(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2005-291790
(P2005-291790A)
(43)公開日　平成17年10月20日(2005.10.20)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
G01L 9/00	G01L 9/00	A	2F055
H01L 41/08	H01L 41/08	Z	
H01L 41/18	H01L 41/18	101A	

審査請求 未請求　請求項の数 7　OL　（全 18 頁）

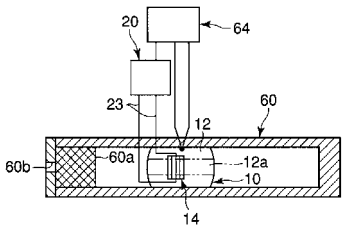
(21)出願番号　特願2004-104139 (P2004-104139)
(22)出願日　平成16年3月31日 (2004.3.31)

(71)出願人　000003193
凸版印刷株式会社
東京都台東区台東１丁目５番１号
(71)出願人　500002386
山中　一司
宮城県仙台市泉区桂２－６－３
(71)出願人　503416870
ボール・セミコンダクター・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国、　テキサス州　７５０１３、　アーレン、　センチュリー・パークウェイ　４１５
(74)代理人　100058479
弁理士　鈴江　武彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】気体圧力測定装置

(57)【要約】
【課題】構成簡易で、小型化と圧力測定精度の高度化が容易であり、しかも外部振動に対し強く、また圧力変化に対する反応が素早い、気体圧力測定装置を提供することである。
【解決手段】円環状の弾性表面波周回経路１２ａが表面に沿い設けられ、弾性表面波を励起し受信する弾性表面波励起／受信手段１４が周回経路に対応して設けられている弾性表面波素子１０を備え、上記周回経路を周回する弾性表面波の強度を検出し周回に伴う上記強度の減衰量を基に周回経路に接する気体の圧力を測定するか、又は、周回経路を周回する弾性表面波の周回速度を検出し周回に伴う上記周回速度の変化を基に周回経路に接する気体の圧力を測定するか、又は、上記強度の減衰量及び／或いは上記記周回速度の変化を基に上記気体の圧力を測定する。
【選択図】　図７



【特許請求の範囲】
【請求項１】
弾性表面波が周回する少なくとも円環状の周回経路が表面に沿い設けられ、弾性表面波を励起し受信する弾性表面波励起／受信手段が周回経路に対応して設けられている弾性表面波素子を備えており、
上記周回経路を周回する上記弾性表面波の強度を検出し、周回に伴う弾性表面波の強度の減衰量を基に上記周回経路に接する気体の圧力を測定する、
ことを特徴とする気体圧力測定装置。
【請求項２】
弾性表面波が周回する少なくとも円環状の周回経路が表面に沿い設けられ、弾性表面波を励起し受信する弾性表面波励起／受信手段が周回経路に対応して設けられている弾性表面波素子を備えており、
上記周回経路を周回する上記弾性表面波の周回速度を検出し、周回に伴う弾性表面波の上記周回速度の変化を基に上記周回経路に接する気体の圧力を測定する、
ことを特徴とする気体圧力測定装置。
【請求項３】
弾性表面波が周回する少なくとも円環状の周回経路が表面に沿い設けられ、弾性表面波を励起し受信する弾性表面波励起／受信手段が周回経路に対応して設けられている弾性表面波素子を備えており、
上記周回経路を周回する上記弾性表面波の強度を検出するとともに上記周回経路を周回する上記弾性表面波の周回速度を検出し、周回に伴う弾性表面波の強度の減衰量及び／或いは周回に伴う弾性表面波の上記周回速度の変化を基に上記周回経路に接する気体の圧力を測定する、
ことを特徴とする気体圧力測定装置。
【請求項４】
上記弾性表面波素子を密閉した内部空間と、外部空間の圧力の変化を内部空間に伝達する圧力変化伝達手段と、を含む弾性表面波素子密閉容器を備えたことを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載の気体圧力測定装置。
【請求項５】
上記弾性表面波素子の上記表面は球形状である、ことを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記載の気体圧力測定装置。
【請求項６】
上記弾性表面波素子の上記弾性表面波励起／受信手段はすだれ状電極を含んでおり、上記表面において上記すだれ状電極に対応した部分は圧電性を有している、ことを特徴とする請求項１乃至５のいずれか１項に記載の気体圧力測定装置。
【請求項７】
上記弾性表面波励起／受信手段は電磁波送受信手段に接続されていて、上記電磁波送受信手段を介して受信した電磁波に従い上記表面の上記周回経路に弾性表面波を励起させ、また上記弾性表面波励起／受信手段が上記周回経路を周回する弾性表面波に対応した電磁波を上記電磁波送受信手段から発信させる、ことを特徴とする請求項１乃至６のいずれか１項に記載の気体圧力測定装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、気体の圧力を測定する気体圧力測定装置に関係しており、より詳細には、弾性表面波が周回する少なくとも円環状の周回経路が表面に沿い設けられ弾性表面波を励起し受信する弾性表面波励起／受信手段が周回経路に対応して設けられている弾性表面波素子を使用して気体の圧力を測定する気体圧力測定装置に関係している。
【背景技術】
【０００２】

従来は圧力計として、例えばブルドン管圧力計やピラニ真空計や振動型全圧計等の種々の構造のものが知られている。

【０００３】

しかしながら、ブルドン管圧力計はその構造上、小型化及び圧力測定精度の高度化が難しく、また外部から加えられる振動に対しても弱いという欠点がある。

【０００４】

ピラニ真空計は、その構造上、圧力変化に対する反応が遅いという欠点がある。

【０００５】

さらに、振動型全圧計は、共振振動させた音叉形状の水晶振動子と周囲の気体との摩擦を音叉形状の水晶の交流インピーダンスを測定することにより測定し、ひいては周囲の気体の圧力を測定するが、水晶振動子の精密な加工を必要としており、製造コストが高いという欠点がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

この発明は、上記事情の下でなされ、この発明の目的は、構成が簡易であって小型化及び圧力測定精度の高度化が容易であり、しかも外部から加えられる振動に対して強く、低コストで製造が容易であって、また圧力変化に対する反応が素早い、気体圧力測定装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

上述した目的を達成するために、この発明に従った気体圧力測定装置は、

弾性表面波が周回する少なくとも円環状の周回経路が表面に沿い設けられ、弾性表面波を励起し受信する弾性表面波励起／受信手段が周回経路に対応して設けられている弾性表面波素子を備えており、

上記周回経路を周回する上記弾性表面波の強度を検出し、周回に伴う弾性表面波の強度の減衰量を基に上記周回経路に接する気体の圧力を測定する、

ことを特徴としている。

【０００８】

上述した目的を達成するために、この発明に従った別の気体圧力測定装置は、

弾性表面波が周回する少なくとも円環状の周回経路が表面に沿い設けられ、弾性表面波を励起し受信する弾性表面波励起／受信手段が周回経路に対応して設けられている弾性表面波素子を備えており、

上記周回経路を周回する上記弾性表面波の周回速度を検出し、周回に伴う弾性表面波の上記周回速度の変化を基に上記周回経路に接する気体の圧力を測定する、

ことを特徴としている。

【０００９】

上述した目的を達成するために、この発明に従ったさらに別の気体圧力測定装置は、

弾性表面波が周回する少なくとも円環状の周回経路が表面に沿い設けられ、弾性表面波を励起し受信する弾性表面波励起／受信手段が周回経路に対応して設けられている弾性表面波素子を備えており、

上記周回経路を周回する上記弾性表面波の強度を検出するとともに上記周回経路を周回する上記弾性表面波の周回速度を検出し、周回に伴う弾性表面波の強度の減衰量及び／あるいは周回に伴う弾性表面波の上記周回速度の変化を基に上記周回経路に接する気体の圧力を測定する、

ことを特徴としている。

【発明の効果】

【００１０】

以上詳述した如く構成されたことを特徴とするこの発明に従った気体圧力測定装置は、弾性表面波が周回する少なくとも円環状の周回経路が表面に沿い設けられ、弾性表面波を

励起し受信する弾性表面波励起／受信手段が周回経路に対応して設けられている弾性表面波素子を使用して、弾性表面波の伝播に周囲の気体の圧力が影響することをことを利用し、上記表面に励起し伝播する弾性表面波の周回に伴なう伝播状況を検出し、検出された伝播状況を基に上記周回経路に接する気体の圧力を測定する。

【００１１】

例えば、上記周回経路を周回する上記弾性表面波の強度を検出し、周回に伴う弾性表面波の強度の減衰量を基に上記周回経路に接する気体の圧力を測定するか、

上記周回経路を周回する上記弾性表面波の周回速度を検出し、周回に伴う弾性表面波の上記周回速度の変化を基に上記周回経路に接する気体の圧力を測定するか、又は、

上記周回経路を周回する上記弾性表面波の強度を検出するとともに上記周回経路を周回する上記弾性表面波の周回速度を検出し、周回に伴う弾性表面波の強度の減衰量及び／あるいは周回に伴う弾性表面波の上記周回速度の変化を基に上記周回経路に接する気体の圧力を測定する、

ので、構成が簡易であって小型化及び圧力測定精度の高度化が容易であり、しかも外部から加えられる振動に対して強く、低コストで製造が容易であって、また圧力変化に対する反応が素早い。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１２】

以下、この発明に従った種々の実施の形態を添付の図面を参照しながら詳細に説明する。

【００１３】

この発明の種々の実施の形態に従った気体圧力測定装置は、弾性表面波素子を使用する。

【００１４】

より詳細には、ここで使用される弾性表面波素子は、弾性表面波が周回する少なくとも円環状の周回経路が表面に沿い設けられ、弾性表面波を励起し受信する弾性表面波励起／受信手段が周回経路に対応して設けられている。そして、上記表面が球形状の場合には、周回経路は少なくとも円環状の表面の最大外周線または最大内周線に沿っている。

【００１５】

図１には、そのような弾性表面波素子１０の一例が示されている。弾性表面波素子１０は、弾性表面波Ａが周回する少なくとも円環状の周回経路１２ａが表面に沿い設けられている基体１２を含んでいる。周回経路１２ａ中には、周回経路１２ａに対して弾性表面波Ａを励起させ、また周回経路１２ａ中を伝播してくる弾性表面波Ａを受信する弾性表面波励起／受信手段１４が設けられている。

【００１６】

基体１２は、それ自身が弾性表面波Ａをその表面に沿い励起周回可能な圧電性結晶材料によってのみ形成されることが出来る。励起周回可能な圧電性結晶材料には、基材に弾性表面波伝播膜が形成されているものも含む。弾性表面波励起／受信手段１４が周回経路１２ａに電界を印加することにより弾性表面波を励起させる場合には、非圧電材料の基礎部分の表面の少なくとも円環状の周回経路１２ａとなる部分に圧電材料の膜を形成することにより基体１２を作成することが出来るし、圧電材料の基礎部分のみで基体１２を作成することが出来る。

【００１７】

なお。図１では説明の簡略化の為に周回経路１２ａは直線状の帯形状として描かれているが、基体１２の全表面において周回経路１２ａとなる少なくとも円環状の表面に沿い実際に弾性表面波Ａが伝播する際には、その伝播方向に対し直交する方向である幅方向Ｗに拡散と収縮とを繰り返すのが普通であるが、弾性表面波励起／受信手段１４において弾性表面波を励起させるのに有効な幅を適切に選択することにより、周回経路１２ａの幅方向Ｗにおける寸法を最小にすることが出来、多くの実用上の利点を生じさせる。

【００１８】

また本発明で言う、弾性表面波とは、擬セザワ波等の擬似弾性表面波，周囲の気体や液体のような気体中にエネルギーの漏れをもたらす漏洩弾性表面波，板波，ラブ波，そして回廊波を含み、表面近傍にエネルギーを集中して伝播する弾性波を総称して指すものとする。

【００１９】

図１の基体１２の全表面は球形状をしているが、弾性表面波Ａが伝播する周回経路１２ａを含む円環状の表面以外の部分（即ち、弾性表面波Ａが伝播しない部分）はいかなる形状をしていても良く、周回経路１２ａを含む円環状の表面の両側を相互に平行に切断したいわゆる樽形状としても良い。

【００２０】

そして、図１の基体１２は周回経路１２ａを伝播する弾性表面波Ａが例えば固体物に接触して実質的に外部撹乱を受けるのを防止する為に、周回経路１２ａを含む円環状の表面の少なくとも一側を支持柱１６により台座１８上に支持されている。

【００２１】

図１の弾性表面波励起／受信手段１４は、弾性表面波励起／受信手段１４に電磁波、例えば電気信号、を負荷し上記電気信号に対応して弾性表面波励起／受信手段１４により上記円環状の表面の周回経路１２ａ上に弾性表面波を励起する為や周回経路１２ａ上を伝播し弾性表面波励起／受信手段１４に受信された弾性表面波を対応する電磁波、例えば電気信号、を励起させる為の弾性表面波素子制御ユニット２０に接続されている。より詳細には、図１の弾性表面波励起／受信手段１４は上記円環状の表面の周回経路１２ａ上に圧電材料膜を介して形成されたすだれ状電極２２を含んでおり、すだれ状電極２２の一対の入出力端子から基体１２の全表面において周回経路１２ａを含む円環状の表面の両側に延びたリード線２３により弾性表面波素子制御ユニット２０に接続されている。

【００２２】

図１の例において弾性表面波素子制御ユニット２０は、インピーダンスマッチング回路２０ａ，サーキュレーター２０ｂ，高周波電源を含む発信機２０ｃ，アンプ２０ｄ，そしてディジタルオシロスコープ２０ｅ等を備えている。なお、発信機２０ｃに代わり高周波受信アンテナを使用することも出来る。

【００２３】

また、弾性表面波励起／受信手段１４により基体１２の周回経路１２ａに弾性表面波の周回を行なわせるには、周回経路１２ａが規定される材料や周回経路１２ａの直径に応じて高周波信号を断続的に弾性表面波励起／受信手段１４に負荷し、その周波数応答を観測しても良いが、代わりに、ＲＦバースト信号をＲＦバースト信号が周回経路１２ａを１周する時間間隔で繰り返し印加し、その結果としてどのような出力を弾性表面波励起／受信手段１４が得ることが出来るかを観測するようにしても良い。さらには、円環状の周回経路１２Ａを弾性表面波が所望の回数周回するのに必要な時間を直接的にでも、或いは間接的にでも、観測することであっても良い。

【００２４】

図２には、図１に示されている弾性表面波素子１０に代わる、弾性表面波素子３０が示されている。この弾性表面波素子３０の構成において図１に示されている弾性表面波素子１０の構成と同じものは、弾性表面波素子３０の対応する構成をしている参照符号と同じ参照符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【００２５】

この弾性表面波素子３０が、図１に示されている弾性表面波素子１０と異なっているのは、基体１２に形成されている空洞１２ｃの内表面に少なくとも円環状の周回経路１２ａが設けられていることである。そして、この弾性表面波素子３０の外表面の一部が台座１８に直接取り付けられている。

【００２６】

図３及び４にも、図１に示されている弾性表面波素子１０に代わる、弾性表面波素子４０が示されている。この弾性表面波素子４０の構成において図１に示されている弾性表面

波素子１０の構成と同じものは、弾性表面波素子４０の対応する構成をしている参照符号と同じ参照符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【００２７】

この弾性表面波素子４０が、図１に示されている弾性表面波素子１０と異なっているのは、基体１２の少なくとも円環状の表面に設けられている周回経路１２ａ上にではなく、図４中に良く示されているように周回経路１２ａに対して隙間Ｓを介して弾性表面波励起／受信手段１４が配置されていることである。より詳細には、弾性表面波素子４０の基体１２の外表面において周回経路１２ａを含む少なくとも円環状の表面以外の部分が台座４２により支持されていて、台座４２は周回経路１２ａに所定の距離の隙間Ｓを介して対向している凹所４２ａを有しており、凹所４２ａの表面に弾性表面波励起／受信手段１４が配置されている。

【００２８】

図１，２，そして３及び４に示されている弾性表面波素子１０，３０，そして４０の夫々において、基体１２がそれ自身が弾性表面波Ａをその表面に沿い励起周回可能な圧電性結晶材料によってのみ形成されている場合には、その材料の種類によっては所定の数の相互に異なる複数の周回経路１２ａを少なくとも円環状の表面に設けることが出来る。

【００２９】

或いは基体１２が、少なくとも円環状の表面を含みそれ自身が圧電性を有しない場合でも、基礎部分において少なくとも円環状の周回経路１２ａとする表面に、またこのような少なくとも円環状の周回経路１２ａとする表面を含む全表面に被着させた、弾性表面Ａをその表面に沿い励起周回可能な圧電性結晶材料の層又は膜と、の組み合わせにより形成されている場合には、任意の数の相互に異なる周回経路１２ａを少なくとも円環状の表面に設けることが出来る。さらに、前記表面において何かしかの膜を形成して初めて弾性表面波が多数回周回出来る経路が生じる事もあり、本発明はこのような基材の表面への膜や層構造の形成によって弾性表面波の周回を可能にする素子を除外しない。

【００３０】

図５は、基体１２の球形状の外表面の少なくとも円環状の表面に２つの相互に異なる周回経路１２ａを設けた弾性表面波素子５０が示されている。この場合には、２つの相互に異なる周回経路１２ａに対応して相互に重複しない２つの位置に相互に独立して弾性表面波励起／受信手段１４が設けられる。

【００３１】

なお、図１，２，そして３及び４に中に示されている弾性表面波素子１０，３０，そして４０の夫々において、また図５中に示されている弾性表面波素子５０において、個々の周回経路１２ａに対応して設けられる弾性表面波励起／受信手段１４は、弾性表面波励起部分と弾性表面波受信部分とを相互に独立して、例えば相互に独立したすだれ状電極２２により、構成することが出来る。この場合には、当然のことながら、弾性表面波素子制御ユニット２０も、弾性表面波励起／受信手段１４の弾性表面波励起部分に接続されて弾性表面波励起部分に電磁波、例えば電気信号、を送り、弾性表面波励起部分に電磁波、例えば電気信号、に対応した弾性表面波を対応する周回経路１２ａに励起させる弾性表面波励起回路と、対応する周回経路１２ａを伝播する弾性表面波を弾性表面波励起／受信手段１４の弾性表面波受信部分を介して受信し受信した弾性表面波に対応した電磁波、例えば電気信号、を励起させる弾性表面波受信回路と、を夫々に専用に備えるよう変更される。相互に独立した専用の弾性表面波励起回路と専用の弾性表面波受信回路とを備えた弾性表面波素子制御ユニットは、図１中に示されている如く弾性表面波励起回路と弾性表面波受信回路とが一部重複している弾性表面波素子制御ユニット２０に比べ、回路設計が遥かに容易になる。

【００３２】

本願の発明者等の実験によれば、基体１２をそれ自身が弾性表面波Ａをその表面に沿い励起周回可能な圧電性結晶材料によってのみ形成する場合に例えば３方晶系の水晶を使用すると、水晶の結晶軸であるＺ軸を法線とする結晶面が基体１２の少なくとも円環状の表

面と最大外周線で交差するようにし上記結晶面が上記少なくとも円環状の表面と交差する交線に沿い周回経路１２ａを設定すると好ましいことが分かっている。なお、ランガサイト（$La_3Ga_5SiO_{14}$）結晶も上述した水晶と同様の周回経路をその結晶軸に関して有している。

【００３３】

また上記実験によれば、基体１２をそれ自身が弾性表面波Ａをその表面に沿い励起周回可能な圧電性結晶材料によってのみ形成する場合に例えば３方晶系のニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）を使用すると、ニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）結晶の結晶軸である＋Ｙ軸をＸ軸を回転中心に＋Ｚ方向に２０°だけ回転させることにより規定された結晶軸を法線とする結晶面が基体１２の少なくとも円環状の表面と交差する交線に沿い周回経路１２ａを設定すること、及び／又は、ニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）結晶の結晶軸である＋Ｙ軸をＸ軸を回転中心に－Ｚ方向に２６°だけ回転させることにより規定された結晶軸を法線とする結晶面が基体１２の少なくとも円環状の表面と交差する交線に沿い周回経路１２ａを設定すること、が好ましいことが分かっている。そして、３方晶系のニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）は、１つの平面内に互いに１２０°をなす３つの結晶軸＋Ｙを有しているので、上述した如くして周回経路１２ａを３つ設定することが出来る。

【００３４】

さらに上記実験によれば、基体１２をそれ自身が弾性表面波Ａをその表面に沿い励起周回可能な圧電性結晶材料によってのみ形成する場合に例えば３方晶系のタンタル酸リチウム（$LiTaO_3$）を使用すると、タンタル酸リチウム（$LiTaO_3$）結晶の結晶軸である＋Ｙ軸をＸ軸を回転中心に－Ｚ方向に４５°だけ回転させることにより規定された結晶軸を法線とする結晶面が基体１２の少なくとも円環状の表面と交差する交線に沿い周回経路１２ａを設定すること、が好ましいことが分かっている。そして、タンタル酸リチウム（$LiTaO_3$）は、１つの平面内に互いに１２０°をなす３つの結晶軸＋Ｙを有しているので、上述した如くして周回経路１２ａを３つ設定することが出来る。

【００３５】

本願の発明者等は、水晶，ランガサイト（$La_3Ga_5SiO_{14}$），そしてニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）の夫々により直径１インチの基体１２が形成されている弾性表面波素子１０を気密室中に格納し、所定の温度、いわゆる室温、で気密室中の圧力を大気圧から減圧している間に、幅１ｎｓｅｃのインパルス信号を入力した時に各弾性表面波素子１０の周回経路１２ａを伝播する弾性表面波の位相のずれ、即ち伝播速度の変化（音速変化）、及び強度の変化を測定した。

【００３６】

図６の（Ａ）は、上述した圧力の変化に対する上述した伝播速度の変化（音速変化）の関係を示しており、ここで伝播速度の変化（音速変化）における単位ｐｐｍは所定の温度に保たれた状態で一気圧の時に観測された上記伝播速度に対する１００万分の１単位の変化の割合を示している。

【００３７】

図６の（Ａ）からは：ニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）により基体１２を形成した場合には、上記所定の温度が保たれた状態で周回経路１２ａに接する気体、この場合には空気、が一気圧減圧されると、減圧の進行にほぼ比例して上記伝播速度が略４０ｐｐｍ早くなり；水晶により基体１２を形成した場合には、上記所定の温度が保たれた状態で周回経路１２ａに接する気体、この場合には空気が一気圧減圧されると、減圧の進行にほぼ比例して上記伝播速度が略２０ｐｐｍ早くなり；そして、ランガサイト（$La_3Ga_5SiO_{14}$）により基体１２を形成した場合には、上記所定の温度が保たれた状態で周回経路１２ａに接する気体、この場合には空気が一気圧減圧されると、減圧の進行にほぼ比例して上記伝播速度が略１２ｐｐｍ早くなることが分かる。

【００３８】

そして、これら３種類の材料により基体１２を形成した場合には、上記所定の温度が保たれた状態で周回経路１２ａに接する気体、この場合には空気、が一気圧減圧されると、

ニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）により基体１２を形成した場合が一番減圧の進行に対して高感度であることが分かる。なお、ニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）は電荷を集めやすい焦電性を有しており、周回経路１２ａが電荷を帯びると周回経路１２ａに沿う表面弾性波の伝播状況に影響を与える可能性がある。しかしながら、このような周回経路１２ａに対する電荷の付着は、ニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）により形成した基体１２の表面の少なくとも周回経路１２ａを導電性薄膜により覆うことにより防止することが出来る。

【００３９】

このような高感度の圧力変化の測定は、周回経路１２ａに沿い繰り返し何度も同じ表面弾性波を伝播させることが出来る、即ち、周回経路１２ａに沿う同じ表面弾性波の伝播時間が長い、弾性表面波素子１０、を使用したお蔭である。このことは、図２や図３及び４や図５中に示されている弾性表面波素子３０，４０，そして５０を使用しても同じ結果を得ることが出来る。

【００４０】

また、図６の（Ｂ）は、弾性表面波素子１０の基体１２ａを水晶で形成した場合において、上記所定の温度が保たれた状態で周回経路１２ａに接する気体、この場合には空気が一気圧減圧された時の、上述した圧力の変化に対する周回経路１２ａを伝播する弾性表面波の強度の変化を５１周目で測定した結果が示されている。このような強度の変化は、周回経路１２ａを伝播する弾性表面波のエネルギーが周回経路１２ａに隣接している気体、この場合には空気中に漏れ出ることから生じると考えられる。

【００４１】

図６の（Ｂ）からは、周回経路１２ａに接する気体、この場合には空気が一気圧から減圧される程度が或る程度大きくなってから急激に上記強度の低下が少なくなることが分かる。このような上記強度の低下の傾向は、弾性表面波素子１０の基体１２ａをニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）やランガサイト（$La_3Ga_5SiO_{14}$）により形成した場合も同じである。

【００４２】

このような高感度の強度変化の測定もまた、周回経路１２ａに沿い繰り返し何度も同じ表面弾性波を伝播させることが出来る、即ち、周回経路１２ａに沿う同じ表面弾性波の伝播時間が長い、弾性表面波素子１０、を使用したお蔭である。このことは、図２や図３及び４や図５中に示されている弾性表面波素子３０，４０，そして５０を使用しても同じ結果を得ることが出来る。

【００４３】

そして、図６の（Ａ）及び（Ｂ）の結果から、周回経路１２ａに接する気体、この場合には空気の圧力の変化は、周回経路１２ａを伝播する弾性表面波の伝播速度の変化又は周回経路１２ａを伝播する弾性表面波の強度の変化を検出することにより高精度に測定可能であり、また上記伝播速度の変化及び上記強度の変化の両方を検出することにより高精度でより広い圧力範囲にわたって正確に測定可能であることが分かる。

【００４４】

上述した如く、構成が簡易であって小型化及び圧力測定精度の高度化が容易であり、しかも外部から加えられる振動に対して強く、また圧力変化に対する反応が素早い、弾性表面波素子１０，３０，４０，そして５０等を使用した気体圧力測定装置ではあるが、基体１２の周回経路１２ａに隣接し圧力を測定したい気体の温度が変化して周回経路１２ａを含む基体１２の温度も変化すると、周回経路１２ａを含む基体１２の材料の物理的性質（例えば、密度や周回経路１２ａを含む円環状の表面の直径）も僅かに変化し、このことが周回経路１２ａに沿い伝播する弾性表面波の上述した如き伝播速度の変化や強度の変化に僅かに影響を及ぼし、ひいては、上述した如き伝播速度の変化や強度の変化に基づく上記気体の圧力の変化の測定結果に僅かに影響を及ぼす。

【００４５】

また、周回経路１２ａ上に上記気体中の異物、例えば塵や埃や前述した如き電荷等、が

付着しても、また、上記気体の組成の変化によっても、周回経路１２ａに沿い伝播する弾性表面波の上述した如き伝播速度の変化や強度の変化に僅かに影響を及ぼし、ひいては、上述した如き伝播速度の変化や強度の変化に基づく上記気体の圧力の変化の測定結果に影響を及ぼす。

【００４６】

以下に図７，８，９，そして１０を参照しながら、弾性表面波素子１０，３０，４０，そして５０等を使用した気体圧力測定装置を使用して、圧力を測定したい気体の温度の変化の影響を考慮して、または無くして、また周回経路１２ａ上に対する上記気体中の異物、例えば塵や埃や前述した如き電荷等、の付着を無くして、または上記気体の組成の変化の影響を無くして、上記圧力の変化をより高精度に測定する為に、本願の発明者等が提案する種々の構成を説明する。

【００４７】

図７中に示されている例では、例えばセラミックフィルターの如き高密度フィルター６０ａにより外部連通孔６０ｂが覆われている密封容器６０の内部空間中に弾性表面波素子１０が収容されていて、弾性表面波素子１０は基体１２の外表面において周回経路１２ａ以外の部分が密封容器６０の内部空間の内表面に固定されている。より詳細には、上記部分が銀ペーストを介して上記内表面に接着されている。弾性表面波素子１０の基体１２の外表面において周回経路１２ａ以外の部分にはさらに熱電対６２の温度測定接点が接触されている。そして、熱電対６２の１対の端子は、弾性表面波素子１０の弾性表面波励起／受信手段１４の為の弾性表面波素子制御ユニット２０とともに、圧力検出手段６４に接続されている。圧力検出手段６４は、熱電対６２により測定した弾性表面波素子１０の基体１２の温度を考慮して、弾性表面波素子１０の基体１２の周回経路１２ａを伝播する弾性表面波Ａの伝播速度の変化及び／又は上記弾性表面波Ａの強度の変化に対応して弾性表面波励起／受信手段１４から送られてくる電気信号を基に、周回経路１２ａに隣接している気体、この例では空気の現時点での圧力をより高精度に検出することが出来るし、検出した圧力を公知の表示手段により表示することも出来る。

【００４８】

以上詳述した説明から明らかなように、図７に示された例では、周回経路１２ａに隣接している圧力を測定したい気体の温度の変化の影響を考慮して、及び周回経路１２ａ上に対する上記気体中の異物、例えば塵や埃等、の付着をなくして、上記圧力を測定したい気体の圧力の変化をより高精度に測定することが出来る。

【００４９】

図８中に示されている例では、良好な伝熱性を有した容器７０の内部空間が隔壁７０ａにより完全に密封された第１の内部空間７０ｂと開口７０ｃを有した第２の内部空間７０ｄとに仕切られている。開口７０ｃは、高密度フィルター７０ｅにより覆われている。第１の内部空間７０ｂと第２の内部空間７０ｄとには、同じ構成の２つの弾性表面波素子１０が収容されていて、これら２つの弾性表面波素子１０は基体１２の外表面において周回経路１２ａ以外の部分が第１の内部空間７０ｂにおける隔壁７０ａの表面及び第２の内部空間７０ｄにおける隔壁７０ａの表面に良好な伝熱性を有した公知の固定手段により固定されている。従って、第１の内部空間７０ｂ中と第２の内部空間７０ｄ中の２つの弾性表面波素子１０は同じ温度になっている。完全に密封された第１の内部空間７０ｂ中は、図８中に示されている例が使用される外部環境の温度に対し性質が変化せず弾性表面波素子１０を変質させることがない安定した気体、例えば窒素ガスや二酸化炭素ガス、により充填されている。

【００５０】

２つの弾性表面波素子１０の弾性表面波励起／受信手段１４の夫々は相互に同じ構成の弾性表面波素子制御ユニット２０に接続されており、さらには圧力検出手段６４に接続されている。完全に密封された第１の内部空間７０ｂ中の弾性表面波素子１０の弾性表面波励起／受信手段１４から弾性表面波素子制御ユニット２０が得た周回経路１２ａに沿い伝播する弾性表面波Ａの伝播速度に対応する電気信号からは温度変化の影響による上記伝播

速度の変化を知ることが出来る。従って、圧力検出手段６４は、上記温度変化を知ることが出来る。上述したように、この温度変化は、高密度フィルター７０ｅにより覆われている開口７０ｃを有した第２の内部空間７０ｄ中の弾性表面波素子１０の温度変化に等しい。

【００５１】

従って、圧力検出手段６４は、完全に密封された第１の内部空間７０ｂ中の弾性表面波素子１０の基体１２（即ち、開口７０ｃを有した第２の内部空間７０ｄ中の弾性表面波素子１０の基体１２）の温度を考慮して、開口７０ｃを有した第２の内部空間７０ｄ中の弾性表面波素子１０の基体１２の周回経路１２ａを伝播する弾性表面波Ａの伝播速度の変化及び／又は上記弾性表面波Ａの強度の変化に対応して第２の内部空間７０ｄ中の弾性表面波素子１０の弾性表面波励起／受信手段１４から送られてくる電気信号を基に、周回経路１２ａに隣接している気体、この例では空気の現時点での圧力をより高精度に検出することが出来るし、検出した圧力を公知の表示手段により表示することも出来る。

【００５２】

以上詳述した説明から明らかなように、図８に示された例では、周回経路１２ａに隣接している圧力を測定したい気体の温度の変化の影響を考慮して、及び周回経路１２ａ上に対する上記気体中の異物、例えば塵や埃等、の付着をなくして、上記圧力を測定したい気体の圧力の変化をより高精度に測定することが出来る。

【００５３】

図９中に示されている例では、良好な伝熱性を有した容器８０の内部空間が隔壁８０ａにより完全に密封された第１の内部空間８０ｂと開口８０ｃを有した第２の内部空間８０ｄとに仕切られている。開口８０ｃは、第２の内部空間８０ｄを外部空間から密閉するとともに外部空間中の気体、この例では空気の圧力変化を第２の内部空間８０ｄ中に伝達可能な密封圧力伝達手段８０ｅにより覆われている。このような密封圧力伝達手段８０ｅとしては開口８０ｃの内表面上を気密状態で摺動可能なピストンや例えばゴムのような気密材料を使用した気密膜体を例示することが出来る。図９中には、密封圧力伝達手段８０ｅとして気密膜体が示されている。第１の内部空間８０ｂと第２の内部空間８０ｄとには、同じ構成の２つの弾性表面波素子１０が収容されていて、これら２つの弾性表面波素子１０は基体１２の外表面において周回経路１２ａ以外の部分が第１の内部空間８０ｂにおける隔壁８０ａの表面及び第２の内部空間８０ｄにおける隔壁８０ａの表面に良好な伝熱性を有した公知の固定手段により固定されている。従って、第１の内部空間８０ｂ中と第２の内部空間８０ｄ中の２つの弾性表面波素子１０は同じ温度になっている。完全に密封された第１の内部空間８０ｂ中及び開口８０ｃが密封圧力伝達手段８０ｅにより覆われている第２の内部空間８０ｄは、図９中に示されている例が使用される外部環境の温度に対し性質が変化せず弾性表面波素子１０を変質させることがない安定した気体、例えば窒素ガスや二酸化炭素ガス、により充填されている。

【００５４】

２つの弾性表面波素子１０の弾性表面波励起／受信手段１４の夫々は相互に同じ構成の弾性表面波素子制御ユニット２０に接続されており、さらには圧力検出手段６４に接続されている。完全に密封された第１の内部空間８０ｂ中の弾性表面波素子１０の弾性表面波励起／受信手段１４から弾性表面波素子制御ユニット２０が得た周回経路１２ａに沿い伝播する弾性表面波Ａの伝播速度に対応する電気信号からは温度変化の影響による上記伝播速度の変化を知ることが出来る。従って、圧力検出手段６４は、上記温度変化を知ることが出来る。上述したように、この温度変化は、密封圧力伝達手段８０ｅにより覆われている開口８０ｃを有した第２の内部空間８０ｄ中の弾性表面波素子１０の温度変化に等しい。

【００５５】

従って、圧力検出手段６４は、完全に密封された第１の内部空間８０ｂ中の弾性表面波素子１０の基体１２（即ち、開口８０ｃを有した第２の内部空間８０ｄ中の弾性表面波素子１０の基体１２）の温度を考慮して、開口８０ｃを有した第２の内部空間８０ｄ中の弾性

表面波素子１０の基体１２の周回経路１２ａを伝播する弾性表面波Ａの伝播速度の変化及び／又は上記弾性表面波Ａの強度の変化に対応して第２の内部空間８０ｄ中の弾性表面波素子１０の弾性表面波励起／受信手段１４から送られてくる電気信号を基に、開口８０ｃが密封圧力伝達手段８０ｅにより覆われている第２の内部空間８０ｄ中の弾性表面波素子１０の基体１２の周回経路１２ａに隣接している気体（この例では、図９中に示されている例が使用される外部環境の温度に対し性質が変化せず弾性表面波素子１０を変質させることがない安定した気体、例えば窒素ガスや二酸化炭素ガス）に密封圧力伝達手段８０ｅを介して伝達されている外部空間の気体、この例では空気、の現時点での圧力をより高精度に検出することが出来るし、検出した圧力を公知の表示手段により表示することも出来る。

【００５６】

以上詳述した説明から明らかなように、図９に示された例では、圧力を測定したい気体の温度の変化の影響を考慮して、及び周回経路１２ａ上に対する上記気体中の異物、例えば塵や埃や前述した電荷等、の付着をなくして、しかも、圧力を測定したい気体の組成の変化の影響を無くして、上記圧力を測定したい気体の圧力の変化をより高精度に測定することが出来る。

【００５７】

図１０中に示されている例では、弾性表面波素子の基体１２の外表面の全てが例えばポーラスセラミックスと呼ばれるようなアルミナを用いたセメントにより形成されている熱浴部材９０により覆われている。ここで言う熱浴部材とは、大きな熱容量を持ち、弾性表面波素子の温度を安定化させる効果を持つ部材を指す。熱浴部材９０は、基体１２の外表面において周回経路１２ａ以外の部分に密着しており、周回経路１２ａと対向する部分は所定の隙間Ｓを介して周回経路１２ａと対向し周回経路１２ａに沿い円環状に延出する溝９０ａが形成されている。溝９０ａの底面には、周回経路１２ａに沿い弾性表面波を励起し伝播させる為及び周回経路１２ａに沿い伝播してきた弾性表面波を受信する弾性表面波励起／受信手段１４が設けられている。溝９０ａはさらに外部連通孔９０ｂを有しており、外部連通孔９０ｂには高密度フィルター９０ｃが設置されている。熱浴部材９０により覆われている基体１２には、外部空間の気体、この例では空気の温度変化が殆ど伝達されない。

【００５８】

従って、弾性表面波励起／受信手段１４の為の弾性表面波素子制御ユニット２０に接続されている圧力検出手段６４は、外部空間の気体、この例では空気の温度変化の影響を考慮しなくとも、基体１２の周回経路１２ａを伝播する弾性表面波の伝播速度の変化及び／又は上記弾性表面波の強度の変化に対応して弾性表面波励起／受信手段１４から送られてくる電気信号を基に、外部連通孔９０ｂを有した溝９０ａ中で周回経路１２ａに隣接している気体、この例では空気の現時点での圧力を常に高精度に検出することが出来るし、検出した圧力を公知の表示手段により表示することも出来る。

【００５９】

以上詳述した説明から明らかなように、図１０に示された例では、周回経路１２ａに隣接している圧力を測定したい気体の温度の変化の影響を考慮しなくても、温度変化を緩和し、さらには周回経路１２ａ上に対する上記気体中の異物、例えば塵や埃等、の付着をなくして、上記圧力を測定したい気体の圧力の変化をより高精度に測定することが出来る。

【００６０】

なお、図１０に示された例において外部連通孔９０ｂの高密度フィルター９０ｃの代わりに、溝９０ａを外部空間から密閉するとともに外部空間中の気体、この例では空気の圧力変化を溝９０ａ中に伝達可能な密封圧力伝達手段により外部連通孔９０ｂを覆うことも出来る。このような密封圧力伝達手段としては外部連通孔９０ｂの内表面上を気密状態で摺動可能なピストンや例えばゴムのような気密材料を使用した気密膜体を例示することが出来る。そして溝９０ａ中には、図１０に示された例が使用される外部環境の温度に対し性質が変化せず周回経路１２ａを含む基体１２や弾性表面波励起／受信手段１４を変質さ

せることがない安定した気体、例えば窒素ガスや二酸化炭素ガス、により充填されている。

【００６１】

この弾性表面波素子の弾性表面波励起／受信手段１４は弾性表面波素子制御ユニット２０に接続されており、さらには圧力検出手段６４に接続されている。熱浴部材９０により覆われている基体１２には、外部空間の気体、この例では空気の温度変化が殆ど伝達されないので、圧力検出手段６４は、完全に密封された溝９０ａ中の基体１２の周回経路１２ａを伝播する弾性表面波の伝播速度の変化及び／又は上記弾性表面波の強度の変化に対応して溝９０ａ中の弾性表面波励起／受信手段１４から送られてくる電気信号を基に、外部連通孔９０ｂが密封圧力伝達手段により覆われている溝９０ａ中の基体１２の周回経路１２ａに隣接している気体（この例では、図１０中に示されている例が使用される外部環境の温度に対し性質が変化せず周回経路１２ａを含む基体１２や弾性表面波励起／受信手段１４を変質させることがない安定した気体、例えば窒素ガスや二酸化炭素ガス）に密封圧力伝達手段を介して伝達されている外部空間の気体、この例では空気の現時点での圧力をより高精度に検出することが出来るし、検出した圧力を公知の表示手段により表示することも出来る。

【００６２】

以上詳述した説明から明らかなように、図１０に示された例の上述した変形例では、圧力を測定したい気体の温度の変化の影響を考慮しなくとも、あるいはその影響を低減して、周回経路１２ａ上に対する上記気体中の異物、例えば塵や埃や前述した如き電荷等、の付着をなくして、しかも、圧力を測定したい気体の組成の変化の影響を無くして、上記圧力を測定したい気体の圧力の変化をより高精度に測定することが出来る。

【００６３】

さらに図２中に示されている弾性表面波素子３０を使用した気体圧力測定装置では、空洞１２ｃの２つの開口を例えばセラミックフィルターのような高密度フィルターにより閉塞するとともに基体１２に基体１２の温度を測定する例えば熱電対のような公知の温度測定手段を取り付け、熱電対の１対の端子を、弾性表面波素子３０の弾性表面波励起／受信手段１４の為の弾性表面波素子制御ユニット２０とともに、圧力検出手段に接続する。圧力検出手段は、熱電対により測定した弾性表面波素子３０の基体１２の温度を考慮して、弾性表面波素子３０の基体１２の周回経路１２ａを伝播する弾性表面波の伝播速度の変化及び／又は上記弾性表面波の強度の変化に対応して弾性表面波励起／受信手段１４から送られてくる電気信号を基に、周回経路１２ａに隣接している気体、この例では空気の現時点での圧力をより高精度に検出することが出来るし、検出した圧力を公知の表示手段により表示することも出来る。

【００６４】

このようにして、図２中に示されている弾性表面波素子３０を使用した気体圧力測定装置では、周回経路１２ａに隣接している圧力を測定したい気体の温度の変化の影響を考慮して、及び周回経路１２ａ上に対する上記気体中の異物、例えば塵や埃等、の付着をなくして、上記圧力を測定したい気体の圧力の変化をより高精度に測定することが出来る。

【００６５】

また図２中に示されている弾性表面波素子３０を使用した気体圧力測定装置では、空洞１２ｃの２つの開口を、空洞１２ｃを外部空間から密閉するとともに外部空間中の気体、この例では空気の圧力変化を空洞１２ｃ中に伝達可能な密封圧力伝達手段により覆うことも出来る。このような密封圧力伝達手段としては上記開口に接続されたシリンダ中を気密状態で摺動可能なピストンや例えばゴムのような気密材料を使用した気密膜体を例示することが出来る。開口が密封圧力伝達手段により覆われている空洞１２ｃ中には、図２中に示されている弾性表面波素子３０を使用した気体圧力測定装置が使用される外部環境の温度に対し性質が変化せず弾性表面波素子３０を変質させることがない安定した気体、例えば窒素ガスや二酸化炭素ガス、により充填されている。

【００６６】

基体１２に基体１２の温度を測定する例えば熱電対のような公知の温度測定手段を取り付け、熱電対の１対の端子を、弾性表面波素子３０の弾性表面波励起／受信手段１４の為の弾性表面波素子制御ユニット２０とともに、圧力検出手段に接続する。

【００６７】

従って、圧力検出手段は、弾性表面波素子３０の基体１２の温度を考慮して、弾性表面波素子３０の基体１２の周回経路１２ａを伝播する弾性表面波の伝播速度の変化及び／又は上記弾性表面波の強度の変化に対応して空洞１２ａ中の弾性表面波励起／受信手段１４から送られてくる電気信号を基に、開口が密封圧力伝達手段により覆われている空洞１２ｃ中の周回経路１２ａに隣接している気体（この例では、図２中に示されている弾性表面波素子３０を使用した気体圧力測定装置が使用される外部環境の温度に対し性質が変化せず弾性表面波素子３０を変質させることがない安定した気体、例えば窒素ガスや二酸化炭素ガス）に密封圧力伝達手段を介して伝達されている外部空間の気体この例では空気、の現時点での圧力をより高精度に検出することが出来るし、検出した圧力を公知の表示手段により表示することも出来る。

【００６８】

以上詳述した説明から明らかなように、図２中に示されている弾性表面波素子３０を使用した気体圧力測定装置では、圧力を測定したい気体の温度の変化の影響を考慮して、及び周回経路１２ａ上に対する上記気体中の異物、例えば塵や埃や前述した如き電荷等、の付着をなくして、しかも、圧力を測定したい気体の組成の変化の影響を無くして、上記圧力を測定したい気体の圧力の変化をより高精度に測定することが出来る。

【００６９】

なお前述した種々の例では、基体１２の周回経路１２ａに対応して設けられている弾性表面波励起／受信手段１４と基体１２から離れている弾性表面波素子制御ユニット２０とはリード線２３により相互に接続されているが、リード線２３を使用することなく、基体１２において周回経路１２ａ以外の部分で弾性表面波励起／受信手段１４に接続されている例えば高周波アンテナのような電磁波送受信手段を接続し、また弾性表面波素子制御ユニット２０における弾性表面波励起／受信手段１４に対する入出力端子にも例えば高周波アンテナのような電磁波送受信手段を接続すれば、弾性表面波励起／受信手段１４が上記電磁波送受信手段を介して弾性表面波素子制御ユニット２０から受信した電磁波に従い周回経路１２ａに弾性表面波を励起させ、また弾性表面波励起／受信手段１４が周回経路１２ａを周回する弾性表面波に対応した電磁波を上記電磁波送受信手段を介して弾性表面波素子制御ユニット２０に発信させることが出来る。そして、このような場合には、上記電磁波のバースト信号の継続時間を、対応する弾性表面波素子の基体１２の周回経路１２ａを弾性表面波が一周するのに要する時間よりも長くすると、より大きな出力で弾性表面波を励起及び受信可能にになり、前述した測定をより高精度に行なうことが可能になる。

【００７０】

図１１中には、図２中に示されている弾性表面波素子３０を使用した気体圧力測定装置において、弾性表面波励起／受信手段１４と基体１２から離れている弾性表面波素子制御ユニット２０とを相互に接続しているリード線２３に代わり、弾性表面波素子３０の弾性表面波励起／受信手段１４に例えば高周波アンテナのような電磁波送受信手段１００を接続した例が示されている。

【００７１】

この例では、基体１２の空洞１２ｃの２つの開口に管状の外部気体案内部材１０２が気密に接続されていて、これら外部気体案内部材１０２の内表面に空洞１２ｃ中の弾性表面波励起／受信手段１４に接続されている例えば高周波アンテナのような電磁波送受信手段１００が配置されている。

【００７２】

このような構成であると、弾性表面波素子３０の側における電磁波送受信手段１００の動作性能を向上させることが出来るし、しかも、電磁波送受信手段１００が外力により損傷される可能性を無くすことが出来る。２つの管状の外部気体案内部材１０２の夫々の内

孔の外端部は、前述した如く高密度フィルターにより覆われていることが出来るし、或いは、空洞１２ｃとともに２つの管状の外部気体案内部材１０２の夫々の内孔中にこの弾性表面波素子３０を使用した気体圧力測定装置が使用される外部環境の温度に対し性質が変化せずこの弾性表面波素子３０や２つの管状の外部気体案内部材１０２を変質させることがない安定した気体、例えば窒素ガスや二酸化炭素ガス、を充填した状態で、空洞１２ｃ及び２つの管状の外部気体案内部材１０２の夫々の内孔を外部空間から密閉するとともに外部空間中の気体、この例では空気の圧力変化を２つの管状の外部気体案内部材１０２の夫々の内孔を介し空洞１２ｃ中に伝達可能な密封圧力伝達手段により覆うことも出来る。このような密封圧力伝達手段としては２つの管状の外部気体案内部材１０２の夫々の内孔の外端部中を気密状態で摺動可能なピストンや例えばゴムのような気密材料を使用した気密膜体を例示することが出来る。

【００７３】

また、図１１の例は、圧力を測定したい気体が流れる配管に対し直接接続して使用するのに非常に適している。

【００７４】

さらに、図２中に示されている弾性表面波素子３０を使用した気体圧力測定装置では、弾性表面波素子３０の基体１２の外表面の全体を例えばアルミナを使用したセメント（ポーラスセラミック）のような熱浴部材により覆うとともに、空洞１２ｃの開口を出来る限り小さくして、図２中に示されている弾性表面波素子３０が使用される外部空間中の気体、この場合は空気、の温度変化の影響が弾性表面波素子３０の性能に影響を及ぼす可能性を出来る限り小さくすることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【００７５】

【図１】この発明の気体圧力測定装置において使用される弾性表面波素子の第１例の構成を概略的に示す図。

【図２】この発明の気体圧力測定装置において使用される弾性表面波素子の第２例の構成を概略的に示す図。

【図３】この発明の気体圧力測定装置において使用される弾性表面波素子の第３例の構成を概略的に示す図。

【図４】図３の弾性表面波素子の基体の外表面の周回経路とそれに隙間Ｓを介して対向して配置された弾性表面波励起／受信手段とを拡大し断面にして示す図。

【図５】この発明の気体圧力測定装置において使用される弾性表面波素子の第４例の構成を概略的に示す図。

【図６】（Ａ）は、基体が水晶、ランガサイト（$La_3Ga_5SiO_{14}$），及びニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）により形成されている図１中に示されている第１例の弾性表面波素子を圧力の変化を測定する気体としての空気中に置き、この空気を所定の温度に保った状態で一気圧から減圧した場合に、これらの弾性表面波素子により測定された基体の周回経路上を周回する弾性表面波の伝播速度が変化する様子を概略的に示す図であり；そして、　（Ｂ）は、基体が水晶により形成されている図１中に示されている第１例の弾性表面波素子を圧力の変化を測定する気体としての空気中に置き、この空気を所定の温度に保った状態で一気圧から減圧した場合に、この弾性表面波素子により測定された基体の周回経路上を周回する弾性表面波の強度が５１周目において変化する様子を概略的に示す図である。

【図７】温度変化による性能変化を較正する為の熱電対と組み合わされた図１中に示されている第１例の弾性表面波素子を１個使用したこの発明の気体圧力測定装置の第１の実施の形態を概略的に示す縦断面図である。

【図８】温度変化による性能変化を較正する為に図１中に示されている第１例の弾性表面波素子を２個使用したこの発明の気体圧力測定装置の第２の実施の形態を概略的に示す縦断面図である。

【図９】温度変化による性能変化を較正する為に図１中に示されている第１例の弾性表面

波素子を２個使用したこの発明の気体圧力測定装置の第３の実施の形態を概略的に示す縦断面図である。

【図１０】圧力を測定しようする気体としての空気の温度変化による影響を受けないよう構成された図３及び４中に示されている第３例の弾性表面波素子の変形例を１個使用したこの発明の気体圧力測定装置の第４の実施の形態を概略的に示す縦断面図である。

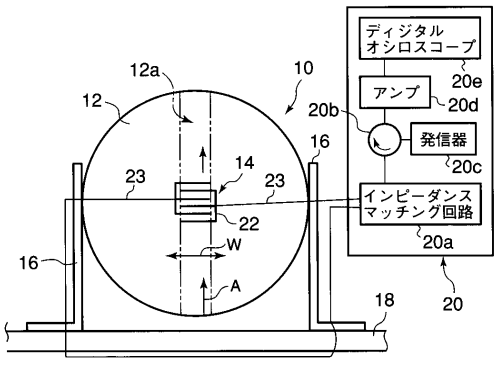
【図１１】弾性表面波励起／受信手段を電磁波送受信手段を介して弾性表面波素子制御ユニットにより制御するよう構成された図２中に示されている第２例の弾性表面波素子の変形例を示す図である。

【符号の説明】

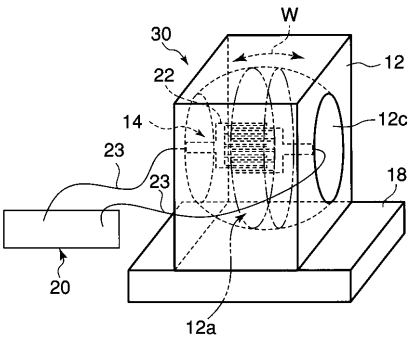
【００７６】

Ａ…弾性表面波、１０…弾性表面波素子、１２ａ…周回経路、１４…弾性表面波励起／受信手段、２０…弾性表面波素子制御ユニット、３０…弾性表面波素子、４０…弾性表面波素子、５０…弾性表面波素子、８０ｄ…第２の内部空間、８０ｅ…圧力変化伝達手段、８０…密封容器、１００…電磁波送受信手段。

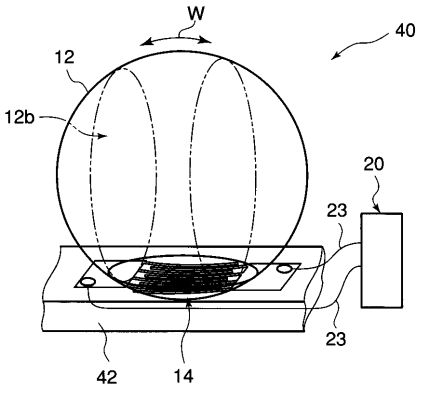
【図１】



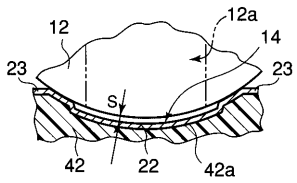
【図２】



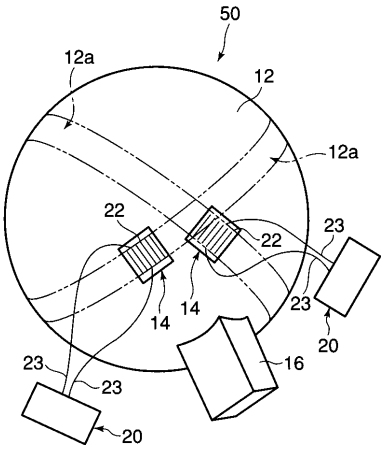
【図３】



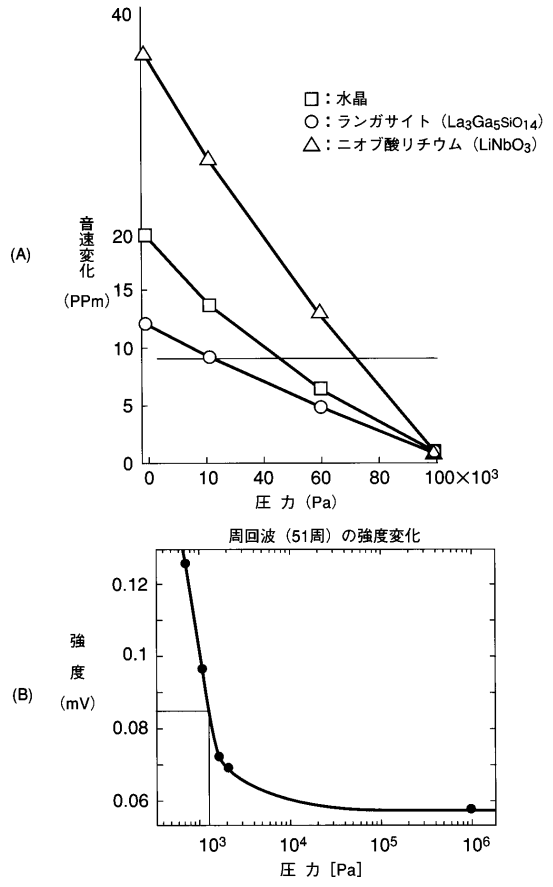
【図４】


12
12a
14
23
23
S
42
22
42a

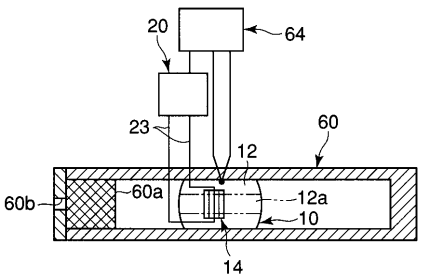
【図５】


50
12a
12
12a
22
22
23
14
14
23
20
16
23
23
20

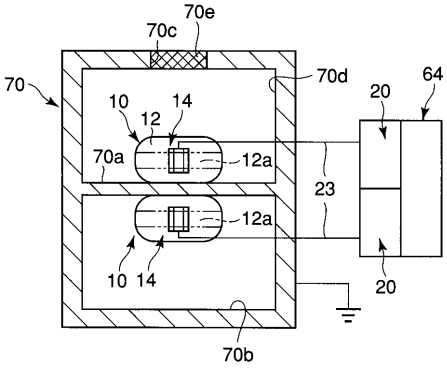
【図６】


(A)
□：水晶
○：ランガサイト（$La_3Ga_5SiO_{14}$）
△：ニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）
音速変化
(PPm)
40
20
15
10
5
0
0
10
40
60
80
100×10³
圧 力（Pa）
(B)
周回波（51周）の強度変化
強度
(mV)
0.12
0.1
0.08
0.06
10³
10⁴
10⁵
10⁶
圧 力［Pa］

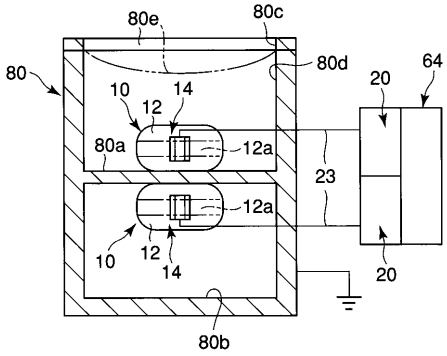
【図７】


20
64
23
60
12
60b
60a
12a
10
14

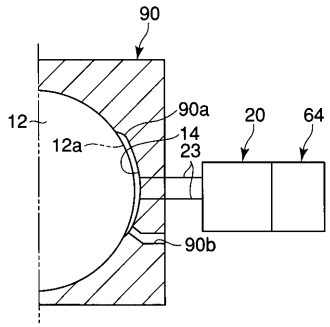
【図８】


70e
70c
70
70d
20
64
10
14
12
70a
12a
23
12a
10 14
20
70b

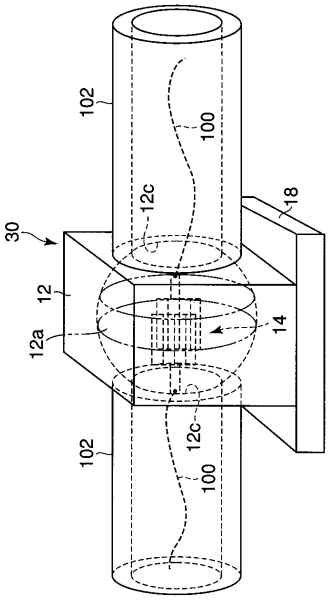
【図９】


80e
80c
80
80d
64
20
10
14
12
80a
12a
23
12a
10
12
14
20
80b

【図１０】


90
12
90a
20
64
14
12a
23
90b

【図１１】


102
100
12c
18
30
12
14
12a
12c
102
100

フロントページの続き

(74)代理人 100091351
弁理士 河野 哲
(74)代理人 100088683
弁理士 中村 誠
(74)代理人 100108855
弁理士 蔵田 昌俊
(74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
(74)代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
(74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
(72)発明者 中曽 教尊
東京都台東区台東１丁目５番１号 凸版印刷株式会社内
(72)発明者 赤尾 慎悟
東京都台東区台東１丁目５番１号 凸版印刷株式会社内
(72)発明者 山中 一司
宮城県仙台市泉区桂２－６－３
(72)発明者 竹田 宣生
アメリカ合衆国、 テキサス州 ７５０１３、 アーレン、 センチュリー・パークウェイ ４１５、 ボール・セミコンダクター・インコーポレーテッド内

Ｆターム(参考) 2F055 AA40 BB20 CC11 DD19 EE33