

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年9月29日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/152457 A1

- (51) 国際特許分類:
F16K 7/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/056752
- (22) 国際出願日: 2016年3月4日(04.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-062343 2015年3月25日(25.03.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社フジキン(FUJIKIN INCORPORATED) [JP/JP]; 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 船越 高志(FUNAKOSHI, Takashi); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内 Osaka (JP). 薬師神 忠幸(YAKUSHIJIN, Tadayuki); 〒5500012 大阪府大阪

市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内 Osaka (JP). 中田 知宏(NAKATA, Tomohiro); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内 Osaka (JP).

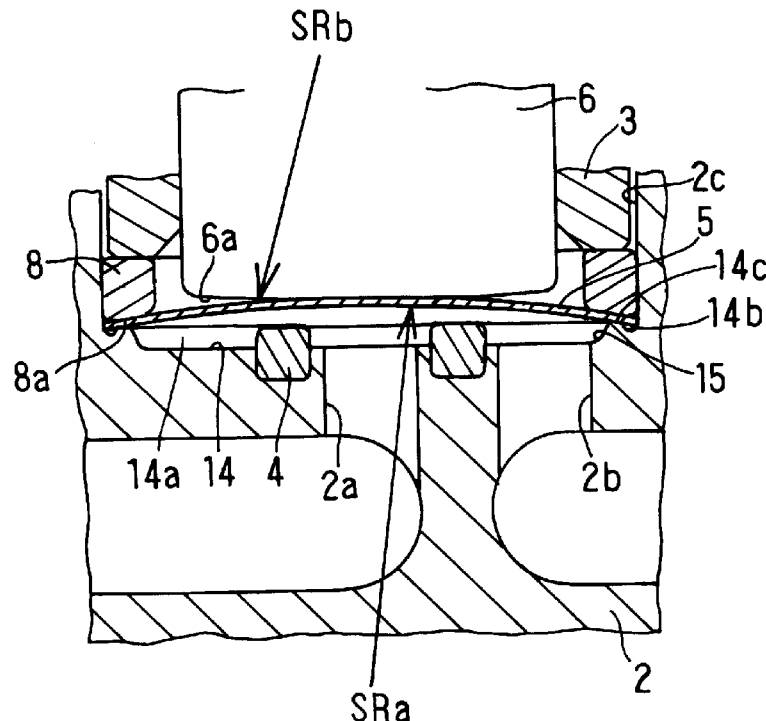
(74) 代理人: 渡邊 彰, 外(WATANABE, Akira et al.); 〒5420086 大阪府大阪市中央区西心斎橋1丁目13番18号 イナバビル3階 キシモト特許事務所内 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

[続葉有]

(54) Title: DIAPHRAGM VALVE

(54) 発明の名称: ダイアフラム弁



(57) Abstract: The present invention provides a diaphragm valve that achieves improved durability of a diaphragm by focusing on the ratio between the radius of curvature of a pressing surface of a diaphragm presser and the radius of curvature of the diaphragm. When the radius of curvature of a diaphragm (5) is SRa, and the radius of curvature of a pressing surface of a diaphragm presser (6) is SRb, SRb/SRa is equal to 0.4 to 0.6.

(57) 要約: ダイアフラム押さえの押圧面の曲率半径とダイアフラムの曲率半径との比に着目することで、ダイアフラムの耐久性の向上が図られたダイアフラム弁を提供する。ダイアフラム(5)の曲率半径をSRa、ダイアフラム押さえ(6)の押圧面の曲率半径をSRbとして、SRb/SRa=0.4~0.6とされている。

WO 2016/152457 A1



ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：ダイヤフラム弁

技術分野

[0001] この発明は、ダイヤフラム弁に関し、特に、ダイレクトタッチ型と称されているダイヤフラム弁に関する。

背景技術

[0002] ダイヤフラム弁として、特許文献1には、流体通路が設けられた弁箱と、流体通路の周縁に設けられた環状の弁座と、弁座に押圧または離間されて流体通路を開閉する球面状の金属製ダイヤフラムと、下端に球面状の押圧面を有しダイヤフラムを押圧するダイヤフラム押さえと、ダイヤフラムを上下移動させるアクチュエータとを備えているものが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：実開平2-29361号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 開閉操作を繰り返すダイレクトタッチ型のダイヤフラム弁において、ダイヤフラムの耐久性の向上が重要な課題であり、特許文献1では、ダイヤフラムの形状およびダイヤフラムの外周縁部を支持する部分の形状を適正なものとする事でダイヤフラムの耐久性の向上が図られている。

[0005] しかしながら、ダイヤフラム押さえの押圧面の曲率半径とダイヤフラムの曲率半径との関係については、従来、考慮されることはなかった。

[0006] この発明の目的は、ダイヤフラム押さえの押圧面の曲率半径とダイヤフラムの曲率半径との比に着目することで、ダイヤフラムの耐久性の向上が図られたダイヤフラム弁を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] この発明によるダイヤフラム弁は、流体通路が設けられた弁箱と、流体通

路の周縁に設けられた弁座と、弁座に押圧または離間されて流体通路を開閉する球面状のダイヤフラムと、下端に球面状の押圧面を有しダイヤフラムを押圧するダイヤフラム押さえと、ダイヤフラムを上下移動させるアクチュエータとを備えているダイヤフラム弁において、ダイヤフラムの曲率半径を SR_a 、ダイヤフラム押さえ押圧面の曲率半径を SR_b として、 $SR_b / SR_a = 0.4 \sim 0.6$ とされているものである。

[0008] 従来、ダイヤフラムおよびダイヤフラム押さえについては、まず、ダイヤフラムの曲率半径を最適化し、次いで、ダイヤフラム押さえ押圧面の曲率半径をダイヤフラムの曲率半径と同じか、それより若干小さい値に設定するという順で、それぞれの曲率半径が設定されていた。

[0009] 本発明は、従来考慮されていなかった SR_b / SR_a （ダイヤフラム押さえ押圧面の曲率半径／ダイヤフラムの曲率半径）によって、ダイヤフラムに発生する応力が変動することを明らかにするとともに、 SR_b / SR_a の最適値として、 $0.4 \sim 0.6$ を得たものである。

[0010] このダイヤフラム弁は、主として半導体製造設備のガス供給系等において使用されるダイレクトタッチ型のメタルダイヤフラム弁として使用するのに好適である。

[0011] ダイヤフラムは、金属製で、上に凸の円弧状が自然状態の球殻状とされる。ダイヤフラムは、複数層からなる積層型であってもよい。ダイヤフラムの曲率半径は、内面（複数の場合は最下層（接液側）の内面）の曲率半径をいうものとする。

[0012] 弁座は、弁箱に一体に設けられてもよく、弁箱と別部材とされてもよい。

[0013] ダイヤフラム弁は、上下移動手段が開閉ハンドルなどの手動弁であってもよく、上下移動手段が適宜なアクチュエータとされた自動弁であってもよく、自動弁の場合のアクチュエータは、流体（空気）圧によるものでもよく、電磁力によるものでもよい。

[0014] なお、この明細書において、ダイヤフラム弁のステムの移動方向を上下方向というものとするが、この方向は、便宜的なものであり、実際の取付けで

は、上下方向が鉛直方向とされるだけでなく、水平方向とされることもある。

発明の効果

[0015] この発明のダイヤフラム弁によると、ダイヤフラム押さえの押圧面の曲率半径 SR_b / ダイヤフラムの曲率半径 $SR_a = 0.4 \sim 0.6$ とされていることで、応力が均一化され、これにより、ダイヤフラムに局部的に過大な応力が作用することが防止されて、ダイヤフラムの耐久性が大幅に向上する。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、この発明によるダイヤフラム弁の全体構成を示す縦断面図である。

[図2]図2は、この発明によるダイヤフラム弁の特徴部分を示す拡大縦断面図である。

[図3]図3は、 SR_b / SR_a が 0.4 より小さいときの解析結果を示す図である。

[図4]図4は、 SR_b / SR_a が 0.6 より大きいときの解析結果を示す図である。

[図5]図5は、 SR_b / SR_a が 0.5 のときの解析結果を示す図である。

[図6]図6は、ダイヤフラムの径が 15ϕ の場合に、 SR_b / SR_a を変更したときに、中央部の最大応力と縁部の最大応力とがどのように変化するかを示すグラフである。

[図7]図7は、ダイヤフラムの径が 20ϕ の場合に、 SR_b / SR_a を変更したときに、中央部の最大応力と縁部の最大応力とがどのように変化するかを示すグラフである。

[図8]図8は、ダイヤフラムの径が 26ϕ の場合に、 SR_b / SR_a を変更したときに、中央部の最大応力と縁部の最大応力とがどのように変化するかを示すグラフである。

符号の説明

[0017] (1) ダイヤフラム弁

(2) 弁箱

(2a) 流体流入通路

(2b) 流体流出通路

(4) 弁座

(5) ダイヤフラム

(6) ダイヤフラム押さえ

発明を実施するための形態

[0018] この発明の実施の形態を、以下図面を参照して説明する。以下の説明において、上下および左右は、図1の上下および左右をいうものとする。

[0019] 図1は、この発明によるダイヤフラム弁(1)の基本形状を示しており、ダイヤフラム弁(1)は、流体流入通路(2a)、流体流出通路(2b)および上方に向かって開口した凹所(2c)を有しているブロック状の弁箱(2)と、弁箱(2)の凹所(2c)上部に下端部がねじ合わされて上方にのびる円筒状ボンネット(3)と、流体流入通路(2a)の周縁に設けられた環状の弁座(4)と、弁座(4)に押圧または離間されて流体流入通路(2a)を開閉するダイヤフラム(5)と、ダイヤフラム(5)の中央部を押さえるダイヤフラム押さえ(6)と、ボンネット(3)内に上下移動自在に挿入されてダイヤフラム押さえ(6)を介してダイヤフラム(5)を弁座(4)に押圧・離間させるステム(7)と、ボンネット(3)下端面と弁箱(2)の凹所(2c)底面との間に配置されてダイヤフラム(5)の外周縁部を弁箱(2)の凹所(2c)底面との間で保持する押さえアダプタ(8)と、頂壁(9a)を有しボンネット(3)にねじ合わされたケーシング(9)と、ステム(7)を上下移動させるアクチュエータ(10)とを備えている。

[0020] アクチュエータ(10)は、ステム(7)に一体化されたピストン(11)と、ピストン(11)を下方に付勢する圧縮コイルばね(付勢部材)(12)と、ピストン(11)下面に設けられた操作エア導入室(13)と、ステム(7)を貫通するように設けられて操作エア導入室(13)内に操作エアを導入する操作エア導入通路(7a)とを備えている。

[0021] 図1に示す通路開の状態においては、流体流入通路(2a)から流入した流体

は、弁箱(2)の凹所(2c)の底面とダイヤフラム(5)とによって囲まれた空間内に流入し、流体流出通路(2b)を経て外部へと流出する。

[0022] ダイヤフラム(5)は、球殻状とされており、上に凸の円弧状が自然状態となっている。ダイヤフラム(5)は、例えば、ニッケル合金薄板からなるものとされ、円形に切り抜き、中央部を上方へ膨出させた球殻状に形成される。ダイヤフラム(5)は、ステンレス鋼薄板からなるものや、ステンレス鋼薄板とニッケル・コバルト合金薄板との積層体よりなるものとされることがある。

[0023] 押さえアダプタ(8)は、その下面(8a)全体が所定の傾斜角度とされたテーパ状または円弧状とされている。また、弁箱(2)の凹所(2c)の底面(14)は、円形の平坦部(14a)と、平坦部(14a)の外周に連なり平坦部(14a)に対して凹まされている環状の凹部(14b)とを有している。

[0024] 押さえアダプタ(8)は、ボンネット(3)が弁箱(2)にねじ合わされることで、ダイヤフラム(5)の外周縁部に上面から当接した状態で固定される。この際、押さえアダプタ(8)の下面(8a)全体がテーパ状とされていることにより、ダイヤフラム(5)は、球殻状（上に凸の円弧状）からほとんど変形することなく、その外周縁部の上面が押さえアダプタ(8)のテーパ状下面(8a)と面接触（広い範囲で接触）した状態で、押さえアダプタ(8)と弁箱(2)の凹所(2c)の底面(14)との間に保持される。また、弁箱(2)の凹所(2c)の底面(14)の外周縁部に凹部(14b)が設けられていることにより、ダイヤフラム(5)の外周縁部は、凹部(14b)内に收容される。したがって、ダイヤフラム(5)の外周縁部は、弁箱(2)の凹所(2c)の底面(14)に沿うような変形を受けることはなく、その下面が凹所(2c)の底面(14)の平坦部(14a)の外周（ダイヤフラム支持部）(14c)と線接触する。

[0025] 従来、ダイヤフラム(5)およびダイヤフラム押さえ(6)については、まず、ダイヤフラム(5)の曲率半径を最適化し、次いで、ダイヤフラム押さえ(6)の押圧面の曲率半径をダイヤフラム(5)の曲率半径と同じか、それより若干小さい値に設定するという順で、それぞれの曲率半径が設定されていた。

[0026] 本発明では、ダイヤフラム(5)の曲率半径を SR_a 、ダイヤフラム押さえ(6)

)の押圧面の曲率半径を SR_b として、 SR_b/SR_a とダイヤフラム(5)に発生する応力との関係を有限要素法を用いて解析することで、ダイヤフラム(5)およびダイヤフラム押さえ(6)それぞれの曲率半径が設定されている。

[0027] ダイヤフラム弁(1)の閉状態において、ダイヤフラム押さえ(6)によって押さえられた際のダイヤフラム(5)の変形の様子を図3から図5までに示す。図3は、 SR_b/SR_a が0.4より小さいときのものを、図4は、 SR_b/SR_a が0.6より大きいときのものを、図5は、 SR_b/SR_a が0.5のときのものをそれぞれ示している。なお、各図の応力分布については、応力値が大きい部分を丸で囲むことで簡略化して示している。

[0028] 図3に示す解析結果によると、同図にAで示すダイヤフラム(5)の中央部において応力が最大となり、その値が1400MPa程度となっている。

[0029] 図4に示す解析結果によると、同図にBで示すダイヤフラム(5)の縁部において応力が最大となり、その値が1100MPa程度となっている。

[0030] 図5に示す解析結果によると、ダイヤフラム(5)の中央部および縁部において応力が均一化されており、応力の最大値が1000MPa程度となっている。

[0031] 図6から図8までに、ダイヤフラム(5)が受ける応力を有限要素法を用いて計算した結果について、 SR_b/SR_a を変更したときに、ダイヤフラム(5)の中央部の最大応力および縁部の最大応力がどのように変化するかを示している。

[0032] 図6は、ダイヤフラム(5)の径が15φの場合、図7は、ダイヤフラム(5)の径が20φの場合、図8は、ダイヤフラム(5)の径が26φの場合をそれぞれ示している。

[0033] 図6から図8までのいずれにおいても、中央部の最大応力は、 SR_b/SR_a の増加につれて減少する傾向にあり、また、縁部の最大応力は、 SR_b/SR_a の増加につれて増加する傾向にある。そして、 SR_b/SR_a が0.4より小さいと、中央部の最大応力が1000MPaを超え、 SR_b/SR_a が0.6より大きいと、縁部の最大応力が1000MPaを超え、SR

$b / S R a = 0.4 \sim 0.6$ では、縁部および中央部の最大応力がいずれもせいぜい $1000 MPa$ 程度以下となっている。

[0034] 実際の耐久性試験によると、 $S R b / S R a$ が $0.7 \sim 1$ 程度のもの（従来から使用されているもの）では、ダイヤフラム(5)の縁部周辺から破断が発生した。そして、 $S R b / S R a$ が 0.5 程度のものでは、従来、数十万回の開閉操作でダイヤフラム(5)が破断していたものが、開閉操作を 100 万回以上行ってもダイヤフラム(5)が破断することはなかった。また、 $S R b / S R a$ を 0.4 未満とすると、ダイヤフラム(5)の中央部から早期に破断する現象が見られた。

[0035] 上記の解析結果および耐久試験結果から、ダイヤフラム(5)の径によらずに、 $S R b / S R a = 0.4 \sim 0.6$ とすることで、ダイヤフラム(5)の応力が均一化されて、過大な応力が軽減でき、耐久性が大幅に向上することが分かる。

[0036] なお、上記のダイヤフラム弁において、ピストン(11)、圧縮コイルばね（付勢部材）(12)、操作エア導入室(13)、操作エア導入通路(7a)などは、ダイヤフラム押さえ(6)を上下移動させるステム(7)を上下移動させるアクチュエータ(10)を構成しているが、アクチュエータの構成は、図1に示したものに限定されるものではない。

[0037] $S R b / S R a = 0.4 \sim 0.6$ とすることでダイヤフラム(5)の応力が均一化される上記の技術思想は、ダイヤフラム弁(1)の個々の形状によらずに適用でき、特に、ダイレクトタッチ型のメタルダイヤフラム弁に適用することで、半導体製造設備のガス供給系等における信頼性向上に寄与できる。

産業上の利用可能性

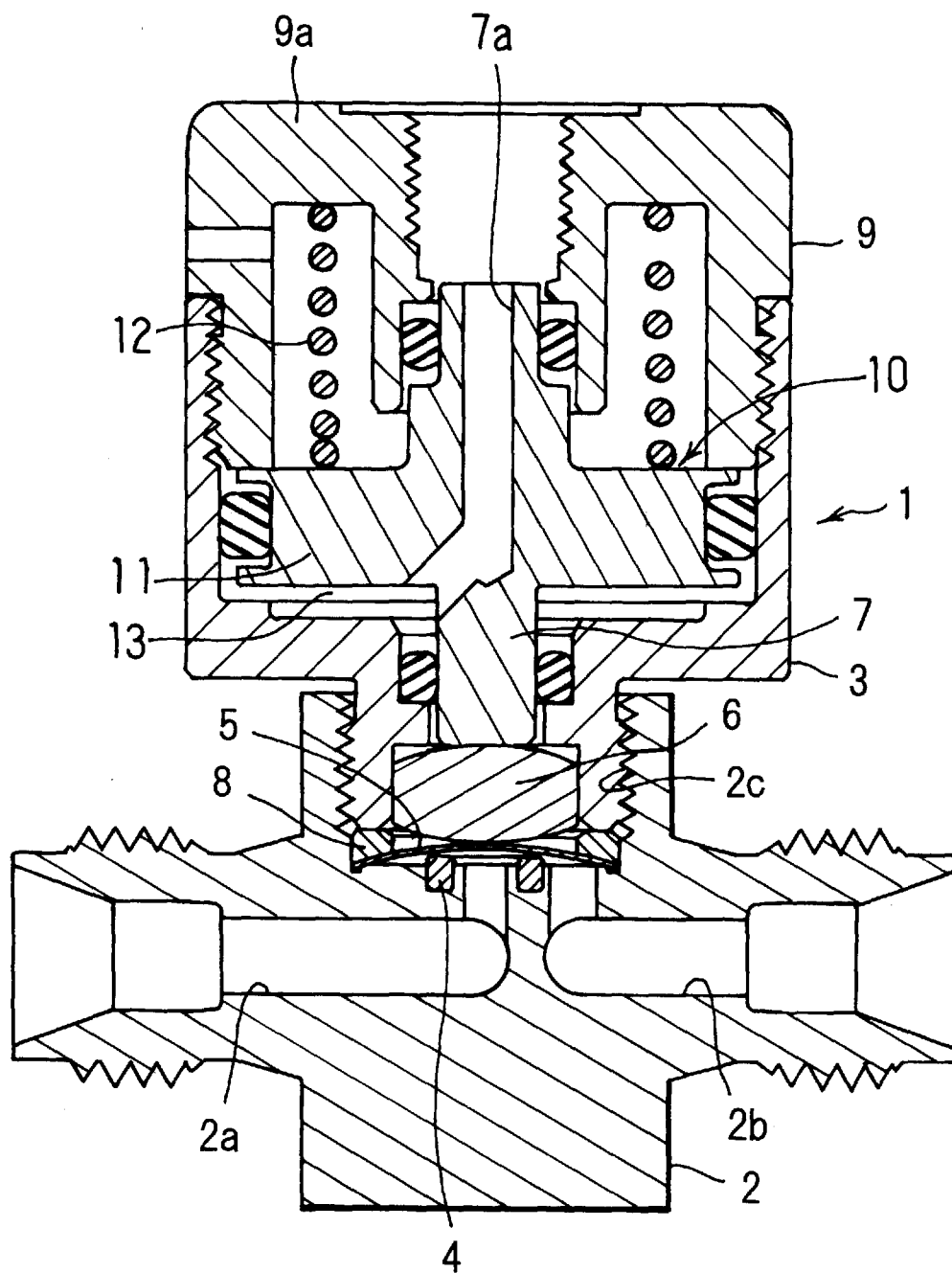
[0038] この発明は、半導体製造設備のガス供給系等において使用されるダイレクトタッチ型のメタルダイヤフラム弁として好適であり、そのダイヤフラムの耐久性が向上するので、半導体製造設備等の性能向上に寄与できる。

請求の範囲

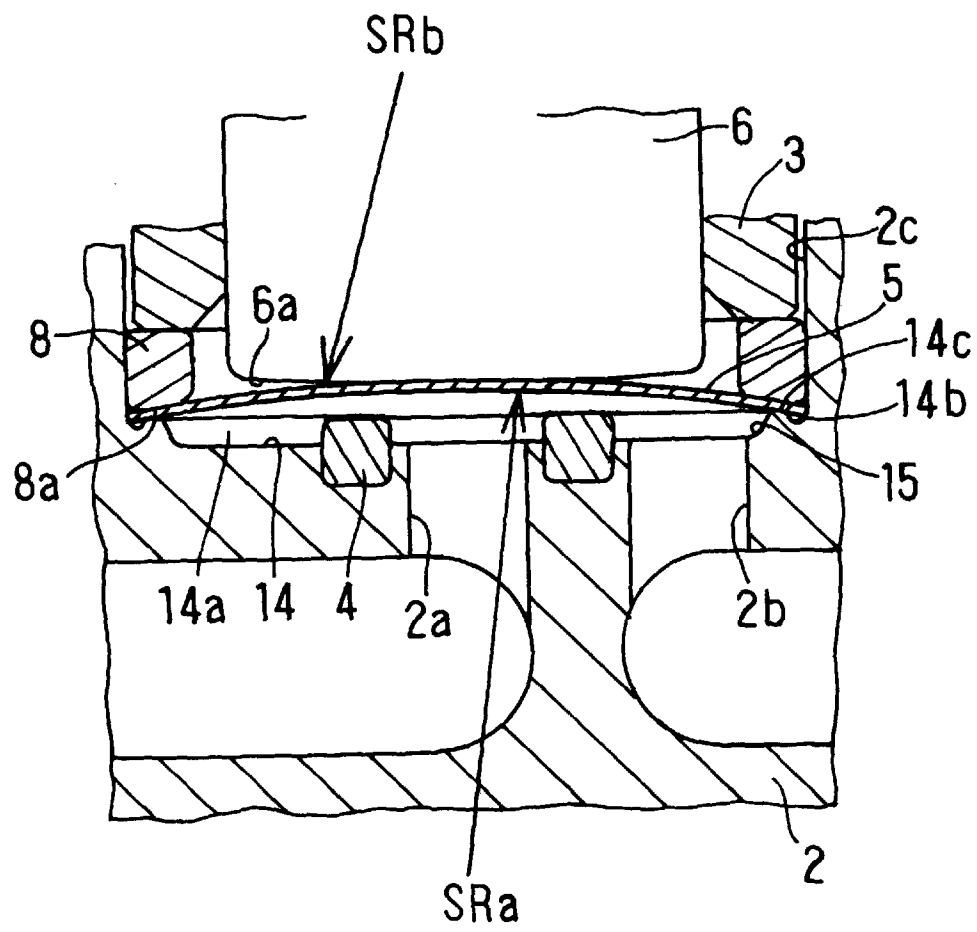
[請求項1] 流体通路が設けられた弁箱と、流体通路の周縁に設けられた弁座と、弁座に押圧または離間されて流体通路を開閉する球面状のダイヤフラムと、下端に球面状の押圧面を有しダイヤフラムを押圧するダイヤフラム押さえと、ダイヤフラムを上下移動させるアクチュエータとを備えているダイヤフラム弁において、

ダイヤフラムの曲率半径を SRa 、ダイヤフラム押さえの押圧面の曲率半径を SRb として、 $SRb / SRa = 0.4 \sim 0.6$ とされているダイヤフラム弁。

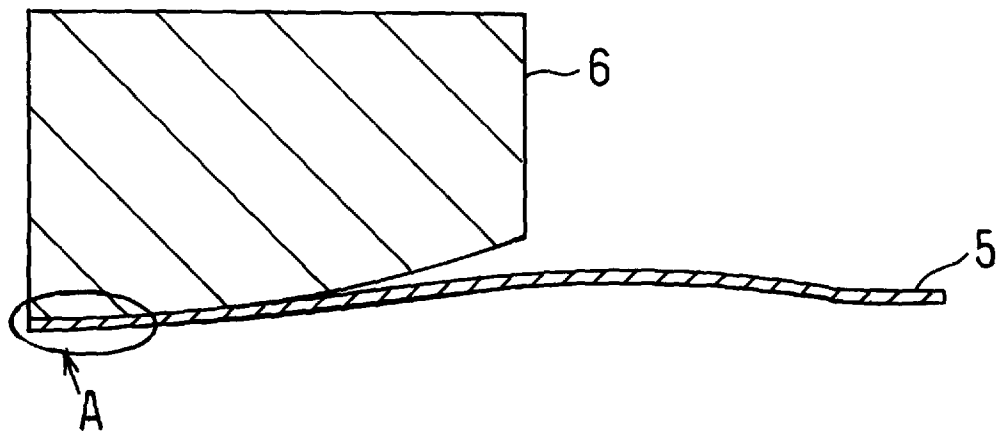
[図1]



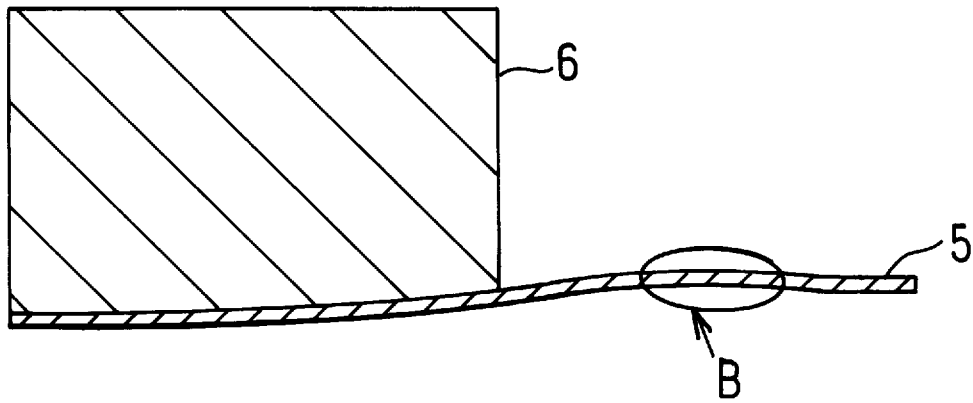
[図2]



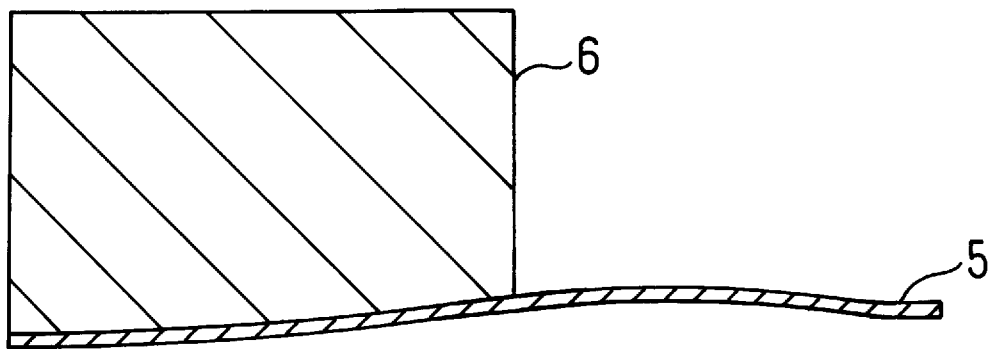
[図3]



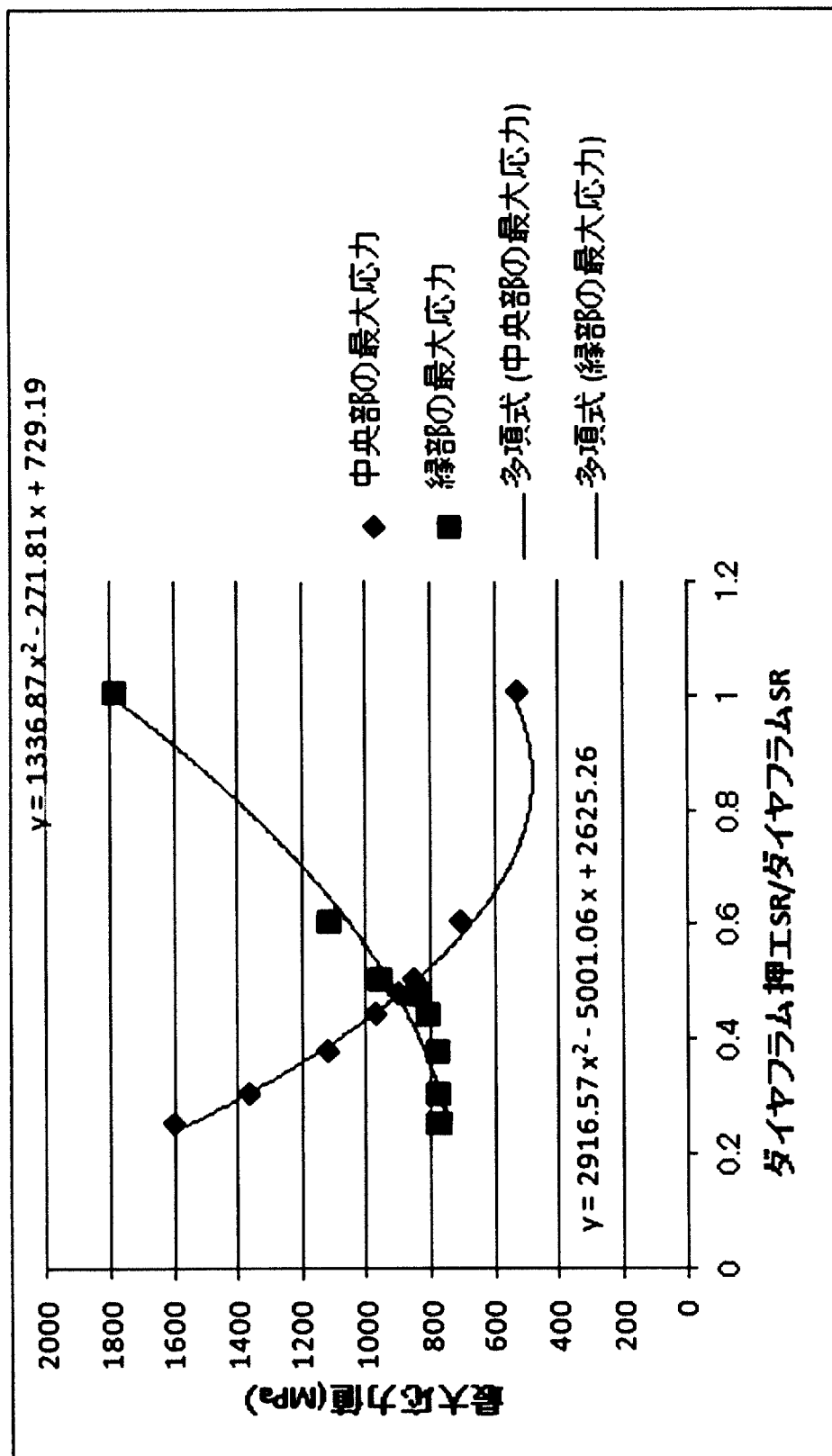
[図4]



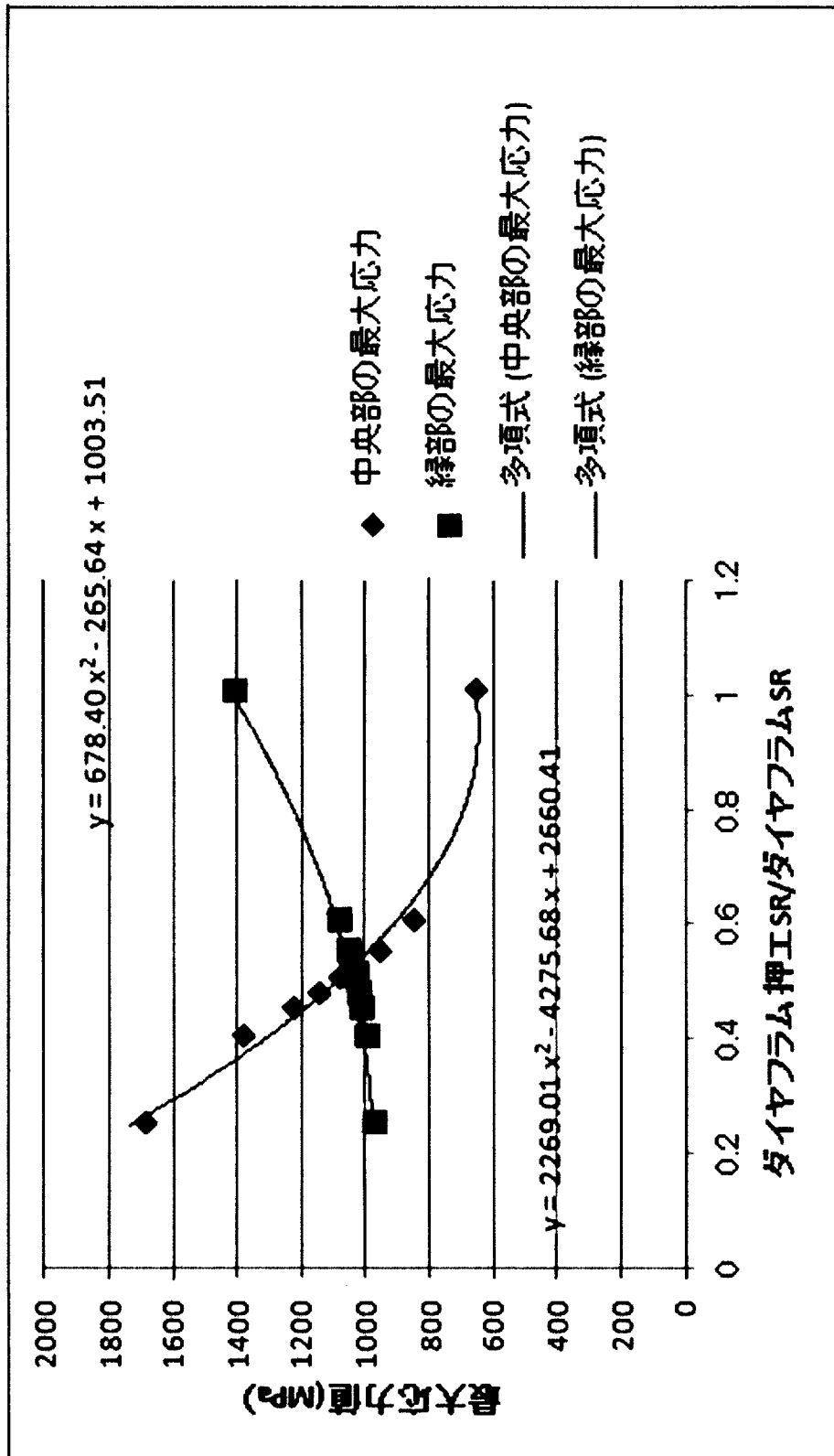
[図5]



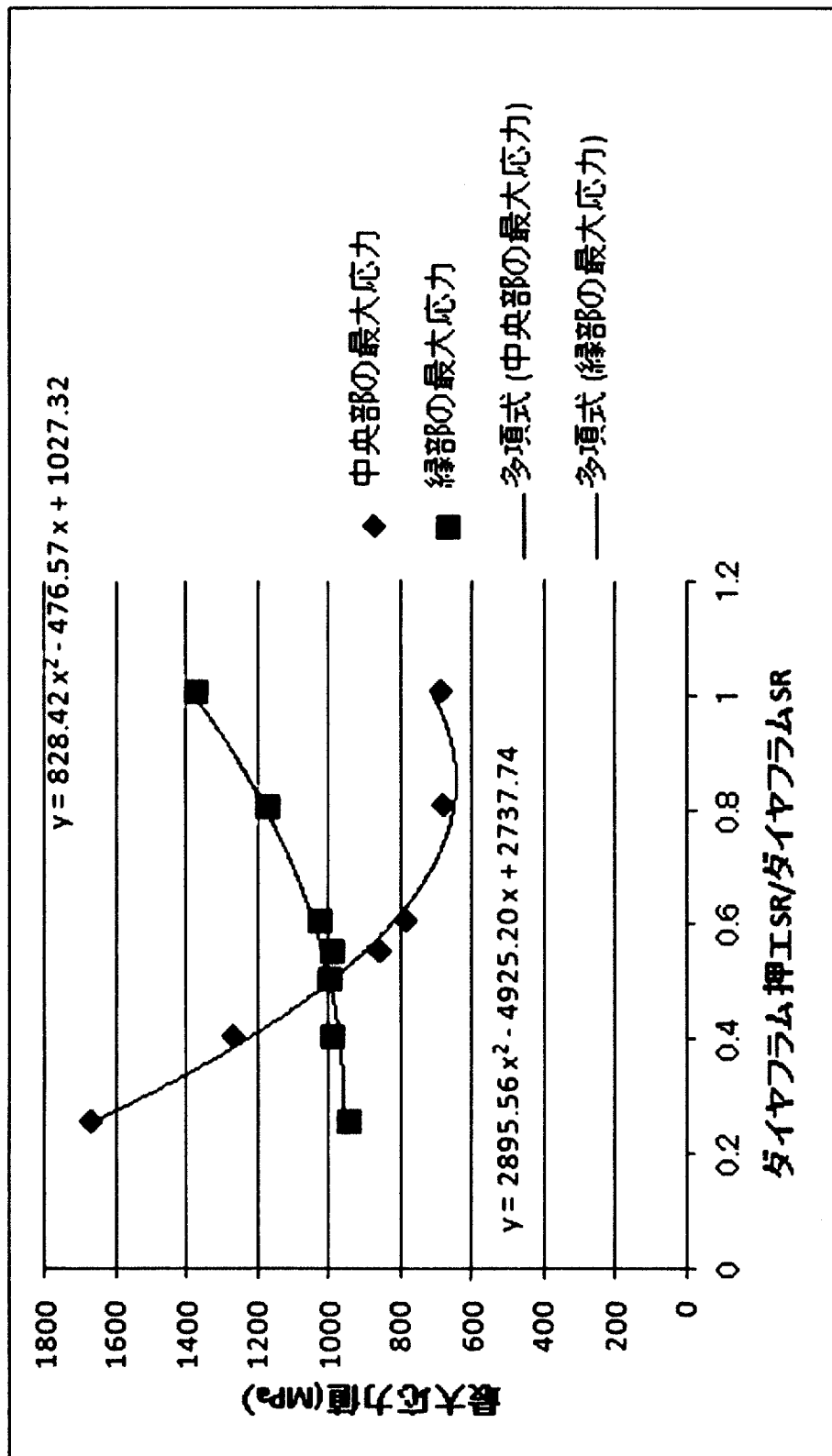
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/056752

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16K7/16(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16K7/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2014-9765 A (Fujikin Inc.),	1
Y	20 January 2014 (20.01.2014), paragraphs [0006] to [0007], [0019] to [0026]; fig. 1, 2 & US 2014/0001391 A1 paragraphs [0005] to [0006], [0019] to [0026]; fig. 1, 2	1
Y	JP 55-97568 A (Utsue Valve Co., Ltd.), 24 July 1980 (24.07.1980), page 1, lower right column, lines 2 to 5; page 2, upper left column, line 6 to lower right column, line 17; fig. 1, 2, 3 (Family: none)	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 May 2016 (12.05.16)

Date of mailing of the international search report
24 May 2016 (24.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16K7/16(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16K7/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2014-9765 A (株式会社フジキン) 2014.01.20, 段落【0006】	1
Y	— 【0007】, 【0019】— 【0026】, 【図1】, 【図2】 & US 2014/0001391 A1, 段落[0005]-[0006], [0019]-[0026], 図1, 図2	1
Y	JP 55-97568 A (ウツエバルブ株式会社) 1980.07.24, 第1頁右下欄第2-5行, 第2頁左上欄第6行-右下欄第17行, 第1図, 第2図、第3図 (ファミリーなし)	1

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.05.2016

国際調査報告の発送日

24.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

関 義彦

30

9145

電話番号 03-3581-1101 内線 3358