

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6639876号
(P6639876)

(45) 発行日 令和2年2月5日 (2020. 2. 5)

(24) 登録日 令和2年1月7日 (2020. 1. 7)

(51) Int. Cl.	F 1
F 1 6 K 1/42 (2006. 01)	F 1 6 K 1/42 J
F 1 6 K 47/02 (2006. 01)	F 1 6 K 47/02 D
F 1 6 K 1/38 (2006. 01)	F 1 6 K 1/38 Z
F 2 5 B 41/06 (2006. 01)	F 2 5 B 41/06 U

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2015-224907 (P2015-224907)	(73) 特許権者	391002166
(22) 出願日	平成27年11月17日 (2015. 11. 17)		株式会社不二工機
(65) 公開番号	特開2017-89864 (P2017-89864A)		東京都世田谷区等々力7丁目17番24号
(43) 公開日	平成29年5月25日 (2017. 5. 25)	(74) 代理人	100091096
審査請求日	平成30年9月28日 (2018. 9. 28)		弁理士 平木 祐輔
		(74) 代理人	100105463
			弁理士 関谷 三男
		(74) 代理人	100129861
			弁理士 石川 滝治
		(74) 代理人	100182176
			弁理士 武村 直樹
		(72) 発明者	菅沼 威
			東京都世田谷区等々力7丁目17番24号
			株式会社不二工機内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流量調整弁

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

弁室及び弁口が設けられた弁本体と、流量特性としてイコールパーセント特性あるいはそれに近似する特性を得られるように設計され、リフト量に応じて前記弁口を流れる流体の流量を変化させる曲面部を持つ弁体とを備える流量調整弁であって、

前記弁口の口径が前記弁室から離れるに従って3段階以上で順次大きくされ、
前記弁室側から順次、口径がD1の円筒状の第1弁口部、D2の円筒状の第2弁口部、及びD3の円筒状の第3弁口部が設けられるとともに、 $D1 < D2 < D3$ とされ、

前記第3弁口部より反弁室側の第4弁口部の口径もしくは前記第3弁口部に連結された管継手の内径をD4として、 $(D2 / D1) < (D3 / D2) < (D4 / D3)$ とされ、

前記第2弁口部の弁口長をL2、前記第2弁口部の一端から前記第3弁口部の他端までの長さをL4として、 $1.0 < (L2 / D1) < 2.0$ 、かつ、 $2.3 < (L4 / D1) < 4.0$ とされていることを特徴とする流量調整弁。

【請求項 2】

各弁口部間には、円錐台状テーパ面部が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の流量調整弁。

【請求項 3】

前記弁体における曲面部は、楕球面部、先端に近づくに従って制御角が段階的に大きくされた複数段の円錐テーパ面部、又は、楕球面部と一つもしくは複数の円錐テーパ面部との組み合わせにより構成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の流量調整弁

。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、弁室及び弁口（オリフィス）が設けられた弁本体と、リフト量に応じて前記弁口を流れる流体の流量を変化させる弁体とを備えた流量調整弁に係り、特に、ヒートポンプ式冷暖房システム等において冷媒流量を調整するのに好適な流量調整弁に関する。

【背景技術】

【0002】

流量調整弁における弁開度（リフト量）と流量との関係、すなわち、流量特性としては、リニア特性とイコールパーセント特性とがよく知られている。リニア特性は、弁開度の変化に対する流量の変化率が一定である特性を言い、イコールパーセント特性は、弁開度の変化率が流量に比例する特性を言う。

【0003】

図5は、イコールパーセント特性が得られるようにされた流量調整弁の一例の要部を示している。図示例の流量調整弁1'は、ヒートポンプ式冷暖房システム等において冷媒流量を調整するために使用されるもので、弁室6、逆立円錐台面からなる弁座8、及び円筒面からなる弁口15が設けられた弁本体5と、弁座8からのリフト量に応じて弁口15を流れる流体の流量を変化させる弁体20とを備え、弁体20は、例えば特許文献1等に所載の如くの、雄ねじが設けられた弁軸、雌ねじが設けられたガイドシステム、及びステッピングモータ等で構成されるねじ送り式昇降駆動機構により、弁座8に接離するように昇降せしめられる。

【0004】

弁体20は、弁座8に着接する着接面部22と、該着接面部22の下側に連なる、流量特性としてイコールパーセント特性を得るための楕球状の曲面部23とを有する。曲面部23は、卵の下半分に類似した形状を有しており、その外周面は上端23aから下端23bにかけて次第に曲がり具合がきつく（曲率が大きく）なっている。

【0005】

かかるイコールパーセント特性が得られるようにされた流量調整弁1'においては、図5において太線矢印で示される如くに、冷媒流れ方向が弁室6 弁口15であるとき、冷媒が曲面部23に沿って流れるが、弁口15通過時に急激な圧力変動、冷媒剥離現象が生じやすく、それに伴い、渦やキャビテーションが発生・成長しやすくなり、比較的大きな騒音が発生するという問題があった。

【0006】

なお、上記のようにイコールパーセント特性を得るために、弁体20に楕球状の曲面部23を設けることは加工コスト、費用対効果等の面から問題があるので、図6に示される如くの、イコールパーセント特性に近似した特性が得られるようにされた流量調整弁1'が開発されている。図示例の流量調整弁1''は、弁室形成部材6Aが固着されるとともに、短円筒面からなる第1弁口部17Aと円錐台面からなる第2弁口部17Bとからなる弁口17が設けられ、第2弁口部17Bの下部外周に導管が接続される管継手14が連結された弁本体5と、弁座8からのリフト量に応じて弁口17を流れる流体の流量を変化させる弁体30とを備える。

【0007】

弁体30は、弁座8に着座する着座面部32と、該着座面部32の下側に連なる、流量特性としてイコールパーセント特性に近似した特性を得るための曲面部33とを有する。曲面部33は、楕球面を疑似するように先端に近づくに従って制御角（弁体30の中心軸線Oと平行な線との交差角）が段階的に大きくされた複数段（ここでは5段）の円錐テーパ面部33A～33Eを有しており、最上段の円錐テーパ面部33Aの第1制御角 θ_1 は、通常、 $3^\circ < \theta_1 < 15^\circ$ （ここでは 5° ）に設定され、最下段の円錐テーパ面部33Eは先の尖った円錐面となっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

一方、特許文献 2 には、通常のリニア特性が得られるようにされた流量調整弁において、弁口の寸法形状を特定のものとして、上記した如くの、弁口通過時における圧力変動や冷媒剥離現象等に起因して発生する騒音を抑制するようにしたものが開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 2 - 1 7 2 8 3 9 号公報

【 特許文献 2 】 特許第 5 6 9 6 0 9 3 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

しかしながら、特許文献 2 に記載の流量調整弁においては、弁口長を相当長く設定する必要があるため、圧力損失が大きくなり、適正な冷媒流量が得られ難いという問題があり、さらに、弁口の寸法形状は、リニア特性用の弁体に合わせたものであるため、上記したイコールパーセント特性及びそれに近似した特性を持つ流量調整弁に適用しても、十分な騒音低減効果は得られない。

【 0 0 1 1 】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、弁口通過時における圧力変動や冷媒剥離現象に起因して発生する騒音を効果的に低減できるとともに、圧力損失の低減等も図ることのできる流量調整弁を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 2 】

前記目的を達成すべく、本発明に係る流量調整弁は、基本的には、弁室及び弁口が設けられた弁本体と、流量特性としてイコールパーセント特性あるいはそれに近似する特性を得られるように設計され、リフト量に応じて前記弁口を流れる流体の流量を変化させる曲面部を持つ弁体とを備える流量調整弁であって、前記弁口の口径が前記弁室から離れるに従って 3 段階以上で順次大きくされ、前記弁室側から順次、口径が D_1 の円筒状の第 1 弁口部、 D_2 の円筒状の第 2 弁口部、及び D_3 の円筒状の第 3 弁口部が設けられるとともに、 $D_1 < D_2 < D_3$ とされ、前記第 3 弁口部より反弁室側の第 4 弁口部の口径もしくは前記第 3 弁口部に連結された管継手の内径を D_4 として、 $(D_2 / D_1) < (D_3 / D_2) < (D_4 / D_3)$ とされ、前記第 2 弁口部の弁口長を L_2 、前記第 2 弁口部の一端から前記第 3 弁口部の他端までの長さを L_4 として、 $1.0 < (L_2 / D_1) < 2.0$ 、かつ、 $2.3 < (L_4 / D_1) < 4.0$ とされていることを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

別の好ましい態様では、各弁口部間には、円錐台状テーパ面部が形成される。

【 0 0 1 8 】

前記弁体における曲面部は、好ましくは、楕球面部、先端に近づくに従って制御角が段階的に大きくされた複数段の円錐テーパ面部、又は、楕球面部と一つもしくは複数の円錐テーパ面部との組み合わせにより構成される。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

本発明に係る流量調整弁では、弁口の口径が弁室側から下端側にかけて 3 段階以上で順次大きくされるので、弁口通過時において冷媒圧力が徐々に回復し、圧力変動が抑えられるとともに整流化が図られる。また、 (D_2 / D_1) 、 (D_3 / D_2) が特定の範囲内に設定されることにより、圧力変動や冷媒剥離現象に伴う渦やキャビテーションの発生・成長が抑えられる。さらに、 $(D_2 / D_1) < (D_3 / D_2) < (D_4 / D_3)$ とされることにより、流れが一層円滑となるので、例えばイコールパーセント特性及びそれに近似した特性を持つ流量調整弁において、騒音レベルを相当低くすることができる。

【 0 0 2 0 】

さらに、 $(L2/D1)$ 、 $(L4/D1)$ が特定の範囲に設定されることにより、弁口長 $L2$ が特許文献2に所載のものや図5に示されるイコールパーセント特性を持つ流量調整弁1'より短くなるので、圧力損失が小さくなり、適正な冷媒流量を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明に係る流量調整弁の一実施形態における主要部を示す要部断面図。

【図2】本発明の作用効果を確認・立証するための、(A)仕様・諸元の一部を変更した検証用弁No.1~4の実測値データを示す一覧表、(B)検証条件A~Gを示す一覧表

【図3】(A)横軸に口径比： $D2/D1$ をとり、縦軸に騒音レベル[dB]をとって、検証用弁No.1~4の実測値を検証条件A~G毎に示すグラフ、(B)横軸に口径比： $D3/D2$ をとり、縦軸に騒音レベル[dB]をとって、検証用弁No.1~4の実測値を検証条件A~G毎に示すグラフ。

【図4】本発明の作用効果を確認・立証するための、(A)仕様・諸元の一部を変更した検証用弁No.5~8の実測値データを示す一覧表、(B)検証条件H、Iを示す一覧表、(C)横軸に弁口長比： $L4/D1$ をとり、縦軸に音圧レベル[dB]をとって、検証用弁No.5~8の実測値を検証条件H、I毎に示すグラフ。

【図5】イコールパーセント特性が得られるようにされた流量調整弁の一例の要部を示す部分断面図。

【図6】イコールパーセント特性に近似した特性が得られるようにされた流量調整弁の一例の要部を示す、(A)閉弁時の部分断面図、(B)開弁時の部分断面図。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の実施形態を図面を参照しながら説明する。

【0023】

図1は、本発明に係る流量調整弁の一実施形態における主要部を示す要部断面図である。なお、図1においては、前述した図6に示される従来の流量調整弁1'の各部に対応する部分には共通の符号が付されている。

【0024】

図示実施形態の流量調整弁1は、前述した図6に示される従来の流量調整弁1'と同様に、イコールパーセント特性に近似した特性が得られるようにされたもので、弁室形成部材6Aが固着されるとともに、本発明の特徴部分である弁口10(詳細は後述)が設けられた弁本体5と、弁座8からのリフト量に応じて弁口10を流れる流体の流量を変化させる弁体30とを備える。弁体30は、図6に示される従来の流量調整弁1'と同一構成で、弁座8に着座する着座面部32と、該着座面部32の下側に連なる、流量特性としてイコールパーセント特性に近似した特性を得るための曲面部33とを有する。曲面部33は、楕球面を疑似するように先端に近づくに従って制御角(弁体30の中心軸線Oと平行な線との交差角)が段階的に大きくされた複数段(ここでは5段)の円錐テーパ面部33A~33Eを有しており、最上段の円錐テーパ面部33Aの第1制御角 θ_1 は、 $3^\circ < \theta_1 < 15^\circ$ (ここでは 5°)に設定され、最下段の円錐テーパ面部33Eは先の尖った円錐面となっている。

【0025】

そして、弁室6に開口する前記弁口10は、弁室6側から順次、口径が $D1$ の円筒状の第1弁口部11、口径が $D2$ の円筒状の第2弁口部12、及び口径が $D3$ の円筒状の第3弁口部13を有し、第3弁口部13の下部外周には、導管が接続される、内径が $D4$ の管継手14が連結されている。ここでは、 $D1 < D2 < D3 < D4$ とされ、弁口10は、その口径が弁室6から離れるに従って3段階に順次大きくされている。

【0026】

ここで、本実施形態では、 $(口径比：D2/D1) < (口径比：D3/D2) < (口径$

10

20

30

40

50

比： $D4/D3$ ）とされるときともに、 $(D2/D1)$ と $(D3/D2)$ とは、それぞれ試作実験等に基づいて、特定範囲内、すなわち、 $1.08 < (D2/D1) < 1.37$ 、かつ、 $1.05 < (D3/D2) < 1.43$ に設定されている。

【0027】

また、第1弁口部11と第2弁口部12との間（の段差部分）にテーパ角が u の円錐台状テーパ面部16が形成されるときともに、第2弁口部12と第3弁口部13との間（の段差部分）にテーパ角が v の円錐台状テーパ面部18が形成されている。

【0028】

さらに、第1弁口部11の弁口長（中心軸線O方向の長さ）を $L1$ 、第2弁口部12の弁口長を $L2$ 、第3弁口部13の弁口長を $L3$ 、第2弁口部12の上端から第3弁口部13の下端までの長さを $L4$ として、（弁口長比： $L2/D1$ ）と（弁口長比： $L4/D1$ ）とは、それぞれ試作実験等に基づいて、特定範囲内、すなわち、 $1.0 < (L2/D1) < 2.0$ 、かつ、 $2.3 < (L4/D1) < 4.0$ に設定されている。

【0029】

このような構成とされた本発明に係る流量調整弁では、弁口10の口径が弁室6から離れるに従って3段階で順次大きくされているので、弁口通過時において冷媒圧力が徐々に回復し、圧力変動が抑えられるとともに整流化が図られる。また、 $(D2/D1)$ 、 $(D3/D2)$ が特定の範囲内に設定されることにより、圧力変動や冷媒剥離現象に伴う渦やキャピテーションの発生・成長が確実に抑えられる。さらに、 $(D2/D1) < (D3/D2) < (D4/D3)$ とされることにより、流れが一層円滑となるので、イコールパーセント特性及びそれに近似した特性を持つ流量調整弁において、騒音レベルを相当低くすることができる。

【0030】

さらに、 $(L2/D1)$ 、 $(L4/D1)$ が特定の範囲に設定されることにより、 $L2$ （又は $L1$ ）が特許文献2に所載のものや図5に示されるイコールパーセント特性を持つ流量調整弁1'より短くなるので、圧力損失が小さくなり、適正な冷媒流量を得ることができる。

【0031】

[口径比及び弁口長比の適正範囲を検証するための検証試験とその結果]

上記のような作用効果を確認・立証すべく、本発明者等は、図2(A)及び図4(A)の一覧表に示される如くに、仕様・諸元の一部を変えた、口径比 $\langle (D2/D1)$ 、 $(D3/D2) \rangle$ 検証用弁No.1～4、及び、弁口長比 $\langle (L4/D1) \rangle$ 検証用弁No.5～8を用意し、図2(B)に示される条件A～G及び図4(B)に示される条件H、Iのもとで、検証試験を行った。口径比 $\langle (D2/D1)$ 、 $(D3/D2) \rangle$ 検証用弁No.1～4の試験結果を図3(A)、(B)に、また、弁口長比 $\langle (L4/D1) \rangle$ 検証用弁No.5～8の試験結果を図4(C)に示す。

【0032】

なお、図3(A)は、横軸に口径比： $D2/D1$ をとり、縦軸に騒音レベル[dB]をとって、検証用弁No.1～4の実測値を検証条件A～G毎に示したグラフ、図3(B)は、横軸に口径比： $D3/D2$ をとり、縦軸に騒音レベル[dB]をとって、検証用弁No.1～4の実測値を検証条件A～G毎に示したグラフ、図4(C)は、横軸に弁口長比： $L4/D1$ をとり、縦軸に音圧レベル[dB]をとって、検証用弁No.5～8の実測値を検証条件H、I毎に示したグラフである。

【0033】

また、図3(A)、(B)及び図4(C)のグラフにおいて、レベル0（基準）は、前述した図6に示される従来のイコールパーセント特性に近似した特性を持つ流量調整弁1''（以下、従来品と称す）の騒音レベル及び音圧レベルを示している。

【0034】

図3(A)のグラフから、口径比： $(D2/D1)$ が $1.05 \sim 1.45$ （図示されている略全範囲）において騒音レベルが従来品より低くなっており、特に、弁No.3と弁N

10

20

30

40

50

0.2あたりの騒音低減効果が大きい、 $(D2/D1)$ が1.08(弁No.4の口径比)~1.37($(1.31+1.42)/2$ 、弁No.2と弁No.1の略中間の口径比)の範囲内であれば、従来品より相当騒音を低減できることが確認された。

【0035】

図3(B)のグラフから、口径比: $(D3/D2)$ が1.00~1.50(図示されている略全範囲)において騒音レベルが従来品より低くなっており、特に、弁No.3と弁No.2あたりの騒音低減効果が大きい、 $(D3/D2)$ が1.08~1.43($(1.35+1.50)/2$ 、弁No.3と弁No.4の略中間の口径比)の範囲内であれば、従来品より相当騒音を低減できることが確認された。

【0036】

図4(C)のグラフから、弁口長比: $(L4/D1)$ が2.00~4.00(図示されている略全範囲)において音圧レベルが従来品と同等かそれより低くなっており、特に、弁No.6あたりの騒音低減効果が大きい、 $(L4/D1)$ が2.30(弁No.5の弁口長比より大)~4.00(弁No.8の弁口長比)の範囲内であれば、従来品より騒音低減効果が得られる(例えば、条件Iにおいて音圧レベルが基準より2dB以上低い)ことが確認された。

【0037】

なお、図示等は省略するが、弁口長比: $(L2/D1)$ が1.0~2.0の範囲内であれば、音圧レベルが従来品と同等かそれより低くなり、従来品より騒音低減効果が得られることも確認されている。

【0038】

なお、上記した実施形態では、イコールパーセント特性に近似した特性を持つ流量調整弁1に本発明を適用した場合について説明したが、これに限られる訳ではなく、本発明は、図5に示される如くのイコールパーセント特性を持つ流量調整弁1'は勿論のこと、特許文献1、2等に所載のリア特性を持つ流量調整弁にも適用できる。

【0039】

また、弁体における曲面部は、上記実施形態では、先端側ほど制御角が段階的に大きくされた複数段の円錐テーパ面部で構成されているが、これに限られる訳ではなく、図5に示される如くの楕球面部、あるいは、該楕球面部の下端部(楕球冠部分)を切除した構成でもよいし、さらに、楕球面部と一つもしくは複数の円錐テーパ面部との組み合わせ等により構成してもよい。

【0040】

また、上記した実施形態では、第3弁口部13に、内径がD4の管継手14を連結した構成としているが、第3弁口部13の反弁室側に口径がD4の第4弁口部を形成したもので、上記と同様の作用効果が得られることは言うまでも無い。

【符号の説明】

【0041】

- 1 流量調整弁
- 5 弁本体
- 6 弁室
- 10 弁口
- 11 第1弁口部
- 12 第2弁口部
- 13 第3弁口部
- 14 管継手
- 30 弁体
- 33 曲面部
- D1 第1弁口部の口径
- D2 第2弁口部の口径
- D3 第3弁口部の口径

10

20

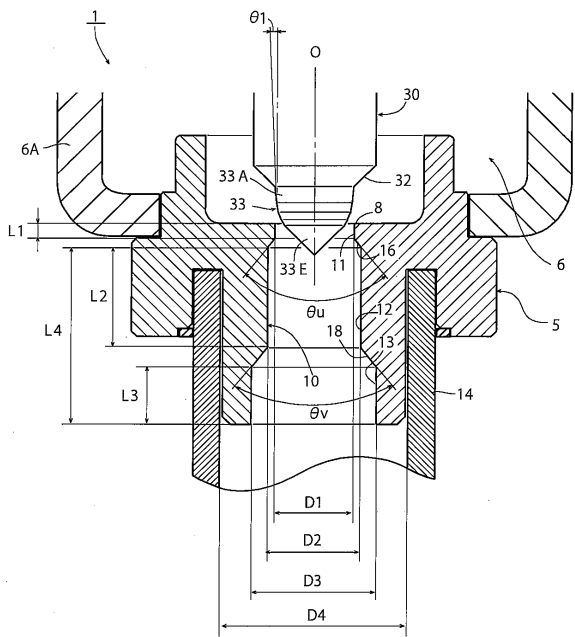
30

40

50

- D 4 管継手の内径
- L 1 第 1 弁口部の弁口長
- L 2 第 2 弁口部の弁口長
- L 3 第 3 弁口部の弁口長
- L 4 第 2 ～ 第 3 弁口長

【 図 1 】



【 図 2 】

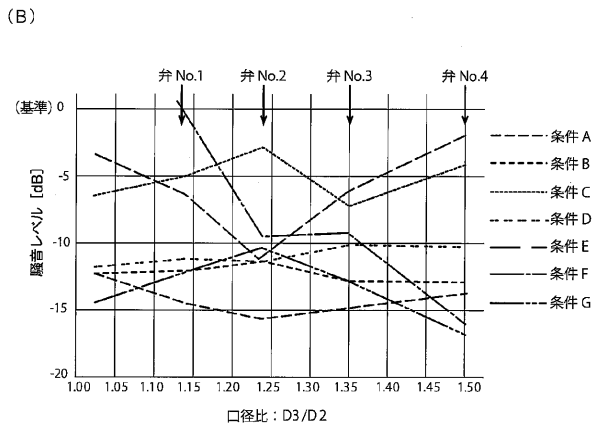
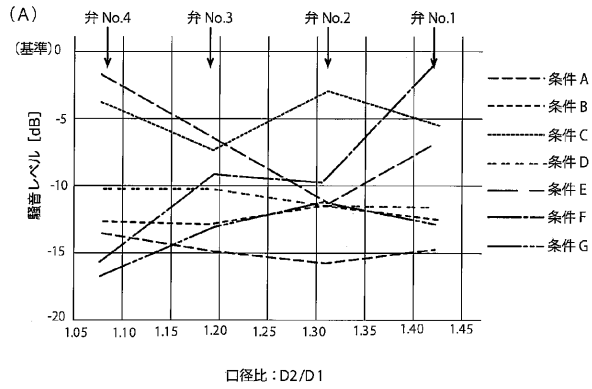
(A)

検証用弁 No.	弁 No.1	弁 No.2	弁 No.3	弁 No.4
口径比： D2/D1	1.42	1.31	1.19	1.08
口径比： D3/D2	1.14	1.24	1.35	1.50
口径比： D4/D3	1.52	←	←	←
第 1 弁口長： L1	0.3 mm			
第 2 弁口長： L2	4.1 mm			
第 3 弁口長： L3	2.0 mm			
第 2 ～ 第 3 長： L4	6.4 mm			
第 1 制御角： θ1	5°			
段差 $\overline{\Gamma}$ - Γ' 角： θu	80°			
段差 $\overline{\Gamma}$ - Γ' 角： θv	80°			

(B)

検証用弁 No.1～4 共通			
	リフト量 (Γ/Γ' 比数)	(流量)	差圧 (MPa)
条件 A	370	全開時の 1/3	0.25
条件 B	370		0.50
条件 C	370		1.00
条件 D	440	全開時の 2/3	0.25
条件 E	440		0.50
条件 F	440		1.00
条件 G	500	全開時 (最大)	0.25

【図 3】



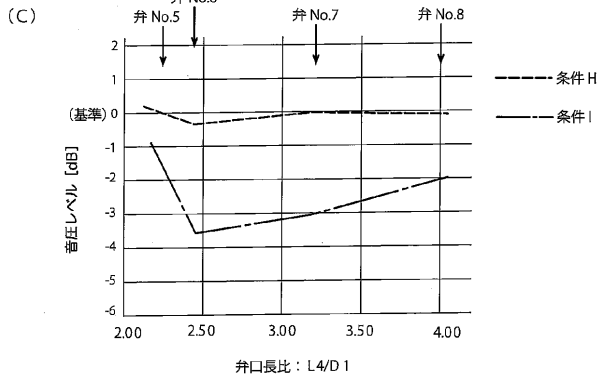
【図 4】

(A)

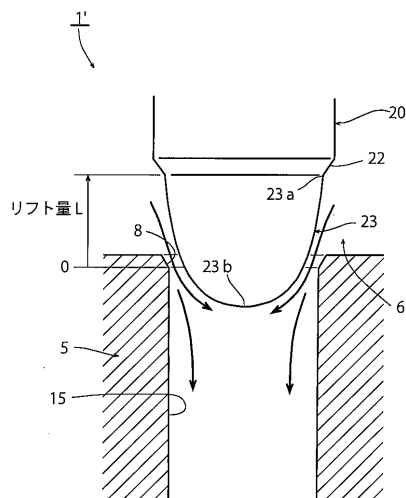
検証用弁 No.	弁 No.5	弁 No.6	弁 No.7	弁 No.8
弁口長比: $L2/D1$	1.58	←	←	←
弁口長比: $L4/D1$	2.27	2.46	3.23	4.00

(B)

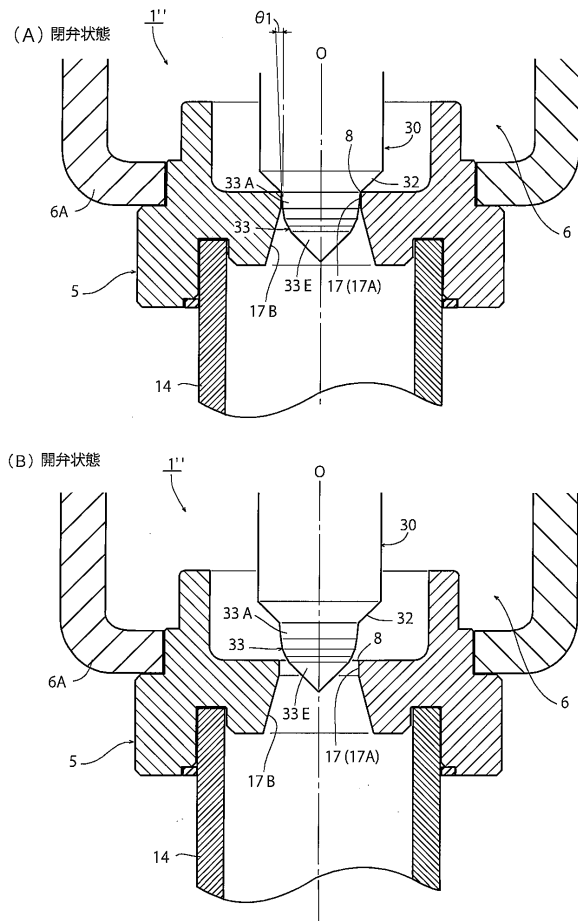
弁 No.5~8 共通	
流れ方向	
条件 H	弁室→弁口
条件 I	弁口→弁室



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 猪野 泰利
東京都世田谷区等々力7丁目17番24号 株式会社不二工機内
- (72)発明者 大森 絵理
東京都世田谷区等々力7丁目17番24号 株式会社不二工機内

審査官 岸 智章

- (56)参考文献 特開2005-221095(JP,A)
特開2012-047213(JP,A)
特開2012-082896(JP,A)
特許第5696093(JP,B2)
特開2014-081046(JP,A)
実開平06-083946(JP,U)
特開2004-340260(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| F16K | 1/38 |
| F16K | 1/42 |
| F16K | 47/02 |
| F25B | 41/06 |