

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4264667号
(P4264667)

(45) 発行日 平成21年5月20日(2009.5.20)

(24) 登録日 平成21年2月27日(2009.2.27)

(51) Int. Cl. F I
GO1H 9/00 (2006.01) GO1H 9/00 C
HO4R 23/00 (2006.01) HO4R 23/00 320

請求項の数 10 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2007-36410 (P2007-36410)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成19年2月16日(2007.2.16)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2008-202958 (P2008-202958A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成20年9月4日(2008.9.4)	(74) 代理人	100098785
審査請求日	平成20年7月28日(2008.7.28)		弁理士 藤島 洋一郎
		(74) 代理人	100109656
			弁理士 三反崎 泰司
		(72) 発明者	平田 照二
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	野本 和利
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
		審査官	▲高▼見 重雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザ光を発する光源と、

前記レーザ光を反射可能な第1および第2の振動体を含んで構成され、前記レーザ光を第1ないし第3の光路に分離して進行させると共に、前記第1の光路において前記第1の振動体により反射された第1の反射光と前記第3の光路を通る参照光とを互いに干渉させて第1の干渉縞を形成する一方、前記第2の光路において前記第2の振動体により反射された第2の反射光と前記参照光とを互いに干渉させて第2の干渉縞を形成する干渉計と、

形成された第1および第2の干渉縞に基づき、前記第1および第2の振動体の振動をそれぞれ量子化して検出する検出手段と

を備えたことを特徴とする振動検出装置。

【請求項2】

前記干渉計は、

前記光源から発せられたレーザ光を前記第1および第2の光路と前記第3の光路とに分離して進行させるためのビームスプリッタと、

前記ビームスプリッタにより分離されて前記第1および第2の光路を進行するレーザ光を第1の光路と第2の光路とに分離して進行させるための第1の偏光ビームスプリッタとを有する

ことを特徴とする請求項1に記載の振動検出装置。

【請求項3】

前記干渉計は、前記第 1 の振動体と前記第 1 の偏光ビームスプリッタとの間および前記第 2 の振動体と前記第 1 の偏光ビームスプリッタとの間にそれぞれ、前記第 1 の光路または第 2 の光路を進行するレーザ光を反射可能な反射体を有する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の振動検出装置。

【請求項 4】

前記干渉計は、前記参照光を第 1 偏光成分と第 2 偏光成分とに分離する第 2 の偏光ビームスプリッタを有し、

前記第 1 の干渉縞は、前記第 1 の反射光と前記参照光の第 1 偏光成分との干渉によって形成されるものであり、

前記第 2 の干渉縞は、前記第 2 の反射光と前記参照光の第 2 偏光成分との干渉によって形成されるものである

ことを特徴とする請求項 1 に記載の振動検出装置。

【請求項 5】

前記第 1 の反射光が前記参照光の第 1 偏光成分と直交する偏光成分の光であると共に前記第 2 の反射光が前記参照光の第 2 偏光成分と直交する偏光成分の光であり、

前記干渉計は、前記第 2 の偏光ビームスプリッタと前記検出手段との間に、

前記第 1 の反射光の偏光方向および前記参照光の第 1 偏光成分の偏光方向からそれぞれ 45 度傾いた方向に偏光軸を有する第 1 の偏光板と、

前記第 2 の反射光の偏光方向および前記参照光の第 2 偏光成分の偏光方向からそれぞれ 45 度傾いた方向に偏光軸を有する第 2 の偏光板とを有する

ことを特徴とする請求項 4 に記載の振動検出装置。

【請求項 6】

前記第 3 の光路の光路長が、前記第 1 および第 2 の光路の光路長と略同一となるように設定されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の振動検出装置。

【請求項 7】

前記検出手段は、

前記第 1 の干渉縞を互いに位相が 90 度ずれた状態で検出する 2 つの第 1 光電変換素子と、

前記第 2 の干渉縞を互いに位相が 90 度ずれた状態で検出する 2 つの第 2 光電変換素子と、

前記 2 つの第 1 光電変換素子からの出力信号に基づいて第 1 の平面上に円状または円弧状の第 1 のリサーチ図形を生成すると共に、前記 2 つの第 2 光電変換素子からの出力信号に基づいて第 2 の平面上に円状または円弧状の第 2 のリサーチ図形を生成する図形生成手段と、

生成された第 1 および第 2 のリサーチ図形上において、信号点が所定の基準点を通過する回数をそれぞれカウントするカウンタとを有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の振動検出装置。

【請求項 8】

前記検出手段は、

前記第 1 の干渉縞を互いに位相が 90 度ずれた状態で検出する 4 つの第 1 光電変換素子と、

前記第 2 の干渉縞を互いに位相が 90 度ずれた状態で検出する 4 つの第 2 光電変換素子と、

前記 4 つの第 1 光電変換素子からの出力信号のうちの互いに位相が 180 度異なる出力信号同士の差分をとって 2 つの第 1 差分信号を生成すると共に前記 4 つの第 2 光電変換素子からの出力信号のうちの互いに位相が 180 度異なる出力信号同士の差分をとって 2 つの第 2 差分信号を生成する演算手段と、

前記 2 つの第 1 差分信号に基づいて第 1 の平面上に円状または円弧状の第 1 のリサーチ図形を生成すると共に、前記 2 つの第 2 差分信号に基づいて第 2 の平面上に円状または

10

20

30

40

50

円弧状の第2のリサージュ図形を生成する図形生成手段と、

生成された第1および第2のリサージュ図形上において、前記第1差分信号または前記第2差分信号により定まる信号点が所定の基準点を通過する回数をそれぞれカウントするカウンタとを有する

ことを特徴とする請求項1に記載の振動検出装置。

【請求項9】

前記光源、前記干渉計および前記検出手段が、単一の基体上に形成されている

ことを特徴とする請求項1に記載の振動検出装置。

【請求項10】

前記第1および第2の振動体がそれぞれ音波に応じて振動する振動膜であり、これら振動膜の振動をそれぞれ量子化された音声信号として独立して検出する光学式マイクロホン装置として構成されている

ことを特徴とする請求項1に記載の振動検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動体の変位を光学的に検出する振動検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、SACD (Super Audio Compact Disc) や 24bit - 96kHz のサンプリングを利用した録音方式等が用いられ、高音質化が主流になりつつある。このような流れの中、従来のアナログ方式のマイクロホン装置は、特に20kHz以上の高域の音声の収録に限界があるため、上記録音方式の特徴である高域の再生を生かしてコンテンツを収録しようとする場合に、ボトルネックになっていた。

【0003】

また、ダイナミックレンジに関しても、上記録音方式の特徴である24ビットビット録音により可能な144dBまで及ばず、広範なダイナミックレンジを十分に生かしてきていなかった。

【0004】

さらに、録音現場においては、従来のアナログ方式のマイクロホン装置では、アナログケーブルでの長距離の引き回しに起因してノイズが増加してしまったり、コンデンサマイクに対してミキシングコンソールからファンタム電源を供給しなければならず、録音・制作システムにおける全デジタル化の障害となっていた。

【0005】

そこで、近年、デジタル方式のマイクロホン装置がいくつか提案されている（例えば、特許文献1, 2）。

【0006】

【特許文献1】特開平10-308998号公報

【特許文献2】特開平11-178099号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記特許文献1では、レーザ光源とマッハ・ツェンダ干渉計とを用いて振動板の振動を検出することにより、デジタルの音声信号を出力するようになっている。

【0008】

一方、上記特許文献2では、レーザ光源および振動板を含む（デルタ・シグマ）変調器を構成するようにしている。よって、変調器の作用により、簡易な構成で1bitのデジタル音声信号を得ることができると共に、ノイズシェーピング効果を利用して可聴帯域内の音声信号の低ノイズ化を図ることができると考えられる。

【0009】

10

20

30

40

50

ところで、これら特許文献 1, 2 に記載されたものを含め、従来のレーザ光を利用したデジタル方式のマイクロホン装置（より一般的には、振動検出装置）は、いずれもモノラル型のものであった。したがって、レーザ光を利用したデジタル方式のマイクロホン装置においても、ステレオ型のもの提案が望まれる。

【0010】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、光学的にデジタル振動検出を行う際にステレオ検知することが可能な振動検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の振動検出装置は、レーザ光を発する光源と、干渉計と、検出手段とを備えたものである。ここで、上記干渉計は、レーザ光を反射可能な第 1 および第 2 の振動体を含んで構成され、レーザ光を第 1 ないし第 3 の光路に分離して進行させると共に、第 1 の光路において第 1 の振動体により反射された第 1 の反射光と第 3 の光路を通る参照光とを互いに干渉させて第 1 の干渉縞を形成する一方、第 2 の光路において第 2 の振動体により反射された第 2 の反射光と上記参照光とを互いに干渉させて第 2 の干渉縞を形成するものである。また、上記検出手段は、形成された第 1 および第 2 の干渉縞に基づき、第 1 および第 2 の振動体の振動をそれぞれ量子化して検出するものである。

【0012】

本発明の振動検出装置では、光源から発せられたレーザ光が、干渉計において 3 つの光路（第 1 ないし第 3 の光路）に分離されて進行する。この際、第 1 の光路では第 1 の反射光が第 1 の振動体により反射され、第 2 の光路では第 2 の反射光が第 2 の振動体により反射され、第 3 の光路を参照光が進行する。また、第 1 の反射光と参照光とが互いに干渉して第 1 の干渉縞が形成されると共に、第 2 の反射光と参照光とが互いに干渉して第 2 の干渉縞が形成される。そしてこれら第 1 および第 2 の干渉縞に基づき、第 1 および第 2 の振動体の振動がそれぞれ量子化されて検出される。すなわち、2 つの振動体の振動がそれぞれ独立して光学的にデジタル検出される。

【0013】

本発明の振動検出装置では、上記干渉計が、ビームスプリッタと第 1 の偏光ビームスプリッタとを有するように構成可能である。ここで、上記ビームスプリッタは、光源から発せられたレーザ光を第 1 および第 2 の光路と第 3 の光路とに分離して進行させるためのものである。また、上記第 1 の偏光ビームスプリッタは、ビームスプリッタにより分離されて第 1 および第 2 の光路を進行するレーザ光を第 1 の光路と第 2 の光路とに分離して進行させるためのものである。このように構成した場合、光源から発せられたレーザ光がビームスプリッタによって、第 3 の光路を進行する参照光と、第 1 および第 2 の光路を進行するレーザ光とに分離される。また、この第 1 および第 2 の光路を進行するレーザ光が第 1 の偏光ビームスプリッタによって、第 1 の光路を進行するレーザ光（第 1 の反射光となる偏光成分のもの）と、第 2 の光路を進行するレーザ光（第 2 の反射光となる偏光成分のもの）とに分離される。

【0014】

また、この場合において、上記第 1 の振動体と第 1 の偏光ビームスプリッタとの間および第 2 の振動体と第 1 の偏光ビームスプリッタとの間にそれぞれ、第 1 の光路または第 2 の光路を進行するレーザ光を反射可能な反射体を有するようにしてもよい。このように構成した場合、反射体によって第 1 および第 2 の光路を進行するレーザ光の進行方向をそれぞれ変更することが可能となるため、第 1 および第 2 の振動体の位置や向き（角度）が任意に変更可能となる。よって、振動検出装置の指向性や、振動を検知可能な空間位置の微調整が可能となる。

【0015】

本発明の振動検出装置では、上記干渉計が参照光を第 1 偏光成分と第 2 偏光成分とに分離する第 2 の偏光ビームスプリッタを有すると共に、上記第 1 の干渉縞が第 1 の反射光と参照光の第 1 偏光成分との干渉によって形成されるものとし、上記第 2 の干渉縞が第 2 の

10

20

30

40

50

反射光と参照光の第2偏光成分との干渉によって形成されるものとするのが可能である。このように構成した場合、参照光が第2の偏光ビームスプリッタによって第1偏光成分と第2偏光成分とに分離されたのち、この参照光の第1偏光成分と第1の反射光との干渉によって第1の干渉縞が形成されると共に、参照光の第2偏光成分と第2の反射光との干渉によって第2の干渉縞が形成される。

【0016】

また、この場合において、上記第1の反射光が参照光の第1偏光成分と直交する偏光成分の光であると共に上記第2の反射光が参照光の第2偏光成分と直交する偏光成分の光である場合には、上記干渉計が第2の偏光ビームスプリッタと検出手段との間に第1および第2の偏光板を有するようにするのが好ましい。ここで、上記第1の偏光板は、第1の反射光の偏光方向および参照光の第1偏光成分の偏光方向からそれぞれ45度傾いた方向に偏光軸を有するものである。また、第2の偏光板は、第2の反射光の偏光方向および参照光の第2偏光成分の偏光方向からそれぞれ45度傾いた方向に偏光軸を有するものである。このように構成した場合、第1の反射光の偏光方向と参照光の第1偏光成分の偏光方向とが直交したり、第2の反射光の偏光方向と参照光の第2偏光成分の偏光方向とが直交するような場合であっても、上記第1および第2の偏光板の作用によって互いに直交する偏光方向の光同士の干渉が可能となり、これにより第1および第2の干渉縞がそれぞれ形成される。

【0017】

本発明の振動検出装置では、上記第3の光路の光路長を、第1および第2の光路の光路長と略同一となるように設定するのが好ましい。このように構成した場合、第3の光路（参照光路）と第1および第2の光路（反射光路）との光路差が0（ゼロ）もしくはほとんどなくなるため、レーザー光のコヒーレンシー（可干渉性）によらずに良好な干渉が得られ、これにより振動体の振動の検出精度がより向上する。

【0018】

本発明の振動検出装置では、上記検出手段が、4つの第1光電変換素子と、4つの第2の光電変換素子と、演算手段と、図形生成手段と、カウンタとを有するようにするのが好ましい。ここで、上記4つの第1光電変換素子は、第1の干渉縞を互いに位相が90度ずれた状態で検出するものであり、上記4つの第2光電変換素子は、第2の干渉縞を互いに位相が90度ずれた状態で検出するものである。また、上記演算手段は、4つの第1光電変換素子からの出力信号のうちの互いに位相が180度異なる出力信号同士の差分をとって2つの第1差分信号を生成すると共に、4つの第2光電変換素子からの出力信号のうちの互いに位相が180度異なる出力信号同士の差分をとって2つの第2差分信号を生成するものである。また、上記図形生成手段は、2つの第1差分信号に基づいて第1の平面上に円状または円弧状の第1のリサージュ図形を生成すると共に、2つの第2差分信号に基づいて第2の平面上に円状または円弧状の第2のリサージュ図形を生成するものである。また、上記カウンタは、生成された第1および第2のリサージュ図形上において、第1差分信号または第2差分信号により定まる信号点が所定の基準点を通過する回数をそれぞれカウントするものである。このように構成した場合、カウンタによって第1および第2のリサージュ図形上での信号点の通過回数がそれぞれカウントされることで、第1および第2の振動体の振動の変位がそれぞれ量子化されて検出される。また、互いに位相が90度異なる4つの光電変換素子からの4つの出力信号のうちの互いに位相が180度異なる出力信号同士の差分から2つの差分信号が生成されると共にこれら2つの差分信号に基づいてリサージュ図形が生成されるため、光電変換素子からの出力信号にDC（直流）オフセット成分が生じていた場合でもこのDCオフセット成分取り除かれ、これにより振動体の振動の変位を安定して検出することが可能となる。

【発明の効果】

【0019】

本発明の振動検出装置によれば、光源からのレーザー光を干渉計において3つの光路（第1ないし第3の光路）に分離して進行させると共に、第1の光路（第1の反射光路）にお

10

20

30

40

50

いて第1の振動体により反射された第1の反射光と第3の光路（参照光路）を通る参照光とを互いに干渉させて第1の干渉縞を形成する一方、第2の光路（第2の反射光路）において第2の振動体により反射された第2の反射光と上記参照光とを互いに干渉させて第2の干渉縞を形成し、これら第1および第2の干渉縞に基づき第1および第2の振動体の振動をそれぞれ量子化して検出するようにしたので、2つの振動体の振動をそれぞれ独立して光学的にデジタル検出することができる。よって、光学的にデジタル振動検出を行う際にステレオ検知することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

10

【0021】

[第1の実施の形態]

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る振動検出装置（光学式のマイクロホン装置1）の構成を表すものである。このマイクロホン装置1は、音波Swに応じて振動する振動膜（後述する2つの振動膜151, 152）を利用して2値化された2つの音声信号Sout1, Sout2を出力するものであり、レーザ光源10と、偏光板110と、後述する2つの振動膜（振動膜151, 152）を含むマイケルソン干渉計に準ずる構成の干渉計と、デジタル信号である2つの出力信号（2つの音声信号Sout1, Sout2）をそれぞれ出力する2つの検出部（第1および第2の検出部）とを備えている。

【0022】

20

レーザ光源10はレーザ光Loutを射出するものであり、例えばマルチモード（ファブリペロー型）のレーザ光源（例えば、端面発光型の半導体レーザ光源）や、シングルモードのレーザ光源（例えば、面発光型の半導体レーザ光源やDFB（Distributed FeedBack）レーザなど）などにより構成される。

【0023】

偏光板110は、レーザ光源10から射出されたレーザ光Loutの直線偏光の方向を変えるためのものである。具体的には、この偏光板110を通過したレーザ光Loutの直線偏光の方向が後述する偏光ビームスプリッタ131の有する2つの偏光軸に対してそれぞれ45度ずつ異なる方向となるように、偏光軸が設定されている。なお、レーザ光源10自体を回転させることで射出されるレーザ光Loutの直線偏光の方向をそのような方向に設定可能なのであれば、偏光板110を必ずしも設けなくともよい。ただし、本実施の形態のように偏光板110を設けた場合には、レーザ光源10自体の回転位置の精度によらず、偏光ビームスプリッタ131への入射光の直線偏光の方向を上記のように設定することができる。

30

【0024】

<干渉計の構成>

干渉計は、ビームスプリッタ120と、2つの偏光ビームスプリッタ131, 132と、2つの振動膜151, 152と、4つの / 4板161~164と、反射ミラーM0と、3つのビームスプリッタ120~122と、4つの偏光板111~114とから構成されている。

40

【0025】

ビームスプリッタ120は、レーザ光源10から発せられ偏光板110を通過したレーザ光Loutを、後述する参照光の光路である参照光路（第3の光路）と、後述する反射光の光路となる反射光路（第1および第2の光路）とに約50%ずつ分離して進行させるためのものである。具体的には、偏光板110を通過したレーザ光Loutを、反射ミラーM0側の光路（参照光路）と、偏光ビームスプリッタ131側の光路（反射光路）とに分離して進行させるものである。反射ミラーM0は、参照光であるレーザ光Loutをほぼ100%の反射率で反射可能なように構成されたミラーである。なお、図1に示した参照光路では、参照光がビームスプリッタ120および反射ミラーM0においてそれぞれ略直角に反射されるように構成されている。

50

【0026】

偏光ビームスプリッタ131は、ビームスプリッタ120により分離されて反射光路を進行するレーザー光Loutを、2つの光路、すなわち振動膜151側の第1の反射光路（第1の光路）と、振動膜152側の第2の反射光路（第2の光路）とに分離して進行させるためのものである。具体的には、詳細は後述するが、この偏光ビームスプリッタ131では、第1の反射光路側にレーザー光のP偏光成分p01が、第2の反射光路側にレーザー光のS偏光成分s01がそれぞれ進行するように設定されている。なお、前述のように、この偏光ビームスプリッタ131へ入射するレーザー光Loutの直線偏光の方向は、偏光ビームスプリッタ131の有する2つの偏光軸（S偏光軸およびP偏光軸）に対してそれぞれ45度ずつ異なる方向となるように設定されているため、入射するレーザー光Loutは、P偏光成分p01とS偏光成分s01とでほぼ50%ずつに分離されるようになっている。

10

【0027】

振動膜151, 152は、それぞれ音波Swに応じて変位するものであり、例えばコンデンサマイクに使用されるものと同様に、表面が金蒸着された振動膜などにより構成される。これら振動膜151, 152は、いずれもレーザー光Loutをほぼ100%の反射率で反射可能となっている。また、/4板161は、偏光ビームスプリッタ131と振動膜151との間の光路上に配設され、/4板162は、偏光ビームスプリッタ131と振動膜152との間の光路上に配設されている。

【0028】

偏光ビームスプリッタ132は、振動膜151, 152によりそれぞれ反射され偏光ビームスプリッタ131を介して入射する2つの反射光（後述するS偏光成分s1（第1の反射光）およびP偏光成分p1（第2の反射光））を、2つの光路、すなわちビームスプリッタ121側の第1の反射光路（第1の光路）と、ビームスプリッタ122側の第2の反射光路（第2の光路）とに分離して進行させるためのものである。具体的には、詳細は後述するが、第1の反射光路側に反射光のS偏光成分s1（第1の反射光）が、第2の反射光路側に反射光のP偏光成分p1がそれぞれ進行するように設定されている。この偏光ビームスプリッタ132はまた、反射ミラーM0により反射されて入射する参照光を2つの偏光成分、すなわち、第1の反射光路側に進行するP偏光成分p02（第1偏光成分）と、第2の反射光路側に進行するS偏光成分s02（第2偏光成分）とに分離するものである。なお、この偏光ビームスプリッタ132へ入射する参照光の直線偏光の方向も、偏光ビームスプリッタ131へ入射するレーザー光Loutのものと同様に、偏光ビームスプリッタ132の有する2つの偏光軸（S偏光軸およびP偏光軸）に対してそれぞれ45度ずつ異なる方向となっているため、入射する参照光は、P偏光成分p02とS偏光成分s02とでほぼ50%ずつに分離されるようになっている。

20

30

【0029】

ビームスプリッタ121は、偏光ビームスプリッタ132を介して入射するS偏光成分s1（第1の反射光）および参照光のP偏光成分p02（第1偏光成分）をそれぞれ、偏光板111側の光路と偏光板112側の光路とに約50%ずつに分離して進行させるものである。

【0030】

偏光板111, 112はそれぞれ、入射するS偏光成分s1（第1の反射光）の偏光方向および参照光のP偏光成分p02（第1偏光成分）の偏光方向からそれぞれ45度傾いた方向に偏光軸を有する偏光板である。このような構成により詳細は後述するが、これら偏光板111, 112において、S偏光成分s1と参照光のP偏光成分p02とが互いに干渉して干渉縞（第1の干渉縞）が形成されるようになっている。なお、/4板163は、ビームスプリッタ121と偏光板112との間の光路上に配設されている。

40

【0031】

ビームスプリッタ122は、ビームスプリッタ132を介して入射するP偏光成分p1（第2の反射光）および参照光のS偏光成分s02（第2偏光成分）をそれぞれ、偏光板113側の光路と偏光板114側の光路とに約50%ずつに分離して進行させるものであ

50

る。

【0032】

偏光板113, 114はそれぞれ、入射するP偏光成分 p_1 (第2の反射光)の偏光方向および参照光のS偏光成分 s_{02} (第2偏光成分)の偏光方向からそれぞれ45度傾いた方向に偏光軸を有する偏光板である。このような構成により詳細は後述するが、これら偏光板113, 114において、P偏光成分 p_1 と参照光のS偏光成分 s_{02} とが互いに干渉して干渉縞(第2の干渉縞)が形成されるようになっている。なお、 $\lambda/4$ 板164は、ビームスプリッタ122と偏光板113との間の光路上に配設されている。

【0033】

このような構成により本実施の形態の干渉計では、レーザ光源10から発せられたレーザ光Loutが3つの光路(第1ないし第3の光路)に分離されて進行する。具体的には、ビームスプリッタ120、偏光ビームスプリッタ131、 $\lambda/4$ 板161、振動膜151、 $\lambda/4$ 板161、偏光ビームスプリッタ131、偏光ビームスプリッタ132、ビームスプリッタ121、偏光板111, 112および $\lambda/4$ 板163を通る第1の光路(第1の反射光路)と、ビームスプリッタ120、偏光ビームスプリッタ131、 $\lambda/4$ 板162、振動膜152、 $\lambda/4$ 板162、偏光ビームスプリッタ131、偏光ビームスプリッタ132、ビームスプリッタ122、偏光板113, 114および $\lambda/4$ 板164を通る第2の光路(第2の反射光路)と、ビームスプリッタ120、反射ミラーM0、偏光ビームスプリッタ132、ビームスプリッタ121, 122、偏光板111~114および $\lambda/4$ 板163, 164を通る第3の光路(参照光路)とに分離されて進行する。この際、第1の反射光路において振動膜151(第1の振動体)により反射された光(S偏光成分 s_1 、第1の反射光)と参照光路を通る参照光(具体的には、参照光のP偏光成分 p_{02})とが偏光板111, 112において互いに干渉し、第1の干渉縞が形成されるようになっている。一方、第2の反射光路において振動膜152(第2の振動体)により反射された光(P偏光成分 p_1 、第2の反射光)と参照光路を通る参照光(具体的には、参照光のS偏光成分 s_{02})とが偏光板113, 114において互いに干渉し、第2の干渉縞が形成されるようになっている。

【0034】

<第1の検出部の構成>

第1の検出部は、2つの光電変換素子171, 172と、デジタルカウンタ部181とから構成されている。

【0035】

光電変換素子171, 172は、偏光板111, 112上に形成された第1の干渉縞を検出して光電変換し、それぞれ出力信号 S_{x1} , S_{y1} を出力するものである。これら光電変換素子171, 172は、例えばPD(Photo Diode)などにより構成される。

【0036】

デジタルカウンタ部181は、光電変換素子171, 172からそれぞれ出力される出力信号 S_{x1} , S_{y1} を、例えば図2に示したようなりサージュ図形を用いて後述する所定のカウンタタイミングでカウントすることで量子化し、デジタル信号である出力信号(音声信号 S_{out1})を出力するものである。なお、このようなりサージュ図形を用いたデジタルカウンタ方法については、後ほど詳述する。

【0037】

<第2の検出部の構成>

第2の検出部は、2つの光電変換素子173, 174と、デジタルカウンタ部182とから構成されている。

【0038】

光電変換素子173, 174は、偏光板113, 114上に形成された第2の干渉縞を検出して光電変換し、それぞれ出力信号 S_{x2} , S_{y2} を出力するものである。これら光電変換素子173, 174も、例えばPDなどにより構成される。

【0039】

10

20

30

40

50

デジタルカウント部 182 は、デジタルカウント部 181 と同様に、光電変換素子 173, 174 からそれぞれ出力される出力信号 $S_x 2$, $S_y 2$ を、前述のリサージュ図形を用いて後述する所定のカウンタタイミングでカウントすることで量子化し、デジタル信号である出力信号（音声信号 $S_{out} 2$ ）を出力するものである。

【0040】

次に、図3を参照して、本実施の形態のマイクロホン装置1を単一の基体上で形成した場合の構成例について説明する。ここで図3は、図1に示したマイクロホン装置1を単一の基体100上で形成した場合の平面構成を表したものである。

【0041】

図3に示したマイクロホン装置1では、アルミダイキャスト等のベース（基体100）上に、レーザ光源10、このレーザ光 L_{out} を集光するためのコリメータレンズ10A、ビームスプリッタ120、反射ミラーM0、振動膜151, 152、これら振動膜151, 152を両端から支持する支持部151A, 152A、偏光板111~114、ビームスプリッタ121, 122、偏光ビームスプリッタ131, 132、 $\lambda/4$ 板161~164および光電変換素子171~174がそれぞれ配設されている。このうち、偏光板111~114、ビームスプリッタ121, 122、偏光ビームスプリッタ131, 132、 $\lambda/4$ 板161~164および光電変換素子171~174は、互いに張り合わせられ一体化して配置されている。なお、図3のマイクロホン装置1には偏光板110が設けられていないが、この偏光板110を設けるようにしてもよい。また、2つの振動膜151, 152は適度に離して配置したほうが後述するステレオ感がより強まるため、これらはあまり近づけて配置しないようにするのが好ましい。このようにディスクリット光学部材を用いて構成されることで、図3に示したマイクロホン装置1では、小型（コンパクト）かつ堅固な構成となっている。なお、この場合の装置の幅 L , W （図3参照）としては、例えば、 $L = W = 20\text{ mm}$ 程度以下にすることが可能である。

【0042】

ここで、光電変換素子171, 172が本発明における「2つの第1光電変換素子」の一具体例に対応し、光電変換素子173, 174が本発明における「2つの第2光電変換素子」の一具体例に対応する。また、これら光電変換素子171~174およびデジタルカウント部181, 182が、本発明における「検出手段」の一具体例に対応し、これらデジタルカウント部181, 182が、本発明における「図形生成手段」および「カウンタ」の一具体例に対応する。また、ビームスプリッタ120が本発明における「ビームスプリッタ」の一具体例に対応し、偏光ビームスプリッタ131が本発明における「第1の偏光ビームスプリッタ」の一具体例に対応し、偏光ビームスプリッタ132が本発明における「第2の偏光ビームスプリッタ」の一具体例に対応する。また、偏光板111, 112が本発明における「第1の偏光板」の一具体例に対応し、偏光板113, 114が本発明における「第2の偏光板」の一具体例に対応する。また、図2に示した $x_1 - y_1$ 平面が本発明における「第1の平面」の一具体例に対応し、この $x_1 - y_1$ 平面上のリサージュ図形が本発明における「第1のリサージュ図形」の一具体例に対応し、図2に示した $x_2 - y_2$ 平面が本発明における「第2の平面」の一具体例に対応し、この $x_2 - y_2$ 平面上のリサージュ図形が本発明における「第2のリサージュ図形」の一具体例に対応する。

【0043】

次に、図1および図2を参照して、本実施の形態のマイクロホン装置1の動作について詳細に説明する。

【0044】

このマイクロホン装置1では、図1に示したように、レーザ光源10からレーザ光 L_{out} が射出されて偏光板110を通過すると、このレーザ光 L_{out} の直線偏光の方向が変更され、偏光ビームスプリッタ131の有する2つの偏光軸（S偏光軸およびP偏光軸）に対してそれぞれ45度ずつ異なる方向となる。

【0045】

10

20

30

40

50

次に、偏光板 1 1 0 を通過したレーザー光 Lout は、ビームスプリッタ 1 2 0 により、反射ミラー M 0 側の光路（参照光路）と、偏光ビームスプリッタ 1 3 1 側の光路（反射光路）とに約 5 0 % ずつ分離され進行する。これにより、レーザー光 Lout は、参照光路（第 3 の光路）を進行する参照光と、反射光路（第 1 および第 2 の光路）を進行する光（反射光となる光）とに分離される。参照光はその後、参照光路上の反射ミラー M 0 により反射され、偏光ビームスプリッタ 1 3 2 へ到達する。

【 0 0 4 6 】

一方、反射光路を進行する光は、偏光ビームスプリッタ 1 3 1 により、振動膜 1 5 1 側の第 1 の反射光路（第 1 の光路）と、振動膜 1 5 2 側の第 2 の反射光路（第 2 の光路）とに約 5 0 % ずつ分離され進行する。これにより、反射光路を進行するレーザー光 Lout は、第 1 の反射光路を進行する P 偏光成分 p 0 1 と、第 2 の反射光路を進行する S 偏光成分 s 0 1 とに分離される。すなわち、偏光ビームスプリッタ 1 3 1 では、S 偏光成分の光が反射されると共に、P 偏光成分の光が透過するようになっている。

10

【 0 0 4 7 】

ここで、P 偏光成分 p 0 1 は、 $\lambda/4$ 板 1 6 1 を通過すると直線偏光から円偏光となり、その後振動膜 1 5 1 で反射されると逆向きの円偏光となり、再び $\lambda/4$ 板 1 6 1 を通過することで、S 偏光成分 s 1（第 1 の反射光）に変換される。そしてこの S 偏光成分 s 1 は上記のように偏光ビームスプリッタ 1 3 1 において反射されるため、反射光路（第 1 の反射光路）上を偏光ビームスプリッタ 1 3 2 の方向へ進行する。一方、S 偏光成分 s 0 1 は、 $\lambda/4$ 板 1 6 2 を通過すると直線偏光から円偏光となり、その後振動膜 1 5 2 で反射されると逆向きの円偏光となり、再び $\lambda/4$ 板 1 6 2 を通過することで、P 偏光成分 p 1（第 2 の反射光）に変換される。そしてこの P 偏光成分 p 1 は上記のように偏光ビームスプリッタ 1 3 1 を透過するため、反射光路（第 2 の反射光路）上を偏光ビームスプリッタ 1 3 2 の方向へ進行する。なお、この際、同じ反射光路（第 1 および第 2 の反射光路）を進行する S 偏光成分 s 1 および P 偏光成分 p 1 は、互いに偏光方向が 9 0 度異なるため、干渉し合うことはない。

20

【 0 0 4 8 】

次に、これら S 偏光成分 s 1 および P 偏光成分 p 1 が偏光ビームスプリッタ 1 3 2 へ到達すると、2 つの光路に分離されて進行する。具体的には、S 偏光成分 s 1（第 1 の反射光）が反射されてビームスプリッタ 1 2 1 側の光路（第 1 の反射光路）へ進行する一方、P 偏光成分 p 1（第 2 の反射光）が透過してビームスプリッタ 1 2 2 側の光路（第 2 の反射光路）へ進行する。すなわち、この偏光ビームスプリッタ 1 3 2 においても、S 偏光成分の光が反射されると共に、P 偏光成分の光が透過するようになっている。

30

【 0 0 4 9 】

また、この偏光ビームスプリッタ 1 3 2 において、反射ミラー M 0 により反射されて到達した参照光が、2 つの偏光成分、すなわち、第 1 の反射光路側に進行する P 偏光成分 p 0 2（第 1 偏光成分）と、第 2 の反射光路側に進行する S 偏光成分 s 0 2（第 2 偏光成分）とに約 5 0 % ずつ分離される。

【 0 0 5 0 】

なお、この際、同じ反射光路（第 1 の反射光路）を進行する S 偏光成分 s 1 および P 偏光成分 p 0 2 は、互いに偏光方向が 9 0 度異なるため、干渉し合うことはない。また、同じ反射光路（第 2 の反射光路）を進行する P 偏光成分 p 1 および S 偏光成分 s 0 2 も、互いに偏光方向が 9 0 度異なるため、干渉し合うことはない。

40

【 0 0 5 1 】

次に、第 1 の反射光路を進行する S 偏光成分 s 1（第 1 の反射光）および参照光の P 偏光成分 p 0 2（第 1 偏光成分）はそれぞれ、ビームスプリッタ 1 2 1 により偏光板 1 1 1 側の光路と偏光板 1 1 2 側の光路とに約 5 0 % ずつに分離されて進行し、偏光板 1 1 1、1 1 2 へそれぞれ到達する。その際、偏光板 1 1 2 側の光路では途中に $\lambda/4$ 板が挿入配置されているため、振動板 1 1 1 へ到達した S 偏光成分 s 1 および P 偏光成分 p 0 2 と、振動板 1 1 2 へ到達した S 偏光成分 s 1 および P 偏光成分 p 0 2 とでは、位相が互いに 9

50

0度異なることになる。そして偏光板111, 112はそれぞれ、S偏光成分s1の偏光方向およびP偏光成分p02の偏光方向からそれぞれ45度傾いた方向に偏光軸を有するため、これらS偏光成分s1およびP偏光成分p02の位相が互いに90度異なっている本実施の形態の場合でも、偏光板111, 112においてS偏光成分s1と参照光のP偏光成分p02とが互いに干渉し合い、干渉縞(第1の干渉縞)が形成される。

【0052】

また、同様に第2の反射光路を進行するP偏光成分p1(第2の反射光)および参照光のS偏光成分s02(第2偏光成分)はそれぞれ、ビームスプリッタ122により偏光板113側の光路と偏光板114側の光路とに約50%ずつに分離されて進行し、偏光板113, 114へそれぞれ到達する。その際、偏光板113側の光路では途中に1/4板が挿入配置されているため、偏光板113へ到達したP偏光成分p1およびS偏光成分s02と、偏光板114へ到達したP偏光成分p1およびS偏光成分s02とでは、位相が互いに90度異なることになる。そして偏光板113, 114もそれぞれ、P偏光成分p1の偏光方向およびS偏光成分s02の偏光方向からそれぞれ45度傾いた方向に偏光軸を有するため、これらP偏光成分p1およびS偏光成分s02の位相が互いに90度異なっている本実施の形態の場合でも、偏光板113, 114においてP偏光成分p1と参照光のS偏光成分s02とが互いに干渉し合い、干渉縞(第2の干渉縞)が形成される。

【0053】

次に、偏光板111, 112上に形成された干渉縞は、それぞれ光電変換素子171, 172により検出される一方、偏光板113, 114上に形成された干渉縞は、それぞれ光電変換素子173, 174により検出される。ここで、上記のように偏光板111へ到達したS偏光成分s1およびP偏光成分p02と偏光板112へ到達したS偏光成分s1およびP偏光成分p02とでは位相が互いに90度異なると共に、偏光板113へ到達したP偏光成分p1およびS偏光成分s02と偏光板114へ到達したP偏光成分p1およびS偏光成分s02とでは位相が互いに90度異なるため、光電変換素子171, 172では互いに位相が90度ずれた状態で第1の干渉縞が検出されると共に、光電変換素子173, 174では互いに位相が90度ずれた状態で第2の干渉縞が検出されることになる。そして光電変換素子171, 173で検出された干渉縞は電気信号に変換され、それぞれ出力信号Sx1, Sx2として出力される一方、光電変換素子172, 174で検出された干渉縞も電気信号に変換され、それぞれ出力信号Sy1, Sy2として出力される。

【0054】

次に、デジタルカウント部181では、光電変換素子171, 172からの出力信号Sx1, Sy1がそれぞれ、X1信号およびY1信号とみなされ、例えば図2に示したような円状または円弧状のリサージュ図形(第1のリサージュ図形)が生成される。具体的には、まず、(X1, Y1)信号による干渉縞の強度の中央値を中心点C1(CX1, CY1)として、以下の(1), (2)式の演算を行うことにより、(X1, Y1)信号が(x1, y1)信号に変換される。

$$x1 = X1 - CX1 \quad \dots (1)$$

$$y1 = Y1 - CY1 \quad \dots (2)$$

【0055】

すると、上記(1), (2)式の演算により、信号点(x1, y1)の動きから、図2に示したように中心点C1を中心とする円周上を運動するリサージュ図形が得られる。このとき、光電変換素子171, 172で検出された検知ポイント(例えば、図中の信号点P0)はこの円周上の1点であり、振動膜151の変位に従って円周上を変位することになる。したがって、このような信号点P0が所定の基準点(例えば、x1軸およびy1軸上の4つの基準点Pa~Pd)を通過する回数をカウントすれば、干渉縞の強度が一義的に決まるため、振動膜151の変位をデジタルで検知したこととなり、そのカウントされた回数が角度の情報であるデジタル信号の音声信号Sout1として出力される。なお、このように4つの基準点Pa~Pdを基準点としてカウントした場合、干渉縞が90度(1/4波長)変動する度にカウントすることを意味することになる。

【 0 0 5 6 】

一方、デジタルカウント部 1 8 2 においても同様に、光電変換素子 1 7 3 , 1 7 4 からの出力信号 S_{x2} , S_{y2} がそれぞれ、 X_2 信号および Y_2 信号とみなされ、例えば図 2 に示したような円状または円弧状のリサージュ図形（第 2 のリサージュ図形）が生成される。具体的には、まず、 (X_2, Y_2) 信号による干渉縞の強度の中央値を中心点 C_2 (C_{X2}, C_{Y2}) として、以下の (3) , (4) 式の演算を行うことにより、 (X_2, Y_2) 信号が (x_2, y_2) 信号に変換される。

$$x_2 = X_2 - C_{X2} \quad \dots (3)$$

$$y_2 = Y_2 - C_{Y2} \quad \dots (4)$$

【 0 0 5 7 】

すると、上記 (3) , (4) 式の演算により、信号点 (x_2, y_2) の動きから、図 2 に示したように中心点 C_2 を中心とする円周上を運動するリサージュ図形が得られる。このとき、光電変換素子 1 7 3 , 1 7 4 で検出された検知ポイント（例えば、図中の信号点 P_0 ）はこの円周上の 1 点であり、振動膜 1 5 2 の変位に従って円周上を変位することになる。したがって、このような信号点 P_0 が所定の基準点（例えば、 x_2 軸および y_2 軸上の 4 つの基準点 $P_a \sim P_d$ ）を通過する回数をカウントすれば、干渉縞の強度が一義的に決まるため、振動膜 1 5 2 の変位をデジタルで検知したこととなり、そのカウントされた回数が角度 の情報であるデジタル信号の音声信号 S_{out2} として出力される。

【 0 0 5 8 】

以上のように本実施の形態では、レーザ光源 1 0 からのレーザ光 L_{out} を干渉計において 3 つの光路（第 1 ないし第 3 の光路）に分離して進行させると共に、第 1 の光路（第 1 の反射光路）において振動膜 1 5 1 により反射された S 偏光成分 s_1 （第 1 の反射光）と第 3 の光路（参照光路）を通る参照光（具体的には、参照光の P 偏光成分 p_{02} ）とを互いに干渉させて第 1 の干渉縞を形成する一方、第 2 の光路（第 2 の反射光路）において振動膜 1 5 2 により反射された P 偏光成分 p_1 （第 2 の反射光）と参照光（具体的には、参照光の S 偏光成分 s_{02} ）とを互いに干渉させて第 2 の干渉縞を形成し、これら第 1 および第 2 の干渉縞に基づき振動膜 1 5 1 , 1 5 2 の振動をそれぞれ量子化して検出するようにしたので、2 つの振動膜 1 5 1 , 1 5 2 の振動をそれぞれ独立して光学的にデジタル検出することができる。よって、光学的にデジタル振動検出を行う際にステレオ検出することが可能となる。

【 0 0 5 9 】

また、干渉計としてマイケルソン干渉計に準ずる構成の干渉計を用いるようにしたので、小型かつ簡易な構成で実現することができる。

【 0 0 6 0 】

また、偏光ビームスプリッタ 1 3 1 および / 4 板 1 6 1 , 1 6 2 を用いて干渉計を構成するようにしたので、純粋なマイケルソン干渉計の場合に生ずる、レーザ光源 1 0 に対するレーザ光 L_{out} の戻り光を回避することができ、レーザ光源 1 0 でのノイズ発生を回避することが可能となる。よって、純粋なマイケルソン干渉計を用いて構成した場合と比べて良好な S / N 比を得ることができ、振動膜 1 5 1 , 1 5 2 の振動の検出精度を向上させることが可能となる。

【 0 0 6 1 】

また、第 1 および第 2 の干渉縞の検出を、それぞれ 2 つの光電変換素子 1 7 1 , 1 7 2 または光電変換素子 1 7 3 , 1 7 4 を用いて行うと共に、2 つの光電変換素子で検出する干渉縞の位相差がそれぞれ互いにほぼ 9 0 度になるように設定したので、それぞれ円形状のリサージュ図形を以下のように形成させることができ、検出を容易に行うことができる。

【 0 0 6 2 】

さらに、2 つの光電変換素子 1 7 1 , 1 7 2 または光電変換素子 1 7 3 , 1 7 4 からの出力信号 S_{x1} , S_{y1} または出力信号 S_{x2} , S_{y2} をそれぞれ X_1 信号および Y_1 信号または X_2 信号および Y_2 信号とし、これら X_1 , Y_1 信号または X_2 , Y_2 信号に基

10

20

30

40

50

づく円状または円弧状のリサーチ図形をそれぞれ生成するようにしたので、第1および第2の干渉縞の検知ポイントがそれぞれ振動膜151, 152の変位に従って円周上を変位するようになり、所定の基準点を通過する回数をカウントすることにより、振動膜151, 152の変位をそれぞれ独立してデジタルで検知することが可能となる。

【0063】

なお、本実施の形態では、図1に示したように、第1および第2の光路（反射光路）の光路長と第3の光路（参照光路）の光路長とが互いに異なっている（この場合、反射光路のほうが長くなるように設定されている）場合について説明したが、例えば図4および図5に示したマイクロホン装置1Aのように、例えばビームスプリッタ120および反射ミラーM0の位置や角度などを調整することにより、第3の光路の光路長を、第1および第2の光路の光路長と略同一となるように設定するのが好ましい。このように構成した場合、第3の光路と第1および第2の光路との光路差が0（ゼロ）もしくはほとんどなくなるため、レーザ光のコヒーレンシー（可干渉性）によらずに良好な干渉を得ることができる。よって、本実施の形態と比べ、振動膜151, 152の振動の検出精度をより向上させることが可能となる。

10

【0064】

また、例えば図6および図7に示したマイクロホン装置1B, 1Cのように、振動膜151と/4板161（または偏光ビームスプリッタ131）との間、および振動膜152と/4板162（または偏光ビームスプリッタ131）との間にそれぞれ、第1の光路または第2の光路を進行するレーザ光を反射可能な反射ミラーM1, M2（反射体）を設けるようにしてもよい。このように構成した場合、反射ミラーM1, M2によって第1および第2の光路を進行するレーザ光の進行方向をそれぞれ変更することができ、振動膜151, 152の位置や向き（角度）を任意に設定可能となる。よって、マイクロホン装置の指向性や、振動を検知可能な空間位置の微調整を行うことが可能となる。なお、この場合も図3や図5に示した場合と同様に、マイクロホン装置1B, 1Cを基体100上で形成することが可能である。

20

【0065】

[第2の実施の形態]

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。なお、第1の実施の形態における構成要素と同一のものには同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

30

【0066】

図8は、本実施の形態に係る振動検出装置（マイクロホン装置1D）の構成を表したものである。このマイクロホン装置1Dは、図1に示した第1の実施の形態のマイクロホン装置1において、偏光板111~114の代わりに偏光ビームスプリッタ133~136をそれぞれ設けると共に、光電変換素子171~174の代わりにそれぞれ2つずつの光電変換素子（光電変換素子171A, 171B, 172A, 172B, 173A, 173B, 174A, 174B）を設け、さらにデジタルカウント部181, 182の代わりにデジタルカウント部183, 184を設けるようにしたものである。

【0067】

偏光ビームスプリッタ133は、到達したS偏光成分s1およびP偏光成分p02を分離して光電変換素子171A, 171Bへそれぞれ供給するものである。また、偏光ビームスプリッタ134は、到達したS偏光成分s1およびP偏光成分p02を分離して光電変換素子172A, 172Bへそれぞれ供給するものである。偏光ビームスプリッタ135は、到達したP偏光成分p1およびS偏光成分s02を分離して光電変換素子173A, 173Bへそれぞれ供給するものである。また、偏光ビームスプリッタ136は、到達したP偏光成分p1およびS偏光成分s02を分離して光電変換素子174A, 174Bへそれぞれ供給するものである。このような構成により光電変換素子171A, 171B, 172A, 172Bでは、第1の干渉縞が互いに位相が90度ずつずれた状態で検出され、互いに位相が90度ずつ異なる4つの出力信号S11~S14が得られる。また、光電変換素子173A, 173B, 174A, 174Bでは、第2の干渉縞が互いに位相が9

40

50

0度ずつずれた状態で検出され、互いに位相が90度ずつ異なる4つの出力信号S21~S24が得られる。ここで、4つの出力信号S11~S14, S21~S24の信号値I(S11)~I(S14), I(S21)~I(S24)はそれぞれ、例えば以下の(5)式~(12)式のように表される。なお、A, BとC, Dとはそれぞれ、干渉する光線同士の振幅を、 λ はレーザー光Loutの波長を、 L は参照光路と第1または第2の反射光路との光路差を、それぞれ表している。

$$I(S11) = (A^2 + B^2) + 2AB \times \sin(2\pi L/\lambda) \quad \dots (5)$$

$$I(S12) = (A^2 + B^2) - 2AB \times \sin(2\pi L/\lambda) \quad \dots (6)$$

$$I(S13) = (A^2 + B^2) + 2AB \times \cos(2\pi L/\lambda) \quad \dots (7)$$

$$I(S14) = (A^2 + B^2) - 2AB \times \cos(2\pi L/\lambda) \quad \dots (8)$$

$$I(S21) = (C^2 + D^2) + 2CD \times \sin(2\pi L/\lambda) \quad \dots (9)$$

$$I(S22) = (C^2 + D^2) - 2CD \times \sin(2\pi L/\lambda) \quad \dots (10)$$

$$I(S23) = (C^2 + D^2) + 2CD \times \cos(2\pi L/\lambda) \quad \dots (11)$$

$$I(S24) = (C^2 + D^2) - 2CD \times \cos(2\pi L/\lambda) \quad \dots (12)$$

【0068】

デジタルカウント部183は、第1の実施の形態で説明したデジタルカウント部181, 182における機能に加え、光電変換素子171A, 171B, 172A, 172Bから得られる4つの出力信号S11~S14のうちの互いに位相が180度異なる出力信号同士(S11, S12同士およびS13, S14同士)の差分をとって2つの第1差分信号S1A, S1B(I(S1A) = I(S11) - I(S12)、I(S1B) = I(S13) - I(S14))を生成するものである。また、デジタルカウント部184は、光電変換素子173A, 173B, 174A, 174Bから得られる4つの出力信号S21~S24のうちの互いに位相が180度異なる出力信号同士(S21, S22同士およびS23, S24同士)の差分をとって2つの第2差分信号S2A, S2B(I(S2A) = I(S21) - I(S22)、I(S2B) = I(S23) - I(S24))を生成するものである。また、デジタルカウント部183は、2つの第1差分信号S1A, S1Bを一組の信号点とみなして第1のリサージュ図形を生成し、デジタルカウント部184は、2つの第2差分信号S2A, S2Bを一組の信号点とみなして第2のリサージュ図形を生成するようになっている。

【0069】

なお、本実施の形態のマイクロホン装置1Dを基体100上に形成した場合、第1の実施の形態と同様に、例えば図9に示したように構成することができる。

【0070】

ここで、光電変換素子171A, 171B, 172A, 172Bが本発明における「4つの第1光電変換素子」の一具体例に対応し、光電変換素子173A, 173B, 174A, 174Bが本発明における「4つの第2光電変換素子」の一具体例に対応する。また、これら光電変換素子171A, 171B, 172A, 172B, 173A, 173B, 174A, 174Bおよびデジタルカウント部183, 184が、本発明における「検出手段」の一具体例に対応し、これらデジタルカウント部183, 184が、本発明における「演算手段」、「図形生成手段」および「カウンタ」の一具体例に対応する。

【0071】

このような構成により本実施の形態のマイクロホン装置1Dでは、互いに位相が90度異なる4つの光電変換素子171A, 171B, 172A, 172Bまたは光電変換素子173A, 173B, 174A, 174Bからの4つの出力信号S11~S14または出力信号S21~S24のうちの互いに位相が180度異なる出力信号同士の差分から2つの差分信号S1A, S1Bまたは差分信号S2A, S2Bが生成されると共に、これら2つの差分信号S1A, S1Bまたは差分信号S2A, S2Bに基づいてそれぞれリサージュ図形が生成されるため、光電変換素子からの出力信号にレーザー光Loutの強度揺らぎ等に起因するDC(直流)オフセット成分(例えば、上記(5)~(12)式における(A² + B²)および(C² + D²)の部分)が生じていた場合でも、このDCオフセット

10

20

30

40

50

成分をキャンセルし、取り除くことができる。よって、第1の実施の形態における効果に加え、振動膜151, 152の振動をより安定して検出することができ、検出精度をより向上させることが可能となる。

【0072】

なお、本実施の形態においても、例えば図10および図11に示したマイクロホン装置1Eのように、例えばビームスプリッタ120および反射ミラーM0の位置や角度などを調整することにより、第3の光路の光路長を第1および第2の光路の光路長と略同一となるように設定するのが好ましい。

【0073】

また、本実施の形態においても第1の実施の形態と同様に、振動膜151, 152と4板161, 162(または偏光ビームスプリッタ131)との間にそれぞれ、第1の光路または第2の光路を進行するレーザ光を反射可能な反射ミラーM1, M2(反射体)を設けるようにしてもよい。

【0074】

以上、第1および第2の実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。

【0075】

例えば、上記実施の形態では、リサージュ図形上に4つの基準点Pa~Pdを設けてデジタルカウントを行う場合について説明したが、基準点の数はこれに限らず、例えば図12に示したように、4つの基準点Pa~Pdに加えて例えば基準線E~Hを用い、さらに基準点を細かく設定して増やすようにしてもよい。このように構成した場合、カウント数を増やすことができるので、出力信号Sout1, Sout2の値を大きくし、検出感度をより向上させることが可能となる。

【0076】

また、上記実施の形態では、レーザ光Loutを発する光源として半導体レーザを挙げて説明したが、これ以外にも例えば、ガスレーザや固体レーザなどを用いるようにしてもよい。

【0077】

また、上記実施の形態では、本発明の振動検出装置の一例として、振動体が音波に応じて振動する振動膜(振動膜151, 152)であり、これら振動膜151, 152の振動をそれぞれ音声信号Sout1, Sout2として検出する光学式マイクロホン装置について説明したが、本発明の振動検出装置はこれには限られず、他の振動を検出するように構成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る振動検出装置の全体構成を表す図である。

【図2】図1に示したデジタルカウント部において作成されるリサージュ図形の一例を表す図である。

【図3】図1に示した振動検出装置を単一の基体上に配置した場合の構成例を表す平面図である。

【図4】第1の実施の形態の変形例に係る振動検出装置の全体構成を表す図である。

【図5】図4に示した振動検出装置を単一の基体上に配置した場合の構成例を表す平面図である。

【図6】第1の実施の形態の他の変形例に係る振動検出装置の全体構成を表す図である。

【図7】第1の実施の形態の他の変形例に係る振動検出装置の全体構成を表す図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態に係る振動検出装置の全体構成を表す図である。

【図9】図8に示した振動検出装置を単一の基体上に配置した場合の構成例を表す平面図である。

【図10】第2の実施の形態の変形例に係る振動検出装置の全体構成を表す図である。

【図11】図10に示した振動検出装置を単一の基体上に配置した場合の構成例を表す平

10

20

30

40

50

面図である。

【図12】本発明の変形例に係るリサージュ図形の一例を表す図である。

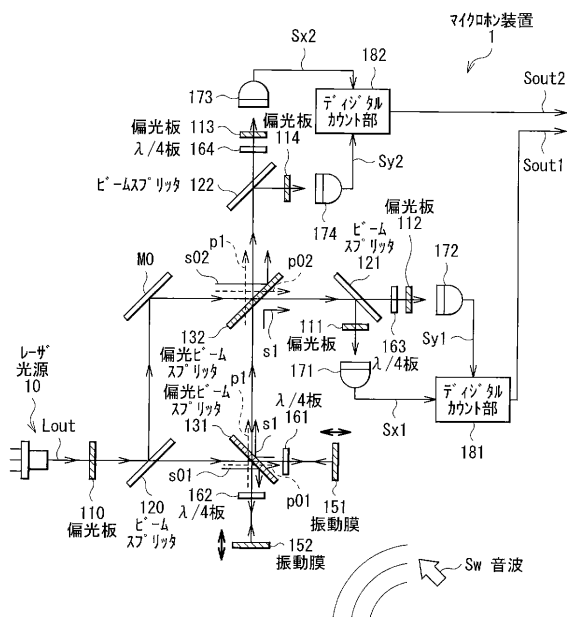
【符号の説明】

【0080】

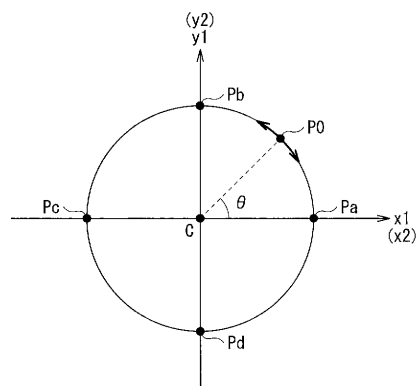
1, 1A ~ 1E ... マイクロホン装置、10 ... レーザ光源、10A ... コリメータレンズ、100 ... 基体、110 ~ 114 ... 偏光板、120 ~ 122 ... ビームスプリッタ、131 ~ 136 ... 偏光ビームスプリッタ、151, 152 ... 振動膜、151A, 152A ... 支持部、161 ~ 164 ... λ/4板、171 ~ 174, 171A, 171B, 172A, 172B, 173A, 173B, 174A, 174B ... 光電変換素子、181 ~ 184 ... デジタルカウント部、Sw ... 音波、s01, s02, s1 ... S偏光成分、p01, p02, p1 ... P偏光成分、Sx1, Sx2, Sy1, Sy2, S11 ~ S14, S21 ~ S24 ... 光電変換素子からの出力信号、Sout1, Sout2 ... 音声信号、Lout ... レーザ光、M0, M1, M2 ... 反射ミラー、C ... 中心点、P0 ... 信号点、Pa ~ Pd ... 基準点、E ~ H ... 基準線。

10

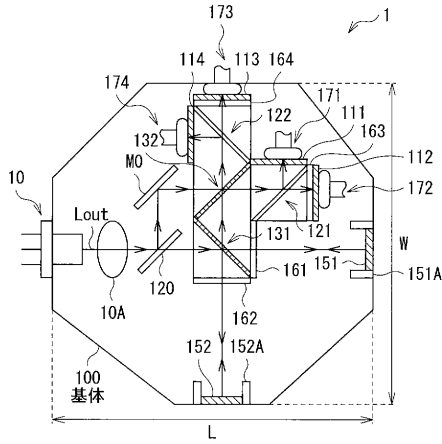
【図1】



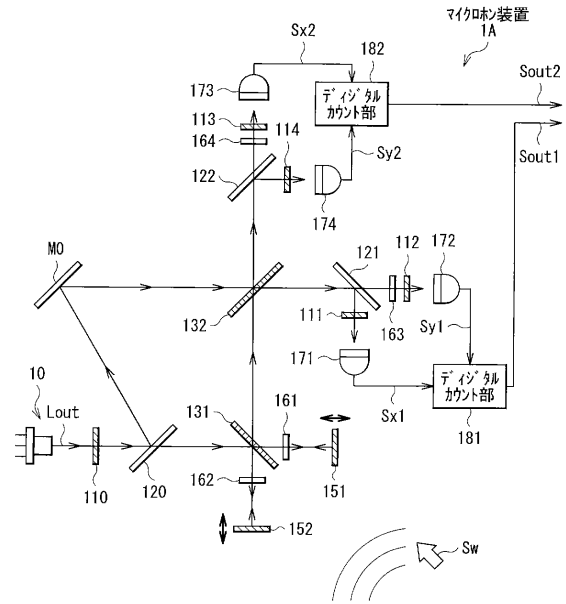
【図2】



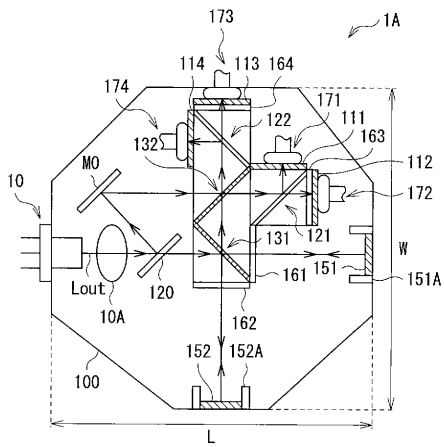
【図3】



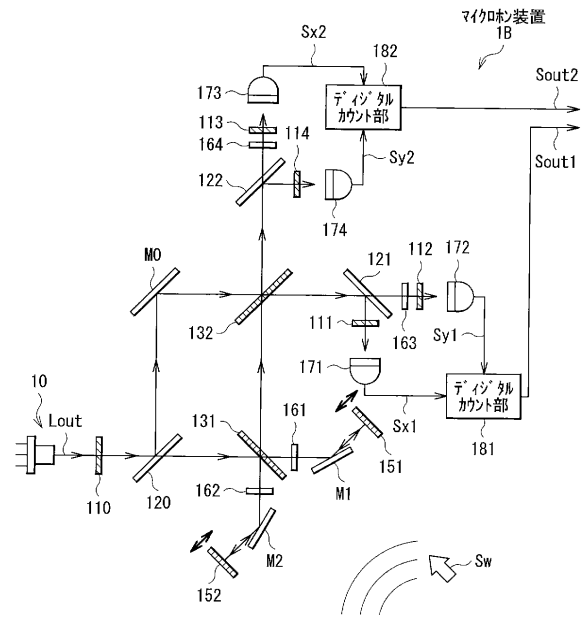
【図4】



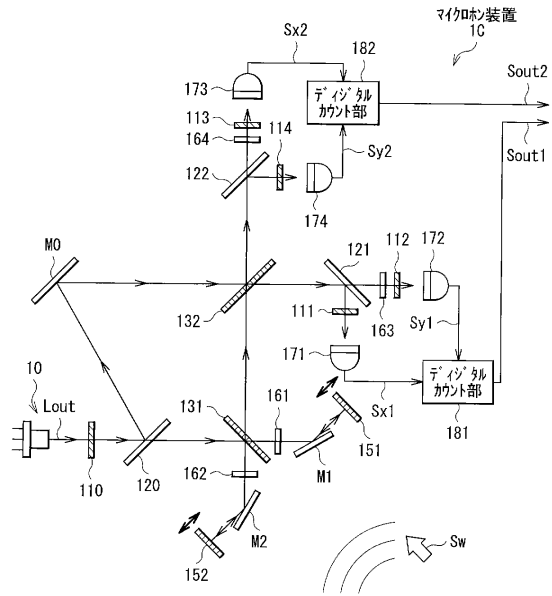
【図5】



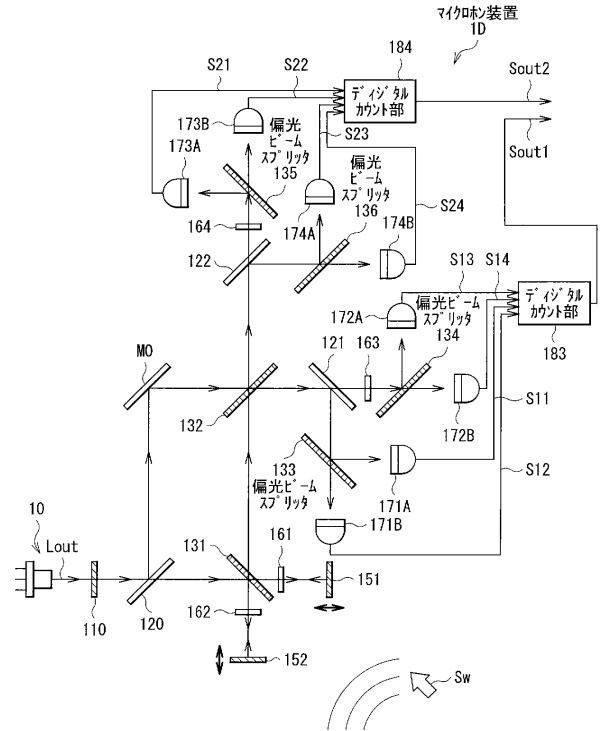
【図6】



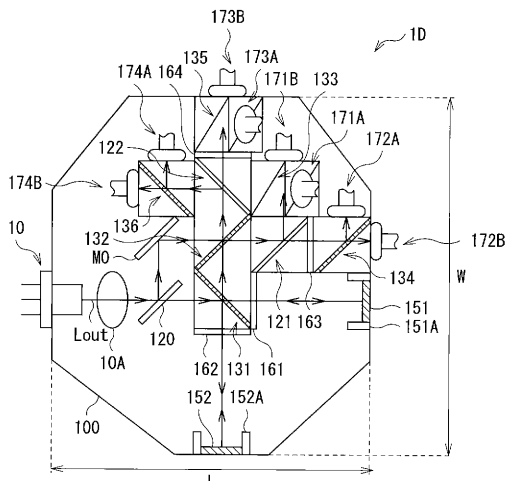
【図7】



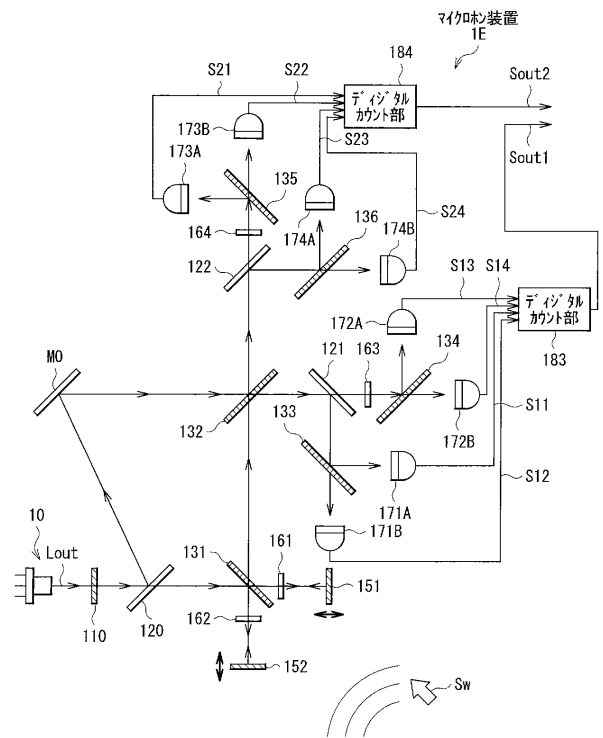
【図8】



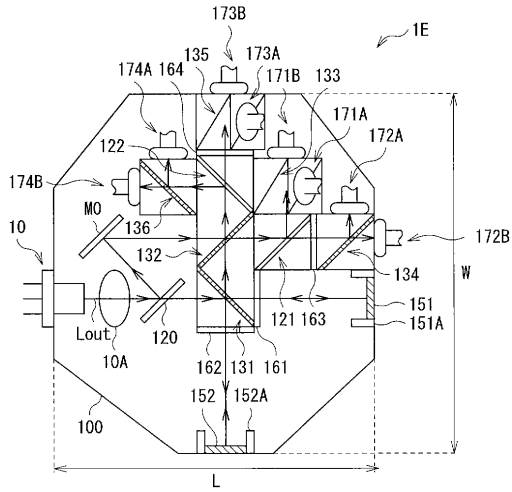
【図9】



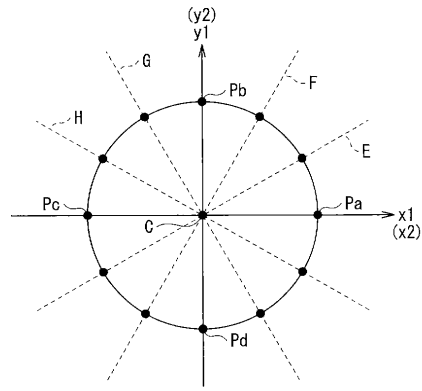
【図10】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭63-243819(JP,A)
特開平01-231500(JP,A)
特開平03-197827(JP,A)
特開平10-308998(JP,A)
特開平04-218730(JP,A)
特開2003-322552(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01H 9/00
H04R 23/00