

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 4 月 29 日 (29.04.2004)

PCT

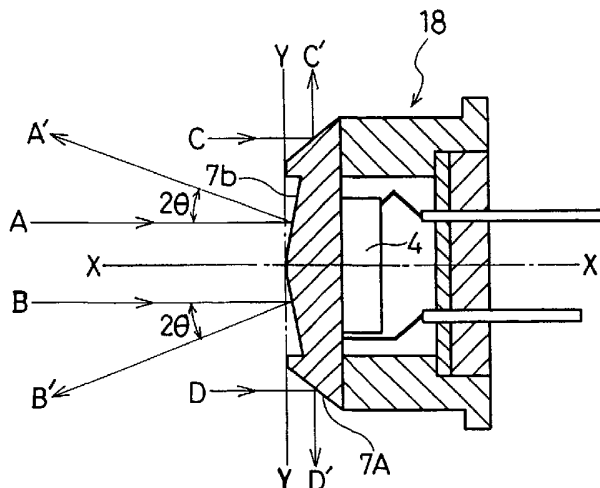
(10) 国際公開番号
WO 2004/036152 A1

- (51) 国際特許分類: **G01F 1/66** (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012626 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中 豊
(22) 国際出願日: 2003 年 10 月 2 日 (02.10.2003) (TANAKA, Yutaka) [JP/JP]; 〒456-8691 愛知県 名古屋市 熱田区 千年一丁目 2 番 70 号 愛知時計電機株式会社 社内 Aichi (JP). 荻田 明生 (OGITA, Akio) [JP/JP]; 〒617-8555 京都府 長岡京市 天神 2 丁目 26 番 10 号 株式会社 村田製作所内 Kyoto (JP).
(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 2002-301767
2002 年 10 月 16 日 (16.10.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒617-8555 京都府 長岡京市 天神 2 丁目 26 番 10 号 Kyoto (JP).
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: ULTRASONIC FLOW METER AND WAVE TRANSMISSION/RECEPTION DEVICE

(54) 発明の名称: 超音波流量計と送受波器



(57) Abstract: It is possible to reduce the detection error of a zero cross point of a reception wave by a 1.5-time reciprocating noise which is reflected twice by a wave transmission/reception device and reciprocates by 1.5 times between the wave transmission/reception device and an opposing wave transmission/reception device before received by the wave transmission/reception device of the reception device. The accuracy of a flow meter is increased. The wave transmission/reception device of the transmission side is arranged on a leftward extension of the center axis X-X of the wave transmission/reception device (18). When an ultrasonic pulse from this wave transmission/reception device of the transmission side not depicted comes like arrows A and B onto a reflection surface (7b) of a circular cone at the front of an acoustic rectifier layer (7A) of the wave transmission/reception device (18), the pulse is reflected like arrows A' and B' in directions different from the center axis X-X. Accordingly, the reflected waves A' and B' do not come into the wave transmission device of the transmission side, not making a 1.5-time reciprocating noise. Ultrasonic wave coming like arrows C and D is reflected with a large angle in directions C' and D', not making a 1.5-time reciprocating noise.

(57) 要約: 送受波器に 2 回反射して、対向する送受波器間を 1.5 往復して受信側の送受波器に入る 1.5 往復ノイズによる受信波のゼロクロスポイントの検知誤差を少なくする。流量計測精度を上げる。受信側の送受波器 18 の中心軸 X-X の図示左方の延長線上

[続葉有]

WO 2004/036152 A1



(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

に離れて送信側の送受波器が配置されている。この図示されていない送信側の送受波器からの超音波パルスは、送受波器 18 の音響整合層 7 A の前の円錐形傾斜面からなる反射面 7 b に、矢印 A, B のように入射すると矢印 A', B' のように反射し、中心軸 X-X からそれた方向に向きを変える。したがって、反射波 A', B' は対向する送信側送受波器に入らず、1.5 往復ノイズとならない。矢印 C, D のように入射する超音波はより大きい角度で向きが変わり、C', D' の向きとなり、1.5 往復ノイズにはならない。

明細書

超音波流量計と送受波器

5

技術分野

本発明は超音波流量計と送受波器に関する。

背景技術

図 1 に示すように、流体中に距離 L を離して流管 3 の上流と下流に
10 対向配置した 1 組の超音波送受波器の一方の送受波器 1 から他方の送
受波器 2 へ超音波を送信したときの順方向伝播時間と、送受波器 2 から
送受波器 1 へ超音波を送信したときの逆方向伝播時間とから流体の
流速 V を求め、流量を演算している。

上述の測定原理において、超音波が受信側の送受波器に到達する時
15 期、つまり到達時点を特定する受信検知の方法として、特定波のゼロ
クロスポイントを検知するようにしたものがある。図 2 は発信のタイ
ミングを示す送信駆動信号と受信波を示している。実際の受信波は非
常に小さく、先ず増幅される。同図の受信波は増幅後の波形を示して
いる。

20 a が到達時点で、徐々に振幅が大きくなる。その後最大振幅となり
徐々に小さくなる。ところが到達時点 a はノイズに隠れて検知できな
い。そこで、次のような方法が行われている。

ノイズより十分大きな基準電圧レベル（単に基準レベルともいう）
としてのしきい値 V_{TH} を決め、このレベルに最初に達した波、例えば
25 同図の第 3 波が b 点でしきい値に達した後ゼロレベルを通るゼロクロ
スポイント c を検知して受信検知とする方法である。

しきい値 V_{TH} は常に何番目かのある特定の波（例えば第 3 波）のゼ
ロクロスポイントを検知するように定めてあり、実際の伝播時間 t は、
a 点から c 点までの時間 τ を予め求めて記憶しておき、測定した時間

$t + \tau$ に相当する値から時間 τ を減算することにより求めている。これを第1の従来技術という。

送信から受信までの順方向伝播時間や逆方向伝播時間を求めるのに、単純に測定した到達時間 $t + \tau$ から時間 τ を減ずるのではなく、伝播時間計測の精度を向上するために、受信すると同時に次の送信を同じ方向に行うことを複数回（ $n - 1$ 回）繰り返すことにより、一方向、例えば順方向の送受信を n 回連続して繰り返して、最初（第1回目）の順方向送信から最後（第 n 回目）の受信までの時間、つまり到達時間の n 倍をまとめて測定し、次に他方向、例えば逆方向への送受信を同様に n 回連続して繰り返して、最初の逆方向送信から最後の受信までの時間、つまり到達時間の n 倍をまとめて測定し、これらの各方向の複数回の送受信で得た測定値から $n\tau$ を減じ、各方向の伝播時間を計算して流速更に流量を求める超音波流量計も公知である。これを第2の従来技術という。

この種の超音波流量計で用いられている送受波器の構造を図3に示す。前記送受波器1と2は同じ構造の超音波振動子であるので、図3にはその一方の送受波器1を示す。なお前記従来技術で、流れの順方向に超音波を送信するときは、上流側の送受波器1をパルス駆動して送信側に使い、下流側の送受波器2を受信側として使って、受信した信号を図示されていない増幅器で増幅した後に、図示されていない受信検知回路で前記ゼロクロスポイント c を検知する。

図3で、厚み B_1 の円板状圧電セラミックス4の前面と後面に形成された電極は、それぞれ端子5と6に電氣的に接続されている。圧電部材としての圧電セラミックス4は、その前面が厚み寸法 B_2 、直径 Φ の円板状の音響整合層7の後面に同心的に接着されている。送受波器1を送信側として使用するときは、パルス駆動された圧電セラミックス4からの超音波が音響整合層7を介して、整合層7の前面の超音波放射面7aから前方（図示左方）の被計測流体中へ放射され、距離 L だけ離れて対向配置された他方の送受波器2で受信される。8は外

径がΦの円筒状金属ケース、9は両端子5, 6を保持するベース、10は封止用のシール材で、ケース8とベース9の間に充填されている。なお、ケース8は音響整合層7と同じ材料で一体構造にする場合もある。

- 5 圧電セラミックス4から音響整合層7に入射して、更に被計測流体中に入射する超音波のエネルギー透過率は、音響整合層7の厚み B_2 の影響を受け、この厚み B_2 を音響整合層7内の超音波の波長 λ の $1/4$ にすると極大になることが周知である。従って、図3に示す従来の送受波器では厚み寸法 B_2 を波長の $1/4$ 、即ち $\lambda/4$ に定めていた（ $B_2 = \lambda/4$ ）。これを第3の従来技術という。

- 前記第2の従来技術で、一方向、例えば流れの順方向に連続してn回の送信（送受信ということもできる）を繰り返すとき、送信側の送受波器1から送信された1回目の超音波は、送信時点から到達時間 t
15 $+ \tau$ 後に受信側の送受波器2に到達受信されると同時に、送受波器の音響整合層の前面で返射されて、流路内を送受波器1に向かって返射波が返る。この反射波は更に送受波器1の音響整合層の表面（前面）で返射されて受信側の送受波器2に入り受信される。この受信時点は、第1回目の前記送信時点から到達時間 $t + \tau$ の3倍の時間経過後であり、かつ、この反射波は、送受波器1から送信されて、流路中の距離Lを1.5往復した後に送受波器2に入射する。この反射波は、最初
20 は送受波器1から第1回目の送信信号として送信され、これが送受波器2で1回反射され、更に送受波器1で反射されて送受波器2に入る。送受波器1では、連続して $t + \tau$ 間隔で複数回（n回）の送信が繰り返されるため、第3回目の送信による超音波が送受波器2に入るときには、前記1.5往復した（1回目の送信による）反射波が重畳されて同時に送受波器2で受信される。

送受波器1から送信された超音波が直接送受波器2に受信される受信波は、いわば本来の信号である。それに対し、この本来の信号に重

疊する前記 1. 5 往復の反射波は、いわばノイズであるので、以後これを 1. 5 往復ノイズと呼ぶ。上述の説明より明らかなように、 n 回の連続した送受信で、3 回目の送信信号を受信するとき以後は、毎回 1. 5 往復ノイズが本来の信号に重畳して受信される。そのため、重畳した 1. 5 往復ノイズの影響で、受信波のゼロクロスポイントの検知に誤差が生じる。

その状況を図 4 で説明する。図 4 は受信波のゼロクロスポイント付近を拡大した波形図で、縦軸よりも横軸をより大きく拡大してあり、本来の受信波の第 3 波のゼロクロスポイントが符号 c で示す時点である。破線で示す 1. 5 往復ノイズの振幅は本来の受信波の振幅よりも小さいが、この 1. 5 往復ノイズが実線で示す本来の受信波に重畳した合成波のゼロクロスポイントは符号 c' で示す時点となり、本来の受信波のゼロクロスポイントである c の時点に対し、 Δt だけずれた時点となる。この Δt が 1. 5 往復ノイズの悪影響による到達時間の誤差で、この誤差が、流量計としての流量測定の精度を悪くするという問題点があった。

そこで本発明は、かかる問題点を解消できる超音波流量計と、送受波器を提供することを第 1 の目的とする。

また、前記第 3 の従来技術では、厚み寸法 B_2 が狙い寸法の $\lambda/4$ に対して誤差があると、超音波の出力特性に悪影響があったので、音響整合層 7 の厚み寸法 B_2 を波長 λ の $1/4$ に合わせるために、音響整合層 7 は、成形後に機械加工して正しい寸法 $\lambda/4$ になるように後加工を要する場合があった。そのため、超音波送受波器の加工費がかさみ、結果的に超音波流量計のコストを上げる要因となるという問題点があった。

そこで、本発明は、音響整合層のかかる後加工を不用とし、コストを低減できる超音波流量計と送受波器を提供することを第 2 の目的とする。

発明の開示

前記第 1 の目的を達成するために、請求項 1 の発明は、少なくとも 1 対の送信側および／または受信側として働く超音波送受波器を備え、前記少なくとも 1 対の超音波送受波器は対向して設けられ、少なくとも 5 も一方の送受波器の前面に、両送受波器を結ぶ直線に直交する平面に対して傾斜した反射面を具備し、前記少なくとも 1 対の超音波送受波器は、流体の流れの上流から下流へ方向を順方向及び下流から上流へ方向を逆方向とし、前記順方向および逆方向毎に、一方の送受波器を送信側として超音波を送信し、他方の受信側送受波器が超音波を受信すると再び送信側送受波器から超音波を送信し、これを一定複数 10 回繰り返す超音波の送受信を行い、順方向および逆方向の超音波の到達時間より流速および流量を求めることを特徴とする超音波流量計である。

前記第 1 と第 2 の目的を達成するために、請求項 2 の発明は、請求項 1 の超音波流量計において、送受波器が、圧電部材の前面に音響整合層の後面を当接した超音波送受波器であって、音響整合層の前面に前記傾斜した反射面が形成され、かつ音響整合層の後面から前記反射面の中間部までの厚みを、音響整合層内の超音波の波長のほぼ $1/4$ に定めたことを特徴とするものである。

20 請求項 3 の発明は、請求項 2 の超音波流量計において、音響整合層の前面に形成された前記傾斜した反射面を複数具備したことを特徴とするものである。

請求項 4 の発明は、請求項 1, 2 又は 3 の超音波流量計において、一対をなす両送受波器の前面に傾斜した反射面を具備したことを特徴とするものである。

25 請求項 5 の発明は、請求項 1, 2, 3 又は 4 の超音波流量計において、傾斜した反射面が円錐状面であることを特徴とするものである。円錐状面は、円錐面又は円錐よう等の曲面で形成することができる。円錐状面は逆様の円錐状面、即ちすりばち形の曲面であっても良い。

請求項 6 の発明は、請求項 1, 2, 3, 4 又は 5 の超音波流量計において、反射面の傾斜角度を 2 ~ 10 度の範囲に定めたことを特徴とするものである。傾斜角度は反射面上のいろいろな位置における切平面の傾斜角である。

- 5 請求項 7 の発明は、圧電部材の前面に音響整合層の後面を当接した超音波送受波器において、音響整合層の前面に、圧電部材の前面に対して傾斜した反射面を形成したことを特徴とする送受波器である。

請求項 8 の発明は、請求項 7 の送受波器において、音響整合層の後面から前記反射面の中間部までの厚みを、音響整合層内の超音波の波
10 長の略 $1/4$ に定めたことを特徴とするものである。

請求項 9 の発明は、請求項 8 の送受波器において、圧電部材の前面に対して傾斜した前記反射面を複数形成したことを特徴とするものである。

- 請求項 10 の発明は、請求項 7, 8 又は 9 の送受波器において、音
15 響整合層の前面で、前記反射面 (7 b, 7 2 b, 7 4 b) の外径 (Φ_1) より大径の部分 (反射面の外径より外側の部分) に、前記反射面の傾斜角度より大きい傾斜角度の第 2 の反射面 (7 f, 7 f') を形成したことを特徴とするものである。

- 請求項 11 の発明は、請求項 7, 8, 9 又は 10 の送受波器におい
20 て、傾斜した反射面が円錐状面であることを特徴とするものである。円錐状面は円錐面又は円錐よう等の曲面で形成することができる。円錐状面は逆様の円錐状面、即ちすりばち形の曲面であっても良い。

- 請求項 12 の発明は、請求項 7, 8, 9 又は 10 の送受波器におい
て、傾斜した反射面が球面状部であることを特徴とするものである。
25 球面状部は球面部又は球面よう等の曲面部で形成することができる。

請求項 13 の発明は、請求項 7, 8, 9 又は 10 の送受波器において、傾斜した反射面が角錐状面であることを特徴とするものである。角錐状面は角錐面又は角錐よう等の曲面で形成することができる。

請求項 14 の発明は、請求項 7 ~ 13 のいずれかの送受波器におい

て、反射面の傾斜角度を2～10度の範囲に定めたことを特徴とするものである。傾斜角度は反射面上のいろいろな位置における切平面の角度である。

- 請求項15の発明は、請求項7～14の何れかの送受波器において、
5 音響整合層の前面の中央部と外周縁とに、送受波器の組立時に組立治具を当接する当接面を具備したことを特徴とするものである。

図面の簡単な説明

- 図1は超音波流量計の原理を説明する略図。
10 図2は受信波のゼロクロスポイントの検知方法を説明する図。
図3は従来の超音波送受波器の縦断面図。
図4は1.5往復ノイズによるゼロクロスポイントの誤差を説明する図。
図5は本発明の超音波流量計の実施例で、図5(a)は縦断正面図、
15 図5(b)は図5(a)のA-A断面視図。
図6(a)は図5(a)のB-B断面視図、図6(b)は図5(a)のC-C断面図。
図7は図5、図6の実施例に用いる超音波送受波器の縦断面図。
図8は送信側の超音波送受波器を駆動する駆動パルスの波形図。
20 図9は本発明の実施例における送受波器前面での超音波の態様を説明する図。
図10は本発明の実施例における受信波形図。
図11は本発明の実施例における1.5往復ノイズの拡大図。
図12は従来技術における受信波形図。
25 図13は従来技術における1.5往復ノイズの拡大図。
図14は本発明の送受波器の組立方法を説明する縦断面図。
図15は本発明の送受波器の他の実施例の縦断面図。
図16は図15の送受波器の反射面での超音波の反射態様を説明する図。

図 1 7 は本発明の実施例 3 の送受波器の縦断面拡大図。

図 1 8 は図 1 7 の送受波器の反射面での超音波の反射態様を説明する図。

図 1 9 は本発明の実施例 4 の送受波器の縦断面拡大図。

5

発明を実施するための最良の形態

次に本発明の好ましい実施の形態をいくつかの実施例に従って説明する。

〔実施例 1〕

10 図 5 (a) (b) と図 6 (a) (b) は本発明の超音波流量計からなるガスメータの実施例である。ガスメータ 1 1 の流入部 1 2 へ流入した被計測流体のガスは、計測室 1 3 を介して流管 1 4 の流路 1 5 へ導かれる。計測室 1 3 はガスメータ 1 1 へのガスの流入時の流れの影響を打ち消すためのバッファとしての役割を有する。また計測室 1 3
15 は、仕切り壁 1 6 によって流入側と流出側とに区分されている。

流管 1 4 は、ほぼ長方形の断面形状を有する流路 1 5 を形成し、この流路 1 5 内を流れるガスの流速を一对 (2 つの) 超音波送受波器 1 7 と 1 8 とで計測する。ガスは流入部 1 2 から矢印のように流入側 (すなわち図示左側) の計測室 1 3 に流入し、流路 1 5 内を図 5 (a) (b)
20 で図示左方から右方に向かって流れる。送受波器 1 7 と 1 8 は、上流側の送受波器 1 7 から超音波を送信し、下流の送受波器 1 8 でこれを受信すると直ちに送受波器 1 7 から再度送信する送受信を連続して複数回 (n 回) 繰り返して、超音波の順方向到達時間 $t + \tau$ の n 倍の時間をまとめて測定し、この測定値に基づいて超音波の順方向伝播時間
25 t を演算する。

次に、順方向の場合と同様に、送受波器 1 8 からガスの流れと逆方向に超音波を送信して上流の送受波器 1 7 で受信する送受信を連続して複数回 (n 回) 繰り返して超音波の逆方向到達時間をまとめて測定し、この測定値に基づいて超音波の逆方向伝播時間を演算する。そし

て、この逆方向伝播時間と前記順方向伝播時間に基づいて流体（ガス）の流速・流量を演算する。順方向や逆方向の到達時間の測定や、伝播時間の演算、流速・流量の演算は図示されていないマイクロコンピュータを用いた電子回路を用いて、周知の方法で行う。

- 5 なお、図 5（a）（b）と図 6（a）で、符号 19 はガスの流速を計測するための計測部である。流路 15 を流れたガスは矢印のように流出側の計測室 13 を介して流出部 20 からガスメータの出口へと流出する。流路 15 の断面は長辺 W を短辺 H の 5 ～ 20 倍に定めた長方形で、送受波器 17 と 18 の中心軸を結ぶ直線 $X - X$ に沿って超音波
10 が流体中を伝播する（図 5（b））。

- 図 7 は送受波器の構造を示す縦断面図で、図は一方の送受波器 18 を示すが、他方の送受波器 17 も同じ構造である。なお、図 7 で、前記図 3 に示す従来の送受波器と同じ機能を有する要素には同一の符号を付けて示し、その説明は省略する。音響整合層 7A は最大厚み B_4
15 が従来技術の図 3 の音響整合層 7 の厚み B_2 の寸法より大きく、かつ前面の形状が全く異なる。

- 即ち、送受波器の中心軸 $X - X$ 上に頂点を有する円錐状の傾斜面（反射面）7b が形成され、その頂部にわずかの面積だけ直径 ϕ の平面部 7c が形成されている。円錐状の傾斜面（反射面）7b は、中心軸 $X - X$ の周りに図示断面形状を回転させた回転体形状であり、円錐形傾
20 斜面の傾斜角 θ は 5° に定めている。換言すれば、円錐形のテーパ角は 170° である。円錐形傾斜面（反射面）7b の前端 7b' は音響整合層 7A の後面 7e からの距離が（前記最大厚み） B_4 であり、円錐形傾斜面（反射面）7b の後端 7b'' は、音響整合層 7A の後面か
25 らの距離が符号 B_3 で示す最小厚みとなっており、傾斜面（反射面）における最小厚み B_3 と最大厚み B_4 との中間に前記波長の $1/4$ である $\lambda/4$ に相当する寸法 B_2 がある。換言すれば、後面 7e から円錐形傾斜面（反射面）7b の中間部までの距離（厚みとも言える）を波長の $1/4$ の $\lambda/4$ である前記寸法 B_2 に定めている。数式で表現

すれば、 $(B_3 + B_4) / 2 = B_2 = \lambda / 4$ と書くことができる。

こうすることで、圧電セラミックス4から音響整合層7Aを介して被計測流体中に透過する超音波のエネルギー透過率を大きく保っている。そして、音響整合層7Aの成形寸法が多少変わっても、傾斜面（反射面）7bの傾斜部分に $\lambda / 4$ の厚み寸法 B_2 がくるので、図3の従来技術のように機械加工による後加工で $\lambda / 4$ の狙い寸法に追い込むという面倒な作業が不要になる。円錐形傾斜面（反射面）7bの外径 Φ_1 の外周には、小さい幅 Δr の環状平面部7dが形成され、この環状平面部7dは前記頂部の平面部7cと同一平面上にある。

10 即ち、平面部7cと7dは、音響整合層7Aの平面状の後面7eから前方へ距離 B_4 の位置にあり、両平面7cと7dは、後面7eと平行である。環状平面部7dの外径 Φ_2 より大径の部分、換言すれば円錐形傾斜面（反射面）7bの外径 Φ_1 より外径方向へ離れた部分では、音響整合層7Aの前面（前部）に第2の円錐形傾斜面7fが形成されている。この第2の円錐形傾斜面（反射面）7fの傾斜角は前記傾斜面（反射面）7bの傾斜角 θ より比較的大きい 50° に定めてある。換言すれば、第2の円錐形傾斜面（反射面）7fのテーパ角は 80° である。

音響整合層7Aの前面の直径 Φ_1 より大きい部分は、圧電セラミックス4の外径より比較的大径の位置にあるため、本来超音波の放射面としては機能しない。そして、図3の従来技術では、1.5往復ノイズを生起する反射面として好ましくない作用をするが、大きい傾斜角の第2の傾斜面（反射面）7fを形成することにより、音響整合層7Aの前面の直径 Φ_1 より大きい部分での反射によって発生する1.5往復ノイズを効果的に減らすことができる。

25 なお、図7で、円筒状金属ケース8Aの主たる外径 Φ は、前記図2の従来技術における送受波器の円筒状金属ケース8の外径 Φ と同じであるが、実施例の金属ケース8Aの基部には、取付用のつば部8aが形成されている。このつば部8aの外径は前記外径 Φ より大きい値 Φ

3に定めてある。また、ケース 8 A は音響整合層 7 A と同じ材料で整合層 7 A と一体構造にしても良い。

次に、図 5 (a) (b) において、順方向伝播時間を測定するために、上流側の送受波器 1 7 に図 8 に示す駆動パルス電圧を印加して、
5 送受波器 1 7 から中心軸（軸線）X-X に沿って超音波を送信したときの、受信側の送受波器の作用について図 9 で説明する。上流側の送受波器 1 7 から送信された超音波は被計測流体のガス中を中心軸（軸線）X-X に沿って進行し、矢印 A, B のように超音波整合層 7 A の円錐形傾斜面（反射面）7 b へ入射する。

10 傾斜面（反射面）7 b は、軸線 X-X に直角な平面 Y-Y に対して角度 θ だけ傾斜しているため、矢印 A, B で示す超音波は、入射角と同じ反射角で反射して、矢印 A, B と角度 2θ をなす方向、即ち矢印 A', B' の方向へそれぞれ反射して流れと逆の上流方向へと帰る。しかし、反射波の向きは入射波 A, B に対し、 2θ も方向が違いため、
15 送受波器 1 8 と離れて配設された送信側の送受波器 1 7 の音響整合層の前面に入ることは殆どない。したがって、この反射波が 1.5 往復ノイズとなって、受信側の送受波器 1 8 へ再度入射することは殆どなくなる。

図 10 は、送信側の送受波器 1 7 を時刻 t_1 でパルス駆動したときの
20 の受信側の送受波器 1 8 で受信し増幅した後の受信波形を示す。 t_1 から到達時時間 $t + \tau$ だけ経過した時刻 t_2 に、本来の受信波（即ち直接波）2 1 が、また時刻 t_1 から到達時間 $t + \tau$ の 3 倍の $3(t + \tau)$ 経過した時刻 t_3 に 1.5 往復ノイズ 2 2 が受信されている。なお、この図 10 では、送信を 1 回だけ時刻 t_1 に行って、そのときの
25 本来の受信波 2 1 とそのときの 1.5 往復ノイズだけを明瞭に示すようにしたが、実際に流量計として作動させるときは、順方向に複数回（ n 回）の送受信を繰り返すので、本来の受信波 2 1 と同じような受信波が時間 t_2 と t_3 の中間位置とか、時刻 t_3 の位置などに発生し、時刻 t_3 以後の受信波には 1.5 往復ノイズが重畳する。

図 11 は、図 10 の 1.5 往復ノイズ 22 を拡大した波形図で、時間軸（横軸）と振幅（縦軸）とがいずれも 10 倍に拡大してある。これらの図 10, 11 で明らかなように、1.5 往復ノイズ 22 は比較的小さく抑制されている。本来の受信波 21 の最大振幅と 1.5 往復ノイズ 22 の最大振幅との比率は約 50 で、いわばこの値、約 50 が S/N である。

因みに、図 5、図 6 に示すガスメータの送受波器 17, 18 を取り外して、図 3 に示す従来の構造の送受波器を送受波器 17, 18 の代わりに取り付けたときの図 10, 11 に対応する受信波形は図 12, 13 のようで、本来の受信波の最大振幅と 1.5 往復ノイズの最大振幅の比で示す S/N は約 20 となった。なお、図 12, 13 では 1.5 往復ノイズを符号 22' で示す。これらのデータから比較すると、図 2 の従来構造の送受波器を用いた場合の S/N の値約 20 が、図 7 の構造の本発明の実施例の送受波器を用いた場合には S/N が約 50 となり、S/N が 2.5 倍に改善された。

ところで、図 7 で説明したように、音響整合層 7A の前面には、直径 ϕ_2 から ϕ の間に、第 2 の円錐形傾斜面（反射面）7f を形成し、その傾斜角を 50° という大きな値に定めたので、この傾斜面（反射面）7f に入射する超音波パルス C, D は、図 9 に示すように、矢印 C', D' に示す方向に反射し、1.5 往復ノイズとなる虞れはない。

上述のように、図 7 の構造の送受波器を用いることで、音響整合層 7A の表面（前面）で反射して送信側へ戻り、更に送信側の送受波器で反射して受信側へ入射する 1.5 往復ノイズは、小さい面積の中央平面部 7c と、環状平面部 7d での反射波だけとなるので、前述のように、いわゆる S/N が大幅に改善され、1.5 往復ノイズの悪影響による計測誤差を軽減できる。

なお、傾斜角 θ が小さすぎると、1.5 往復ノイズを軽減する効果が減少するため、 θ は 2° 以上にすることが望ましい。また、音響整合層 7A は、ガスメータのような気体流量計では、中空のガラス玉か

らなるガラスバルーンを混和した公知のエポキシ樹脂成形品を用いているが、傾斜角 θ をあまり大きくすると、超音波送受波器の主体特性である感度と指向性に悪影響を与えるので、 10° 以下に定めるのが好ましい。

- 5 図14に示すように、組立治具23の上に音響整合層7Aを、その前面（放射面）を下にして置き、整合層7Aの後面7eに圧電セラミックス4を載置し、その上から治具24を押し付けて、圧電セラミックス4を整合層7Aに熱圧着して接着することで圧電セラミックス4を整合層7Aに組み付けるが、整合層の機械的強度が小さいので、整合層7Aが破壊する虞れがある。整合層7Aの前面（図示下面）の中央平面部7cと環状平面部7dは同一平面内にあるので、従来の図3の送受波器を組み立てるときに用いた同じ形状の組立治具23、24を用いて、安全に送受波器の組み立てができる。即ち、組み立て時の安定性が確保できる。両平面部7c、7dは組み立て治具23を当てる当接面となる。
- 10
- 15

- 上記実施例1では、傾斜面（反射面）7bを、図7の断面形状を軸線X-Xの周りに回転させた回転体形状で形成し、軸線X-Xの周りに軸対称な形に形成したが、完全な円錐面に限ることはなく、円錐よう面とか、軸線X-Xの周りの軸対称ではない円錐のような面等を含む円錐状面を用いることができる。
- 20

- なお、上記実施例1では、反射面7bとして、図7と図9に符号7bで示す円錐形の曲面を用いているが、この円錐形の曲面の代わりに、該曲面を軸線X-Xを含む紙面に直角な平面内で180度回転させた逆様の円錐形の曲面、すなわちすりばち形の曲面を用いても良い。請求項で円錐状面と記載しているのは、このような逆様の円錐状面も含む。もっとも、逆様の円錐状面を使うときは、当接面としての中央平面部7cは不要なので、これは設けない。
- 25

[実施例2]

図 15, 16 は、本発明の送受波器の他の実施例で、前記実施例 1 で説明した図 7, 9 の送受波器とは反射面の形状だけが異なるので、同じ機能要素については、同じ符号を付けて、その説明を省略する。

この実施例 2 の送受波器では、図 15, 16 に示すように、音響整合層 7 A の前面には、送受波器 18 の中心軸 X-X 上に頂点 7 g を有する半径 R の球面の一部（以後これを球面部という）からなる傾斜面（反射面）7 b が形成されている。傾斜面（反射面）としての球面部の傾斜角は（実施例 1 の円錐面の場合と異なり）中心軸 X-X からの距離 r により異なった値となる。即ち、傾斜角は、その位置における球面部の接平面と、軸線（中心軸）X-X に直角な平面 Y-Y との角度であり、前記距離 r が大きくなる程大きな傾斜角となる。また、球面部の頂点 7 g は、音響整合層 7 A の後面 7 e から前方へ距離 B₄（最大厚み）の位置にあり、環状平面部 7 d と同一平面内にある。

そして、整合層の傾斜面（反射面）7 b における最小厚み B₃ と前記最大厚み B₄ の平均値 $(B_3 + B_4) / 2$ を波長の $1 / 4$ である寸法 B₂ に定めることで、超音波のエネルギー透過率を極大にしている。数式で表現すると、 $(B_3 + B_4) / 2 = B_2 = \lambda / 4$ としている。平均値 B₂ の図 15 上における傾斜面（反射面）7 b 上での位置は、最小厚み B₃ と最大厚み B₄ の平均点を意味するとも言える。

上流側の送受波器 17 から送信された超音波が、被計測流体のガス中を中心軸（軸線）X-X に沿って進行し、超音波整合層 7 A の球面状傾斜面（反射面）7 b へ図 16 に示す矢印 A, B のように、中心軸 X-X から距離 r の位置へ入射すると、入射角と同じ反射角で反射して、矢印 A, B とそれぞれ角度 2β をなす方向、即ち矢印 A', B' の方向へそれぞれ反射して流れと逆の上流方向へと帰る。しかし、反射波の向きは入射波 A, B に対し、2β も方向が異なるため、この反射波が 1.5 往復ノイズとなって、受信側の送受波器 18 へ再度入射することは殆どなくなる。

もっとも、角度 β は傾斜角であって中心軸 X-X からの距離 r に応

じて異なる値となり、 $r = 0$ のとき、即ち中心軸 $X-X$ 上では、傾斜角 β は零、距離 r が一番大きい $r = \Phi_1 / 2$ の位置で傾斜角 β が最大値となるので、中心軸 $X-X$ 上を伝播して受信側の送受波器 18 の反射面に入射した超音波は 1.5 往復ノイズとなり得るが、そのエネルギーは小さく、それによる 1.5 往復ノイズの振幅は問題視する程大きくはない。そして、距離 r が大きい位置に入射する超音波の変向角度 2β は大きいため、1.5 往復ノイズとはならない。

なお、この第 2 実施例では、頂点 7g は厳密な意味では平面ではない。その意味では、図 7, 9 で説明した実施例 1 のように組み立て時の当接面となる平面部 7c を備えていないが、頂点 7g は曲率半径 R の球面であるため、第 2 実施例の音響整合層 7A に圧電セラミックス 4 を熱圧着する組み立て作業時には、図 14 に示す実施例 1 の音響整合層 7A の代わりに、第 2 実施例の図 15, 16 の音響整合層 7A を組立治具 23 の上に置き、その頂点 7g と環状平面部 7d とを組立治具 23 に当接して、安全に送受波器の組み立てができる。

上記実施例 2 では、傾斜面（反射面）7b を球面部で形成したが、球面部に限ることはなく、球面よう等の球面状部であってもよい。

[実施例 3]

図 17, 18 は、本発明の実施例 3 で、前記実施例 1 で説明した図 7, 9 の送受波器とは反射面の形状だけが異なるので、同じ機能要素については、同じ符号を付けて、その説明を省略する。この実施例 3 の送受波器では、図 17 に示すように、音響整合層 7B の前面には、中心軸 $X-X$ 上に頂点（頂部とも言える）7h を有する円錐形の傾斜面からなる反射面 71b が形成され、その外周に、円錐形の反射面 71b と同心的に逆様の円錐形 72b、すなわちすりばち形の反射面 72b が形成され、該反射面 72b の外周が、幅 Δr の環状平面部 7d と交わる稜線で直径 Φ_1 の頂部 7j を形成している。

符号 7i は円錐形の反射面 71b の外径と逆様の円錐形の反射面 7

2 b の内径との交わる稜線で形成された直径 $\Phi_1/2$ の円形の谷部である。音響整合層 7 B の後面 7 e から谷部 7 i までの距離は最小厚みの B_3' である。音響整合層 7 B の後面 7 e から頂部 7 j までの距離は、頂面 7 e から頂部 7 h までの距離と同じで最大厚み B_4' である。

- 5 最小厚み B_3' と最大厚み B_4' の平均値 $(B_3' + B_4')/2$ は B_2 で、この平均値 B_2 を音響整合層内の超音波の波長の $1/4$ である $\lambda/4$ に定めている。したがって、円錐形の反射面 7 1 b と逆様の円錐形反射面 7 2 b の中間部に $\lambda/4$ の寸法 B_2 がくことになる。こうすることで傾斜した 2 つの反射面 7 1 b と 7 2 b との中間部に厚みが $\lambda/4$ となるところができるため、 $\lambda/4$ と合う厚みの部分が実施例 1 の場合より増加し、実施例 1 の場合のほぼ 2 倍となる。その結果、この送受波器 1 8 を送信側として使用するときの超音波のエネルギー透過率が実施例 1 よりも大きくなり、そのぶん送受波器としての効率と感度が向上する。

- 15 また、他方の送受波器 1 7 から軸線 X-X に沿って矢印 A, B のように反射面 7 1 b に入射する超音波は、図 1 8 のように反射面への入射角 θ の 2 倍の角度 2θ だけ方向を変えて反射され、矢印 A', B' の方向へと変向する。 θ は反射面 7 1 b の傾斜角でこの実施例では 5° に定めている。矢印 A', B' 方向に反射した反射波は、軸線 X-X からそれて、離れた位置にある他方の送受波器の音響整合層の前面には入らない。そのため、1.5 往復ノイズとならない。

- 25 同様に、軸線 X-X に沿って矢印 E, F のように反射面 7 2 b に入射する超音波は、入射角の 2 倍の角度 2θ だけ方向を変え、矢印 E', F' の方向へと変向する。 θ は反射面 7 2 b の傾斜角 -5° の絶対値の 5° である。この反射波 E', F' も、離れた位置にある他方の送受波器 1 7 に近づくまでに、軸線 X-X からそれるため、送受波器 1 7 の超音波整合層の前面に入射することはほとんどなく、1.5 往復ノイズになることはほとんどない。

矢印 C, D のように第 2 の反射面 7 f に入射する超音波は前記実施

例 1 の場合と同様に、矢印 C' , D' の方向に反射されて、1. 5 往復ノイズとはならない。なお、本実施例 3 で、当接面としての環状平面部 7 d をなくし、図 17 に符号 7 f' に示すように第 2 の反射面を形成すると、環状平面部 7 d による反射波に起因する 1. 5 往復ノイズが無くなるため、そのぶん計測の S/N が向上する。

[実施例 4]

図 19 は本発明の実施例 4 で、傾斜した反射面を 4 つ備えている。即ち、傾斜角が 5° の円錐形の反射面 7 1 b と、傾斜角が -5° の逆様の円錐形（すりばち形）反射面 7 2 b と、円錐形の一部で形成された傾斜角 5° の反射面 7 3 b と、傾斜角が -5° の逆様の円錐形（すりばち形）反射面 7 4 b の 4 つの反射面で、これら 4 つの反射面は軸芯 $X-X$ を中心とする同心に配設されている。

反射面 7 1 b と反射面 7 2 b の間（境界）になる谷部 7 i は直径が $\phi_1/4$ の円である。反射面 7 2 b と反射面 7 3 b の間（境界）になる頂部 7 j は直径が $\phi_1/2$ の円である。反射面 7 3 b と反射面 7 4 b の間（境界）になる谷部 7 i は直径が $\phi_1 \times (3/4)$ の円である。そして、反射面 7 4 b の外周は、直径 ϕ_1 の頂部 7 j を形成している。

この実施例 4 では、音響整合層 7 C の後面 7 e から、各谷部 7 i , 7 j までの距離は最小厚みで、音響整合層 7 C の後面 7 e から各頂部 7 h , 7 i , 7 j までの距離は最大厚みとなっている。そしてこれら最小厚みと最大厚みの平均の厚み、即ち平均値 B_2 が音響整合層 7 C 内の超音波の波長 $1/4$ である $\lambda/4$ に定めてある。

そのため、この $\lambda/4$ の厚みになる部分が、4 つの反射面 7 1 b , 7 2 b , 7 3 b , 7 4 b の各中間部にでき、これら各中間部はいずれも該当する反射面の中間部に円形部として存在する。そのため、反射面のほとんどの領域を $\lambda/4$ または $\lambda/4$ 付近にすることができるため、送受波器としての効率（感度）を落とさずに、1. 5 往復ノイズを抑制できる。1. 5 往復ノイズを抑制する反射波の変向作用につい

ては、この実施例 4 の場合については図示していないが、実施例 3 の図 18 の場合と同様で、図 18 と比較して反射面 73b, 74b が増えている点が違うものの、超音波の反射面における変向の様子は、実施例 1 や 3 の場合から容易に理解できるであろう。

5

[他の実施例]

ところで、送受波器 17, 18 の前面、即ち整合層 7A に形成した傾斜面（反射面）は、前述のように、上記実施例 1 のような円錐形の傾斜面（反射面）に限ることはなく、角錐状の傾斜面（反射面）でも
10 良く、切妻屋根のように 2 つの傾斜平面をへの字形に合わせたものでも良い。

また、上記実施例では、対向する一対の送受波器の両方の前面に同じ形状の傾斜面（反射面）を具備したが、両送受波器の距離が大きいと、少しの傾斜角でも反射した超音波が両送受波器を結ぶ直線 X-X
15 から大幅に離れて 1.5 往復ノイズを低減するため、対向配置した一対の送受波器の両方の反射面を傾斜させる代わりに、一方の送受波器のみに傾斜した反射面を設けるようにしても良い（請求項 1）。

また、対向する両送受波器に反射面を設ける場合、両送受波器を同じ形状の反射面に限る必要はない。例えば、対向する送受波器の一方
20 を実施例 1（図 7）の送受波器とし、他方を実施例 4（図 19）の送受波器として組み合わせても良い。

更にまた、上記実施例では、計測部 19 には計測用の流路 15 を 1 つだけ設け、その上流側と下流側に送受波器 17 と 18 を対にして対向配置したが、大流量の超音波流量計では、計測用の流路を並列に複数
25 設け、各流路に一対の送受波器を配設するとか、1 つの計測用流路に複数対の送受波器を配設することも考えられる。請求項 1 で少なくとも一対の送受波器を設けると記載した理由はこのことにある。

本発明の超音波流量計は上述のように構成されているので、1.5 往復ノイズを軽減でき、受信波のゼロクロスポイントの検知精度に 1.

5 往復ノイズが悪影響を与える度合いが低減する。その結果、流量計としての計測精度が高くなる。

また、本発明の送受波器は、上述のように構成されているので、音響整合層の前面で反射する反射波を送受波器の中心軸からそらすことができるため、これを流量計に使用した場合に、1. 5 往復ノイズを低減できる。また、請求項 13 の発明では、従来と同じ組立治具を用いて組立作業時の安定性を確保できる。

更に又、送受波器の反射面は超音波放射面としても作用するが、請求項 2, 8 等の発明では、整合層における後面から反射面の中間部までの厚みを整合層内の超音波の波長のほぼ $1/4$ に定めたので、整合層の成形寸法に多少のばらつきが出たとしても、反射面の途中（中間部）の厚みが波長の $1/4$ となる。従って、送受波器の後加工をしなくても、超音波の出力を大きく維持でき、流量計の測定精度を保持でき、流量計の信頼性を上げることができる。

15 そして、請求項 3 や 9 等の発明では、反射面を複数設けたので、反射面の多くの領域を $\lambda/4$ 又はその付近にすることができるため、送受波器の効率や感度を落とさずに、1. 5 往復ノイズを抑制できる利点がある。

20

産業上の利用可能性

本発明は、流体の流量、流速を超音波を利用して計測する超音波流量計で、本発明の構成により流量計の計測精度、信頼性等の向上に寄与する。

請求の範囲

1. 少なくとも 1 対の送信側および／または受信側として働く超音波送受波器を備え、

- 5 前記少なくとも 1 対の超音波送受波器は対向して設けられ、
少なくとも一方の送受波器の前面に、両送受波器を結ぶ直線に直交する平面に対して傾斜した反射面を具備し、

- 前記少なくとも 1 対の超音波送受波器は、流体の流れの上流から下流へ方向を順方向及び下流から上流へ方向を逆方向とし、前記順
10 方向および逆方向毎に、一方の送受波器を送信側として超音波を送信し、他方の受信側送受波器が超音波を受信すると再び送信側送受波器から超音波を送信し、これを一定複数回繰り返す超音波の送受信を行い、順方向および逆方向の超音波の到達時間より流速および流量を求めることを特徴とする超音波流量計。

- 15 2. 前記超音波送受波器は、圧電部材の前面に音響整合層の後面を当接した超音波送受波器であって、音響整合層の前面に前記平面に対して傾斜した反射面が形成され、かつ音響整合層の後面から前記反射面
20 の間部までの厚みを、音響整合層内の超音波の波長のほぼ $1/4$ に定めたことを特徴とする請求項 1 記載の超音波流量計。

3. 音響整合層の前面に、前記傾斜した反射面が複数形成されたことを特徴とする請求項 2 記載の超音波流量計。

- 25 4. 一対をなす両送受波器の前面に、前記傾斜した反射面を具備したことを特徴とする請求項 1 記載の超音波流量計。

5. 傾斜した反射面が円錐状面であることを特徴とする請求項 1 記載の超音波流量計。

6. 反射面の傾斜角度を2～10度の範囲に定めたことを特徴とする請求項1記載の超音波流量計。

5 7. 圧電部材の前面に音響整合層の後面を当接した超音波送受波器において、

圧電部材の前面に対して傾斜した反射面を、音響整合層の前面に形成したことを特徴とする送受波器。

10 8. 音響整合層の後面から前記反射面の中間部までの厚みを、音響整合層内の超音波の波長の略1/4に定めたことを特徴とする請求項7記載の送受波器。

15 9. 圧電部材の前面に対して傾斜した前記反射面を、音響整合層の前面に複数形成したことを特徴とする請求項7記載の送受波器。

10 10. 音響整合層の前面で、前記反射面の外径より大径の部分に、前記反射面の傾斜角度より大きい傾斜角度の第2の反射面を形成したことを特徴とする請求項7記載の送受波器。

20 11. 傾斜した反射面が円錐状面であることを特徴とする請求項7記載の送受波器。

25 12. 傾斜した反射面が球面状部であることを特徴とする請求項7記載の送受波器。

13. 傾斜した反射面が角錐状面であることを特徴とする請求項7記載の送受波器。

14. 反射面の傾斜角度を2～10度の範囲に定めたことを特徴とする請求項7記載の送受波器。

15. 音響整合層の前面の中央部と外周縁とに、送受波器の組立時に組立治具を当接する当接面を具備したことを特徴とする請求項7記載の送受波器。

図1

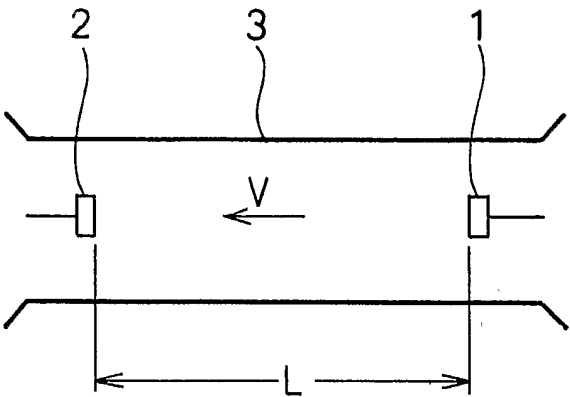
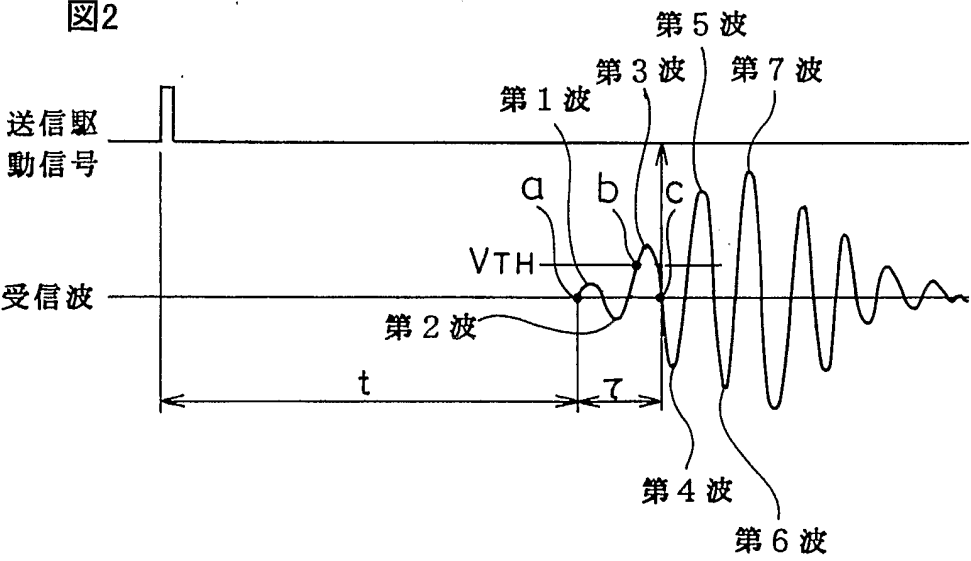


図2



2/13

図3

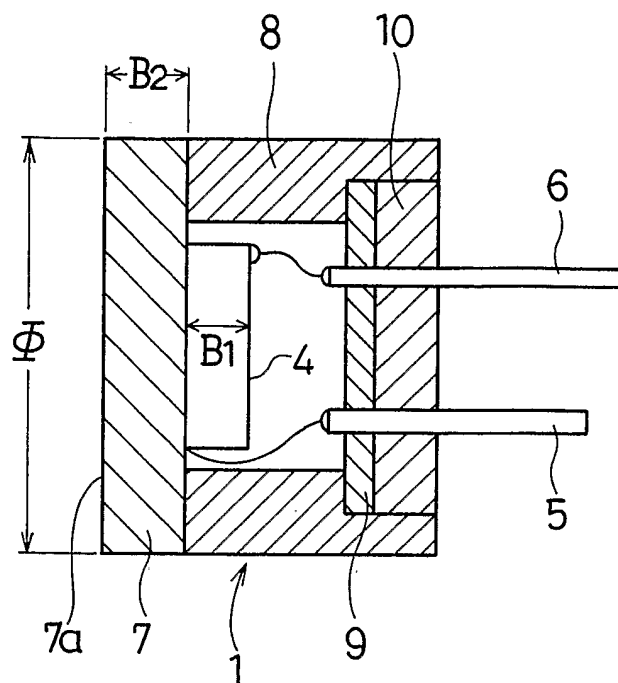
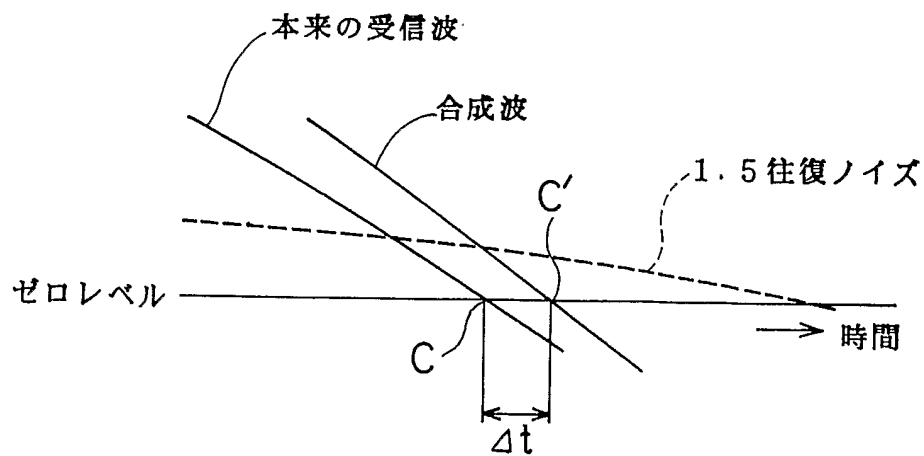
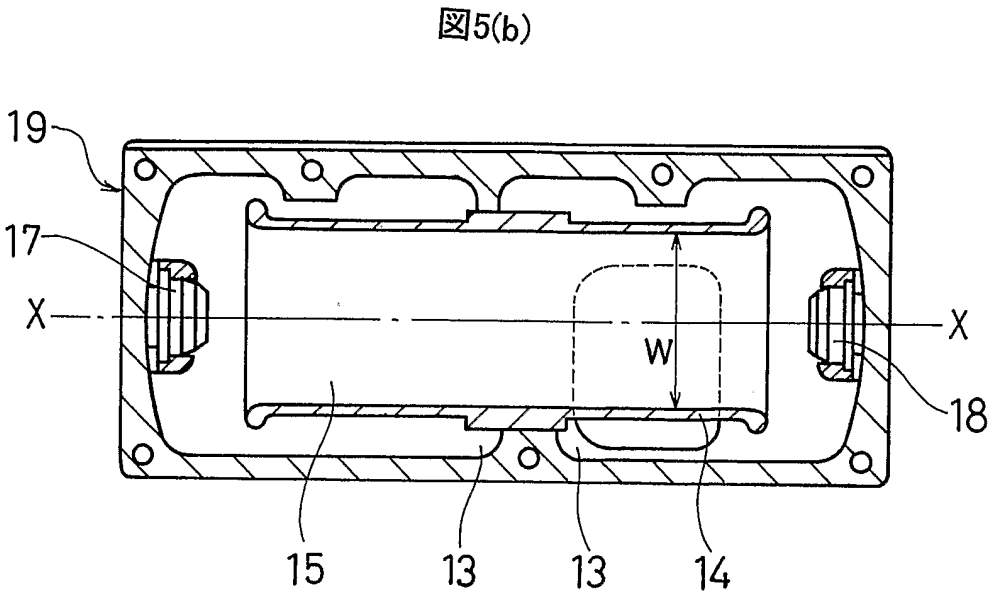
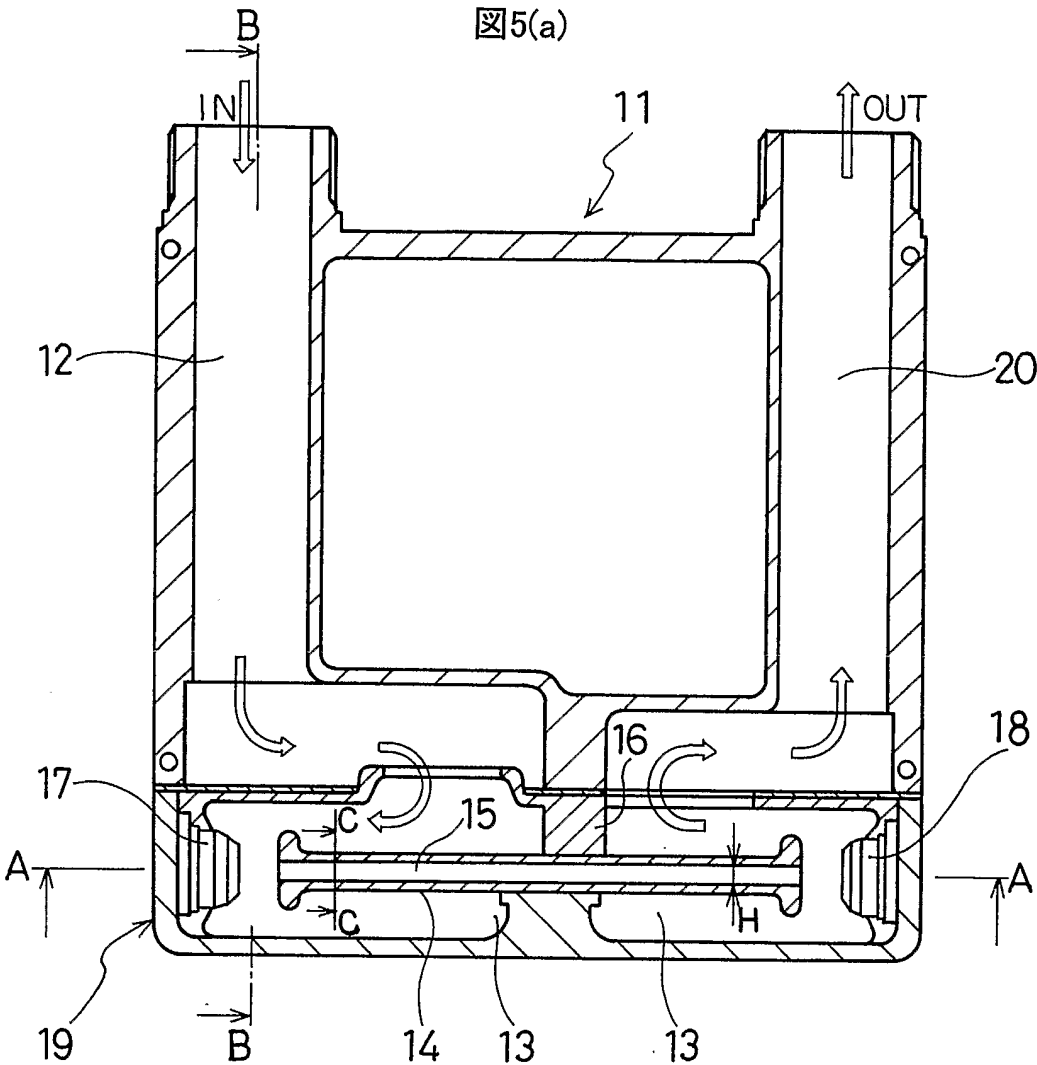


図4





4/13

図6(a)

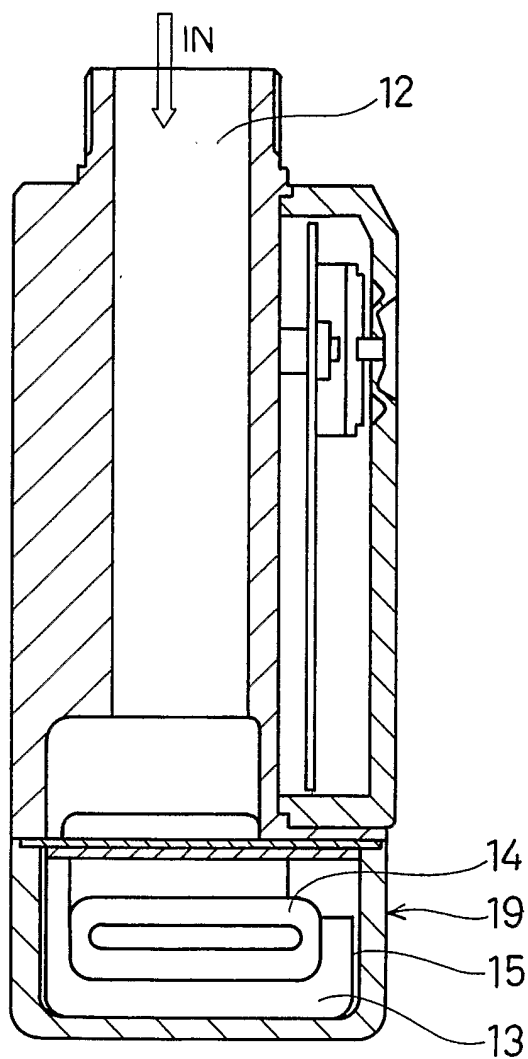


図6(b)

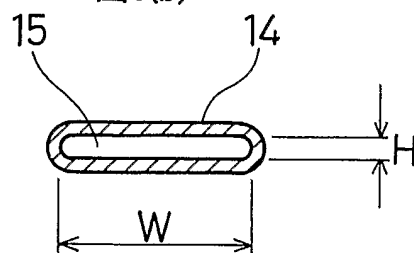


図7

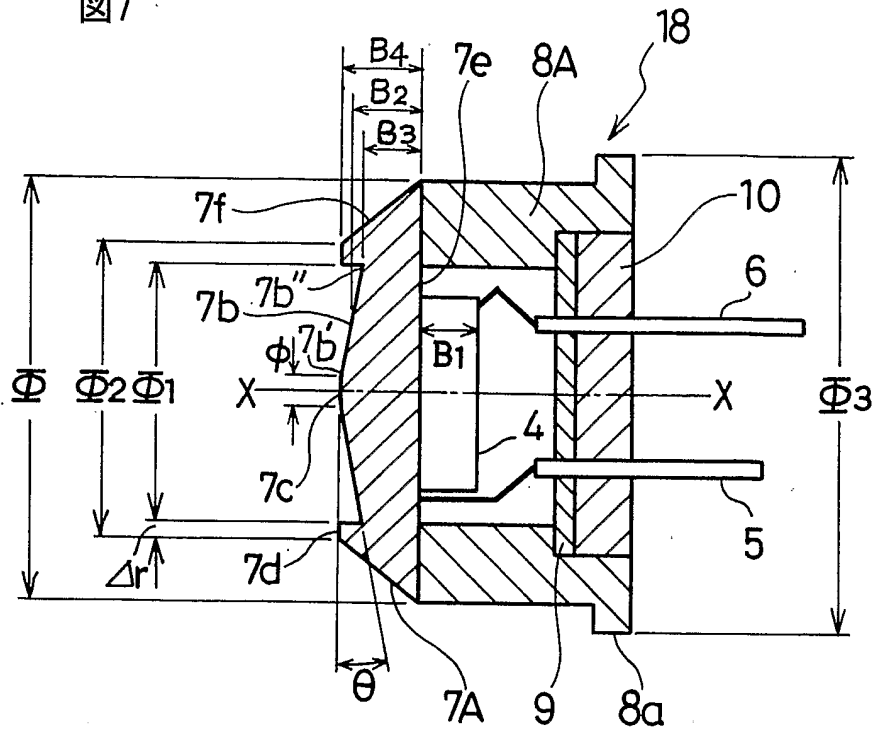


図8

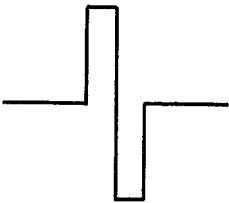


図9

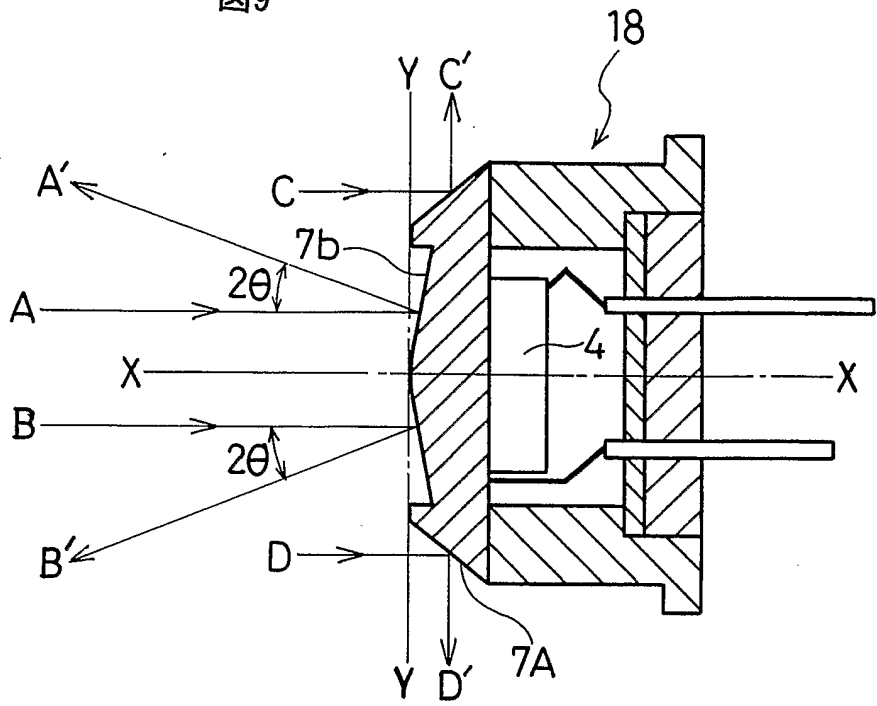


図10

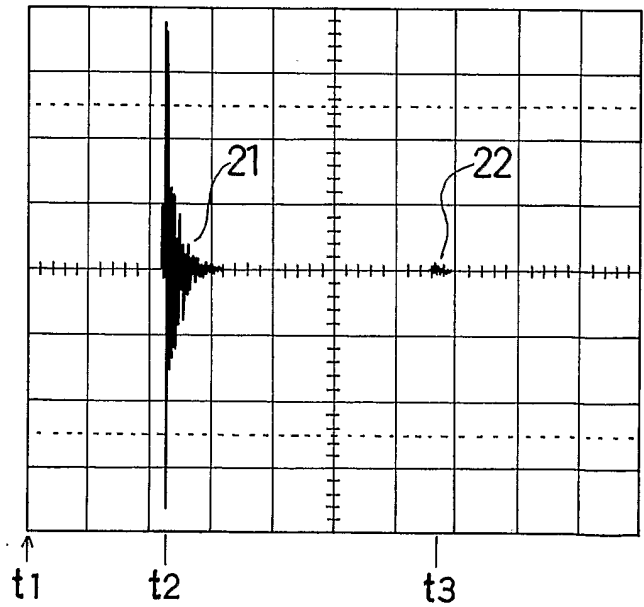


図11

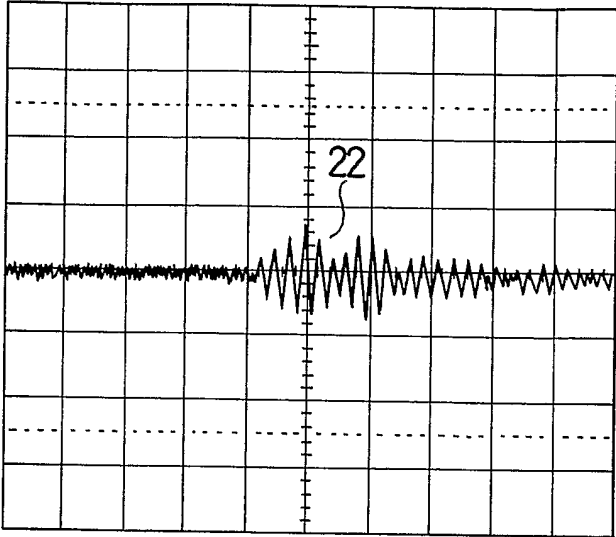


図12

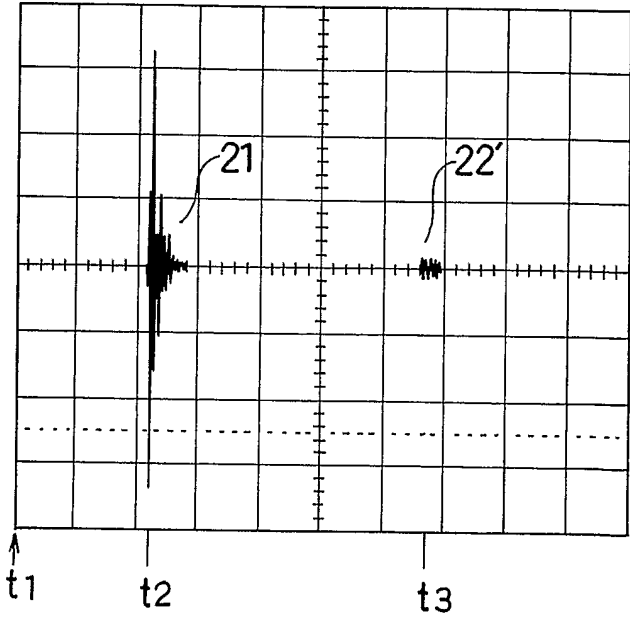


図13

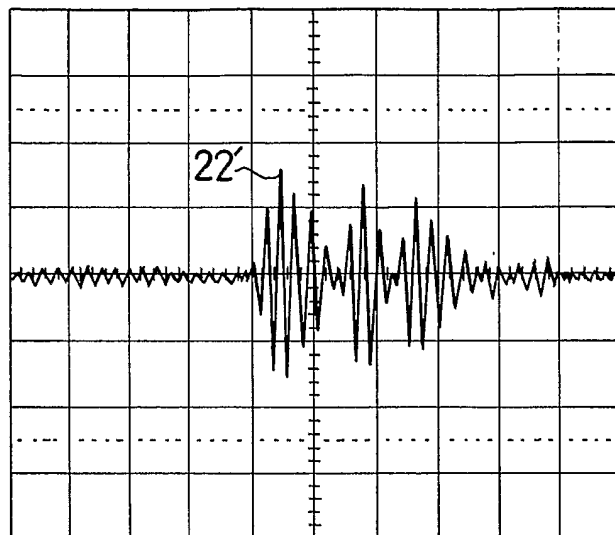


図14

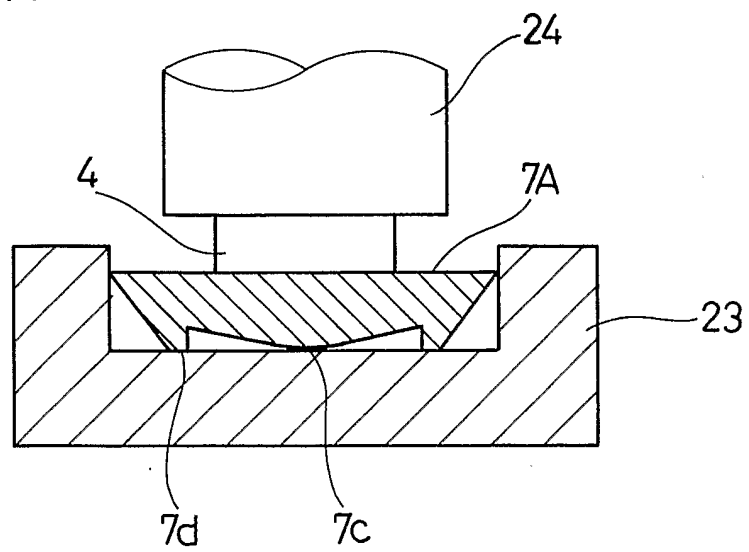


図15

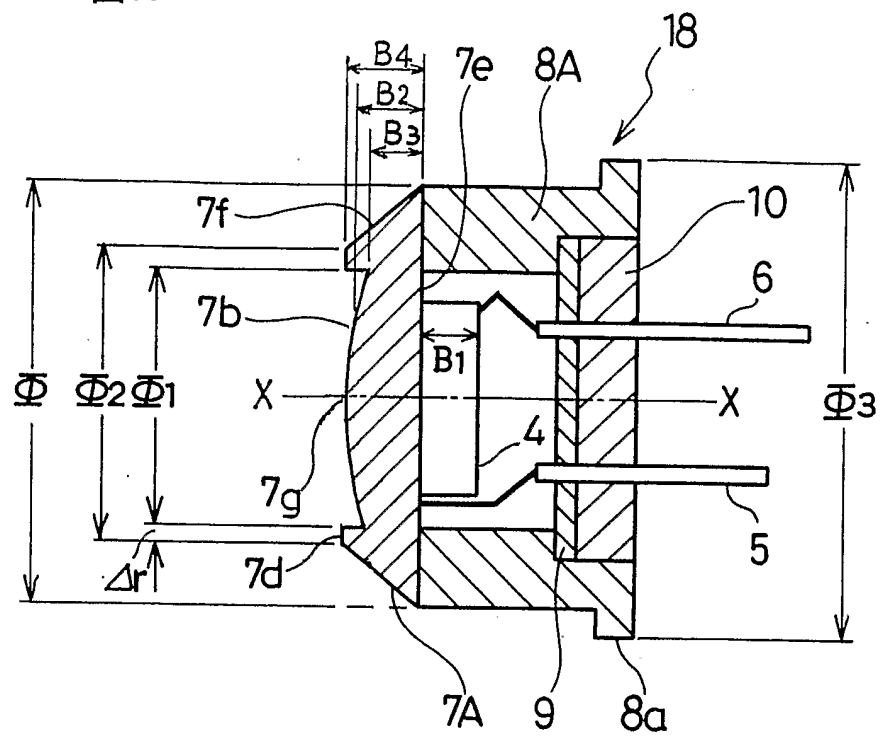


図18

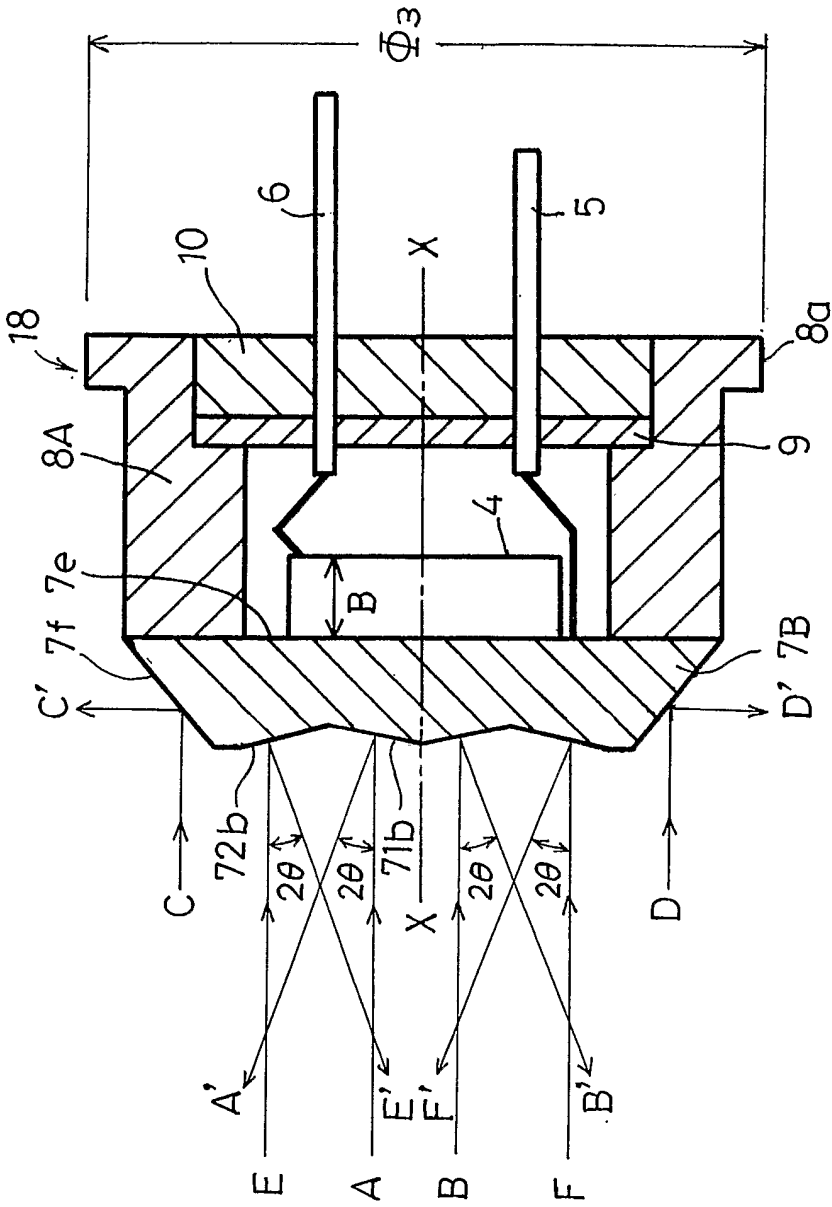
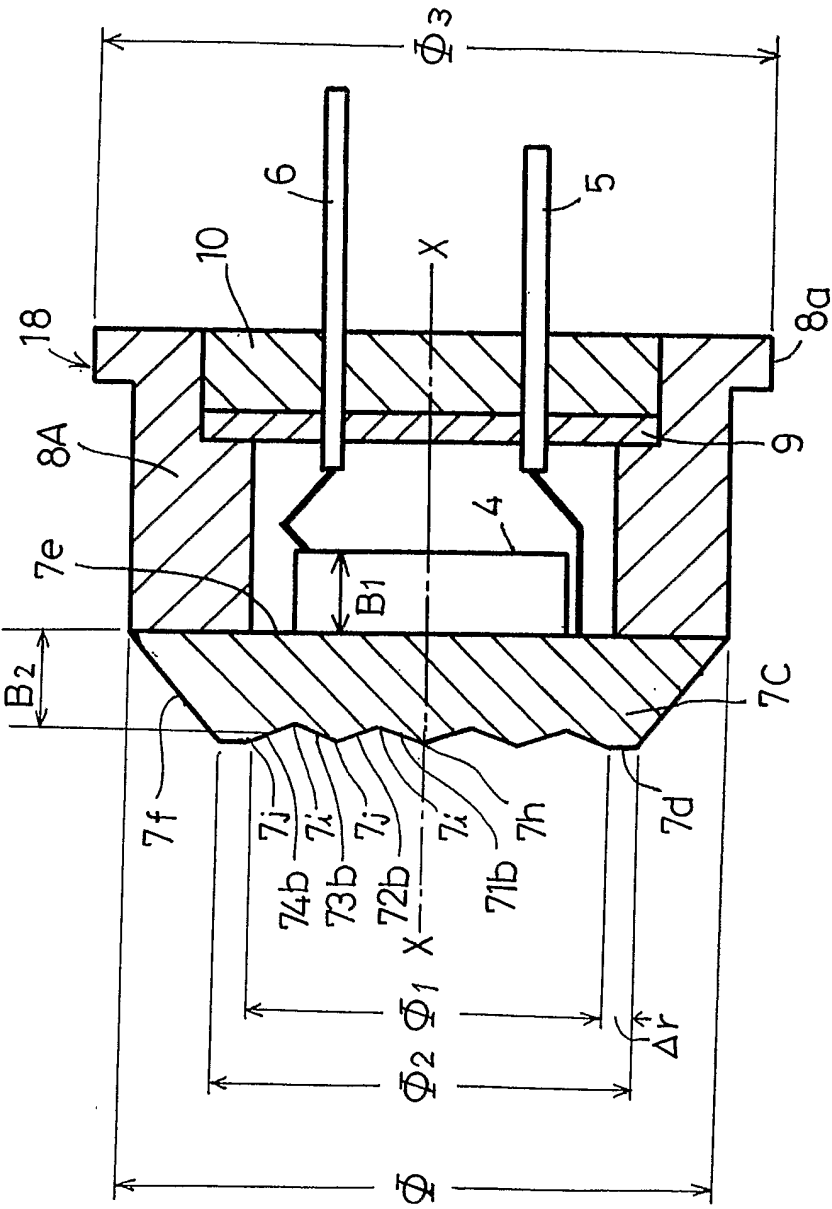


図19



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12626

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G01F1/66

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)

Int.Cl⁷ G01F1/66

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

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 Y A	JP 2000-304581 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 02 November, 2000 (02.11.00), Full text; all drawings (Family: none)	1, 2, 4, 7, 8 3, 5, 6, 9, 10-14 15
Y	JP 2000-205914 A (Yokogawa Electric Corp.), 28 July, 2000 (28.07.00), Full text; all drawings (Family: none)	3, 5, 9-11, 13
Y	JP 9-15011 A (Aichi Tokei Denki Kabushiki Kaish), 17 January, 1997 (17.01.97), Full text; all drawings (Family: none)	6, 14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 01 December, 2003 (01.12.03)	Date of mailing of the international search report 16 December, 2003 (16.12.03)
---	--

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12626

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2855553 B (Kaijo Corp.), 10 February, 1999 (10.02.99), Full text; all drawings (Family: none)	12
A	JP 2002-188946 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 05 July, 2002 (05.07.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 11-23332 A (Kaijo Corp.), 29 January, 1999 (29.01.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 3-11412 B (Nihon Kohden Corp.), 15 February, 1991 (15.02.91), Full text; all drawings (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ G01F1/66

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.Cl⁷ G01F1/66

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 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003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 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2000-304581 A (富士電機株式会社) 2000.11.02 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 7, 8 3, 5, 6, 9, 10-14 15
Y	JP 2000-205914 A (横河電機株式会社) 2000.07.28 全文, 全図 (ファミリーなし)	3, 5, 9-11, 13
Y	JP 9-15011 A (愛知時計電機株式会社) 1997.01.17 全文, 全図 (ファミリーなし)	6, 14

☒ 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

01.12.03

国際調査報告の発送日

16.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

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)

森口正治

2F

9403

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
Y	JP 2855553 B (株式会社カイジョー) 1999.02.10 全文, 全図 (ファミリーなし)	12
A	JP 2002-188946 A (株式会社村田製作所) 2002.07.05 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 11-23332 A (株式会社カイジョー) 1999.01.29 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 3-11412 B (日本光電工業株式会社) 1991.02.15 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15