

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4134629号
(P4134629)

(45) 発行日 平成20年8月20日(2008.8.20)

(24) 登録日 平成20年6月13日(2008.6.13)

(51) Int.Cl. F I
HO4R 17/00 (2006.01) HO4R 17/00 330J
GO1F 1/66 (2006.01) GO1F 1/66 A
 GO1F 1/66 102

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2002-229725 (P2002-229725)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成14年8月7日(2002.8.7)		松下電器産業株式会社
(65) 公開番号	特開2004-72461 (P2004-72461A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成16年3月4日(2004.3.4)	(74) 代理人	100097445
審査請求日	平成17年7月26日(2005.7.26)		弁理士 岩橋 文雄
		(74) 代理人	100109667
			弁理士 内藤 浩樹
		(74) 代理人	100109151
			弁理士 永野 大介
		(72) 発明者	佐藤 真人
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	足立 明久
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波送受波器およびそれを用いた超音波流量計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

天部と側壁部を有する有天ケースと、前記天部の内壁面に接続固定された圧電体、および外壁面に接続固定された音響整合層とを備え、前記圧電体は複数の共振周波数点を有するとともに、この圧電体の複数の共振周波数点に対応して音響整合層の厚みを異ならせた超音波送受波器。

【請求項2】

請求項1記載の超音波送受波器を被測定流体が流れる流量測定部の上流側と下流側とに配置し、これら超音波送受波器間の超音波伝搬時間にもとづき流量を算出するようにした超音波流量計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、超音波送受波器、およびそれを搭載した超音波流量計に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

超音波流量計に用いる超音波振動子は、例えば、特開平11-118550号公報が公開されており、図11に超音波振動子の外観図を示す。

【0003】

図11のように、26は超音波送受波器、27はケース、28はケース27の天部、2

9は天部28に固定された音響整合層である。音響整合層29は均一厚みでケース27の天部と同等の面積を持つ円板形状をしている。

【0004】

図12に超音波振動子の断面図を示す。30は天部28の内壁面に配置された圧電体、31はケース27を固定するための支持部である。32は導電体、33は支持部31に固定された端子板、34a、34bは端子板33に固定された端子、35は端子34aと端子34bを絶縁するための絶縁部である。36は、圧電体30に設けられた溝である。

【0005】

端子34a、34bから導電体32を介して、圧電体30に電圧が加わると。圧電体30は圧電現象により振動する。

10

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の音響整合層では音響整合層の大きさがケース天部の面積と同等であり厚みも均一であるため、圧電体が複数の共振周波数点を有する場合には対応できなかった。

【0007】

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、音響整合層壁の厚み方向に対して部分的に厚みを異ならせることで、ケースを介した圧電体の共振周波数点が複数あっても確実に対応できるようにしたものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記課題を解決するために、天部と側壁部を有する有天ケースと、前記天部の内壁面に接続固定された圧電体、および外壁面に接続固定された音響整合層とを備え、前記圧電体は複数の共振周波数点を有するとともに、この圧電体の複数の共振周波数点に対応して音響整合層の厚みを異ならせたものである。

20

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明の超音波送受波器は、天部と側壁部を有する有天ケースと、前記天部の内壁面に接続固定された圧電体、および外壁面に接続固定された音響整合層とを備え、前記圧電体は複数の共振周波数点を有するとともに、この圧電体の複数の共振周波数点に対応して音響整合層の厚みを異ならせたものである。

30

【0010】

したがって、圧電体に複数の共振周波数点あっても音響整合層の厚みの変化で対応できるものである。

【0011】

そして、この超音波送受波器を被測定流体が流れる流量測定部の上流側と下流側とに配置し、これら超音波送受波器間の超音波伝搬時間にもとづき流量を算出するようにすれば、超音波伝搬路の長さが異なるものにも有効に対応できるものである。

【0012】

以下本発明の実施例を説明する前に参考実施例について述べる。

40

【0013】

【参考実施例】

(参考実施例1)

以下、本発明の参考実施例1について図面を用いて説明する。なお、図11と同一作用を行うものについては同一符号を付し、具体的説明は従来の技術の説明を援用する。

【0014】

図1において、1は被測定流体が流れる流量測定部、2、3は流量測定部1の流れの方向に対し斜めに対向して配置された超音波送受波器、4は超音波送受波器2、3の使用周波数を発信する発振回路、5は発振回路4に接続され超音波送受波器2、3を駆動する駆動回路、6は送受信する超音波送受波器を切り替える切替回路、7は超音波パルスを検知

50

する受信検知回路、8は超音波パルスの伝搬時間を計測するタイマ、9はタイマ8の出力より流量を演算する演算部、10は駆動回路5とタイマ8に制御信号を出力する制御部である。

【0015】

上記のように構成される超音波流量計の動作を説明する。本参考実施例では被測定流体を都市ガス、超音波流量計として家庭用ガスメータを想定し、流量測定部1を構成する材料をアルミニウム合金ダイカストとする。

【0016】

また、超音波送受波器2、3の使用周波数には約500KHzを選択する。発振回路4は例えばコンデンサと抵抗で構成され約500KHzの方形波を発信し、駆動回路5では発振回路4の信号から超音波送受波器2、3を駆動するため方形波が3波のバースト信号からなる駆動信号を出力可能とする。

【0017】

また、測定手段には測定流量の分解能を向上するため、シングア라운드法を用いる。

【0018】

制御部10では駆動回路5に送信開始信号を出力すると同時に、タイマ8の時間計測を開始させる。駆動回路5は送信開始信号を受けると超音波送受波器2を駆動し、超音波パルスを送信する。

【0019】

送信された超音波パルスは流量測定部1内を伝搬し超音波送受波器3で受信される。受信された超音波パルスは超音波送受波器3で電気信号に変換され、受信検知回路7に出力される。

【0020】

受信検知回路7では受信信号の受信タイミングを決定し、制御部10に受信検知信号を出力する。

【0021】

制御部10では受信検知信号を受けると、あらかじめ設定した遅延時間 t_d 経過後に再び駆動回路5に送信開始信号を出力し、2回目の計測を行う。この動作をN回繰返した後、タイマ8を停止させる。

【0022】

演算部9ではタイマ8で測定した時間を測定回数のNで割り、遅延時間 t_d を引いて伝搬時間 t_1 を演算する。

【0023】

引き続き切替回路6で駆動回路5と受信検知回路7に接続する超音波送受波器を切り替え、再び制御部10では駆動回路5に送信開始信号を出力すると同時に、タイマ8の時間計測を開始させる。

【0024】

伝搬時間 t_1 の測定と逆に、超音波送受波器3で超音波パルスを送信し、超音波送受波器2で受信する計測をN回繰返し、演算部9で伝搬時間 t_2 を演算する。

【0025】

ここで、超音波送受波器2と超音波送受波器3の中心を結ぶ距離をL、空気の無風状態での音速をC、流量測定部1内での流速をV、非測定流体の流れの方向と超音波送受波器2と超音波送受波器3の中心を結ぶ線との角度を θ とすると、伝搬時間 t_1 、 t_2 は、

$$t_1 = L / (C + V \cos \theta) \quad (1)$$

$$t_2 = L / (C - V \cos \theta) \quad (2)$$

で示される。(1)(2)式より音速Cを消去して、流速Vを求めると

$$V = L / 2 \cos \theta (1/t_1 - 1/t_2) \quad (3)$$

が得られる。L、 θ は既知であるので t_1 と t_2 を測定すれば流速Vが求められる。この流速Vと流量測定部1の面積をS、補正係数をKとすれば、流量Qは

$$Q = K S V \quad (4)$$

10

20

30

40

50

で演算できる。

【0026】

以上のような動作原理で流量計測を行う超音波流量計に用いる超音波送受波器について図2を用いて説明する。

【0027】

図2において、11はケース。音響整合層12は低層部12aと高層部12bが設けられている、音響整合層12とケース天部外壁面13およびケース天部内壁面14と圧電体15は接着により接続されている。

【0028】

16はケース支持部、17はケース支持部に固定された端子板、18a、18bは端子板17に設けられた端子、19は端子18aと端子18bを絶縁するための絶縁部、20は端子18aと圧電体15を電氣的に接続するためのリード線である。

10

【0029】

以上のように構成された超音波送受波器2、3のについて図3を用いて説明する。

【0030】

音響整合層12は図示していないエポキシ樹脂と中空ガラス球の混合体からなる材料を用いている。

【0031】

ケース11はステンレス製であり、音響整合層12とケース11および圧電体15は熱硬化性エポキシ系樹脂用いて接続している。

20

【0032】

音響整合層12において、例えば低層部12aの厚みを共振周波数の1/4波長相当より低い値に設定し、高層部12bは共振周波数の1/4波長相当の厚みにすることにより、高層部12bの面からのみ音波が出力される。

【0033】

ケース11を介した圧電体15の振動はケース11の中心付近が大きくなる傾向にあるため、高層部12bをケース11の中心付近に設けた場合、共振周波数成分に近い波長を持つ音波が送信される。

【0034】

高層部直径21は、低層部直径22に対して、20%から90%を基本とし、35%から65%のもので45%から55%でもかまわない。高層部厚み23は、音響整合層総厚み24に対して、8%から85%を基本とし、35%から70%のもので約43%でもかまわない。高層部12bの円周方向の面積を小さくしていくことにより、高層部12bから出力される音波の平面波領域が短くなり球面波として拡散して伝播していくため、音波の感度分布を制御することとなる。

30

【0035】

なお、図3では高層部12bの形状を円形として低層部12aの相似形である実施例をあげたが、図4のように高層部12bを四角形や図示していない多角形にしてもかまわない。

【0036】

図5は参考実施例1の音響整合層12の低層部12aを中心部にし高層部12bを低層部12aの外周方向に設け、低層部12aに音響整合層12と異なる材料である整合材料25を高層部12bと同一厚みまで入れたものである。

40

【0037】

整合材料25は例えば無機質な材料で音響整合層12より密度が軽いものを設けることにより、密度が異なる構造をもつことにより超音波送受信器2、3から出力される音波の感度分布を制御させてもよい。

【0038】

(参考実施例2)

図6は参考実施例を示し、音波の出力は音響整合層12の厚みを圧電体15の共振周波

50

数の $1/4$ 波長相当の厚みにする事で得られるため、例えば音響整合層 12 の高層部 12 b を共振周波数の $1/4$ 波長相当の厚みにし、高層部 12 b の位置を音響整合層 12 の中心より外すことで、音波の指向性と感度分布をある程度自由に設定することが可能となる。

【0039】

図1の流量測定部1に設置された超音波送受波器2、3の位置により被測定流体の速度分布全体を網羅する音波の指向性と感度分布の最適値を導き出してもよい。

【0040】

なお、図6では共振周波数の $1/4$ 波長相当の厚みである音響整合層 12 の高層部 12 b を低層部 12 a の相似形である実施例を上げているが、図7のように高層部 12 b を楕円形状にしてもよい。

10

【0041】

楕円形状にすると音波の出力は長軸と短軸の寸法関係にもよるが、長軸側からは平面波が出力され短軸側からは球面波が出力されることになる。

【0042】

【実施例】

以上の参考実施例をふまえ以下本発明の実施例を添付図面を参照して説明する。なお、図1～7と同一作用を行うものについては同一符号を付し、具体的説明は参考実施例1、2の説明を援用する。

【0043】

20

(実施例1)

図8において、圧電体15には共振周波数点が複数点存在しており、音響整合層12の第1共振周波数音響整合層部12cと第2共振周波数音響整合層部12dをそれぞれ共振周波数の $1/4$ 波長相当の厚みにすることで、複数種の共振周波数成分の音波を出力させるようにしている。

【0044】

例えば、圧電体15の共振周波数が約500kHzと約200kHzの2種類が共存し、約500kHzの方を共振点として設計した圧電体15の場合、第1共振周波数音響整合層部12cの部分を約500kHzの振動が大きい中心部に設け、第2共振周波数音響整合層部12dの部分を第1共振周波数厚さ12c以外の部分に設ける。

30

【0045】

第1共振周波数音響整合層部12cと第2共振周波数音響整合層部12dの面積割合を変更することにより、第1共振周波数音響整合層部12cと第2共振周波数音響整合層部12dから出力される音波の感度分布を調整することになる。

【0046】

なお、図8では第1共振周波数音響整合層部12cを音響整合層12の中心部に、第2共振周波数音響整合層部12dを第1共振周波数音響整合層部12c以外の部分としたが、これらは逆でもかまわない。図9、図10は実施例1の変形例のある。

【0047】

【発明の効果】

40

以上の説明から明らかなように本発明の超音波送受波器及びこれを用いた流量計によれば、音波の感度分布を制御することが可能な超音波送受波器を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の参考実施例1を示す超音波送受波器に用いる超音波流量計の一部断面図を含む構成図

【図2】 同参考実施例1における超音波送受波器の断面図

【図3】 同参考実施例1における超音波送受波器の斜視図

【図4】 同参考実施例1における超音波送受波器の斜視図

【図5】 同参考実施例1における超音波送受波器の斜視図

【図6】 本発明の参考実施例2における超音波送受波器の斜視図

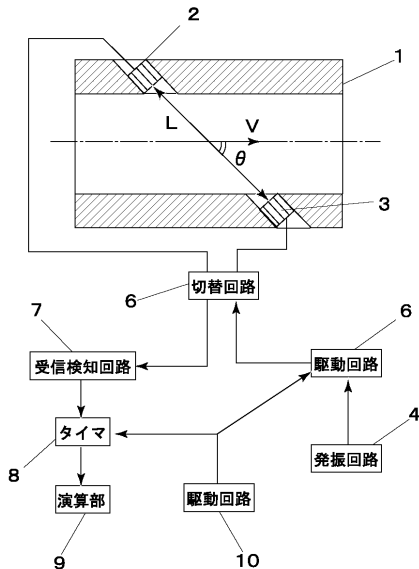
50

- 【図7】 同参考実施例2における超音波送受波器の斜視図
- 【図8】 本発明の実施例1における超音波送受波器の斜視図
- 【図9】 本発明の実施例1における超音波送受波器の断面図
- 【図10】 本発明の実施例1における超音波送受波器の断面図
- 【図11】 従来の超音波送受波器の斜視図
- 【図12】 従来の超音波送受波器の断面図

【符号の説明】

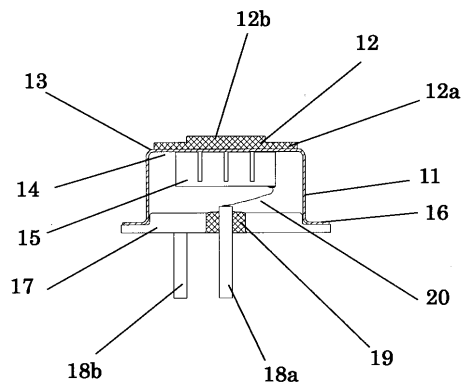
- 1 流量測定部
- 2、3 超音波送受波器
- 11 ケース
- 12 音響整合層
- 12c 第1共振周波数音響整合層部
- 12d 第2共振周波数音響整合層部
- 15 圧電体

【図1】



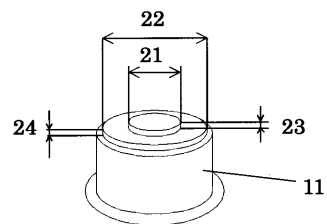
- 1 流量測定部
- 2、3 超音波振動子
- 5 駆動回路
- 7 受信検知回路
- 8 タイマ
- 9 演算部
- 10 制御部

【図2】



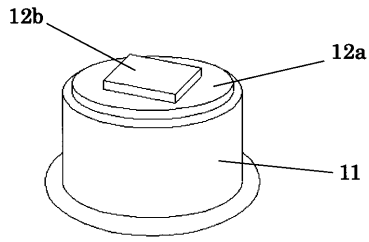
- 11 ケース
- 12 音響整合層
- 12a 音響整合層低層部
- 12b 音響整合層高層部
- 15 圧電体

【図3】



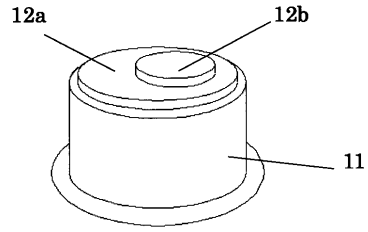
- 21 高層部直径
- 22 低層部直径
- 23 高層部厚み
- 24 音響整合層総厚み

【 図 4 】



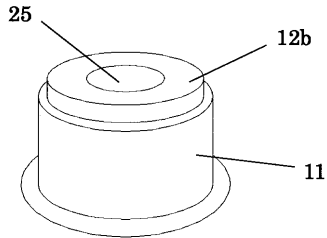
12a 音響整合層低層部
12b 音響整合層高層部

【 図 6 】



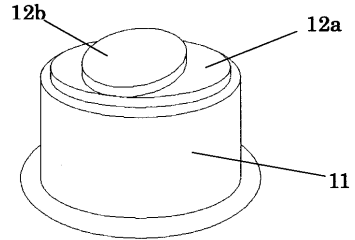
12a 音響整合層低層部
12b 音響整合層高層部

【 図 5 】



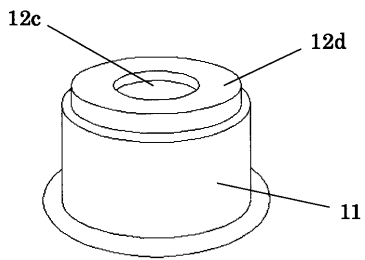
25 整合材料

【 図 7 】



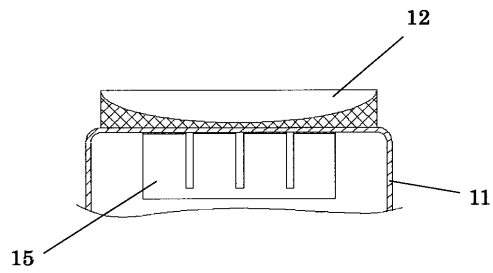
12a 音響整合層低層部
12b 音響整合層高層部

【 図 8 】

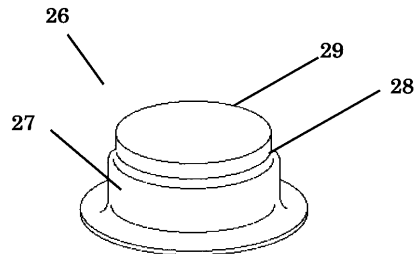


12c 第1共振周波数音響整合層部
12d 第2共振周波数音響整合層部

【 図 10 】

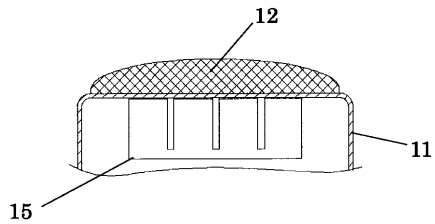


【 図 11 】



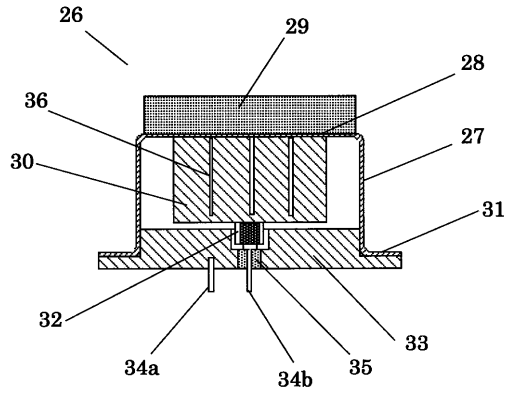
26 超音波送受波器
27 ケース
28 ケース天部
29 音響整合層

【 図 9 】



12 音響整合層
15 圧電体

【図12】



30 圧電体

フロントページの続き

(72)発明者 新村 紀夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

審査官 志摩 兆一郎

(56)参考文献 特開平09-026342(JP,A)

特開2002-204498(JP,A)

特開2000-249581(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 17/00