



(10) **DE 11 2017 004 750 T5** 2019.06.27

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/056037**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 004 750.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/031794**

(86) PCT-Anmeldetag: **04.09.2017**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **29.03.2018**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **27.06.2019**

(51) Int Cl.: **F15B 15/20 (2006.01)**
F15B 11/024 (2006.01)
F15B 11/064 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2016-184199 **21.09.2016** **JP**
2016-253082 **27.12.2016** **JP**

(71) Anmelder:
SMC Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
**Keil & Schaaflhausen Patent- und Rechtsanwälte
PartGmbH, 60323 Frankfurt, DE**

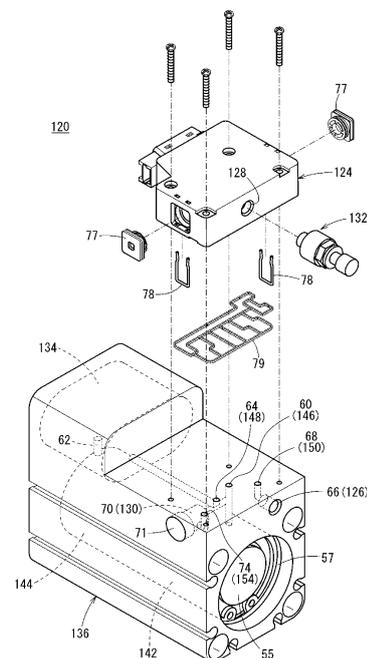
(72) Erfinder:
Takakuwa, Youji, Tsukubamirai-shi, Ibaraki, JP;
Asahara, Hiroyuki, Tsukubamirai-shi, Ibaraki,
JP; Monden, Kengo, Tsukubamirai-shi, Ibaraki,
JP; Iwamoto, Aki, Tsukubamirai-shi, Ibaraki, JP;
Shinjo, Naoki, Tsukubamirai-shi, Ibaraki, JP;
Someya, Kazutaka, Tsukubamirai-shi, Ibaraki, JP;
Kazama, Akihiro, Tsukubamirai-shi, Ibaraki, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Fluiddruckzylinder**

(57) Zusammenfassung: Ein Zylindergrundkörper (36, 136) eines Fluiddruckzylinders (20, 20A, 120, 120, 120A) umfasst: ein Umschaltventil (24, 124), ein Rückschlagventil (30, 130), einen Strömungsweg (60, 62, 64, 68, 80), der eine Hochdruck-Luftzufuhrquelle (26, 126) mit einer kopfseitigen Zylinderkammer (42, 142) und einen Auslassanschluss (28, 128) mit einer stangenseitigen Zylinderkammer (44, 144) verbindet, wenn sich das Umschaltventil (24, 124) in einer zweiten Position befindet, und einen Strömungsweg (60, 62, 64, 72, 74, 80), der die kopfseitige Zylinderkammer (42, 142) mit der stangenseitigen Zylinderkammer (44, 144) und dem Auslassanschluss (28, 128) verbindet, wenn sich das Umschaltventil (24, 124) in der ersten Position befindet.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Fluiddruckzylinder. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung einen doppelt wirkenden Fluiddruckzylinder, der in einem Rückstellvorgang eines Kolbens, der sich im Inneren des Fluiddruckzylinders hin und her bewegt, keine große Antriebskraft benötigt.

Beschreibung des Stands der Technik

[0002] Konventionell ist eine Antriebsvorrichtung eines luftdruckgetriebenen, doppelt wirkenden Stellglieds bekannt, die in einem Prozess der Vorwärtsbewegungsvorgang (Antriebsvorgang) eine größere Leistung benötigt und in einem Rückstellvorgang keine größere Leistung benötigt (siehe Japanische Gebrauchsmuster-Publikation Nr. 2-002965).

[0003] Wie in **Fig. 16** dargestellt ist, gewinnt diese Stellglied-Antriebsvorrichtung während der Rückstellung eines Kolbens **2** einen Teil der aus einer antriebsseitigen Druckkammer **3** einer doppelt wirkenden Zylindervorrichtung **1** abgeleiteten Abluft zurück, sammelt diese in einem Speicher **12** und nutzt den Teil der Abluft als Rückstellkraft der doppelt wirkenden Zylindervorrichtung **1**. Im Einzelnen wird eine Hochdruckabluft in einer antriebsseitigen Druckkammer **3** über einen Rückgewinnungsanschluss **10b** eines Rückgewinnungsventils **10** in dem Speicher **12** angesammelt, wenn ein Umschaltventil **5** in einen in **Fig. 16** dargestellten Zustand umgeschaltet ist. Wenn ein Abluftdruck sinkt und eine Differenz zwischen dem Abluftdruck und einem Speicherdruck klein wird, wird Restluft in der antriebsseitigen Druckkammer **3** aus einem Auslassanschluss **10c** des Rückgewinnungsventils **10** in die Atmosphäre abgegeben, und die angesammelte Druckluft des Speichers **12** strömt gleichzeitig in eine rückstellseitige Druckkammer **4**.

Stand der Technik

[0004] Die Stellglied-Antriebsvorrichtung weist das Problem auf, dass, auch wenn das Umschaltventil **5** umschaltet ist, die Hochdruckluft in der antriebsseitigen Druckkammer **3** nicht in die Atmosphäre abgegeben wird, bis die Differenz zwischen dem Abluftdruck und dem Speicherdruck klein wird, und dass es daher Zeit braucht, einen für die Rückstellung der doppelt wirkenden Zylindervorrichtung **1** erforderlichen Schub zu erreichen. Das Rückgewinnungsventil **10** muss eine komplexe Struktur aufweisen, welche einen Einlassanschluss **10a** des Rückgewinnungsventils **10** mit dem Rückgewinnungsanschluss **10b** verbindet, solange eine Druckdifferenz zwischen dem Abluftdruck und dem Speicherdruck groß ist, und welche die Einlassanschluss **10a** mit dem Auslassanschluss **10c** verbindet, wenn die Druckdifferenz zwi-

schen dem Abluftdruck und dem Speicherdruck klein ist. Es besteht ein Problem, dass zusätzlich ein Rohr benötigt wird, der das Rückgewinnungsventil **10** etc. mit der doppelt wirkenden Zylindervorrichtung **1** verbindet, und dass die Antriebsvorrichtung des Stellglieds als Ganzes groß wird.

[0005] Die vorliegende Erfindung wurde unter Berücksichtigung eines solchen Problems gemacht. Eine ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Energie zu sparen, indem ein Kolben eines Fluiddruckzylinders unter Wiederverwendung eines Auslassdrucks zurückgestellt wird, und eine erforderliche Rückstellzeit des Kolbens so stark wie möglich zu reduzieren. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Schaltung zum Hin- und Herbewegen des Kolbens des Fluiddruckzylinders durch Wiederverwendung eines Auslassdrucks zu vereinfachen und den Fluiddruckzylinder einschließlich der Schaltung zu miniaturisieren.

[0006] Ein Fluiddruckzylinder gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein doppelt wirkender Fluiddruckzylinder, der einen Zylindergrundkörper umfasst, in welchem sich ein Kolben hin- und her bewegt, und der Zylindergrundkörper umfasst ein Umschaltventil, das eine Zylinderkammer mit einem Auslassanschluss, ein Zufuhrückschlagventil, einen Strömungsweg, der eine Zylinderkammer mit einer Fluidzufuhrquelle verbindet und die andere Zylinderkammer zumindest mit dem Auslassanschluss verbindet, wenn sich das Umschaltventil in einer ersten Position befindet, und einen Strömungsweg, der die eine Zylinderkammer mit der anderen Zylinderkammer über das Zufuhrückschlagventil verbindet und die eine Zylinderkammer zumindest mit dem Auslassanschluss verbindet, wenn sich das Umschaltventil in einer zweiten Position befindet.

[0007] Der Fluiddruckzylinder führt in der einen Zylinderkammer angesammeltes Fluid der anderen Zylinderkammer zu und leitet gleichzeitig Fluid nach außen ab. Als Folge davon steigt der Fluiddruck in der anderen Zylinderkammer und der Fluiddruck in der einen Zylinderkammer sinkt schnell. Somit ist es möglich, eine für das Rückstellen des Kolbens erforderliche Zeit so weit wie möglich zu verkürzen. Das Rückgewinnungsventil mit einer komplizierten Struktur ist nicht erforderlich und es muss lediglich eine einfache Schaltungskonfiguration verwendet werden, wie beispielsweise das Zufuhrückschlagventil. Somit ist es möglich, eine Schaltung zu vereinfachen, der den Kolben des Fluiddruckzylinders zurückstellt. Ein Zylindergrundkörper ist mit dem Umschaltventil, welches den Auslassanschluss umfasst, dem Zufuhrückschlagventil und dem Strömungsweg ausgestattet, der den Kolben des Fluiddruckzylinders durch Wiederverwendung eines Auslassdrucks zurückstellt. Dadurch ist es möglich, den Zylindergrundkörper und das Umschaltventil integral auszubilden

und den Fluiddruckzylinder beträchtlich zu miniaturisieren.

[0008] Im Fluiddruckzylinder ist das Umschaltventil bevorzugt an einem oberen Teil der einen Zylinderkammer und an den Seiten der einen Zylinderkammer und der anderen Zylinderkammer angeordnet. Somit ist es möglich, den Strömungsweg zu verkürzen, welcher das Umschaltventil mit der einen Zylinderkammer verbindet. Somit ist es möglich, den Fluiddruckzylinder weiter zu miniaturisieren.

[0009] In dem Fluiddruckzylinder ist bevorzugt ein erster Tank zwischen der anderen Zylinderkammer und dem Umschaltventil angeordnet. Somit ist es möglich, das aus der einen Zylinderkammer ausgelassene Fluid in dem ersten Tank, der mit der anderen Zylinderkammer verbunden ist, zu sammeln und im Rückstellschritt so weit wie möglich zu verhindern, dass ein Druck des Fluids absinkt, wenn das Volumen der anderen Zylinderkammer zunimmt.

[0010] In dem Fluiddruckzylinder ist der erste Tank bevorzugt an einem oberen Teil der anderen Zylinderkammer oder an einem unteren Teil des Umschaltventils angeordnet. Dadurch ist es möglich, den Strömungsweg zwischen dem ersten Tank und der anderen Zylinderkammer zu verkürzen und den Fluiddruckzylinder weiter zu miniaturisieren.

[0011] Ein Volumen des ersten Tanks entspricht näherungsweise der Hälfte eines Maximalwerts eines veränderlichen Volumens der einen Zylinderkammer. Somit ist es möglich, ein angemessenes Gleichgewicht zwischen einer Funktion der schnellen Erhöhung des Flüssigkeitsdrucks der anderen Zylinderkammer, wenn das in der einen Zylinderkammer angesammelte Fluid der anderen Zylinderkammer zugeführt wird, und einer Funktion der Verhinderung des Absinkens des Drucks des Fluids, wenn das Volumen der anderen Zylinderkammer zunimmt, herzustellen.

[0012] Bevorzugt ist in dem Fluiddruckzylinder an dem Auslassanschluss ein Drosselventil angeordnet. Somit ist es möglich, die Menge des nach außen ausgelassenen Fluids zu begrenzen und hinreichend Energie zu sparen.

[0013] Bevorzugt ist das Drosselventil ein variables Drosselventil. Somit ist es möglich, ein Verhältnis der Menge des in der einen Zylinderkammer angesammelten und der anderen Zylinderkammer zugeführten Fluids zu der Menge des in der einen Zylinderkammer angesammelten und nach außen ausgelassenen Fluids einzustellen.

[0014] Bevorzugt ist in dem Fluiddruckzylinder ein zweiter Tank vorgesehen, der parallel zu dem Drosselventil mit dem Umschaltventil verbunden ist. In die-

sem Fall steht die andere Zylinderkammer über das Umschaltventil mit dem Drosselventil und dem zweiten Tank in Verbindung, wenn sich das Umschaltventil in der ersten Position befindet. Wenn sich das Umschaltventil in der zweiten Position befindet, steht die eine Zylinderkammer über das Zufuhrückschlagventil und das Umschaltventil mit der anderen Zylinderkammer in Verbindung und sie steht über das Umschaltventil mit dem Drosselventil und dem zweiten Tank in Verbindung.

[0015] Somit wird ein Teil des aus der Drucköffnung nach außen abgeleiteten Fluids in dem zweiten Tank angesammelt, so dass es möglich ist, die Menge verbrauchten Fluids um die Menge des im zweiten Tank angesammelten Fluids zu reduzieren. Also Folge davon ist es möglich, zusätzlich Energie des Fluiddruckzylinders zu sparen.

[0016] In diesem Fall kann durch Anordnen eines Druckspeicher-Rückschlagventils zwischen dem Umschaltventil und dem zweiten Tank verhindert werden, dass das einmal im zweiten Tank angesammelte Fluid über den Auslassanschluss nach außen ausgelassen wird.

[0017] Bevorzugt ist ferner ein erster Fluidzufuhrmechanismus vorgesehen und dazu eingerichtet, ein im zweiten Tank angesammeltes Fluid der anderen Zylinderkammer zuzuführen, wenn sich das Umschaltventil in der zweiten Position befindet und wenn ein Teil eines in der einen Zylinderkammer angesammelten Fluids von der einen Zylinderkammer über das Zufuhrückschlagventil und das Umschaltventil der anderen Zylinderkammer zugeführt wird.

[0018] Wenn sich also der Druck des von der einen Zylinderkammer in die andere Zylinderkammer zugeführten Fluids verringert, wird das Fluid aus dem zweiten Tank über den ersten Fluidzufuhrmechanismus der anderen Zylinderkammer zugeführt. Als Folge davon ist es möglich, den Fluiddruckzylinder zuverlässig und effizient zurückzustellen.

[0019] Ferner ist ein zweiter Fluidzufuhrmechanismus vorgesehen und dazu eingerichtet, das Fluid von der Fluidzufuhrquelle dem zweiten Tank zuzuführen. Somit ist es möglich, den Druck des Fluids vom Absinken zu bewahren, wenn das im zweiten Tank angesammelte Fluid genutzt wird.

[0020] Bevorzugt sind in dem Fluiddruckzylinder der erste Tank und der zweite Tank parallel innerhalb des Zylindergrundkörpers angeordnet, das Umschaltventil ist an einem oberen Abschnitt des ersten Tanks angeordnet, und ein luftbetätigtes Ventil ist an einem oberen Abschnitt des zweiten Tanks angeordnet und bildet den zweiten Fluidzufuhrmechanismus, und der Kolben, die eine Zylinderkammer und die andere Zy-

linderkammer sind zwischen dem Umschaltventil und dem luftbetätigten Ventil angeordnet.

[0021] Der erste Tank und das Umschaltventil, der zweite Tank und das luftbetätigte Ventil sind bezüglich des Kolbens, der einen Zylinderkammer und der anderen Zylinderkammer symmetrisch angeordnet, so dass der Fluiddruckzylinder einfach herzustellen ist. Als Folge davon ist es möglich, die Herstellungskosten zu reduzieren und gleichzeitig die Produktivität des Fluiddruckzylinders zu verbessern.

[0022] In diesem Fall hat der Kolben entlang der vertikalen Richtung eine elliptische Gestalt, so dass es möglich ist, den Kolben vom Rotieren in einer Umfangsrichtung abzuhalten.

[0023] Ein Magnet ist an einem oberen Teil des Kolbens angeordnet und Magnetsensoren, die dazu eingerichtet sind, den Magnetismus des Magneten zu erfassen, sind jeweils nahe der einen Zylinderkammer und der anderen Zylinderkammer im Zylindergrundkörper angeordnet. Somit ist es möglich, in einfacher Weise einen Kolbenpositionserfassungsmechanismus im Fluiddruckzylinder symmetrischen Aufbaus bereitzustellen.

[0024] Der erste Tank und der zweite Tank haben näherungsweise das gleiche Volumen, so dass es möglich ist, die Produktivität des Fluiddruckzylinders weiter zu verbessern und die Herstellungskosten des Fluiddruckzylinders weiter zu senken.

[0025] Die vorstehenden und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen, in denen eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als veranschaulichendes Beispiel gezeigt ist, deutlicher hervorgehen.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Schaltungsschema eines Fluiddruckzylinders gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 ist ein Schaltungsschema in einem Fall, in dem sich ein in **Fig. 1** dargestelltes Umschaltventil in einer anderen Position befindet;

Fig. 3 ist eine Ansicht, die ein Ergebnis zeigt, das durch Messung eines Luftdrucks jeder Zylinderkammer und eines Kolbenhubs während eines Betriebs des Fluiddruckzylinders in **Fig. 1** erhalten wurde;

Fig. 4 ist ein Schaltungsschema des Fluiddruckzylinders gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 ist eine perspektivische Ansicht, die den Fluiddruckzylinder gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung von einer Kopfseite aus betrachtet zeigt;

Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht entlang einer VI-VI-Linie in **Fig. 5**;

Fig. 7 ist eine perspektivische teilweise Explosionsdarstellung des in **Fig. 5** dargestellten Fluiddruckzylinders;

Fig. 8 ist eine Querschnittsansicht entlang einer VIII-VIII-Linie in **Fig. 5**;

Fig. 9 ist eine Querschnittsansicht entlang einer VI-VI-Leitung in **Fig. 5**, wenn sich das Umschaltventil in einer anderen Position befindet;

Fig. 10 ist eine Querschnittsansicht entlang einer VIII-VIII-Leitung in **Fig. 5**, wenn sich das Umschaltventil in einer anderen Position befindet;

Fig. 11 ist ein Schaltungsschema eines Fluiddruckzylinders gemäß einer Modifikation;

Fig. 12 ist eine perspektivische Ansicht, die den Fluiddruckzylinder gemäß der Modifikation von einer Seite der Kolbenstangen aus betrachtet zeigt;

Fig. 13 ist eine perspektivische Ansicht, die den Fluiddruckzylinder gemäß der Modifikation von der Kopfseite aus betrachtet zeigt;

Fig. 14 ist eine perspektivische Ansicht, die den Fluiddruckzylinder in **Fig. 12** bei geöffneter Zylinderkammer darstellt;

Fig. 15 ist eine perspektivische Ansicht, die den Fluiddruckzylinder in **Fig. 13** bei geöffneter Zylinderkammer darstellt; und

Fig. 16 ist ein Schaltungsschema einer Antriebsvorrichtung für ein Stellglied gemäß dem Stand der Technik.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0026] Eine bevorzugte Ausführungsform eines Fluiddruckzylinders gemäß der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

Aufbau der vorliegenden Ausführungsform

[0027] Wie in **Fig. 1** dargestellt, wird ein Fluiddruckzylinder **20** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für einen doppelt wirkenden Luftzylinder genutzt. Der Fluiddruckzylinder **20** umfasst ein Umschaltventil **24**, eine Hochdruck-Luftzufuhrquelle (Fluidzufuhrquelle) **26**, einen Auslassanschluss (Austrittsanschluss) **28**, ein Rückschlagventil (Zufuhrückschlagventil) **30**, ein Drosselventil (erstes Drosselventil) **32**, einen Lufttank (erster Tank) **34** und vorge-

gebene Rohre, welche die obigen Komponenten fluidisch verbinden.

[0028] Der Fluiddruckzylinder **20** umfasst einen Kolben **38**, der hin und her bewegbar in einem Zylindergrundkörper **36** angeordnet ist. Eine Kolbenstange **40** umfasst einen Endabschnitt, der mit dem Kolben **38** gekoppelt ist, und einen anderen Endabschnitt, der aus dem Zylindergrundkörper **36** nach außen ausfahren kann. Der hier dargestellte Fluiddruckzylinder **20** führt Arbeiten wie die Positionierung eines Werkstücks (nicht dargestellt) aus, wenn die Kolbenstange **40** herausgedrückt wird (sich vorwärts bewegt), und führt keine Arbeiten aus, wenn die Kolbenstange **40** einfährt (zurückfährt). Der Zylindergrundkörper **36** umfasst zwei durch den Kolben **38** getrennte Zylinderkammern, d.h. eine kopfseitige Zylinderkammer (eine Zylinderkammer) **42**, die sich auf einer der Kolbenstange **40** gegenüberliegenden Seite befindet, und eine stangenseitige Zylinderkammer (andere Zylinderkammer) **44**, die sich auf der gleichen Seite wie die Kolbenstange **40** befindet.

[0029] Das Umschaltventil **24** ist als Magnetventil ausgeführt, das einen ersten Anschluss **46** bis einen fünften Anschluss **54** umfasst und zwischen einer in **Fig. 2** gezeigten, ersten Position und einer in **Fig. 1** gezeigten, zweiten Position umschaltbar ist. Vorerst wird der Zustand, wenn sich der Kolben **38** im Zylindergrundkörper **36** in einem Zustand von **Fig. 1** befindet, als eine zweite Position bezeichnet, und ein Zustand in **Fig. 2** wird als eine erste Position bezeichnet. Der erste Anschluss **46** ist über ein Rohr mit der kopfseitigen Zylinderkammer **42** verbunden und mit einer stromaufwärtigen Seite des Rückschlagventils **30** verbunden. Der zweite Anschluss **48** ist über ein Rohr über den Lufttank **34** mit der stangenseitigen Zylinderkammer **44** verbunden. Der dritte Anschluss **50** ist über ein Rohr mit der Hochdruck-Luftzufuhrquelle **26** verbunden. Der vierte Anschluss **52** ist über ein Rohr über das Drosselventil **32** mit der Auslassanschluss **28** verbunden. Der fünfte Anschluss **54** ist über ein Rohr mit einer stromabwärtigen Seite des Rückschlagventils **30** verbunden.

[0030] Wenn sich das Umschaltventil **24** wie in **Fig. 1** dargestellt in der zweiten Position befindet, sind der erste Anschluss **46** und der vierte Anschluss **52** verbunden, und der zweite Anschluss **48** und der fünfte Anschluss **54** sind verbunden. Wenn sich das Umschaltventil **24** wie in **Fig. 2** dargestellt in der ersten Position befindet, sind der erste Anschluss **46** und der dritte Anschluss **50** sowie der zweite Anschluss **48** und der vierte Anschluss **52** verbunden. Das Umschaltventil **24** wird durch eine Federvorspannkraft in der zweiten Position gehalten, solange keine elektrische Energie bereitgestellt wird, und es wird von der zweiten Position in die erste Position umgeschaltet, wenn elektrische Energie bereitgestellt wird. Elektrische Energie wird in Bezug auf das Umschaltven-

til **24** bereitgestellt oder nicht, wenn eine SPS (speicherprogrammierbare Steuerung) (nicht dargestellt), die eine übergeordnete Vorrichtung ist, einen Energieversorgungsbefehl (Energieversorgung) oder einen Energieversorgungsstoppbefehl (keine Energieversorgung) an das Umschaltventil **24** ausgibt.

[0031] Wenn sich das Umschaltventil **24** in der zweiten Position befindet, erlaubt das Rückschlagventil **30** einen Luftstrom von der kopfseitigen Zylinderkammer **42** hin zu der stangenseitigen Zylinderkammer **44** und blockiert den Luftstrom von der stangenseitigen Zylinderkammer **44** hin zu der kopfseitigen Zylinderkammer **42**.

[0032] Das Drosselventil **32** ist so angeordnet, dass es die aus dem Auslassanschluss **28** ausgelassene Luftmenge begrenzt, und es ist als variables Drosselventil ausgeführt, das einen Wegbereich ändern kann, um die Menge der auszulassenden Luft einzustellen.

[0033] Der Lufttank **34** ist dazu eingerichtet, die von der kopfseitigen Zylinderkammer **42** zur stangenseitigen Zylinderkammer **44** zugeführte Luft zu speichern. Das Vorhandensein des Lufttanks **34** entspricht einer Vergrößerung des Volumens der stangenseitigen Zylinderkammer **44**. Das Volumen des Lufttanks **34** wird beispielsweise auf die Hälfte (näherungsweise die Hälfte ist ausreichend) desjenigen Volumens der kopfseitigen Zylinderkammer **42** festgelegt, wenn die Kolbenstange **40** in eine maximale Position herauffährt (auf näherungsweise die Hälfte des Maximalwerts des veränderlichen Volumens der kopfseitigen Zylinderkammer **42**).

Betrieb der vorliegenden Ausführungsform

[0034] Der Fluiddruckzylinder **20** gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist im Wesentlichen wie oben beschrieben konfiguriert. Eine Funktionsweise (ein Betrieb) des Fluiddruckzylinders **20** wird im Folgenden anhand der **Fig. 1** und **Fig. 2** beschrieben. Ein Zustand, wie er in **Fig. 1** dargestellt, in welchem die Kolbenstange **40** am weitesten eingefahren ist, wird als Anfangszustand festgelegt.

[0035] Wenn das Umschaltventil **24** mit elektrischer Energie versorgt wird und das Umschaltventil **24** in diesem Ausgangszustand von der zweiten Position (siehe **Fig. 1**) in die erste Position (siehe **Fig. 2**) umgeschaltet wird, wird ein Antriebsvorgang durchgeführt. Der Antriebsvorgang umfasst das Zuführen des Hochdruckes von der Hochdruck-Luftzufuhrquelle **26** zur kopfseitigen Zylinderkammer **42** und das Auslassen von Luft der stangenseitigen Zylinderkammer **44** zu dem Auslassanschluss **28** über das Drosselventil **32**. Während des Antriebsvorgangs fährt die Kolbenstange **40** bis zu der in **Fig. 2** dargestellten, ma-

ximalen Position heraus und wird durch eine große Schubkraft in der maximalen Position gehalten.

[0036] Wenn die Kolbenstange **40** ausfährt und einen Vorgang wie die Positionierung des Werkstücks durchführt und dann die elektrische Energieversorgung des Umschaltventils **24** gestoppt wird, wird das Umschaltventil **24** von der ersten Position in die zweite Position umgeschaltet und der Rückstellvorgang durchgeführt. Im Rückstellvorgang wird ein Teil der in der kopfseitigen Zylinderkammer **42** angesammelten Luft über das Rückschlagventil **30** hin zu der stangenseitigen Zylinderkammer **44** geleitet. Gleichzeitig wird der andere Teil der in der kopfseitigen Zylinderkammer **42** angesammelten Luft über das Drosselventil **32** aus der dem Auslassanschluss **28** ausgelassen. In diesem Fall wird die zur stangenseitigen Zylinderkammer **44** zugeführte Luft hauptsächlich im Lufttank **34** gesammelt. Denn bevor die Kolbenstange **40** beginnt, einzufahren, nimmt der Lufttank **34** das größte Volumen innerhalb des Raums ein, der sich zwischen dem Rückschlagventil **30** und der stangenseitigen Zylinderkammer **44** erstreckt, in welchem Luft vorhanden sein kann, wobei dieser Raum die stangenseitige Zylinderkammer **44** und die Rohre umfasst. Wenn anschließend der Luftdruck der kopfseitigen Zylinderkammer **42** absinkt, steigt der Luftdruck der stangenseitigen Zylinderkammer **44**, und wenn der Luftdruck der stangenseitigen Zylinderkammer **44** um einen vorbestimmten Wert größer wird als der Luftdruck der kopfseitigen Zylinderkammer **42**, beginnt sich die Kolbenstange **40**, einzuziehen. Weiterhin kehrt die Kolbenstange **40** in den Ausgangszustand zurück, in dem die Kolbenstange **40** am weitesten eingefahren ist.

[0037] Fig. 3 stellt ein Ergebnis dar, das durch Messen eines Luftdrucks **P1** der kopfseitigen Zylinderkammer **42**, eines Luftdrucks **P2** der stangenseitigen Zylinderkammer **44** und eines Kolbenhubs in einer Reihe der obigen Operationen erhalten wurde. Ein Funktionsprinzip (der Antriebsvorgang und der Rücklaufvorgang) der Fluidruckzylinders **20** wird im Folgenden unter Bezugnahme auf Fig. 3 ausführlich beschrieben. In Fig. 3 zeigt ein Nullpunkt des Luftdrucks an, dass der Luftdruck gleich einem Atmosphärendruck ist, und ein Nullpunkt des Kolbenhubs zeigt an, dass sich die Kolbenstange **40** in einer Position befindet, in der die Kolbenstange **40** am weitesten eingefahren ist.

[0038] Zunächst wird der Antriebsvorgang nach dem Funktionsprinzip des Fluidruckzylinders **20** beschrieben. Zu einem Zeitpunkt **t1**, zu dem der Energieversorgungsbehehl an das Umschaltventil **24** ausgegeben wird, ist der Luftdruck **P1** der kopfseitigen Zylinderkammer **42** gleich dem Atmosphärendruck und der Luftdruck **P2** der stangenseitigen Zylinderkammer **44** ist geringfügig größer als der Atmosphärendruck.

[0039] Wenn der Energieversorgungsbehehl an das Umschaltventil **24** ausgegeben wird und dann das Umschaltventil **24** von der zweiten Position (siehe Fig. 1) in die erste Position (siehe Fig. 2) umgeschaltet wird, beginnt der Luftdruck **P1** der kopfseitigen Zylinderkammer **42**, anzusteigen. Zu einem Zeitpunkt **t2** übersteigt der Luftdruck **P1** der kopfseitigen Zylinderkammer **42** den Luftdruck **P2** der stangenseitigen Zylinderkammer **44** um einen Betrag, der größer als ein Haftreibungswiderstand des Kolbens **38** ist, und die Kolbenstange **40** beginnt, sich in eine Herausdrück-Richtung zu bewegen (linke Richtung in Fig. 2). Anschließend, zu einem Zeitpunkt **t3**, ragt die Kolbenstange **40** am weitesten heraus. Der Luftdruck **P1** der kopfseitigen Zylinderkammer **42** steigt weiter an und wird dann zu einem festgelegten Druck, und der Luftdruck **P2** der stangenseitigen Zylinderkammer **44** sinkt und wird gleich dem Atmosphärendruck. Ein vorübergehendes Absinken des Luftdrucks **P1** der kopfseitigen Zylinderkammer **42** und eine vorübergehende Erhöhung des Luftdrucks **P2** der stangenseitigen Zylinderkammer **44** zwischen der Zeit **t2** und der Zeit **t3** werden durch eine Erhöhung eines Volumens der kopfseitigen Zylinderkammer **42** und eine Verringerung eines Volumens der stangenseitigen Zylinderkammer **44** verursacht.

[0040] Als nächstes wird der Rückstellvorgang nach dem Funktionsprinzip des Fluidruckzylinders **20** beschrieben. Wenn zu einem Zeitpunkt **t4** der Energieversorgungsstoppbehehl an das Umschaltventil **24** ausgegeben wird und das Umschaltventil **24** von der ersten Position in die zweite Position umgeschaltet wird, beginnt der Luftdruck **P1** der kopfseitigen Zylinderkammer **42**, zu sinken, und der Luftdruck **P2** der stangenseitigen Zylinderkammer **44** beginnt, anzusteigen. Wenn der Luftdruck **P1** der kopfseitigen Zylinderkammer **42** gleich dem Luftdruck **P2** der stangenseitigen Zylinderkammer **44** wird, bewirkt das Rückschlagventil **30** das Stoppen der Zuführung der Luft der kopfseitigen Zylinderkammer **42** zu der stangenseitigen Zylinderkammer **44**, wodurch der Anstieg des Luftdrucks **P2** der stangenseitigen Zylinderkammer **44** zum Stillstand kommt.

[0041] Währenddessen sich das Absinken des Luftdrucks **P1** der kopfseitigen Zylinderkammer **42** fort, und zu einem Zeitpunkt **t5** übersteigt der Luftdruck **P2** der stangenseitigen Zylinderkammer **44** den Luftdruck **P1** der kopfseitigen Zylinderkammer **42** um einen Betrag, der größer ist als der Haftreibungswiderstand des Kolbens **38**, und die Kolbenstange **40** beginnt, sich in einer Zugrichtung zu bewegen (eine rechte Richtung in Fig. 1).

[0042] Da sich die Kolbenstange **40** in der Zugrichtung bewegt, steigt das Volumen der stangenseitigen Zylinderkammer **44** an. Dadurch sinkt der Luftdruck **P2** der stangenseitigen Zylinderkammer **44**. Der Luftdruck **P1** der kopfseitigen Zylinderkammer **42** sinkt je-

doch mit größerer Geschwindigkeit. Daher übersteigt der Luftdruck **P2** der stangenseitigen Zylinderkammer **44** weiterhin den Luftdruck **P1** der kopfseitigen Zylinderkammer **42**. Eine Gleitreibung des Kolbens **38**, die einmal begonnen hat, sich zu bewegen, ist kleiner als ein Haftreibungswiderstand des Kolbens **38**. Dadurch bewegt sich die Kolbenstange **40** gleichmäßig in die Zugrichtung. Beim Einfahren der Kolbenstange **40** wird der Luftdruck im Lufttank **34** natürlich auch als Zugkraft (Presskraft) in Bezug auf den Kolben **38** genutzt.

[0043] Zu einem Zeitpunkt **t6** kehrt die Kolbenstange **40** in einen Zustand zurück, in dem die Kolbenstange **40** am weitesten eingefahren ist. Zu diesem Zeitpunkt ist der Luftdruck **P1** der kopfseitigen Zylinderkammer **42** gleich dem Atmosphärendruck und der Luftdruck **P2** der stangenseitigen Zylinderkammer **44** ist geringfügig größer als der Atmosphärendruck. Dieser Zustand bleibt erhalten, bis ein nächster Energieversorgungsbeefehl an das Umschaltventil **24** ausgegeben wird.

[0044] In dem Fluidruckzylinder **20** ist das Drosselventil **32** dazu eingerichtet, aus dem Auslassanschluss **28** ausgelassene Luftmenge zu begrenzen. Das Drosselventil **32** ist jedoch keine unverzichtbare Komponente.

[0045] Der Lufttank **34** ist in dem Fluidruckzylinder **20** angeordnet. Wie in **Fig. 4** dargestellt, kann jedoch das Volumen eines Rohres **45**, das sich von dem Rückschlagventil **30** über das Umschaltventil **24** zu der stangenseitigen Zylinderkammer **44** erstreckt, größer gemacht werden als das Volumen anderer Rohre im Fluidruckzylinder **20**. Somit ist es möglich, das Volumen in dem Rohr, das sich von dem Rückschlagventil **30** über das Umschaltventil **24** bis zu einem Eingang der stangenseitigen Zylinderkammer **44** erstreckt, ausreichend sicherzustellen, den Lufttank **34** wegzulassen und in einfacher Weise den gleichen Effekt zu erzielen wie in einem Fall, bei dem der Lufttank **34** vorgesehen ist.

Spezifische Struktur der gegenwärtigen Ausführungsform

[0046] Ein Grundaufbau und die Funktionsweise des Fluidruckzylinders **20** gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind wie oben beschrieben. Unterschiedliche Bauweisen können für die spezifische Anordnung der verschiedenen Komponenten genutzt werden.

[0047] Als Beispiel für eine Bauweise zeigen **Fig. 5** bis **Fig. 10** einen Fluidruckzylinder **120**, in dem ein Zylindergrundkörper und ein Umschaltventil integral ausgebildet sind.

[0048] Denjenigen Komponenten des Fluidruckzylinders **120**, die den Komponenten des Fluidruckzylinders **20** gleich sind, werden Referenznummern zugeordnet, die 100 zuzüglich der Referenznummer der jeweiligen Komponente des Fluidruckzylinders **20** sind, und sie werden nicht im Detail beschrieben.

[0049] **Fig. 5** ist eine perspektivische Ansicht, die den Fluidruckzylinder **120** gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung von einer Kopfseite aus betrachtet darstellt. Wie in **Fig. 5** dargestellt ist, umfasst der Fluidruckzylinder **120** einen Zylindergrundkörper **136**, ein an einem oberen Abschnitt des Zylindergrundkörpers **136** angeordnetes Umschaltventil **124** und ein Drosselventil (variables Drosselventil) **132**, welches an einer Seitenfläche des Umschaltventils **124** in einer hervorstehenden Weise angeordnet ist.

[0050] **Fig. 6** ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie **VI-VI** in **Fig. 5**. Wie in **Fig. 6** dargestellt, umfasst der Zylindergrundkörper **136** einen Kolben **138**, der innerhalb des Zylindergrundkörpers **136** hin- und her bewegbar angeordnet ist, und eine Kolbenstange **140** mit einem Endabschnitt, der mit dem Kolben **138** gekoppelt ist, und mit einem anderen Endabschnitt, der sich von dem Zylindergrundkörper **136** nach außen erstreckt.

[0051] Der Zylindergrundkörper **136** umfasst zwei durch den Kolben **138** geteilte Zylinderkammern, d.h. eine kopfseitige Zylinderkammer (eine Zylinderkammer) **142** und eine stangenseitige Zylinderkammer (andere Zylinderkammer) **144**. Die kopfseitige Zylinderkammer **142** und die stangenseitige Zylinderkammer **144** sind jeweils durch Abdeckelemente **55**, **56** verschlossen und die Abdeckelemente **55**, **56** sind jeweils durch einen Sicherungsring **57** befestigt. Die kopfseitige Zylinderkammer **142** ist über einen Strömungsweg **60** mit einem ersten Anschluss **146** des Umschaltventils **124** (später beschrieben) verbunden.

[0052] Der Zylindergrundkörper **136** umfasst einen Lufttank **134**, der an einem oberen Abschnitt der stangenseitigen Zylinderkammer **144** angeordnet ist. Der Lufttank **134** wird durch ein Abdeckelement **58** geschlossen, und das Abdeckelement **58** ist durch einen Sicherungsring **59** fixiert. Der Lufttank **134** ist über einen Strömungsweg **62** mit der stangenseitigen Zylinderkammer **144** verbunden und er ist über einen Strömungsweg **64** mit einem zweiten Anschluss **148** des Umschaltventils **124** (später beschrieben) verbunden.

[0053] Wie in **Fig. 7** dargestellt, umfasst der Zylindergrundkörper **136** einen Hochdruck-Lufteinlassanschluss **66** auf einer Seitenfläche gegenüber derjenigen Seitenfläche, aus welcher die Kolbenstange **140** herausragt. Der Hochdruck-Lufteinlassan-

schluss **66** bezieht eine Hochdruckluft (Druckfluid) von einer Hochdruck-Luftzufuhrquelle (Hochdruck-Versorgungsquelle) **126**, die nicht dargestellt ist. Der Hochdruck-Lufteinlassanschluss **66** ist über einen Strömungsweg **68** mit einem dritten Anschluss **150** des nachfolgend beschriebenen Umschaltventils **124** verbunden.

[0054] Fig. 8 ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie VIII-VIII in Fig. 5. Wie in Fig. 8 dargestellt, umfasst der Zylindergrundkörper **136** an einem oberen Abschnitt der kopfseitigen Zylinderkammer **142** einen kleinen Raum **70**, in welchem ein Rückschlagventil **130** untergebracht ist. Der kleine Raum **70** wird durch ein Abdeckelement **71** geschlossen. Der kleine Raum **70** über den Strömungsweg **72** mit dem Strömungsweg **60** verbunden und er ist über einen Strömungsweg **74** mit einem fünften Anschluss **154** des nachfolgend beschriebenen Umschaltventils **124** verbunden.

[0055] Das Rückschlagventil **130** ermöglicht einen Luftstrom von der kopfseitigen Zylinderkammer **142** zum fünften Anschluss **154** des Umschaltventils **124** und blockiert den Luftstrom vom fünften Anschluss **154** des Umschaltventils **124** zum kopfseitigen Zylinderraum **142**.

[0056] Das Umschaltventil **124** ist als Magnetventil ausgeführt, das den ersten Anschluss **146** bis zum fünften Anschluss **154** umfasst und zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position umgeschaltet werden kann, wenn ein Schieberventil **76** in einer zylindrischen Hülse **75** in axialer Richtung verschoben wird. Wenn sich das Schieberventil **76** in einem Zustand von Fig. 8 befindet, wird der Zustand vorläufig als erste Position bezeichnet und ein Zustand in Fig. 10 wird als zweite Position bezeichnet. Beide Enden der Hülse **75** werden durch Abdeckelemente **77** verschlossen, und die Abdeckelemente **77** sind durch Anschläge **78** fixiert.

[0057] Wie in Fig. 7 dargestellt ist, ist das Umschaltventil **124** mit einer Oberseite des Zylindergrundkörpers **136** verschraubt, wobei dazwischen eine Dichtung **79** eingefügt ist. Ein Auslassanschluss **128** öffnet sich in einer Seitenfläche auf einer Kopfseite des Umschaltventils **124** und das Drosselventil **132** ist an dem Auslassanschluss **128** angeordnet. Wie in Fig. 6 und Fig. 8 dargestellt ist, ist der Auslassanschluss **128** über einen innerhalb des Umschaltventils **124** angeordneten Strömungsweg **80** mit dem vierten Anschluss **152** des Umschaltventils **124** verbunden.

[0058] Der erste Anschluss **146** des Umschaltventils **124** ist über den Strömungsweg **60** mit der kopfseitigen Zylinderkammer **142** und über den Strömungsweg **60** und dem Strömungsweg **72** mit einer stromaufwärtigen Seite des Rückschlagventils **130** verbunden. Der zweite Anschluss **148** ist über den

Strömungsweg **64** mit dem Lufttank **134** verbunden und über den Strömungsweg **62** mit der stangenseitigen Zylinderkammer **144** verbunden. Der dritte Anschluss **150** ist über den Strömungsweg **68** und den Hochdruck-Lufteinlassanschluss **66** an die Hochdruck-Luftzufuhrquelle **126** (nicht dargestellt) angeschlossen. Der vierte Anschluss **152** ist über den Strömungsweg **80** mit dem Auslassanschluss **128** verbunden. Der fünfte Anschluss **154** ist über den Strömungsweg **74** mit einer stromabwärtigen Seite des Rückschlagventils **130** verbunden.

[0059] Wenn sich das Umschaltventil **124** wie in Fig. 8 gezeigt in der ersten Position befindet, sind der erste Anschluss **146** und der dritte Anschluss **150** verbunden, und der zweite Anschluss **148** und der vierte Anschluss **152** sind verbunden. Das heißt, wenn das Umschaltventil **124** mit elektrischer Energie versorgt wird und das Umschaltventil **124** von der zweiten Position in die erste Position umgeschaltet wird, versorgt die Hochdruck-Luftzufuhrquelle **126** den Hochdruck-Lufteinlassanschluss **66** mit der Hochdruckluft. Anschließend wird die Hochdruckluft über den Strömungsweg **68**, den dritten Anschluss **150**, den ersten Anschluss **146** und den Strömungsweg **60** der kopfseitigen Zylinderkammer **142** zugeführt. In diesem Fall wird die Luft der stangenseitigen Zylinderkammer **144** über den Strömungsweg **62**, den Lufttank **134**, den Strömungsweg **64**, den zweiten Anschluss **148**, den Strömungsweg **80** und das Drosselventil **132** aus dem Auslassanschluss **128** ausgelassen.

[0060] Unterdessen sind, wenn sich das Umschaltventil **124** wie in Fig. 10 gezeigt in der zweiten Position befindet, der erste Anschluss **146** und der vierte Anschluss **152** verbunden sowie der zweite Anschluss **148** und der fünfte Anschluss **154** verbunden. Das heißt, wenn die Energieversorgung zu dem Umschaltventil **124** stoppt und das Umschaltventil **124** von der ersten Position in die zweite Position umgeschaltet wird, wird ein Teil der in der kopfseitigen Zylinderkammer **142** angesammelten Luft über den Strömungsweg **60**, den Strömungsweg **72**, das Rückschlagventil **130**, den fünften Anschluss **154**, den zweiten Anschluss **148**, den Strömungsweg **64**, den Lufttank **134** und den Strömungsweg **62** der stangenseitigen Zylinderkammer **144** zugeführt. Gleichzeitig wird der andere Teil der in der kopfseitigen Zylinderkammer **142** angesammelten Luft über den Strömungsweg **60**, den ersten Anschluss **146**, den vierten Anschluss **152**, den Strömungsweg **80** und das Drosselventil **132** aus dem Auslassanschluss **128** ausgelassen.

Wirkung der gegenwärtigen Ausführungsform

[0061] Die Fluidruckzylinder **20**, **120** gemäß der vorliegenden Ausführungsform führen wie vorstehend beschrieben die in den kopfseitigen Zylinder-

kammern **42, 142** angesammelten Fluide hin zu den stangenseitigen Zylinderkammern **44, 144** und leiten gleichzeitig die Fluide nach außen ab. Dadurch steigt der Fluiddruck in den stangenseitigen Zylinderkammern **44, 144** und der Fluiddruck in den kopfseitigen Zylinderkammern **42, 142** fällt schnell ab. Somit ist es möglich, eine für die Rückstellung der Kolben **38, 138** der Fluiddruckzylinder **20, 120** erforderliche Zeit so weit wie möglich zu verkürzen.

[0062] Das Rückgewinnungsventil mit einer komplizierten Struktur ist nicht notwendig, und es ist nur eine einfache Schaltungskonfiguration wie die Rückschlagventile **30, 130** erforderlich. Somit ist es möglich, die Schaltung für die Rückführung der Kolben **38, 138** zu vereinfachen.

[0063] Die Zylindergrundkörper **36, 136** umfassen die Umschaltventile **24, 124** umfassend die Auslassanschlüsse **28, 128**; die Rückschlagventile **30, 130**; und die Strömungswege **60, 62, 64, 68, 72, 74, 80**, welche die Kolben **38, 138** unter Wiederverwendung eines Auslassdrucks zurückstellen. Somit ist es möglich, die Zylindergrundkörper **36, 136** und die Umschaltventile **24, 124** integral auszubilden und die Fluiddruckzylinder **20, 120** beträchtlich zu miniaturisieren.

[0064] Das Umschaltventil **124** ist am oberen Teil der kopfseitigen Zylinderkammer **142** angeordnet. Somit ist es möglich, den Strömungsweg **60**, der das Umschaltventil **124** und die kopfseitige Zylinderkammer **142** verbindet, zu verkürzen und den Fluiddruckzylinder **120** weiter zu miniaturisieren.

[0065] Die Lufttanks **34, 134** sind zwischen den stangenseitigen Zylinderkammern **44, 144** und den Umschaltventilen **24, 124** angeordnet. Somit ist es möglich, die aus den kopfseitigen Zylinderkammern **42, 142** austretenden Fluide in den mit den stangenseitigen Zylinderkammern **44, 144** verbundenen Lufttanks **34, 134** zu sammeln und die Drücke der Fluide so weit wie möglich vor einem Absinken zu bewahren, wenn die Volumina der stangenseitigen Zylinderkammern **44, 144** im Rückstellvorgang zunehmen.

[0066] Der Lufttank **134** ist am oberen Teil der stangenseitigen Zylinderkammer **144** angeordnet. Somit ist es möglich, den Strömungsweg **62**, der den Lufttank **134** und die stangenseitige Zylinderkammer **144** verbindet, zu verkürzen und den Fluiddruckzylinder **120** weiter zu miniaturisieren.

[0067] Die Volumina der Lufttanks **34, 134** sind etwa halb so groß wie der Maximalwert der veränderlichen Volumina der kopfseitigen Zylinderkammern **42, 142**. Wenn also die in den kopfseitigen Zylinderkammern **42, 142** angesammelten Fluide den stangenseitigen Zylinderkammern **44, 144** zugeführt werden, ist es möglich, ein angemessenes Gleichgewicht zwischen

der Funktion der schnellen Erhöhung der Fluiddrücke der stangenseitigen Zylinderkammern **44, 144** und einer Funktion der Verhinderung des Absinkens der Fluiddrücke bei zunehmendem Volumen der stangenseitigen Zylinderkammern **44, 144** zu erreichen.

[0068] An den Auslassanschlüssen **28, 128** sind die Drosselventile **32, 132** angeordnet. Dadurch ist es möglich, die Menge der nach außen abgegebenen Flüssigkeiten zu begrenzen und hinreichend Energie zu sparen.

[0069] In diesem Fall sind die Drosselventile **32, 132** variable Drosselventile. Folglich können die Drosselventile **32, 132** ein Verhältnis der in den kopfseitigen Zylinderkammern **42, 142** angesammelten und den stangenseitigen Zylinderkammern **44, 144** zugeführten Menge des Fluids zur der Menge des in den kopfseitigen Zylinderkammern **42, 142** angesammelten und nach außen ausgelassenen Fluids einstellen.

[0070] In dem Fluiddruckzylinder **120** ist das Umschaltventil **124** an dem oberen Teil der kopfseitigen Zylinderkammer **142** angeordnet und der Lufttank **134** ist an dem oberen Teil der stangenseitigen Zylinderkammer **144** angeordnet. Das Umschaltventil **124** und der Lufttank **134** müssen jedoch nicht unbedingt an den oberen Abschnitten der kopfseitigen Zylinderkammer **142** und der stangenseitigen Zylinderkammer **144** angeordnet sein. So können das Umschaltventil **124** und der Lufttank **134** beispielsweise in Bezug auf einen Einbauraum des Fluiddruckzylinders **120** auf einer Seitenfläche in einer Längsrichtung des Zylindergrundkörpers **136** oder auf einer Seitenfläche auf der Kopfseite angeordnet sein.

[0071] In dem Fluiddruckzylinder **120** bewegt sich die mit dem Kolben **138** gekoppelte Kolbenstange **140** entlang einer axialen Richtung des Zylindergrundkörpers **136**. Der Fluiddruckzylinder nach der vorliegenden Erfindung ist jedoch nicht unbedingt auf diese Konfiguration beschränkt. Ein doppelt wirkendes Stellglied, das eine große Leistung im Antriebsvorgang benötigt, aber keine große Leistung im Rücklaufprozess benötigt, ist für verschiedene Fluiddruckvorrichtungen wie Drehantriebe und Greifer verwendbar.

Modifikation der vorliegenden Ausführungsform

[0072] Anschließend werden Modifikationen (Fluiddruckzylinder **20A, 120A**) der Fluiddruckzylinder **20, 120** gemäß der vorliegenden Ausführungsform mit Bezug auf **Fig. 11** bis **Fig. 15** beschrieben. Den gleichen Komponenten wie im Fluiddruckzylinder **20** in **Fig. 1** und **Fig. 2** und im Fluiddruckzylinder **120** in **Fig. 5** bis **Fig. 10** werden zur Beschreibung dieser Modifikation die gleichen Referenznummern zugeordnet und sie werden nicht im Detail beschrieben.

[0073] In dem Fluiddruckzylinder **20A** sind gemäß dieser Modifikation, wie in **Fig. 11** dargestellt, das Drosselventil **32**, ein Schalldämpfer **82** und der Auslassanschluss **28** über ein Rohr mit dem vierten Anschluss **52** in Reihe verbunden.

[0074] In diesem Fall umfasst die Fluiddruckzylinder **20A** zusätzlich einen Lufttank (zweiter Tank) **84**. Der Lufttank **84** ist über ein Rückschlagventil (Druckspeicher-Rückschlagventil) **86** mit dem Drosselventil **32**, dem Schalldämpfer **82** und dem Auslassanschluss **28** über ein Rohr parallel verbunden. Daher sind gemäß dieser Modifikation das Drosselventil **32** und der Auslassanschluss **28** sowie der Lufttank **84** parallel zueinander mit dem vierten Anschluss **52** verbunden.

[0075] Wenn sich das Umschaltventil **24** wie in **Fig. 11** dargestellt in der zweiten Position befindet, steht gemäß der Modifikation die kopfseitige Zylinderkammer **42** über das Rückschlagventil **30** und das Umschaltventil **24** mit der stangenseitigen Zylinderkammer **44** in Verbindung und sie steht über das Umschaltventil **24** mit dem Auslassanschluss **28** und dem Lufttank **84** in Verbindung. Wenn sich das Umschaltventil **24** in der ersten Position befindet, steht die stangenseitige Zylinderkammer **44** über das Umschaltventil **24** mit dem Auslassanschluss **28** und dem Lufttank **84** in Verbindung.

[0076] Auch wenn sich das Umschaltventil **24** im Fluiddruckzylinder **20A** gemäß dieser Modifikation entweder in der ersten Position oder der zweiten Position befindet, ist es möglich, einen Teil der über den Auslassanschluss **28** aus dem vierten Anschluss **52** nach außen ausgelassenen Luft über das Rückschlagventil **86** in dem Lufttank **84** zu sammeln. Somit ist es möglich, den Luftverbrauch des Fluiddruckzylinders **20A** um die im Lufttank **84** angesammelte Luftmenge zu reduzieren. Als Folge davon ist es möglich, zusätzlich Energie des Fluiddruckzylinders **20A** zu sparen.

[0077] In dem Fluiddruckzylinder **20A** ist das Rückschlagventil **86** zwischen dem Umschaltventil **24** und dem Lufttank **84** angeordnet. Somit ist es möglich, zu verhindern, dass die im Lufttank **84** angesammelte Luft rückwärts strömt und über den Auslassanschluss **28** nach außen ausgelassen wird.

[0078] Das Drosselventil **32**, der Schalldämpfer **82** und der Auslassanschluss **28** sind parallel zu dem Rückschlagventil **86** und dem Lufttank **84** mit dem vierten Anschluss **52** verbunden. Dadurch ist es möglich, die nach außen ausgelassene Luftmenge nach außen zu begrenzen und zusätzlich Energie zu sparen. Weiterhin ist das Drosselventil **32** als variables Drosselventil ausgeführt. Folglich kann das Drosselventil **32** das Verhältnis der Luftmenge, die aus dem vierten Anschluss **52** ausgelassen und dem Lufttank **84** zugeführt wird, zu der Luftmenge, die über den

Auslassanschluss **28** nach außen ausgelassen wird, leicht einstellen.

[0079] Der Fluiddruckzylinder **20A** nutzt den gleichen Aufbau wie der Fluiddruckzylinder **20** in **Fig. 1** und **Fig. 2**, abgesehen davon, dass das Drosselventil **32**, der Schalldämpfer **82**, der Lufttank **84** und das Rückschlagventil **86** mit dem vierten Anschluss **52** verbunden sind. Folglich kann der Fluiddruckzylinder **20A** natürlich leicht den gleichen Effekt erzielen wie der obige Fluiddruckzylinder **20**.

[0080] In dem Fluiddruckzylinder **20A** gemäß dieser Modifikation ist ferner ein erster Fluidzufuhrmechanismus **88** vorgesehen. Wenn sich das Umschaltventil **24** in der zweiten Position befindet und wenn ein Teil der in der kopfseitigen Zylinderkammer **42** angesammelten Luft von der kopfseitigen Zylinderkammer **42** über das Rückschlagventil **30** und das Umschaltventil **24** der stangenseitigen Zylinderkammer **44** zugeführt wird, führt der erste Fluidzufuhrmechanismus **88** die im Lufttank **84** angesammelte Luft der stangenseitigen Zylinderkammer **44** zu.

[0081] Der erste Fluidzufuhrmechanismus **88** umfasst ein Rückschlagventil **90**, das an einem Rohr angeordnet ist, welches den Lufttank **84** und die stangenseitige Zylinderkammer **44** verbindet. In diesem Fall ist das Rückschlagventil **90** an einem Rohr angeordnet, das den Lufttank **84** und den zweiten Anschluss **48** verbindet, um einen Fluidstrom von dem Lufttank **84** hin zu dem zweiten Anschluss **48** zu ermöglichen. Das heißt, wenn sich das Umschaltventil **24** in der zweiten Position befindet, lässt das Rückschlagventil **90** einen Luftstrom aus dem Lufttank **84** in Richtung der stangenseitigen Zylinderkammer **44** zu und blockiert den Luftstrom aus der stangenseitigen Zylinderkammer **44** in Richtung des Lufttanks **84**.

[0082] Wenn sich in diesem Fall das Umschaltventil **24** in der zweiten Position befindet und wenn der Luftdruck der von der kopfseitigen Zylinderkammer **42** zur stangenseitigen Zylinderkammer **44** zugeführten Luft niedriger wird als der Luftdruck im Lufttank **84**, wird die im Lufttank **84** angesammelte Luft von dem Lufttank **84** über das Rückschlagventil **90** zu der stangenseitigen Zylinderkammer **44** geführt.

[0083] Deshalb wird über den ersten Fluidzufuhrmechanismus **88** zusätzlich Luft im Lufttank **84** zugeführt, auch wenn der Luftdruck der von der kopfseitigen Zylinderkammer **42** zur der stangenseitigen Zylinderkammer **44** zugeführten Luft beim Einfahren der Kolbenstange **40** absinkt. Als Folge davon ermöglicht ein einfacher Aufbau, bei dem das Rückschlagventil **90** an einem Rohr angeordnet ist, eine Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens **38** während des Einfahrens konstant zu halten sowie den Kolben **38** zuverlässig und effizient zurückzustellen.

[0084] Der Fluiddruckzylinder **20A** gemäß dieser Modifikation umfasst ferner einen zweiten Fluidzufuhrmechanismus **92**, der Luft von der Hochdruck-Luftzufuhrquelle **26** zum Lufttank **84** führt.

[0085] Der zweite Fluidzufuhrmechanismus **92** umfasst ein luftbetätigtes Ventil **94**, das an einem Rohr angeordnet ist, welches die Hochdruck-Luftzufuhrquelle **26** und den Lufttank **84** verbindet. Wenn ein Luftdruck im Lufttank **84**, der ein Steuerdruck ist, größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist, hält das luftbetätigte Ventil **94** die in **Fig. 11** dargestellte zweite Position und blockiert eine Verbindung zwischen der Hochdruck-Luftzufuhrquelle **26** und dem Lufttank **84**. In einem Fall, in dem der Luftdruck im Lufttank **84** auf den Schwellenwert gesunken ist, wird das druckluftbetriebene Ventil **94** indes in die erste Position umgeschaltet und verbindet die Hochdruck-Luftzufuhrquelle **26** und den Lufttank **84**. Somit versorgt die Hochdruck-Luftzufuhrquelle **26** den Lufttank **84** mit einer Hochdruckluft.

[0086] Wenn also, wie vorstehend beschrieben, die im Lufttank **84** angesammelte Luft aus dem Lufttank **84** über das Rückschlagventil **90** der stangenseitigen Zylinderkammer **44** zugeführt wird und wenn der Luftdruck im Lufttank **84** auf den Schwellenwert absinkt, wird das druckluftbetriebene Ventil **94** von der zweiten Position in die erste Position geschaltet, und die Hochdruck-Luftzufuhrquelle **26** versorgt den Lufttank **84** mit der Hochdruckluft. Somit ist es möglich, das Absinken des Luftdrucks im Lufttank **84** zu verhindern und die Hochdruckluft der stangenseitigen Zylinderkammer **44** zuzuführen.

[0087] Wie vorstehend beschrieben ist, umfasst der Fluiddruckzylinder **20A** weiterhin den zweiten Fluidzufuhrmechanismus **92**, der die Hochdruckluft von der Hochdruck-Luftzufuhrquelle **26** zu dem Lufttank **84** führt. Somit ist es unter Nutzung von im Lufttank **84** angesammelter Luft möglich, den Luftdruck vor dem Abfallen zu bewahren.

[0088] In dem Fluiddruckzylinder **20A** gemäß dieser Modifikation ist auf einer Außenumfangsfläche des Kolbens **38** ein Permanentmagnet **96** angeordnet, und Magnetsensoren **98a**, **98b**, die den Magnetismus des Permanentmagneten **96** erfassen, sind jeweils nahe der kopfseitigen Zylinderkammer **42** des Zylindergrundkörpers **36** und nahe der stangenseitigen Zylinderkammer **44** angeordnet. Das heißt, der Magnetsensor **98a** ist so angeordnet, dass er der äußeren Umfangsfläche des Kolbens **38** zugewandt ist, wenn die Kolbenstange **40** am weitesten eingefahren ist, und erfasst den Magnetismus des Permanentmagneten **96** und gibt ein Detektionssignal an eine SPS aus, wenn die Kolbenstange **40** am weitesten eingefahren ist. Unterdessen ist der Magnetsensor **98b** so angeordnet, dass er der äußeren Umfangsfläche des Kolbens **38** zugewandt ist, wenn sich die Kolbenstan-

ge **40** bis zu einer maximalen Position ausgefahren ist, und erfasst den Magnetismus des Permanentmagneten **96** und gibt ein Detektionssignal an die SPS aus, wenn sich die Kolbenstange **40** am weitesten ausgefahren ist.

[0089] Anschließend wird ein Aufbau (Fluiddruckzylinder **120A**) einer bestimmten Anordnung jeder Komponente des Fluiddruckzylinders **20A** im Schaltungs-schema aus **Fig. 11** mit Bezug auf **Fig. 12** bis **Fig. 15** beschrieben. Komponenten des Fluiddruckzylinders **120A**, die den Komponenten des Fluiddruckzylinders **20A** entsprechen, werden auch in **Fig. 12** bis **Fig. 15** Referenznummern zugeordnet, die gleich 100 plus die Referenznummern der entsprechenden Komponenten des Fluiddruckzylinders **20A** sind, und sie werden nicht im Detail beschrieben.

[0090] Der Zylindergrundkörper **136** des Fluiddruckzylinders **120A** weist eine umgekehrte T-Form auf, in der sich ein zentraler Abschnitt von rechteckiger Gestalt nach oben hervortritt. Innerhalb des hervortretenden Abschnitts erstreckt sich die mit dem Kolben **138** gekoppelte Kolbenstange **140** entlang der Längsrichtung des hervortretenden Abschnitts und die kopfseitige Zylinderkammer **142** und die stangenseitige Zylinderkammer **144** sind darin ausgebildet. **Fig. 14** und **Fig. 15** stellen dar, dass die Kolbenstange **140** am weitesten eingefahren ist und dass dadurch das Volumen der kopfseitigen Zylinderkammer **142** minimal ist.

[0091] Der Kolben **138** hat entlang der vertikalen Richtung eine elliptische Form, wie durch gestrichelte Linien in **Fig. 14** und **Fig. 15** dargestellt ist. Stabförmige Permanentmagnete **196** sind am oberen Teil des Kolbens **138** links und rechts angeordnet, wie in **Fig. 14** und **Fig. 15** dargestellt ist. Wie in **Fig. 12** und **Fig. 13** dargestellt, sind links und rechts an einem oberen Abschnitt des hervortretenden Abschnitts und entlang der Längsrichtung des hervortretenden Abschnitts Nuten **200** ausgebildet. Ein Magnetsensor **198a** ist an einer Endseite der einen Nut **200** (die kopfseitige Seite Zylinderkammer **142**) befestigt. Ein Magnetsensor **198b** ist an der anderen Endseite der anderen Nut **200** (die stangenseitige Zylinderkammer **144** Seite) befestigt. Das heißt, im Zylindergrundkörper **136** ist der Magnetsensor **198a** nahe der kopfseitigen Zylinderkammer **142** und der Magnetsensor **198b** ist nahe der stangenseitigen Zylinderkammer **144** angeordnet.

[0092] Das Umschaltventil **124** und ein luftbetätigtes Ventil **194** des zweiten Fluidzufuhrmechanismus **192** sind parallel zu dem dazwischenliegenden hervortretenden Abschnitt auf einer Oberseite des rechteckigen Blocks angeordnet. Im Inneren des Zylindergrundkörpers **136** sind der Lufttank **134** unterhalb des Umschaltventils **124** und ein Lufttank **184** unterhalb des pneumatischen Ventils **194** ausgebildet.

[0093] Das heißt, die Lufttanks **134**, **184** sind parallel in Längsrichtung des hervortretenden Abschnitts angeordnet und haben etwa das gleiche Volumen. Die Lufttanks **134**, **184** werden durch Abdeckelemente **202**, **204** verschlossen, und die Abdeckelemente **202**, **204** werden durch Sicherungsringe **206**, **208** fixiert.

[0094] Wie in **Fig. 12** bis **Fig. 15** dargestellt ist, sind die Rückschlagventile **130**, **186** und das Rückschlagventil **190** des ersten Fluidzufuhrmechanismus **188** innerhalb des Zylindergrundkörpers **136** auf der Seite des Lufttanks **134** eingebaut. Das Drosselventil **132** und ein Schalldämpfer **182** sind auf einer Seitenfläche des Zylindergrundkörpers **136** in der Nähe des Lufttanks **134** angeordnet. Diese Komponenten des Zylindergrundkörpers **136** sind jeweils durch den Strömungsweg **210** verbunden, der durch gestrichelte Linien in **Fig. 14** und **Fig. 15** dargestellt ist. Der gesamte Strömungsweg **210** entspricht einem jeden, im Schaltplan in **Fig. 11** dargestellten Rohr, weshalb eine Verbindungszuordnung des Strömungswegs **210** zwischen den Komponenten nicht im Detail beschrieben wird.

[0095] Wie vorstehend beschrieben ist, umfasst der Zylindergrundkörper **136** das Umschaltventil **124** und den Lufttank **134** sowie das luftbetätigte Ventil **194** und den Lufttank **184**, die symmetrisch zum Kolben **138**, zur Kolbenstange **140**, zur kopfseitigen Zylinderkammer **142** und zur stangenseitigen Zylinderkammer **144** innerhalb des hervortretenden Abschnitts angeordnet sind.

[0096] Eine solcher Anordnungszusammenhang erleichtert die Montage des Fluiddruckzylinders **120A**. Dadurch ist es möglich, die Herstellungskosten zu senken und gleichzeitig die Produktivität des Fluiddruckzylinders **120A** zu verbessern.

[0097] Der Kolben **138** hat entlang der vertikalen Richtung eine elliptische Gestalt, so dass es möglich ist, zu verhindern, dass sich der Kolben **138** in Umfangsrichtung dreht.

[0098] Die Permanentmagnete **196** sind am oberen Teil des Kolbens **138** angeordnet, und die Magnetensoren **198a**, **198b** sind in den Nuten **200** angeordnet, welche im hervortretenden Abschnitt des Zylindergrundkörpers **136** und jeweils nahe der kopfseitigen Zylinderkammer **142** und nahe der stangenseitigen Zylinderkammer **144** ausgebildet sind. Die Magnetsensoren **198a**, **198b** erfassen den Magnetismus der Permanentmagnete **196**. Somit ist es möglich, in einfacher Weise einen Positionserfassungsmechanismus des Kolbens **138** im Fluiddruckzylinder **120A** mit symmetrischem Aufbau bereitzustellen.

[0099] Die Lufttanks **134**, **184** haben etwa das gleiche Volumen. Somit ist es möglich, die Produktivität

des Fluiddruckzylinders **120A** weiter zu verbessern und die Herstellungskosten des Fluiddruckzylinders **120A** weiter zu senken.

[0100] Der Fluiddruckzylinder nach der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die vorstehende Ausführungsform beschränkt und kann verschiedene Konfigurationen verwenden, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Doppelt wirkender Fluiddruckzylinder (20, 20A, 120, 120A), umfassend einen Zylindergrundkörper (36, 136), in welchem sich ein Kolben (38, 138) hin und her bewegt, wobei der Zylindergrundkörper (36, 136) umfasst:

ein Umschaltventil (24, 124) mit einem Auslassanschluss (28, 128),

ein Zufuhrückschlagventil (30, 130),

einen Strömungsweg (60, 62, 64, 68, 80), der eine Zylinderkammer (42, 142) mit einer Fluidzufuhrquelle (26, 126) verbindet und eine andere Zylinderkammer (44, 144) zumindest mit dem Auslassanschluss (28, 128) verbindet, wenn sich das Umschaltventil (24, 124) in einer ersten Position befindet, und

einen Strömungsweg (60, 62, 64, 72, 74, 80), der die eine Zylinderkammer (42, 142) mit der anderen Zylinderkammer (44, 144) über das Zufuhrückschlagventil (30, 130) verbindet und der die eine Zylinderkammer (42, 142) zumindest mit dem Auslassanschluss (28, 128) verbindet, wenn sich das Umschaltventil (24, 124) in einer zweiten Position befindet.

2. Fluiddruckzylinder (120, 120A) nach Anspruch 1, wobei das Umschaltventil (124) an einem oberen Abschnitt der einen Zylinderkammer (142) oder an Seiten der einen Zylinderkammer (142) und der anderen Zylinderkammer (144) angeordnet ist.

3. Fluiddruckzylinder (20, 20A, 120, 120A) nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein erster Tank (34, 134) zwischen der anderen Zylinderkammer (44, 144) und dem Umschaltventil (24, 124) angeordnet ist.

4. Fluiddruckzylinder (120, 120A) nach Anspruch 3, wobei der erste Tank (134) an einem oberen Abschnitt der anderen Zylinderkammer (144) oder an einem unteren Abschnitt des Umschaltventils (124) angeordnet ist.

5. Fluiddruckzylinder (20, 20A, 120, 120A) nach Anspruch 3 oder 4, wobei ein Volumen des ersten Tanks (34, 134) etwa einem halben Maximalwert eines veränderlichen Volumens der einen Zylinderkammer (42, 142) entspricht.

6. Fluiddruckzylinder (20, 20A, 120, 120A) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei an dem Auslass-

anschluss (28, 128) ein Drosselventil (32, 132) angeordnet ist.

7. Fluiddruckzylinder (20, 20A, 120, 120A) nach Anspruch 6, wobei das Drosselventil (32, 132) ein variables Drosselventil ist.

8. Fluiddruckzylinder (20A, 120A) nach Anspruch 6 oder 7, wobei:
zusätzlich ein zweiter Tank (84, 184) vorgesehen ist und parallel zu dem Drosselventil (32, 132) mit dem Umschaltventil (24, 124) verbunden ist;
wenn sich das Umschaltventil (24, 124) in der ersten Position befindet, die andere Zylinderkammer (44, 144) über das Umschaltventil (24, 124) mit dem Drosselventil (32, 132) und dem zweiten Tank (84, 184) in Verbindung steht; und
wenn sich das Umschaltventil (24, 124) in der zweiten Position befindet, die eine Zylinderkammer (42, 142) über das Zufuhrückschlagventil (30, 130) und das Umschaltventil (24, 124) mit der anderen Zylinderkammer (44, 144) in Verbindung steht und über das Umschaltventil (24, 124) mit dem Drosselventil (32, 132) und dem zweiten Tank (84, 184) in Verbindung steht.

9. Fluiddruckzylinder (20A, 120A) nach Anspruch 8, wobei zwischen dem Umschaltventil (24, 124) und dem zweiten Tank (84, 184) ein Druckspeicher-Rückschlagventil (86, 186) angeordnet ist.

10. Fluiddruckzylinder (20A, 120A) nach Anspruch 8 oder 9, wobei ferner ein erster Fluidzufuhrmechanismus (88, 188) vorgesehen und dazu eingerichtet ist, der anderen Zylinderkammer (44, 144) ein im zweiten Tank (84, 184) angesammeltes Fluid zuzuführen, wenn sich das Umschaltventil (24, 124) in der zweiten Position befindet und wenn ein Teil eines in der einen Zylinderkammer (42, 142) angesammelten Fluids der anderen Zylinderkammer (44, 144) von der einen Zylinderkammer (42, 142) über das Zufuhrückschlagventil (30, 130) und das Umschaltventil (24, 124) zugeführt wird.

11. Fluiddruckzylinder (20A, 120A) nach Anspruch 10, wobei ferner ein zweiter Fluidzufuhrmechanismus (92, 192) vorgesehen ist und dazu eingerichtet ist, dem zweiten Tank (84, 184) von der Fluidzufuhrquelle (26, 126) Fluid zuzuführen.

12. Der Fluiddruckzylinder (120A) nach Anspruch 11, wobei:
der erste Tank (134) und der zweite Tank (184) parallel innerhalb des Zylinderhauptkörpers (136) angeordnet sind;
das Umschaltventil (124) an einem oberen Abschnitt des ersten Tanks (134) angeordnet ist und ein luftbetätigtes Ventil (194) an einem oberen Abschnitt des zweiten Tanks (184) angeordnet ist und den zweiten Fluidzufuhrmechanismus (192) bildet; und

der Kolben (138), die eine Zylinderkammer (142) und die andere Zylinderkammer (144) zwischen dem Umschaltventil (124) und dem luftbetätigten Ventil (194) angeordnet sind.

13. Fluiddruckzylinder (120A) nach Anspruch 12, wobei der Kolben (138) entlang einer vertikalen Richtung eine elliptische Gestalt aufweist.

14. Fluiddruckzylinder (120A) nach Anspruch 12 oder 13, wobei:
ein Magnet (196) an einem oberen Abschnitt des Kolbens (138) angeordnet ist; und
jeweils Magnetsensoren (198a, 198b), die zum Erfassen des Magnetismus des Magneten (196) konfiguriert sind, nahe der einen Zylinderkammer (142) und der anderen Zylinderkammer (144) im Zylinderhauptkörper (136) angeordnet sind.

15. Fluiddruckzylinder (120A) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei der erste Tank (134) und der zweite Tank (184) ungefähr dasselbe Volumen aufweisen.

Es folgen 16 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

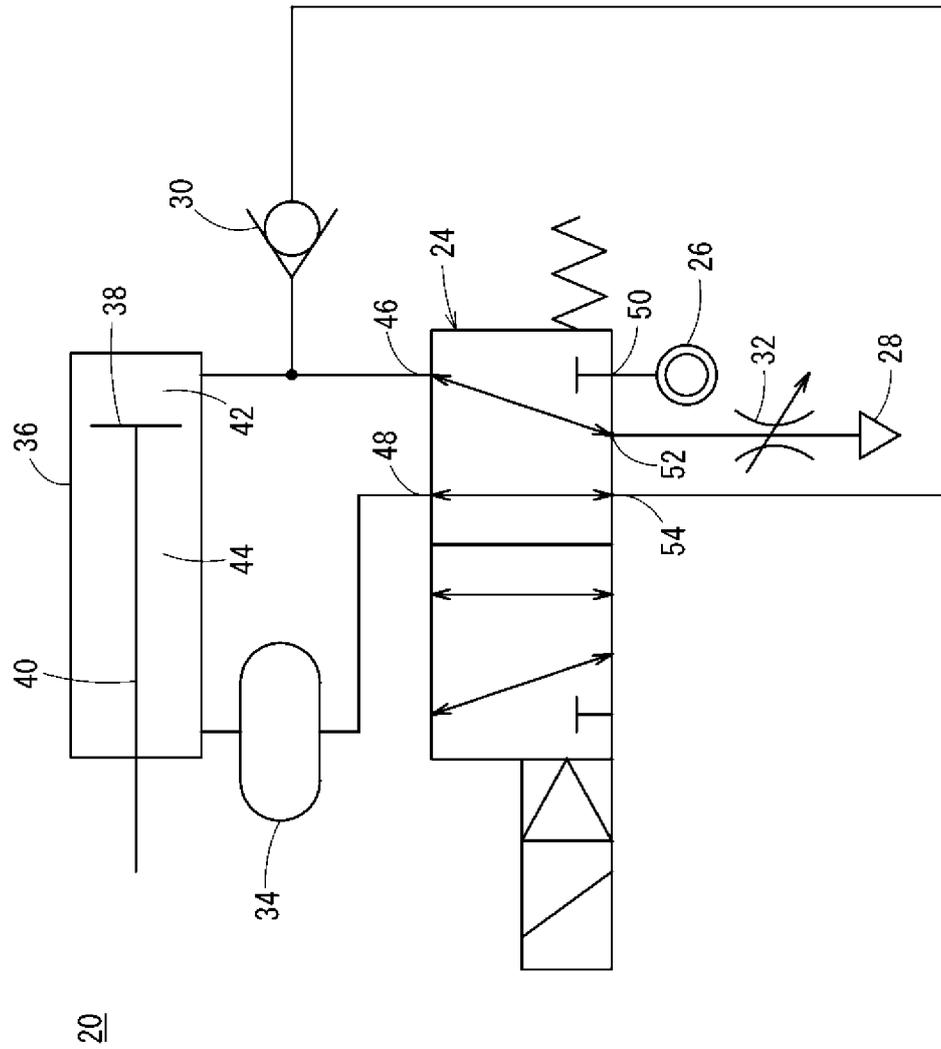
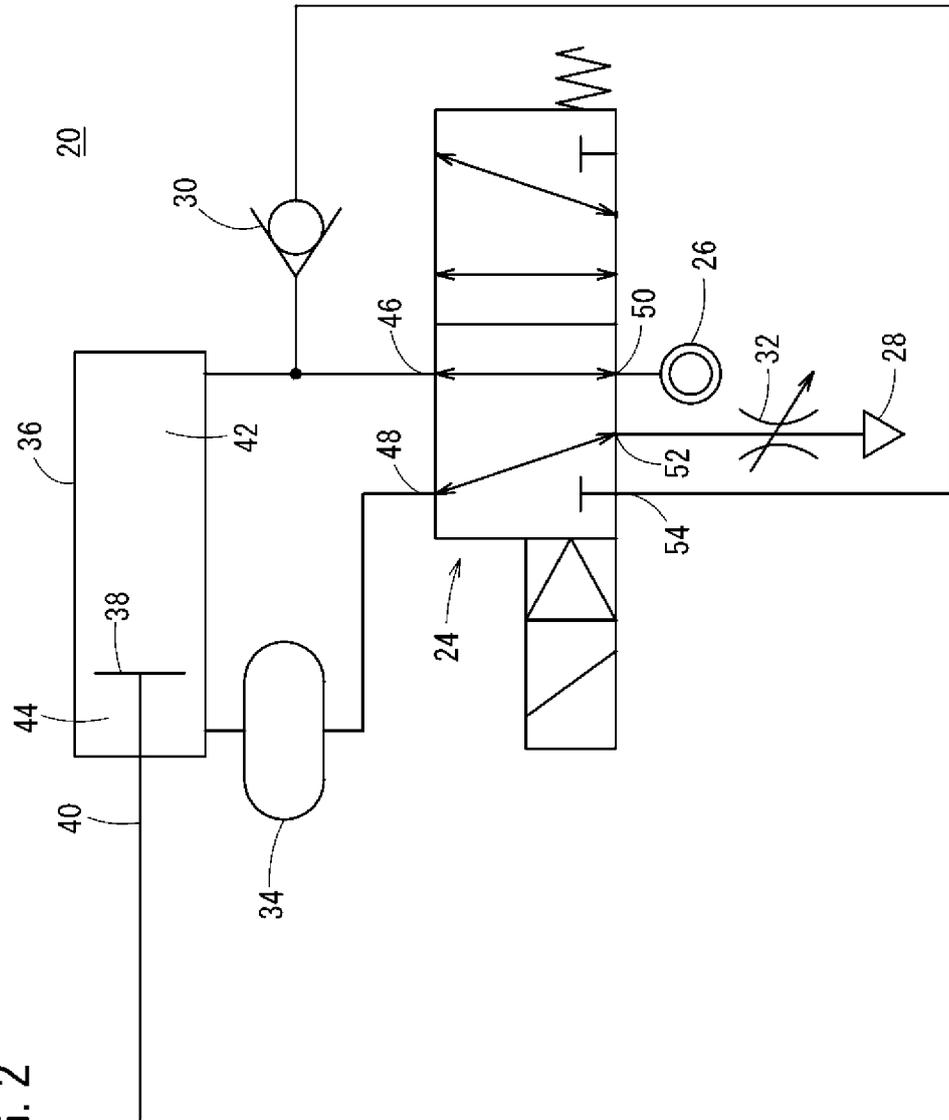


FIG. 2



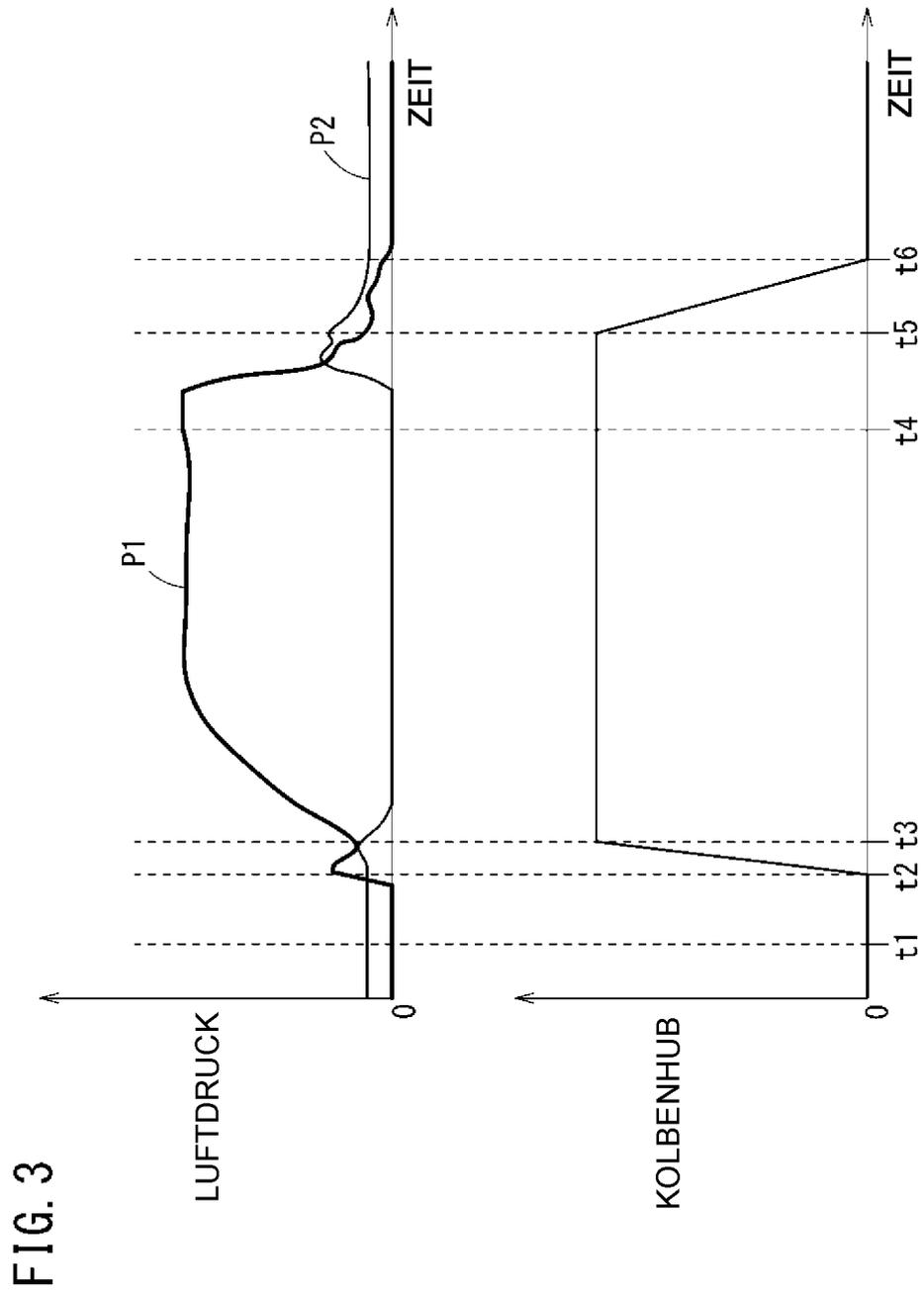
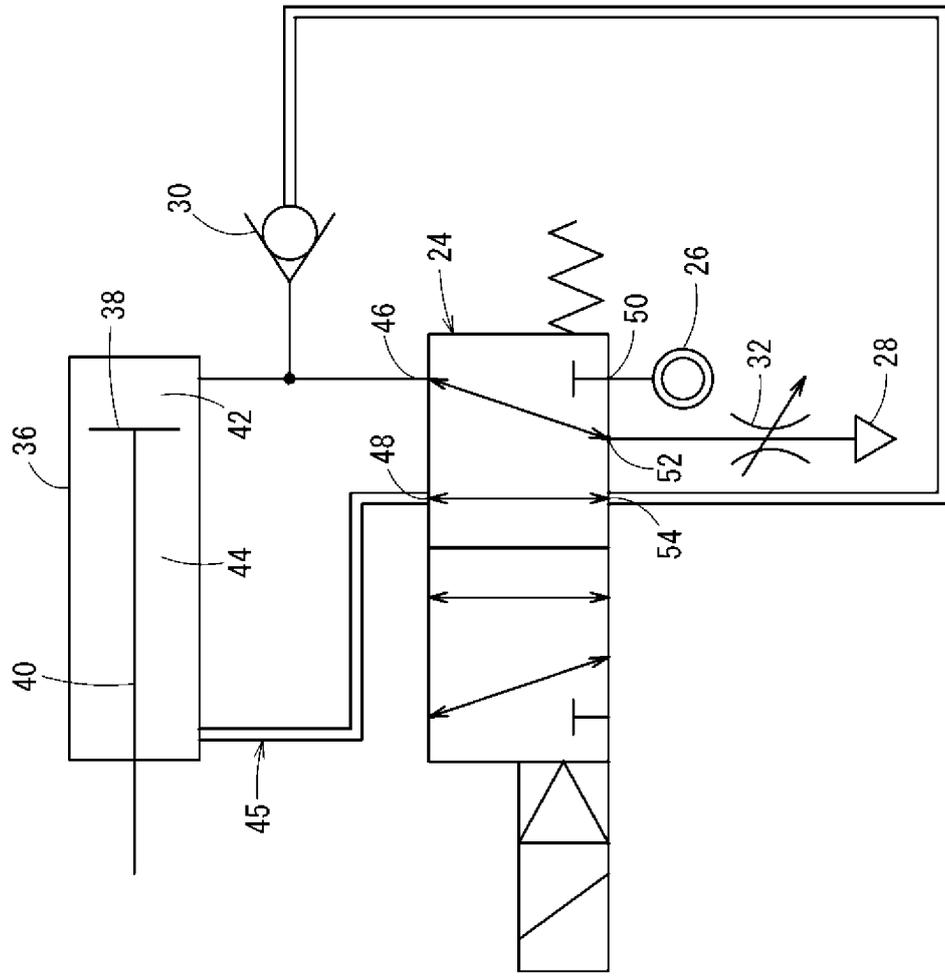
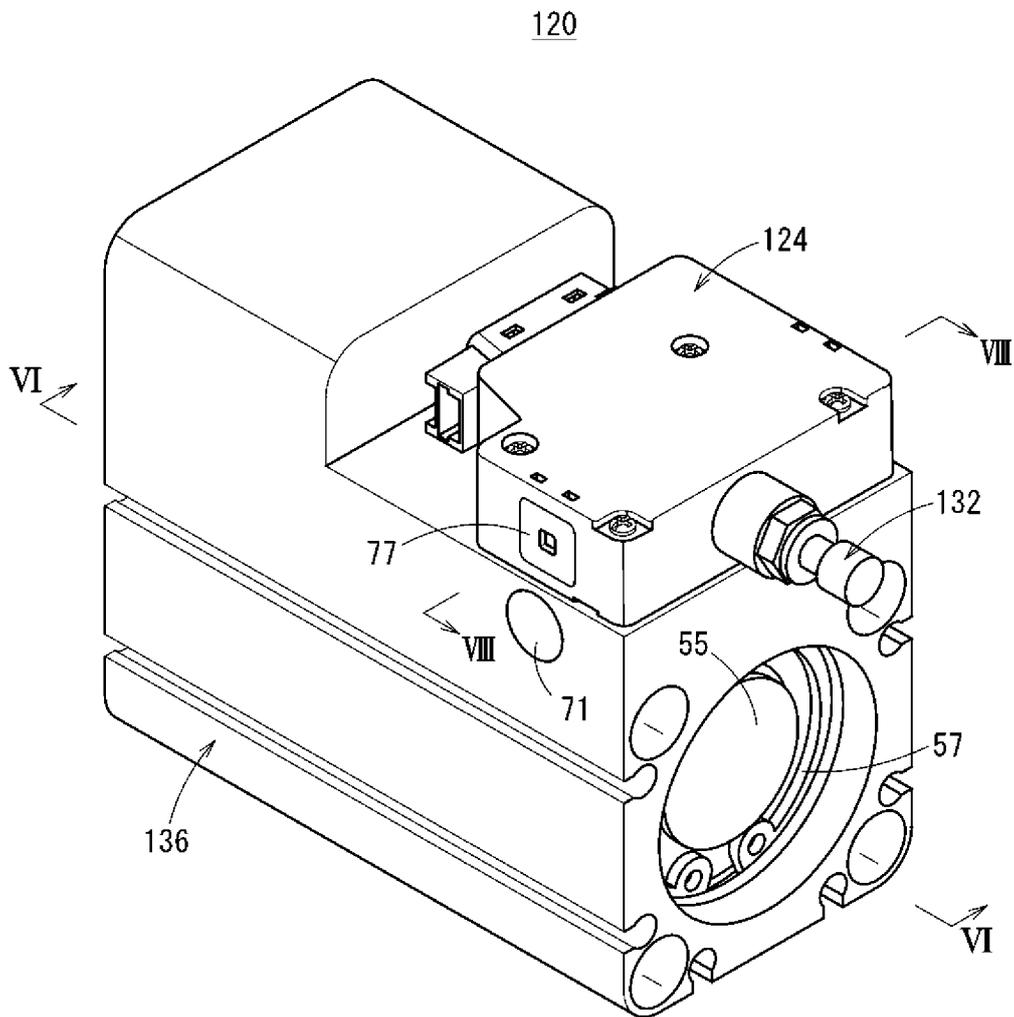


FIG. 4



20

FIG. 5



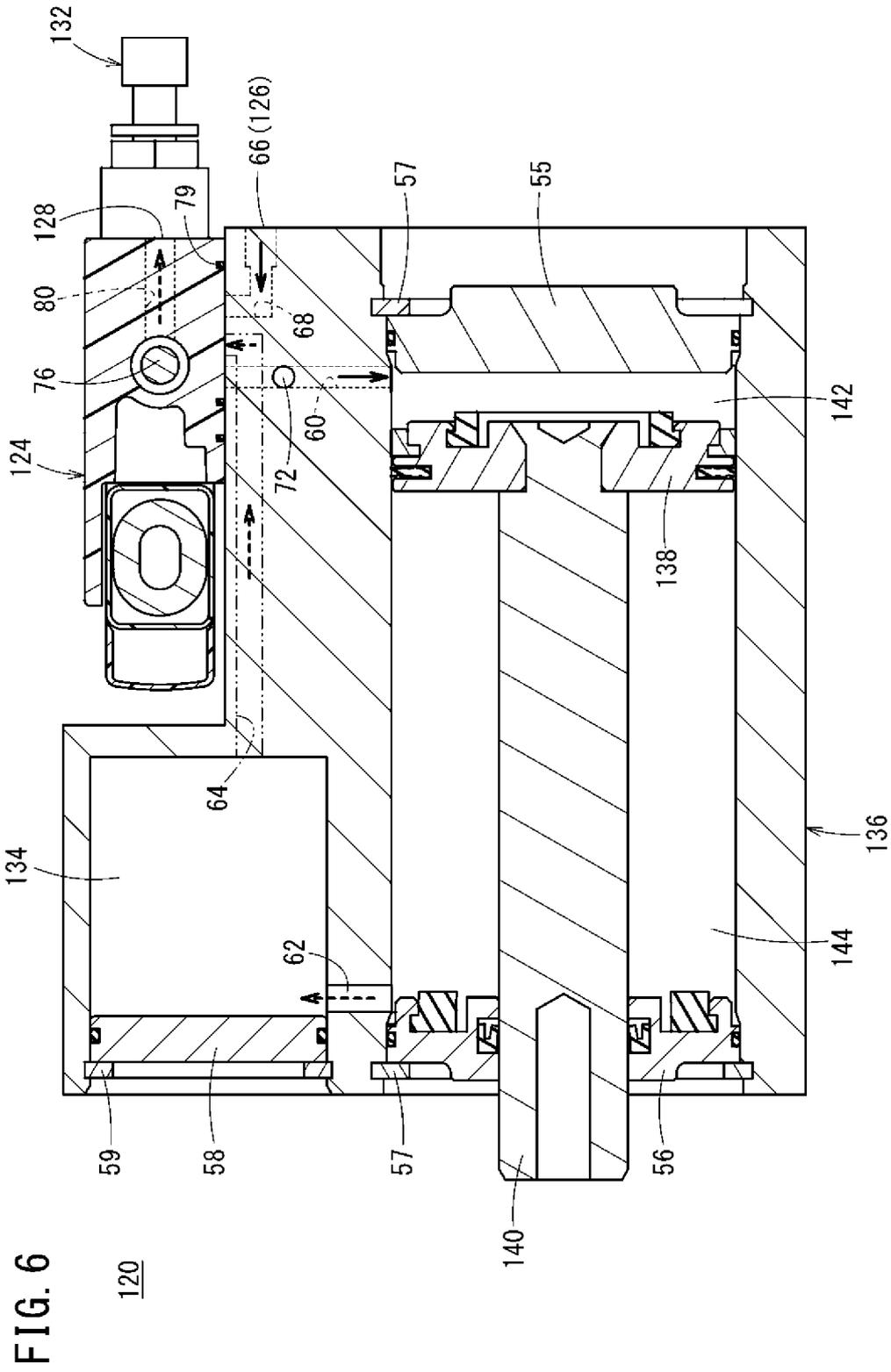
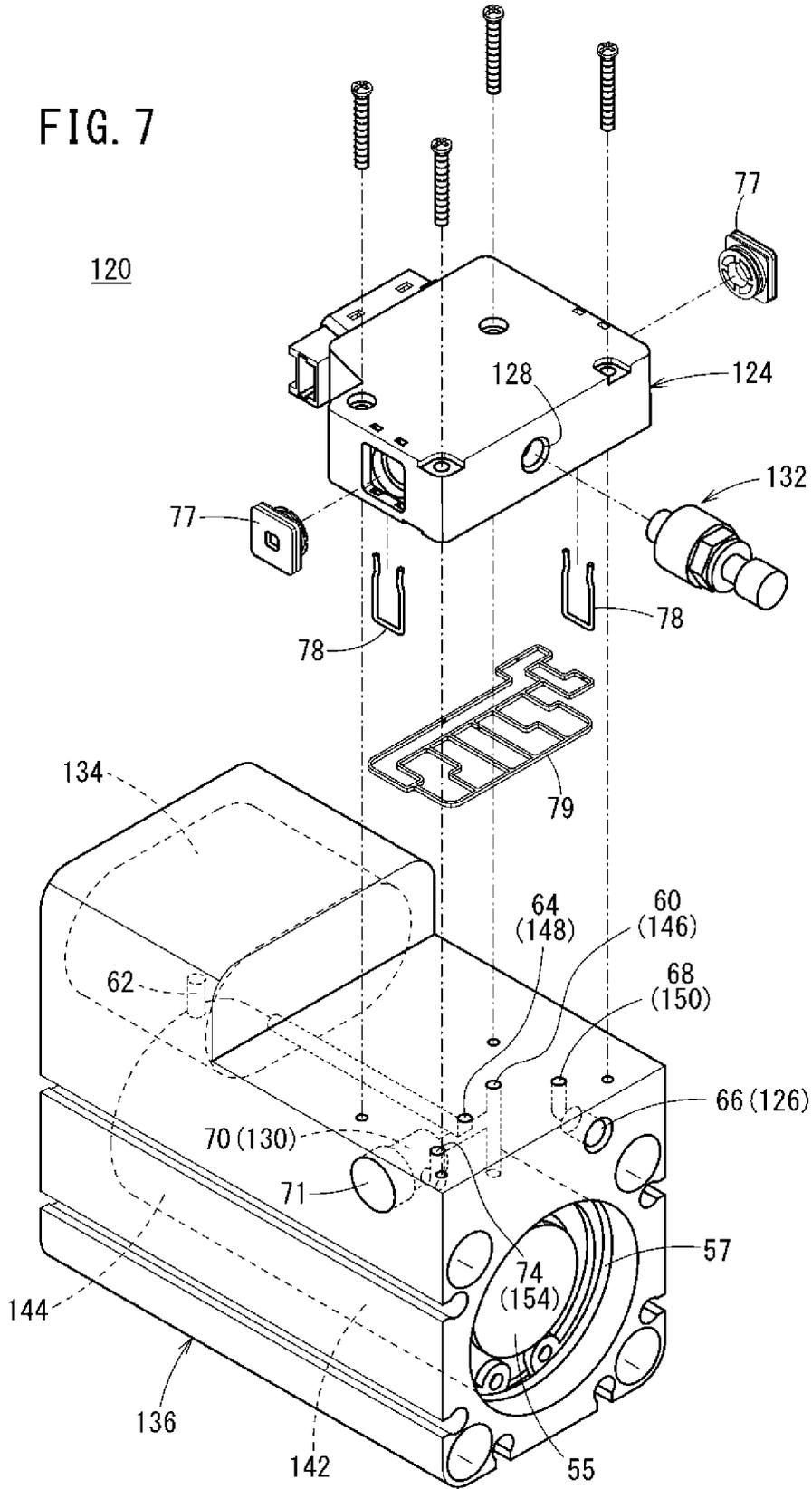


FIG. 7



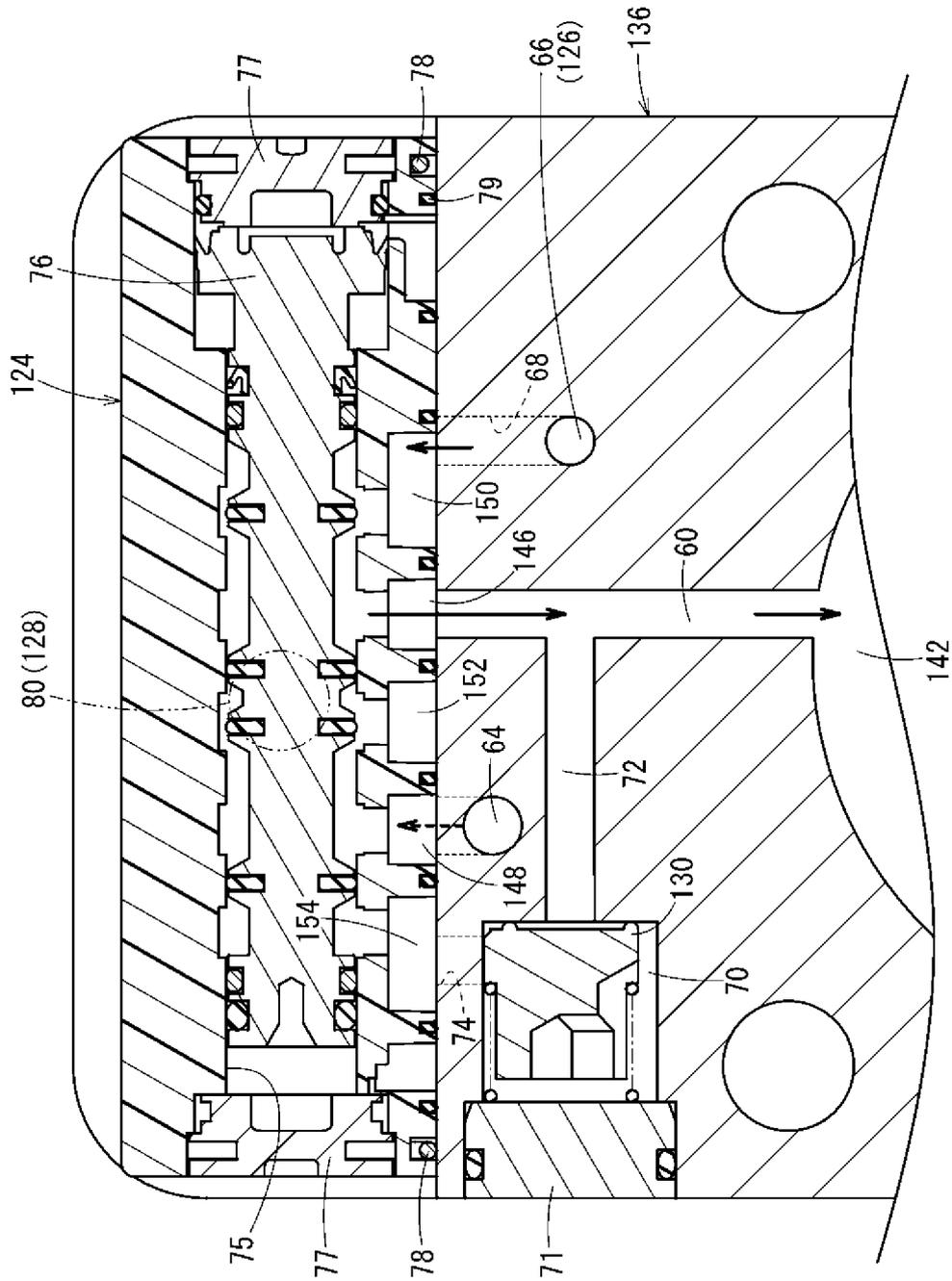
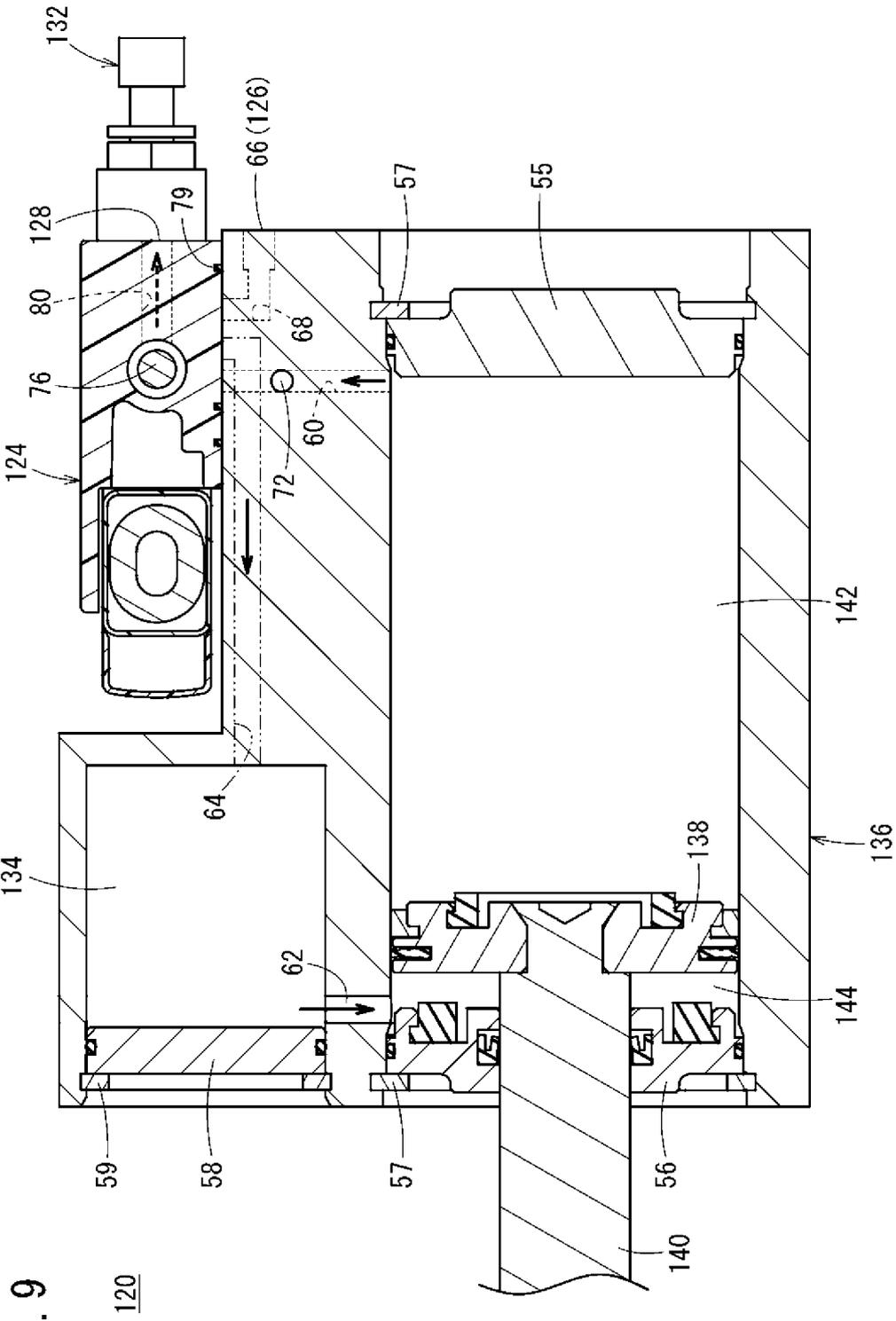


FIG. 8

120



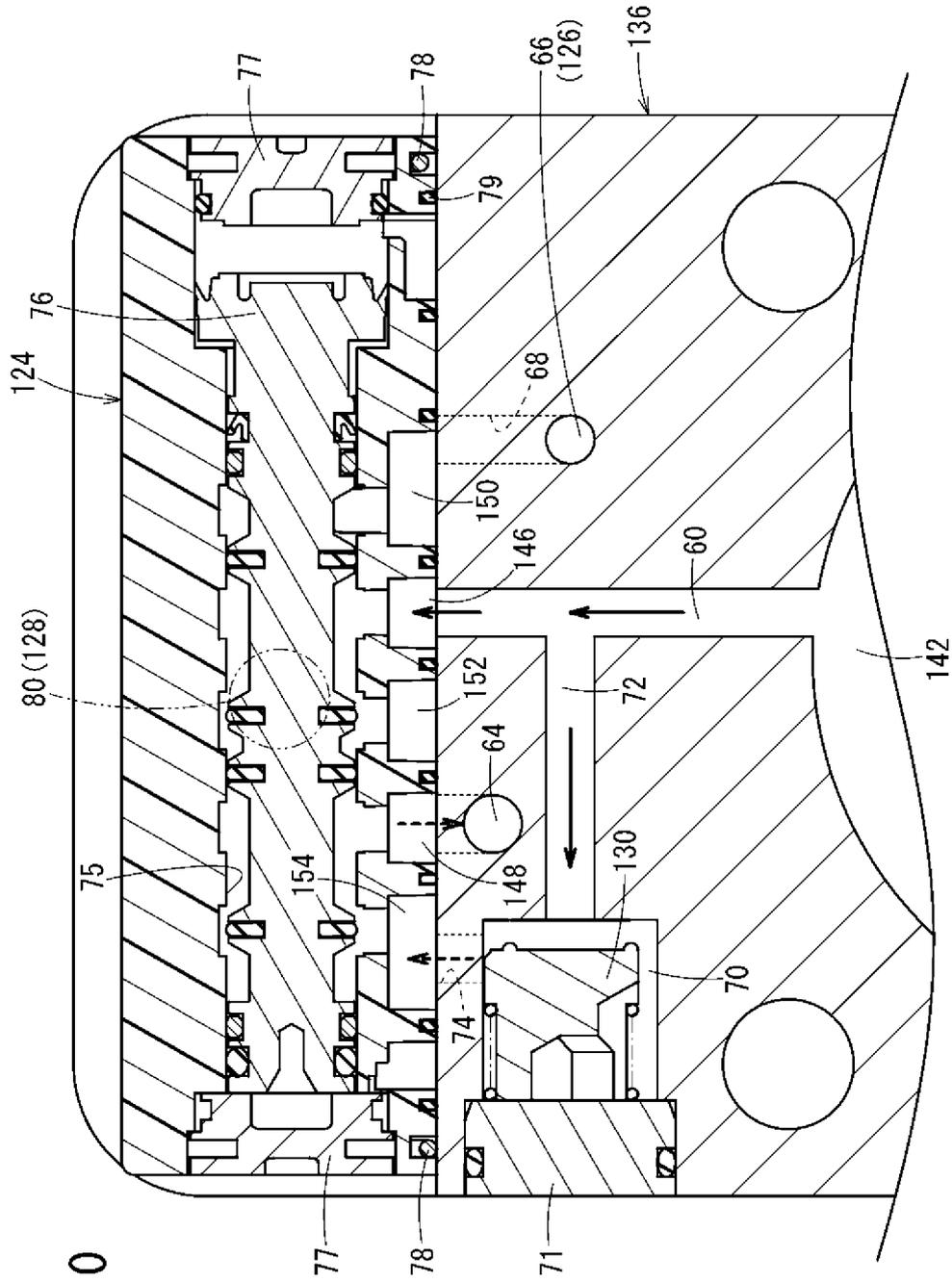
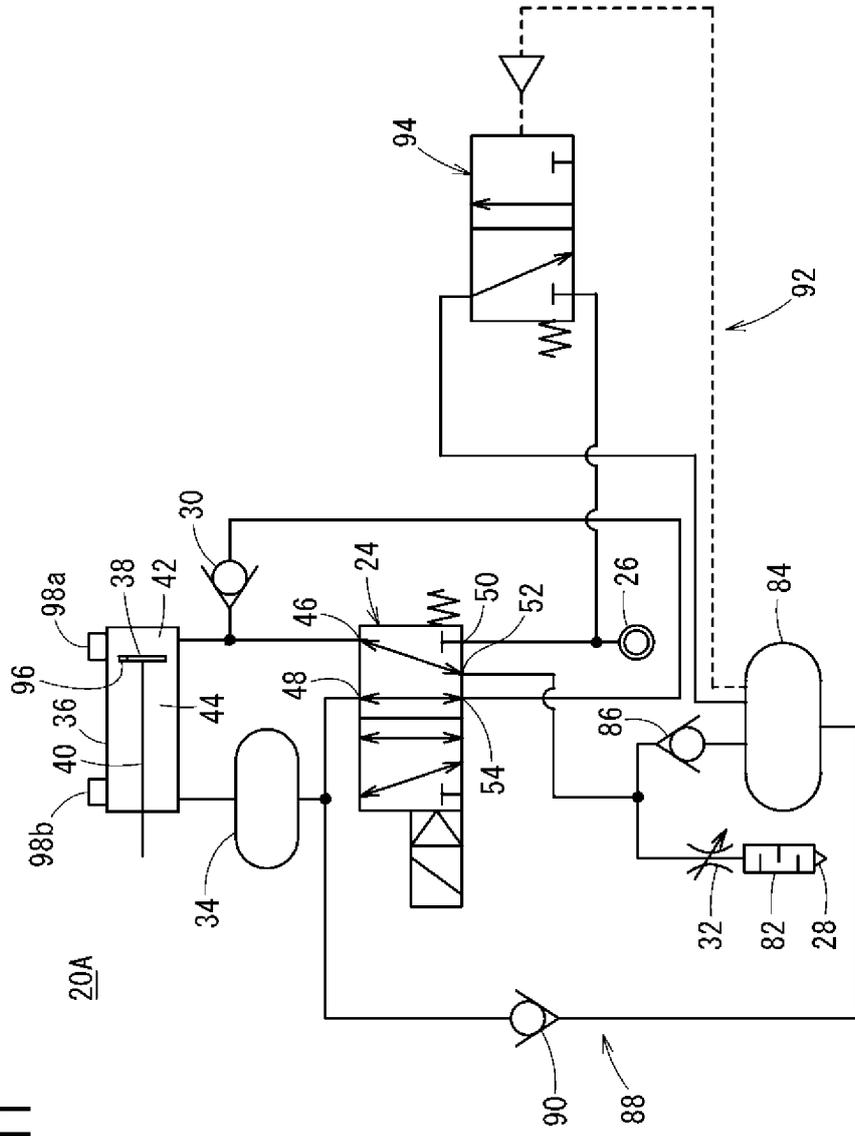


FIG. 10

120

FIG. 11



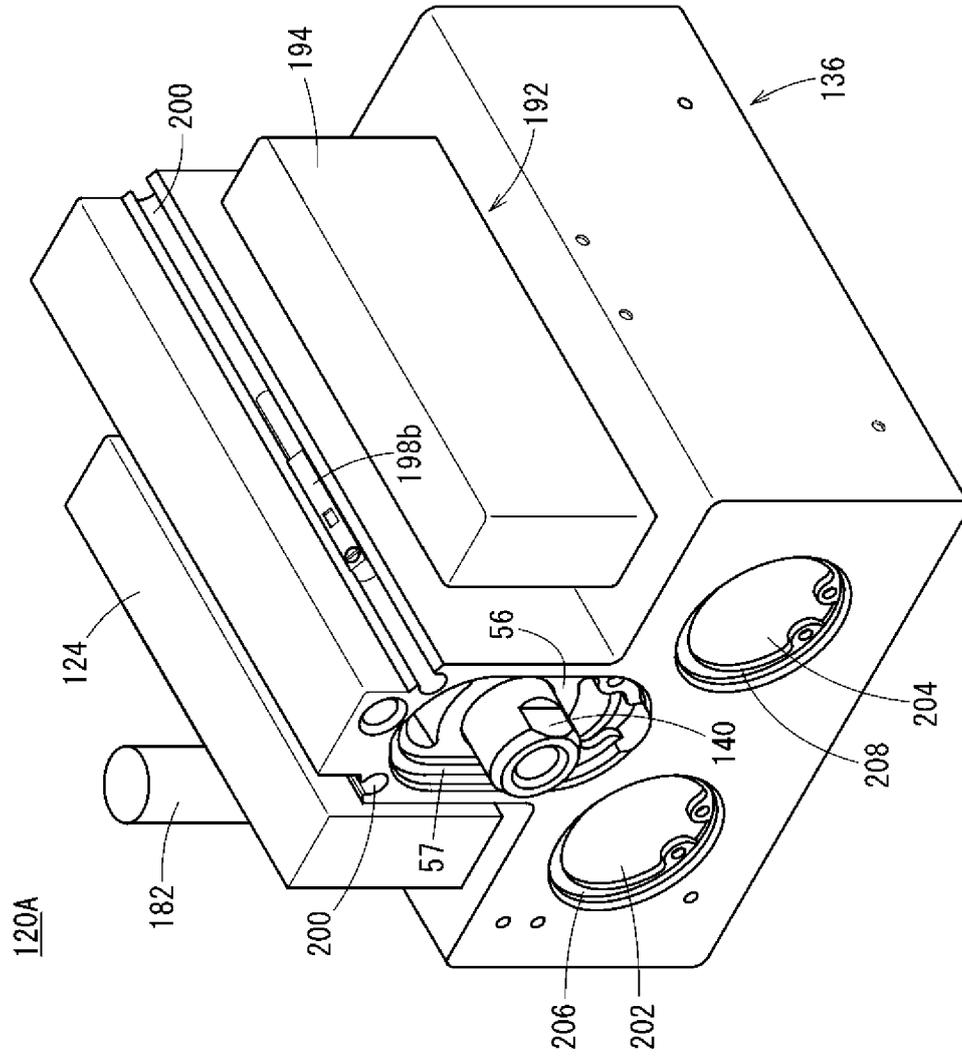


FIG. 12

FIG. 13

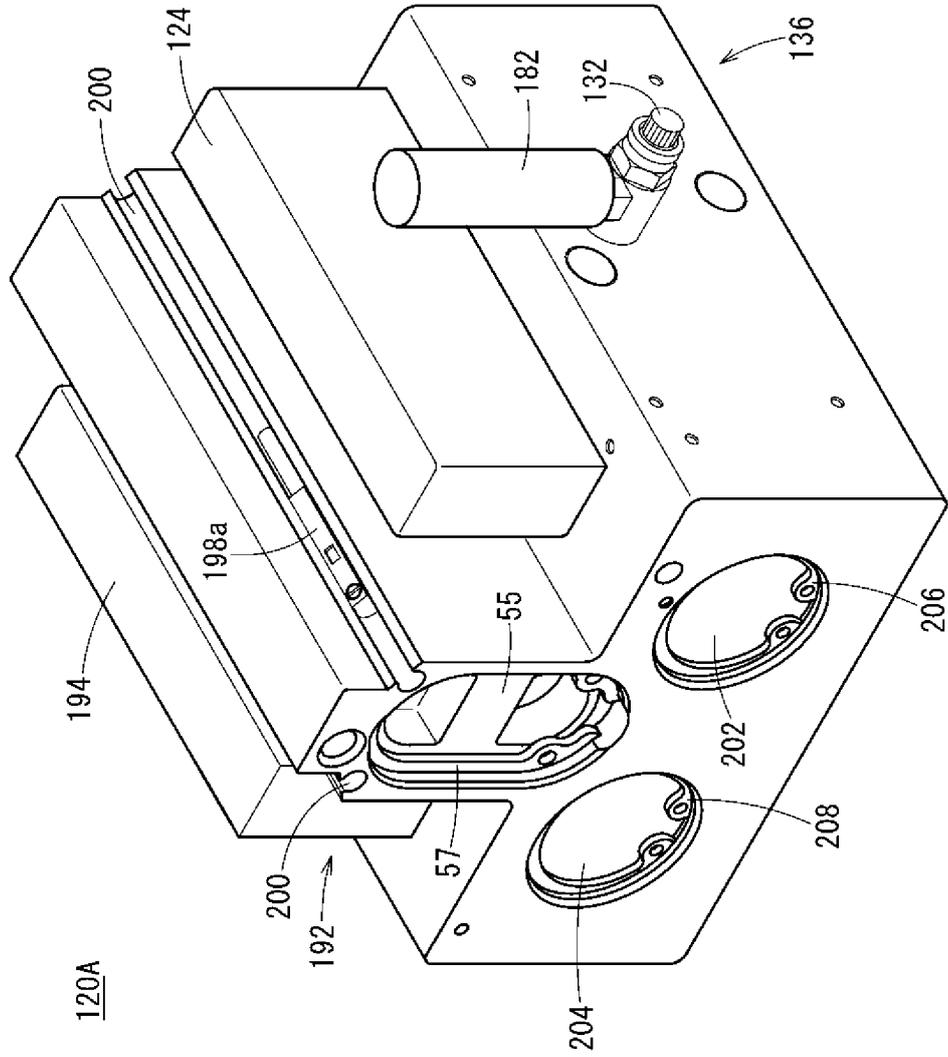


FIG. 15

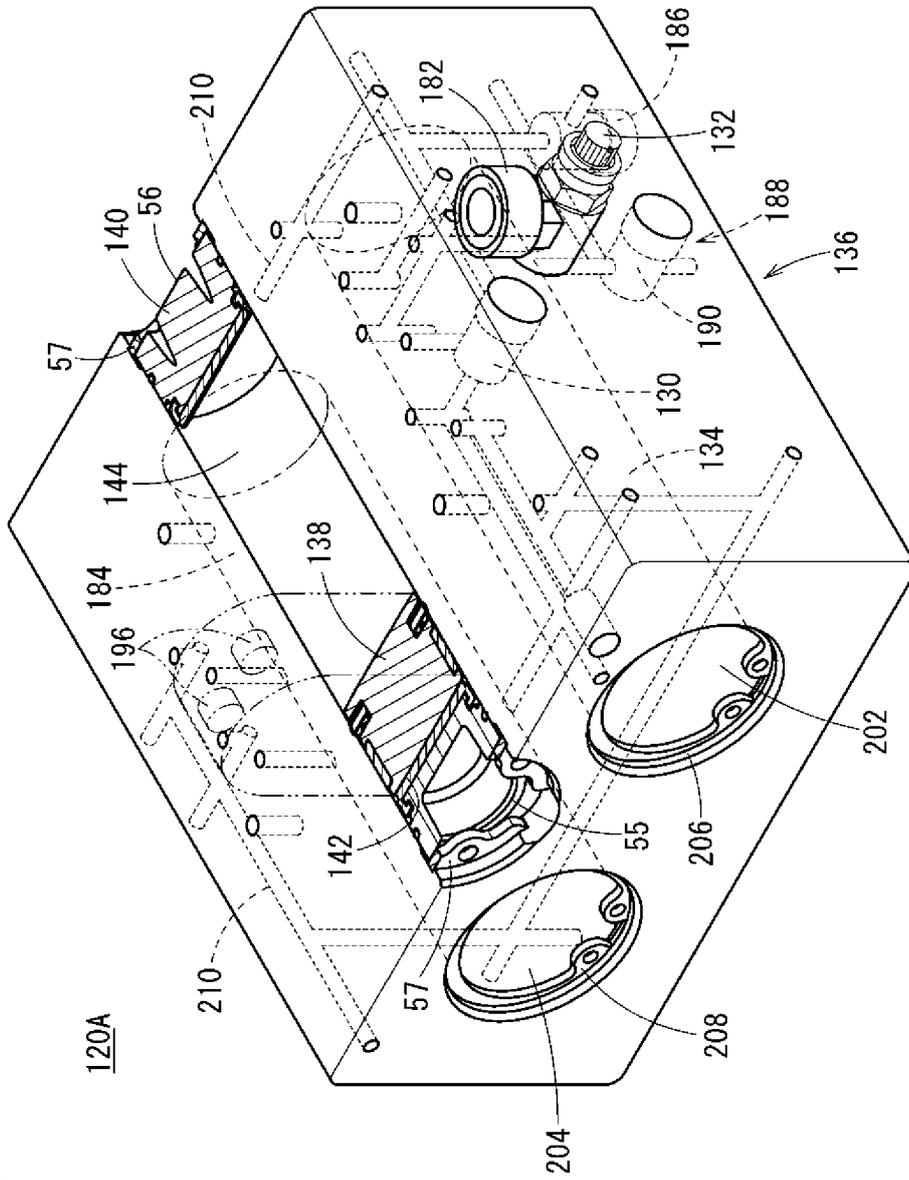


FIG. 16

