



(10) **DE 11 2010 004 226 B4** 2017.06.01

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2010 004 226.8**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2010/066034**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2011/048896**
(86) PCT-Anmeldetag: **16.09.2010**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **28.04.2011**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **03.01.2013**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **01.06.2017**

(51) Int Cl.: **G05D 7/06** (2006.01)
G01F 1/00 (2006.01)
G01F 1/692 (2006.01)
G05D 7/03 (2006.01)
F16K 31/02 (2006.01)
B81B 7/02 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2009-241343 **20.10.2009** **JP**

(73) Patentinhaber:
SMC Kabushiki Kaisha, Tokyo, JP

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

(72) Erfinder:
**Sakasegawa, Takeshi, Tsukubamirai, Ibaraki, JP;
Oshima, Yuta, Tsukubamirai, Ibaraki, JP**

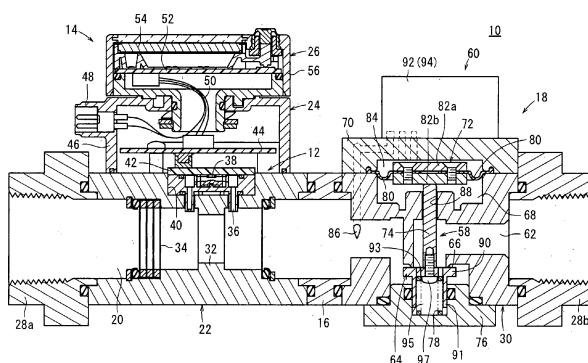
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2007 009 869	A1
JP	2 784 154	B2
JP	H09- 101 827	A
JP	H08- 185 229	A

(54) Bezeichnung: **Durchflussssteuerung**

(57) Hauptanspruch: Eine Durchflussssteuerung mit:
einem Körper (22, 30), der einen ersten Durchgang (20), welcher an einer stromaufwärtsseitigen Seite vorgesehen ist und durch welchen ein Fluid strömt, einen zweiten Durchgang (62), welcher stromabwärts des ersten Durchgangs (20) vorgesehen ist, und einen Drosselabschnitt (32) aufweist, welcher zwischen dem ersten Durchgang (20) und dem zweiten Durchgang (62) vorgesehen ist;
einem Durchflussratendetektor (14), der an dem Körper (22, 30) vorgesehen ist und der eine Detektionseinheit (12) aufweist, die in der Lage ist, die Durchflussrate des Fluides, das von dem ersten Durchgang (20) zu dem zweiten Durchgang (62) strömt, zu erfassen;
einer Durchflussratensteuerung (18) zur Steuerung einer Durchflussrate des Fluides durch den Ventilkörper (64), die parallel zu dem Durchflussratendetektor (14) angeordnet ist, wobei die Durchflussratensteuerung (18) eine Membrananordnung (72), welche durch die Zufuhr von Pilotluft verschoben wird, einen über einen Stab (74) mit der Membrananordnung (72) verbundenen Ventilkörper (64) und eine Feder (78) aufweist, welche den Ventilkörper (64) in einer Richtung vorspannt, in welcher er auf einem in dem Körper (22, 30) ausgebildeten Ventilsitz (66) aufgesetzt wird, wobei die Detektionseinheit (12) durch einen MEMS-Sensor gebildet wird, wobei die Durchflussratensteuerung (18) außerdem eine Ausgleichsstruktur zum Ausgleichen einer Druckkraft, die von der Membrananordnung (72) auf den Ventilkörper (64) ausgeübt wird, mit einer Druckkraft, die

von der Feder (78) auf den Ventilkörper (64) ausgeübt wird, aufweist
dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionseinheit (12) einen Detektionsdurchgang (36), welcher eine Seite stromaufwärts und eine Seite stromabwärts des Drosselabschnitts (32) miteinander verbindet, um dadurch den ersten Durchgang (20) zu umgehen, und einen Detektionssensor (38) aufweist, der so angeordnet ist, dass er dem Detektionsdurchgang (36) gegenüberliegt.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Durchflusssteuerung, die in der Lage ist, die Strömungsrate eines Fluides, das durch einen Durchgang strömt, zu erfassen und die Strömungsrate zu steuern.

Stand der Technik

[0002] Bisher wird, wie in der Beschreibung des japanischen Patentes JP 2 784 154 B2 offenbart, eine Durchflusssteuerung durch einen Durchflussratendetektor zum Messen der Strömungsrate eines Fluides und ein Proportionalventil gebildet, das parallel zu dem Durchflussratendetektor angeordnet ist. Ein Hauptströmungsdurchgang erstreckt sich durch das Innere des Durchflussratendetektors. An der Innenwand des Hauptströmungsdurchgangs öffnen sich ein Leitungseinlass und ein Leitungsauslass, die jeweils mit einer Leitung verbunden sind. Ein Paar hitzesensitiver Spulen ist um die Leitung gewickelt, die an einen Verstärker angeschlossen sind. Außerdem wird die Strömungsrate des Fluides, das durch die Leitung fließt, mit Hilfe der Differenz des Widerstandes abgeschätzt, die durch eine zwischen den hitzesensitiven Spulen generierte Temperaturdifferenz bewirkt wird.

[0003] Außerdem ist in dem Proportionalventil eine Membran in dem Zentrum eines hohlen Proportionalventilkörpers vorgesehen. Der Umfang der Membran ist an dem Proportionalventilkörper befestigt. Ein Ventilstab, welcher die Membran mit dem Ventilkörper verbindet, ist mit dem Zentrum der Membran verbunden. Außerdem ist an einem oberen Abschnitt der Membran eine Rückföhrfeder vorgesehen. Die Membran wird durch die Rückföhrfeder normalerweise nach unten gedrückt. Gleichzeitig hiermit wird durch eine Schaltwirkung eines Zufuhrelektromagnetventils Luftdruck in eine Kammer unterhalb der Membran eingebracht. Alternativ wird der Luftdruck aus der Kammer durch die Schaltwirkung eines Abblasselektromagnetventils nach außen abgeföhrt.

[0004] Die Membran wird entgegen der elastischen Kraft der Rückföhrfeder nach oben verschoben, wodurch der Ventilkörper von dem Ventilsitz abhebt, so dass das Fluid durchfließen kann. Zu dieser Zeit wird die Strömungsrate des Fluides durch den Durchflussratendetektor erfasst. Auf der Basis des Detektionsergebnisses, das durch den Durchflussratendetektor erfasst wird, wird die Strömungsrate durch Betätigung des Zufuhrelektromagnetventils und des Abblasselektromagnetventils geregelt.

[0005] Da der Aufbau der oben beschriebenen Durchflusssteuerung komplex ist und die Vorrichtung

relativ groß ausgestaltet ist, besteht in jüngerer Zeit das allgemeine Bedürfnis; eine Gestaltung zu schaffen, die einfacher aufgebaut und kleiner ist.

[0006] Andererseits wird bei dem Stand der Technik gemäß dem japanischen Patent Nr. 2784154, obwohl bei dem oben genannten Durchflussratendetektor ein kapillares Heizsystem verwendet, bei welchem die hitzesensitiven Spulen um eine dünne Metallleitung gewickelt sind, die Antwortzeit verzögert, weil eine Zeitverzögerung in der Leitung generiert wird, wenn Hitze von dem hitzesensitiven Spulen übertragen wird. Da außerdem beim Zusammenbau des Durchflussratendetektors Arbeit erforderlich ist, um die hitzesensitiven Spulen um die Leitung zu wickeln und um die Leitung mit dem Körper zu verschweißen, ist der Montagevorgang komplex. Dies föhrt auch zu Befürchtungen im Hinblick auf eine Erhöhung der Herstellungskosten.

[0007] Außerdem ist das Proportionalventil so aufgebaut, dass es das Öffnen und Schließen des Ventilkörpers durch eine Membran vornimmt. Um das Proportionalventil in einen Ventil-Geschlossen-Zustand zu versetzen, in welchem der Ventilkörper auf dem Ventilsitz aufsitzt, ist eine große elastische Kraft der Rückföhrfeder erforderlich. Daher ist es notwendig, die Rückföhrfeder groß auszugestalten, was zu dem Problem föhrt, dass die Produktgröße erhöht wird. In dem Fall, dass die elastische Kraft der Rückföhrfeder groß ist, muss außerdem der minimale Betriebsdruck ebenfalls groß sein. Daher tritt die Befürchtung auf, dass das Proportionalventil nicht mit geringem Druck betrieben werden kann.

[0008] Beispielsweise in dem Fall, dass anstelle einer durch Luftdruck betätigten Membran ein Elektromagnetventil, das durch ein Steuersignal betätigt wird, in dem Proportionalventil vorgesehen ist und wenn eine Struktur zum Öffnen und Schließen des Ventilkörpers durch Betätigung des Elektromagnetventils vorgesehen ist, wird außerdem der Stromverbrauch erhöht. Gleichzeitig besteht die Erwartung, dass keine genauen Detektionsergebnisse erhalten werden, da die an dem Elektromagnetabschnitt des Elektromagnetventils generierte Wärme auf den Durchflussratendetektor übertragen wird.

[0009] Die DE 10 2007 009 869 A1 beschreibt eine Durchflussratenregelvorrichtung mit einem Basisabschnitt, der aus einem Stapel mit einer Mehrzahl von Metallplatten besteht. Der Basisabschnitt besitzt einen Druckfluideingangsanschluss, einen Druckfluidausgangsanschluss sowie einen Drucksensoranschluss. Ein Strömungsdurchgangsschaltabschnitt ist an der oberen Fläche des Basisabschnitts neben einem Druckregelabschnitt vorgesehen und schaltet die Durchgänge, die in Verbindung mit dem Druckfluidausgangsanschluss stehen.

[0010] Eine Ausführungsform der Durchflussratenregelvorrichtung umfasst einen MEMS-Sensor, der unmittelbar im Hauptströmungsabschnitt platziert ist, um die Strömungsrate des Fluides auf der Basis einer Temperaturänderung zu erfassen. Ein Drosselabschnitt ist in Strömungsrichtung hinter dem Ventilstopfen des Strömungsdurchgangsschaltabschnitts vorgesehen. In der JP H09-101827 A ist ein Luftdruckregler mit einem Versorgungsanschluss und einem Ausgangsanschluss, an den eine pneumatische Einrichtung angeschlossen ist, beschrieben. In einem Durchgang zwischen dem Versorgungsanschluss und dem Ausgangsanschluss öffnet und schließt ein Ventilkörper einen Lufteinlass. Das Ventil umfasst einen Abluftanschluss sowie einen Stößel, der in einem zentralen Abschnitt des Ventils angeordnet und mit dem Ventilkörper verbunden ist. Ein erster Membranraum und ein zweiter Membranraum werden durch eine Membran unterteilt. Über ein Zwei-Wege-Magnetventil wird der erste Membranraum mit pneumatischem Druck beaufschlagt, um den Ventilkörper zu betätigen.

[0011] Die JP H08-185229 A beschreibt einen Durchflussregler mit einem Durchflussmessabschnitt, in dem die Durchflussrate eines durch eine Leitung strömenden Fluides mithilfe von zwei Widerstandskörpern erfasst wird. Ein Ventilabschnitt ist rechtsseitig des Durchflussmengenählerabschnitts angeordnet. Der Durchflussmengenählerabschnitt weist linksseitig eine Durchflussmengensteuerungsöffnung auf, in die das Fluid strömt. Hinter der Öffnung ist ein Zwischenelement angeordnet, das das Fluid in einen laminaren Strömungszustand überführt. Dieses Element ist in einem zentralen Abschnitt des Hauptkanals angeordnet und erstreckt sich rechts- und linksseitig über an der Innenwand des Hauptkanals vorgesehene Anschlüsse für die Leitung hinaus.

Zusammenfassung der Erfindung

[0012] Es ist eine allgemeine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Durchflusssteuerung vorzuschlagen, die kleiner und mit einfacherem Aufbau ausgestaltet werden kann, und bei welcher der Stromverbrauch verringert wird. Außerdem soll sie mit geringen Drücken betrieben werden, wenn die Durchflussrate eines Fluides gesteuert wird, wobei die Strömungsrate schnell gesteuert werden kann.

[0013] Die Aufgabe der Erfindung wird durch eine Durchflusssteuerung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0014] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0015] Die vorliegende Erfindung umfasst eine Durchflusssteuerung mit einem Körper, der einen

an einer stromaufwärtsseitigen Seite vorgesehenen ersten Durchgang aufweist, durch welchen ein Fluid strömt, einen an einer stromabwärtsseitigen Seite relativ zu dem ersten Durchgang vorgesehenen zweiten Durchgang und einen Drosselabschnitt, der zwischen dem ersten Durchgang und dem zweiten Durchgang vorgesehen ist, einen an dem Körper vorgesehenen Durchflussratendetektor, der eine Detektionseinheit aufweist, welche die Strömungsrate des Fluides, das von dem ersten Durchgang zu dem zweiten Durchgang fließt, erfassen kann, eine Strömungsratesteuerung zur Steuerung einer Strömungsrate des Fluides durch den Ventilkörper, die parallel zu dem Durchflussratendetektor angeordnet ist, wobei die Durchflussratensteuerung eine Membrananordnung umfasst, die durch die Zufuhr von Pilot-Steuerluft verschoben wird, einen mit der Membrananordnung über einen Stab verbundenen Ventilkörper und eine Feder, welche den Ventilkörper in eine Richtung vorspannt, in welcher er auf einem in dem Körper ausgebildeten Ventilsitz aufsetzt, wobei die Detektionseinheit durch einen MEMS-Sensor gebildet wird, wobei die Durchflussratensteuerung außerdem eine Ausgleichsstruktur für den Ausgleich einer von der Membrananordnung auf den Ventilkörper aufgebrachten Druckkraft mit einer von der Feder auf den Ventilkörper aufgebrachten Druckkraft aufweist.

[0016] Indem gemäß der vorliegenden Erfindung, die Durchflussratendetektionseinheit mit der Detektionseinheit, welche die Strömungsrate des Fluides erfassen kann, in dem Körper vorgesehen wird, welcher die ersten und zweiten Durchgänge und den Drosselabschnitt aufweist, durch welche das Fluid strömt, und indem der MEMS-Sensor in der Detektionseinheit eingesetzt wird, kann die Erfassungszeit beim Erfassen der Strömungsrate des Fluides verkürzt werden. Außerdem kann die Vorrichtung kleiner ausgestaltet werden. Da die Vorrichtung mit geringem Strom betrieben werden kann, kann gleichzeitig der Stromverbrauch verringert werden. Da eine Ausgleichsstruktur zum Ausgleich einer von der Membrananordnung auf den Ventilkörper aufgebrachten Druckkraft mit einer von der Feder auf den Ventilkörper aufgebrachten Druckkraft vorgesehen ist, kann der Ventilkörper einfach durch Niederdruck-Pilotluft betätigt werden. Gleichzeitig kann die Feder mit einer geringen Rückstellkraft vorgesehen werden, wodurch der Ventilkörper schnell betätigt werden und die Durchflussratensteuereinheit verkleinert werden kann. Hierdurch kann die Durchflusssteuerung insgesamt kleiner ausgestaltet werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0017] Fig. 1 ist eine Gesamtübersicht einer Durchflusssteuerung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0018] Fig. 2 ist ein vergrößerter Schnitt durch eine Durchflussratensteuereinheit gemäß Fig. 1; und

[0019] Fig. 3 ist ein schematisches Aufbaudia-gramm eines Durchflussratensteuersystems mit der Durchflusssteuerung gemäß Fig. 1.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0020] Eine bevorzugte Ausführungsform einer Durchflusssteuerung gemäß der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen erläutert.

[0021] In Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 10 eine Durchflusssteuerung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0022] Wie in den Fig. 1 bis Fig. 3 gezeigt ist, umfasst die Durchflusssteuerung 10 eine Durchflussratenerfassungseinheit (Strömungsratedetektor) 14, welche eine Detektionseinheit 12 zur Erfassung einer Strömungsrate eines Fluides aufweist, und eine Durchflussratensteuereinheit (Durchflussratensteuerung) 18, die über einen Adapter 16 mit der Durchflussratenerfassungseinheit 14 verbunden ist und in der Lage ist, die Strömungsrate des Fluides einzustellen. Ein Fluid (beispielsweise Luft), das von einer nicht dargestellten Fluidzufuhrquelle zugeführt wird, strömt, nachdem es von der Seite der Durchflussratenerfassungseinheit 14 zugeführt wurde, zu der Durchflussratensteuereinheit 18. Außerdem können die Durchflussratenerfassungseinheit 14 und die Durchflussratensteuereinheit 18 direkt miteinander verbunden sein, ohne dass der oben beschriebene Adapter 16 dazwischen vorgesehen ist.

[0023] Die Durchflussratenerfassungseinheit 14 besteht aus einem ersten Körper 22 mit einem ersten Durchgang 20, durch welchen ein Fluid strömt, der Erfassungseinheit 12, die so vorgesehen ist, dass sie dem ersten Durchgang gegenüberliegt, um die Strömungsrate des Fluides zu erfassen, einer Steuereinheit 24, die an einem oberen Teil der Detektionseinheit 12 vorgesehen ist und zu welcher ein von der Detektionseinheit 12 erfasstes Detektionsergebnis ausgegeben wird, und einer Anzeigeeinheit 26, welche ein durch die Steuereinheit 24 berechnetes Ergebnis anzeigen kann.

[0024] Der erste Körper 22 umfasst den ersten Durchgang 20, der in einer horizontalen Richtung durch sein Inneres hindurchtritt. Ein Rohr (nicht dargestellt), dem über ein Anschlusselement 28a ein Fluid zugeführt wird, ist mit einem Ende des ersten Körpers 22 verbunden. Mit seinem anderen Ende ist ein zweiter Körper 30, welcher die Durchflussratensteuereinheit 18 bildet, unter Zwischenschaltung des Adapters 16 verbunden. Außerdem tritt das Fluid, das von dem nicht dargestellten Rohr zugeführt wird,

nachdem es durch den ersten Durchgang 20 des ersten Körpers 22 geströmt ist, durch das Innere des Adapters 16 hindurch und wird der Strömungsratensteuereinheit 18 zugeführt.

[0025] Ein Drosselabschnitt 32, dessen Durchmesser sich radial nach innen verringert, ist in dem ersten Durchgang 20 in der Nähe dessen Zentrums in der Längsrichtung vorgesehen. Die Detektionseinheit 12 ist an einem oberen Bereich des ersten Durchgangs 20 so vorgesehen, dass sie dem Drosselabschnitt 32 zugewandt ist. Außerdem ist in dem ersten Durchgang 20 an einer Seite stromaufwärts des Drosselabschnitts 32 oder genauer an einer Position an einer Endseite des ersten Durchgangs 20 relativ zu dem Drosselabschnitt 32 eine Mehrzahl von Strömungsgleichrichtern 34 vorgesehen, um die Strömung des Fluides auszurichten (vgl. Fig. 1). Die Strömungsgleichrichter 34 bestehen aus Platten, in denen Löcher vorgesehen sind, durch welche das Fluid strömen kann. Die Strömungsgleichrichter 34 sind parallel in der Strömungsrichtung des Fluides angeordnet, so dass das Fluid, das durch die Löcher hindurchtritt, ausgerichtet wird und Staub oder dergleichen, der in dem Fluid enthalten ist, entfernt wird.

[0026] Die Detektionseinheit 12 umfasst einen Detektionsdurchgang 36, der eine stromaufwärtsseitige Seite und eine stromabwärtsseitige Seite des Drosselabschnitts 32 in dem ersten Durchgang 20 verbindet, um dadurch einen Bypass um den ersten Durchgang 20 zu bilden, und einen Detektionssensor 38, der so angeordnet ist, dass er dem Detektionsdurchgang 36 zugewandt ist. Der Detektionssensor 38 ist in einem Hohlraum 40 angeordnet, der an einer äußeren Umfangsfläche des ersten Körpers 22 ausgebildet ist.

[0027] Der Detektionssensor 38 umfasst einen thermischen Strömungssensor, der eine MEMS(Micro Electronic Mechanical Systems)-Technologie verwendet, und umfasst ein Paar von Temperaturelementen, die um ein wärmegenerierendes Element angeordnet sind, wobei die Strömungsrate des Fluides, das durch den Detektionsdurchgang 36 strömt, auf der Basis der Änderung eines Widerstandswertes der Temperaturelemente erfasst wird. Außerdem wird die Strömungsrate des Fluides durch ein Sensorsubstrat 42, das mit dem Detektionssensor 38 verbunden ist, als ein Detektionssignal an die Steuereinheit 24 ausgegeben.

[0028] Die Steuereinheit 24 ist an einem oberen Teil des ersten Körpers 22, welcher der Detektionseinheit 12 zugewandt ist, angebracht. Ein Steuerungssubstrat 44, das elektrisch an den Detektionssensor 38 angeschlossen ist, ist im Inneren des ersten Gehäuses 46 aufgenommen. Eine Anschlussverbindungseinheit 48, die von außen an einen Anschluss ange-

geschlossen werden kann, ist an einem Seitenbereich des ersten Gehäuses **46** vorgesehen.

[0029] Die Anzeigeeinheit **26** umfasst ein Anzeigesubstrat **52**, das an einem oberen Teil des ersten Gehäuses **46** der Steuereinheit **24** angebracht ist, und das über Leitungsdrähte **50** elektrisch an das Steuerungssubstrat **44** angeschlossen ist, und eine Anzeige (Display) **54**, welche die Strömungsrate des Fluides, die durch die Detektionseinheit **12** oder dergleichen erfasst wurde, anzeigen kann. Das Anzeigesubstrat **52** und die Anzeige **54** sind im Inneren eines zweiten Gehäuses **56** aufgenommen, wobei die Anzeige **54** so angeordnet ist, dass sie es ermöglicht, von außen abgelesen zu werden. Das Anzeigesubstrat **52** ist außerdem über Leitungsdrähte **50** elektrisch an die Anschlussverbindungseinheit **48** angeschlossen.

[0030] Die Strömungsratesteuerungseinheit **18** umfasst den zweiten Körper **30**, der an die Strömungsratedetektionseinheit **14** angeschlossen ist, ein Steuerventil **58**, das im Inneren des zweiten Körpers **30** vorgesehen ist und das die Strömungsrate des Fluides, welches durch das Innere des zweiten Körpers **30** strömt, einstellen kann, und eine Schalteinheit **60**, die an einem oberen Teil des zweiten Körpers **30** vorgesehen ist, um zwischen geöffneten und geschlossenen Zuständen des Steuerventils **58** umzuschalten.

[0031] Der zweite Körper **30** ist im Wesentlichen entlang einer geraden Linie mit dem ersten Körper **22** verbunden und weist in seinem Inneren einen zweiten Durchgang **62** auf, durch welchen das Fluid strömt. In der Mitte entlang des zweiten Durchgangs **62** ist ein Ventilsitz **66** ausgebildet, auf welchem ein Ventilkörper **64** des später beschriebenen Steuerventils **58** aufsetzen kann. Der Ventilsitz **66** weist eine Ringform auf, die nach unten gewandt ist. Außerdem ist ein nicht dargestelltes Rohr oder dergleichen über ein Anschlusselement **28b** mit der anderen Seite des zweiten Körpers **30** verbunden.

[0032] Das Steuerventil **58** umfasst ein Hohlraum **68**, der an einem oberen Teil des zweiten Körpers **30** ausgebildet ist, eine Membrananordnung **72**, die in einem Raum vorgesehen ist, welcher zwischen dem Hohlraum **68** und einem den Hohlraum **68** abdeckenden Abdeckelement **70** ausgebildet ist, einen Stab **74**, welcher mit der Membrananordnung **72** verbunden und so vorgesehen ist, dass er sich in einer Richtung senkrecht zu dem zweiten Durchgang **62** verschieben kann, den Ventilkörper **64**, welcher mit einem unteren Ende des Stabes **74** verbunden ist, und eine Feder **78**, die zwischen dem Ventilkörper **64** und einem Stopfen **76**, der mit einem unteren Teil des zweiten Körpers **30** verbunden ist, angeordnet ist.

[0033] Die Membrananordnung **72** besteht aus einer flexiblen Dünnschichtmembran **80**, die zwischen dem zweiten Körper **30** und dem Abdeckelement **70** gehalten ist, und Halteelementen **82a**, **82b**, welche eine obere Oberflächenseite und eine untere Oberflächenseite in einem zentralen Bereich der Membran **80** sandwichartig zwischen sich aufnehmen. Außerdem bildet der Raum, der zwischen der Membrananordnung **72** und dem Abdeckelement **70** ausgebildet ist, eine Zufuhrkammer **84**, welcher Pilot- oder Steuerluft durch die Schaltwirkung eines Zufuhrelektromagnetventils (Zufuhrventil) **92** einer Schalteinheit (Schaltventil) **60** zugeführt wird. Die Zufuhrkammer **84** steht mit einem Zufuhrdurchgang **86** in Verbindung, der stromaufwärts einer Stelle, an welcher das Steuerventil **58** in dem zweiten Durchgang **62** angeordnet ist, angeschlossen ist, wodurch Fluid, das durch den Zufuhrdurchgang **86** hindurchtritt, von dem zweiten Durchgang **62** in die Zufuhrkammer **84** eingeführt wird.

[0034] Der Stab **74** ist so angebracht, dass er sich von dem Zentrum der Halteelemente **82a**, **82b** nach unten erstreckt, und wird zur Verschiebung entlang einer Führungsöffnung **88** in dem zweiten Körper **30** geführt. Die Führungsöffnung **88** ist so gestaltet, dass sie durch das Zentrum des Ventilsitzes **66** hindurchtritt.

[0035] Der Ventilkörper **64** weist einen im Wesentlichen U-förmigen Querschnitt auf und umfasst einen Sitzabschnitt **90**, der an seinem oberen Teil ausgebildet ist, und einen rohrförmigen Abschnitt **91**, der sich senkrecht zu dem Sitzabschnitt **90** nach unten erstreckt. Der Stab **74** ist durch einen Bolzen **97** mit der Mitte des Sitzabschnittes **90** verbunden. Die Feder **78** ist in das Innere des rohrförmigen Abschnitts **91** eingesetzt. Außerdem sind mehrere Verbindungslöcher **93** in dem Sitzabschnitt **90** ausgebildet, die in der axialen Richtung des Ventilkörpers **64** zu einer radial inneren Seite des rohrförmigen Abschnitts **91** durchtreten, so dass die obere Oberflächenseite und die untere Oberflächenseite des Sitzabschnittes **90** durch die Verbindungslöcher **93** kontinuierlich in Verbindung gehalten werden.

[0036] Außerdem wird der Ventilkörper **64** normalerweise durch eine elastische Kraft der Feder **78** nach oben gepresst, so dass der Ventilkörper **64** durch die Presskraft auf den Ventilsitz **66**, der oberhalb des Ventilkörpers **64** ausgebildet ist, aufgesetzt wird. Dadurch wird die Verbindung zwischen den Seiten stromaufwärts und stromabwärts des zweiten Durchgangs **62** zentral um das Steuerventil **58** blockiert. Zu dieser Zeit wird Luft aus dem zweiten Durchgang **62** stromabwärts des Ventilkörpers **64** durch die Verbindungslöcher **93** in das Innere des Raumes **94** eingeführt, in welchem die Feder **78** angeordnet ist. Dadurch wird der Ventilkörper **64** in einen ausbalancierten Zustand versetzt, in welchem im Wesentlichen

der gleiche Druck nach oben und nach unten auf die obere Oberflächenseite und der unteren Oberflächenseite des Sitzabschnitts **90** ausgeübt wird.

[0037] Dementsprechend kann beispielsweise dann, wenn der Ventilkörper **64** von dem Ventilsitz **66** abhebt, so dass der Ventil-Offen-Zustand herbeigeführt wird, weil eine Druckkraft auf den Ventilkörper **64** aufgebracht wird, die nur so groß sein muss, dass sie ausreicht, um die elastische Kraft der Feder **78** zu überwinden, der Ventilkörper **64** schnell und mit geringem Druck betätigt werden.

[0038] Die Schalteinheit **60** umfasst das Zufuhrelektromagnetventil **92** für die Zufuhr von Fluid, das durch den zweiten Durchgang **62** zu der Zufuhrkammer **84** hindurchtritt, und ein Abblasselektromagnetventil (Ablassventil) **94** zum Abführen von Fluid, welches der Zufuhrkammer **84** zugeführt wurde, nach außen. Das Zufuhrelektromagnetventil **92** und das Abblasselektromagnetventil **94** werden auf der Basis von Steuersignalen, die von der Steuereinheit **24** der Durchflussratendetektionseinheit **14** zugeführt werden, eingeschaltet (erregt), wodurch das Umschalten zwischen Zufuhr- und Abfuhrzuständen des Fluides zu/von der Zufuhrkammer **84** durchgeführt wird.

[0039] Im Einzelnen wird durch Betätigung des Zufuhrelektromagnetventils **92** Fluid, das von dem zweiten Durchgang **62** in den Zufuhrdurchgang **86** geströmt ist, in die Zufuhrkammer **84** eingeführt, wodurch die Membrananordnung **72** durch das Fluid mit Druck beaufschlagt und nach unten verschoben wird. Als Folge hiervon wird der Ventilkörper **64** über den Stab **74** entgegen der elastischen Kraft der Feder **78** nach unten verschoben, wodurch der Ventilkörper **64** von dem Ventilsitz **66** abhebt und eine Verbindung mit dem zweiten Durchgang **62** hergestellt wird. Umgekehrt wird durch Betätigung des Abblasselektromagnetventils **94** das Fluid aus der Zufuhrkammer **84** nach außen abgeführt, wodurch die nach unten gerichtete Druckkraft auf die Membrananordnung **72** abgebaut wird. Dementsprechend wird der Ventilkörper **64** durch die elastische Kraft der Feder **78** nach oben (in einer Richtung des Pfeils A) gepresst, und durch Aufsetzen des Ventilkörpers **64** auf dem Ventilsitz **66** wird der Verbindungszustand mit dem zweiten Durchgang **62** unterbrochen.

[0040] Außerdem sind die Steuersignale, die zu dem oben genannten Zufuhrelektromagnetventil **92** und dem Abblasselektromagnetventil **94** ausgegeben werden, beispielsweise PWM (pulsweitenmodulierte) Signale oder PFM (pulsfrequenzmodulierte) Signale, wodurch das Zufuhrelektromagnetventil **92** und das Abblasselektromagnetventil **94** auf der Basis dieser Steuersignale periodisch betrieben werden. Im Einzelnen werden entsprechend der PWM-Steuerung oder der PFM-Steuerung das Zufuhrelektromagnetventil **92** und das Abblasselektromagnetventil **94** nicht

kontinuierlich betätigt, so dass sie derart gesteuert werden können, dass die von ihnen ausgestrahlte Wärmemenge verringert wird.

[0041] Außerdem wird das Zufuhrelektromagnetventil **92** und das Abblasselektromagnetventil **94** durch Zweiwegeventile gebildet, die in der Lage sind, durch entsprechende elektrische Signale elektrisch geschaltet zu werden, so dass durch Eingabe der oben genannten Steuersignale die Zufuhrkammer **84** in einen Zustand versetzt wird, in dem sie mit dem Zufuhrdurchgang **68** oder alternativ mit der Umgebung verbunden wird.

[0042] Das Zufuhrelektromagnetventil **92** und das Abblasselektromagnetventil **94** sind nicht darauf beschränkt, dass sie durch zwei Zweiwegeventile gebildet werden. Beispielsweise können anstelle der beiden Zweiwegeventile das Zufuhrelektromagnetventil **92** und das Abblasselektromagnetventil **94** auch durch ein einzelnes Dreiwegeventil oder ein einzelnes Fünfwegeventil gebildet werden.

[0043] Die Durchflussteuerung **10** gemäß der vorliegenden Erfindung ist im Wesentlichen wie oben beschrieben aufgebaut. Als nächstes werden die Betriebsweise und Vorteile der Durchflussteuerung **10** erläutert. In der nachfolgenden Beschreibung wird, wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt, ein Ventil-Geschlossen-Zustand als ein Ursprungszustand erläutert, in welchem der Ventilkörper **64** durch die elastische Kraft der Feder **78** auf dem Ventilsitz **66** auf sitzt, ohne dass irgendwelche Steuersignale von der Steuereinheit **24** zu dem Zufuhrelektromagnetventil **92** und dem Abblasselektromagnetventil **94** ausgegeben wurden. Hierbei ist die Verbindung zu dem zweiten Durchgang **62** blockiert.

[0044] Zunächst wird Fluid (beispielsweise Luft) durch ein nicht dargestelltes Rohr dem ersten Durchgang **20** der Durchflussratendetektionseinheit **14** zugeführt. Das Fluid tritt durch die Löcher der mehreren Strömungsgleichrichtern **34** in dem ersten Durchgang **20** hindurch und fließt stromabwärts. Zu dieser Zeit wird der Staub, der in dem Fluid enthalten ist, durch die mehreren Strömungsgleichrichter **34** in dem ersten Durchgang **20** gefangen und entfernt, die Strömung des Fluides wird gleichgerichtet, und das Fluid strömt stromabwärts.

[0045] Gleichzeitig wird von der Steuereinheit **24** ein Steuersignal zu dem Zufuhrelektromagnetventil **92** ausgegeben. Durch Erregen des Zufuhrelektromagnetventils **92** wird der Zufuhrdurchgang **86** in einen Zustand versetzt, in dem er mit dem zweiten Durchgang **62** verbunden ist. Dementsprechend wird ein Teil des Fluides, das dem zweiten Durchgang **62** zugeführt wurde, als Pilot- oder Steuerluft in die Zufuhrkammer **84** eingeführt, und die Membrananordnung **72** wird durch die Pilotluft zusammen mit dem Stab

74 nach unten gepresst. Außerdem wird der Ventilkörper **64** entgegen der elastischen Kraft der Feder **78** nach unten verschoben, und als Folge des Abhebens des Ventilkörpers **64** von dem Ventilsitz **66**, so dass der erste Durchgang **20** und der zweite Durchgang **62** miteinander verbunden werden, strömt Fluid von dem ersten Durchgang **20** der Durchflussratendetektionseinheit **14** in den zweiten Durchgang **62** der Durchflussratensteuereinheit **18**.

[0046] Weil zu dieser Zeit in dem Ventil-Geschlossen-Zustand der Ventilkörper **64** in einem ausbalancierten Zustand ist, in welchem Luft stromabwärts des Ventilkörpers **64** im Gleichgewicht auf die obere Oberflächenseite und die untere Oberflächenseite des Sitzabschnitts **90** drückt, kann zu dieser Zeit die Membrananordnung **72** sofort nach unten verschoben werden, um den Ventil-Offen-Zustand herzustellen, auch wenn der Zufuhrkammer **84** Pilotluft mit geringem Druck zugeführt wird.

[0047] Außerdem tritt bei der Strömungsratendetektionseinheit **14** das Fluid durch den Drosselabschnitt **32** mit verringertem Durchmesser hindurch und fließt zu dem zweiten Durchgang **62** der Strömungsratensteuereinheit **18**. Gleichzeitig strömt ein Teil des Fluides von der Seite stromaufwärts des Drosselabschnitts **32** in den Detektionsdurchgang **36** und von der Seite stromabwärts des Drosselabschnitts **32** wiederum in den ersten Durchgang **20** und vereint sich mit der dortigen Strömung. Im Hinblick auf das in dem Detektionsdurchgang **36** eingeführte Fluid wird die Strömungsrate durch den Detektionssensor **38** auf der Basis einer Widerstandsdifferenz detektiert, die durch das Paar von Temperaturmesselementen generiert wird. Das Detektionsergebnis wird als ein Detektionssignal über das Sensorsubstrat **42** an das Steuerungssubstrat **44** ausgegeben. Außerdem wird die Strömungsrate des Fluides beispielsweise zu der Anzeige **54** der Anzeigeeinheit **26** ausgegeben und dort angezeigt.

[0048] Außerdem wird die durch die Detektionseinheit **12** erfasste Strömungsrate mit einer vorab in der Steuereinheit **24** eingestellten Strömungsrate verglichen, und es wird beurteilt, ob die Strömungsrate der voreingestellten Strömungsrate entspricht oder nicht. Ist beispielsweise die Strömungsrate des Fluides geringer als die eingestellte Strömungsrate, wird, weil es dann notwendig ist, die Strömungsrate zu erhöhen, ein Steuersignal von der Steuereinheit **24** an das Zufuhrelektromagnetventil **92** ausgegeben und die zugeführte Menge des, der Zufuhrkammer **84** zugeführten Fluides erhöht. Als Folge hiervon wird die Membrananordnung **72** weiter nach unten verschoben, um die Strömungsrate des Fluides, das durch den zweiten Durchgang **62** strömt, zu erhöhen, so dass die Strömungsrate des Fluides so gesteuert wird, dass sie die eingestellte Strömungsrate erreicht.

[0049] Andererseits wird in dem Fall, dass die Strömungsrate des Fluides größer ist als die eingestellte Strömungsrate, eine Steuerung durchgeführt, um den Öffnungsgrad des Steuerventils zu verringern und dadurch die Strömungsrate zu reduzieren. In diesem Fall werden von der Steuereinheit **24** individuell Steuersignale an das Zufuhrelektromagnetventil **92** und das Abblasselektromagnetventil **94** ausgegeben. Außerdem wird das Zufuhrelektromagnetventil **92** in einen AUS-Zustand versetzt, wodurch die Zufuhr von Fluid zu der Zufuhrkammer **84** durch Umschalten des Zufuhrelektromagnetventils **92** unterbrochen wird. Gleichzeitig wird durch Umschalten des Abblasselektromagnetventils **94** Fluid aus der Zufuhrkammer **84** nach außen abgeführt. Als Folge hiervon wird die Druckkraft, welche die Membrananordnung **72** nach unten presst, abgebaut, wodurch der Ventilkörper **64**, der Stab **74** und die Membrananordnung **72** durch die elastische Kraft der Feder **78** nach oben verschoben werden. Die Strömungsrate des Fluides, das zwischen dem Ventilkörper **64** und dem Ventilsitz **66** strömt, wird gedrosselt und verringert.

[0050] Als Folge hiervon wird die Strömungsrate des Fluides, das durch den zweiten Durchgang **62** strömt, verringert, und die Strömungsrate des Fluides wird so gesteuert, dass sie die eingestellte Strömungsrate erreicht.

[0051] Obwohl bei der oben beschriebenen Ausführungsform eine Gestaltung vorgesehen ist, bei welcher der Zufuhrdurchgang **86** für die Zufuhr von Fluid in die Zufuhrkammer **84** stromabwärts der Durchflussratendetektionseinheit **14** vorgesehen ist, wird die Erfindung durch dieses Merkmal nicht eingeschränkt. Beispielsweise kann der Zufuhrdurchgang **86** auch stromaufwärts der Durchflussratendetektionseinheit **14** vorgesehen sein, wodurch Fluid, das durch den ersten Durchgang **20** strömt, der Zufuhrkammer **84** zugeführt wird. Da in diesem Fall das Fluid, das als Pilotluft zur Betätigung der Durchflussratensteuereinheit **18** dient, nicht in der Durchflussratendetektionseinheit **14** erfasst wird, können die Strömungsrate des Fluides, welches stromabwärts der Durchflussratensteuereinheit **18** fließt; und die Strömungsrate, die durch die Durchflussratendetektionseinheit **14** erfasst wird, mit hoher Genauigkeit übereinstimmen.

[0052] Außerdem ist die Durchflussratensteuereinheit **18** nicht darauf eingeschränkt, stromabwärts der Durchflussratendetektionseinheit **14** angeordnet zu sein und kann stattdessen auch stromaufwärts der Durchflussratendetektionseinheit **14** vorgesehen sein.

[0053] Statt das Zufuhrelektromagnetventil **92** und das Abblasselektromagnetventil **94** der Schalteinheit **60** direkt an dem zweiten Körper **30** der Durchfluss-

ratensteuereinheit **18** vorzusehen, können sie außerdem auch an Positionen angeordnet sein, die von der Durchflussratensteuereinheit **18** getrennt sind, und die Durchflussratensteuereinheit **18** kann ferngesteuert betrieben werden, um die Fluiddurchflussrate zu steuern.

[0054] Auf die oben beschriebene Weise kann gemäß der vorliegenden Ausführungsform in der Detektionseinheit **12** der Durchflussratendetektionseinheit **14** die Detektionszeit verkürzt werden, da ein thermischer Strömungssensor, welcher MEMS-Technologie einsetzt, verwendet wird, wenn die Durchflussrate des Fluids erfasst wird. Da die Detektionseinheit **12** mit geringem Strom betrieben werden kann, kann der Stromverbrauch reduziert werden.

[0055] Außerdem wird bei der Durchflussratensteuereinheit **18**, welche die Fluiddurchflussrate steuern kann, das Steuerventil **48** durch die Zufuhr eines Fluids verschoben. Da eine ausbalancierte Gestaltung vorgesehen ist, bei welcher die von der Membrananordnung **72** auf den Ventilkörper **64** ausgeübte Druckkraft und die von der Feder **78** auf den Ventilkörper **64** ausgeübte Druckkraft in Gleichgewicht stehen, wenn die Membrananordnung **72** gepresst wird, kann die Membrananordnung **72** mit Pilotluft mit geringen Druck verschoben werden, und der Ventilkörper **64** kann schnell betätigt werden. Somit kann eine Durchflussssteuerung **10** erreicht werden, die mit geringen Drücken betätigt werden kann. Da eine kleine Feder **78** eingesetzt werden kann, kann außerdem die Durchflussratensteuereinheit **18** mit der oben genannten Feder **78** kleiner ausgestaltet werden und gleichzeitig eine Verkleinerung der gesamten Durchflussssteuerung **10** erleichtert werden.

[0056] Außerdem ist es bei der oben beschriebenen Durchflussssteuerung beispielsweise in dem Fall, dass die Steuerung einer großen Durchflussrate in der Größenordnung von 1.000 l/min durchgeführt wird, notwendig, die effektive Fläche des zweiten Durchgangs **72** entsprechend dieser durchfließenden großen Strömungsrate zu vergrößern. Dies ist verbunden mit der Wahl einer großen Kolbenfläche für den Ventilkörper. Außerdem muss eine Feder vorgesehen werden, die eine große elastische Kraft aufweist, um die von dem Fluid aufgebrachte Druckkraft zu überwinden und den Ventilkörper auf den Ventil Sitz aufzusetzen. Dies ist mit einer Vergrößerung der Feder verbunden, und aufgrund der großen elastischen Kraft der Feder muss auch die Betätigungskraft, wenn der Ventilkörper entgegen der elastischen Kraft verschoben wird, groß sein. Es ist schwierig, den Ventilkörper mit geringen Drücken zu betätigen.

[0057] Im Gegensatz dazu wird bei der Konfiguration der vorliegenden Erfindung das Steuerventil **58** mit dem oben beschriebenen ausbalancierten Aufbau eingesetzt. Da die jeweiligen Druckkräfte nor-

malerweise gleichmäßig auf die obere Oberflächen- und die untere Oberflächenseite des Ventilkörpers **64** aufgebracht werden, ist es selbst in einem Fall, in dem die effektive Fläche des zweiten Durchgangs **62** und die Kolbenfläche des Ventilkörpers **64** vergrößert werden, so dass die Steuerung einer großen Strömungsrate durchgeführt wird, nicht notwendig, die Größe der Feder **78** zu erhöhen. Die Betätigung kann schnell und mit geringen Drücken erfolgen.

[0058] Im Einzelnen kann im Vergleich zu einer Durchflussssteuerung, die eine Durchflussratensteuereinheit ohne einen solchen ausbalancierten Aufbau aufweist, mit der vorliegenden Durchflussssteuerung beispielsweise die Steuerung einer großen Strömungsrate von 1.000 l/min oder mehr durchgeführt werden.

[0059] Da die Steuersignale, die zu dem Zufuhrelektromagnetventil **92** und dem Abblasselektromagnetventil **94** der Schalteinheit **60** ausgegeben werden, PWM (pulsweitenmodulierte) Signale oder PFM (pulsfrequenzmodulierte) Signale sind und das Zufuhrelektromagnetventil **92** und das Abblasselektromagnetventil **94** intermittierend (periodisch) auf der Basis dieser Steuersignale betätigt werden, kann weiterhin im Vergleich zu einem Fall, bei welchem das Zufuhrelektromagnetventil **92** und das Abblasselektromagnetventil **94** kontinuierlich betrieben werden, die erzeugte Wärmemenge verringert werden. Eine Verschlechterung der Detektionsgenauigkeit durch die von der Schalteinheit **60** emittierte Wärme, die auf die Durchflussratendetektionseinheit **14** übertragen wird, kann vermieden werden. Außerdem kann der Stromverbrauch in der Schalteinheit **60** reduziert werden.

[0060] Da bei der Durchflussratensteuereinheit **18** keine Notwendigkeit besteht, das Zufuhrelektromagnetventil **92** und das Abblasselektromagnetventil **94** zu betätigen, wenn die Durchflussrate des Fluides stabil ist, kann außerdem ihre Lebensdauer erhöht werden, und der Stromverbrauch kann verringert werden.

[0061] Die Durchflussssteuerung gemäß der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die oben beschriebene Ausführungsform beschränkt. Es versteht sich, dass verschiedene modifizierte oder zusätzliche Gestaltungen vorgesehen werden können, ohne den Kern und die Idee der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Eine Durchflussssteuerung mit:
einem Körper (**22**, **30**), der einen ersten Durchgang (**20**), welcher an einer stromaufwärtsseitigen Seite vorgesehen ist und durch welchen ein Fluid strömt,

einen zweiten Durchgang (62), welcher stromabwärts des ersten Durchgangs (20) vorgesehen ist, und einen Drosselabschnitt (32) aufweist, welcher zwischen dem ersten Durchgang (20) und dem zweiten Durchgang (62) vorgesehen ist;
 einem Durchflussratendetektor (14), der an dem Körper (22, 30) vorgesehen ist und der eine Detektionseinheit (12) aufweist, die in der Lage ist, die Durchflussrate des Fluides, das von dem ersten Durchgang (20) zu dem zweiten Durchgang (62) strömt, zu erfassen;
 einer Durchflussratensteuerung (18) zur Steuerung einer Durchflussrate des Fluides durch den Ventilkörper (64), die parallel zu dem Durchflussratendetektor (14) angeordnet ist, wobei die Durchflussratensteuerung (18) eine Membrananordnung (72), welche durch die Zufuhr von Pilotluft verschoben wird, einen über einen Stab (74) mit der Membrananordnung (72) verbundenen Ventilkörper (64) und eine Feder (78) aufweist, welche den Ventilkörper (64) in einer Richtung vorspannt, in welcher er auf einem in dem Körper (22, 30) ausgebildeten Ventilsitz (66) aufgesetzt wird,
 wobei die Detektionseinheit (12) durch einen MEMS-Sensor gebildet wird, wobei die Durchflussratensteuerung (18) außerdem eine Ausgleichsstruktur zum Ausgleichen einer Druckkraft, die von der Membrananordnung (72) auf den Ventilkörper (64) ausgeübt wird, mit einer Druckkraft, die von der Feder (78) auf den Ventilkörper (64) ausgeübt wird, aufweist **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektionseinheit (12) einen Detektionsdurchgang (36), welcher eine Seite stromaufwärts und eine Seite stromabwärts des Drosselabschnitts (32) miteinander verbindet, um dadurch den ersten Durchgang (20) zu umgehen, und einen Detektionssensor (38) aufweist, der so angeordnet ist, dass er dem Detektionsdurchgang (36) gegenüberliegt.

2. Die Durchflusssteuerung nach Anspruch 1, wobei die Durchflussratensteuereinheit (18) außerdem ein Schaltventil (60) zum Schalten eines Zufuhrzustands der Pilotluft aufweist, wobei das Schaltventil (60) durch ein Steuersignal betätigt wird, das von einer Steuereinheit (24) ausgegeben wird, wobei das Steuersignal ein PWM-Signal oder ein PFM-Signal ist.

3. Die Durchflusssteuerung nach Anspruch 2, wobei das Schaltventil (60) aus einem Zufuhrventil (92), welches die Pilotluft einer Zufuhrkammer zuführt, die zwischen der Membrananordnung (72) und dem Körper (30) ausgebildet ist, um die Membrananordnung (72) zu betätigen, und einem Auslassventil (94) besteht, welches die Pilotluft von der Zufuhrkammer (84) nach außen abführt, um die Membrananordnung (72) zurückzuführen, wobei das Zufuhrventil (92) und das Auslassventil (94) Zweiwegeventile aufweisen, welche durch das Steuersignal betätigt werden.

4. Die Durchflusssteuerung nach Anspruch 1, wobei eine elastische Kraft der Feder (78) auf den Ventilkörper (64) in der gleichen Richtung aufgebracht wird, wie die Strömungsrichtung des Fluides.

5. Die Durchflusssteuerung nach Anspruch 1, wobei die Pilotluft von einer Seite stromaufwärts des Durchflussratendetektors (14) auf die Membrananordnung (72) aufgebracht wird.

6. Die Durchflusssteuerung nach Anspruch 1, wobei ein Strömungsgleichrichter (34) zum Gleichrichten der Strömung des Fluides in dem ersten Durchgang (20) stromaufwärts des Drosselabschnitts (32) angeordnet ist.

7. Die Durchflusssteuerung nach Anspruch 3, wobei das Zufuhrventil (92) und das Auslassventil (94) jeweils ein Zweiwegeventil aufweisen, welches durch ein Steuersignal elektrisch geschaltet wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

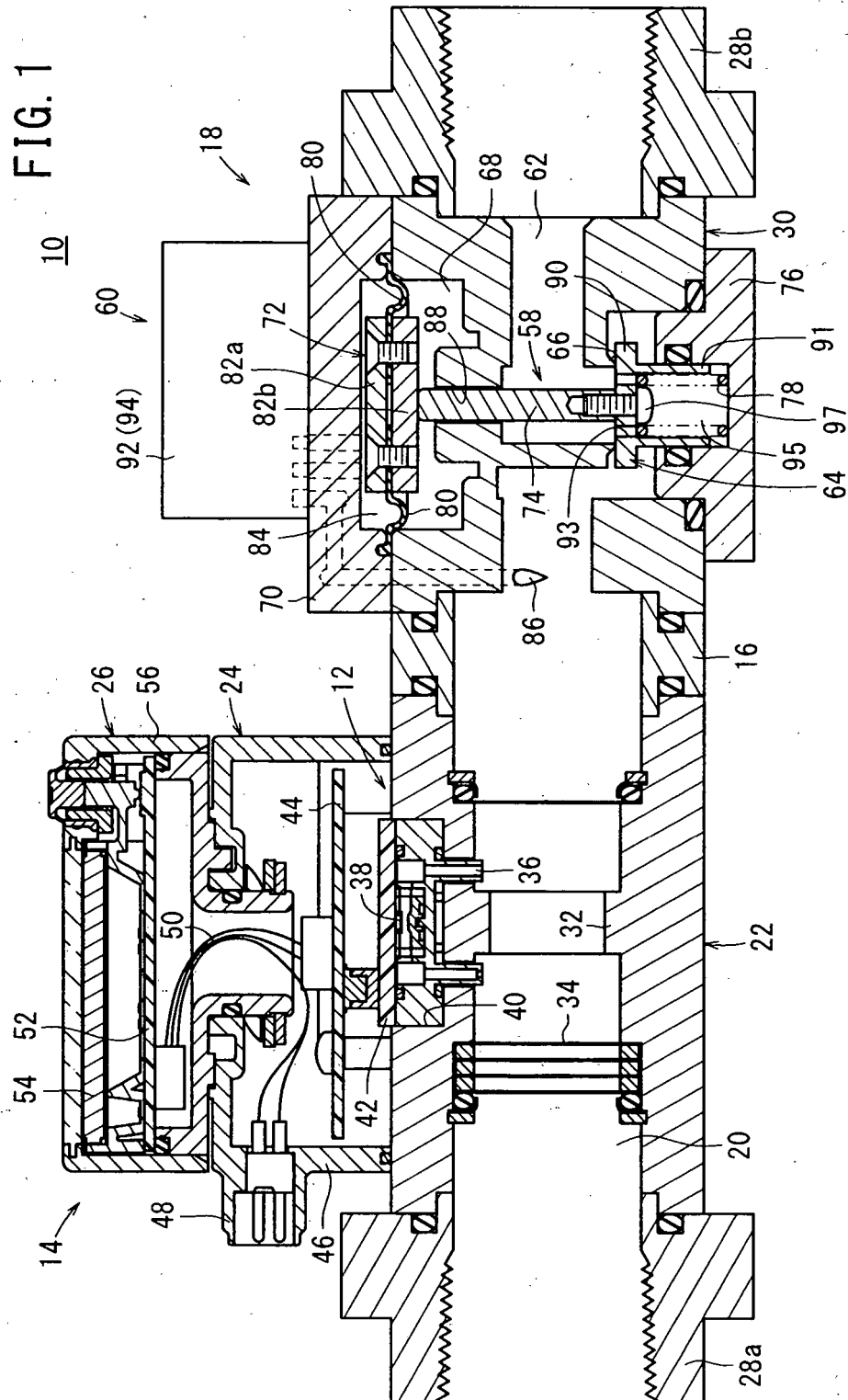


FIG. 2

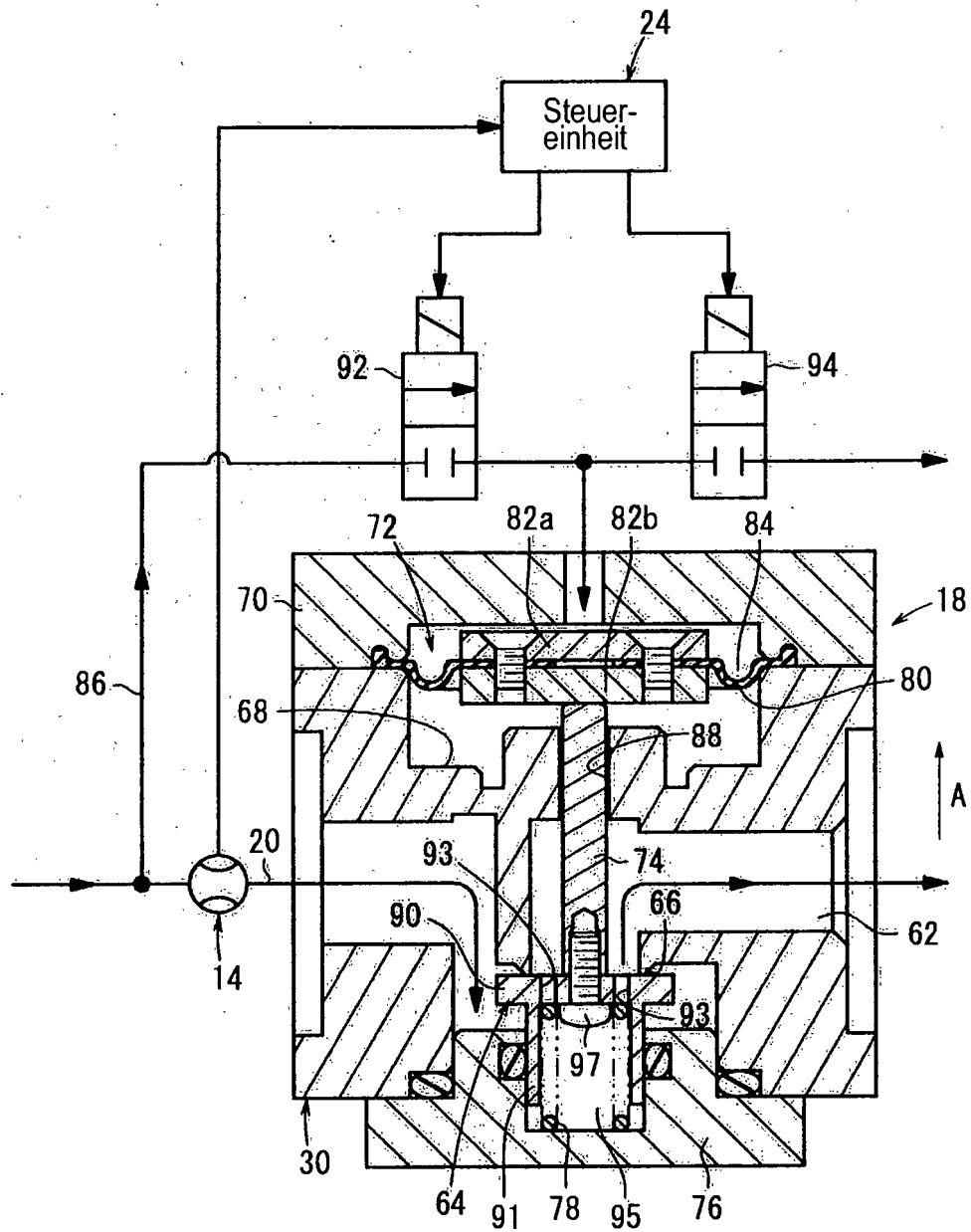


FIG. 3

