



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 25 607 T2** 2009.04.23

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 672 264 B1**

(51) Int Cl.⁸: **F16K 47/08** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 25 607.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **06 007 019.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **23.11.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.06.2006**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **12.03.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.04.2009**

(30) Unionspriorität:

2001370480 04.12.2001 JP

2002174209 14.06.2002 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

SMC K.K., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:

Fukano, Yoshihiro, Yawara-mura, Tsukuba-gun

Ibaraki 300-2493, JP; Uchino, Tadashi,

Yawara-mura, Tsukuba-gun Ibaraki 300-2493, JP;

Suzuki, Takamitsu, Yawara-mura, Tsukuba-gun

Ibaraki 300-2493, JP

(74) Vertreter:

Keil & Schaaflhausen Patentanwälte, 60322

Frankfurt

(54) Bezeichnung: **Durchflussregelvorrichtung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung:

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Durchflussratensteuervorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Beschreibung des Standes der Technik:

[0002] Eine Durchflussratensteuervorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist in dem Dokument JP 03022186 U gezeigt.

[0003] Das Dokument US 1,877,567 beschreibt einen Warm- und Kaltwassermischer für Duschen, wobei in einem Grundkörperabschnitt eine Mehrzahl von beabstandeten Unterteilungen oder Ablenkeblechen vorgesehen ist. Die Unterteilungen wechseln ab und erstrecken sich jeweils über etwa die Hälfte einer Kammer, die in dem Grundkörperabschnitt ausgebildet ist, wobei eine Unterteilung an einer Seite der Vorrichtung und die andere Unterteilung an der gegenüberliegenden Seite vorgesehen ist. Zwischen den Unterteilungen sind Ablenkelemente vorgesehen, die einstückig mit dem Grundkörper ausgebildet sind. Die Ablenkelemente sind so angeordnet, dass sie sich etwa im rechten Winkel zu den Unterteilungen nach innen erstrecken und so dass sie sich nicht vollständig über die Kammer erstrecken. Wenn das Wasser durch die Kammer hindurchtritt, bewirken die Unterteilungen, dass das Wasser in einer Wellenbewegung oder sinusförmigen Bewegung fließt, und die Ablenkelemente bewirken, dass das Wasser in einer turbulenten Bewegung fließt, wodurch das heiße und kalte Wasser über eine kurze Strömungslänge vollständig gemischt werden.

[0004] [Fig. 10](#) zeigt ein anderes herkömmliches Durchflussratensteuersystem zur Steuerung der Strömungsrate eines durch einen Fluiddurchgang fließenden Fluides.

[0005] Das Durchflussratensteuersystem **1** umfasst eine Pumpe **3**, die ein Druckfluid, das in einem Tank **2** gespeichert ist, pumpt und fördert, ein Öffnungs-/Schließventil **5**, das an der stromabwärtsseitigen Seite der Pumpe **3** über einen Rohrdurchgang **4** angeschlossen ist und einen Fluiddurchgang für das von der Pumpe **3** zugeführte Druckfluid öffnet/schließt, und ein Durchflussratensteuerventil **7**, das an der stromabwärtsseitigen Seite des Öffnungs-/Schließventils **5** über einen Rohrdurchgang **6** angeschlossen ist und dass die Strömungsrate des durch den Fluiddurchgang fließenden Druckfluides steuert.

[0006] Ein Durchflussratensensor **8**, der die Strö-

mungsrate des Druckfluides, das durch den Fluiddurchgang fließt, erfasst, ist an der stromabwärtsseitigen Seite des Durchflussratensteuerventils **7** vorgesehen. Die Durchflussrate des Druckfluides, das durch den Fluiddurchgang fließt, wird an einem Indikator **9** auf der Basis eines Detektionssignals, das von dem Durchflussratensensor **8** zugeführt wird, angezeigt.

[0007] Ein elektropneumatischer Regler **11** ist über einen Rohrdurchgang **12** an das Durchflussratensteuerventil **7** angeschlossen, um den Druck der von einer Druckluftzufuhrquelle zugeführten Luft zu regeln, um einen festgelegten Pilot- oder Steuerdruck für eine Pilotkammer des Durchflussratensteuerventils **7** zu liefern. Der elektropneumatische Regler **11** steuert die von der Druckluftzufuhrquelle **10** zugeführte Luft auf der Basis eines Steuersignals von einer Steuerung **13** auf einen festgelegten Druck, so dass der Druck als ein Pilotdruck zur Verfügung gestellt wird.

[0008] Die Betriebsweise des oben beschriebenen herkömmlichen Durchflussratensteuersystems **1** wird schematisch erläutert. Das Druckfluid ist in dem Tank **2** gespeichert und wird durch die Pumpe **3** gefördert. Das Druckfluid wird in das Durchflussratensteuerventil **7** eingeführt, wenn das Öffnungs-/Schließventil **5** geöffnet wird. Der Pilotdruck wird durch den elektropneumatischen Regler **11** so geregelt, dass er einen festgelegten Druck hat, und in die Pilotkammer des Durchflussratensteuerventils **7** eingeführt. Der Ventilöffnungsgrad eines nicht dargestellten Ventilstopfens wird in dem Durchflussratensteuerventil **7** gesteuert, indem der in die Pilotkammer eingeführte Pilotdruck und der Druck (Primärdruck) des von dem Öffnungs-/Schließventil **5** zugeführten Druckfluides ausgeglichen werden.

[0009] Daher wird der Ventilöffnungsgrad des Ventilstopfens in dem Durchflussratensteuerventil **7** durch Ausgleichen des Pilotdruckes, der auf der Basis des Steuersignals von der Steuerung **13** gesteuert wird, und des Primärdruckes des von dem Öffnungs-/Schließventil **5** zugeführten Druckfluides eingestellt. Das Druckfluid wird zur Verfügung gestellt, nachdem es so gesteuert wurde, dass es die Durchflussrate entsprechend dem Ventilöffnungsgrad des Ventilstopfens aufweist.

[0010] Die Durchflussrate des von dem Durchflussratensteuerventil **7** kommenden Druckfluides wird durch den Durchflussratensensor **8** erfasst, und die erfasste Durchflussrate wird an dem Indikator **9** angezeigt.

[0011] Bei dem oben beschriebenen herkömmlichen Durchflussratensteuersystem **1** wird aber der Ventilöffnungsgrad des Durchflussratensteuerventils **7** durch den Pneumatikdruck (Pilotdruck) von dem

elektropneumatischen Regler **11** gesteuert.

[0012] Daher tritt aufgrund der Antwortverzögerung, wenn der Ventilöffnungsgrad des nicht dargestellten Ventilstopfens gesteuert wird, eine gewisse Streuung der Durchflussrate auf, und es ist schwierig, die Durchflussrate stabil zu steuern.

[0013] Außerdem sind bei dem herkömmlichen Durchflussratensteuersystem **1** die Rohrdurchgänge zwischen den fluidbetätigten Vorrichtungen einschließlich bspw. des Öffnungs-/Schließventils **5** des Durchflussratensteuerventils **7** und des elektropneumatischen Reglers **11** über die Rohrdurchgänge **4**, **6** angeschlossen. Daher ist der Verrohrungsvorgang kompliziert, der Installationsbereich wird vergrößert und der Arbeitsbereich wird vergrößert.

[0014] Außerdem treten bei dem herkömmlichen Durchflussratensteuersystem **1** manche Druckschwankungen, bspw. Pulsationen, in dem von dem Öffnungs-/Schließventil **5** zugeführten Druckventil auf, was bspw. auf den Förderbetrieb der Pumpe zurückzuführen ist. Daher ist es schwierig, die Durchflussrate durch das Durchflussratensteuerventil **7** stabil zu steuern.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0015] Es ist eine allgemeine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Durchflussratensteuervorrichtung vorzuschlagen, die es ermöglicht, jegliche Antwortverzögerung zu vermeiden, wenn der Ventilöffnungsgrad des Ventilstopfens gesteuert wird, die Gesamtvorrichtung zu verkleinern und den Installationsraum zu verringern.

[0016] Eine vorrangige Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung einer Durchflussratensteuervorrichtung, die es ermöglicht, Druckschwankungen, bspw. Pulsationen, zu dämpfen und die Durchflussrate eines Druckfluides stabil zu steuern.

[0017] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Durchflussratensteuervorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen.

[0018] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0019] Die obigen und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich noch deutlicher aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen, in denen eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beispielhaft dargestellt ist.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0020] [Fig. 1](#) ist, mit teilweisen Weglassungen, ein

vertikaler Schnitt, der eine Durchflussratensteuervorrichtung gemäß dem Stand der Technik darstellt, welcher für das Verständnis der vorliegenden Erfindung hilfreich ist;

[0021] [Fig. 2](#) ist ein vergrößerter vertikaler Teilschnitt, der einen Pulsations-Ausgleichsabschnitt der Durchflussratensteuervorrichtung gemäß [Fig. 1](#) darstellt;

[0022] [Fig. 3](#) ist ein vergrößerter vertikaler Teilschnitt, der einen Durchflussratensteuermechanismus der Durchflussratensteuervorrichtung gemäß [Fig. 1](#) darstellt;

[0023] [Fig. 4](#) zeigt ein Blockdiagramm, das eine Anordnung eines Durchflussratensteuersystems darstellt, in welches die Durchflussratensteuervorrichtung gemäß [Fig. 1](#) integriert ist;

[0024] [Fig. 5](#) zeigt ein Blockdiagramm, das eine Anordnung einer beispielhaften modifizierten Ausführungsform des Durchflussratensteuersystems gemäß [Fig. 4](#) darstellt;

[0025] [Fig. 6](#) ist ein vertikaler Schnitt mit teilweisen Weglassungen, der eine Durchflussratensteuervorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0026] [Fig. 7](#) ist ein vergrößerter vertikaler Teilschnitt, der einen Pulsations-Ausgleichsabschnitt der Durchflussratensteuervorrichtung, die in [Fig. 6](#) gezeigt ist, darstellt;

[0027] [Fig. 8](#) ist eine durchsichtige perspektivische Ansicht, die eine Mehrzahl von wellendissipierenden Vorsprüngen darstellt, die an einer Innenwand in einem Fluiddurchgang der in [Fig. 6](#) gezeigten Durchflussratensteuervorrichtung vorgesehen sind;

[0028] [Fig. 9](#) ist ein vertikaler Schnitt entlang einer Linie IX-IX, die in [Fig. 6](#) gezeigt ist; und

[0029] [Fig. 10](#) zeigt ein Blockdiagramm, das eine Anordnung eines herkömmlichen Durchflussratensteuersystems darstellt.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0030] In [Fig. 1](#) bezeichnet das Bezugszeichen **20** eine Durchflussratensteuervorrichtung gemäß dem Stand der Technik.

[0031] Die Durchflussratensteuervorrichtung **20** umfasst einen Verbindungsabschnitt **22**, an welchen nicht dargestellte Rohre lösbar angeschlossen sind, wobei sie voneinander um einen festgelegten Abstand beabstandet sind, einen Pulsationsdämpfungs-

mechanismus **24**, der an einer Seite in der axialen Richtung des Verbindungsabschnittes **22** vorgesehen ist, und einen Durchflussratensteuermechanismus **26**, der an der anderen Seite in der axialen Richtung des Verbindungsabschnittes **22** vorgesehen ist.

[0032] Die Durchflussratensteuervorrichtung **20** wird aufgebaut, indem der Verbindungsabschnitt **22**, der Pulsationsdämpfungsmechanismus **24** und der Durchflussratensteuermechanismus **26** integral zusammengesetzt werden.

[0033] Der Verbindungsabschnitt **22** umfasst einen ersten Verbinderkörper **30**, der an einem Ende einen ersten Anschluss **28** aufweist, und einen zweiten Verbinderkörper **34**, der an dem anderen Ende einen zweiten Anschluss **32** aufweist. Ein Fluiddurchgang **36** ist in den ersten und zweiten Verbinderkörpern **30**, **34**, die über ein Dichtelement im Wesentlichen koaxial verbunden sind, vorgesehen, um mit dem ersten Anschluss **28** und dem zweiten Anschluss **32** zu kommunizieren.

[0034] Außerdem umfasst der Verbinderabschnitt **22** innere Elemente **40** und Verriegelungsmuttern **42**. Die inneren Elemente **40** stehen in Eingriff mit dem ersten Anschluss **28** bzw. dem zweiten Anschluss **32** und sind in Öffnungen der Rohre (Schläuche) **38** eingesetzt. Die Verriegelungsmuttern **42** sind in Gewindenuten, die an den Enden der ersten und zweiten Verbinderkörper **30**, **34** eingeschnitten sind, eingeschraubt, um die Flüssigkeitsdichtigkeit der Verbindungsbereiche der Rohre **38** hierdurch zu gewährleisten.

[0035] Der Pulsationsdämpfungsmechanismus **24** ist an dem Verbindungsabschnitt **22**, der nahe dem ersten Anschluss **28** angeordnet ist, vorgesehen. Der Pulsationsdämpfungsmechanismus **24** hat ein Gehäuse **46**, das durch Verbinden einer Vielzahl von Blockelementen einschließlich einer an einer oberen Position angeordneten Kappe **44** gebildet wird.

[0036] Die Luft wird in die Kappe **44** über einen Druckfluidzufuhranschluss **50** eingeführt, der an eine Druckluftzufuhrquelle **48** angeschlossen ist. Ein Druckregulierungsabschnitt **54** ist in der Kappe **44** vorgesehen, um den Druck, der von dem Druckfluidzufuhranschluss **50** zugeführten Luft auf einen festgelegten Druck zu regeln und die druckregulierte Luft zu einem Durchgang **52** zu führen.

[0037] In dem Druckregulierungsabschnitt **54** wird die Luft von dem Druckfluidzufuhranschluss **50** einer Membrankammer (nicht dargestellt) zugeführt. Die Federkraft eines Federelementes, das durch einen nicht dargestellten Druckregelhandgriff eingestellt wird, wird mit der Druckkraft zum Pressen einer Membran (nicht dargestellt) durch den Druck des in die Membrankammer eingeführten Druckfluides aus-

geglichen. Ein Stößel und ein Ventilstopfen, die nicht dargestellt sind, werden durch eine Biegeaktion der nicht dargestellten Membran verschoben. Dementsprechend kann der Druck der von dem Druckfluidzufuhranschluss **50** zugeführten Luft auf einen gewünschten Druck reguliert werden.

[0038] Andererseits ist ein Pulsations-Ausgleichsabschnitt **58** unter dem Gehäuse **46** vorgesehen, um einen Ventilstopfen **56** zum Öffnen/Schließen des Fluiddurchgangs **36** (EIN/AUS-Betrieb) auf der Basis der Luft von dem Druckregulierungsabschnitt **54** zu betätigen.

[0039] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, ist der Pulsations-Ausgleichsabschnitt **58** mit einer Druckkammer **60** ausgestattet, in welche die Luft (Pilot- oder Steuerdruck) von dem Druckregulierungsabschnitt **54** über den Durchgang **52** eingeführt wird. Ein Ventilelement **52**, das dem Fluiddurchgang **36** zugewandt ist, wird durch die in die Druckkammer **60** eingeführte Luft verschoben.

[0040] Das Ventilelement **62** umfasst eine Gleitplatte **68**, die zwischen einer oberen ersten Membran **64** und einer unteren zweiten Membran **66** angeordnet ist und die in der vertikalen Richtung verschiebbar ist, einen Ventilstopfen **56**, der mit einem unteren zentralen Bereich der Gleitplatte **68** über ein Gewindeelement **70** verbunden ist und der sich einem Sitzabschnitt **72**, der an dem Gehäuse **46** ausgebildet ist, annähert bzw. von diesem entfernt, ein Dichtelement **74**, das an einer Ringnut an der äußeren Umfangsfläche der Gleitplatte **68** angebracht ist, und ein Zwischenelement **78**, das zwischen der Gleitplatte **68** und dem Ventilstopfen **56** angeordnet ist und als ein Stopper dient, indem es mit einer geneigten Fläche **76**, die an dem Gehäuse **76** ausgebildet ist, in Kontakt tritt.

[0041] Die erste Membran **64** ist bspw. aus einem Gummimaterial geformt und dient dazu, die Gleitplatte **68** zu schützen. Die zweite Membran **66** ist vorzugsweise aus z. B. einem Harzmaterial, wie Polytetrafluorethylen (PTFE) geformt, um die Flüssigkeitsdichtigkeit des Druckfluides zu erhalten und jegliche Flüssigkeitsansammlung auszuschließen. Auch wenn das Druckfluid, das durch den Fluiddurchgang **36** fließt, die Druckschwankung, bspw. eine Pulsation, erfährt, kann die Druckschwankung des durch den Fluiddurchgang **36** fließenden Druckfluides durch den Druck der Luft, die der Druckkammer **60** zugeführt wird, gedämpft werden, und es ist möglich, das Druckfluid mit einem im Wesentlichen konstanten Druck fließen zu lassen.

[0042] Der Durchflussratensteuermechanismus **26** umfasst ein Gehäuse **80**, das mit dem zweiten Verbinderkörper **34** verbunden ist, und einen ersten Kolben **82** und einen zweiten Kolben **84**, die in der Rich-

tung des Pfeils X1 oder X2 entlang einer Kammer, die in dem Gehäuse **80** ausgebildet ist, verschiebbar sind.

[0043] Wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist, weist der erste Kolben **82** einen unteren, ersten Vorsprung **86a** mit einem großen Durchmesser und einen oberen, zweiten Vorsprung **86b** mit einem kleinen Durchmesser auf. Der untere, erste Vorsprung **86a** ist gleitend in das Gehäuse **80** eingesetzt. Eine Kolbendichtung **88a** ist an einer Ringnut an der äußeren Umfangsfläche des ersten Kolbens **82** angebracht.

[0044] Der zweite Vorsprung **86b** des ersten Kolbens **82** steht in Eingriff mit einer Vertiefung, die an einem unteren Bereich des zweiten Kolbens **84** ausgebildet ist. Ein Paar von Kolbendichtungen **88b**, **88c** ist an Ringnuten an der äußeren Umfangsfläche des zweiten Kolbens **84** angebracht. Der zweite Kolben **84** ist gleitend in das Gehäuse **80** eingesetzt.

[0045] Ein Federelement **90** ist zwischen der Innenseite des zweiten Kolbens **84** und dem zweiten Vorsprung **86b** angeordnet. Der erste Kolben **82** und der zweite Kolben **84** werden durch die Federkraft des zweiten Federelementes **90** voneinander weggedrängt.

[0046] Eine durchgehende Gewindeöffnung **96** ist an einem im Wesentlichen zentralen Bereich des zweiten Kolbens **84** ausgebildet und mit einer Antriebswelle **92** verschraubt, wie es später beschrieben wird.

[0047] Ein Stiftelement **98** ist an einer Nut der Seitenfläche des zweiten Kolbens **84** so angebracht, dass das Stiftelement **98** um eine festgelegte Länge vorsteht. Das Stiftelement **98** steht in Eingriff mit einer Eingriffsnut **100**, die an der Seitenfläche des Gehäuses **80** ausgebildet ist. Das Stiftelement **98** verhindert, dass sich der zweite Kolben **84** in der Umfangsrichtung dreht, wenn der zweite Kolben **84** in der axialen Richtung verschoben wird.

[0048] Ein Ventilstopfen **102**, der bspw. aus einem flexiblen Material, wie einem Harzmaterial oder einem Gummimaterial hergestellt ist, ist mit dem unteren Ende des ersten Kolbens **82** verbunden. Der Ventilstopfen **102** wird zusammen mit dem ersten Kolben **82** verschoben. Der Ventilstopfen **102** umfasst einen dickwandigen Abschnitt **104a**, der an einem im Wesentlichen zentralen Bereich ausgebildet ist, und einen dünnwandigen Abschnitt **104b**, der integral mit dem dickwandigen Abschnitt **104a** ausgebildet ist. Der Ventilstopfen **102** ist so geformt, dass er flexibel biegsam ist.

[0049] Der Ventilstopfen **102** öffnet/schließt den Fluiddurchgang **86**, indem er sich von einem Sitzabschnitt **106**, der an dem zweiten Verbinderkörper **34**

ausgebildet ist, trennt oder indem er auf dem Sitzabschnitt **106** aufsetzt. Außerdem steuert der Ventilstopfen **102** die Durchflussrate des durch den Fluiddurchgang **86** fließenden Druckfluides auf der Basis des Ventilhubweges des Ventilstopfens **102** (Verschiebungsweg des Ventilstopfens **102** in der axialen Richtung) sehr genau.

[0050] Ein ringförmiges Pufferelement **108** ist an der oberen Fläche des Ventilstopfens **102** vorgesehen, um den dünnwandigen Abschnitt **104b** des Ventilstopfens **102** zu schützen. Das Pufferelement **108** ist bspw. aus einem elastischen Element, wie Gummi, hergestellt, und wird durch die untere Fläche des Gehäuses **80** gehalten.

[0051] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, ist eine Kappe **110** an der oberen Seite des Durchflussratensteuermechanismus **26** vorgesehen und an einem oberen Bereich des Gehäuses **80** angebracht. Ein Linearstellglied **112** und ein Rotationserfassungsabschnitt **114** sind in der Kappe **110** vorgesehen. Das Linearstellglied **112** treibt den Ventilstopfen **102** an, indem eine nicht dargestellte Stromquelle eingeschaltet wird. Der Rotationserfassungsabschnitt **114** erfasst den Verschiebungsweg des Ventilstopfens **102** auf der Basis des Verschiebungsweges des Linearstellgliedes **112**.

[0052] Ein Verbinder **120** ist nahe dem Rotationserfassungsabschnitt **114** angeordnet und wird dazu verwendet, ein Detektionssignal über einen Leitungsdraht **116** an eine Steuerung **118** zu senden.

[0053] Das Linearstellglied **112** umfasst einen Linearschrittmotor, der entsprechend einem Drehantriebssteuersystem (Pulssignal) von der Steuerung **118** eingeschaltet (ausgeschaltet) wird. Das Linearstellglied **112** umfasst einen nicht dargestellten Stator und einen nicht dargestellten Rotor, die in einem Gehäuse vorgesehen sind. Der nicht dargestellte Rotor wird durch die Wirkung eines magnetischen Erregungsstromes, der von der nicht dargestellten Stromquelle zugeführt wird, in einer festgelegten Richtung gedreht.

[0054] Die Antriebswelle **92** des Linearstellgliedes **112** ist durch seine Drehwirkung in der axialen Richtung (Richtung der Pfeile X1 oder X2) verschiebbar vorgesehen.

[0055] Die Antriebswelle **92** des Linearstellgliedes **112** weist einen ersten Schaftabschnitt **122** und einen zweiten Schaftabschnitt **124** auf, in welche jeweils Gewindebereiche mit unterschiedlichen Steigungen eingeschnitten sind. Der Durchmesser des oberen, ersten Schaftabschnittes **122** ist größer als der Durchmesser des unteren, zweiten Schaftabschnittes **124**.

[0056] Ein nicht dargestellter Lichtaussendeabschnitt und ein nicht dargestellter Lichtempfangsabschnitt sind an einander gegenüberliegenden Positionen vorgesehen, wobei sie voneinander einen festgelegten Abstand in dem Rotationserfassungsabschnitt **114** aufweisen. Ein nicht dargestellter Rotor ist in dem Rotationserfassungsabschnitt **114** vorgesehen und mit der Antriebswelle **92** des linearen Stellgliedes **112** verbunden, um sich zusammen mit der Antriebsquelle **92** zu drehen. Bei dieser Anordnung tritt das von dem Lichtaussendeelement emittierte Licht durch das Innere des Rotors und wird von dem Lichtempfangselement empfangen. Dementsprechend wird bspw. der Drehwinkel und die Drehzahl der Antriebswelle **92** des Linearstellgliedes **112** erfasst und als Detektionssignale an die Steuerung **118** gesandt.

[0057] Die Steuerung **118** berechnet den Verschiebungsweg der Antriebswelle **92** in der axialen Richtung auf der Basis des Erfassungssignals, bspw. der Drehzahl, und der Steigungsdaten der Antriebswelle **92** des Linearstellgliedes **112**. Der Abstand zwischen dem Ventilstopfen **102** und dem Sitzabschnitt **106**, d. h. der Ventilhubweg des Ventilstopfens **102** wird auf der Basis des Ergebnisses der durch die Steuerung **118** durchgeführten Berechnung errechnet.

[0058] Daher bestimmt die Steuerung **118** die Abweichung von dem voreingestellten Hubweg des Ventilstopfens **102**, um den Hubweg des Ventilstopfens **102** so einzustellen, dass die Abweichung gleich Null sein sollte. Dementsprechend ist es möglich, die Durchflussrate des durch den Fluiddurchgang **36** fließenden Druckfluides sehr genau zu steuern.

[0059] Das Durchflussratensteuerventil **20** ist im Wesentlichen wie oben beschrieben aufgebaut. Nachfolgend werden seine Betriebs-, Funktions- und Wirkungsweise erläutert.

[0060] Wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, wird das Druckfluid, das in dem Tank **132** gespeichert ist, durch Pumpen mit der Pumpe **130** dem Verbindungsabschnitt **22** der Durchflussratensteuervorrichtung **20** zugeführt. Das Druckfluid wird über den ersten Anschluss **28** des Verbindungsabschnittes **22** in den Pulsations-Ausgleichsabschnitt **58** eingeführt. In dem Druckregulierungsabschnitt **54** wird die von dem Druckfluidzufuhranschluss **50** zugeführte Luft in die nicht dargestellte Membrankammer eingeführt. Die Federkraft des Federelementes wird mit dem Druck der durch die Biegewirkung der nicht dargestellten Membran in die Membrankammer eingeführte Luft ausgeglichen. Dementsprechend wird die Luft auf einen gewünschten Druck reguliert.

[0061] Daher wird die Luft, die durch den Druckregulierungsabschnitt **54** auf den gewünschten Druck reguliert wurde, über den Durchgang **52** in die Druckkam-

mer **60** des Pulsations-Ausgleichsabschnittes **58** eingeführt. Der Primärdruck des Druckfluides, das durch den Fluiddurchgang **36** fließt, wird mit dem Druck der in die Druckkammer **60** eingeführten Luft ausgeglichen.

[0062] Erfährt das durch den Fluiddurchgang **36** fließende Druckfluid Druckschwankungen, bspw. eine Pulsation, so wird die Druckschwankung des durch den Fluiddurchgang **36** fließenden Druckfluides durch die der Druckkammer **60** zugeführte Luft gedämpft, und der Druck des durch den Fluiddurchgang **36** fließenden Druckfluides kann im Wesentlichen konstant gehalten werden.

[0063] Mit anderen Worten wird, wenn das Druckfluid, das durch den Fluiddurchgang **36** fließt, eine Druckschwankung, bspw. eine Pulsation, erfährt, die Druckschwankung des Druckfluides über die zweite Membran **66** auf die Gleitplatte **68** übertragen, und die Gleitplatte **68** wird etwas auf und ab bewegt. Während dieses Vorgangs wird durch die Luft in der Druckkammer **60**, die an der Seite gegenüber dem Fluiddurchgang **36** vorgesehen ist, wobei die Gleitplatte **68** dazwischen angeordnet ist, eine Pufferwirkung erzielt. Dementsprechend wird die Druckschwankung des Druckfluides gedämpft und in geeigneter Weise absorbiert.

[0064] Das Druckfluid von dem Pulsations-Ausgleichsabschnitt **58** fließt entlang des Fluiddurchgangs **36** und wird in den Durchflussratensteuermechanismus **26** eingeführt. In dem Durchflussratensteuermechanismus **26** wird der Hubweg des Ventilstopfens **102** zum Einstellen des Abstandes zwischen dem Ventilstopfen **102** und dem Sitzabschnitt **106** durch Einschalten/Ausschalten des Linearstellgliedes **112** auf der Basis des Drehantriebssteuersignals von der Steuerung **118** bestimmt. Der Ventilöffnungsgrad des Ventilstopfens **102** wird eingestellt. Das Druckfluid, das durch den Fluiddurchgang **36** fließt, wird so gesteuert, dass es eine Durchflussrate entsprechend dem Ventilöffnungsgrad des Ventilstopfens **102** aufweist.

[0065] Die Steuerung **118** sendet ein Einschaltssignal an das Linearstellglied **112**, um die ersten und zweiten Schaftabschnitte **122**, **124** als der Antriebswelle **92** des Linearstellgliedes **112** in der Richtung des Pfeils X1 zu verschieben. Daher werden der erste Kolben **82** und der zweite Kolben **84**, die mit dem zweiten Schaftabschnitt **24** in der durchgehenden Gewindeöffnung **96** verschraubt sind, durch die Drehung der Antriebswelle **92** nach oben verschoben. Dementsprechend wird auch der Ventilstopfen **102** nach oben verschoben, und der Ventilstopfen **102** wird von dem Sitzabschnitt **106** abgehoben.

[0066] Der Verschiebungsweg des Ventilstopfens **102** in der axialen Richtung wird durch den Rotations-

erfassungsabschnitt **114** als die Drehmenge des Linearstellgliedes **112** erfasst. Die Steuerung **118** steuert das Linearstellglied **112** so, dass der Ventilstopfen **102** an einer festgelegten Position auf der Basis des Erfassungssignals (Pulssignals) von dem Rotationserfassungsabschnitt **114** angehalten wird.

[0067] Die Steuerung **118** zählt die Pulssignale von dem Rotationserfassungsabschnitt **114** und sendet ein Abschaltsignal an das Linearstellglied **112**, wenn eine festgelegte, voreingestellte Pulszahl gezählt ist, so dass der Antrieb des Linearstellgliedes **112** gestoppt wird. Die Steuerung **118** kann den Verschiebungsweg der Antriebswelle **92** aus der Drehmenge, bspw. der Drehzahl und dem Drehwinkel der Antriebswelle **92**, und der Gewindesteigung des zweiten Schaftabschnittes **124**, der mit dem zweiten Kolben **84** verschraubt ist, berechnen. Als Folge hiervon kann der Hubweg des Ventilstopfens **102** sehr genau gesteuert werden, und die Durchflussrate des Druckfluides, die dem Hubweg des Ventilstopfens **102** entspricht, kann sehr genau gesteuert werden.

[0068] Wie oben beschrieben wurde, wird der Hubweg des Ventilstopfens **102** auf der Basis des Drehantriebssteuersignals von der Steuerung **118** gesteuert. Daher kann der Ventilöffnungsgrad des Ventilstopfens **102** anders als beim Stand der Technik ohne eine Streuung der Antworten reguliert werden, und es ist möglich, die Durchflussrate des durch den Fluiddurchgang **36** fließenden Druckfluides stabil zu steuern.

[0069] Die Vorrichtung ist bspw. so aufgebaut, dass das Öffnungs-/Schließventil **5**, das Durchflussratensteuerventil **7** und der elektropneumatische Regler **11**, die sich auf den Stand der Technik beziehen, integral zusammengebaut sind. Daher ist es nicht notwendig, eine Verrohrung zum Anschließen der jeweiligen fluidbetätigten Vorrichtungen durchzuführen. Daher tritt an den Verrohrungsmaterialien keine Flüssigkeitsleckage oder dgl. auf. Die gesamte Vorrichtung kann verkleinert werden, und es ist möglich, den Installationsraum zu verringern.

[0070] Außerdem ist, wie in [Fig. 5](#) gezeigt ist, ein Durchflussratensensor **140** in dem Fluiddurchgang an der stromabwärtsseitigen Seite der Durchflussratensteuervorrichtung **20** angeordnet, um die Feedback-Steuerung (Regelung) durch Senden eines Sensorerfassungssignals von dem Durchflussratensensor **140** in die Steuerung **118** durchzuführen. Daher ist es möglich, die Durchflussrate des durch den Fluiddurchgang **86** in Echtzeit zu überwachen.

[0071] Bei dieser Anordnung vergleicht die Steuerung **118** die voreingestellten Durchflussratendaten mit dem Sensorerfassungssignal von dem Durchflussratensensor **140**, um den Ventilhubweg des Ventilstopfens **102** so einzustellen, dass die Differenz

zwischen den Werten gleich Null sein sollte. Dementsprechend ist es möglich, die Durchflussrate des tatsächlich durch den Fluiddurchgang **36** fließenden Fluides sehr genau zu steuern.

[0072] Als Nächstes wird eine Durchflussratensteuervorrichtung **150** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in den [Fig. 6](#) bis [Fig. 9](#) dargestellt. Die Aufbaukomponenten, die die gleichen sind wie diejenigen der Durchflussratensteuervorrichtung **20** gemäß der oben beschriebenen und in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsform werden mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet, auf ihre erneute detaillierte Erläuterung wird verzichtet.

[0073] Die Durchflussratensteuervorrichtung **150** gemäß der Ausführungsform der Erfindung umfasst eine Mehrzahl von wellendissipierenden Vorsprüngen (Vorsprüngen) **177a** bis **177f**, die an der inneren Wand des Fluiddurchgangs **36** nahe bei dem ersten Anschluss **28** vorgesehen sind und die um festgelegten Längen von der inneren Wandfläche zu dem inneren Zentrum des Fluiddurchgangs **36** vorstehen.

[0074] Wie in den [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) dargestellt ist, haben die mehreren wellendissipierenden Vorsprünge **177a** bis **177f** im Wesentlichen Trapezform, wobei sich ihre Breiten allmählich von der inneren Wand des Fluiddurchgangs **36** zu der Mitte des Fluiddurchgangs **36** erweitern. Jede der mehreren wellendissipierenden Vorsprünge **177a** bis **177f** weist einen gekrümmten Abschnitt **179** mit einem angefasten Ende und eine etwas vertiefte Aussparung **181** auf. Die mehreren wellendissipierenden Vorsprünge **177a** bis **177f** sind so angeordnet, dass sie voneinander um festgelegte Abstände helixförmig im Uhrzeigersinn an der inneren Umfangswandfläche des Fluiddurchgangs **36** beabstandet sind.

[0075] Bei dieser Anordnung ist, wie in [Fig. 9](#) gezeigt ist, der erste wellendissipierende Vorsprung **177a**, der am nächsten an dem ersten Anschluss **28** angeordnet ist, um einen festgelegten Winkel in der Richtung des Pfeils A geneigt, der zweite wellendissipierende Vorsprung **177b** ist um einen festgelegten Winkel in der Richtung des Pfeils B geneigt, der dritte wellendissipierende Vorsprung **177c** ist um einen festgelegten Winkel in der Richtung des Pfeils C geneigt, der vierte wellendissipierende Vorsprung **177d** ist um einen festgelegten Winkel in der Richtung des Pfeils D geneigt, der fünfte wellendissipierende Vorsprung **177e** ist um einen festgelegten Winkel in der Richtung des Pfeils E geneigt und der sechste wellendissipierende Vorsprung **177f** ist um einen festgelegten Winkel in der Richtung des Pfeils F geneigt. Die Zahl der mehreren wellendissipierenden Vorsprünge **177a** bis **177f** ist nicht auf sechs beschränkt. Eine gewünschte Zahl der wellendissipierenden Vorsprünge kann beispielsweise entsprechend dem Bohrungsdurchmesser und der Länge des Strö-

mungsdurchgangs des Fluiddurchgangs **36** gewählt werden.

[0076] Wenn in dem Druckfluid, das durch den Fluiddurchgang **36** strömt, eine Pulsation auftritt, kollidiert das pulsierende Druckfluid mit den mehreren wellendissipierenden Vorsprüngen **177a** bis **177f**. Die Pulsationsenergie, die in dem Druckfluid enthalten ist, kann durch die mehreren wellendissipierenden Vorsprünge **177a** bis **177f** verteilt und dissipiert werden.

[0077] Auch wenn das Druckfluid, das durch den Fluiddurchgang **36** strömt, Druckfluktuationen, wie Pulsationen, erfährt, kollidiert daher das Druckfluid mit den mehreren wellendissipierenden Vorsprüngen **177a** bis **177f**, die an der Innenwand des Fluiddurchgangs **36** vorstehen, und die Pulsationsenergie wird gedämpft. Außerdem wird die Pulsationsenergie des durch den Fluiddurchgang **36** fließenden Druckfluides durch den Druck der der Druckkammer **60** zugeführten Luft gedämpft. Dadurch strömt das Druckfluid, wobei es auf einem im Wesentlichen konstanten Druck gehalten wird.

[0078] Tritt die Druckfluktuation, beispielsweise eine Pulsation, in dem durch den Fluiddurchgang **36** strömenden Fluid auf, kollidiert das pulsierende Druckfluid mit den geneigten Oberflächen der mehreren wellendissipierenden Vorsprünge **177a** bis **177f**. Die in dem Druckfluid enthaltene Pulsationsenergie wird durch die mehreren wellendissipierenden Vorsprünge **177a** bis **177f** verteilt. Dementsprechend kann die Pulsationsenergie sanft dissipiert werden.

[0079] Wie oben beschrieben wurde, kollidiert auch dann, wenn das Druckfluid, das durch den Fluiddurchgang **36** strömt, die Druckfluktuation, beispielsweise als Pulsation, erfährt, das Druckfluid mit den mehreren wellendissipierenden Vorsprüngen **177a** bis **177f**, die an der Innenwand des Fluiddurchgangs **36** vorstehen, und die Pulsationsenergie wird gedämpft. Außerdem wird die Pulsationsenergie des durch den Fluiddurchgang **36** strömenden Druckfluides durch den Druck der der Druckkammer **60** zugeführten Luft gedämpft. Dadurch strömt das Druckfluid, wobei es auf einem im Wesentlichen konstanten Druck gehalten wird.

[0080] Als Folge hiervon kann die Druckfluktuation, beispielsweise als Pulsation des Druckfluides, durch einen einfachen Aufbau, wie die mehreren wellendissipierenden Vorsprünge **177a** bis **177f**, die von der Innenwand des Fluiddurchgangs **36** als der Pulsationsdämpfungsmechanismus **24** vorstehen, sanft gedämpft werden. Dadurch ist es möglich, eine Vergrößerung der Gesamtvorrichtung zu vermeiden, wodurch eine Erhöhung der Produktionskosten vermieden wird.

Patentansprüche

1. Eine Durchflussratensteuervorrichtung zur Steuerung einer Durchflussrate eines Druckfluides, welches durch einen Fluiddurchgang (**36**) fließt, wobei die Durchflussratensteuervorrichtung aufweist; einen Ventilstopfen (**102**) zum Öffnen/Schließen des Fluiddurchgangs (**36**) und einen Pulsationsdämpfungsmechanismus (**24**) zur Dämpfung von Druckschwankungen, die durch Pulsationen des durch den Fluiddurchgang (**36**) fließenden Druckfluides bewirkt werden, wobei der Pulsationsdämpfungsmechanismus (**24**) eine Mehrzahl von Vorsprüngen (**177a** bis **177f**) aufweist, die von einer Innenwand des Fluiddurchgangs (**36**) vorstehen, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder der Vorsprünge (**177a** bis **177f**) im Wesentlichen eine Trapezform aufweist, wobei eine Breite der Trapezform sich allmählich von der Innenwand des Fluiddurchgangs (**36**) zu einer Mitte des Fluiddurchgangs (**36**) erweitert.

2. Die Durchflussratensteuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die mehreren Vorsprünge (**177a** bis **177f**) helixförmig in einer Axialrichtung des Fluiddurchgangs (**36**) angeordnet sind.

3. Die Durchflussratensteuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei ein abgeschrägter gekrümmter Abschnitt (**179**) und eine Vertiefung (**181**) an einem Ende jedes der Vorsprünge (**177a** bis **177f**) ausgebildet sind, an welchem die Breite am Stärksten erweitert ist.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

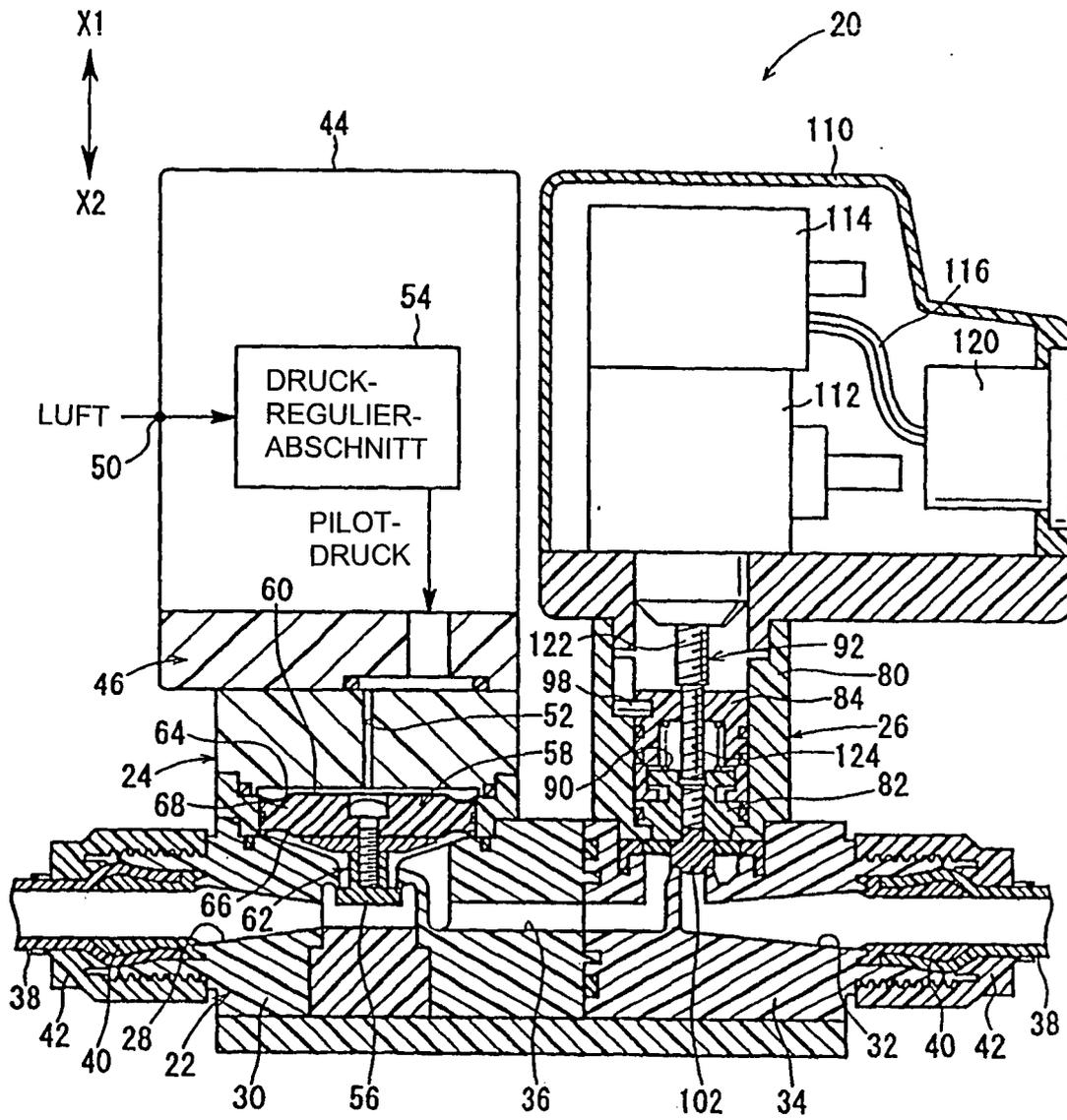


FIG. 2

DRUCKREGELLUFT
(PILOTDRUCK)

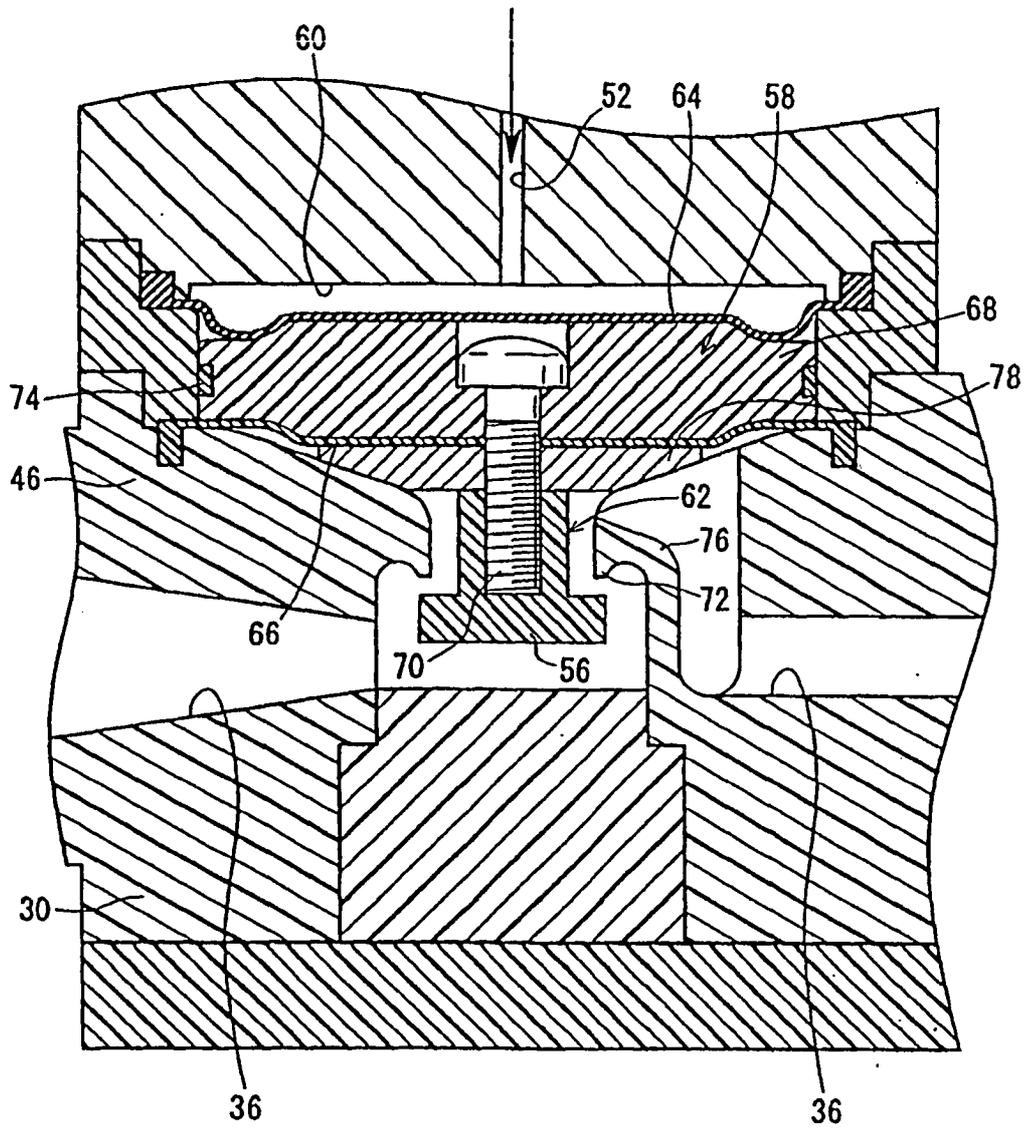


FIG. 3

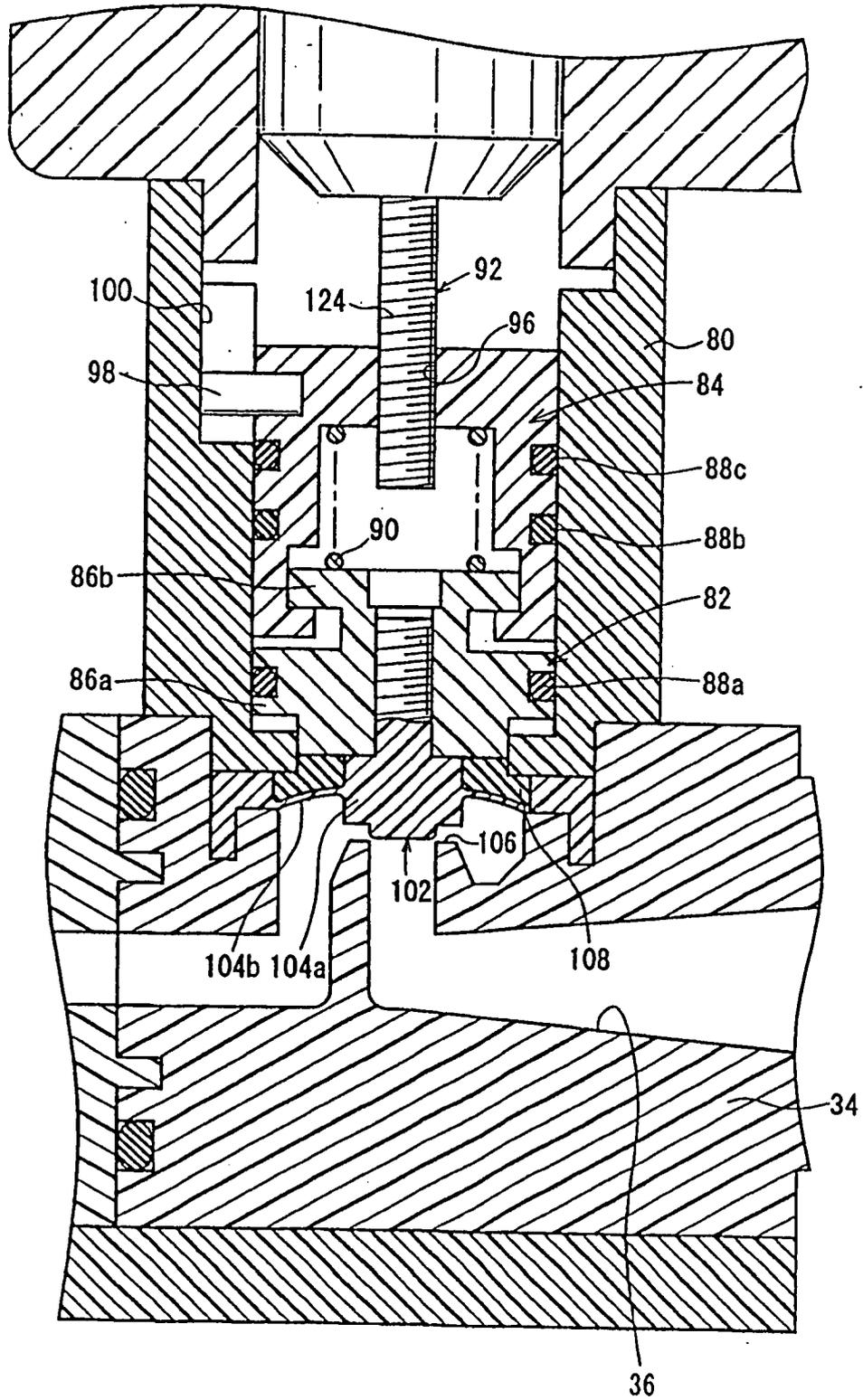


FIG. 4

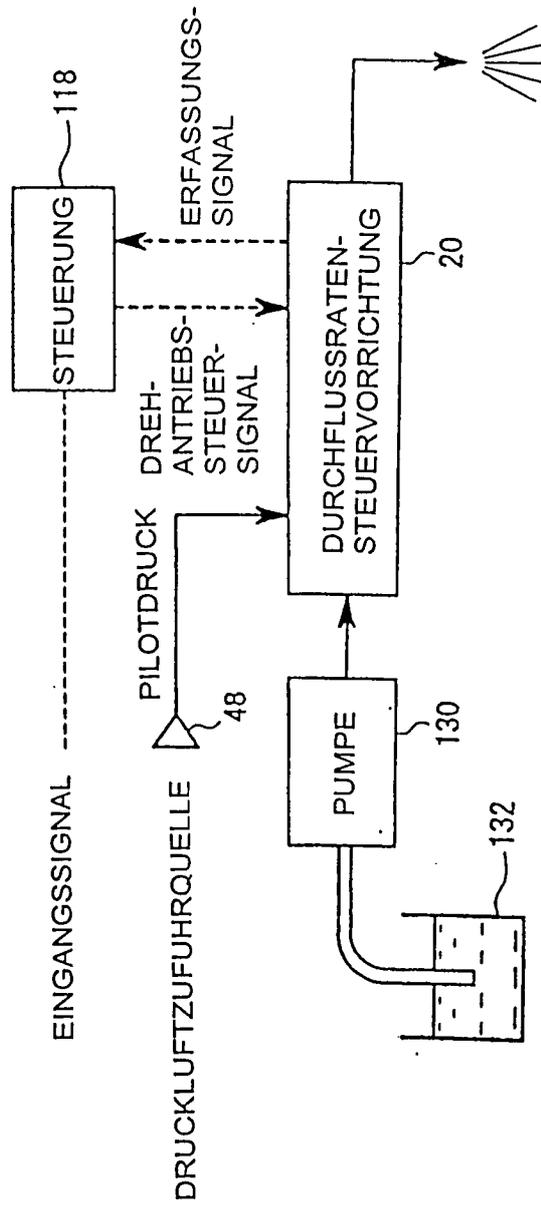
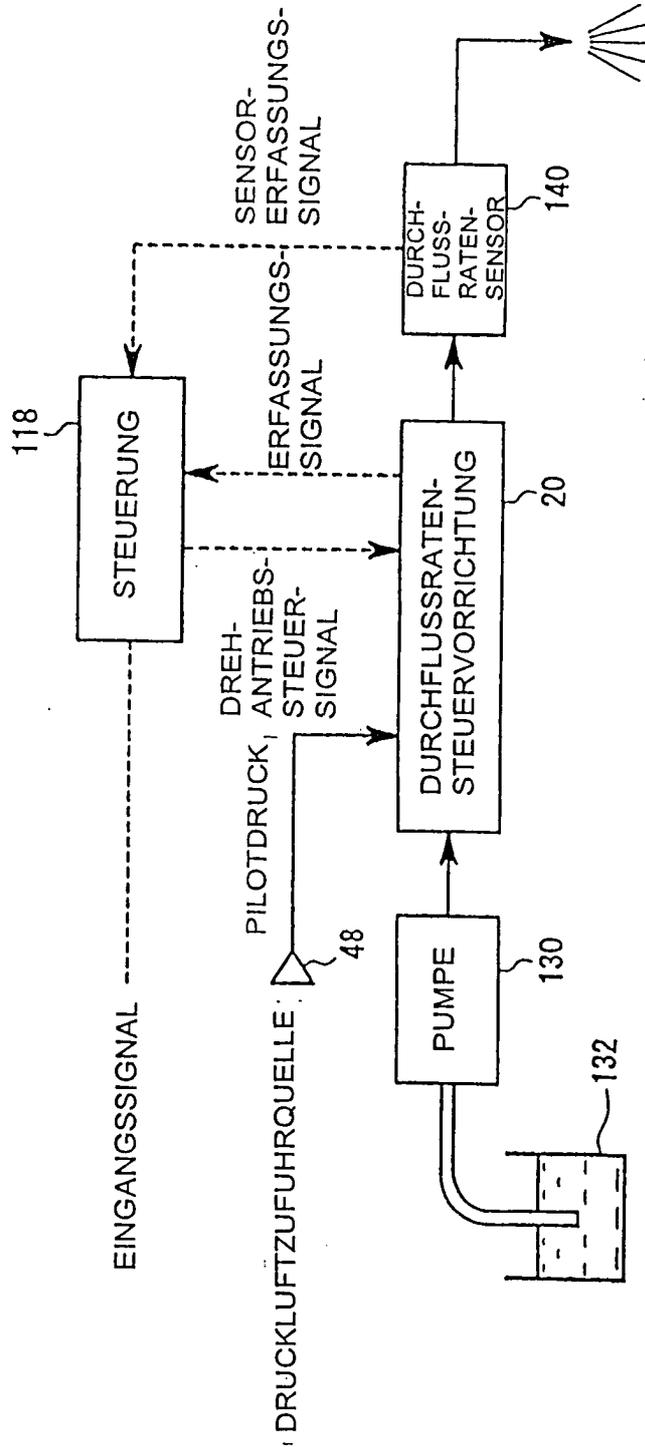


FIG. 5



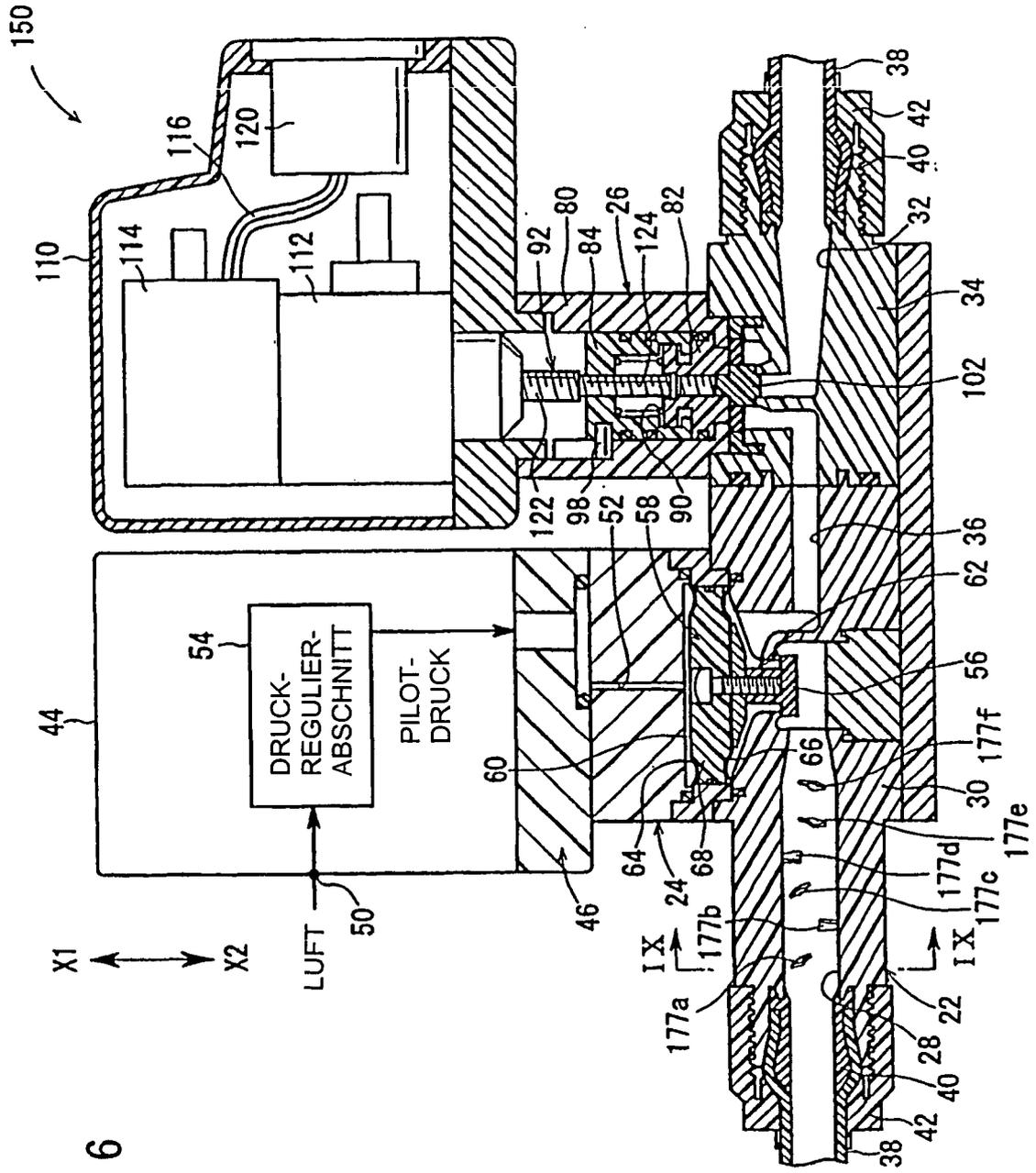


FIG. 6

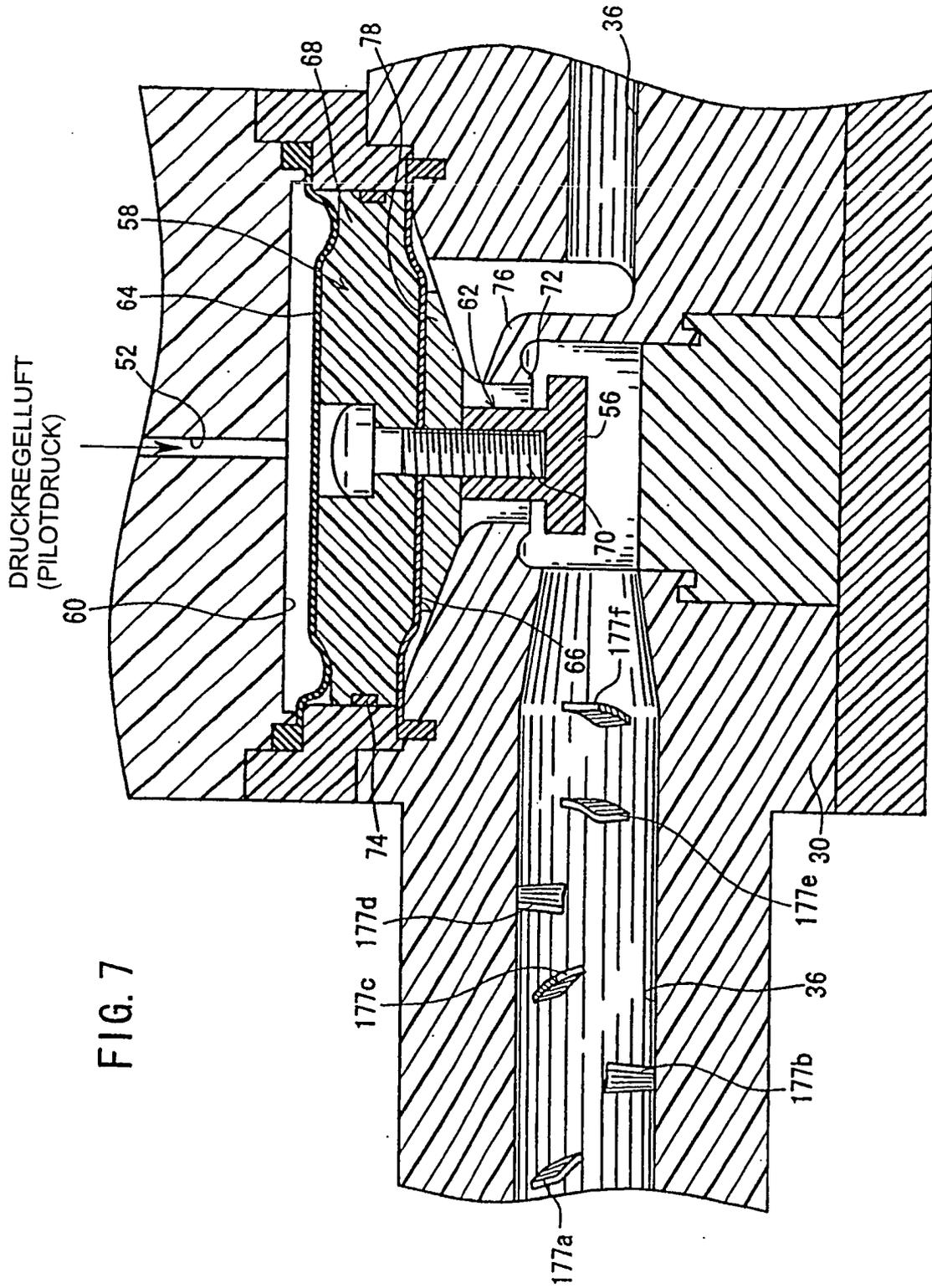


FIG. 8

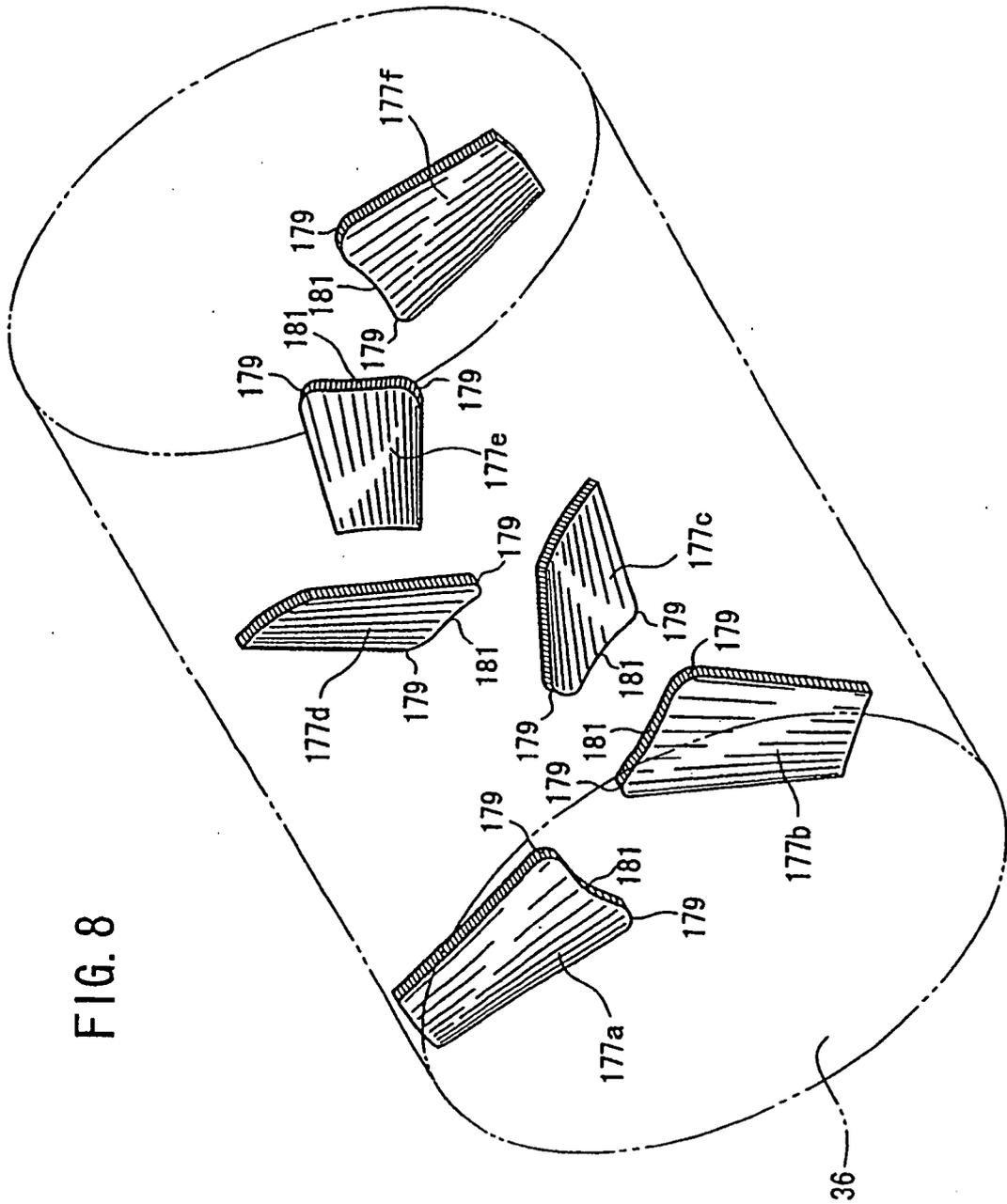


FIG. 10

