



(10) **DE 11 2017 003 971 T5** 2019.04.18

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/030014**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 003 971.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/023527**

(86) PCT-Anmeldetag: **27.06.2017**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **15.02.2018**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **18.04.2019**

(51) Int Cl.: **F15B 15/20 (2006.01)**
F15B 15/22 (2006.01)
F16J 1/12 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2016-157631 **10.08.2016** **JP**

(71) Anmelder:
SMC Corporation, Tokyo, JP

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

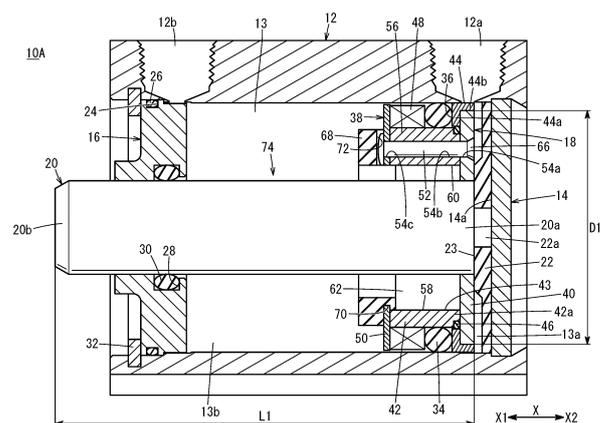
(72) Erfinder:
Odaka, Tsukasa, Tsukubamirai-shi, Ibaraki, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung einer Kolbenanordnung und hydraulische Fluidvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Ein hydraulischer Fluiddruckzylinder (10A) weist ein Zylinderrohr (12), eine Kolbeneinheit (18) und eine Kolbenstange (20) auf. Die Kolbeneinheit (18) umfasst eine Dichtung (34) und einen Kolbenkörper (38) mit einer Mehrzahl von Elementen sowie eine Dichtungsbefestigungsnut (36). Der Kolbenkörper weist ein erstes Kolbenelement (40) auf, das von der Kolbenstange (20) nach außen vorsteht, und außerdem ein zweites Kolbenelement (42), das so positioniert ist, dass es an das erste Kolbenelement (40) angrenzt. Die Dichtungsbefestigungsnut (36) wird durch eine Kombination von wenigstens zwei Elementen gebildet.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Fluiddruckvorrichtung (hydraulische Fluiddruckvorrichtung), die einen Kolben aufweist, und auf ein Verfahren zur Herstellung einer Kolbenanordnung.

Stand der Technik

[0002] Herkömmlicherweise sind verschiedene Vorrichtungen als Fluiddruckvorrichtungen mit Kolben bekannt. Beispielsweise sind Fluiddruckzylinder mit Kolben, die durch die Wirkung von zugeführtem Druckfluid verschoben werden, als Mittel (Stellglieder) zum Transportieren von Werkstücken und dergleichen allgemein bekannt. Ein typischer Fluiddruckzylinder umfasst ein Zylinderrohr, einen in dem Zylinderrohr angeordneten Kolben, der in der axialen Richtung verschiebbar ist, und eine mit dem Kolben verbundene Kolbenstange (vgl. beispielsweise die japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2003-120602). Wenn bei einem solchen Fluiddruckzylinder Druckfluid, wie Luft, dem Zylinderrohr zugeführt wird, wird der Kolben durch das Druckfluid gedrückt und in der axialen Richtung verschoben. Dies bewirkt auch, dass die mit dem Kolben verbundene Kolbenstange in der axialen Richtung verschoben wird.

Zusammenfassung der Erfindung

[0003] Der Kolben hat an seinem äußeren Umfangsabschnitt eine Dichtungsbefestigungsnut, in der eine Dichtung angebracht ist. Bei einem herkömmlichen Fluiddruckzylinder wird die Dichtungsbefestigungsnut durch Einstecken (Schneidbearbeitung) hergestellt. Während eines Montageprozesses muss daher die Dichtung radial nach außen gezogen werden, um ihren Durchmesser zu erhöhen, damit die Dichtung von außen auf den Kolben aufgesetzt werden kann. Ein solcher Befestigungsprozess lässt sich jedoch nicht einfach mit Hilfe von Robotern automatisieren und die Produktivität lässt sich nur schwer verbessern.

[0004] Die vorliegende Erfindung wurde unter Berücksichtigung der oben beschriebenen Probleme gemacht und hat die Aufgabe, eine Fluiddruckvorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung einer Kolbenanordnung vorzuschlagen, die eine Verbesserung der Produktivität erlauben.

[0005] Zur Lösung der oben beschriebenen Aufgabe umfasst eine Fluiddruckvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung einen Körper mit einer Gleitöffnung innerhalb des Körpers, eine Kolbeneinheit, die in einer axialen Richtung innerhalb der Gleitöffnung verschiebbar ist, und eine Kolbenstange, die in der axialen Richtung von der Kolbeneinheit vorsteht, wobei

die Kolbeneinheit eine Dichtung (Packung) und einen Kolbenkörper mit einer Mehrzahl von Elementen aufweist, und wobei der Kolbenkörper eine Dichtungsbefestigungsnut aufweist, in welcher die Dichtung angebracht ist, wobei die mehreren Elemente des Kolbenkörpers ein erstes Kolbenelement, das von der Kolbenstange nach außen vorsteht, und ein zweites Kolbenelement, das angrenzend an das erste Kolbenelement vorgesehen ist, aufweisen, wobei die Dichtung an einem äußeren Umfangsabschnitt des zweiten Kolbenelements vorgesehen ist und wobei eine Kombination von wenigstens zwei Elementen der mehreren Elemente die Dichtungsbefestigungsnut definiert (begrenzt).

[0006] Bei der Fluiddruckvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, die den oben beschriebenen Aufbau hat, definiert die Kombination der mehreren Elemente die Dichtungsbefestigungsnut. Dies führt zu einer Erhöhung der Produktivität im Vergleich zu einem Fall, bei dem eine Nut, in welcher die Dichtung angebracht wird, durch Einstecken (Schneidbearbeitung) ausgebildet wird. Außerdem können das erste Kolbenelement und das zweite Kolbenelement beispielsweise durch Gießen geformt werden und daher ist es möglich, die verwendete Materialmenge im Vergleich zu dem Fall der Verwendung eines Einsteckverfahrens zu reduzieren. Daher ist die vorliegende Erfindung wirtschaftlich und es lassen sich Ressourcen einsparen. Außerdem kann die Dichtung an dem Kolbenkörper angebracht werden, ohne dass es notwendig wäre, den Durchmesser der Dichtung bei dem Montageverfahren der Kolbeneinheit zu vergrößern. Dementsprechend kann der Prozess des Anbringens der Dichtung einfach mit Hilfe von Robotern automatisiert werden, was zu einer Verbesserung der Produktivität führt.

[0007] Bei der oben beschriebenen Fluiddruckvorrichtung kann die Mehrzahl von Elementen des Kolbenkörpers außerdem eine Befestigungsplatte aufweisen mit einem Außendurchmesser, der größer ist als ein Außendurchmesser des zweiten Kolbenelements, wobei die Befestigungsplatte neben dem zweiten Kolbenelement an einer Seite des zweiten Kolbenelements, die von dem ersten Kolbenelement abgewandt ist, vorgesehen ist. Die Dichtung kann zwischen dem ersten Kolbenelement und der Befestigungsplatte vorgesehen sein.

[0008] Bei der oben beschriebenen Fluiddruckvorrichtung können das erste Kolbenelement, das zweite Kolbenelement und die Befestigungsplatte in der axialen Richtung durch einen Verbindungsstift aneinander befestigt werden.

[0009] Bei der oben beschriebenen Fluiddruckvorrichtung können die mehreren Elemente des Kolbenkörpers außerdem einen Verschleißring, der aus einem Material mit niedriger Reibung hergestellt und so

angeordnet ist, dass er einen äußeren Umfangsabschnitt des ersten Kolbenelements umgibt, und einen Magneten, der angrenzend an die Befestigungsplatte vorgesehen ist, aufweisen. Eine äußere Umfangsfläche des zweiten Kolbenelements, eine Endfläche des Verschleißrings und eine Endfläche des Magneten können die Dichtungsbefestigungsnut definieren (begrenzen).

[0010] Bei der oben beschriebenen Fluiddruckvorrichtung kann eine Dichtung zwischen dem ersten Kolbenelement, dem zweiten Kolbenelement und dem Verschleißring vorgesehen sein.

[0011] Bei der oben beschriebenen Fluiddruckvorrichtung kann die Befestigungsplatte einen Dämpfer aus einem elastischen Material aufweisen.

[0012] Bei der oben beschriebenen Fluiddruckvorrichtung kann zwischen dem zweiten Kolbenelement und der Kolbenstange ein Hohlraum ausgebildet sein.

[0013] Bei der oben beschriebenen Fluiddruckvorrichtung kann ein Dämpfer aus einem elastischen Material zwischen einem inneren Umfangsabschnitt des zweiten Kolbenelements und einem äußeren Umfangsabschnitt der Kolbenstange entlang einer axialen Richtung der Kolbenstange vorgesehen sein.

[0014] Die oben beschriebene Fluiddruckvorrichtung kann außerdem einen Dämpfungsmechanismus aufweisen, der dazu ausgestaltet ist, eine Gasdämpfung auszubilden, um dadurch die Kolbeneinheit abzubremesen, wenn die Kolbeneinheit ein Hubende erreicht, wobei der Dämpfungsmechanismus einen Dämpfungsring aufweisen kann, der mit einer äußeren Umfangsfläche der Kolbenstange verbunden ist.

[0015] Bei der oben beschriebenen Fluiddruckvorrichtung kann das erste Kolbenelement von einem Endabschnitt der Kolbenstange nach außen vorstehen, und das zweite Kolbenelement kann in einer axialen Richtung von der Kolbenstange weg vorstehen.

[0016] Bei der oben beschriebenen Fluiddruckvorrichtung kann eine äußere Größe des zweiten Kolbenelements kleiner sein als eine äußere Größe des ersten Kolbenelements.

[0017] Bei der oben beschriebenen Fluiddruckvorrichtung kann eine äußere Größe des zweiten Kolbenelements größer sein als eine äußere Größe des ersten Kolbenelements.

[0018] Die oben beschriebene Fluiddruckvorrichtung kann als ein Fluiddruckzylinder, eine Ventilvorrichtung, ein Längenmesszylinder, ein Gleittisch oder eine Klemmvorrichtung ausgestaltet sein.

[0019] Ein Verfahren zur Herstellung einer Kolbenanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem die Kolbenanordnung eine Kolbeneinheit mit einer in einer Dichtungsbefestigungsnut angebrachten Dichtung und eine Kolbenstange, die von der Kolbeneinheit vorsteht, aufweist, umfasst die Schritte der Bereitstellung eines Kolbenstangenelements mit der Kolbenstange und einem ersten Kolbenelement, das von der Kolbenstange nach außen vorsteht, und Hintereinanderanordnen (Schichten) einer Mehrzahl von Elementen auf dem ersten Kolbenelement durch relatives Bewegen der Dichtung und der mehreren Elemente in einer axialen Richtung nacheinander relativ zu dem Kolbenstangenelement, wobei die mehreren Elemente einen Kolbenkörper bilden, welcher die Dichtungsbefestigungsnut aufweist, und wobei eine Kombination von wenigstens zwei Elementen der mehreren Elemente die Dichtungsbefestigungsnut definiert (begrenzt).

[0020] Bei dem oben beschriebenen Verfahren zur Herstellung der Kolbenanordnung kann ein distaler Endabschnitt des Kolbenstangenelements in dem Schritt des Aufeinanderschichtens der mehreren Elemente nach oben gerichtet sein.

[0021] Mit der Fluiddruckvorrichtung und dem Verfahren zur Herstellung der Kolbenanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Produktivität einfach erhöht werden.

[0022] Die oben beschriebene Aufgabe, Merkmale und Vorteile ergeben sich noch deutlicher aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Schnitt durch einen Fluiddruckzylinder gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht einer Kolbenanordnung des in **Fig. 1** dargestellten Fluiddruckzylinders,

Fig. 3A ist ein erstes Diagramm, das ein Verfahren zur Herstellung der Kolbenanordnung darstellt, **Fig. 3B** ist ein zweites Diagramm, das das Verfahren zur Herstellung der Kolbenanordnung darstellt, **Fig. 3C** ist ein drittes Diagramm, das das Verfahren zur Herstellung der Kolbenanordnung darstellt, **Fig. 3D** ist ein viertes Diagramm, das das Verfahren zur Herstellung der Kolbenanordnung darstellt, **Fig. 3E** ist ein fünftes Diagramm, das das Verfahren zur Herstellung der Kolbenanordnung darstellt, **Fig. 3F** ist ein sechstes Diagramm, das das Verfahren zur Herstellung der Kolbenanordnung darstellt, **Fig. 3G** ist ein siebtes Diagramm, das das Verfahren

zur Herstellung der Kolbenanordnung darstellt, und **Fig. 3H** ist ein achttes Diagramm, das das Verfahren zur Herstellung der Kolbenanordnung darstellt,

Fig. 4A ist ein Diagramm, das ein erstes Beispiel des Aufbaus einer Kolbenstange, die zu beiden Seiten vorsteht, darstellt und **Fig. 4B** ist ein Diagramm, das ein zweites Beispiel des Aufbaus der Kolbenstange, die zu beiden Seiten vorsteht, darstellt,

Fig. 5A ist ein Diagramm, das eine Kolbeneinheit mit einem Abstandshalter anstelle eines Magneten darstellt, **Fig. 5B** ist ein Diagramm, das die Kolbeneinheit mit einem anderen Abstandshalter anstelle des Magneten darstellt und **Fig. 5C** ist ein Diagramm, das die Kolbeneinheit darstellt, bei der ein Verschleißring weggelassen ist,

Fig. 6A ist ein Diagramm, das ein erstes Beispiel des Aufbaus der Kolbeneinheit darstellt, bei der eine Befestigungsplatte weggelassen ist, **Fig. 6B** ist ein Diagramm, das ein zweites Beispiel des Aufbaus der Kolbeneinheit darstellt, von der die Befestigungsplatte weggelassen ist, und **Fig. 6C** ist ein Diagramm, das ein drittes Beispiel des Aufbaus der Kolbeneinheit darstellt, von der die Befestigungsplatte weggelassen ist,

Fig. 7A ist ein Diagramm, das ein erstes Beispiel des Aufbaus der Kolbeneinheit darstellt, die Verbindungsstifte mit Flanschabschnitten an beiden Enden verwendet, und **Fig. 7B** ist ein Diagramm, das ein zweites Beispiel des Aufbaus der Kolbeneinheit darstellt, die Verbindungsstifte mit gecrimpten Abschnitten an beiden Enden verwendet,

Fig. 8 ist ein Diagramm, das die Kolbeneinheit darstellt, die so vorgesehen ist, dass sie nach hinten von der Kolbenstange vorsteht,

Fig. 9 ist ein Diagramm, das die Kolbeneinheit darstellt, die ein zweites Kolbenelement mit einem größeren Durchmesser als dem Durchmesser eines ersten Kolbenelements aufweist,

Fig. 10A ist ein Diagramm, das ein erstes Beispiel des Aufbaus eines Kolbenstangenelements darstellt, bei welchem die Kolbenstange und das erste Kolbenelement miteinander integriert sind, und **Fig. 10B** ist ein Diagramm, das ein zweites Beispiel des Aufbaus des Kolbenstangenelements darstellt, bei dem die Kolbenstange und das erste Kolbenelement miteinander integriert sind,

Fig. 11 ist ein Schnitt durch einen Fluiddruckzylinder gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 12 ist ein Schnitt durch einen Fluiddruckzylinder gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 13 ist ein Schnitt durch einen Fluiddruckzylinder gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und

Fig. 14A ist ein Schnitt durch einen Fluiddruckzylinder gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und **Fig. 14B** ist ein Schnitt durch einen Fluiddruckzylinder gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0023] Bevorzugte Ausführungsformen eines Fluiddruckzylinders und eines Verfahrens zur Herstellung einer Kolbenanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend im Detail mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0024] Ein Fluiddruckzylinder **10A**, der in **Fig. 1** als ein Beispiel einer Fluiddruckvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt ist, umfasst ein Zylinderrohr **12** (Körper) mit einer hohlen rohrförmigen Gestalt, eine Kopfabdeckung **14**, die an einem Endabschnitt des Zylinderrohres **12** vorgesehen ist, eine Stangenabdeckung **16**, die an einem anderen Endabschnitt des Zylinderrohres **12** vorgesehen ist, eine Kolbeneinheit **18**, die innerhalb des Zylinderrohres **12** so vorgesehen ist, dass sie in der axialen Richtung (Richtung eines Pfeils X) bewegbar ist, und eine Kolbenstange **20**, die mit der Kolbeneinheit **18** verbunden ist. Der Fluiddruckzylinder **10A** wird als ein Stellglied beispielsweise zum Transportieren eines Werkstücks verwendet.

[0025] Das Zylinderrohr **12** ist eine rohrförmige Struktur, die beispielsweise aus einem Metallmaterial, wie einer Aluminiumlegierung, besteht, und erstreckt sich in der axialen Richtung. Bei dieser Ausführungsform hat das Zylinderrohr **12** eine hohle zylindrische Form. Das Zylinderrohr **12** weist an einem Ende in der axialen Richtung (dem Ende in der Richtung des Pfeils X2) einen ersten Anschluss **12a**, an dem anderen Ende in der axialen Richtung (dem Ende, das in der Richtung eines Pfeils X1 angeordnet ist) einen zweiten Anschluss **12b**, und eine Gleitöffnung **13** (Zylinderkammer) auf, die mit dem ersten Anschluss **12a** und mit dem zweiten Anschluss **12b** kommuniziert.

[0026] Die Kopfabdeckung **14** ist eine plattenförmige Struktur, die beispielsweise aus einem Metallmaterial ähnlich dem Material des Zylinderrohres **12** besteht und die einen Endabschnitt (der Endabschnitt, der in der Richtung des Pfeils X2 angeordnet ist) des Zylinderrohres **12** verschließt. Die Stangenabdeckung **14**

verschließt den einen Endabschnitt des Zylinderrohres **12** hermetisch.

[0027] Ein erster Dämpfer **22** ist an einer inneren Wandfläche **14a** der Kopfabdeckung **14** vorgesehen. Der erste Dämpfer **22** besteht beispielsweise aus einem elastischen Material, wie Gummi oder Elastomer. Das Material des ersten Dämpfers **22** umfasst beispielsweise Urethan. Bei dieser Ausführungsform hat der erste Dämpfer **22** eine Ringform mit einer Durchgangsöffnung **22a** in einem zentralen Abschnitt.

[0028] Der erste Dämpfer **22** weist einen sich erweiternden Abschnitt **23** auf, der an dem zentralen Teil des ersten Dämpfers **22** vorgesehen ist und sich zu der Stangenabdeckung **16** (zu der Kolbenstange **20** und der Kolbeneinheit **18**) erweitert. Bei dem ersten Dämpfer **22** ist die Dicke des sich erweiternden Abschnitts **23** größer als die Dicke eines äußeren Umfangsabschnitts, der radial außerhalb des sich erweiternden Abschnitts **23** vorgesehen ist. Der sich erweiternde Abschnitt **23** kann in Anlage mit der Kolbenstange **20** und der Kolbeneinheit **18** gebracht werden, wenn die Kolbenstange **20** und die Kolbeneinheit **18** zu der Kopfabdeckung **14** verschoben werden.

[0029] Die Stangenabdeckung **16** ist ein kreisringförmiges Element, das beispielsweise aus einem Metallmaterial ähnlich dem Material des Zylinderrohres **12** besteht und den anderen Endabschnitt (den Endabschnitt, der in der Richtung des Pfeils **X1** angeordnet ist) des Zylinderrohres **12** verschließt. Eine äußere Ringnut **24** ist in einem äußeren Umfangsabschnitt der Stangenabdeckung **16** ausgebildet. Ein äußeres Dichtelement **26**, das aus einem elastischen Material besteht, ist in der äußeren Ringnut **24** angebracht, um eine Lücke (Spalt) zwischen der äußeren Umfangsfläche der Stangenabdeckung **16** und der inneren Umfangsfläche der Gleitöffnung **13** abzudichten.

[0030] Eine innere Ringnut **28** ist an einem inneren Umfangsabschnitt der Stangenabdeckung **16** ausgebildet. Ein inneres Dichtelement **30**, das aus einem elastischen Material besteht, ist in der inneren Ringnut **28** angebracht, um eine Lücke (Spalt) zwischen der inneren Umfangsfläche der Stangenabdeckung **16** und der äußeren Umfangsfläche der Kolbenstange **20** abzudichten. Die Stangenabdeckung **16** wird durch einen Stopper **32** verriegelt, der an einem inneren Umfangsabschnitt des Zylinderrohres **12** an der anderen Endseite befestigt ist.

[0031] Die Kolbeneinheit **18** ist in dem Zylinderrohr **12** (Gleitöffnung **13**) so aufgenommen, dass sie in der axialen Richtung gleiten kann, und unterteilt das Innere der Gleitöffnung **13** in eine erste Druckkammer **13a** an der Seite des ersten Anschlusses **12a** und eine zweite Druckkammer **13b** an der Seite des zweiten Anschlusses **12b**. Bei dieser Ausführungsform ist die Kolbeneinheit **18** mit einem Endabschnitt **20a** (nach-

folgend als „Basisendabschnitt 20a“ bezeichnet) der Kolbenstange **20** verbunden.

[0032] Wie in **Fig. 1** dargestellt ist, umfasst die Kolbeneinheit **18** eine Dichtung **34** und einen Kolbenkörper **38**, der eine Dichtungsbefestigungsnut **36** aufweist. Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt ist, weist der Kolbenkörper **38** ein erstes Kolbenelement **40**, ein zweites Kolbenelement **42**, einen Verschleißring **44** (Tragelement), eine Dichtung **46**, einen Magnet **48**, eine Befestigungsplatte **50** und eine Mehrzahl von Verbindungsstiften **52** auf.

[0033] Das erste Kolbenelement **40** ist ein plattenförmiges und ringförmiges Element, das radial nach außen von dem Basisendabschnitt **20a** der Kolbenstange **20** vorsteht. Der Außendurchmesser des ersten Kolbenelements **40** ist größer als der Außendurchmesser der Kolbenstange **20**. Die Innenkante des ersten Kolbenelements **40** ist mit dem Außenumfang des Basisendabschnitts **20a** der Kolbenstange **20** verbunden. Die Verbindungsmaßnahmen zum Verbinden des ersten Kolbenelements **40** und der Kolbenstange **20** umfassen beispielsweise Schweißen und Kleben.

[0034] Eine Mehrzahl von (bei dieser Ausführungsform drei) Stiftöffnungen **54a**, die in der Dickenrichtung durch das erste Kolbenelement **40** durchtreten, sind in dem ersten Kolbenelement **40** ausgebildet. Die mehreren Stiftöffnungen **54a** sind in gleichmäßigen Abständen in der Umfangsrichtung vorgesehen.

[0035] Das Material des ersten Kolbenelements **40** umfasst beispielsweise Metallmaterialien, wie Kohlenstoffstahl, Edelstahl und Aluminiumlegierungen, sowie harten Kunststoff (Harz). In einem Fall, wenn das erste Kolbenelement **40** und die Kolbenstange **20** durch Schweißen verbunden werden, besteht das erste Kolbenelement **40** vorzugsweise aus dem gleichen Metallmaterial wie das Material der Kolbenstange **20** um eine ausreichende Bindungsfestigkeit zu gewährleisten.

[0036] Das zweite Kolbenelement **42** ist ein hohles zylindrisches Element mit einer darin ausgebildeten Stangeneinsetzöffnung **43** und ist angrenzend an das erste Kolbenelement **40** vorgesehen. Das zweite Kolbenelement **42** umfasst einen umgebenden Wandabschnitt **56**, der die Stangeneinsetzöffnung **43** umgibt. Bei dieser Ausführungsform ist das zweite Kolbenelement **42** angrenzend an eine Seite des ersten Kolbenelements **40** vorgesehen, die einem distalen Endabschnitt **20b** der Kolbenstange **20** näher liegt, und zwar so, dass es die Kolbenstange **20** umgibt. Der Außendurchmesser des zweiten Kolbenelements **42** ist kleiner als der Außendurchmesser des ersten Kolbenelements **40**. Das zweite Kolbenelement **42** weist einen Abschnitt **42a** mit reduziertem Durchmesser an einem Endabschnitt auf, und die Dichtung **46** ist an

dem Abschnitt **42a** mit reduziertem Durchmesser vorgesehen.

[0037] Die gleiche Zahl von (bei dieser Ausführungsform drei) Stifteinsetzöffnungen **54b** wie die mehreren Stiftöffnungen **54a**, die in dem ersten Kolbenelement **40** ausgebildet sind, sind in dem umgebenden Wandabschnitt **56** des zweiten Kolbenelements **42** ausgebildet. Die Stifteinsetzöffnungen **54b** treten durch den umgebenden Wandabschnitt **56** des zweiten Kolbenelements **42** in der axialen Richtung (Richtung des Pfeils X) hindurch. Wie auch die mehreren Stiftöffnungen **54a** sind die mehreren Stifteinsetzöffnungen **54b** in gleichmäßigen Abständen in der Umfangsrichtung vorgesehen.

[0038] Das zweite Kolbenelement **42** hat eine Mehrzahl von konkaven Abschnitten **58** und eine Mehrzahl von konvexen Abschnitten **60**, die an dem Innenumfang angeordnet sind. Die konkaven Abschnitte **58** sind radial nach außen konkav und in gleichmäßigen Abständen in der Umfangsrichtung vorgesehen. Die konvexen Abschnitte **60** stehen radial nach innen vor und sind zwischen konkaven Abschnitten **58** vorgesehen. Jeder konvexe Abschnitt **60** weist die entsprechende oben beschriebene Stifteinsetzöffnung **54b** auf. Bei dieser Ausführungsform sind die oberen Abschnitte (inneren Enden) der konvexen Abschnitte **60** getrennt von der äußeren Umfangsfläche der Kolbenstange **20**. Die oberen Abschnitte (inneren Enden) der konvexen Abschnitte **60** können an der äußeren Umfangsfläche der Kolbenstange **20** anliegen.

[0039] Ein Hohlraum **62** (vgl. **Fig. 1**) ist zwischen einem inneren Umfangsabschnitt des zweiten Kolbenelements **42** und der äußeren Umfangsfläche der Kolbenstange **20** ausgebildet. Bei dieser Ausführungsform hat der Hohlraum **62** eine Ringform, die sich um den gesamten Umfang der Kolbenstange **20** erstreckt. In einem Fall, wenn die oberen Abschnitte (innere Enden) der konvexen Abschnitte **60** an der äußeren Umfangsfläche der Kolbenstange **20** anliegen, wird eine Mehrzahl von Hohlräumen **62** in Abständen in der Umfangsrichtung der Kolbenstange **20** gebildet. Bei dieser Ausführungsform werden das erste Kolbenelement **40** und das zweite Kolbenelement **40** durch Gießen geformt. Das Formverfahren für das erste Kolbenelement **40** und das zweite Kolbenelement **42** ist nicht auf Gießen beschränkt und es können auch andere Verfahren als Gießen, beispielsweise eine Schneidbearbeitung vorgenommen werden.

[0040] Die Dichtung **34** ist ein ringförmiges Dichtelement (beispielsweise ein O-Ring), das aus einem elastischen Element besteht, welches auf einen äußeren Umfangsabschnitt des zweiten Kolbenelements **42** angebracht ist. Das Material der Dichtung **34** umfasst ein elastisches Material, wie Gummi oder Elastomer. Der Außendurchmesser der Dichtung **34** ist größer als die Außendurchmesser des Verschleiß-

rings **44**, des Magneten **48** und eines Jochs, wenn die Dichtung **34** in einem natürlichen Zustand ist (d. h. wenn sie nicht in der Gleitöffnung **13** angeordnet und nicht elastisch radial nach innen zusammengedrückt ist) und wenn die Dichtung **34** innerhalb der Gleitöffnung **13** angeordnet ist.

[0041] Der Außenumfang der Dichtung **34** berührt den Innenumfang der Gleitöffnung **13** über den gesamten Umfang in luftdichter oder flüssigkeitsdichter Weise. Der Innenumfang der Dichtung **34** berührt den Außenumfang des zweiten Kolbenelements **42** über den gesamten Umfang in luftdichter oder flüssigkeitsdichter Weise. Die Dichtung **34** wird zwischen der inneren Umfangsfläche der Gleitöffnung **13** und der äußeren Umfangsfläche des zweiten Kolbenelements **42** elastisch radial zusammengedrückt. Die Dichtung **34** dichtet den Spalt zwischen der äußeren Umfangsfläche der Kolbeneinheit **18** und der inneren Umfangsfläche der Gleitöffnung **13** und trennt die erste Druckkammer **13a** und die zweite Druckkammer **13b** innerhalb der Gleitöffnung **13** luftdicht oder flüssigkeitsdicht voneinander.

[0042] Der Verschleißring **44** ist ein Element, das einen Kontakt zwischen der äußeren Umfangsfläche des ersten Kolbenelements **40** und der inneren Umfangsfläche der Gleitöffnung **13** verhindert, wenn eine große seitliche Last auf die Kolbeneinheit **18** in Richtungen senkrecht zu der axialen Richtung aufgebracht wird, wenn der Fluiddruckzylinder **10A** arbeitet. Der Verschleißring **44** ist ein kreisringförmiges Element, das an einem Außenumfang des ersten Kolbenelements **40** so angebracht ist, dass es den Außenumfang des ersten Kolbenelements **40** umgibt.

[0043] Bei dieser Ausführungsform weist der Verschleißring **44** einen radialen Abschnitt **44a** und einen axialen Abschnitt **44b** auf. Der radiale Abschnitt **44a** erstreckt sich in radialer Richtung und steht in Kontakt mit einer Endfläche (einer Endfläche, die in Richtung des Pfeils **X1** angeordnet ist) des ersten Kolbenelements **40**. Der axiale Abschnitt **44b** erstreckt sich in der axialen Richtung und liegt an der äußeren Umfangsfläche des ersten Kolbenelements **40** an. Der Verschleißring **44** (insbesondere der radiale Abschnitt **44a**) liegt an einem Seitenteil (einem Seitenteil, das in Richtung des Pfeils **X2** angeordnet ist) der Dichtung **34** an. Der Innendurchmesser des radialen Abschnitts **44a** ist kleiner als der Außendurchmesser des ersten Kolbenelements **40**. Der axiale Abschnitt **44b** erstreckt sich von einem äußeren Endabschnitt des radialen Abschnitts **44a** in der axialen Richtung. Der Außendurchmesser des Verschleißrings **44** (Außendurchmesser des axialen Abschnitts **44b**) ist größer als die Außendurchmesser des ersten Kolbenelements **40**, des Magneten **48** und des Jochs.

[0044] Der Verschleißring **44** besteht aus einem Material mit geringer Reibung. Der Reibungskoeffizient

ent zwischen dem Verschleißring **44** und der inneren Umfangsfläche der Gleitöffnung **13** ist kleiner als der Reibungskoeffizient zwischen der Dichtung **34** und der inneren Umfangsfläche der Gleitöffnung **13**. Ein solches Material mit geringer Reibung umfasst beispielsweise synthetische Kunststoffe (Harze) mit niedrigen Reibungseigenschaften und einem hohen Verschleißwiderstand, wie Polytetrafluorethylen (PTFE), sowie Metallmaterialien (beispielsweise Lagerstahl).

[0045] Die Dichtung **46** ist ein kreisringförmiges Element, das aus einem elastischen Körper besteht, und ist an dem ersten Kolbenelement **40**, dem zweiten Kolbenelement **42** und dem Verschleißring **44** angeordnet. Die Dichtung **46** kann aus einem ähnlichen Material bestehen wie das Material der Dichtung **46**. Die Dichtung **46** berührt das erste Kolbenelement **40**, das zweite Kolbenelement **42** und den Verschleißring **44** in luftdichter oder flüssigkeitsdichter Weise.

[0046] Im Einzelnen steht die Dichtung **46** in engem Kontakt mit der Endfläche des ersten Kolbenelements **40**, die dem zweiten Kolbenelement **42** zugewandt ist, der äußeren Umfangsfläche des Abschnitts **42a** mit reduziertem Durchmesser des zweiten Kolbenelements **42** und der inneren Umfangsfläche des Verschleißrings **44** (innere Umfangsfläche des radialen Abschnitts **44a**). Die Dichtung **46** dichtet den Spalt zwischen dem ersten Kolbenelement **40** und dem zweiten Kolbenelement **42**, den Spalt zwischen dem ersten Kolbenelement **40** und dem Verschleißring **44** und den Spalt zwischen dem zweiten Kolbenelement **42** und dem Verschleißring **44** luftdicht oder flüssigkeitsdicht ab.

[0047] Der Magnet **48** ist ein kreisringförmiges Element, das an einem anderen äußeren Umfangsabschnitt des ersten Kolbenelements **40** so angebracht ist, dass es den äußeren Umfangsabschnitt des ersten Kolbenelements **40** umgibt. Der Magnet **48** ist neben der Dichtung **34** an einer dem Verschleißring **44** abgewandten Seite der Dichtung **34** (einer Seite, die in Richtung des Pfeils **X1** angeordnet ist) vorgesehen und liegt an einem anderen Seitenabschnitt der Dichtung **34** an. Der Magnet **48** ist beispielsweise ein Ferritmagnet, ein Magnet mit seltenen Erden oder dergleichen.

[0048] Magnetsensoren (nicht dargestellt) sind an der Außenfläche des Zylinderrohres **12** an Positionen angebracht, die beiden Hubenden der Kolbeneinheit **18** zugeordnet sind. Die Magnetsensoren detektieren das Magnetfeld, das von dem Magneten **48** generiert wird, um dadurch die Arbeitsposition der Kolbeneinheit **18** zu detektieren.

[0049] Die Endfläche (Endfläche, die in der Richtung des Pfeils **X1** angeordnet ist) des Verschleißrings **44**, die Endfläche des Magneten **48** (die Endfläche, die

in Richtung des Pfeils **X2** angeordnet ist) und die äußere Umfangsfläche der Kolbenstange **20** bilden die Dichtungsbefestigungsnut **36**, die radial nach innen zurückgesetzt ist und sich ringförmig in der Umfangsrichtung erstreckt. Die Dichtung **34** ist in der Dichtungsbefestigungsnut **36** angebracht.

[0050] Die Befestigungsplatte **50** ist ein kreisringförmiges Element und hält den Verschleißring **44**, die Dichtung **34** und den Magneten **48** gemeinsam mit dem ersten Kolbenelement **40**. Bei dieser Ausführungsform umgibt die Befestigungsplatte **50** die Kolbenstange **20**. Im Einzelnen liegt die Befestigungsplatte **50** an der Endfläche (die Endfläche, die in Richtung des Pfeils **X1** angeordnet ist) des Magneten **48**, die von der Dichtung **34** abgewandt ist, und an der Endfläche (die Endfläche, die in Richtung des Pfeils **X1** angeordnet ist) des zweiten Kolbenelements **42**, die von dem ersten Kolbenelement **40** abgewandt ist, an.

[0051] Das Material der Befestigungsplatte **50** umfasst beispielsweise Metallmaterialien wie Kohlenstoffstahl (gewalzten Stahl und dergleichen), Edelstahl und Aluminiumlegierungen sowie harten Kunststoff (Harz). Die Befestigungsplatte **50** kann aus einem magnetischen Material, wie Walzstahl, bestehen, um auch als ein Joch zu dienen.

[0052] Die gleiche Anzahl von (bei dieser Ausführungsform drei) Stiftöffnungen **54c** wie die mehreren Stifteinsetzöffnungen **54b**, die in dem zweiten Kolbenelement **42** ausgebildet sind, ist in der Befestigungsplatte **50** ausgebildet. Die mehreren Stiftöffnungen **54c** treten in der Dickenrichtung durch die Befestigungsplatte **50** hindurch. Die Stiftöffnungen **54c** sind in regelmäßigen Abständen in der Umfangsrichtung vorgesehen, wie es auch bei den mehreren Stifteinsetzöffnungen **54b**, die in dem zweiten Kolbenelement **42** ausgebildet sind, der Fall ist. Durch Verwenden der mehreren Verbindungsstifte **52** werden das erste Kolbenelement **40**, das zweite Kolbenelement **42** und die Befestigungsplatte **50**, die nebeneinander in der axialen Richtung angeordnet sind, in der axialen Richtung befestigt, wodurch sie aneinander befestigt und miteinander integriert werden. Der Verschleißring **44**, die Dichtung **34** und der Magnet **48**, die oben beschrieben wurden, werden zwischen dem ersten Kolbenelement **40** und der Befestigungsplatte **50** gehalten. Die Verbindungsstifte **52** sind jeweils in die zugeordnete Stiftöffnung **54a**, die in dem ersten Kolbenelement **40** ausgebildet ist, die entsprechende Stifteinsetzöffnung **54b**, die in dem zweiten Kolbenelement **42** ausgebildet ist, und die entsprechende Stiftöffnung **54c**, die in der Befestigungsplatte **50** ausgebildet ist, eingesetzt und stehen in Eingriff mit dem ersten Kolbenelement **40** und der Befestigungsplatte **50**.

[0053] Jeder der Verbindungsstifte **52** hat an seinem einen Endabschnitt (einem Endabschnitt, der in der Richtung des Pfeils **X1** angeordnet ist) einen Flanschabschnitt **64** mit einem Durchmesser, der größer ist als der Durchmesser eines Schaftabschnitts **53** des Verbindungsstiftes **52**. Der Außendurchmesser des Flanschabschnitts **64** ist größer als der Durchmesser der in der Befestigungsplatte **50** ausgebildeten Stiftöffnung **54c**. Daher tritt der Flanschabschnitt **64** in Eingriff mit dem Umfang der in der Befestigungsplatte **50** ausgebildeten Stiftöffnung **54c**. Jeder der Verbindungsstifte **52** weist an seinem anderen Endabschnitt (einem Endabschnitt, der in der Richtung des Pfeils **X2** angeordnet ist) einen gecrimpten Abschnitt **66** (vgl. **Fig. 1**) mit einem größeren Durchmesser als dem Durchmesser des Schaftabschnitts **53** auf.

[0054] Die gecrimpten Abschnitte **66** werden durch Pressen der anderen Endabschnitte der Verbindungsstifte **52** in der axialen Richtung und dadurch plastisches Deformieren der anderen Endabschnitte gebildet. Bei dieser Ausführungsform verjüngen sich die gecrimpten Abschnitte **66** entlang der Form der Stiftöffnungen **54a** und treten mit den Stiftöffnungen **54a** in Eingriff. Die gecrimpten Abschnitte **66** können eine Plattenform aufweisen, die senkrecht von den jeweiligen Schaftabschnitten **53** der Verbindungsstifte **52** vorsteht, und können in Eingriff mit dem Umfang der Stiftöffnungen **54a**, die in dem ersten Kolbenelement **40** ausgebildet sind, treten.

[0055] Ein zweiter Dämpfer **68**, der aus einem elastischen Element besteht, ist an einem Ende der Kolbeneinheit **18** angebracht, das der Kopfabdeckung **14** abgewandt ist (einem Ende, das in der Richtung des Pfeils **X1** angeordnet ist). Der zweite Dämpfer **68** kann aus einem ähnlichen Material bestehen wie das Material des ersten Dämpfers **22**. Der zweite Dämpfer **68** hat eine Kreisringform und ist so vorgesehen, dass er die Kolbenstange **20** umgibt. Bei dieser Ausführungsform ist der zweite Dämpfer **68** an der Befestigungsplatte **50** angebracht. Der Außendurchmesser des zweiten Dämpfers **68** ist kleiner als der Außendurchmesser der Befestigungsplatte **50**.

[0056] Der zweite Dämpfer **68** weist eine Mehrzahl von Eingriffsnuten **70** auf, die radial nach innen zurückgesetzt sind und die an dem inneren Umfangsabschnitt eines der Befestigungsplatte **50** näher liegenden Endabschnitts vorgesehen sind. Die Mehrzahl von Eingriffsnuten **70** ist in Abständen in der Umfangsrichtung vorgesehen. Die Eingriffsnuten **70** greifen an dem Innenkantenabschnitt der Befestigungsplatte **50** an, wodurch die Befestigungsplatte **50** den zweiten Dämpfer **68** hält. Außerdem ist eine Mehrzahl von zurückgesetzten Ausschnitten **72** in der Endfläche des zweiten Dämpfers **68**, die der Befestigungsplatte **50** näher liegt, in Abständen in der Umfangsrichtung ausgebildet. Jeder der Ausschnitte **72** nimmt

den entsprechenden Flanschabschnitt **64** des oben beschriebenen Verbindungsstiftes **52** auf.

[0057] Der Fluiddruckzylinder **10A** kann auch ohne den ersten Dämpfer **22** oder den zweiten Dämpfer **68** vorgesehen sein, oder er kann sowohl ohne den ersten Dämpfer **22** als auch ohne den zweiten Dämpfer **68** vorgesehen sein

[0058] Die Kolbenstange **20** ist ein säulenförmiges (zylindrisches) Element, das sich in der axialen Richtung der Gleitöffnung **13** erstreckt. Das oben beschriebene erste Kolbenelement **40** ist mit dem Basisendabschnitt **20a** der Kolbenstange **20** verbunden. Die Kolbenstange **20** tritt durch die Stangenabdeckung **16** hindurch. Ein distaler Endabschnitt **20b**, der das entgegengesetzte Ende des Basisendabschnitts **20a** der Kolbenstange **20** bildet, ist zu der Außenseite der Gleitöffnung **13** exponiert. Die Kolbeneinheit **18** und die Kolbenstange **20** bilden eine Kolbenanordnung **74**.

[0059] Das Material der Kolbenstange **20** umfasst beispielsweise das Material des ersten Kolbenelements **40** (wie Kohlenstoffstahl). Die Kolbenstange **20** kann aus dem gleichen Material wie das Material des ersten Kolbenelements **40** bestehen oder aus einem anderen Material.

[0060] Als nächstes wird ein Verfahren zur Montage der Kolbenanordnung **74**, die wie oben beschrieben aufgebaut ist, beschrieben.

[0061] Zunächst wird die Kolbenstange **20**, mit der das erste Kolbenelement **40** durch Schweißen oder ein anderes geeignetes Verfahren verbunden ist, vorbereitet. Dann wird ein Montageprozess (**Fig. 3A** bis **Fig. 3H**) durchgeführt, bei dem das zweite Kolbenelement **42**, der Verschleißring **44**, die Dichtung **46**, die Dichtung **34**, der Magnet **48**, die Befestigungsplatte **50**, die Verbindungsstifte **52** und der zweite Dämpfer **68**, die oben beschrieben wurden, in der axialen Richtung auf die Kolbenstange **20**, welche das erste Kolbenelement **40** aufweist, bewegt werden, wodurch sie zusammen auf der Kolbenstange **20** montiert werden. Dadurch wird die Kolbenanordnung **74** erhalten.

[0062] Im Einzelnen werden bei dem Montageprozess, wie er in den **Fig. 3A** bis **Fig. 3C** dargestellt ist, zunächst der Verschleißring **44**, die Dichtung **46** und das zweite Kolbenelement **42** nacheinander zu dem Basisendabschnitt **20a** der Kolbenstange **20** bewegt, so dass die Kolbenstange **20** in den Verschleißring **44**, die Dichtung **46** und das zweite Kolbenelement **42** eingesetzt wird. Wie in den **Fig. 3A** bis **Fig. 3C** dargestellt ist, wird hierbei beispielsweise die Kolbenstange **20** so gehalten, dass der distale Endabschnitt **20b** der Kolbenstange **20** nach oben gerichtet ist, und der Verschleißring **44**, die Dichtung **46** und das zwei-

te Kolbenelement **42** werden auf dem ersten Kolbenelement **40** angeordnet und aufeinander geschichtet.

[0063] Hierdurch wird der Verschleißring **44** an dem Außenumfang des ersten Kolbenelements **40** angeordnet, der eine Endabschnitt des zweiten Kolbenelements **42** wird in Anlage gegen das erste Kolbenelement **40** gebracht, und die Dichtung **46** wird zwischen dem ersten Kolbenelement **40**, dem zweiten Kolbenelement **42** und dem Verschleißring **44** angeordnet. In diesem Moment werden die Umfangsphasen (Ausrichtung) der mehreren Stiftöffnungen **54a**, die in dem ersten Kolbenelement **40** ausgebildet sind, der mehreren Stifteinsatzöffnungen **54b**, die in dem zweiten Kolbenelement **42** ausgebildet sind, und der mehreren Stiftöffnungen **54c**, die in der Befestigungsplatte **50** ausgebildet sind, in Übereinstimmung gebracht.

[0064] Wie in den **Fig. 3D** und **Fig. 3E** dargestellt ist, werden als nächstes die Dichtung **34** und der Magnet **48** nacheinander auf dem äußeren Umfangsabschnitt des zweiten Kolbenelements **42** angebracht. Hierbei kann anders als bei einem herkömmlichen Montageverfahren, bei dem eine Dichtung in einer ringförmigen Dichtungsbefestigungsnut angebracht wird, die Dichtung **34** einfach in dem äußeren Umfangsabschnitt des zweiten Kolbenelements **42** angebracht werden, ohne dass es notwendig wäre, die Dichtung radial nach außen zu ziehen (zu dehnen), um ihren Durchmesser zu vergrößern. Außerdem werden bei einem herkömmlichen Montageverfahren mehrere Magneteile miteinander durch Kleben auf den äußeren Umfang eines Kolbens verbunden, um dadurch einen Ringmagneten zu bilden. Bei dieser Ausführungsform kann aber der Ringmagnet **48** direkt so wie er ist auf dem zweiten Kolbenelement **42** montiert werden. Wie in **Fig. 3F** gezeigt ist, wird als nächstes die Befestigungsplatte **50** in Kontakt mit einem anderen Endabschnitt des zweiten Kolbenelements **42** gebracht.

[0065] Nachdem die Dichtung **34**, der Magnet **48** und die Befestigungsplatte **50** in der oben beschriebenen Weise übereinander geschichtet wurden, werden dann die mehreren Verbindungsstifte **52** in die Stiftöffnungen **54c**, die an der Befestigungsplatte **50** vorgesehen sind, die mehreren Stifteinsatzöffnungen **54b**, die an dem zweiten Kolbenelement **42** vorgesehen sind, und die mehreren Stiftöffnungen **54a**, die an dem ersten Kolbenelement **40** vorgesehen sind, eingesetzt, wie es in **Fig. 3G** dargestellt ist. Die Endabschnitte der Verbindungsstifte **52**, die von dem ersten Kolbenelement **40** vorstehen, werden gepresst und plastisch deformiert, um dadurch ihren Durchmesser zu vergrößern. Dies erzeugt die gecrimpten Abschnitte **66** (vgl. **Fig. 1**). Hierdurch werden das erste Kolbenelement **40**, das zweite Kolbenelement **42** und die Befestigungsplatte **50** mittels der mehreren Verbindungsstifte **52** fest aneinander in der axialen Richtung befestigt, und die Dichtung **34** wird in der Dichtungs-

befestigungsnut **36** angebracht, die durch das zweite Kolbenelement **42**, den Verschleißring **44** und den Magnet **48** gebildet wird.

[0066] Wie in **Fig. 3H** dargestellt ist, wird als nächstes der zweite Dämpfer **68** an der Befestigungsplatte **50** angebracht. Da in diesem Fall der zweite Dämpfer **68** aus einem elastischen Material besteht, das sich einfach deformieren lässt, indem der zweite Dämpfer **68** gegen die Befestigungsplatte **50** gepresst wird, können die Eingriffsnuten **70** (vgl. **Fig. 1**) des zweiten Dämpfers **68** einfach in Eingriff mit dem Innenkantenabschnitt der Befestigungsplatte **50** treten. Somit kann der zweite Dämpfer **68** einfach an der Befestigungsplatte **50** angebracht werden.

[0067] Auf diese Weise wird die Montage der Kolbenanordnung **74** abgeschlossen.

[0068] Als nächstes werden die Wirkungsweise und Vorteile des wie oben beschrieben aufgebauten Fluiddruckzylinders **10A**, der in **Fig. 1** dargestellt ist, erläutert. Bei dem Fluiddruckzylinder **10A** wird die Kolbeneinheit **18** durch die Wirkung von Druckfluid (beispielsweise Druckluft), das über den ersten Anschluss **12a** oder den zweiten Anschluss **12b** zugeführt wird, innerhalb der Gleitöffnung **13** in der axialen Richtung verschoben. Dies sorgt dafür, dass sich die mit der Kolbeneinheit **18** verbundene Kolbenstange hin und her bewegt.

[0069] Um die Kolbeneinheit **18** zu der Stangenabdeckung **16** zu verschieben (vorwärts zu bewegen), wird insbesondere das Druckfluid von einer Druckfluidzufuhrquelle (nicht dargestellt) über den ersten Anschluss **12a** der ersten Druckkammer **13a** zugeführt, während der zweite Anschluss **12b** zur Umgebung offen ist. Hierdurch drückt das Druckfluid die Kolbeneinheit **18** zu der Stangenabdeckung **16**. Dann wird die Kolbeneinheit **18** zusammen mit der Kolbenstange **20** zu der Stangenabdeckung **16** verschoben (vorwärts bewegt). Wenn der zweite Dämpfer **68** in Kontakt mit der Endfläche der Stangenabdeckung **16** tritt, wird die Vorwärtsbewegung der Kolbeneinheit **18** gestoppt. In diesem Fall verhindert der aus einem elastischen Material bestehende zweite Dämpfer **68** einen direkten Kontakt zwischen der Kolbeneinheit **18** und der Stangenabdeckung **16**. Dadurch werden Stöße und Stoßgeräusche, die auftreten, wenn die Kolbeneinheit **18** die ausgefahrene Position (Hubende an der Seite der Stangenabdeckung **16**) erreicht, wirksam verhindert oder verringert.

[0070] Andererseits wird zur Verschiebung (Zurückziehen) der Kolbeneinheit **18** zu der Kopfabdeckung **14** das Druckfluid von der Druckfluidzufuhrquelle (nicht dargestellt) über den zweiten Anschluss **12b** der zweiten Druckkammer **13b** zugeführt, während der erste Anschluss **12a** zur Umgebung offen ist. Hierdurch drückt das Druckfluid die Kolbeneinheit **18**

zu der Kopfabdeckung **14**. Dadurch wird die Kolbeneinheit **18** zu der Kopfabdeckung **14** verschoben. Wenn die Kolbenstange **20** und das erste Kolbenelement **40** in Kontakt mit dem ersten Dämpfer **22** (erweiterter Abschnitt **23**) treten, wird die Rückzugsbewegung der Kolbeneinheit **18** gestoppt. In diesem Fall verhindert der aus einem elastischen Material bestehende erste Dämpfer **22** einen direkten Kontakt zwischen der Kolbeneinheit **18** und der Kopfabdeckung **14**. Dadurch werden Stöße und Stoßgeräusche, die auftreten, wenn die Kolbeneinheit **18** die zurückgezogene Position (Hubende an der Seite der Kopfabdeckung **14**) erreicht, wirksam verhindert oder reduziert.

[0071] Der Fluiddruckzylinder **10A** weist die Dichtungsbefestigungsnut **36** auf, die durch eine Kombination der mehreren Elemente (des zweiten Kolbenelements **42**, des Verschleißrings **44** und des Magneten **48**) gebildet wird. Dies führt zu einer Verbesserung der Produktivität im Vergleich zu einem Fall, in dem eine Nut, in welcher die Dichtung **34** angebracht wird, durch Einstechen (Schneidbearbeitung) ausgebildet wird. Außerdem werden das erste Kolbenelement **40** und das zweite Kolbenelement **42** durch Gießen geformt. Dadurch ist es möglich, die Materialmenge, die für den Fluiddruckzylinder verwendet wird, im Vergleich zu dem Fall der Verwendung eines Einstechprozesses zu verringern. Daher ist die vorliegende Erfindung wirtschaftlich und es lassen sich Ressourcen einsparen.

[0072] Zur Installation der Dichtung **34** in einer durch Einstechen ausgebildeten Nut muss die Dichtung **34** vor dem Anbringen elastisch so deformiert werden, dass ihr Durchmesser im Vergleich zu dem Durchmesser der Nut vergrößert wird. Daher ist es schwierig, den Prozess zum Anbringen der Dichtung **34** in der durch Einstechen ausgebildeten Nut zu automatisieren (Integration in einen automatischen Montageprozess, der durch Roboter durchgeführt wird). Im Gegensatz dazu weist die Kolbeneinheit **18** die Dichtungsbefestigungsnut **36** auf, die durch Kombination der mehreren Elemente oder Komponenten gebildet wird, und die Dichtung **34** kann an dem Kolbenkörper **38** angebracht werden, ohne dass es notwendig wäre, den Durchmesser der Dichtung **34** in dem Montageprozess zu vergrößern. Dementsprechend kann der Montageprozess der Dichtung einfach mit Hilfe von Robotern automatisiert werden.

[0073] Wie oben beschrieben wurde, können außerdem die anderen Elemente als die Dichtung **34** an der Kolbenstange **20** angebracht werden, indem die Elemente relativ zu der Kolbenstange **20**, an der das erste Kolbenelement **40** angebracht ist, in der axialen Richtung bewegt werden und sie übereinander geschichtet werden. Dementsprechend kann der Prozess zur Montage der Kolbeneinheit **18** (Kolbenanordnung **74**) einfach automatisiert werden, was zu einer Erhöhung der Produktivität führt.

[0074] Außerdem ist bei dieser Ausführungsform der Innenumfang des zweiten Kolbenelements **42** getrennt von der äußeren Umfangsfläche der Kolbenstange **20**, und der Hohlraum **62** ist zwischen dem zweiten Kolbenelement **42** und der Kolbenstange **20** ausgebildet. Dadurch kann das Gewicht der Kolbeneinheit **18** durch die Verringerung des Gewichts des zweiten Kolbenelements **42** reduziert werden. Die Gewichtsreduzierung der Kolbeneinheit **18** führt zu einer Verringerung des Verbrauchs an Druckfluid und dadurch zu Energieeinsparungen.

[0075] Der oben beschriebene Fluiddruckzylinder **10A** verwendet die Kolbenstange **20**, die lediglich zu einer Seite der Kolbeneinheit **18** vorsteht. Wie in den **Fig. 4A** bis **Fig. 4D** dargestellt ist, kann der Fluiddruckzylinder **10A** aber auch Kolbenstangen **21**, **21a** verwenden, die zu beiden Seiten der Kolbeneinheit **18** vorstehen.

[0076] Die in **Fig. 4A** dargestellte Kolbenstange **21** hat einen massiven Aufbau, und die in **Fig. 4B** dargestellte Kolbenstange **21a** hat einen hohlen Aufbau. In diesen Fällen kann die Kolbeneinheit **18** mit der äußeren Umfangsfläche der Kolbenstange **21**, **21a** durch Schweißen oder Kleben verbunden werden. Die Kolbenstangen **21** und **21a** können einen ersten Stangenabschnitt und einen zweiten Stangenabschnitt aufweisen, die in der axialen Richtung verbunden sind. In diesem Fall können der erste Stangenabschnitt und der zweite Stangenabschnitt durch Verschrauben, Schweißen, Kleben oder dergleichen verbunden werden.

[0077] Zusätzlich zu den oben beschriebenen Gestaltungen kann die Kolbeneinheit **18** verschiedene Strukturen verwenden, wie die Kolbeneinheiten **18a** bis **18j**, die in den **Fig. 5A** bis **Fig. 9** dargestellt sind. Auch bei den oben beschriebenen Gestaltungen können die Kolbeneinheiten **18a** bis **18j**, an denen jeweils die Dichtung **34** angebracht ist, durch Übereinanderschichten der mehreren Komponenten oder Elemente in der axialen Richtung zusammengebaut werden. Die Kolbeneinheiten **18a** bis **18j** können auch bei Fluiddruckzylindern **10B** bis **10F** gemäß den zweiten bis sechsten Ausführungsformen verwendet werden, die nachfolgend beschrieben werden.

[0078] Bei der in **Fig. 5A** dargestellten Kolbeneinheit **18a** ist anstelle des Magneten **48** (vgl. **Fig. 1**) ein Abstandshalter **76** neben der Dichtung **34** vorgesehen. Somit bilden das zweite Kolbenelement, der Verschleißring **44** und der Abstandshalter **76** gemeinsam die Dichtungsbefestigungsnut **36** in der Kolbeneinheit **18**. Bei dem in **Fig. 5A** dargestellten Fall hat der Abstandshalter **76** einen rechteckigen Querschnitt.

[0079] Bei der in **Fig. 5B** dargestellten Kolbeneinheit **18b** ist neben der Dichtung **34** ein Abstandshalter **76a** mit einer anderen Form vorgesehen. Somit bilden das

zweite Kolbenelement **42**, der Verschleißring **44** und der Abstandshalter **76a** gemeinsam die Dichtungsbefestigungsnut **36** in der Kolbeneinheit **18b**. Bei dem in **Fig. 5B** dargestellten Fall hat der Abstandshalter **76a** einen quadratischen, U-förmigen Querschnitt. Die Kolbeneinheiten **18a**, **18b**, die in den **Fig. 5A** bzw. **Fig. 5B** dargestellt sind, erfordern kein Joch. Dadurch kann die Befestigungsplatte **50** aus einem nicht magnetischen Körper bestehen.

[0080] Bei der in **Fig. 5C** dargestellten Kolbeneinheit **18c** ist der Verschleißring **44** (vgl. **Fig. 1**) weggelassen. Somit bilden das erste Kolbenelement **40**, das zweite Kolbenelement **42** und der Magnet **48** die Dichtungsbefestigungsnut **36** in der Kolbeneinheit **18c**. Dementsprechend ist die Dichtung **34** angrenzend an das erste Kolbenelement **40** vorgesehen und wird zwischen dem ersten Kolbenelement **40** und dem Magneten **48** gehalten.

[0081] Bei den in den **Fig. 6A** bis **Fig. 6C** dargestellten Kolbeneinheiten **18d** bis **18f** ist keine als Joch dienende Befestigungsplatte **50** (vgl. **Fig. 1**) vorgesehen. Bei der in **Fig. 6A** dargestellten Kolbeneinheit **18d** hat ein Flanschabschnitt **78a** jedes Verbindungsstiftes **78** einen Durchmesser, der größer ist als der Durchmesser des Flanschabschnitts **64** des oben beschriebenen Verbindungsstiftes **52** (vgl. **Fig. 2**) und der Außendurchmesser des zweiten Kolbenelements **42**. Daher liegt (greift) der Flanschabschnitt **78a** an der Endfläche des Magneten **48**, die der Dichtung **34** abgewandt ist, an. Daher verhindert der Flanschabschnitt **78a**, dass der Magnet **48** von dem zweiten Kolbenelement **42** herabfällt. Somit übernehmen bei der Kolbeneinheit **18d** die Flanschabschnitte **78a** der Verbindungsstifte **78** die Funktion der Befestigungsplatte, die den Magneten **48** hält.

[0082] Bei der in **Fig. 6B** dargestellten Kolbeneinheit **18e** weist ein zweites Kolbenelement **80** einen Basisabschnitt **80a** und einen Flanschabschnitt **80b** auf, der radial nach außen von dem Basisabschnitt **80a** vorsteht. Die Dichtung **34** und der Magnet **48** sind an einem äußeren Umfangsabschnitt des Basisabschnitts **80a** vorgesehen. Der Flanschabschnitt **80b** liegt an der Endfläche des Magneten **48**, die der Dichtung **34** abgewandt ist, an. Somit verhindert der Flanschabschnitt **80b**, dass der Magnet **48** von dem zweiten Kolbenelement **80** herabfällt. Somit übernimmt bei der Kolbeneinheit **18e** der Flanschabschnitt **80b** des zweiten Kolbenelements **80** die Aufgabe der den Magneten **48** haltenden Befestigungsplatte.

[0083] Bei der in **Fig. 6C** dargestellten Kolbeneinheit **18f** sind der Magnet **48** und die Befestigungsplatte **50** weggelassen. Ein zweites Kolbenelement **82** weist einen Basisabschnitt **82a** und einen Flanschabschnitt **82b** auf, der von dem Basisabschnitt **82a** radial nach außen vorsteht. Die Dichtung **34** ist an einem äußeren Umfangsabschnitt des Basisabschnitts **82a**

vorgesehen. Der Flanschabschnitt **82a** liegt an der Dichtung **34** an. Somit bilden das erste Kolbenelement **40** und das zweite Kolbenelement **82** gemeinsam die Dichtungsbefestigungsnut **36** in der Kolbeneinheit **18f**. Die Dichtung **34** wird zwischen dem ersten Kolbenelement **40** und dem Flanschabschnitt **82b** gehalten.

[0084] Bei der in **Fig. 7A** dargestellten Kolbeneinheit **18g** weist jeder Verbindungsstift **84** einen plattenförmigen Flanschabschnitt **84a** auf, der senkrecht zu dem entsprechenden Schaftabschnitt **53** an einem Ende (dem Ende, das in der Richtung des Pfeils **X2** angeordnet ist) des Verbindungsstiftes **84** neben dem ersten Kolbenelement **40** vorsteht. Somit weisen die Verbindungsstifte **84** die Flanschabschnitte **84a** anstelle der gecrimpten Abschnitte **66** (vgl. **Fig. 1**) bei den oben beschriebenen Verbindungsstiften **52** auf und haben bis auf die Flanschabschnitte **84a** einen Aufbau ähnlich dem Aufbau der Verbindungsstifte **52**.

[0085] Bei der in **Fig. 7B** dargestellten Kolbeneinheit **18h** weist jeder Verbindungsstift **86** einen sich verjüngenden gecrimpten Abschnitt **86a** mit einem Durchmesser auf, der größer ist als der Durchmesser des Schaftabschnitts **53** an einem Ende des Verbindungsstiftes **86**, das in der Richtung des Pfeils **X1** angeordnet ist. Somit weist jeder Verbindungsstift **86** den gecrimpten Abschnitt **86a** anstelle des Flanschabschnitts **64** (vgl. **Fig. 2**) bei dem oben beschriebenen Verbindungsstift **52** auf und hat bis auf den gecrimpten Abschnitt **86a** einen Aufbau ähnlich dem Aufbau des Verbindungsstiftes **52**.

[0086] Die in **Fig. 8** dargestellte Kolbeneinheit **18i** ist mit einem Endabschnitt **88a** einer Kolbenstange **88** so verbunden, dass sie von der Kolbenstange **88** in der axialen Richtung (Richtung des Pfeils **X2**) vorsteht. Im Einzelnen ist die Kolbeneinheit **18i** in einer Richtung vorgesehen, die der Richtung der in **Fig. 1** dargestellten Kolbeneinheit **18** in axialer Richtung entgegengesetzt ist. Dementsprechend sind die Komponenten der Kolbeneinheit **18i** identisch den Komponenten der Kolbeneinheit **18**, die in **Fig. 1** dargestellt ist.

[0087] Die Gesamtlänge L_{h2} einer Kolbenanordnung **74a** mit der Kolbenstange **88** und der in **Fig. 8** dargestellten Kolbeneinheit **18i** ist genau so groß wie die Gesamtlänge der in **Fig. 1** dargestellten Kolbenanordnung **74** (identisch der Länge L_1 der Kolbenstange **20**). Andererseits ist die Länge L_2 der in **Fig. 8** dargestellten Kolbenstange **88** kürzer als die Länge L_1 der in **Fig. 1** dargestellten Kolbenstange **20**.

[0088] Auf diese Weise kann bei der in **Fig. 8** dargestellten Kolbenanordnung **74a** die Länge L_2 der Kolbenstange **88** im Vergleich zu der in **Fig. 1** dargestellten Kolbenanordnung **74** verringert werden. Dementsprechend kann das Gewicht der als ein bewegliches

Teil dienenden Kolbenstange **88** verringert werden, was zu einer Verringerung des Verbrauchs an Druckfluid und damit zu Energieeinsparungen führt.

[0089] Bei der in **Fig. 9** dargestellten Kolbeneinheit **18j** ist der Durchmesser (ebene Größe) eines zweiten Kolbenelements **92** größer als der Außendurchmesser (ebene Größe) eines ersten Kolbenelements **90**. Im Einzelnen ist der Außendurchmesser **D2** des ersten Kolbenelements **90** kleiner als der Außendurchmesser **D1** des in **Fig. 1** dargestellten ersten Kolbenelements **40**. Das zweite Kolbenelement **92** weist einen Basisabschnitt **92a** und einen ringförmigen Abschnitt **92b** mit großem Durchmesser auf. Die Dichtung **34** und der Magnet **48** sind an dem Außenumfang des Basisabschnitts **92a** vorgesehen. Der Außendurchmesser des Abschnitts **92b** mit großem Durchmesser ist größer als der Außendurchmesser des Basisabschnitts **92a**. Der Abschnitt **92b** mit großem Durchmesser umgibt das erste Kolbenelement **90**. Der Verschleißring **44** ist an dem Außenumfang des Abschnitts **92b** mit großem Durchmesser vorgesehen.

[0090] Bei der wie oben beschrieben aufgebauten Kolbeneinheit **18j** wird die Dichtungsbefestigungsnut **36** durch eine Kombination einer Mehrzahl von Elementen (dem zweiten Kolbenelement **92**, dem Verschleißring **44** und dem Magneten **48**) gebildet, wie es auch der Fall ist, wenn die in **Fig. 1** dargestellte Kolbeneinheit **18** verwendet wird. Dies führt zu einer Erhöhung der Produktivität wie bei dem Fall, in dem die in **Fig. 1** dargestellte Kolbeneinheit **18** verwendet wird, und ermöglicht außerdem die einfache Montage einer Kolbenanordnung **74b** mit der Kolbeneinheit **18j** durch Übereinanderschichten der mehreren Elemente in der axialen Richtung. Dementsprechend kann der Prozess zur Montage der Kolbenanordnung **74b** mit der Kolbeneinheit **18j** einfach automatisiert werden.

[0091] Die Kolbenstange **20** und das erste Kolbenelement **40**, die in **Fig. 1** dargestellt sind, werden als separate Teile produziert und miteinander beispielsweise durch Schweißen verbunden. Anstelle der oben beschriebenen Gestaltung kann auch ein in **Fig. 10A** dargestelltes Kolbenstangenelement **94** oder ein in **Fig. 10B** dargestelltes Kolbenelement **94a** verwendet werden. Das Kolbenstangenelement **94** umfasst die Kolbenstange **20** und das erste Kolbenelement **40**, die einstückig ausgebildet sind. Das Kolbenstangenelement **94a** umfasst eine Kolbenstange **21b** und das erste Kolbenelement **40**, die einstückig ausgebildet sind. Die Kolbenstangenelemente **94** und **94a** können durch Schmieden oder Gießen hergestellt werden.

[0092] Im Einzelnen umfasst das in **Fig. 10A** dargestellte Kolbenstangenelement **94** die Kolbenstange **20** mit einem massiven Aufbau und das erste Kol-

benelement **40**, das in ein Ende der Kolbenstange **20** übergeht und von dem Ende radial nach außen vorsteht. Das in **Fig. 10B** dargestellte Kolbenelement **94a** umfasst die Kolbenstange **21b** mit einem hohlen Aufbau und das erste Kolbenelement **40**, das in ein Ende der Kolbenstange **21b** übergeht und von dem Ende radial nach außen vorsteht.

[0093] Als nächstes werden die Fluiddruckzylinder **10B** bis **10F** gemäß den zweiten bis sechsten Ausführungsformen beschrieben.

[0094] Anstelle des ersten Dämpfers **22** und des zweiten Dämpfers **68** bei dem in **Fig. 1** dargestellten Fluiddruckzylinder **10A** verwendet der Fluiddruckzylinder **10B** gemäß der zweiten Ausführungsform, der in **Fig. 11** dargestellt ist, einen ersten Dämpfer **96** und einen zweiten Dämpfer **98** mit anderem Aufbau als dem Aufbau des ersten Dämpfers **22** und des zweiten Dämpfers **68**. Wie der erste Dämpfer **22** und der zweite Dämpfer **68** bestehen der erste Dämpfer **96** und der zweite Dämpfer **98** aus einem elastischen Material, beispielsweise Gummi. Der Aufbau des Fluiddruckzylinders **10B** ist bis auf den ersten Dämpfer **96** und den zweiten Dämpfer **98** identisch mit dem Aufbau des Fluiddruckzylinders **10A**.

[0095] Der erste Dämpfer **96** verhindert oder reduziert Stöße oder Stoßgeräusche beim Anschlagen an der Kolbeneinheit **18**, wenn sich die Kolbeneinheit **18** in der Richtung des Pfeils **X2** bewegt und dann die zurückgezogene Position erreicht. Der erste Dämpfer **96** hat eine Ringform und ist an der inneren Wandfläche **14a** der Kopfabdeckung **14** angebracht.

[0096] Der Innendurchmesser des ersten Dämpfers **96** ist größer als der Außendurchmesser der Kolbenstange **20**. Der Außendurchmesser des ersten Dämpfers **96** entspricht im Wesentlichen dem Außendurchmesser der Kolbeneinheit **18**. Somit hat der erste Dämpfer **96** ein größeres wirksames Volumen als der in **Fig. 1** dargestellte erste Dämpfer **22**. Dementsprechend verhindert oder reduziert der erste Dämpfer **96** wirksamer Stöße und Stoßgeräusche, die auftreten, wenn die Kolbeneinheit **18** die zurückgezogene Position erreicht.

[0097] Der zweite Dämpfer **98** verhindert oder reduziert Stöße und Stoßgeräusche beim Anschlagen an der Kopfabdeckung **14**, wenn sich die Kolbeneinheit **18** in der Richtung des Pfeils **X1** bewegt und die ausgefahrene Position erreicht. Der zweite Dämpfer **98** hat eine Ringform, die die Kolbenstange **20** umgibt, und ist zwischen einem äußeren Umfangsabschnitt der Kolbenstange **20** und dem inneren Umfang des zweiten Kolbenelements **92** entlang der axialen Richtung der Kolbenstange **20** vorgesehen. Der innere Umfang des zweiten Dämpfers **98** steht in Kontakt mit dem äußeren Umfangsabschnitt der Kolbenstange

ge **20**, und der zweite Dämpfer **98** wird durch die Kolbenstange **20** getragen.

[0098] Der Innendurchmesser des zweiten Dämpfers **98** ist vor dem Einsetzen der Kolbenstange **20** (vor der Montage) kleiner als der Außendurchmesser der Kolbenstange **20**. Somit wird der zweite Dämpfer **98** in dem montierten Zustand durch die elastische Rückstellkraft des zweiten Dämpfers **98** gegen und in Kontakt mit dem äußeren Umfangsabschnitt der Kolbenstange **20** gepresst.

[0099] Wenn ein Ende (das Ende, das in der Richtung des Pfeils **X2** angeordnet ist) des zweiten Dämpfers **98** neben der Kopfabdeckung **14** an dem ersten Kolbenelement **40** anliegt, steht ein anderes Ende (das Ende, das in der Richtung des Pfeils **X1** angeordnet ist) des zweiten Dämpfers **98** neben der Stangenabdeckung **16** über den Kolbenkörper **38** hinaus zu der Stangenabdeckung **16** vor (insbesondere die Flanschabschnitte **64** der Verbindungsstifte **52**). Hierbei kann während des Betriebs des Fluiddruckzylinders **10B** (während die Kolbeneinheit **18** hin und her fährt) der zweite Dämpfer **98** von dem ersten Kolbenelement **40** getrennt werden.

[0100] Zwischen einem äußeren Umfangsabschnitt des zweiten Dämpfers **98** und dem inneren Umfang des zweiten Kolbenelements **42** ist ein passender Spalt ausgebildet. Wenn der zweite Dämpfer **98** eine axiale Drucklast aufnimmt, vergrößert sich daher der Außendurchmesser des zweiten Dämpfers **98** und dieser wird in axialer Richtung verkürzt. Dadurch kann der zweite Dämpfer **98** ohne Probleme die Stoßdämpfungseigenschaften zeigen.

[0101] Im Vergleich zu dem in **Fig. 1** dargestellten zweiten Dämpfer **68** hat der zweite Dämpfer **98** außerdem einen kleineren Außendurchmesser aber eine größere axiale Länge. Somit kann der zweite Dämpfer **98** ein größeres wirksames Volumen sicherstellen, um die Stoßdämpfungseigenschaften zu verbessern. Dementsprechend kann der zweite Dämpfer **98** Stöße und Stoßgeräusche, die auftreten, wenn die Kolbeneinheit **18** die ausgefahrene Position erreicht, wirksamer verhindern oder reduzieren.

[0102] Außerdem hat der äußere Umfangsabschnitt des zweiten Dämpfers **98** eine Form, die entlang der Form des Innenumfangs des zweiten Kolbenelements **42** geformt ist. Somit hat der äußere Umfangsabschnitt des zweiten Dämpfers **98** eine Wellenform mit einer Mehrzahl von konkaven Abschnitten **98a**, in welche die mehreren konvexen Abschnitte **60** (siehe auch **Fig. 2**) des zweiten Kolbenelements **42** eingesetzt sind. Durch diesen Aufbau kann der zweite Dämpfer **98** so viel Volumen wie möglich sicherstellen und die Stoßdämpfungseigenschaften lassen sich weiter verbessern.

[0103] Der in **Fig. 12** dargestellte Fluiddruckzylinder **10C** gemäß der dritten Ausführungsform weist anstelle des zweiten Dämpfers **98**, der an der Kolbeneinheit **18** bei dem in **Fig. 1** dargestellten Fluiddruckzylinder **10A** vorgesehen ist, einen zweiten Dämpfer **100** an einer Oberfläche **16a** der Stangenabdeckung **16** auf, die der Kolbeneinheit **18** zugewandt ist. Der zweite Dämpfer **100** verhindert oder reduziert Stöße und Stoßgeräusche beim Kontakt mit der Kolbeneinheit **18**, wenn sich die Kolbeneinheit **18** in der Richtung des Pfeils **X1** bewegt und dann die ausgefahrene Position erreicht. Der Aufbau des Fluiddruckzylinders **10C** ist bis auf den zweiten Dämpfer identisch mit dem Aufbau des Fluiddruckzylinders **10A**.

[0104] Der in **Fig. 13** dargestellte Fluiddruckzylinder **10D** gemäß der vierten Ausführungsform weist ein Zylinderrohr **102** (Körper) mit einer hohlen zylindrischen Form, eine Kopfabdeckung **104**, die an einem Endabschnitt des Zylinderrohres **102** vorgesehen ist, und eine Stangenabdeckung **106**, die an einem anderen Endabschnitt des Zylinderrohres **102** vorgesehen ist, auf. Der Fluiddruckzylinder **10D** umfasst außerdem die Kolbeneinheit **18**, die in dem Zylinderrohr **102** so vorgesehen ist, dass sie sich in der axialen Richtung (Richtung des Pfeils **X**) bewegen kann, eine mit der Kolbeneinheit **18** verbundene Kolbenstange **108** und einen Dämpfungsmechanismus **110**, der Stöße an einem Hubende und dem anderen Hubende der Kolbeneinheit **18** dämpft.

[0105] Das Zylinderrohr **102** hat eine zylindrische Form. Eine Gleitöffnung **103** (Zylinderkammer), welche die Kolbeneinheit **18** aufnimmt und durch die Kopfabdeckung **104** und die Stangenabdeckung **106** verschlossen wird, ist in dem Zylinderrohr **102** ausgebildet.

[0106] Die Kopfabdeckung **104** umfasst einen ringförmigen ersten Stufenabschnitt **112**, der in der Richtung des Pfeils **X1** vorsteht, und der erste Stufenabschnitt **112** ist in einen Endabschnitt des Zylinderrohres **102**, das in der Richtung des Pfeils **X2** angeordnet ist, eingesetzt. Zwischen dem Außenumfang des ersten Stufenabschnitts **112** und dem Zylinderrohr **102** ist eine Dichtung **114** angeordnet. Ein erster zentraler hohler Abschnitt **116** und ein erster Anschluss **118**, der mit dem ersten zentralen hohlen Abschnitt **116** in Verbindung steht, sind in der Kopfabdeckung **104** ausgebildet. Über den ersten Anschluss **118** wird Druckfluid zugeführt und abgeführt.

[0107] Die Stangenabdeckung **106** umfasst einen ringförmigen zweiten Stufenabschnitt **120**, der in der Richtung des Pfeils **X2** vorsteht, und der zweite Stufenabschnitt **120** ist in einen Endabschnitt des Zylinderrohres **102** eingesetzt, der in der Richtung des Pfeils **X1** angeordnet ist. Zwischen dem Außenumfang des zweiten Stufenabschnitts **120** und dem Zylinderrohr **102** ist eine Dichtung **122** angeordnet. Ein

zweiter zentraler hohler Abschnitt **124** und ein zweiter Anschluss **126**, der mit dem zweiten zentralen hohlen Abschnitt **124** in Verbindung steht, sind in der Stangenabdeckung **106** ausgebildet. Über den zweiten Anschluss **126** wird Druckfluid zugeführt und abgeführt.

[0108] In dem zweiten zentralen hohlen Abschnitt **124** ist an einem inneren Umfangsabschnitt der Stangenabdeckung **106**, der in der Richtung des Pfeils **X1** angeordnet ist, eine Stangenöffnung **128** ausgebildet. Eine ringförmige Hülse **130**, die die Kolbenstange **108** in der axialen Richtung führt, ist in der Stangenöffnung **128** vorgesehen. Außerdem ist in der Stangenöffnung **128** eine Dichtung **132** vorgesehen, die an eine Seite der Hülse **130**, die in der Richtung des Pfeils **X1** angeordnet ist, angrenzt. Die Dichtung **132** berührt die äußere Umfangsfläche der Kolbenstange **108** hermetisch abdichtend.

[0109] Das Zylinderrohr **102**, die Kopfabdeckung **104** und die Stangenabdeckung **106**, die oben beschrieben wurden, werden durch eine Mehrzahl von Verbindungsstangen **134** und Muttern **136** aneinander in der axialen Richtung befestigt. Somit wird das Zylinderrohr **102** befestigt, wobei es zwischen der Kopfabdeckung **104** und der Stangenabdeckung **106** gehalten und eingeklemmt wird.

[0110] Die Kolbeneinheit **18** ist in ähnlicher Weise aufgebaut wie die Kolbeneinheit **18** bei der ersten Ausführungsform. Der zweite Dämpfer **68** ist an einem Ende der Kolbeneinheit **18** vorgesehen, das der Stangenabdeckung **106** näher liegt. Ein erster Dämpfer **138** ist an einem Ende der Kolbeneinheit **18** angrenzend an die Kopfabdeckung **104** vorgesehen. Details des ersten Dämpfers **138** werden später beschrieben.

[0111] Der Dämpfungsmechanismus **110** umfasst ein erstes Dämpfungselement **140** und ein zweites Dämpfungselement **142** (Dämpfungsring), die an einem beweglichen Teil (Kolbenstange **108**) vorgesehen sind, und weist außerdem eine ringförmige erste Dämpfungsdichtung **144** und eine ringförmige zweite Dämpfungsdichtung **146** auf, die aus elastischen Elementen bestehen und an dem festen Teil (der Kopfabdeckung **104** und der Stangenabdeckung **106**) vorgesehen sind.

[0112] Das erste Dämpfungselement **140** ist an einem Ende der Kolbenstange **108**, das in der Richtung des Pfeils **X2** vorgesehen ist, koaxial zu der Kolbenstange **108** vorgesehen. Im Einzelnen hat das erste Dämpfungselement **140** einen Durchmesser, der kleiner ist als der Durchmesser der Kolbenstange **108**, und steht von einer Endfläche der Kolbenstange **108** in der Richtung des Pfeils **X2** vor. Das erste Dämpfungselement **140** hat eine hohle oder massive zylindrische Form. Der Außendurchmesser des ersten Dämpfungselements **140** kann genau so groß

oder größer sein wie/als der Außendurchmesser der Kolbenstange **108**.

[0113] Das erste Dämpfungselement **140** kann ein in die Kolbenstange **108** integriertes Teil oder ein separates Teil sein, das mit der Kolbenstange **108** verbunden ist. In dem Fall, dass das erste Dämpfungselement **140** ein von der Kolbenstange **108** getrenntes Teil ist, kann das erste Dämpfungselement **140** mit der Kolbenstange **108** durch Verbindungsmittel, wie Schweißen, Kleben oder Schrauben, verbunden werden.

[0114] Das erste Dämpfungselement **140** umfasst einen geraden Abschnitt **140a** und einen sich verjüngenden (konischen) Abschnitt **140b** an dem Außenumfang des ersten Dämpfungselements **140**. Der gerade Abschnitt **140a** hat einen festen Außendurchmesser in der axialen Richtung. Der sich verjüngende Abschnitt **140b** ist angrenzend an ein Ende des geraden Abschnitts **140a**, das der Kolbenstange **108** abgewandt ist (einer Seite, die in Richtung des Pfeils **X2** angeordnet ist), vorgesehen und hat einen Durchmesser, der sich allmählich in einer Richtung weg von der Kolbenstange **108** verringert. Der sich verjüngende Abschnitt **140b** ist ein äußerer Umfangsabschnitt eines freien Endabschnitts des ersten Dämpfungselements **140**. Der Abschnitt **140c** mit verringertem Durchmesser, dessen Durchmesser kleiner ist als der Durchmesser des geraden Abschnitts **140a**, ist an einem Basisteil (festes Ende) des ersten Dämpfungselements **140** ausgebildet. Der Abschnitt **140c** mit verringertem Durchmesser bildet eine ringförmige Vertiefung zwischen dem ersten Dämpfungselement **140** und der Kolbenstange **108**. Die ringförmige Vertiefung tritt in Eingriff mit dem inneren Umfang des ringförmigen ersten Dämpfers **138**, der aus einem elastischen Element besteht, um dadurch den ersten Dämpfer **138** zu halten.

[0115] Die erste Dämpfungsdichtung **144** wird durch den inneren Umfang eines ringförmigen ersten Halters **148** gehalten. Der erste Halter **148** weist eine durch den ersten Halter **148** in der axialen Richtung hindurchtretende Öffnung **148a** auf und wird an dem inneren Umfang des ersten Stufenabschnitts **112** der Kopfabdeckung **104** befestigt. Wenn das erste Dämpfungselement **140** nicht in die Öffnung **148a** des ersten Halters **148** eingesetzt ist, stehen die Gleitöffnung **103** und der erste zentrale hohle Abschnitt **116** über die Öffnung **148a** in Verbindung miteinander.

[0116] Die erste Dämpfungsdichtung **144** steht von der inneren Umfangsfläche des ersten Halters **148**, die die Öffnung **148a** definiert, nach innen vor. Wenn das erste Dämpfungselement **140** in die Öffnung **148a** des ersten Halters **148** eingesetzt wird, wird daher die erste Dämpfungsdichtung **144** über den gesamten Umfang in Gleitkontakt mit der äußeren Um-

fangsfläche des ersten Dämpfungselements **140** gebracht.

[0117] Das zweite Dämpfungselement **142** ist neben der Seite der Kolbeneinheit **18** angeordnet, die der Stangenabdeckung **106** zugewandt ist (eine Seite, die in Richtung des Pfeils **X1** angeordnet ist), wobei sie in der Nähe der Kolbeneinheit **18** koaxial zu der Kolbenstange **108** verläuft. Das zweite Dämpfungselement **142** ist ein ringförmiges Element mit einem Durchmesser, der größer ist als der Durchmesser der Kolbenstange **108** und kleiner als der Durchmesser der Kolbeneinheit **18**, und wird mit der äußeren Umfangsfläche der Kolbenstange **108** beispielsweise durch Schweißen oder Kleben verbunden. In **Fig. 13** ist der Außendurchmesser des zweiten Dämpfungselements **142** etwas größer als der Außendurchmesser der Kolbenstange **108**.

[0118] Das zweite Dämpfungselement **142** umfasst einen geraden Abschnitt **142a** und einen sich verjüngenden (konischen) Abschnitt **142b** an dem Außenumfang des zweiten Dämpfungselements **142**. Der gerade Abschnitt **142a** hat einen festen Außendurchmesser in der axialen Richtung. Der sich verjüngende Abschnitt **142b** ist angrenzend an ein Ende des geraden Abschnitts **142a**, das in der Richtung des Pfeils **X1** angeordnet ist (einer Seite, die der Stangenabdeckung **106** näher liegt), vorgesehen und hat einen Durchmesser, der sich in der Richtung des Pfeils **X1** allmählich verringert.

[0119] Die zweite Dämpfungsdichtung **146** wird durch den Innenumfang eines ringförmigen zweiten Halters **150** gehalten. Der zweite Halter **150** weist eine Öffnung **150a** auf, die in der axialen Richtung durch den zweiten Halter **150** hindurchtritt, und ist an dem Innenumfang des zweiten Stufenabschnitts **120** der Stangenabdeckung **106** befestigt. Wenn das zweite Dämpfungselement **142** nicht in die Öffnung **150a** des zweiten Halters **150** eingesetzt ist, stehen die Gleitöffnung **103** und der zweite zentrale hohle Abschnitt **124** über die Öffnung **150a** in Verbindung miteinander.

[0120] Die zweite Dämpfungsdichtung **146** steht von der inneren Umfangsfläche des zweiten Halters **150**, die die Öffnung **150a** definiert, nach innen vor. Wenn das zweite Dämpfungselement **142** in die Öffnung **150a** des zweiten Halters **150** eingesetzt wird, wird daher die zweite Dämpfungsdichtung **146** über den gesamten Umfang in Gleitkontakt mit der äußeren Umfangsfläche des zweiten Dämpfungselements **142** gebracht.

[0121] Als nächstes wird die Arbeitsweise des in der oben beschriebenen Weise aufgebauten Fluiddruckzylinders **10D** erläutert. Bei der nachfolgenden Beschreibung wird Luft (Druckluft) als Druckfluid ver-

wendet. Es kann aber auch ein anderes Gas als Luft eingesetzt werden.

[0122] Bei dem Fluiddruckzylinder **10D** wird die Kolbeneinheit **18** durch die Wirkung von Druckfluid, das über den ersten Anschluss **118** oder den zweiten Anschluss **126** zugeführt wird, in der Gleitöffnung **103** in der axialen Richtung bewegt. Dies führt dazu, dass die mit der Kolbeneinheit **18** verbundene Kolbenstange **108** hin und her fährt.

[0123] Im Einzelnen wird der zweite Anschluss **126** zur Umgebung geöffnet, wenn die Kolbeneinheit **18** an der in **Fig. 13** dargestellten zurückgezogenen Position angeordnet ist, und Luft wird von einer Druckfluidzufuhrquelle (nicht dargestellt) über den ersten Anschluss **118**, den ersten zentralen hohlen Abschnitt **116** und die Öffnung **148a** einer ersten Druckkammer **103a** zugeführt. Die Luft drückt die Kolbeneinheit **18** zu der Stangenabdeckung **106**. Somit wird die Kolbeneinheit **18** zusammen mit der Kolbenstange **108** zu der Stangenabdeckung **106** verschoben (vorwärts bewegt). In diesem Fall wird die Luft in der zweiten Druckkammer **103b** über die Öffnung **150a** des zweiten Halters **150** und den zweiten zentralen hohlen Abschnitt **124** aus dem zweiten Anschluss **126** abgeführt.

[0124] Wenn der zweite Dämpfer **68** zur Anlage an dem zweiten Halter **150** kommt, wird die Vorwärtsbewegung der Kolbeneinheit **18** gestoppt. Somit entlastet der zweite Dämpfer **68** Stöße und Stoßgeräusche, die auftreten, wenn die Kolbeneinheit **18** die ausgefahrene Position (Hubende an der Seite der Stangenabdeckung **106**) erreicht. Der zweite Dämpfer **68** kann eine Größe aufweisen, die ausreicht, um an der Stangenabdeckung **106** (und dem zweiten Halter **150**) anzuschlagen, wenn die Kolbeneinheit **18** die ausgefahrene Position erreicht.

[0125] Wenn die Kolbeneinheit **18** sich der ausgefahrenen Position annähert, wird das zweite Dämpfungselement **142** in die Öffnung **150a** des zweiten Halters **150** eingesetzt. Dies führt dazu, dass der Innenumfang der zweiten Dämpfungsdichtung **146** in Kontakt mit der äußeren Umfangsfläche (gerader Abschnitt **142a**) des zweiten Dämpfungselements **142** tritt und dadurch eine luftdichte Abdichtung an der Kontaktfläche erzeugt. Die luftdichte Abdichtung verhindert, dass Luft von der zweiten Druckkammer **103b** über die Öffnung **150a** zu dem zweiten zentralen hohlen Abschnitt **124** fließt. Die Luft wird über kleine Löcher (nicht dargestellt) mit geringer Strömungsrate zu dem zweiten Anschluss **126** abgeführt.

[0126] Hierdurch wird in der zweiten Druckkammer **103b** eine Luftdämpfung erreicht. Die Luftdämpfung in der zweiten Druckkammer **103b** dient als ein Verschiebungswiderstand während der Verschiebung der Kolbeneinheit **18** zu der Stangenabdeckung **106**

und bremst die Verschiebung der Kolbeneinheit **18** in der Nähe des Hubendes an der Seite der Stangenabdeckung **106** ab. Dementsprechend wird der Stoß, der auftritt, wenn die Kolbeneinheit **18** das Hubende erreicht, weiter verringert.

[0127] Wenn dagegen die Kolbeneinheit **18** an der ausgefahrenen Position angeordnet ist (dem Hubende an der Seite der Stangenabdeckung **106**), wird der erste Anschluss **118** zur Umgebung geöffnet und Luft wird von der Druckfluidzufuhrquelle (nicht dargestellt) über den zweiten Anschluss **126**, den zweiten zentralen hohlen Abschnitt **124** und die Öffnung **148a** der zweiten Druckkammer **103b** zugeführt. Die Luft drückt die Kolbeneinheit **18** zu der Kopfabdeckung **104**. Dies führt dazu, dass die Kolbeneinheit **18** zu der Kopfabdeckung **104** verschoben (zurückgezogen) wird. In diesem Fall wird die Luft in der ersten Druckkammer **103a** von dem ersten Anschluss **118** über die Öffnung **148a** des ersten Halters **148** und den ersten zentralen hohlen Abschnitt **116** abgeführt.

[0128] Wenn der erste Dämpfer **138** an dem ersten Halter **148** anschlägt, wird die Vorwärtsbewegung der Kolbeneinheit **18** gestoppt. Somit entlastet der erste Dämpfer **138** Stöße und Stoßgeräusche, die auftreten, wenn die Kolbeneinheit **18** die zurückgezogene Position (das Hubende an der Seite der Kopfabdeckung **104**) erreicht.

[0129] Wenn sich die Kolbeneinheit **18** der zurückgezogenen Position nähert, wird das erste Dämpfungselement **140** in die Öffnung **148a** des ersten Halters **148** eingesetzt. Dies führt dazu, dass der Innenumfang der ersten Dämpfungsdichtung **144** in Kontakt mit der äußeren Umfangsfläche (gerader Abschnitt **140a**) des ersten Dämpfungselements **140** tritt, und erzeugt dadurch eine luftdichte Abdichtung an dem Kontaktbereich. Diese luftdichte Abdichtung verhindert, dass Luft von der ersten Druckkammer **103a** über die Öffnung **148a** zu dem ersten zentralen hohlen Abschnitt **116** fließt.

[0130] Hierdurch wird eine Luftdämpfung in der ersten Druckkammer **103a** erreicht. Die Luftdämpfung in der ersten Druckkammer **103a** dient als ein Verschiebungswiderstand während der Verschiebung der Kolbeneinheit **18** zu der Kopfabdeckung **104** und bremst die Verschiebung der Kolbeneinheit **18** in der Nähe des Hubendes an der Seite der Kopfabdeckung **104** ab. Dementsprechend wird der Stoß, der auftritt, wenn die Kolbeneinheit **18** das Hubende erreicht, weiter gedämpft.

[0131] In diesem Fall ist das ringförmige zweite Dämpfungselement **142** bei dieser Ausführungsform mit der äußeren Umfangsfläche der Kolbenstange **108** verbunden. Bei dem Montageprozess (Herstellungsprozess) kann daher das zweite Dämpfungselement **142** nach dem Zusammenbau einer Kolbenan-

ordnung **74c** mit der Kolbeneinheit **18** und der Kolbenstange **108** durch Hintereinanderschichten der mehreren Elemente (wie dem Verschleißring **44**) und der Dichtung **34** auf dem ersten Kolbenelement **40**, das in der axialen Richtung in die Kolbenstangen **108** integriert ist, an der äußeren Umfangsfläche angebracht werden. Dementsprechend kann der Dämpfungsmechanismus **110** einfach erhalten werden, wobei der Aufbau der Kolbeneinheit **18**, die durch Hintereinanderschichten der Komponenten in der axialen Richtung zusammengebaut wird (ein Aufbau, der eine Automatisierung des Montageprozesses vereinfacht), verwendet wird.

[0132] Der in **Fig. 14A** dargestellte Fluiddruckzylinder **10E** gemäß der fünften Ausführungsform ist als ein sogenannter einzeln wirkender Zylinder aufgebaut. Im Einzelnen hat der Fluiddruckzylinder **10E** einen Aufbau ähnlich dem Aufbau des Fluiddruckzylinders **10A** gemäß der ersten Ausführungsform bis auf die Tatsache, dass kein zweiter Dämpfer **68** vorgesehen ist und dass stattdessen eine Feder **154** zwischen der Kolbeneinheit **18** und der Stangenabdeckung **16** angeordnet ist. Hierbei ist der zweite Anschluss **12b** zur Umgebung offen.

[0133] Wenn bei dem Fluiddruckzylinder **10E** Druckfluid über den ersten Anschluss **12a** der ersten Druckkammer **13a** zugeführt wird, wird die Kolbeneinheit **18** durch das Druckfluid zu der Stangenabdeckung **16** verschoben (vorwärts bewegt) und erreicht das Hubende an der ausgefahrenen Position. Wenn die Zufuhr von Druckfluid zu dem ersten Anschluss **12a** unterbrochen wird und der erste Anschluss **12a** zur Umgebung geöffnet wird, wird die Kolbeneinheit **18** durch die elastische Vorspannkraft der Feder **154** zu der Kopfabdeckung **14** verschoben (zurückgezogen) und erreicht das Hubende an der zurückgezogenen Position.

[0134] Der in **Fig. 14B** dargestellte Fluiddruckzylinder **10F** gemäß der sechsten Ausführungsform ist ebenfalls als ein sogenannter einzeln wirkender Zylinder ausgestaltet. Im Einzelnen hat der Fluiddruckzylinder **10F** einen Aufbau ähnlich dem Aufbau des Fluiddruckzylinders **10A** gemäß der ersten Ausführungsform bis auf die Tatsache, dass kein erster Dämpfer **22** vorgesehen ist und dass stattdessen die Feder **154** zwischen der Kolbeneinheit **18** und der Kopfabdeckung **14** vorgesehen ist. In diesem Fall ist der erste Anschluss **12a** zur Umgebung offen.

[0135] Wenn bei dem Fluiddruckzylinder **10F** Druckfluid über den zweiten Anschluss **12b** der zweiten Druckkammer **13b** zugeführt wird, wird die Kolbeneinheit **18** durch das Druckfluid zu der Kopfabdeckung **14** verschoben (zurückgezogen) und erreicht das Hubende an der zurückgezogenen Position. Wenn die Zufuhr des Druckfluides zu dem zweiten Anschluss **12b** unterbrochen wird und der zweite An-

schluss **12b** zur Umgebung geöffnet wird, wird die Kolbeneinheit **18** durch die elastische Vorspannkraft der Feder **154** zu der Stangenabdeckung **16** verschoben (vorwärts bewegt) und erreicht das Hubende an der ausgefahrenen Position.

[0136] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebene Ausführungsformen beschränkt und verschiedene Modifikationen sind möglich, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Beispielsweise ist die vorliegende Erfindung anwendbar bei Fluiddruckzylindern mit Kolbeneinheiten und Zylinderrohren mit nicht kreisförmigen Querschnitten (rechteckig oder länglich zylindrisch, wie elliptisch). Außerdem ist die vorliegende Erfindung bei Mehrstangen-(beispielsweise Doppelstangen-) Fluiddruckzylindern einsetzbar, die eine Mehrzahl von Kolben und Kolbenstangen aufweisen.

[0137] Des Weiteren ist die vorliegende Erfindung nicht beschränkt auf Fluiddruckzylinder, die als Stellglieder oder dergleichen verwendet werden, und ist auch anwendbar bei anderen Arten von Fluiddruckvorrichtungen mit Kolben. Die anderen Arten von Fluiddruckvorrichtungen mit Kolben, bei denen die vorliegende Erfindung einsetzbar ist, umfassen beispielsweise eine Ventilvorrichtung zum Schalten von Kanälen durch Bewegen eines Ventilelements mit Hilfe eines Kolbens, einen Längenmesszylinder zum Messen der Länge durch Verschieben eines mit einer Kolbenstange, die als eine Eingangswelle dient, verbundenen Kolbens, einen Gleittisch, der mit einem Kolben verbunden ist und dazu ausgestaltet ist, durch Verschiebung des Kolbens über eine Kolbenstange verschoben zu werden, und eine Klemmvorrichtung zum Greifen eines Werkstücks mit Hilfe eines Greifelements, das sich durch Verschieben eines Kolbens und anschließende Umwandlung der Verschiebung eines Kolbens öffnet und schließt.

Patentansprüche

1. Eine Fluiddruckvorrichtung mit:
 einem Körper (12, 102) mit einer Gleitöffnung (13, 103) in dem Körper,
 einer Kolbeneinheit (18, 18a bis 18j), die in der Gleitöffnung (13, 103) in einer axialen Richtung bewegbar ist, und
 einer Kolbenstange (20, 21b, 88, 108), die von der Kolbeneinheit (18, 18a bis 18j) in der axialen Richtung vorsteht,
 wobei die Kolbeneinheit (18, 18a bis 18j) eine Dichtung (34) und einen Kolbenkörper (38) mit einer Mehrzahl von Elementen aufweist, wobei der Kolbenkörper eine Dichtungsbefestigungsnut (36) aufweist, in der die Dichtung (34) angebracht ist,
 wobei die Mehrzahl von Elementen des Kolbenkörpers (38) ein erstes Kolbenelement (40, 90), das von der Kolbenstange (20, 21b, 88, 108) nach außen vorsteht, und ein zweites Kolbenelement (42, 82, 92),

das angrenzend an das erste Kolbenelement (40, 90) vorgesehen ist, aufweist,
 wobei die Dichtung (34) an einem äußeren Umfangsabschnitt des zweiten Kolbenelements (42, 82, 92) vorgesehen ist, und
 wobei eine Kombination von wenigstens zwei Elementen der mehreren Elemente die Dichtungsbefestigungsnut (36) begrenzt.

2. Die Fluiddruckvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die mehreren Elemente des Kolbenkörpers (38) außerdem eine Befestigungsplatte (50) aufweisen, die einen Außendurchmesser hat, der größer ist als ein Außendurchmesser des zweiten Kolbenelements (42, 82, 92), wobei die Befestigungsplatte angrenzend an das zweite Kolbenelement (42, 82, 92) an einer Seite des zweiten Kolbenelements (42, 82, 92) vorgesehen ist, die von dem ersten Kolbenelement (40, 90) abgewandt ist, und wobei die Dichtung (34) zwischen dem ersten Kolbenelement (40, 90) und der Befestigungsplatte (50) vorgesehen ist.

3. Die Fluiddruckvorrichtung nach Anspruch 2, wobei das erste Kolbenelement (40, 90), das zweite Kolbenelement (42, 82, 92) und die Befestigungsplatte (50) aneinander in der axialen Richtung durch einen Verbindungsstift (52) befestigt sind.

4. Die Fluiddruckvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die mehreren Elemente des Kolbenkörpers (38) außerdem einen Verschleißring (44), der aus einem Material mit geringer Reibung hergestellt und so angeordnet ist, dass er einen äußeren Umfangsabschnitt des ersten Kolbenelements (40, 90) umgibt, und einen Magneten (48), der angrenzend an die Befestigungsplatte (50) vorgesehen ist, aufweisen, und wobei eine äußere Umfangsfläche des zweiten Kolbenelements (42, 82, 92), eine Endfläche des Verschleißrings (44) und eine Endfläche des Magneten (48) die Dichtungsbefestigungsnut (36) begrenzen.

5. Die Fluiddruckvorrichtung nach Anspruch 4, wobei eine Dichtung (46) zwischen dem ersten Kolbenelement (40), dem zweiten Kolbenelement (42) und dem Verschleißring (44) angeordnet ist.

6. Die Fluiddruckvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Befestigungsplatte (50) einen Dämpfer (68) aufweist, der aus einem elastischen Material hergestellt ist.

7. Die Fluiddruckvorrichtung nach Anspruch 1, wobei ein Hohlraum (62) zwischen dem zweiten Kolbenelement (42, 82, 92) und der Kolbenstange (20, 21b, 88, 108) ausgebildet ist.

8. Die Fluiddruckvorrichtung nach Anspruch 1, wobei ein Dämpfer (98), der aus einem elastischen Material hergestellt ist, zwischen einem inneren Umfangsabschnitt des zweiten Kolbenelements (42) und

einem äußeren Umfangsabschnitt der Kolbenstange (20) entlang einer axialen Richtung der Kolbenstange (20) vorgesehen ist.

9. Die Fluiddruckvorrichtung nach Anspruch 1, außerdem mit einem Dämpfungsmechanismus (110), der dazu ausgestaltet ist, eine Gasdämpfung zu bilden, um dadurch die Kolbeneinheit (18) abzubremesen, wenn die Kolbeneinheit (18) sich einem Hubende nähert, wobei der Dämpfungsmechanismus (110) einen Dämpfungsring (142) aufweist, der mit einer äußeren Umfangsfläche der Kolbenstange (108) verbunden ist.

10. Die Fluiddruckvorrichtung nach Anspruch 1, wobei das erste Dämpfungselement (40) von einem Endabschnitt (88a) der Kolbenstange (88) nach außen vorsteht und wobei das zweite Kolbenelement (42) in einer axialen Richtung von der Kolbenstange (88) weg vorsteht.

11. Die Fluiddruckvorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine äußere Größe des zweiten Kolbenelements (42) kleiner ist als eine äußere Größe des ersten Kolbenelements (40).

12. Die Fluiddruckvorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine äußere Größe des zweiten Kolbenelements (42) größer ist als eine äußere Größe des ersten Kolbenelements (90).

13. Die Fluiddruckvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Fluiddruckvorrichtung als ein Fluiddruckzylinder (10A bis 10F), eine Ventilvorrichtung, ein Längenmesszylinder, ein Gleittisch oder eine Klemmvorrichtung ausgestaltet ist.

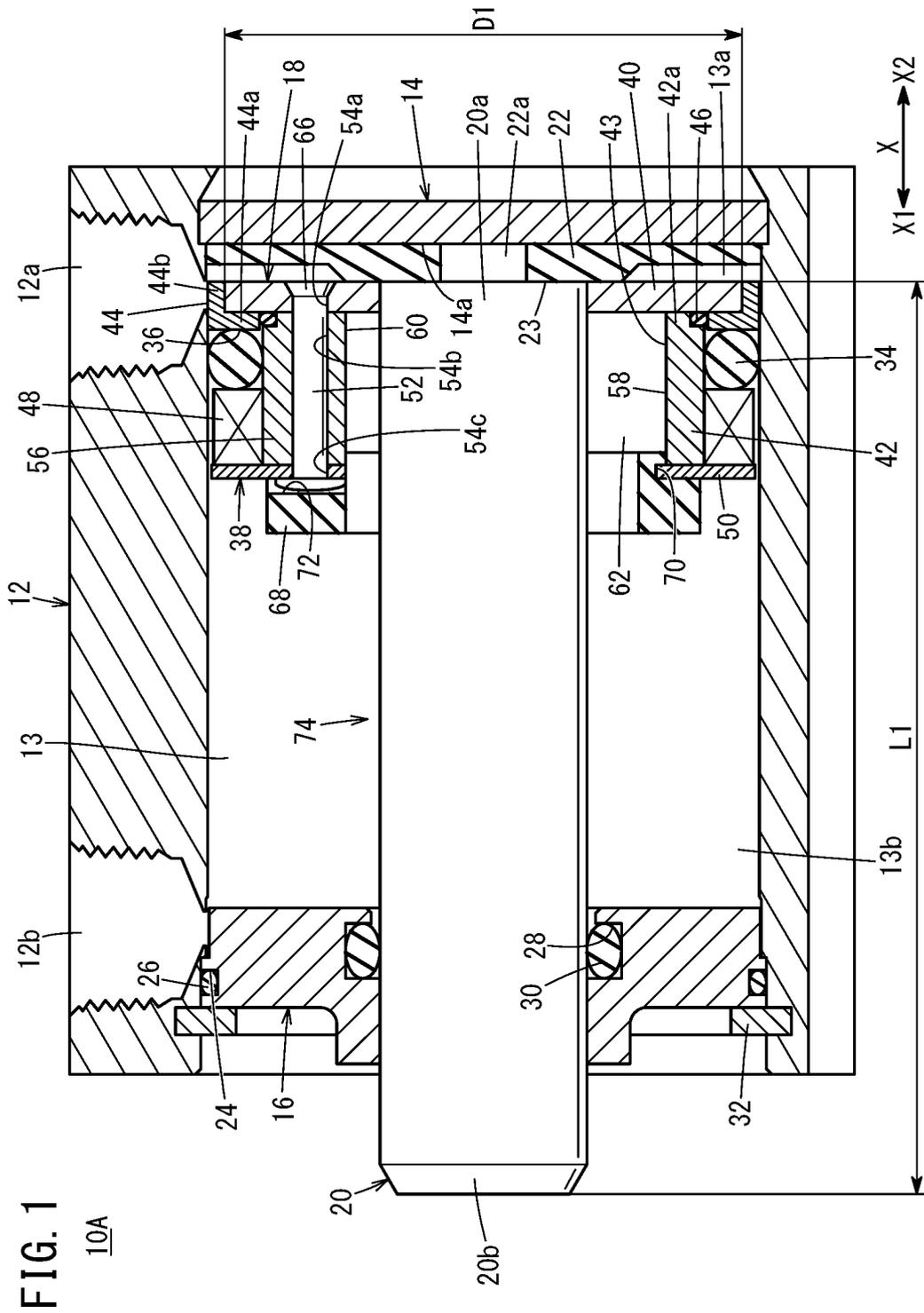
14. Ein Verfahren zur Herstellung einer Kolbenanordnung (74, 74a bis 74c) mit einer Kolbeneinheit (18, 18a bis 18j), die eine Dichtung (34), welche in einer Dichtungsbefestigungsnut (36) angebracht ist, und eine Kolbenstange (20, 21b, 88, 108), die von der Kolbeneinheit (18, 18a bis 18j) vorsteht, aufweist, mit folgenden Schritten:

Bereitstellen eines Kolbenstangenelements (94, 94a) mit der Kolbenstange (20, 21b, 88, 108) und einem ersten Kolbenelement (40, 90), das von der Kolbenstange (20, 21b, 88, 108) nach außen vorsteht, und Hintereinanderschichten einer Mehrzahl von Elementen auf dem ersten Kolbenelement (40, 90) durch relatives Bewegen der Dichtung (34) und der mehreren Elemente nacheinander in einer axialen Richtung relativ zu dem Kolbenstangenelement (94, 94a), wobei die mehreren Elemente einen Kolbenkörper (38) bilden, der die Dichtungsbefestigungsnut (36) aufweist, und wobei eine Kombination von wenigstens zwei Elementen der mehreren Elemente die Dichtungsbefestigungsnut (36) begrenzen.

15. Das Verfahren zum Herstellen der Kolbenanordnung nach Anspruch 14, wobei ein distaler Endabschnitt des Kolbenstangenelements (94, 94a) in dem Schritt des Hintereinanderschichtens der mehreren Elemente nach oben gerichtet ist.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



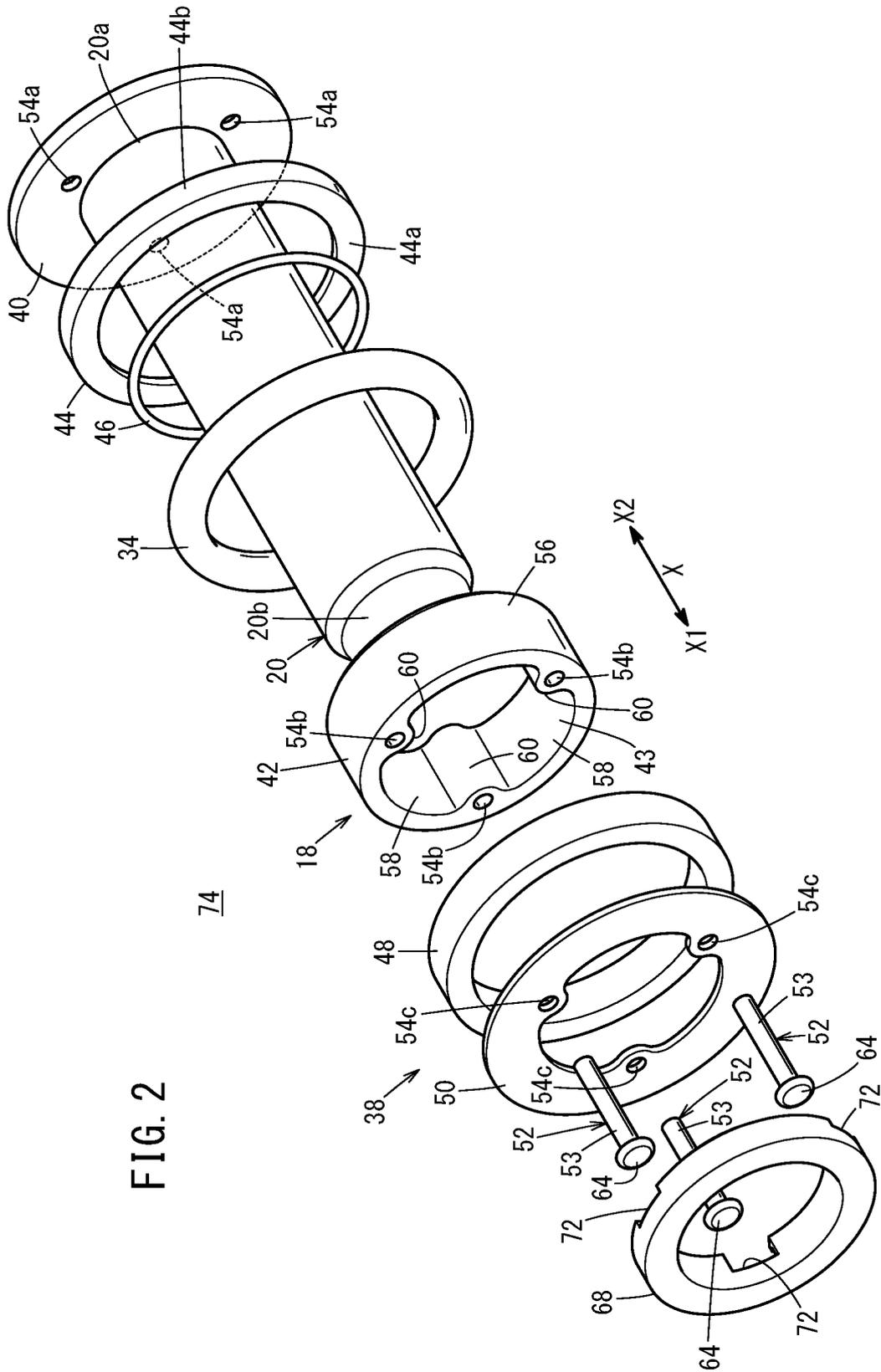


FIG. 2

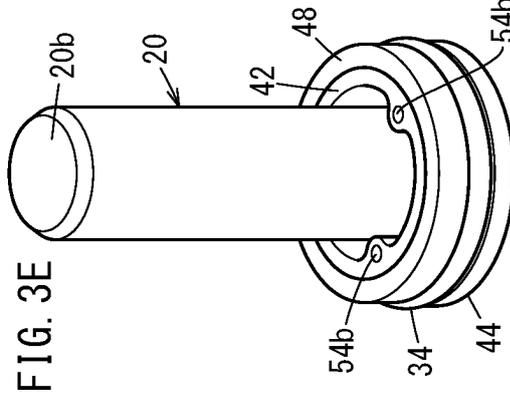
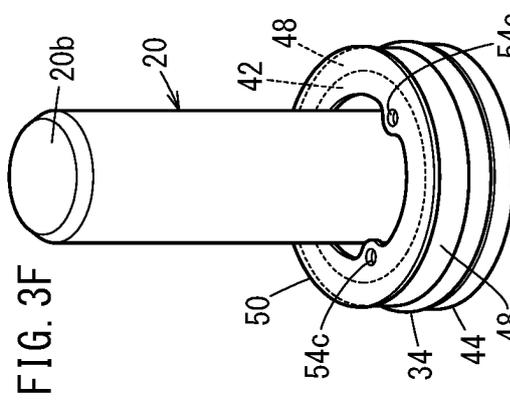
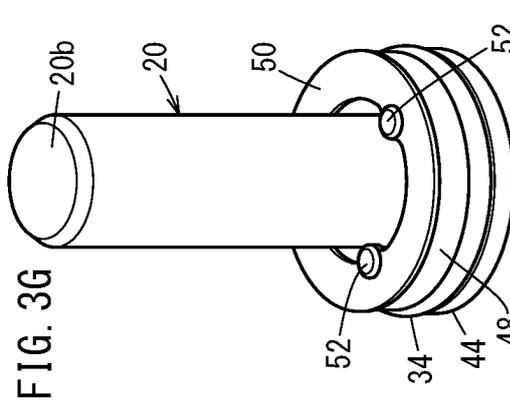
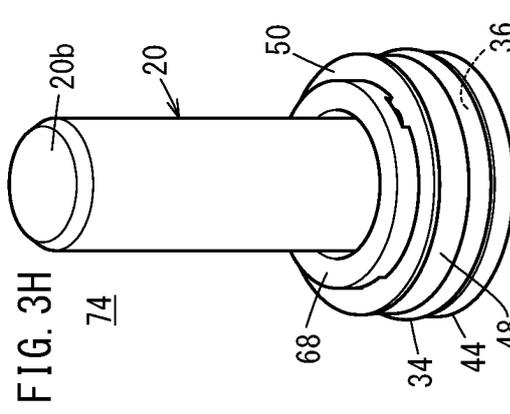
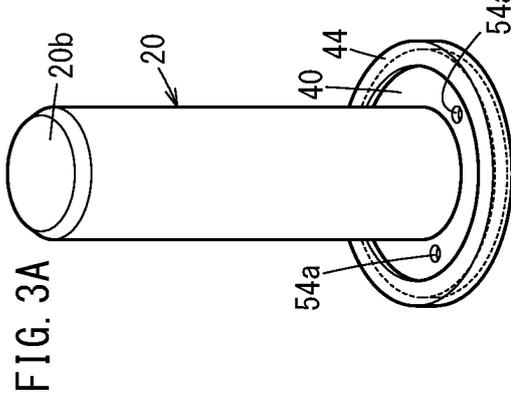
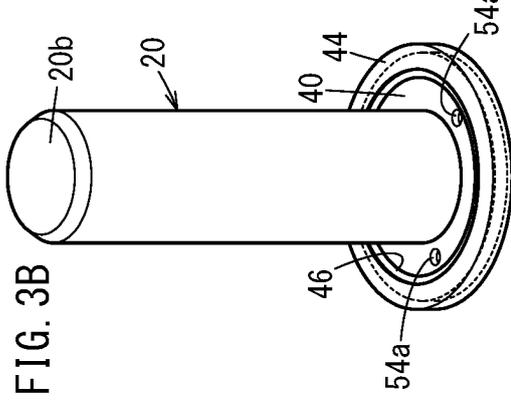
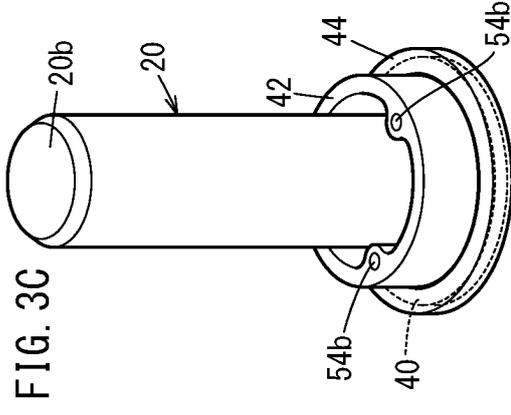
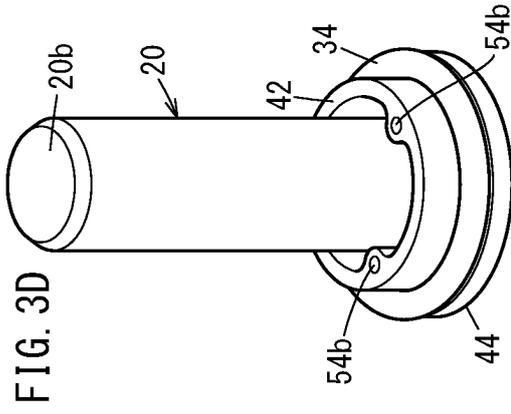


FIG. 4A

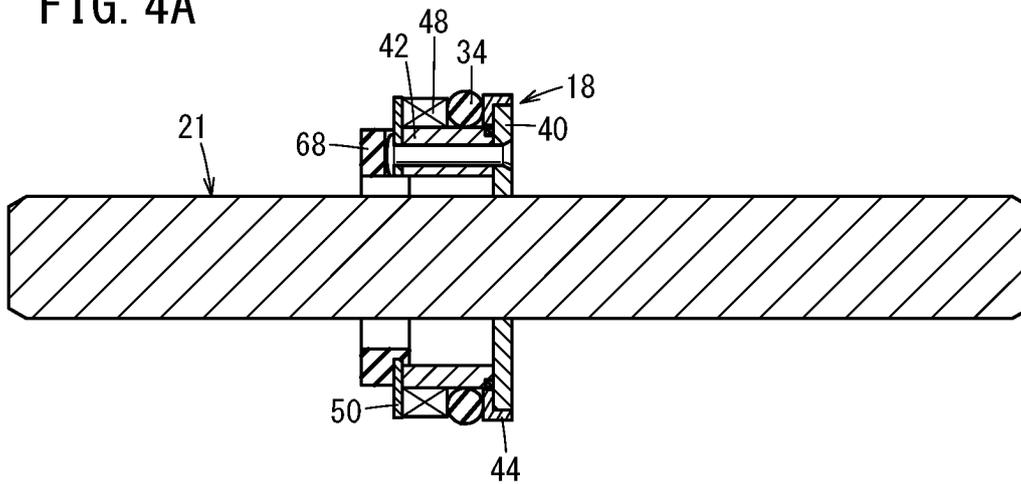


FIG. 4B

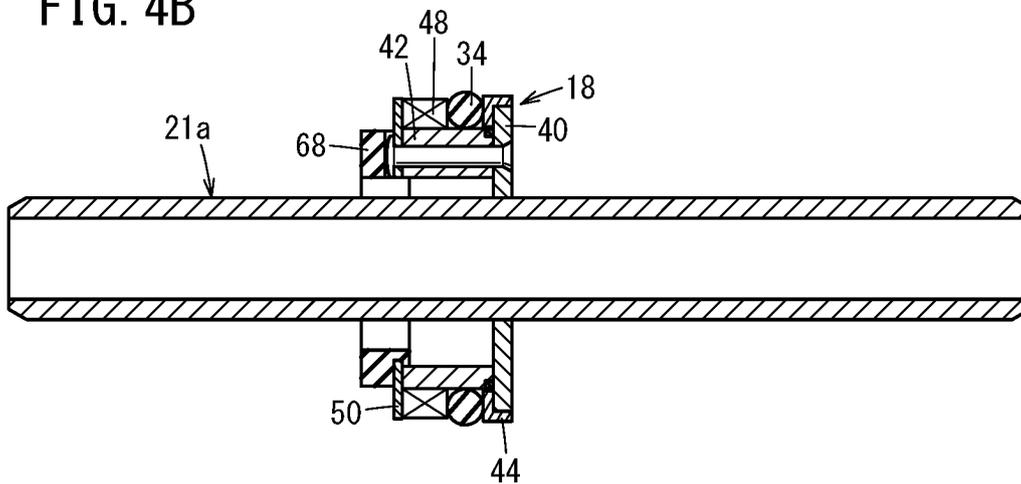


FIG. 5A

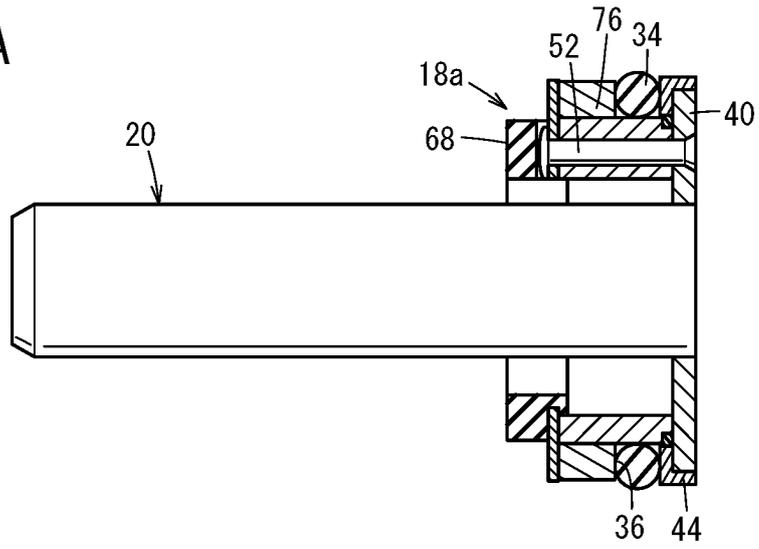


FIG. 5B

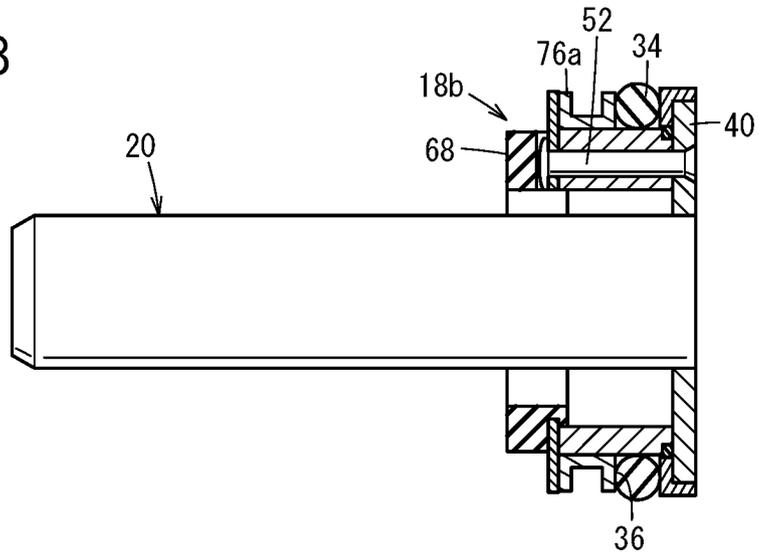
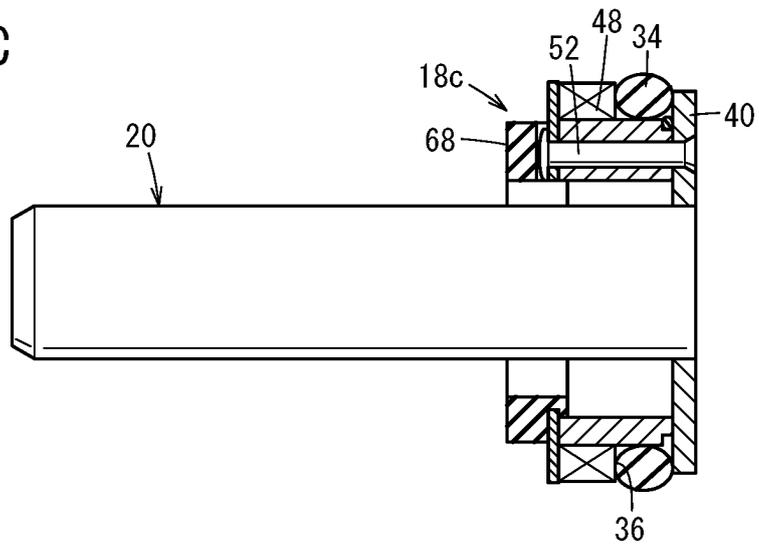


FIG. 5C



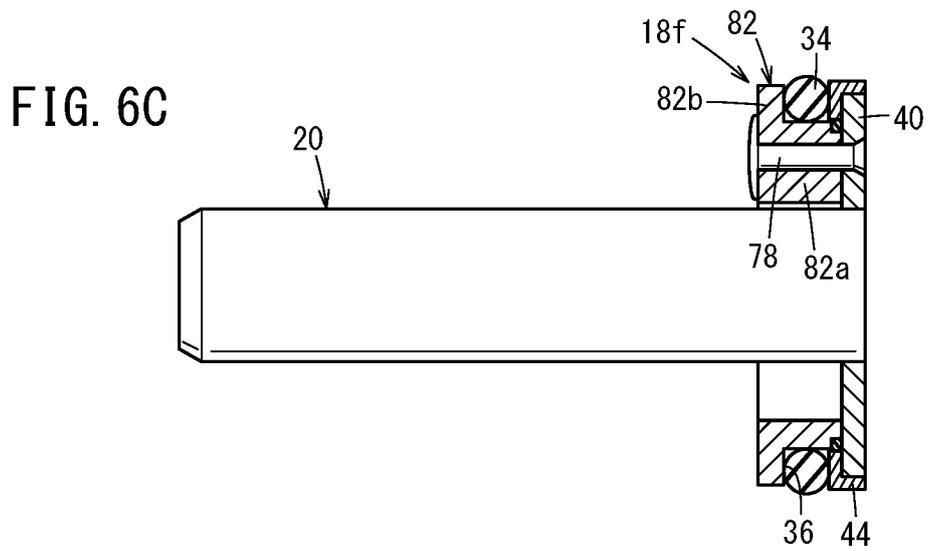
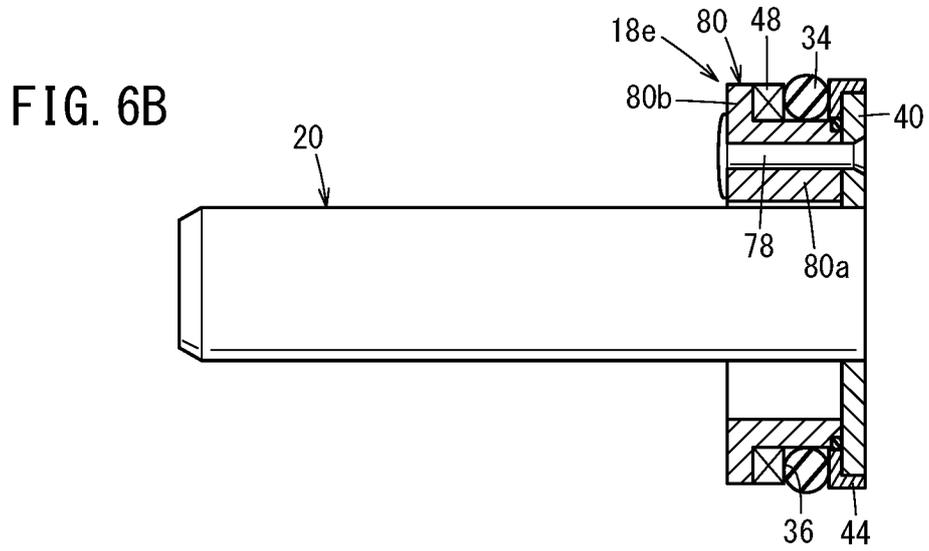
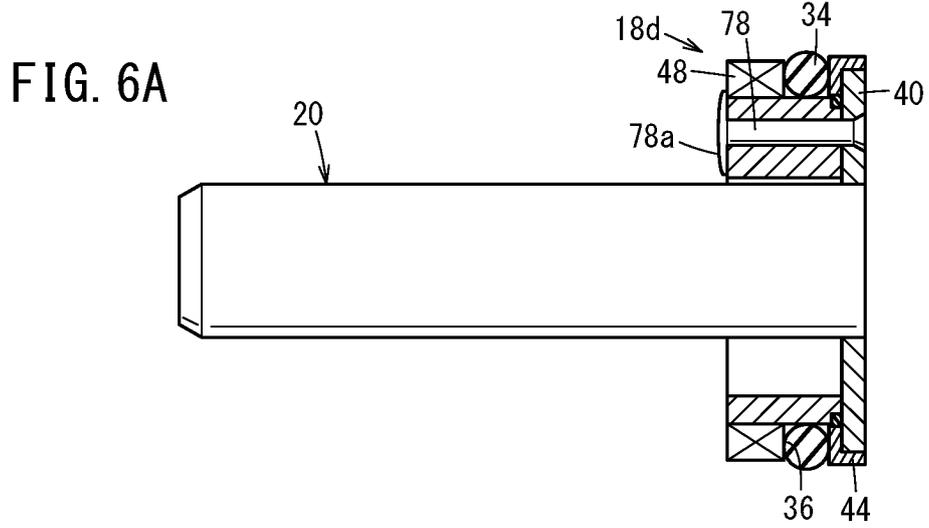


FIG. 7A

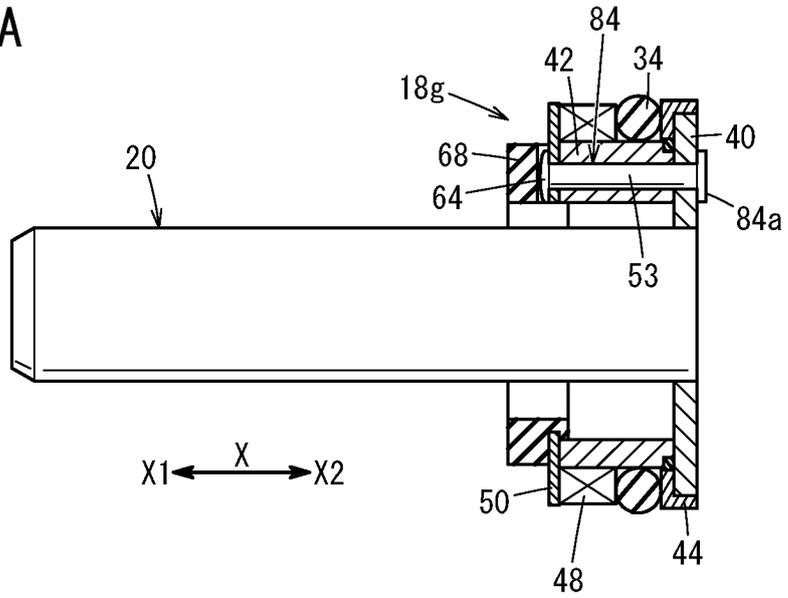


FIG. 7B

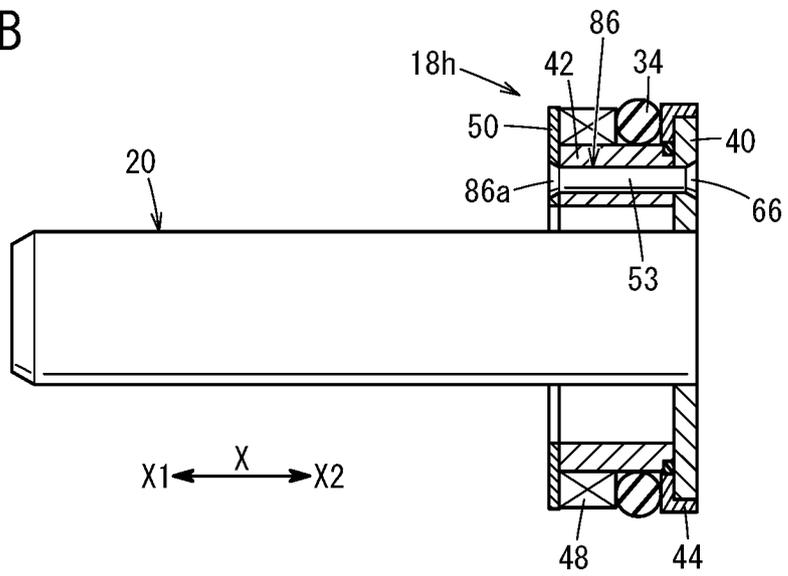
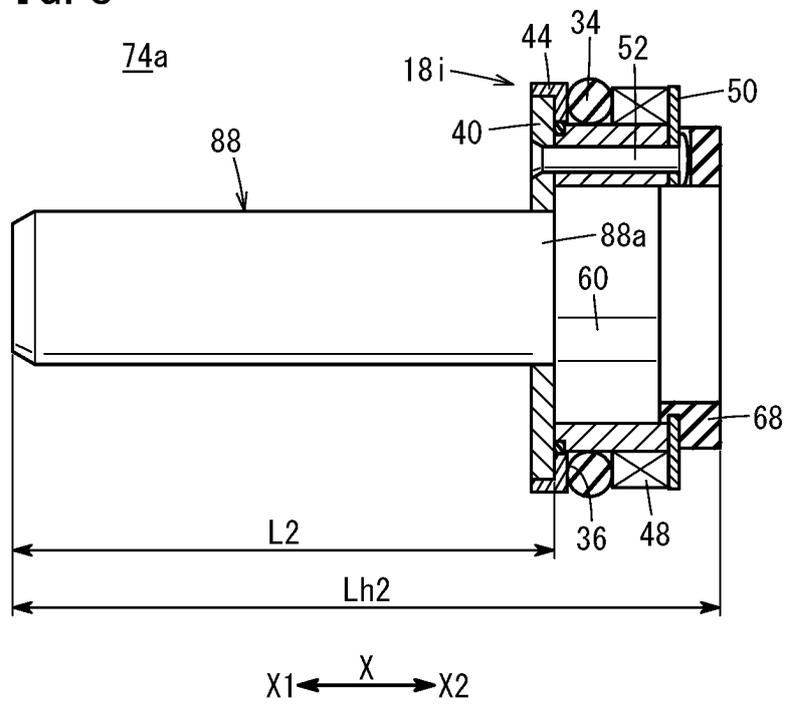


FIG. 8



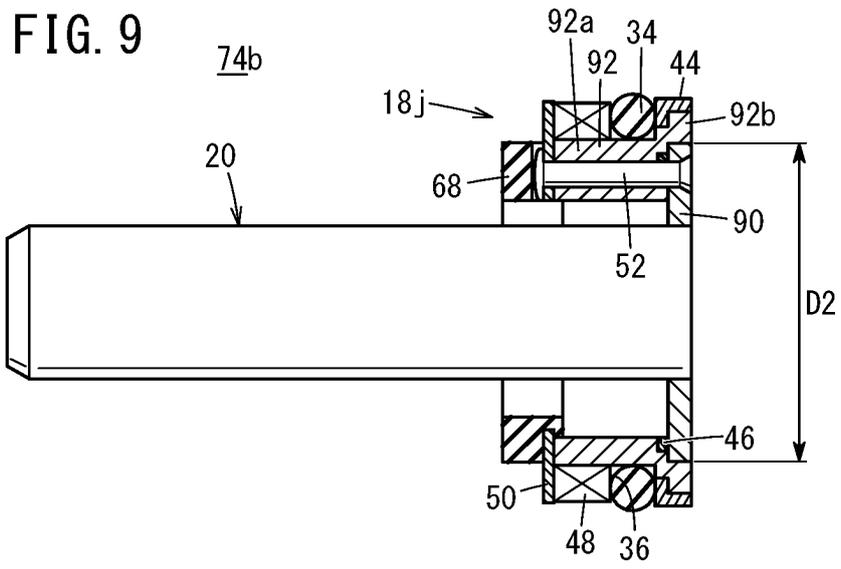


FIG. 10A

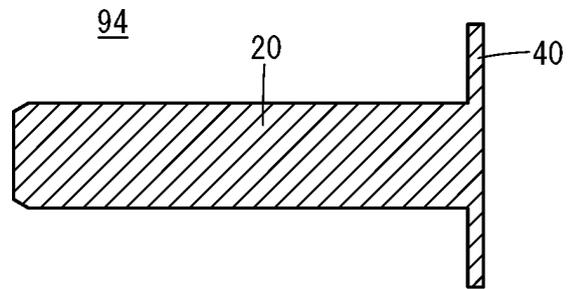


FIG. 10B

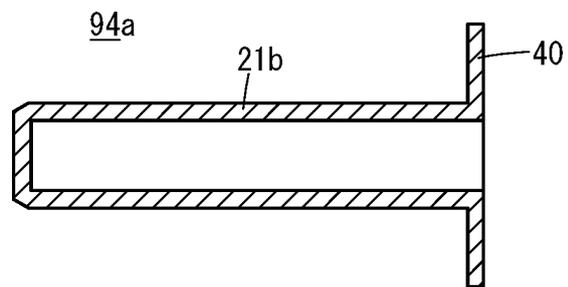


FIG. 11

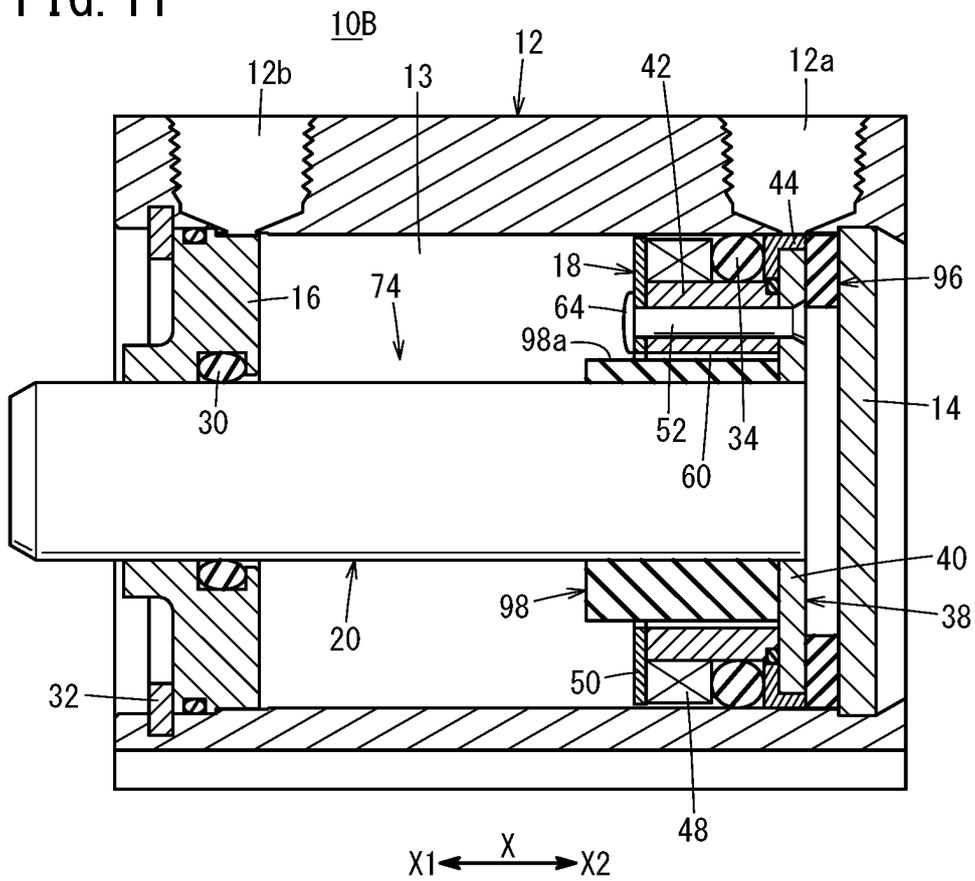


FIG. 12

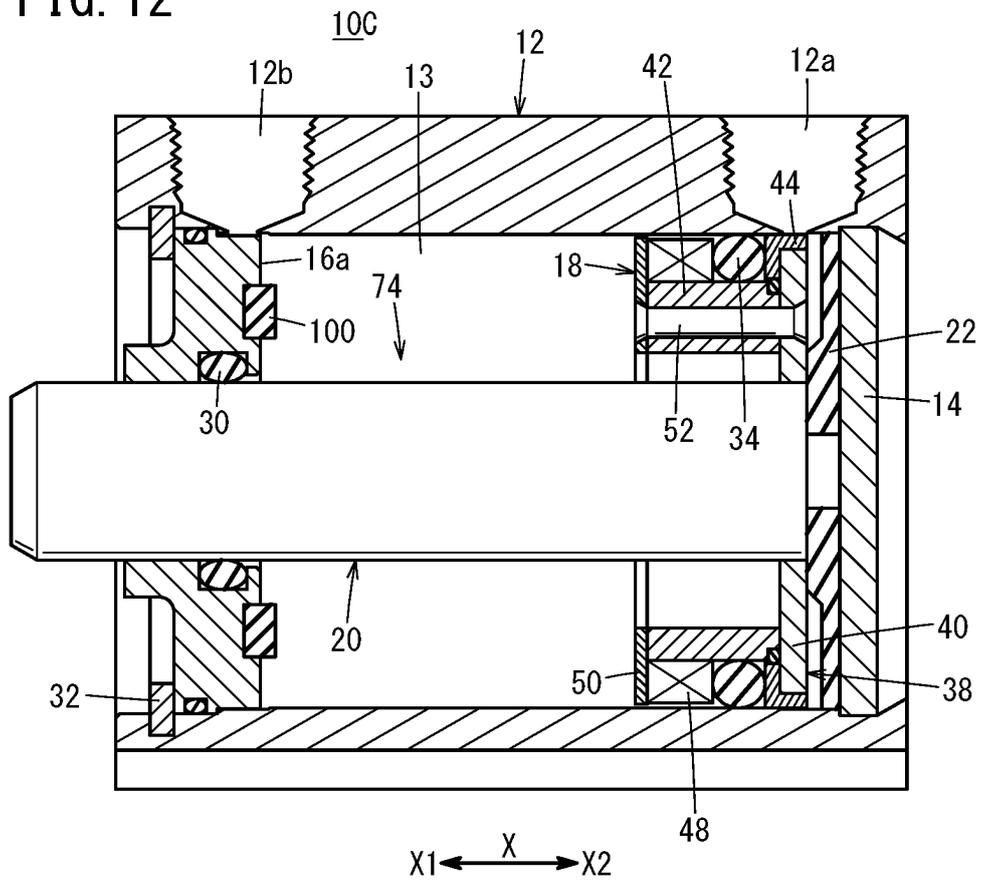


FIG. 13

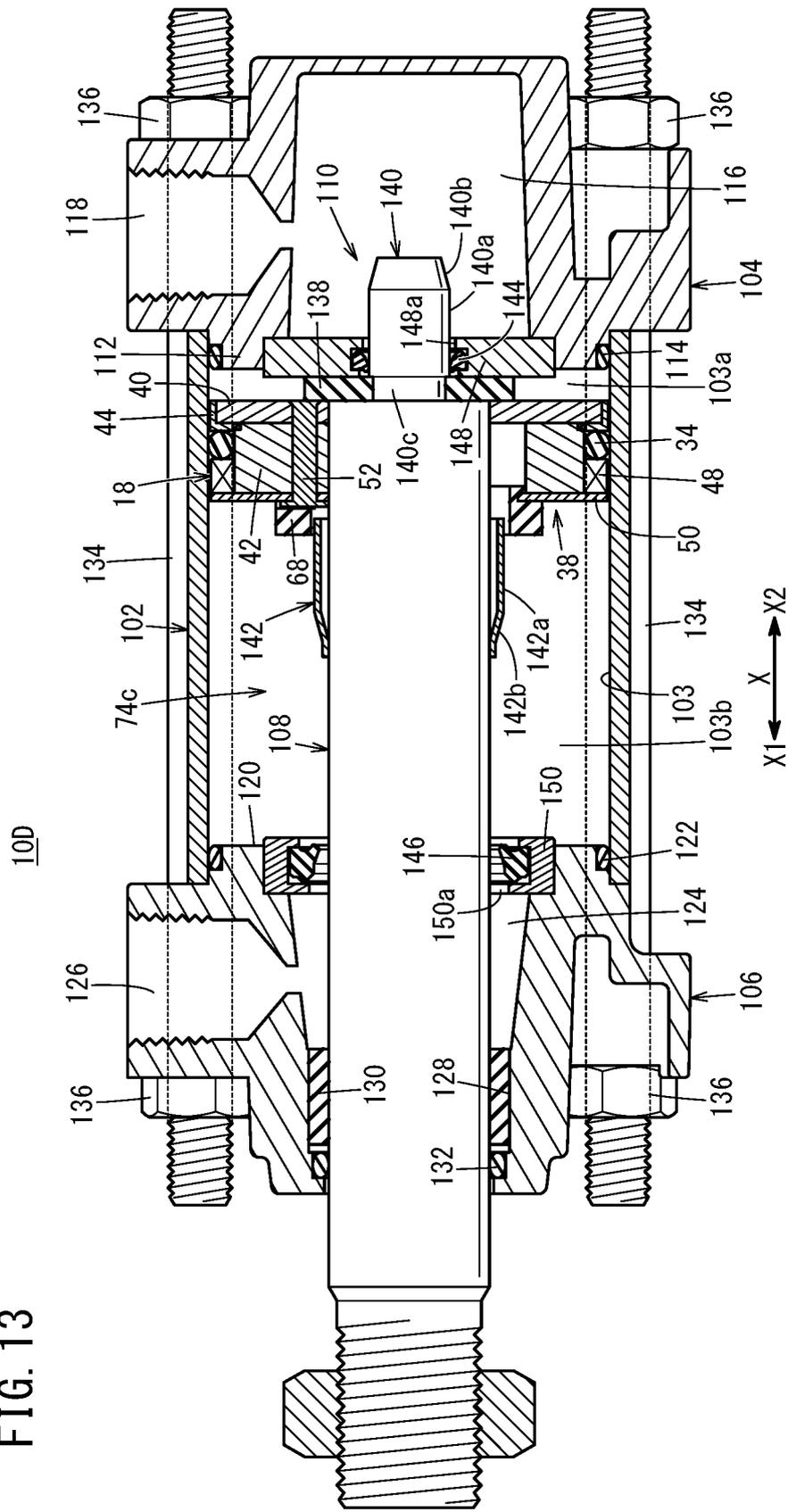


FIG. 14A

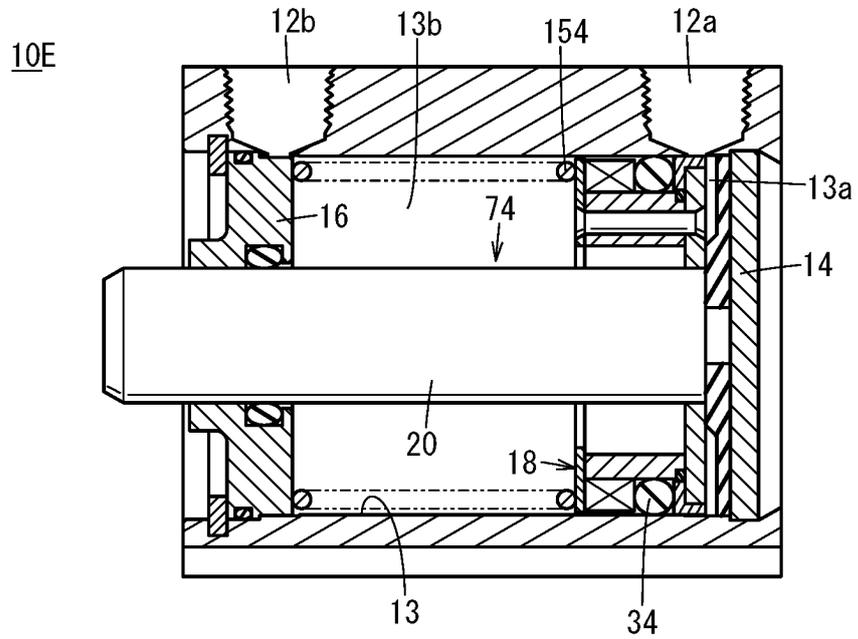


FIG. 14B

