

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3302066号
(P3302066)

(45) 発行日 平成14年7月15日 (2002. 7. 15)

(24) 登録日 平成14年4月26日 (2002. 4. 26)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

G 0 1 F 25/00
1/00
1/34
1/42

G 0 1 F 25/00
1/00
1/34
1/42

E
X
C
B

請求項の数 4 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平4-359977
(22) 出願日 平成4年12月28日 (1992. 12. 28)
(65) 公開番号 特開平6-201417
(43) 公開日 平成6年7月19日 (1994. 7. 19)
審査請求日 平成11年11月24日 (1999. 11. 24)

(73) 特許権者 591160338
株式会社技術開発総合研究所
茨城県つくば市下広岡725-29
(73) 特許権者 593000535
繪畑 義衛
東京都葛飾区東立石1-20-8
(72) 発明者 本望 行雄
茨城県つくば市下広岡725-29
(72) 発明者 繪畑 義衛
東京都葛飾区東立石1-20-8
(74) 代理人 100091823
弁理士 櫛淵 昌之 (外1名)

審査官 森 雅之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 定流量発生装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】ハウジング内に設けたノズル本体を通る流体の流速を音速に制御することにより、ノズル本体を通る流体の流量を定流量に制御する定流量発生装置において、前記ハウジングと前記ノズル本体とを別体に形成し、前記ノズル本体を平板構造とし、耐摩耗性に優れた材料で形成し、そこを通る流体の入口の圧力と出口の圧力との圧力比が臨界圧力比以下で任意の一定流量となるようにその断面積が設定された孔部を有し、このノズル本体を前記ハウジング内に取り外し可能に装着したことを特徴とする定流量発生装置。

【請求項2】ハウジング内に設けたノズル本体を通る流体の流速を音速に制御することにより、ノズル本体を通る流体の流量を定流量に制御する定流量発生装置において、前記ハウジングと前記ノズル本体とを別体に形成

2

し、前記ノズル本体を平板構造とし、耐摩耗性に優れた材料で形成し、そこを通る流体の入口の圧力と出口の圧力との圧力比が臨界圧力比以下で任意の一定流量となるようにその断面積が設定された孔部を有し、このノズル本体の孔部の開口面積を調整自在な弁体を設けたことを特徴とする定流量発生装置。

【請求項3】ハウジング内に設けたノズル本体を通る流体の流速を音速に制御することにより、ノズル本体を通る流体の流量を定流量に制御する定流量発生装置において、前記ハウジングと前記ノズル本体とを別体に形成し、前記ノズル本体を平板構造とし、耐摩耗性に優れた材料で形成し、そこを通る流体の入口の圧力と出口の圧力との圧力比が臨界圧力比以下で任意の一定流量となるようにその断面積が設定された孔部を有し、このノズル本体の入口と出口との圧力比が臨界圧力比以下であるか

10

否かを判別する判定器を設けたことを特徴とする定流量発生装置。

【請求項 4】 ハウジング内に設けたノズル本体を通る流体の流速を音速に制御することにより、ノズル本体を通る流体の流量を定流量に制御する定流量発生装置において、前記ハウジングと前記ノズル本体とを別体に形成し、前記ノズル本体を平板構造とし、耐摩耗性に優れた材料で形成し、そこを通る流体の入口の圧力と出口の圧力との圧力比が臨界圧力比以下で任意の一定流量となるようにその断面積が設定された孔部を有し、このノズル本体の入口の圧力を制御する手段を備えたことを特徴とする定流量発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ノズルを通る流体の流速を音速に制御することにより、流量を定流量にする定流量発生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、ハウジング内に設けたノズルを通る流体の流速を音速に制御することにより、前記ノズルを通る流体の流量を定流量に制御する定流量発生装置は知られている。この種のものは、ノズル上流の入口圧力と、ノズル下流の出口圧力との圧力比（＝出口圧力／入口圧力）を、所定の圧力比以下（例えば 0.5 以下）に設定することにより、ノズル部の流速を音速に管理して、そこでの流量を一定流量に制御しようとするものである。

【0003】この定流量発生装置（以下、ソニックノズルという）は、例えば、下流に真空ポンプをつないで、ソニックノズルの上流側に一定流量の流れを作り出したり、上流に圧縮機をつないで、ソニックノズルの下流側に一定流量の流れを作り出したりする場合などに使用されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来のソニックノズルは、ハウジングの内部にノズルを一体的に形成しているため、ノズルの製作が困難であり、コスト高になるという問題がある。また、上述したようにノズル部の流れは音速になるので、その部分は磨耗しやすく、それが磨耗するとソニックノズルを交換しなければならないという問題がある。更に、従来では、ノズルの孔部の断面積を管理することにより、ノズル前後の圧力比を設定するようにしているが、ノズル一体型のものでは、その孔部の加工を精度よく仕上げるのが難しいという問題がある。

【0005】そこで、本発明の目的は、上述した従来の技術が有する問題点を解消し、ノズルの製作が簡単で、かつノズル前後の圧力比の管理が簡単な定流量発生装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、ハウジング内に設けたノズル本体を通る流体の流速を音速に制御することにより、ノズル本体を通る流体の流量を定流量に制御する定流量発生装置において、前記ハウジングと前記ノズル本体とを別体に形成し、前記ノズル本体を平板構造とし、耐摩耗性に優れた材料で形成し、そこを通る流体の入口の圧力と出口の圧力との圧力比が臨界圧力比以下で任意の一定流量となるようにその断面積が設定された孔部を有し、このノズル

10

10 本体を前記ハウジング内に取り外し可能に装着したことを特徴とするものである。
【0007】また、本発明は、ハウジング内に設けたノズル本体を通る流体の流速を音速に制御することにより、ノズル本体を通る流体の流量を定流量に制御する定流量発生装置において、前記ハウジングと前記ノズル本体とを別体に形成し、前記ノズル本体を平板構造とし、耐摩耗性に優れた材料で形成し、そこを通る流体の入口の圧力と出口の圧力との圧力比が臨界圧力比以下で任意の一定流量となるようにその断面積が設定された孔部を有し、このノズル本体の孔部の開口面積を調整自在な弁体を設けたことを特徴とするものである。

20

【0008】更に、本発明は、ハウジング内に設けたノズル本体を通る流体の流速を音速に制御することにより、ノズル本体を通る流体の流量を定流量に制御する定流量発生装置において、前記ハウジングと前記ノズル本体とを別体に形成し、前記ノズル本体を平板構造とし、耐摩耗性に優れた材料で形成し、そこを通る流体の入口の圧力と出口の圧力との圧力比が臨界圧力比以下で任意の一定流量となるようにその断面積が設定された孔部を有し、このノズル本体の入口と出口との圧力比が臨界圧力比以下であるか否かを判別する判定器を設けたことを特徴とするものである。また、本発明は、ハウジング内に設けたノズル本体を通る流体の流速を音速に制御することにより、ノズル本体を通る流体の流量を定流量に制御する定流量発生装置において、前記ハウジングと前記ノズル本体とを別体に形成し、前記ノズル本体を平板構造とし、耐摩耗性に優れた材料で形成し、そこを通る流体の入口の圧力と出口の圧力との圧力比が臨界圧力比以下で任意の一定流量となるようにその断面積が設定された孔部を有し、このノズル本体の入口の圧力を制御する手段を備えたことを特徴とするものである。

30

40

【0009】

【作用】本発明によれば、ノズル本体をハウジング内に取り外し可能に装着しているため、ノズル本体を加工するにはそれを単独で加工することができ、ノズル本体が磨耗してノズル前後の圧力比の管理が難しくなった場合には、ノズル本体だけを交換すればよいので、管理は簡単になる。

【0010】また、定流量を発生させるためには、ノズル本体の入口と出口との圧力比を管理する必要がある

50

が、ノズル本体の開口面積を、弁体により調整自在にしておけば、その開口面積を任意に変えることができるので、圧力比の管理が簡単になると共に、その圧力比が、所定の圧力比以下であるか否かを判別する判定器を設けておけば、判定結果をリアルタイムに知ることができ、例えば、その判定器に警報器等をつなぐことにより、警報として出力することができる。

【0011】

【実施例】以下、本発明による定流量発生装置の一実施例を図面を参照して説明する。

【0012】図1において、1はソニックノズルのハウジングを示している。このハウジング1は例えばSUS303などの加工の容易な材料により製造されており、その内周部の中程には段部3が設けられている。この段部3を境界にして、図中左側は入口5に、右側は出口7になっている。

【0013】そして、この段部3にはノズル本体9が取り外し可能に装着されている。このノズル本体9の外周にはリング11が嵌め込まれ、このリング11はその外周をシールしている。また、ノズル本体9の内周には孔部13が設けられ、この孔部13は、後述するよう*

$$(P_2 / P_1)^c = \{2 / (\kappa + 1)\}^{\kappa / (\kappa - 1)} \dots\dots (1)$$

この結果、ノズルの最小断面積をA、入口温度をT₁とすると、臨界重量流量G_cは、

$$G_c = A \cdot P_1 \cdot (2g / RT_1)^{1/2} \cdot \{2 / (\kappa + 1)\}^{1/(\kappa - 1)}$$

となり、ここで、定数項を と置くと、

【0019】

$$G_c = \alpha \cdot A \cdot P_1 \cdot (1 / RT_1)^{1/2} \dots\dots (3)$$

すなわち、臨界重量流量G_cは設計因子であるノズルの断面積A、ノズルの入口状態である圧力P₁、温度T₁、そして気体の種類で定まるガス定数Rに影響されて、出口の圧力P₂には影響されないことが分かる。この考えを利用して定流量を発生させる考えは既知である。

【0020】図3は、ソニックノズルの他の使用例を示し、その上流に圧縮機17をつないで、この圧縮機17を通じてソニックノズルに流れを形成すると、その下流に一定流量の流れが形成される。このように使用されるソニックノズルでは、上述のように、ノズル本体9の孔部13に音速の流れが形成されるので、そこは磨耗しやすくなっている。

【0021】しかして、この実施例によれば、ノズル本体9は耐磨耗性に優れた材料により製造されるので、磨耗は生じにくく、仮に磨耗が生じた際には、ノズル本体

*に、そこを通る流体における入口5の圧力P₁と出口7の圧力P₂との圧力比(= P₂ / P₁)が、所定の圧力比以下(例えば0.5以下)になるように、その断面積が設定されている。

【0014】このノズル本体9は耐磨耗性に優れた超鋼やSUS316Lやセラミクスなどの材料で製造され、ハウジング1から取り外し自在になっている。

【0015】ここで、ソニックノズルの使用例を図2を参照して説明する。例えば、その下流に真空ポンプ15をつないで、この真空ポンプ15を通じてソニックノズルに流れを形成すると、その上流に一定流量の流れが形成される。

【0016】図1を参照して、その原理を説明する。絞り部(ノズル本体9)を通る流体の流れは、入口圧力をP₁、出口圧力をP₂、気体の比熱比をとした場合に、圧力比(= P₂ / P₁)が次式に示す臨界圧力比(P₂ / P₁)_c以下になると、ノズルを通る流れが音速になる。

【0017】

20 【数1】

ただし、

【0018】

【数2】

$$\cdot \{\kappa \cdot (\kappa + 1)\}^{1/2} \dots\dots (2)$$

30 【数3】

9は取り外し可能であるので、それを交換すればよく、極めて使い勝手の良いソニックノズルを提供することができる。

【0022】図4は他の実施例を示している。

【0023】21はハウジングを示し、このハウジング21には、入口23と出口25とが設けられている。入口23には直角に曲がる入口流路23aがつながり、出口25には同じく直角に曲がる出口流路5aがつながり、これら流路23a、25aは連通路路27でつながっている。

【0024】そして、この実施例によれば、入口流路23aの出口に、取り外し可能にノズル本体39が装着されている。

【0025】また、ハウジング21の下部にはめねじ部29が形成され、このめねじ部29には、連通路路27を形成すべくプラグ31がねじ込まれている。このプラ

グ 3 1 には窪み部 3 3 が形成され、この窪み部 3 3 にはニードル弁体 3 7 がねじ込まれている。このニードル弁体 3 7 の先端 3 7 a は円錐状に形成されており、その先端 3 7 a はノズル本体 3 9 の孔部 4 1 に臨んでいる。

【0026】これによれば、ニードル弁体 3 7 をねじ込んでそれを上下に動かすことにより、ノズル本体 3 9 の孔部 4 1 の開口面積を調整できるしくみになっている。なお、4 3, 4 5 は夫々シール用の O リングである。

【0027】このように製造されたソニックノズルでは、ノズル本体 3 9 の孔部 4 1 の開口面積を任意に調整することができる。上式 (3) より明らかなように、孔部 4 1 を通る臨界重量流量 G_c は、ノズルの断面積 A に影響されるわけであり、この断面積 A を管理することが極めて重要である。

【0028】しかして、この実施例によれば、ニードル弁体 3 7 を軸方向に移動させることにより、ノズル本体 3 9 の孔部 4 1 の開口面積 (断面積 A) を調整することができるので、所望の一定流量の得られる、流量調整可能なソニックノズルを提供することができる。

【0029】図 5 は更に別の実施例を示している。

【0030】これによれば、ハウジング 2 1 の頭部には、入口流路 2 3 a につながる 2 個のポート 5 1, 5 2 と、出口流路 2 5 a につながる 1 個のポート 5 3 とが設けられ、夫々のポート 5 1, 5 2, 5 3 には、入口 2 3 の圧力を検出するための入口圧力センサ 5 5、その温度を検出するための入口温度センサ (図示せず)、出口 2 5 の圧力を検出するための出口圧力センサ 5 7 がつながれる。

【0031】この出口圧力センサ 5 7 と上述の入口圧力センサ 5 5 とは判定器 5 9 につながれており、この判定器 5 9 は、入口圧力 P_1 と出口圧力 P_2 との圧力比 ($= P_2 / P_1$) を、所定の値 (臨界圧力比) c と比較して、その結果に応じて判定信号を出力するしくみになっている。

【0032】このようなソニックノズルでは、上述したように、入口圧力 P_1 と出口圧力 P_2 との圧力比 ($= P_2 / P_1$) を臨界圧力比 c 以下に管理することにより、*

$$Q_m = \alpha \cdot A \cdot (RT_0)^{1/2} \cdot (P_1 / P_0) \cdot (T_0 / T_1)^{1/2} \dots\dots (5)$$

式 (5) に、式 (4) を代入すると、

【0040】

$$Q_m = \{ (P_1 / P_0) \cdot (T_0 / T_1)^{1/2} \cdot Q_0 \} \cdot Q_0 \dots\dots (6)$$

$$= \{ 2.254 \times 10^{-2} \cdot P_1 \cdot (1 / T_1)^{1/2} \} \cdot Q_0 \dots\dots (6)$$

を得る。

【0041】即ち、本実施例によれば、式 (6) より明らかなように、標準状態時の流量 Q_0 を一定にするために、入口圧力 P_1 を調整する。

* ノズル本体 9 の孔部 1 3 に音速の流れを発生させて、一定流量の流れを形成しようとするものである。

【0033】しかして、この実施例によれば、圧力比 ($= P_2 / P_1$) と、所定の値 (臨界圧力比) c とを比較して、その結果としての判定信号を、リアルタイムに出力しているため、ソニックノズルが有効に機能しているか否かを、リアルタイムに判定することができる。

【0034】なお、判定器 5 9 の判定結果が、 $P_2 / P_1 > c$ であり、その判定信号が NG である場合には、ブザーやマーカーランプなどにその NG 信号を出力して、警報を発するようにしてもよい。

【0035】以上のシステムでは、ノズル本体 9 の孔部 1 3 を通る流量は、そのときの温度 T_0 のみにより限定されて、ノズル前後の圧力比が、臨界圧力比以下であれば圧力差に影響されないことが分かる。しかし、入口圧力 P_0 の影響は受ける。図 6 に示す実施例では、ノズル前後の圧力比を臨界圧力比以下に保つと共に、この入口圧力 P_0 を絞り弁 6 3 により制御して、希望する正確な定流量を発生させようとするものである。

【0036】ソニックノズルの前に、検査すべき機器などのワークを連結すると、式 (3) から明らかなように、ノズル前状態 (P_1 , T_1) が変化する。

【0037】一般に、このソニックノズルの納入時には、いわゆる標準状態時である所の、 $P_1 = 760$ (mm Hg)、温度 $T_1 = 293$ (20 (°C)) の時の流量 Q_0 が、参考流量として添付されている。式 (3) より、この時の流量 Q_0 は、

【0038】

【数 4】

$$Q_0 = \alpha \cdot A \cdot (RT_0)^{1/2} \dots\dots (4)$$

ソニックノズルの前に、検査すべき機器などのワークを連結した後の、実際の使用下 (P_1 , T_1) での標準状態時流量 Q_0 は、

【0039】

【数 5】

【数 6】

【0042】図 6 を参照して、ハウジング 2 1 の頭部には、入口流路 2 3 a につながるポート 6 1 が設けられ、このポート 6 1 には入口圧力を制御するための弁体 6 3 がねじ込まれる。この弁体 6 3 をねじ込むと、入口流路

23aは絞られ、入口圧力P₁は低くなるしくみである。

【0043】これによれば、入口流路23a内への弁体63の突出量を調整することにより、入口圧力P₁を制御して、標準状態時換算流量Q_mを任意の値に制御するようにしたから、各種の気体を一定割合で混合したり、ガスクロマトグラフなどの試料の規定サンプリングをしたりする場合などに、これを使用することができるという効果を奏する。

【0044】なお、上述のソニックノズルに真空ポンプ15をつなぎ、この真空ポンプ15により定流量を得る際に、ノズル前に仮検査機器などのワークを接続すると、P₁が低くなり、Q₀が流れなくなる。

【0045】このような使用方法の場合は、使用条件よりも大きな流量Q₀のノズルを用意する。また、臨界圧力比をcとした場合に、変化可能なP₁は、P₁ (P₂/c)であるので、流量Q₀は、使用する真空ポンプ*

$$Q_m(200\text{mmHg abs}) / Q_m(\text{大気圧力}) \cong 1 / 3.8 \dots\dots (8)$$

即ち、200 (mmHg) abs の真空を得られるポンプでは、Q₀を設計値の値である所の、1から1/3.8までの範囲で変更することが可能になる。したがって、この場合は、実際に希望するQ₀よりも、2倍程度大きいノズルを用いてシステムを構成すればよい。

【0049】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、ノズル本体が取り外しのできるので、開口面積の異なるノズル本体を複数用意しておけば、それを交換することにより、流量を簡単に変更することができる。また、流体を音速で流すため、ノズル本体は磨耗しやすいが、これをSUS316Lやセラミクスなどの堅くて磨耗しにくい材料により製造しておけば、ノズル本体の寿命を向上させることができる。ハウジングには、SUS303などの材料を使用しておけば、その加工を極めて容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による定流量発生装置の一実施例を示す

*15の能力により決定されるので、できるだけ、真空能力の高いポンプを用意する。

【0046】ここで、一般的な真空ポンプ15により100 (mmHg) abs まで吸引するとし、臨界圧力比をc = 0.5とすると、

【0047】

【数7】

$$P_1 \geq (P_2 / c) \geq 200 \text{ (mmHg) abs} \dots\dots (7)$$

となる。即ち、これから明らかなように、流量の調整は、大気圧力から200 (mmHg) abs の範囲で可能になる。これを、式(6)に代入して、Q₀の可能変化比を求めると、

【0048】

【数8】

断面図である。

【図2】定流量発生装置の使用例を示す系統図である。

【図3】定流量発生装置の使用例を示す系統図である。

【図4】他の実施例を示す断面図である。

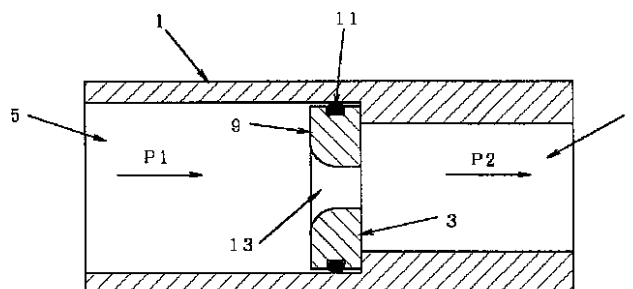
【図5】別の実施例を示す断面図である。

【図6】更に別の実施例を示す断面図である。

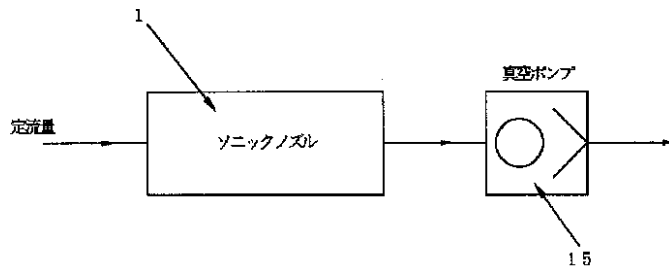
【符号の説明】

- 1, 21 ハウジング
- 5, 23 入口
- 7, 25 出口
- 9, 39 ノズル本体
- 11, 43, 45 Oリング
- 13, 41 孔部
- 37 ニードル弁体
- 55 入口圧力センサ
- 57 出口圧力センサ
- 59 判定器
- 63 弁体

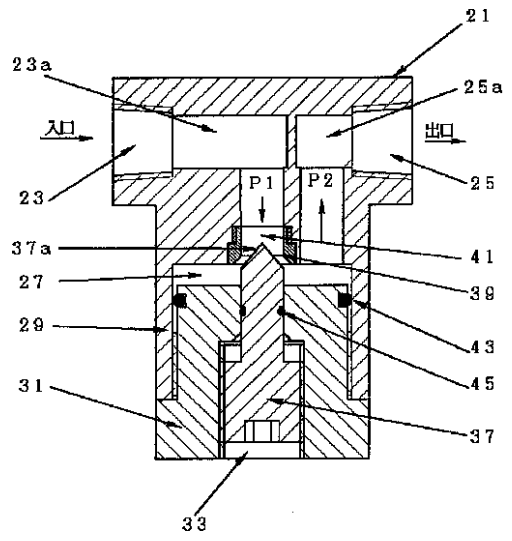
【図1】



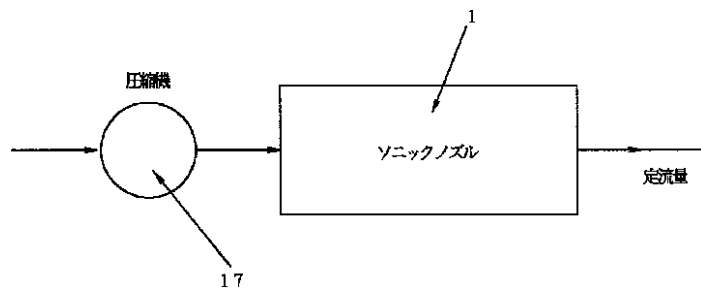
【図2】



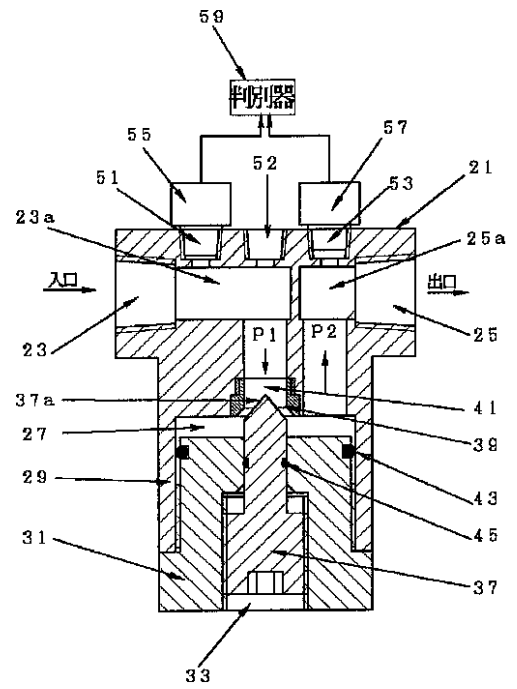
【図4】



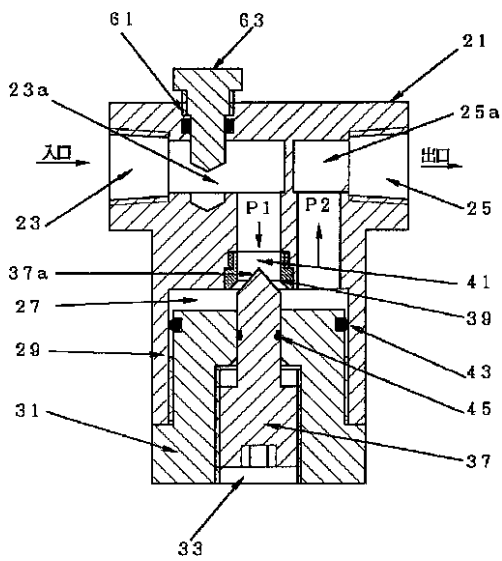
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 昭61 - 266920 (J P , A)
特公 昭59 - 696 (J P , B 1)
特公 昭55 - 38608 (J P , B 1)
実公 平 3 - 25501 (J P , Y 2)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)
G01F 25/
G01F 1/