

(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2006-105917

(P2006-105917A)

(43) 公開日 平成18年4月20日(2006.4.20)

(51) Int. Cl.

G O 1 N 29/09 (2006.01)

F I

G O 1 N 29/16

テーマコード (参考)

2 G O 4 7

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-296460 (P2004-296460)	(71) 出願人	504151365 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構 茨城県つくば市大穂1番地1
(22) 出願日	平成16年10月8日(2004.10.8)	(74) 代理人	100072051 弁理士 杉村 興作
		(74) 代理人	100100125 弁理士 高見 和明
		(74) 代理人	100101096 弁理士 徳永 博
		(74) 代理人	100107227 弁理士 藤谷 史朗
		(74) 代理人	100114292 弁理士 来間 清志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス検出方法、及びガス検出装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、ガスの検出を長時間連続して安定に行うガスの検出方法及び装置を提供することにある。

【解決手段】 本発明のガス検出方法は、被測定ガスを振動させて、前記振動によって生じた音響インピーダンスの変化を利用して被測定ガスを検出することを特徴とする。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被測定ガスを振動させて、前記振動によって生じた音響インピーダンスの変化を利用して被測定ガスを検出するガス検出方法。

【請求項 2】

ガスの振動を、発音体を用いて行う請求項1記載の方法。

【請求項 3】

ガスの振動を、容器内で行う請求項1又は2項に記載の方法。

【請求項 4】

前記容器内へポンプを用いて被測定ガスを導入する請求項3記載の方法。

【請求項 5】

前記発音体の周波数が、共振点におけるものである請求項 1 ~ 4 のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 6】

前記共振点が最大であることを特徴とする請求項5記載の方法。

【請求項 7】

容器と、前記容器内へ被測定ガスを導入するためのポンプと、導入された被測定ガスを振動させるための発音体と、前記振動によって生じた音響インピーダンスの変化を検出するセンサーと、を備えたガス検出装置。

【請求項 8】

前記センサーの出力信号に基づき、被測定ガスを検出する請求項 7 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガス検出方法、及びガス検出装置に関し、特に、音響インピーダンスの変化を利用したガス検出方法、及びガス検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来技術で用いられるガスの検出法としては、ガルバニ電池式、定電位電解式等の化学反応を利用したもの(「ガステック」、「BWテクノロジー」、及び「ネモト特殊化学」社などの製品カタログ)、気体の熱伝導の差を利用したもの等があり、これらは高感度、高精度でガスの検出を行うことができる。

【0003】

【非特許文献 1】「ガステック」、「BWテクノロジー」、及び「ネモト特殊化学」社などの製品カタログ

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記定電位電解式においては、共存するほかのガスの影響を受けやすく、原理的には同族のガスの分離測定が困難であるという欠点を有する。

また、ガスの検出に化学反応や、熱伝導を用いる従来の方法では、基本的にセンサーが消耗するため、定期的にセンサーを取替えなければならない。このため、長期・連続的にガスを検出する目的には向いていない。また、熱伝導式の検出機構のものにあっては、使用前及び使用中にゼロ点調整を行う必要があり、安定度に問題がある。

【0005】

そこで、本発明の目的は、ガスの検出を長時間連続して安定に行うガスの検出方法及び装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、発明者らは、について鋭意研究を重ねた結果、本発明のガ

10

20

30

40

50

ス検出方法、及びガス検出装置を見出すに至った。

【0007】

本発明のガス検出方法は、被測定ガスを振動させて、前記振動によって生じた音響インピーダンスの変化を利用して被測定ガスを検出することを特徴とする。

【0008】

本発明のガス検出方法の好ましい実施態様において、ガスの振動を、発音体を用いて行うことを特徴とする。

【0009】

本発明のガス検出方法の好ましい実施態様において、ガスの振動を、容器内で行うことを特徴とする。

【0010】

本発明のガス検出方法の好ましい実施態様において、前記容器内へポンプを用いて被測定ガスを導入することを特徴とする。

【0011】

本発明のガス検出方法の好ましい実施態様において、前記発音体の周波数が、共振点におけるものであることを特徴とする。

【0012】

本発明のガス検出方法の好ましい実施態様において、前記共振点が最大であることを特徴とする。

【0013】

本発明のガス検出装置は、容器と、前記容器内へ被測定ガスを導入するためのポンプと、導入された被測定ガスを振動させるための発音体と、前記振動によって生じた音響インピーダンスの変化を検出するセンサーと、を備えることを特徴とする。

【0014】

本発明のガス検出装置の好ましい実施態様において、前記センサーの出力信号に基づき、被測定ガスを検出することを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

ガス検出に振動板(スピーカーなど)とセンサー(マイクロフォンなど)を用いており、従来技術による化学反応や、熱伝導を利用したガス検出器と比較し、部品の寿命が長く、また、機器を構成する部品が一般的なものであるため安価であり、イニシャルコスト及びランニングコストの低下が図れるという有利な効果を奏する。

【0016】

構造が簡単であり、その原理上検出機構に調節を有する部分が一切無いため、操作に当たり特別な知識、経験等を必要としない。このため使用前の零点調整等は不要であり、初期設定を一度行うだけで良い。

【0017】

原理上動作は安定しており、調整部分が無く、メンテナンスフリーであり、従来技術のガス検出器では不可能な長期間の連続動作が可能であるという有利な効果を奏する。

【0018】

動作原理上、ガスの検出に従来技術のような燃焼や化学反応を用いるもので無いため、定期的な機構部品の交換が不要であるという有利な効果を奏する。また、容易に入手可能な機器をもって構成することができ、安価に製造可能である。このため、従来技術による検出方法と比較して、コストの低下を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明は、ガス中における音響の伝播特性が、ガスにより異なることを利用しており、振動体を用いてガスに音響振動を与えたときに、ガス中を伝わる音響振動の変化を検出し、ガスの存在を知るものである。

【0020】

10

20

30

40

50

本発明のガス検出方法は、被測定ガスを振動させて、前記振動によって生じた音響インピーダンスの変化を利用して被測定ガスを検出する。これは、ガスを振動させた場合に、当該ガスの振動によって生じた音響インピーダンスが、空気のものとは異なることを利用したものである。ここで、測定の対象となるガスについては、空気と分子量(密度)が異なる気体であれば検知可能であり、特に限定されることはない。例えば、被測定ガスとして、気体分子量が空気と異なる他のガス、例えば、ヘリウムガス、水素ガス等を挙げることができる。

【0021】

また、本発明の好ましい実施態様において、ガスの振動を、発音体を用いて行う。適当な発音体としては、スピーカーなどを挙げることができるが、ガスに振動を与える事ができれば特に限定されることはない。スピーカーとは、一般には、動電型(ダイナミックスピーカー)をいうが、電磁型、圧電型、静電型などを含むことができる。スピーカを使用する場合には、気体を効率的に振動させるという目的から、フリーエッジのものが好ましい。これは、フリーエッジの場合、低い周波数ではコーンがピストンモーションで動作するので気体を動かすのに好適と考えられるからである。

10

【0022】

また、発音体の周波数を、共振点におけるものであることが、よりガスの検出感度を高めるという観点から好ましい。さらに好ましくは、共振点が最大である。いくつかの例外はあるものの、共振点が最大、すなわち最大共振点における周波数を用いるとかなり大きな変位が得られる傾向にあることから、最大共振点における周波数のものを用いるのが好ましい。なお、ここでは、最大共振点とは、発音体によって最も大きな出力を得ることができる周波数のことを意味する。

20

【0023】

また、外部からの影響を遮断し、より高精度の検出を行うという観点から、ガスの振動を、容器内で行うことが好ましい。容器の形状についても限定されず、例えば、平板対向型、逆ホーン型等の種々の形状のものを用いることができる。

【0024】

好ましい実施態様において、前記容器内へポンプを用いて被測定ガスを導入する。ポンプについても被測定ガスを容器内へ導入することが可能であれば特に限定されるものではない。

30

【0025】

次に、本発明のガス検出装置について説明すると、本発明のガス検出装置は、容器と、前記容器内へ被測定ガスを導入するためのポンプと、導入された被測定ガスを振動させるための発音体と、前記振動によって生じた音響インピーダンスの変化を検出するセンサーと、を備えることを特徴とする。

【0026】

本発明のガス検出装置の動作について説明する。容器内には、付属ポンプによりガス(通常は空気)が導入されている。このガスには、容器内の発音体により振動が与えられ、これは音響エネルギーとなって容器内に放射され、容器内の空間を伝播しセンサーによって捕らえられる。

40

【0027】

いま容器内に被検出ガスが導入されると、それにより、容器内のガスの音響インピーダンス(系の伝達関数)が変化するため、それに伴いセンサーに得られる信号レベルが変化する。この変化比を検出することにより、被検出ガスの存在を知ることができる。

【0028】

被測定ガスによる音響インピーダンスは(系の伝達関数)の変化は、振動を感知するセンサーによって得られる信号レベルの変化を誘導する。したがって、センサーにより得られる信号レベルの変化比を検出することにより、被検出ガスの存在を知ることができる。

【0029】

図1は、本発明のガス検出装置の一実施態様における概略図を示す。1がガス導入口、

50

2が発音体、3がセンサー、4が容器、5がガス導入ポンプ、6ガス排出口、7が発振器、8が増幅器、9が交流電圧計である。通常、容器4内では空気が満たされており、空気による音響インピーダンスに基づく信号レベルが検出されている。安全弁、放出弁等のガス検出箇所から被測定ガスが漏出し、ガス検出容器内に導入されると、当該被測定ガスにより音響インピーダンスが変化し、被測定ガスを検出することができる。

【実施例】

【0030】

以下、本発明を実施例により更に具体的に説明するが、本発明は、下記実施例に限定して解釈される意図ではない。

【0031】

実施例1

図1に示すような構成を有するテスト機において、センサーに得られる信号レベルを空気・ヘリウムガス各々の場合について調べた。この時の条件は、発音体の駆動周波数は320Hz、入力電力は0.4Wである。

【0032】

テストを重ねた結果、この変化(変位)比は、発音体・センサーの取付位置、容器の姿勢等に左右されることが判明した。この時の変化比の一例を挙げると、センサーの出力電圧が空気の場合およそ180mV、ヘリウムガスの場合およそ120mVであり、1/3程の変化比を得た。大きくは無いが検出は容易なレベルであることが分かる。

【0033】

実施例2

次に、容器形状、振動周波数などについての各構成要素の最適化を図り、大きな変化比を得て、ひいては、検出感度を向上させる観点から検討を行った。

【0034】

まず、容器形状とガス濃度が感度にどのような影響を及ぼすのかについて検討を行った。

【0035】

容器の形状として2種類のものを用いた。すなわち、平板対向型と逆ホーン型を用いた。平板対向型は、皿上の板にスピーカーとマイクを対向して取り付けたものである。例えば、図1に示す略図にあるのものである。内容積はおよそ1500ml(概算値)である。また、逆ホーン型は、円錐状の容器の底面にスピーカーを、頂上にマイクを取り付けたものである。エクスポネンシャル・ホーンではない。内容積はおよそ200ml(概算値)である。

【0036】

これらの容器に2種類のスピーカーを取り付けて実験を行った。スピーカーの口径はどちらも10cmである。使用したスピーカーは以下の通りである。

【0037】

すなわち、フォステクス製フリーエッジのものと、パイオニア製フィックスド・エッジのものである。フォステクス製フリーエッジはいわゆるHI-FI用のもので、フリーエッジとなっているために低い周波数ではコーンがピストンモーションで動作するので、気体を動かす目的に適切と考え選定した。パイオニア製フィックスド・エッジは、一般的にラジオ等に用いられるもので、コーンが軽いのが特徴である。エッジが固定されているので大振幅動作は出来ない。このように2種類の異なった性格のスピーカーを選定した。

【0038】

また、センサーとしては、セラミックイヤフォンを使用した。電源が不要で出力感度が高いので使用した。被測定ガスとしてヘリウムを用いた。容器に導入したガスは容量を100mlとした。これは安全弁・放出弁等から一瞬吹き出すガスを検知できる事を想定したものである。この100ml中のガスの濃度を変えて感度の測定を行った(濃度は体積比)。

【0039】

表中の変位というのは、ガス導入時の電圧値/ガスを導入しない時の電圧値を示す。ガ

10

20

30

40

50

スを導入したときの数値を基準としてガスを導入しない状態と比較した。簡単に説明すれば、電圧が1Vを示していたときに、ヘリウムガスを容器内に導入してその値が0.9Vになったとしたら、変位は0.9である。

【0040】

図2は、容器形状とガス濃度の関係について示した図である。測定条件：それぞれの容器にヘリウムガスの濃度を変えて、ガスを100ml導入したときの、センサーに得られた変位量を測定した。この時の周波数は300Hz、SPへの入力は0.34Wである。

【0041】

図1中、測定1は、逆ホーン（パイオニア製10cmユニット：フィックスド・エッジ）を用いたもの、測定2～4は、逆ホーン（フォステクス製10cmユニット：ロール・エッジ）を用いたもの、測定5は、対向型（パイオニア製10cmユニット：フィックスド・エッジ）を用いたもの、測定6は、対向型（フォステクス製10cmユニット：ロール・エッジ）を用いたものである。

10

【0042】

以上の結果、逆ホーン型の方が大きな変化量を得られることが分かる。これは逆ホーン型の方が内容積が大きく、センサー間の距離もあるために大きな変化量を得られるものと思われる。また、センサーに近づく程形状が絞られる構造のため、効率よく集音出来ることが影響していると考えられる。

【0043】

実施例3

20

次に、平板対向・逆ホーン型について、周波数特性を測定した。いずれもSP入力は1ワット、使用したガスは100%・100ml。併せて最大共振周波数で、ガス濃度と変位との関係について調べた。図3は、平板対向・逆ホーン型について、周波数特性を測定した結果を示す。

【0044】

測定8は、フォステクス製ロールエッジを使用した場合の周波数特性を調べたものである。測定8の状態での最大共振点（一番大きな出力が得られる周波数）を探したところ、380Hzであった。測定9は、測定8の最大共振点において、各々の濃度のガスを導入した場合、何程の変位が得られるか、感度の測定を試みたものである。

【0045】

30

測定10は、パイオニア製フィックスドエッジを使用した場合の周波数特性を調べたものである。測定10の状態での最大共振点を探したところ、480Hzであった。測定11は、測定10の最大共振点において、各々の濃度のガスを導入した場合、何程の変位が得られるか、感度の測定を試みたものである。

【0046】

測定12は、フォステクス製ロールエッジを使用した場合の周波数特性を調べたものである。測定12の状態での最大共振点を探したところ、1.17kHzであった。測定13は、測定12の最大共振点において、各々の濃度のガスを導入した場合、何程の変位が得られるか、感度の測定を試みたものである。

【0047】

40

測定14は、パイオニア製フィックスドエッジを使用した場合の周波数特性を調べたものである。測定14の状態での最大共振点を探したところ、1.17kHzであった。測定15は、測定14の最大共振点において、各々の濃度のガスを導入した場合、何程の変位が得られるか、感度の測定を試みたものである。

【0048】

但し、測定13、及び15では、センサーが壊れて別のものに付け替えた関係上、数値が異なっている。

【0049】

これらの結果、音響的な最大共振点を示す周波数に設定してテストをしても、感度（得られる変位）が最高になるとは限らないことが分かる。また、感度は、容器の形状、スビ

50

ーカー・センサーの形式に影響されるものが大きい。形状については、テスト結果から逆ホーン型が有利であると思われる。(テストに用いた平板対向型は空間容積が小さかったのかもしれない。)センサーを壊してしまい交換して判明したのだが、センサーに使用した圧電素子(セラミックイヤフォン)は感度のバラツキが大きい。

【0050】

追補(測定9の追補)は、途中でセンサーを壊したので交換したのだが、最大共振点が3803130Hzに変化してしまったので、行ったものである。この状態で各々のガス濃度で何程感度を得られるか、データを取ったのが追補の表である。感度は大変良好で、最高値を示すに至った。センサーの特性から測定しなければならないようである。

【0051】

追補に示すように、当初使用したイヤフォンは低い周波数で感度が低いものなのであることが予想される。

【0052】

実施例4

次に、実施例3での測定結果等から、共振点に周波数を設定すると良好な結果を得ることができる傾向にあるため、これらについて検討を行った。すなわち、各共振周波数における各々のガス濃度に対する感度を調べた。

【0053】

図4は、種々の態様における共振点の変位を示す。各々の共振点は、計測値の山の部分である。例えば、図4中、実験3-1において、最大の共振点は3125Hzであり、以下2番目380Hz、3番目1160Hz、4番目4090Hz、5番目2045Hzである。実際は他にも山を示す部分はあるが、わずかな電圧値なので無視した。これらの結果、例えば、実験3-1では、最大の共振点3125Hzにおいては0.13(約7.5倍)の変化比が得られた。

【0054】

実施例5

次に、以前に行った実施例において、最大共振点と最大変位点が一致していない場合があったことから、共振点においてヘリウムガスを容器中に導入した場合、どれほどの変位を得ることが出来るか、再度の試験を行い考察した。容器に導入したヘリウムガスは、100mlである。

【0055】

結果を、図5に示す。図5は、共振点における変位についての再テストを行った結果を示す。図5の実験結果から、以下のことが判明した。すなわち、

1)当初、最大共振点において一番大きな変位が得られない場合があったが、テストを重ねた結果、スピーカーへの入力電力が大きすぎてこのような現象が起こっていたと思われる。入力電力を減じると最大共振点と最大変位点が一致するようになった。

2)しかしながら、平板対向型容器においてはフィクストエッジのスピーカーは、入力電力を減じて最大共振点と最大変位点が一致する事はなかった。

この理由として、フィクストエッジの場合はコーンのエッジが固定されており、振動がそのままスピーカーのフレームから容器に伝わり、主にこれが低域の周波数においてピークを創るのではないかと推測される。

ロールエッジ型においては、エッジとダンパーによるサスペンションが作用し、コーンの振動が直接フレームに伝わらず、このような現象が起こり難いのではないと思われる。

3)フィクストエッジのスピーカーにおいても、逆ホーン型の容器に取り付けた場合はこのようなことがなく、結果をみれば明らかのように、入力電力を適度に設定すると、きちんと最大共振点と最大変位点が一致する。これはこの容器が大きいために低域の振動が吸収・拡散されるためであろうと思われる。

【0056】

実施例6

実施例5において、入力電力を適度に設定すると最大共振点と最大変位点が一致するこ

10

20

30

40

50

とが判明したので、この点についてさらに最大共振点と入力電力の関係について調べた。

【0057】

その結果を、図6に示す。図6は、共振点における(対入力電力)変位について調べた結果を示す。平板対向型について、入力電力と変位点の関係を調べた。その結果、下記の点があった。

【0058】

1) 最大共振点 = 最大変位点が成立するのは、音圧の低い領域に限られる。(状態1とする。) 2) 過大な入力(本実験では入力電力0.2w以上)においては、最大共振点 = 最大変位点が成立しない(状態2とする) 3) 入力電力を増加させていくと、状態1から状態2へ遷移するがその間に波形変化・音圧急変等、明確な変化は観察されない。4) 当然ながら、入力電力の低い領域では、最大共振点で得られる変位も小さくなる。

10

【0059】

以上の結果、適当に入力電力を調整することによって、原則として、最大共振点における周波数で測定を行うことが良好であることが判明した。

【産業上の利用可能性】

【0060】

本発明のガス検出方法及びガス検出装置は、長期かつ連続的にガス検出を必要とする分野に適する。例えば、鉱工業、特に、石油化学、高圧ガス製造施設等におけるガスの漏洩・放出等に対する警報及び監視装置を必要とする分野に適する。

【図面の簡単な説明】

20

【0061】

【図1】図1は、本発明のガス検出装置の一実施態様における概略図を示す。

【図2】図2は、容器形状とガス濃度の関係について示した図である。

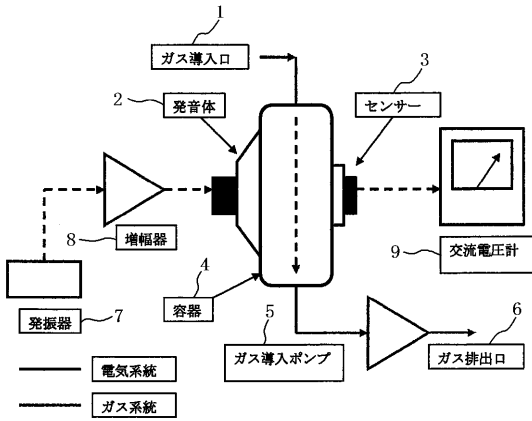
【図3】図3は、平板対向・逆ホーン型について、周波数特性を測定した結果を示す。

【図4】図4は、種々の態様における共振点の変位を示す。

【図5】図5は、共振点における変位についての再テストを行った結果を示す。

【図6】図6は、共振点における(対入力電力)変位について調べた結果を示す。

【図1】



【図2】

実験1: 容器形状とガス温度との関係について

測定条件: それぞれの容器にヘリウムガスの流量を定めて、ガスが100mL導入したときの、センサーに得られた電圧値を測定した。この時の周波数は300Hz、50への入力は0.54Vである。

測定1	測定2	測定3
ガス温度(%)	ガス温度(%)	ガス温度(%)
0	0	0
10	178	220
20	204	215
30	226	215
40	235	215
50	290	215
60	299	215
70	315	215
80	315	215
90	332	215
100	332	215

測定4	測定5	測定6
ガス温度(%)	ガス温度(%)	ガス温度(%)
0	0	0
10	173	20
20	173	40
30	173	60
40	173	80
50	173	100
60	173	120
70	173	140
80	173	160
90	173	180
100	173	200

逆ホーン(バイオニア製10cmユニット:フィックスド・エッジ)

円筒型(バイオニア製10cmユニット:フィックスド・エッジ)

測定7	測定8	測定9
ガス温度(%)	ガス温度(%)	ガス温度(%)
0	0	0
10	171	20
20	158	40
30	151	60
40	143	80
50	143	100
60	135	120
70	134	140
80	134	160
90	134	180
100	134	200

測定10	測定11	測定12
ガス温度(%)	ガス温度(%)	ガス温度(%)
0	0	0
10	178	20
20	178	40
30	178	60
40	178	80
50	178	100
60	178	120
70	178	140
80	178	160
90	178	180
100	178	200

逆ホーン(フォステクス製10cmユニット:ロール・エッジ)

円筒型(フォステクス製10cmユニット:ロール・エッジ)

測定13	測定14	測定15
ガス温度(%)	ガス温度(%)	ガス温度(%)
0	0	0
10	164	20
20	152	40
30	143	60
40	137	80
50	137	100
60	132	120
70	132	140
80	132	160
90	132	180
100	132	200

測定16	測定17	測定18
ガス温度(%)	ガス温度(%)	ガス温度(%)
0	0	0
10	434	20
20	430	40
30	425	60
40	421	80
50	410	100
60	410	120
70	410	140
80	410	160
90	410	180
100	410	200

逆ホーン(フォステクス製10cmユニット:ロール・エッジ)

円筒型(フォステクス製10cmユニット:ロール・エッジ)

測定19	測定20	測定21
ガス温度(%)	ガス温度(%)	ガス温度(%)
0	0	0
10	159	20
20	144	40
30	137	60
40	132	80
50	132	100
60	132	120
70	132	140
80	132	160
90	132	180
100	132	200

測定22	測定23	測定24
ガス温度(%)	ガス温度(%)	ガス温度(%)
0	0	0
10	161	20
20	155	40
30	144	60
40	138	80
50	138	100
60	138	120
70	138	140
80	138	160
90	138	180
100	138	200

逆ホーン(フォステクス製10cmユニット:ロール・エッジ)

円筒型(フォステクス製10cmユニット:ロール・エッジ)

【図3】

実験2: 各容器の共振周波数について

測定19	測定20	測定21	測定22	測定23	測定24
共振周波数 (Hz)	共振周波数 (Hz)	共振周波数 (Hz)	共振周波数 (Hz)	共振周波数 (Hz)	共振周波数 (Hz)
360	840	880	102		
1160	364	300	0.78		
2045	192	235	1.22		
3125	1090	144	0.13		
4900	272	63	0.23		

測定19: 逆ホーン(バイオニア製) フィックスド・エッジ

測定20: 逆ホーン(バイオニア製) フィックスド・エッジ

測定21: 逆ホーン(バイオニア製) フィックスド・エッジ

測定22: 逆ホーン(バイオニア製) フィックスド・エッジ

測定23: 逆ホーン(バイオニア製) フィックスド・エッジ

測定24: 逆ホーン(バイオニア製) フィックスド・エッジ

【図4】

実験3-1: 共振点における変位について

実験3-1 平板対向 フォステクス製 ロールエッジ *

共振周波数 (Hz)	ガス導入前 (mV)	ガス導入後 (mV)	変位
360	840	880	1.02
1160	364	300	0.78
2045	192	235	1.22
3125	1090	144	0.13
4900	272	63	0.23

実験3-3 逆ホーン フォステクス製 ロールエッジ

共振周波数 (Hz)	ガス導入前 (mV)	ガス導入後 (mV)	変位
680	1700	1410	0.83
1170	3000	1110	0.37
1670	2800	600	0.23
2200	1480	490	0.33
2850	860	730	0.85
3240	264	171	0.65

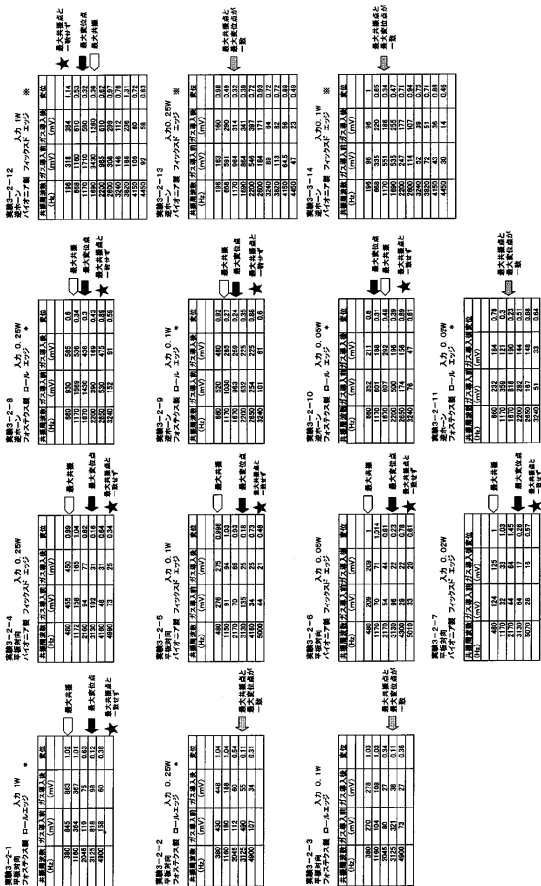
実験3-2 平板対向 バイオニア製 フィックスド エッジ

共振周波数 (Hz)	ガス導入前 (mV)	ガス導入後 (mV)	変位
480	920	920	1
1240	3142	330	0.11
1850	240	99	0.41
3120	410	87	0.21
4180	91	62	1.46
4990	195	82	0.42

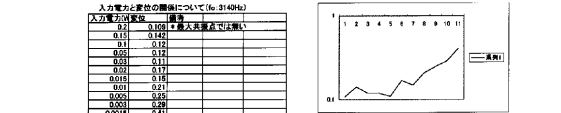
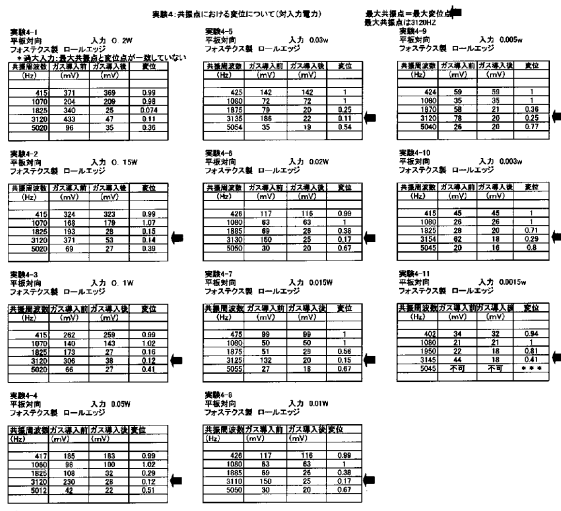
実験3-4 逆ホーン バイオニア製 フィックスド エッジ

共振周波数 (Hz)	ガス導入前 (mV)	ガス導入後 (mV)	変位
196	318	364	1.14
689	1180	610	0.53
1170	1710	560	0.32
1690	3430	1260	0.36
2200	985	610	0.82
2800	308	299	0.97
3240	146	112	0.76
3820	186	236	1.31
4150	109	80	0.72
4450	92	58	0.63

【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(74)代理人 100119530

弁理士 富田 和幸

(72)発明者 近藤 良也

茨城県つくば市並木2丁目302-701

Fターム(参考) 2G047 AA01 BA01 BA04 BC01 BC03 EA14