist lediglich schematisch dargestellt. Mit der Einspritzeinheit 11 kann flüssiges Material, z. B. Kunststoff- oder Metallschmelze, in eine im Formgebungswerkzeug 16 ausgebildete Kavität eingebracht werden. In der Kavität härtet das zunächst flüssige Material zu einem Formgebungsteil aus, welches dann aus dem Formgebungswerkzeug 16 entnommen, insbesondere ausgestoßen, wird.

[0059] Die Schließeinheit 12 weist ein Maschinenbett 13 (auch Rahmen genannt), eine mit dem Maschinenbett 13 fest verbundene feststehende Formaufspannplatte 14 und die am Maschinenbett 13 bewegbar gelagerte Formaufspannplatte 5 auf. Zudem weist die Schließeinheit 12 die Holme 4 auf, welche die beiden Formaufspannplatten 5 und 14 durchsetzen. Im Bereich der bewegbaren Formaufspannplatte 5 sind Verriegelungsvorrichtungen 17 angeordnet, welche die Holme 4 zumindest teilweise axial umgeben. Mit diesen Verriegelungsvorrichtungen 17 wird die Formaufspannplatte 5 bei geschlossenem Formgebungswerkzeug 16 an den Holmen 4 fixiert bzw. form- oder kraftschlüssig gehalten. In der Verriegelungsstellung der Verriegelungsvorrichtung 17 wird die Schließkraftaufbringung ermöglicht. Die Verriegelungsvorrichtungen 17 können

jeweils Halbschalen 17a und 17b (auch Verriegelungsmuttern genannt) aufweisen, welche an den Holmen 4 form- oder kraftschlüssig verbindbar, vorzugsweise festklemmbar, sind. An den beiden Formaufspannplatten 5 und 14 ist jeweils eine Formhälfte 16a und 16b montiert. Gemeinsam bilden die beiden Formhälften 16a und 16b das Formgebungswerkzeug 16. In geschlossenem Zustand ist im Formgebungswerkzeug 16 wenigstens eine Kavität ausgebildet (nicht dargestellt).

[0060] Die Schließeinheit 12 weist eine Antriebsvorrichtung 1 auf, mit welcher die Formaufspannplatten 5 und 14 und somit auch die Formhälften 16a und 16b relativ zueinander bewegbar sind. Die Antriebsvorrichtung 1 kann derart ausgebildet sein, dass sie für die Durchführung des Eilhubes (relativ langer Weg bei relativ wenig Kraft) eine eigene Eilhubvorrichtung aufweist. Diese Eilhubvorrichtung kann beispielsweise in Form eines Spindeltriebs oder in Form eines Kniehebelsystems ausgebildet sein. Eine derartige Eilhubvorrichtung kann im (linksseitigen) Bereich der bewegbaren Formaufspannplatte 5 angeordnet sein und diese relativ zur feststehenden Formaufspannplatte 14 bewegen. In Fig.1 ist keine Eilhubvorrichtung dargestellt.

[0061] Die Antriebsvorrichtung 1 weist auch mehrere Druckkissen 3 zur Schließkraftaufbringung auf. Im Folgenden sei beispielhaft ein Druckkissen näher beschrieben. Das Druckkissen 3 weist einen Kissenzylinder 30 auf, welcher mit der feststehenden Formaufspannplatte 14 verbunden ist. Das Druckkissen 3 kann zum Beispiel an der feststehenden Formaufspannplatte 14 angebracht sein oder in diese integriert sein. Im Kissenzylinder 30 ist ein Druckkissenraum 31 ausgebildet, welcher mit Hydraulikflüssigkeit (z. B. Hydrauliköl) gefüllt ist. Im Druckkissenraum 31 ist ein Kissenkolben 32 linear bewegbar gelagert. Der Kissenkolben 32 unterteilt den Druckkissenraum 31 in einen Schließdruckraum 33 und in einen Öffnungsdruckraum 34. Der Kissenkolben 32 ist mit einem Holm 4 verbunden. Das Druckkissen 3 steht über ein Hydraulikleitungssystem 7 mit einer Fördervorrichtung 6 in Verbindung. Das Druckkissen 3 bildet gemeinsam mit dem Hydraulikleitungssystem 7 und der Fördervorrichtung 6 die Antriebsvorrichtung 1. Wenn keine separate Eilhubvorrichtung vorgesehen ist, wird mit dieser Antriebsvorrichtung 1 sowohl der Eilhub als auch die Schließkraftaufbringung durchgeführt. Die Fördervorrichtung 6 dient zum Fördern von Hydraulikflüssigkeit von und zum Druckkissen 3. Die Fördervorrichtung 6 weist einen Förderzylinder 61, einen im Förderzylinder 61 ausgebildeten Förderraum 62 und einen im Förderraum 62 bewegbaren Förderkolben 63 auf. Der Förderkolben 63 unterteilt den Förderraum 62 in einen ersten Raum 64 und in einen zweiten Raum 65. Da in diesem Fall die Fördervorrichtung 6 als zweistufiger Kraftübersetzer ausgebildet ist, weist der erste Raum 64 einen axial außenliegenden Teilraum 66 und einen axial innenliegenden (kleineren) Teilraum 67 auf. Der Förderkolben 63 ist mit einer Förderstange 68 verbunden, welche den ersten Raum 64 in die beiden Teilräume 66 und 67 unterteilt. Über eine Antriebsstange 69 ist der Förderkolben 63 mit einem (schematisch dargestellten) Elektroantrieb 10 verbunden. Über den Elektroantrieb 10 ist der Förderkolben 63 im Förderzylinder 61 translatorisch bewegbar. Der Elektroantrieb 10 kann beispielsweise als rotierender Hohlwellenmotor ausgebildet sein, welcher über eine Spindelmutter die teilweise als Spindel ausgebildete Antriebsstange 69 linear antreibt. Die Position der Fördervorrichtung 6 kann frei gewählt werden. Die Fördervorrichtung 6 kann, wie dargestellt, irgendwo separat vom Druckkissen 3 angeordnet sein. Die Fördervorrichtung 6 kann aber auch in die feststehende Formaufspannplatte 14 integriert sein oder in das Druckkissen 3 integriert sein.

[0062] In Fig. 2 ist die Formgebungsmaschine 2 als holmlose Maschine ausgebildet, wobei nur die Schließeinheit 12 abgebildet ist. Bei dieser holmlosen Maschine ist nur ein - relativ großes - Druckkissen 3 vorgesehen. Dieses Druckkissen 3 ist in diesem Fall in die Stirnplatte 15 integriert. Die Stirnplatte 15 ist am Maschinenbett 13 befestigt. Der Kissenzylinder 30 wird von der Stirnplatte 15 gebildet oder ist an dieser befestigt (wie bereits beschrieben). Im Kissenzylinder 30 ist der Druckkissenraum 31 ausgebildet, in welchem wiederum der Kissenkolben 32 bewegbar ist. Dieser Kissenkolben 32 steht über eine Übertragungsstange 18 mit der bewegbaren Formaufspannplatte 5 in Verbindung. Über die Übertragungsstange 18 (oder über einen separaten Antrieb) ist die bewegbare Formaufspannplatte 5 entlang der Maschinenlängsachse M relativ zur feststehenden Formaufspannplatte 14 bewegbar. Auch bei dieser Ausführung ist

wieder eine Verriegelungsvorrichtung 17 vorgesehen. Der Kissenkolben 32 unterteilt den Druckkissenraum 31 in einen Schließdruckraum 33 und in einen Öffnungsdruckraum 34. Das Druckkissen 3 steht über das Hydraulikleitungssystem 7 mit der Fördervorrichtung 6 in Verbindung. Das Hydraulikleitungssystem 7 und dessen Funktion werden in späterer Folge noch näher beschrieben.

[0063] In den Fig. 3 bis 8 ist schematisch die Antriebsvorrichtung 1 bei der Durchführung eines Formteilhubs dargestellt. In diesem Fall fungiert die Antriebsvorrichtung (bestehend aus Druckkissen 3, Hydraulikleitungssystem 7, Fördervorrichtung 6 und Elektroantrieb 10) als Formhöhenverstellereinrichtung.

[0064] Generell sind in den Fig. 3 bis 8 die Fördervorrichtung 6, das Hydraulikleitungssystem 7 und das Druckkissen 3 so dargestellt, dass sie in der feststehenden Formaufspannplatte 14 (bzw. in der Stirnplatte 15) ausgebildet sind. Natürlich können aber auch davon abweichenden Ausbildungen und Anordnungen vorgesehen sein.

[0065] Mit Verweis auf Fig. 3 werden vor allem sämtliche Komponenten des Hydraulikleitungssystems 7 näher erläutert. Generell verbindet das Hydraulikleitungssystem 7 die Fördervorrichtung 6 mit dem Druckkissen 3.

[0066] Das Hydraulikleitungssystem 7 weist eine zweite Hydraulikleitung 72 auf, welche den Öffnungsdruckraum 34 des Druckkissens 3 mit dem zweiten Raum 65 der Fördervorrichtung 6 verbindet. Die zweite Hydraulikleitung 72 weist eine Abzweigung 75 zur Verknüpfungsleitung 73 auf, wobei die Abzweigung 75 die zweite Hydraulikleitung 72 in einen Förderabschnitt 72.6 und in einen Druckkissenabschnitt 72.3 unterteilt. Im Druckkissenabschnitt 72.3 der zweiten Hydraulikleitung 72 ist ein zweites Schaltelement (schaltbares Ventil) 82 angeordnet. Dieses Schaltelement 82 kann eine Offenstellung OS und Schließstellung SS einnehmen.

[0067] Das Hydraulikleitungssystem 7 weist eine erste Hydraulikleitung 71 auf, welche den Schließdruckraum 33 des Druckkissens 3 mit dem ersten Raum 64 der Fördervorrichtung 6 verbindet. Der erste Raum 64 setzt sich aus dem axial außenliegenden Teilraum 66 und dem axial innenliegenden Teilraum 67 zusammen. Die erste Hydraulikleitung 71 weist eine Abzweigung 76 zur Verknüpfungsleitung 73 auf, wobei die Abzweigung 76 die erste Hydraulikleitung 71 in einen Förderabschnitt 71.6 und in einen Druckkissenabschnitt 71.3 unterteilt. Im Druckkissenabschnitt 71.3 ist ein erstes Schaltelement 81 angeordnet. Die erste Hydraulikleitung 71 (im Speziellen dessen Förderabschnitt 71.6) umfasst eine erste Zweigleitung 71a, welche mit dem axial außenliegenden Teilraum 66 verbunden ist, und eine zweite Zweigleitung 71b, welche mit dem axial innenliegenden Teilraum 67 verbunden ist. Die erste Zweigleitung 71a ist durch die Abzweigung 77 in zwei Abschnitte unterteilt. In der ersten Zweigleitung 71a ist ein sechstes Schaltelement 85 angeordnet. In der zweiten Zweigleitung 71b ist ein fünftes Schaltelement 86 angeordnet.

[0068] Das Hydraulikleitungssystem 7 weist eine Verknüpfungsleitung 73 auf, welche die erste Hydraulikleitung 71 und die zweite Hydraulikleitung 72 verbindet. Die Verknüpfungsleitung 73 bildet zusammen mit (dem Förderabschnitt 71.6) der ersten Hydraulikleitung 71 und (dem Förderabschnitt 72.6) der zweiten Hydraulikleitung die Verbindungsleitung 70. Im Bereich der Verknüpfungsleitung 73 weist das Hydraulikleitungssystem 7 eine Speichervorrichtung 9 auf. Die Speichervorrichtung 9 ist über eine Abzweigungsleitung 74 mit der Verknüpfungsleitung 73 verbunden. In der Verknüpfungsleitung 73 ist zwischen der Abzweigungsleitung 74 und der ersten Hydraulikleitung 71 ein drittes Schaltelement 83 angeordnet. In der Verknüpfungsleitung 73 ist zwischen der Abzweigungsleitung 74 und der zweiten Hydraulikleitung 72 ein viertes Schaltelement 84 angeordnet.

[0069] Sämtliche Schaltelemente 81 bis 86 sind mit einer (nicht dargestellten) Steuervorrichtung verbunden. Diese Steuervorrichtung kann mit einer (ebenfalls nicht dargestellten) Steuer- oder Regeleinheit der gesamten Formgebungsmaschine 2 signaltechnisch verbunden sein oder in diese Steuer- oder Regeleinheit integriert sein. Über die Steuervorrichtung sind die Schaltzustände (vor allem Offenstellung OS und Schließstellung SS) der Schaltelemente 81 bis 86,

vorzugsweise in Abhängigkeit von gespeicherten Programmabläufen, steuerbar.

[0070] In den nachfolgend beschriebenen Figuren sind jeweils nur die für die jeweilig beschriebene Funktion wichtigsten Komponenten mit einem Bezugszeichen versehen. Ansonsten gilt die Beschreibung zu den bisher beschriebenen Figuren.

[0071] Die Fig. 3 zeigt eine Ausgangsstellung für den Beginn eines Formteilhubs. Ein solcher Formteilhub wird durchgeführt, wenn das Formgebungswerkzeug 16 gewechselt wird. Da das neu montierte Formgebungswerkzeug 16 meist eine andere Formhöhe (gemessen entlang der Maschinenlängsachse M) aufweist, muss auch die Ausgangsstellung der Formaufspannplatten 5 und 14 zueinander geändert werden. Diese Ausgangsstellung lässt sich anhand der relativen Stellung von Kissenkolben 32 zu Kissenzylinder 30 verdeutlichen. In Fig. 3 befindet sich der Kissenkolben 32 relativ weit rechts, das heißt es ist ein eher großes Formgebungswerkzeug 16 montiert. Wenn nun ein kleineres Formgebungswerkzeug 16 mit einer geringeren Formhöhe eingespannt wird, muss die Ausgangsstellung geändert werden, indem sich der Kissenkolben 32 im Kissenzylinder 30 weiter nach links bewegt. Veranschaulicht wird dies dadurch, dass die Position des Kissenkolbens 32 von der ersten Ausgangsstellung A1 (größere Formhöhe) in die zweite Ausgangsstellung A2 (geringere Formhöhe) verschoben werden soll.

[0072] In Fig. 4 findet der (erste) Leerhub statt. Dazu werden das erste Schaltelement 81 und das zweite Schaltelement 82 in ihre Schließstellung SS geschaltet. Die anderen Schaltelemente (Ventile) 83 bis 86 befinden sich jeweils in der Offenstellung OS. Die beiden Schaltelemente (Ventile) 81 und 82 in den Druckkissenabschnitten 71.3 und 71.6 bilden in diesem Leerhub eine Absperrvorrichtung 8 zum Unterbrechen der Verbindung des Druckkissens 3 mit der Fördervorrichtung 6. Wenn in dieser Schaltstellung der Schaltelemente 81 bis 86 der Förderkolben 63 der Fördervorrichtung 6 durch den Elektroantrieb 10 (nach links) verschoben wird, so wird Hydraulikfluid vom ersten Raum 64 in den zweiten Raum 65 gepumpt. Da die Absperrvorrichtung 8 die Verbindung zwischen Druckkissen 3 und Fördervorrichtung 6 unterbricht, erfolgt (noch) keine Bewegung des Druckkissens 3 und somit des Holms 4. Aufgrund der günstigen geometrischen Ausführung wird relativ wenig Hydraulikfluid in die Speichervorrichtung 9 geschoben. Genauer gesagt wird nur jene Menge in die Speichervorrichtung 9 geschoben, die über den axial innenliegenden Teilraum 67 gefördert wird (da die Kreisringflächen des zweiten Raums 65 und des axial außenliegenden Teilraums 66 idealerweise gleich ausgeführt sind).

[0073] Gemäß Fig. 5 wird dann ein (erster) Formhöhen-Verstellhub durchgeführt. Dazu werden das erste Schaltelement 81 und das zweite Schaltelement 82 in die Offenstellung OS geschaltet, während das dritte Schaltelement 83 in die Schließstellung SS geschaltet wird. Die anderen Schaltelemente 84 bis 86 bleiben in der Offenstellung OS. Sobald in dieser Schaltstellung der Schaltelemente 81 bis 86 der Förderkolben 63 der Fördervorrichtung 6 durch den Elektroantrieb (nach rechts) verschoben wird, so wird einerseits über die zweite Hydraulikleitung 72 Hydraulikfluid vom zweiten Raum 65 in den Öffnungsdruckraum 34 gefördert und andererseits über die erste Hydraulikleitung 71 Hydraulikflüssigkeit vom Schließdruckraum 33 in den ersten Raum 64 gefördert. Dadurch bewegt sich der Kissenkolben 32 im Druckkissenraum 31 nach links in Richtung zweiter Ausgangsstellung A2. Bei diesem Verstellhub der Fördervorrichtung 6 wird auch das Differenzvolumen aus der Speichervorrichtung 9 in den Öffnungsdruckraum 34 verschoben.

[0074] Je nachdem wie weit der Holm 4 aufgrund der geänderten Formhöhe verschoben werden muss, ist dieser Vorgang (Leerhub & Verstellhub) zu wiederholen.

[0075] Dementsprechend ist in Fig. 6 ein weiterer (zweiter) Leerhub dargestellt. Wiederum ist wie in Fig. 4 die Absperrvorrichtung 8 zum Unterbrechen der Verbindung des Druckkissens 3 mit der Fördervorrichtung 6 aktiviert. Die den ersten Raum 64 mit dem zweiten Druckraum 65 verbindende Verbindungsleitung 70 zum Fördern von Hydraulikfluid zwischen den Räumen 64 und 65 ist bei durch die Absperrvorrichtung 8 unterbrochener Verbindung des Druckkissens 3 mit der Fördervorrichtung 6 geöffnet.

[0076] In Fig. 7 ist ein weiterer (zweiter) Verstellhub dargestellt. Wie in Fig. 6 befinden sich -

zum Durchführen eines Formhöhen-Verstellhubs des Kissenkolbens 32 des Druckkissens 3 - das erste Schaltelement 81 und das zweite Schaltelement 82 in der Offenstellung OS und das dritte Schaltelement 83 in der Schließstellung SS, sodass zusätzliches Hydraulikfluid von der Fördervorrichtung 6 in die Öffnungsdruckraum 34 gefördert wird.

[0077] In Fig. 8 ist dann die zweite Ausgangsstellung A2 erreicht. Die Schließeinheit 12 (und im Speziellen dessen Antriebsvorrichtung 1) ist somit an die Formhöhe des neu montierten Formgebungswerkzeugs 16 angepasst.

[0078] Mit der beschriebenen Antriebsvorrichtung 1 kann aber nicht nur eine (vergleichsweise selten durchgeführte) Formhöhenverstellung erfolgen, sondern es kann auch die Schließkraftaufbringung durchgeführt werden. Dies ist im Folgenden näher erläutert. Lediglich zur Vereinfachung sind die die Absperrvorrichtung 8 bildenden Schaltelemente 81 und 82 nicht dargestellt (sie befinden sich immer in einer Offenstellung OS).

[0079] In Fig. 9 ist veranschaulicht, wie der Ausgleich der Positionstoleranz beim Schließen durchgeführt wird. (Bei formschlüssiger Verbindung zwischen Holm 4 und Verriegelungsvorrichtung 17 (Holmmutter) 17 wird ein Ausgleich der Positionstoleranz der Rillengeometrie durchgeführt.) Das dritte Schaltelement 83 befindet sich in der Schließstellung SS, während sich die anderen Schaltelemente 84, 85 und 86 in der Offenstellung OS befinden. Die die Absperrvorrichtung 8 bildenden Schaltelemente 81 und 82 sind nicht dargestellt. Wenn der Förderkolben 63 der Fördervorrichtung 6 nach links verschoben wird, so wird der Kissenkolben 32 nach rechts verschoben, sodass die Flanken der Rillengeometrie des Holms 4 auf jenen der Verriegelungsvorrichtung 17 aufliegen. Bei diesem Hub wird ein relativ großes Volumen (Verstellung des Holms 4 um z. B. 2 mm) bei relativ kleinen zu überwindenden Kräften (Reibkraft zwischen bewegbaren Formaufspannplatte 5 und Maschinenbett 13; Trägheitskraft bei einem Druck der Hydraulikflüssigkeit bei 20 bis 40 bar; Reibkraft zwischen bewegbarer Formaufspannplatte 5 und Holm 4; Reibkraft zwischen Kissenzylinder 30 und Kissenkolben 32;) benötigt.

[0080] In Fig. 10 ist die Schaltstellung beim Aufbau der Schließkraft dargestellt. Das sechste Schaltelement 86 in der ersten Zweigleitung 71a des Förderabschnitts 71.6 der ersten Hydraulikleitung 71 befindet sich in der Schließstellung SS. Die anderen Schaltelemente 83 bis 85 befinden sich in der Offenstellung OS. Durch diese Schaltstellung bei der Verschiebung des Förderkolbens 63 nach links wird nur die kleine Zylinderfläche der Förderstange 68 im axial innenliegenden Teilraum 67 genutzt, sodass auf den Förderkolben 63 eine geringere Kraft wirkt, als wenn die gesamte Kolbenfläche genutzt wird. Wird der Förderkolben 63 nach links bewegt, wird bei dieser Schaltstellung durch die Kompression des Hydraulikfluids auf ca. 300 bar der Kissenkolben 32 und mit ihm der Holm 4 weiter nach rechts bewegt und somit die Schließkraft aufgebaut. Bei diesem „Hub“ - der Holm 4 bewegt sich quasi nicht mehr, er dehnt sich aufgrund der Druckbeaufschlagung - wird ein relativ geringes Volumen (Kompression der Hydraulikflüssigkeit von ca. 20 bar auf ca. 300 bar) bei relativ großen Kräften (ca. 7 bis 15 mal so groß wie beim Ausgleich der Positionstoleranz) benötigt.

[0081] Sobald die Schließkraft fertig aufgebaut ist, werden auch die Schaltelemente 83 bis 85 in die Schließstellung SS geschaltet. Dadurch wird der Druck im Schließdruckraum 33 (und in der ersten Hydraulikleitung 7 bis zu den Schaltelementen 85 und 86) eingesperrt, sodass die Belastung der Fördervorrichtung 6 (Förderkolben 63, Antriebsstange 69 und Elektroantrieb 10) möglichst gering ist (siehe Fig. 11).

[0082] In Fig. 12 ist dargestellt, dass vor dem eigentlichen Schließkraftabbau ein Verdichten stattfindet. Dazu werden die Schaltelemente 83 bis 85 wieder in die Offenstellung OS geschaltet. Gleichzeitig wird der Förderkolben 63 nach links (in Richtung Schließkraftaufbau) bewegt.

[0083] Anschließend erfolgt gemäß Fig. 13 der Schließkraftabbau. Dazu bleiben die Schaltelemente 83 bis 86 in derselben Stellung wie in Fig. 12. Der Förderkolben 63 der Fördervorrichtung 6 wird aber nach rechts (in Richtung Schließkraftabbau) bewegt, sodass einerseits Hydraulikfluid in den Öffnungsdruckraum 34 und andererseits Hydraulikflüssigkeit aus dem Schließdruckraum 33 gefördert wird.

[0084] In Fig. 14 erfolgt die Rückstellung des Holms 4. Dazu befindet sich das dritte Schaltelement 83 in der Schließstellung SS. Die anderen Schaltelemente 84 bis 86 befinden sich in der Offenstellung OS. Durch Bewegung des Förderkolbens 63 nach rechts, wird der Kissenkolben 32 nach links bewegt.

[0085] In Fig. 15 ist wieder die Ausgangsstellung (A1 oder A2, je nach Formhöhe) erreicht.

[0086] In Fig. 16 ist dargestellt, wie eine erhöhte Öffnungskraft aufgebracht und gegebenenfalls ein Aufreißen mit den Druckkissen 3 durchgeführt werden kann. (Dies kann auch mit einer zusätzlichen Eilhubvorrichtung mit geringeren Kräften erfolgen.) Dazu wird nur das vierte Schaltelement 84 in die Schließstellung SS geschaltet. Die anderen Schaltelemente 83, 85 und 86 befinden sich in der Offenstellung OS. Zur unterstützenden Öffnung (Verschiebung des Kissenkolbens 32 nach links) erfolgt im Öffnungsdruckraum 34 eine zusätzliche Druckbeaufschlagung, wenn der Förderkolben 63 (nach rechts) in Richtung Schließkraftabbau bewegt wird. Bei diesem Hub wird ein relativ geringes Volumen (Kompression der Hydraulikflüssigkeit auf 20 bis 40 bar) bei relativ geringen Kräften (Kompression der Hydraulikflüssigkeit auf 20 bis 40 bar) angewendet, sodass eine erhöhte Öffnungskraft (beispielsweise von ca. 260 kN, je nach Baugröße) erreicht wird. Durch die Schaltstellung der Schaltelemente 83 bis 86 wird bei der Verschiebung des Förderkolbens 63 nach rechts die Ringfläche des Förderkolbens im axial außenliegenden Teilraum 66 als effektive Kolbenfläche genutzt.

[0087] In Fig. 17 ist die Fördervorrichtung 6 als einstufiger Kraftübersetzer ausgebildet. Das heißt, der erste Druckraum 64 ist als einteilige (im Querschnitt ringförmige) Kammer ausgebildet. Mit diesem ersten Druckraum 64 steht nur eine Leitung in Form der ersten Hydraulikleitung 71 in Verbindung. Die Absperrvorrichtung 8 wird hier durch das erste Schaltelement 81 im Druckkissenabschnitt 71.3 der ersten Hydraulikleitung 71 und durch das zweite Schaltelement 82 im Druckkissenabschnitt 72.3 der zweiten Hydraulikleitung 72 gebildet. In der Verknüpfungsleitung 73 sind das dritte Schaltelement 83 und das vierte Schaltelement 84 angeordnet. Die Speichervorrichtung 9 ist mit der Verknüpfungsleitung 73 verbunden. Die Verknüpfungsleitung 73 bildet zusammen mit dem Förderabschnitt 71.6 der ersten Hydraulikleitung 71 und dem Förderabschnitt 72.6 der zweiten Hydraulikleitung 72 die Verbindungsleitung 70. Die grundsätzlichen Funktionen dieser Fördervorrichtung 6 in Form eines einstufigen Kraftübersetzers sind gleich wie beim zweistufigen Kraftübersetzer, weshalb auf obige Ausführungen verwiesen werden kann. Die Unterschiede liegen darin, dass durch den einstufigen Aufbau der Fördervorrichtung 6 ein vergleichsweise langer Hub und in weiterer Folge ein großer Bauraum benötigt wird oder alternativ eine hohe Kraft auf die Fördervorrichtung 6 bzw. den Elektroantrieb 10 wirkt.

[0088] Fig. 18 zeigt in einem Querschnitt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Fördervorrichtung 6 in das Druckkissen 3 integriert ist. Konkret sind im Kissenkolben 32 Hohlräume ausgebildet, wobei zum Beispiel der Förderkolben 63 der Fördervorrichtung 6 im Kissenkolben 32 bewegbar gelagert ist. Auch die Schaltelemente 81 bis 84 und die zugehörigen Leitungen des Hydraulikleitungssystems 7 sind im Kissenkolben 32 ausgebildet. Die Fördervorrichtung 6 ist in Fig. 18 - ähnlich wie in Fig. 17 - als einstufiger Kraftübersetzer ausgebildet.

[0089] Dagegen ist in Fig. 19 ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem Fördervorrichtung 6 zwar auch im Kissenkolben 32 ausgebildet bzw. angeordnet ist, die Fördervorrichtung 6 jedoch als zweistufiger Druckübersetzer ausgebildet ist.

[0090] Sämtliche Bezugszeichen in den Fig. 18 und 19 beziehen sich auf dieselben Komponenten wie in den anderen Figuren und Ausführungsbeispielen. Die Funktionen der einzelnen Komponenten dieser Antriebsvorrichtung 1 gemäß Fig. 18 bzw. gemäß Fig. 19 sind analog zu den vorher beschriebenen Varianten.

BEZUGSZEICHENLISTE:

- 1 Antriebsvorrichtung
- 2 Formgebungsmaschine
- 3 Druckkissen
- 30 Kissenzylinder
- 31 Druckkissenraum
- 32 Kissenkolben
- 33 Schließdruckraum
- 34 Öffnungsdruckraum
- 4 Holm
- 5 bewegbare Formaufspannplatte
- 6 Fördervorrichtung
- 61 Förderzylinder
- 62 Förderraum
- 63 Förderkolben
- 64 erster Raum
- 65 zweiter Raum
- 66 axial außenliegender Teilraum
- 67 axial innenliegender Teilraum
- 68 Förderstange
- 69 Antriebsstange
- 7 Hydraulikleitungssystem
- 70 Verbindungsleitung
- 71 erste Hydraulikleitung
- 71.3 Druckkissenabschnitt
- 71.6 Förderabschnitt
- 71a erste Zweigleitung
- 71b zweite Zweigleitung
- 72 zweite Hydraulikleitung
- 72.3 Druckkissenabschnitt
- 72.6 Förderabschnitt
- 73 Verknüpfungsleitung
- 74 Abzweigungsleitung
- 75 Abzweigung
- 76 Abzweigung
- 77 Abzweigung
- 8 Absperrvorrichtung

- 81 erstes Schaltelement
- 82 zweites Schaltelement
- 83 drittes Schaltelement
- 84 viertes Schaltelement
- 85 fünftes Schaltelement
- 86 sechstes Schaltelement
- 9 Speichervorrichtung
- 10 Elektroantrieb
- 11 Einspritzeinheit
- 12 Schließeinheit
- 13 Maschinenbett
- 14 feststehende Formaufspannplatte
- 15 Stirnplatte
- 16 Formgebungswerkzeug
- 16a Formhälfte
- 16b Formhälfte
- 17 Verriegelungsvorrichtung
- 17a Halbschale
- 17b Halbschale
- 18 Übertragungsstange
- SS Schließstellung
- OS Offenstellung
- M Maschinenlängsachse
- A1 erste Ausgangsstellung
- A2 zweite Ausgangsstellung

Patentansprüche

1. Antriebsvorrichtung (1) für eine Formgebungsmaschine (2), insbesondere für eine Spritzgießmaschine, mit
 - wenigstens einem hydraulisch angetriebenen Druckkissen (3), über welches ein Holm (4) oder eine bewegbare Formaufspannplatte (5) der Formgebungsmaschine (2) zur Schließkraftaufbringung bewegbar ist,
 - einer Fördervorrichtung (6) zum Fördern eines Hydraulikfluids, wobei die Fördervorrichtung (6) einen Förderzylinder (61), einen im Förderzylinder (61) ausgebildeten und mit Hydraulikfluid gefüllten Förderraum (62) und einen im Förderraum (62) bewegbaren Förderkolben (63) aufweist, wobei der Förderkolben (63) den Förderraum (62) in einen ersten Raum (64) und in einen zweiten Raum (65) unterteilt, und
 - einem mit Hydraulikfluid gefüllten Hydraulikleitungssystem (7), über welches die Fördervorrichtung (6) mit dem Druckkissen (3) verbunden ist,

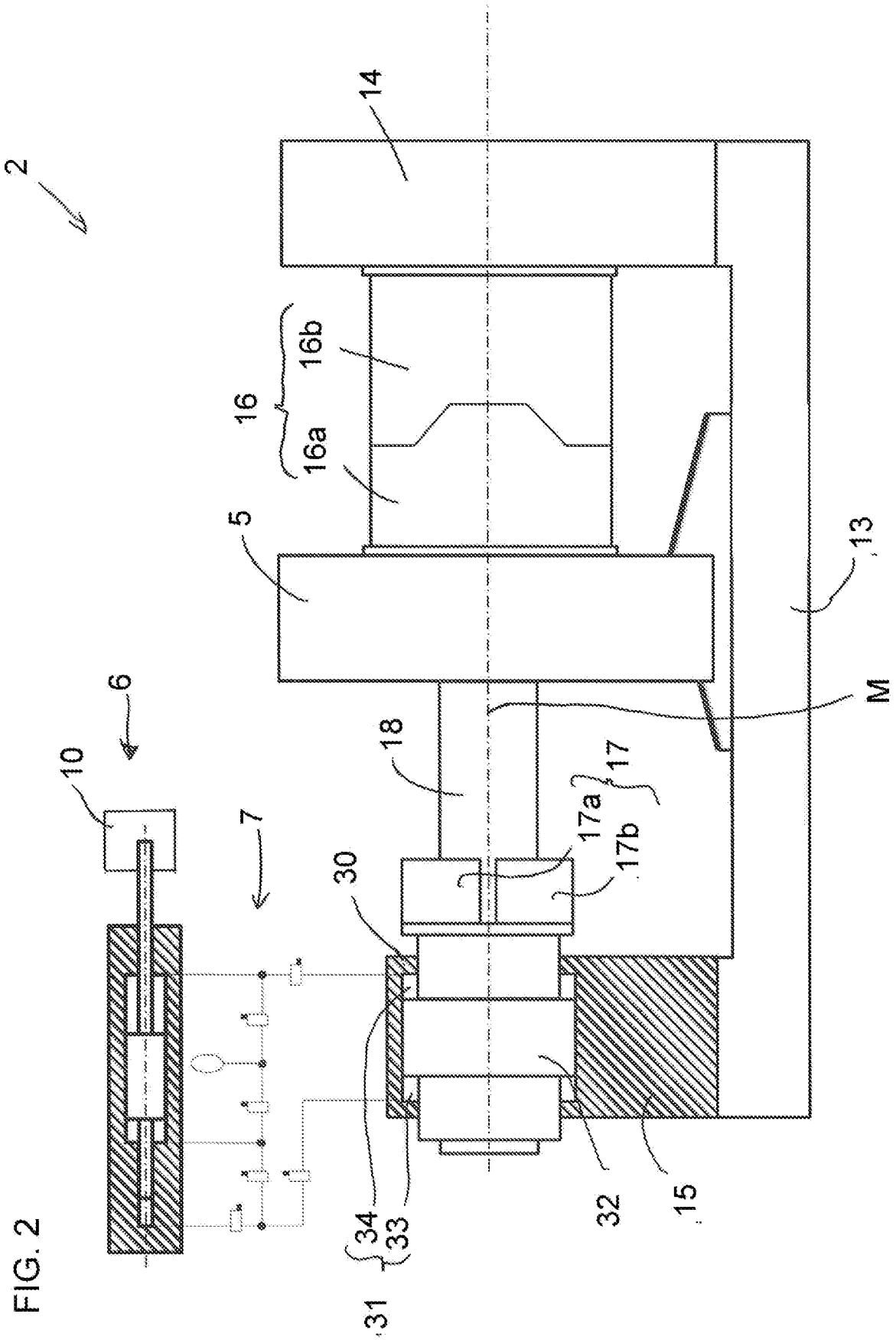
gekennzeichnet durch

 - eine Absperrvorrichtung (8) zum Unterbrechen der Verbindung des Druckkissens (3) mit der Fördervorrichtung (6) und
 - eine den ersten Raum (64) mit dem zweiten Raum (65) verbindende Verbindungsleitung (70) zum Fördern von Hydraulikfluid zwischen den Räumen (64, 65) bei durch die Absperrvorrichtung (8) unterbrochener Verbindung des Druckkissens (3) mit der Fördervorrichtung (6).
2. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Druckkissen (3) einen Kissenzylinder (30), einen im Kissenzylinder (30) ausgebildeten und mit Hydraulikfluid gefüllten Druckkissenraum (31) und einen im Druckkissenraum (31) bewegbaren Kissenkolben (32) aufweist, wobei der Kissenkolben (32) den Druckkissenraum (31) in einen Schließdruckraum (33) und in einen Öffnungsdruckraum (34) unterteilt.
3. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Hydraulikleitungssystem (7)
 - eine erste Hydraulikleitung (71), welche den Schließdruckraum (33) des Druckkissens (3) mit dem ersten Raum (64) der Fördervorrichtung (6) verbindet,
 - eine zweite Hydraulikleitung (72), welche den Öffnungsdruckraum (34) des Druckkissens (3) mit dem zweiten Raum (65) der Fördervorrichtung (6) verbindet, und
 - eine Verknüpfungsleitung (73), welche die erste Hydraulikleitung (71) und die zweite Hydraulikleitung (72) verbindet, aufweist.
4. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der ersten Hydraulikleitung (71) zwischen einer Abzweigung (76) zur Verknüpfungsleitung (73) und dem Schließdruckraum (33) ein erstes Schaltelement (81), vorzugsweise zum Durchführen eines Fördervorrichtungs-Leerhubs, angeordnet ist und/oder dass in der zweiten Hydraulikleitung (72) zwischen einer Abzweigung (75) zur Verknüpfungsleitung (73) und dem Öffnungsdruckraum (34) ein zweites Schaltelement (82), vorzugsweise zum Durchführen eines Fördervorrichtungs-Leerhubs, angeordnet ist.
5. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Durchführen eines Fördervorrichtungs-Leerhubs des Förderkolbens (63) der Fördervorrichtung (6) das erste Schaltelement (81) und das zweite Schaltelement (82) in eine Schließstellung (SS) bringbar sind, wobei das erste Schaltelement (81) und das zweite Schaltelement (82) gemeinsam die Absperrvorrichtung (8) bilden.
6. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Verknüpfungsleitung (73) ein drittes Schaltelement (83) angeordnet ist.

7. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Durchführen eines Formhöhen-Verstellhubs des Kissenkolbens (32) des Druckkissens (3) das erste Schaltelement (81) und das zweite Schaltelement (82) in eine Offenstellung (OS) bringbar sind und das dritte Schaltelement (83) in eine Schließstellung (SS) bringbar ist.
8. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckkissenraum (31), der Förderraum (62) und das Hydraulikleitungssystem (7) einen geschlossenen Hydraulikkreislauf bilden.
9. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Hydraulikleitungssystem (7), vorzugsweise im Bereich der Verknüpfungsleitung (73), mit einer Speichervorrichtung (9), vorzugsweise einem Blasenspeicher, verbunden ist.
10. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Speichervorrichtung (9) über eine von der Verknüpfungsleitung (73) abzweigende Abzweigungsleitung (74) mit der Verknüpfungsleitung (73) verbunden ist, wobei in der Verknüpfungsleitung (73) zwischen der Abzweigungsleitung (74) und der ersten Hydraulikleitung (71) das dritte Schaltelement (83) angeordnet ist und in der Verknüpfungsleitung (73) zwischen der Abzweigungsleitung (74) und der zweiten Hydraulikleitung (72) ein viertes Schaltelement (84) angeordnet ist.
11. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fördervorrichtung (6) als zweistufiger Kraftübersetzer ausgebildet ist, vorzugsweise indem der zweite Raum (64) zweiteilig - mit einem im Querschnitt ringförmigem, axial außenliegenden Teilraum (66) und mit einem davon separaten, axial innenliegenden Teilraum (67) - ausgebildet ist.
12. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Hydraulikleitung (71) eine erste Zweigleitung (71a) und eine zweite Zweigleitung (71b) aufweist, wobei die erste Zweigleitung (71a) mit dem axial außenliegenden, ringförmigen Teilraum (66) und die zweite Zweigleitung (71b) mit dem axial innenliegenden Teilraum (67) verbunden ist.
13. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein fünftes Schaltelement (85) in der zweiten Zweigleitung (71b) angeordnet ist und ein sechstes Schaltelement (86) in der ersten Zweigleitung (71a) angeordnet ist.
14. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fördervorrichtung (6) durch einen Elektroantrieb (10) antreibbar ist.
15. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Förderkolben (63) durch den Elektroantrieb (10) relativ zum Förderzylinder (61), vorzugsweise linear, bewegbar ist.
16. Formgebungsmaschine (2), insbesondere Spritzgießmaschine, mit einer Antriebsvorrichtung (1) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche.
17. Formgebungsmaschine nach Anspruch 16, mit einer Einspritzeinheit (11) und einer Schließeinheit (12), wobei die Schließeinheit (12) ein Maschinenbett (13), eine mit dem Maschinenbett (13) verbundene feststehende Formaufspannplatte (14) und die am Maschinenbett (13) bewegbar gelagerte Formaufspannplatte (5) aufweist, wobei die bewegbare Formaufspannplatte (5) von der Antriebsvorrichtung (1) antreibbar ist.
18. Formgebungsmaschine nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schließeinheit (12) vier, die Formaufspannplatten (5, 14) durchsetzende Holme (4) aufweist, wobei jeder Holm (4) mit jeweils einem Kissenkolben (32) eines Druckkissens (3) der Antriebsvorrichtung (1) verbunden ist.

19. Formgebungsmaschine nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schließeinheit (12) holmlos ausgebildet ist, wobei der Kissenkolben (32) mit der bewegbaren Formaufspannplatte (5) verbunden ist und der Kissenzylinder (30) mit einer am Maschinenbett (13) befestigten Stirnplatte (15) der Schließeinheit (12) verbunden oder in dieser Stirnplatte (15) ausgebildet ist.

Hierzu 12 Blatt Zeichnungen



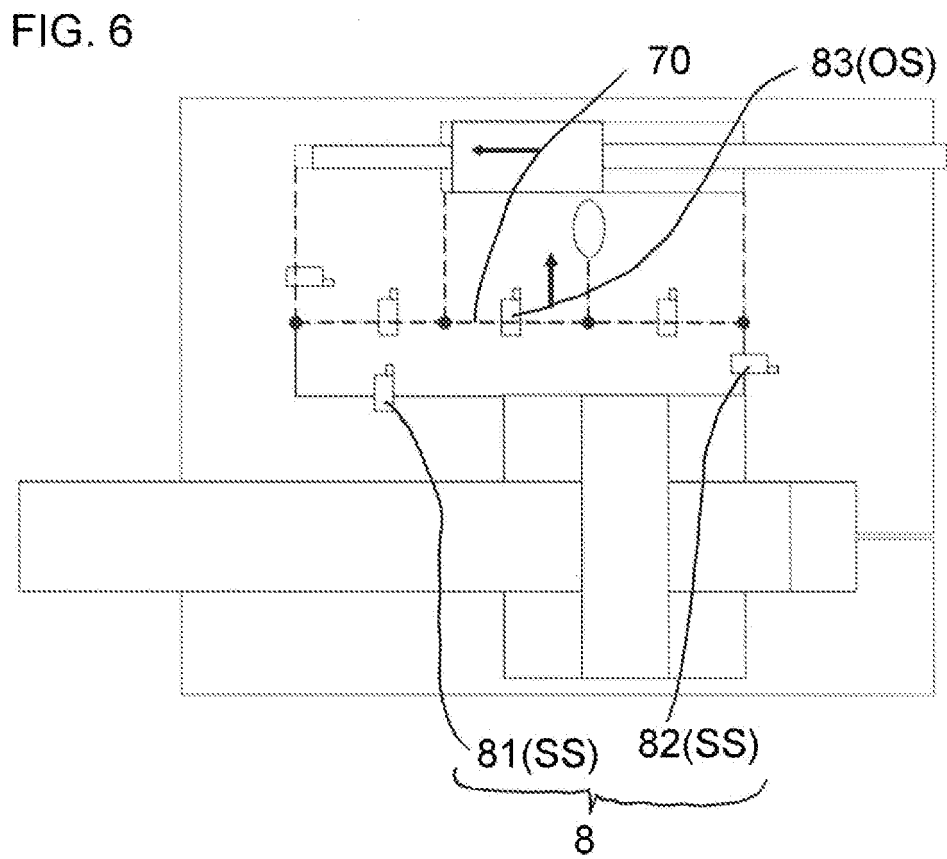
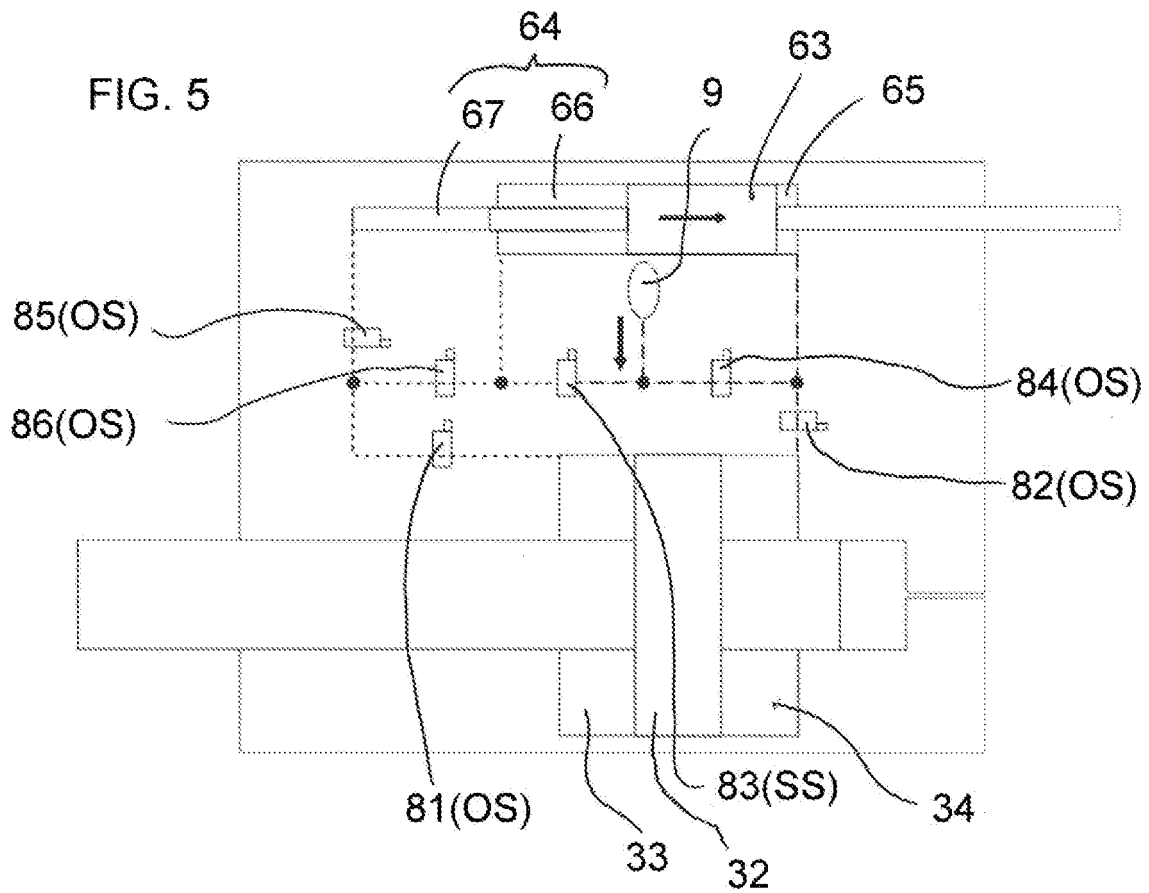


FIG. 7

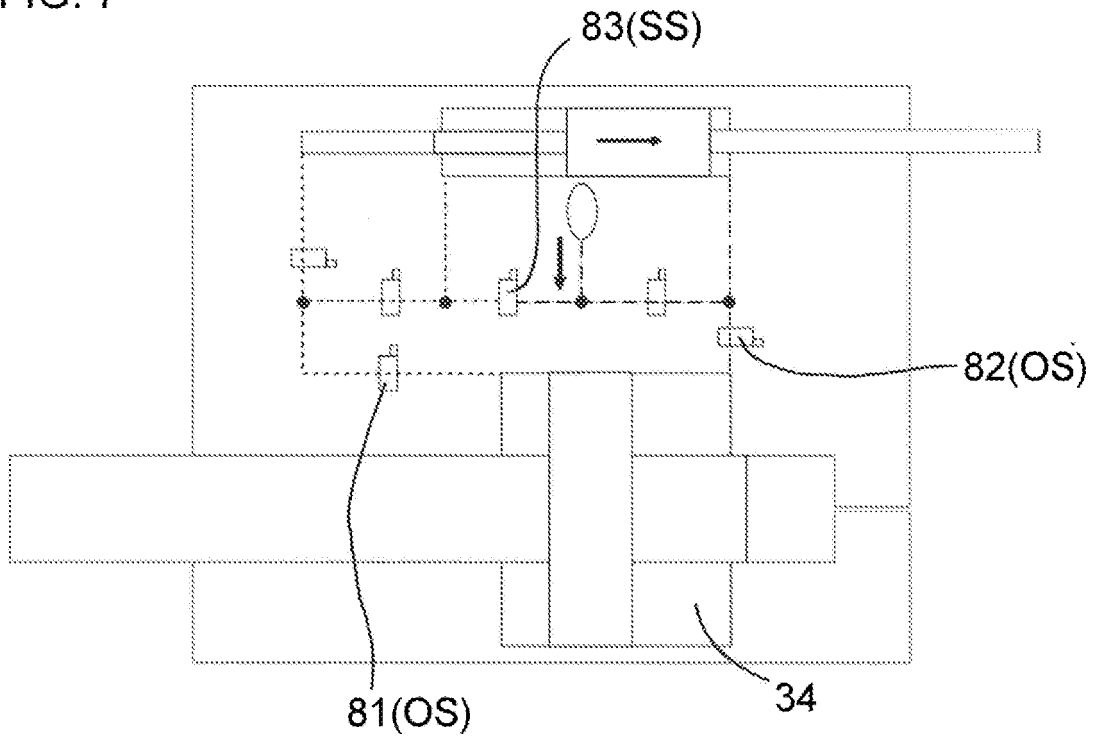
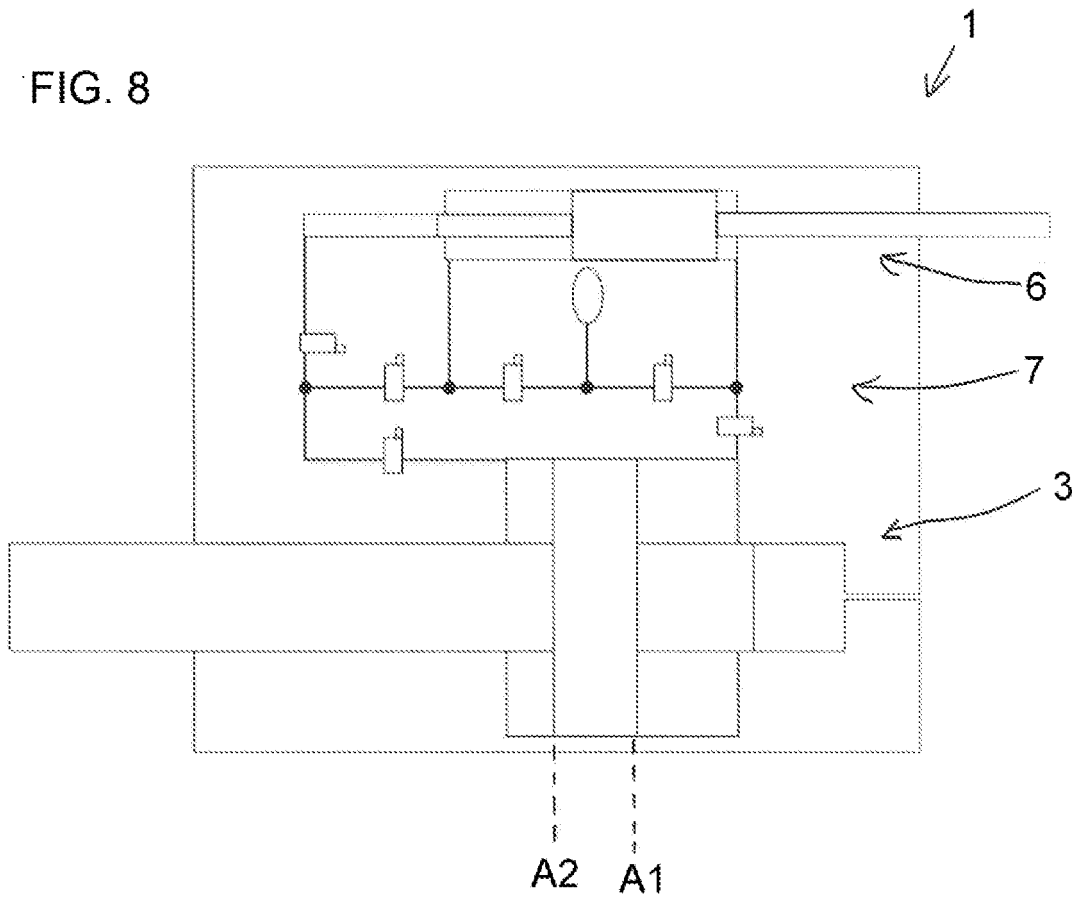


FIG. 8



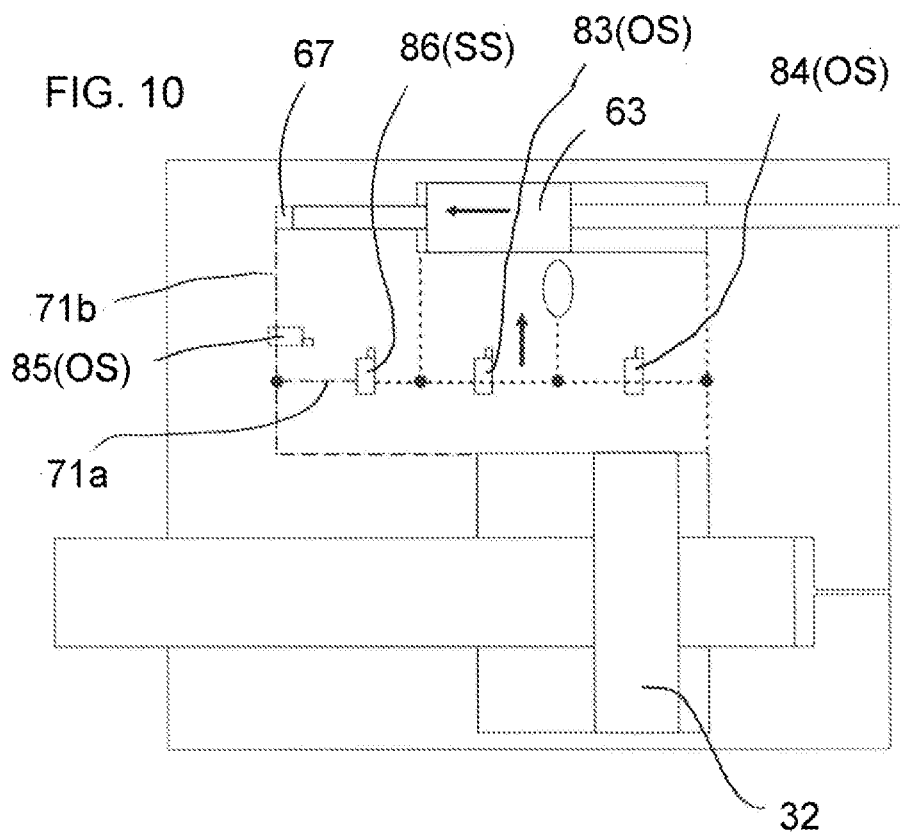
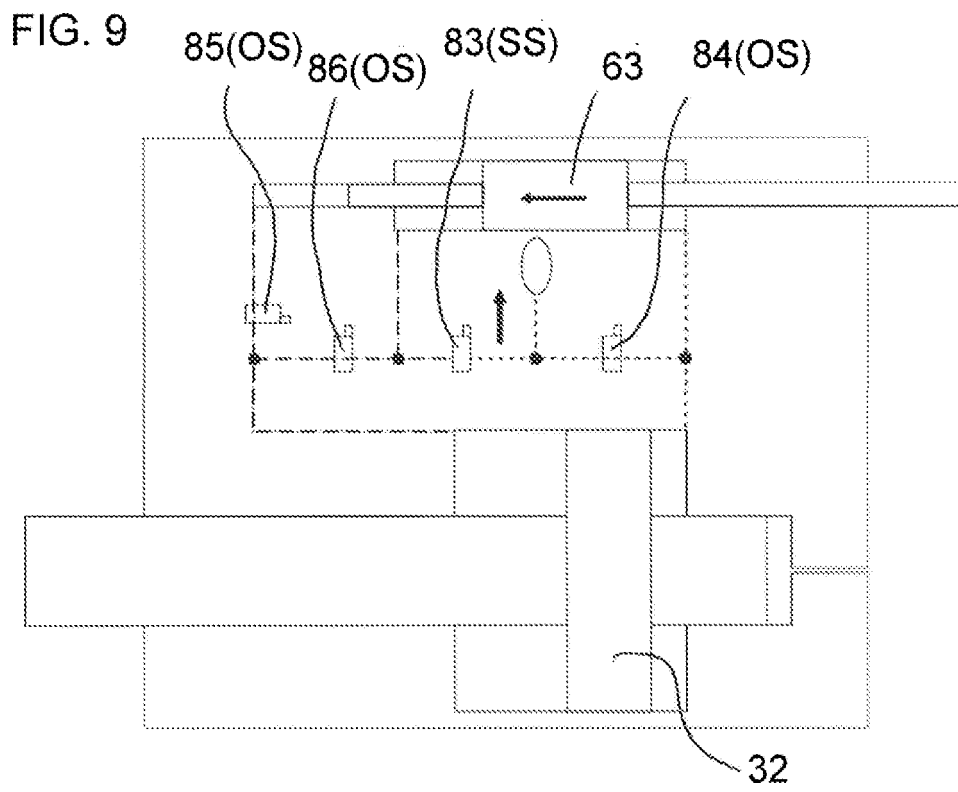


FIG. 11

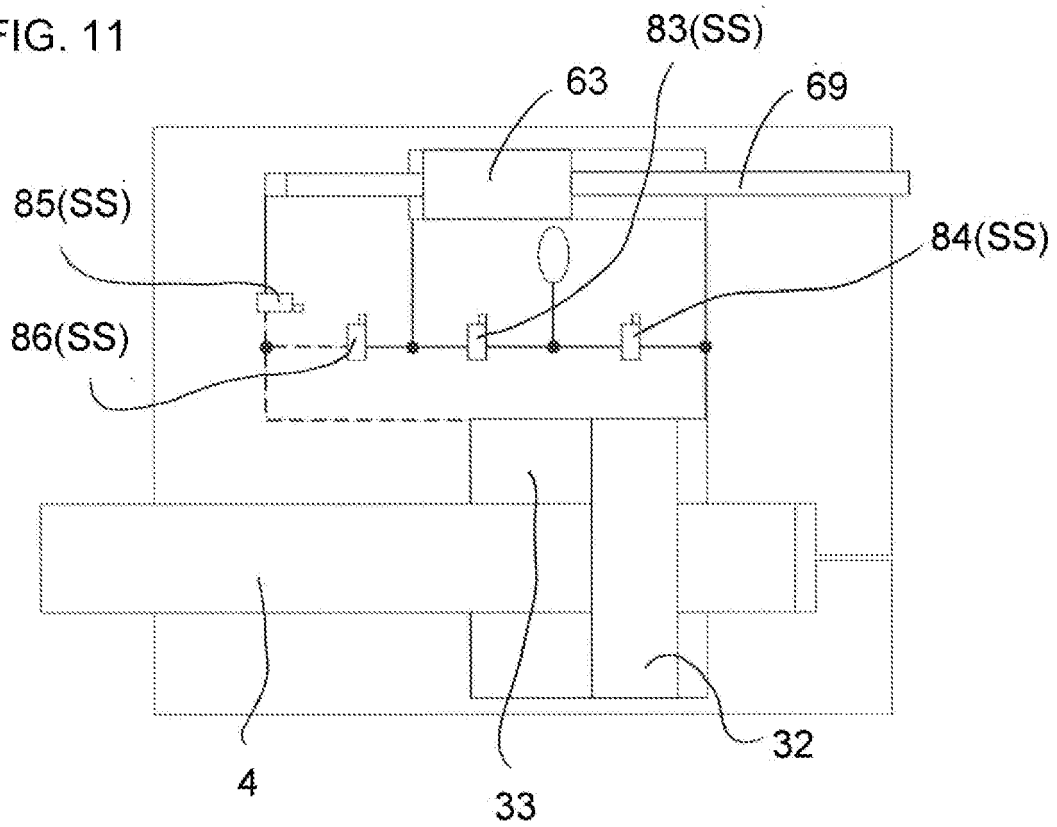


FIG. 12

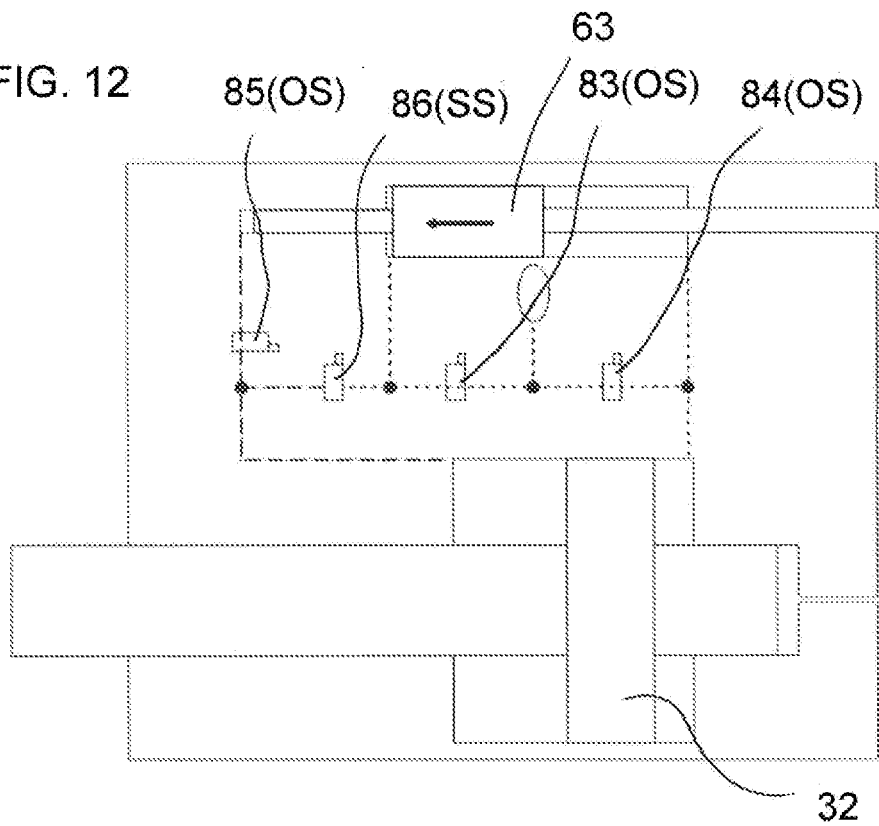


FIG. 13

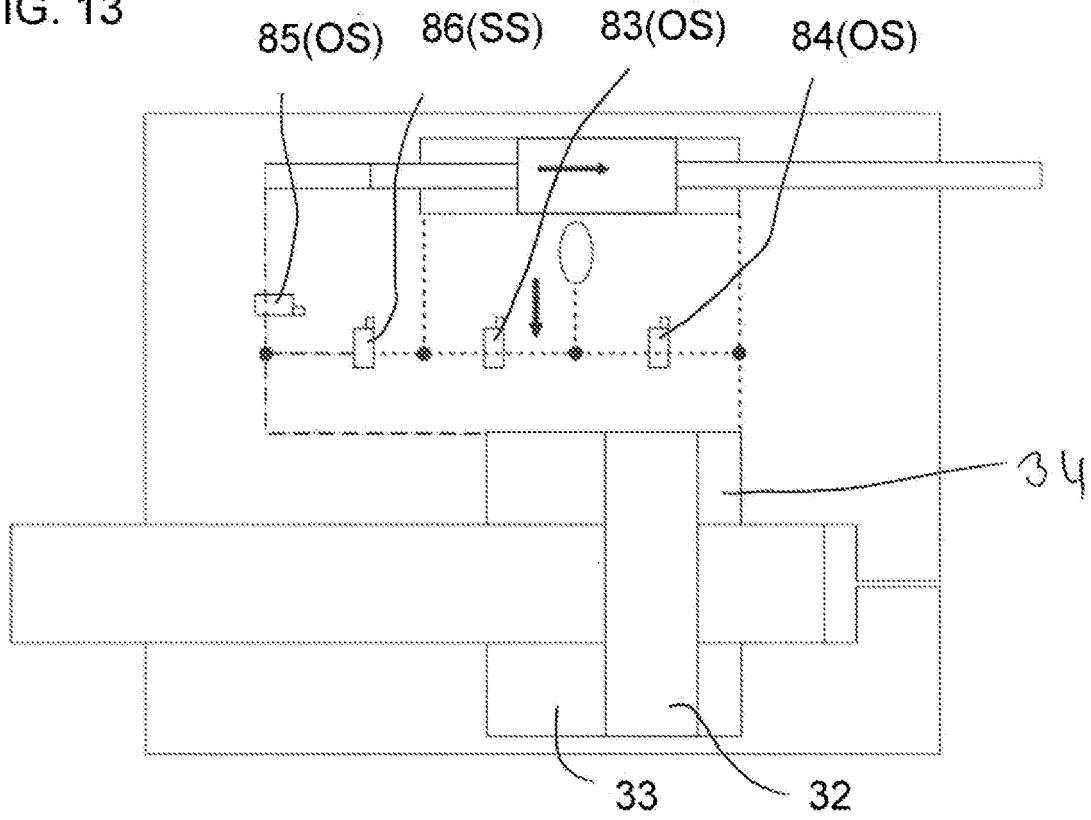


FIG. 14

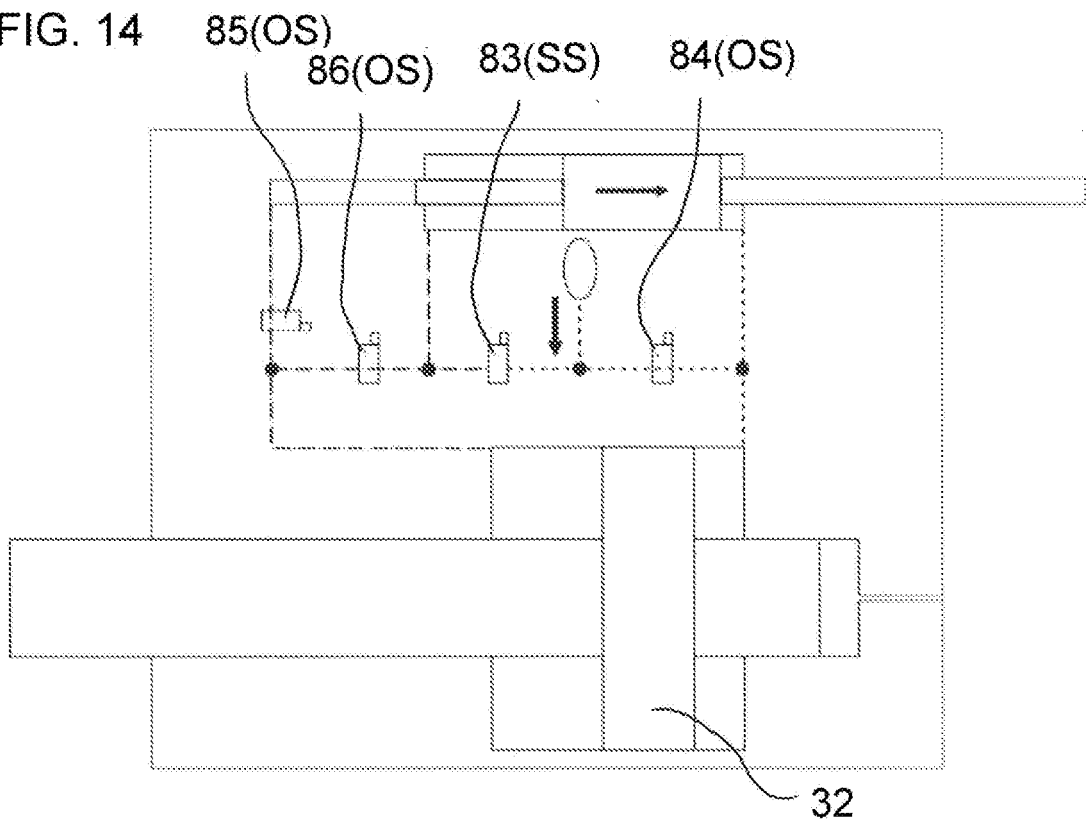


FIG. 15

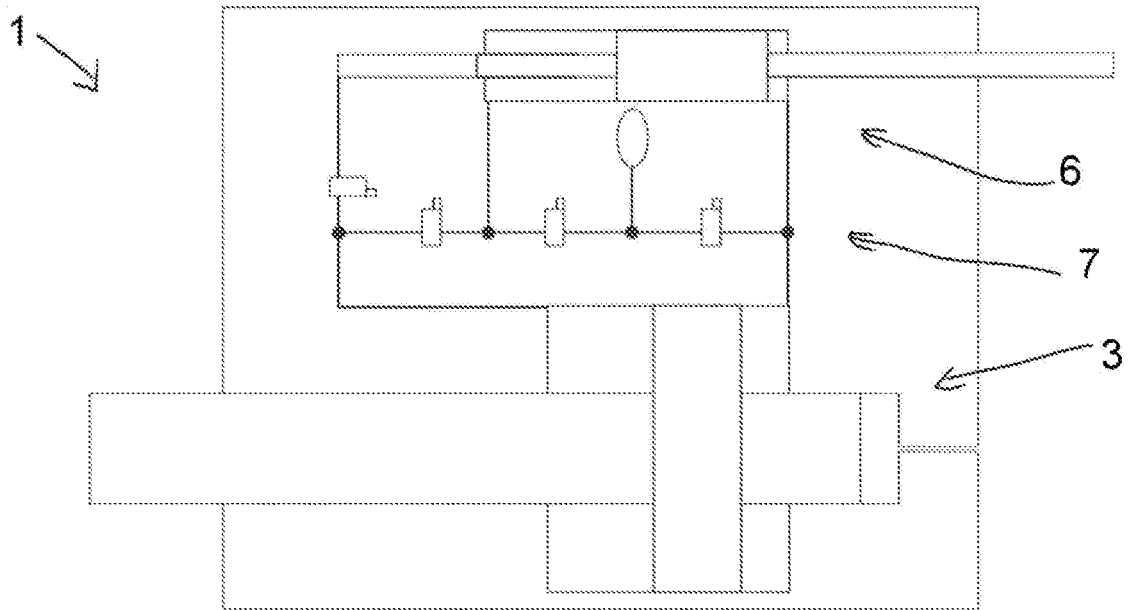


FIG. 16

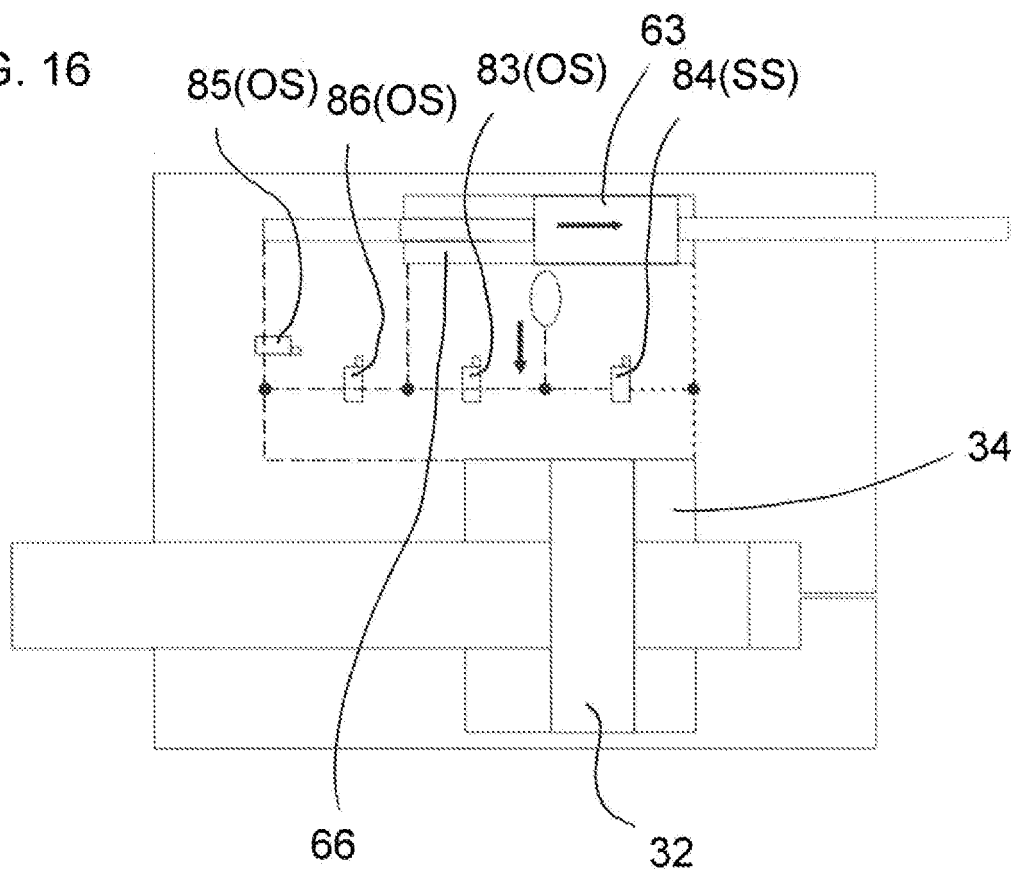


FIG. 17

