

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6260817号

(P6260817)

(45) 発行日 平成30年1月17日 (2018. 1. 17)

(24) 登録日 平成29年12月22日 (2017. 12. 22)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 4 R	3/00	(2006. 01)	HO 4 R	3/00	3 2 0
HO 4 R	1/02	(2006. 01)	HO 4 R	1/02	1 0 6
HO 4 R	19/04	(2006. 01)	HO 4 R	19/04	

請求項の数 12 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2014-28159 (P2014-28159)	(73) 特許権者	000128566
(22) 出願日	平成26年2月18日 (2014. 2. 18)		株式会社オーディオテクニカ
(65) 公開番号	特開2015-154374 (P2015-154374A)		東京都町田市西成瀬二丁目4 6 番 1 号
(43) 公開日	平成27年8月24日 (2015. 8. 24)	(73) 特許権者	305060567
審査請求日	平成29年1月11日 (2017. 1. 11)		国立大学法人富山大学
			富山県富山市五福 3 1 9 0
		(74) 代理人	100088856
			弁理士 石橋 佳之夫
		(72) 発明者	前澤 宏一
			富山県富山市五福 1 6 9 8 - 1 4
		(72) 発明者	田上 孝一郎
			東京都町田市成瀬 2 2 0 6 番地 株式会社
			オーディオテクニカ内
		審査官	北原 昂

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタルマイクロホンおよび位置一周波数変換器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マイクロ波帯、ミリ波帯あるいは電磁波帯の空洞共振器を有し、

上記空洞共振器を構成する金属壁面の一部は、音響波を受けて振動し上記空洞共振器の共振周波数に変換する導電性のメンブレンで構成され、

上記メンブレンの位置変動に応じて上記空洞共振器の共振周波数を変調し上記空洞共振器の上記メンブレン以外の金属壁面側から FM 信号を出力する FM 信号生成部と、

上記 FM 信号より $\Delta \Sigma$ 変調信号を生成する $\Delta \Sigma$ 変調信号生成部と、を備えるデジタルマイクロホン。

【請求項 2】

上記 $\Delta \Sigma$ 変調信号生成部は、上記 FM 信号を高周波クロックでサンプリングして 1 ビット量子化信号を出力する 1 ビット量子化器を備えている請求項 1 記載のデジタルマイクロホン。

【請求項 3】

上記 FM 信号生成部は、上記空洞共振器の上記メンブレンの配置部分以外に配置された導体板と、上記導体板に形成された誘電体と、上記導体板に形成されたスロットと、上記スロットと交差する向きに形成され上記空洞共振器内のマイクロ波、ミリ波あるいは電磁波と結合するマイクロストリップ線路と、上記マイクロストリップ線路に接続される負性抵抗素子と、を備えている請求項 1 または 2 記載のデジタルマイクロホン。

【請求項 4】

10

20

上記誘電体は、上記導体板の上記メンブレンとは反対側の面に形成されている請求項 3 記載のデジタルマイクロホン。

【請求項 5】

上記空洞共振器は、円筒形の導波管により構成され、上記導波管の一端部が上記メンブレンにより覆われ、上記導波管の他端部に上記 FM 信号生成部が配置されている請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のデジタルマイクロホン。

【請求項 6】

上記空洞共振器は、方形の導波管により構成され、上記導波管の一端部が上記メンブレンにより覆われ、上記導波管の他端部に上記 FM 信号生成部が配置されている請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のデジタルマイクロホン。

10

【請求項 7】

上記空洞共振器は、方形の導波管により構成され、上記導波管の少なくとも一面が上記メンブレンで覆われ、上記導波管の残余の少なくとも一面に上記 FM 信号生成部が配置されている請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のデジタルマイクロホン。

【請求項 8】

上記空洞共振器は、方形の導波管により構成され、上記導波管の複数面が上記メンブレンで覆われ、上記導波管の残余の面に上記 FM 信号生成部が配置されている請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のデジタルマイクロホン。

【請求項 9】

マイクロ波帯、ミリ波帯あるいは電磁波帯の空洞共振器を有し、

20

上記空洞共振器を構成する金属壁面の一部は、外力を受けて変位し上記空洞共振器の共振周波数に変換する導電性の可動構造物で構成され、

上記可動構造物の位置変動に応じて上記空洞共振器の共振周波数を変調し上記空洞共振器の上記可動構造物以外の金属壁面側から FM 信号を出力する FM 信号生成部と、

上記 FM 信号より $\Delta \Sigma$ 変調信号を生成する $\Delta \Sigma$ 変調信号生成部と、を備える位置一周波数変換器。

【請求項 10】

上記 $\Delta \Sigma$ 変調信号生成部は、上記 FM 信号を高周波クロックでサンプリングして 1 ビット量子化信号を出力する 1 ビット量子化器を備えている請求項 9 記載の位置一周波数変換器。

30

【請求項 11】

上記 FM 信号生成部は、上記空洞共振器の上記可動構造物の配置部分以外に配置された導体板と、上記導体板に形成された誘電体と、上記誘電体に形成されたスロットと、上記スロットと交差する向きに形成され上記空洞共振器内のマイクロ波、ミリ波あるいは電磁波と結合するマイクロストリップ線路と、上記マイクロストリップ線路に接続される負性抵抗素子と、を備えている請求項 9 または 10 記載の位置一周波数変換器。

【請求項 12】

上記空洞共振器は、円筒形または方形の導波管により構成され、上記導波管の少なくとも一面が上記可動構造物で覆われ、上記導波管の残余の少なくとも一面に上記 FM 信号生成部が配置されている請求項 9、10 または 11 記載の位置一周波数変換器。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高分解能で、ダイナミックレンジおよび帯域幅の広いデジタルマイクロホンおよび位置センサとして利用可能な位置一周波数変換器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

音波を受けて振動する導電性のメンブレンすなわち振動板と、このメンブレンに対向させて固定された電極とを有するコンデンサマイクロホンがある。上記メンブレンと固定電

50

極とでコンデンサを構成し、メンブレンの変位によるコンデンサの容量の変化をバッファアンプあるいはプリアンプを介して読み出すことによってマイクロホンとして機能する。

【0003】

近年、音響機器のデジタル化が進み、マイクロホンの出力信号もデジタル信号で出力することを要求されることがある。コンデンサマイクロホンの出力をデジタル化するために、上記バッファアンプあるいはプリアンプのアナログ出力を、アナログ・デジタル変換器（以下「ADC」という）でデジタル信号に変換している。かかる方式は既に技術的に確立されていて、一般的に広く実用されている。

【0004】

図3に示す従来例は、ADCを用いたデジタルマイクロホンの例で、ADCの主要部にデルタ・シグマ（以下「 $\Delta\Sigma$ 」という）変調器84を用いている。図3において、マイクロホン（例えば、コンデンサマイクロホン）80で電気音響変換されたアナログ信号である音声信号は、プリアンプ82を経て $\Delta\Sigma$ 変調器84に入力される。 $\Delta\Sigma$ 変調器84の出力信号はさらにデジタルフィルタ86に入力されるように構成されている。 $\Delta\Sigma$ 変調器84は高周波クロックに同期して動作し、アナログ入力信号を1ビット密度変調デジタル信号に変換する。 $\Delta\Sigma$ 変調器84は、積分器、1ビット量子化器、デジタル・アナログ変換器などを有することによって構成されているが、既に知られているから、詳細な説明は省略する。

【0005】

$\Delta\Sigma$ 変調器84は、入力アナログ信号を、オーディオ信号帯域より非常に高い周波数でサンプリングすなわちオーバーサンプリングし、1ビットのパルス密度変調デジタル信号に変換する。結果として、量子化ノイズが高周波側に押し出されるノイズシェーピング効果を得ることができる。

【0006】

特許文献1には、 $\Delta\Sigma$ 変調器を用いたデジタルマイクロホンの例が記載されている。特許文献1に記載されているデジタルマイクロホンも、基本的にはADCを用いた一般的なデジタルマイクロホンの例と変わらない。ADCを用いたデジタルマイクロホンの性能はADCの性能に依存し、ADCの性能はアナログ回路の性能によって決まる。しかし、アナログ回路は設計が難しく、プロフェッショナル用途や、超音波センシング用途に求められる広帯域化や高ダイナミックレンジ化は容易ではない。

【0007】

そこで本出願人らはマイクロホンユニットから直接的にデジタル信号による音声信号を出力することを可能にして、プロフェッショナル用途としても十分に満足することができるデジタルマイクロホンを提案した（特許文献2参照）。図4はその例を示しており、コンデンサマイクロホンを発振器の発振周波数を決めるコンデンサとして用いることにより、音波を受けたメンブレンの変位を周波数に変換するものである。

【0008】

図4において、基板14に配置された共振器12が導電性のメンブレン10に対向させて配置されている。基板14はバックプレート16に固定されている。基板14のメンブレン10との対向面には、共振器12に含まれる配線パターンが形成されている。メンブレン10が振動すると、メンブレン10と共振器12との間の容量が変化する。この容量の変化により共振器12の共振周波数が変化する。共振器12は発振器の一部を構成していて、この発振器は、メンブレン10の振動に応じたFM信号を出力する。

【0009】

上記FM信号は1ビット量子化器18に入力される。1ビット量子化器18は、FM信号を高周波クロックでサンプリングして1ビット量子化信号を出力する。1ビット量子化信号は、エクスクルーシブオア（以下「XOR」という）回路22の一方の入力端子に入力されるとともに、レジスタ20を介してXOR回路22の他方の入力端子に入力される。レジスタ20は上記サンプリング周波数と同じ周波数の高周波クロックに同期して動作し、上記1ビット量子化信号を、時間をずらしてXOR回路22に入力する。

【0010】

レジスタ20とXOR回路22は、1ビット量子化器18から出力される1ビット量子化信号のエッジを検出するエッジ検出器を構成していて、XOR回路22の出力が $\Delta\Sigma$ 変調信号となる。上記1ビット出力をデジタルフィルタで処理し、ナイキストレートに落とすことにより、高い分解能で、広いダイナミックレンジをもつデジタル信号を得ることができる。

【0011】

以上説明したように、従来の $\Delta\Sigma$ 変調器を用いたデジタルマイクロホンによれば、多くの利点を持っているが、解決すべき課題も残っている。その一つは、共振器のQ値が低くなりやすいことである。 $\Delta\Sigma$ 変調方式のノイズフロアすなわち信号入力がないときの雑音レベルは発振器の位相ノイズで決まるため、共振器には高いQ値が要求される。しかし、従来技術のように、容量とインダクタを用いた共振器のQ値はたかだか数十程度が普通であり、それ以上に高くすることは難しい。可変容量を用いた緩和型発振器の場合さらにQ値は低く、位相ノイズが大きくなる。

10

【0012】

従来の $\Delta\Sigma$ 変調器を用いたデジタルマイクロホンの解決すべき第二の課題は、メンブレンの位置変位に対する周波数の変化割合を大きくすることができないことである。マイクロホンのメンブレンは、周縁部が固定されているため、中央部の変位量に対して周辺部の変位量は小さく、したがって、中央部の変位量の大きさの割に静電容量の変化割合は小さい。これに加えて、LC共振器の場合、共振周波数はLとCの積の平方根に依存するため、周波数変化はより小さくなってしまう。 $\Delta\Sigma$ 変調器を用いたADCのSN比とダイナミックレンジは、周波数変調幅に強く依存するため、周波数変化が少ないことは、SN比とダイナミックレンジの改善に関して大きな障壁になる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】特表2005-519547号公報

【特許文献2】特許第5162796号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0014】

本発明は、メンブレンの変位に対する周波数変調信号への変換割合の大きなFM信号を得ることができ、もって、高分解能、広ダイナミックレンジ、広帯域のデジタル信号出力を得ることができるデジタルマイクロホンおよび位置一周波数変換器を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明に係るデジタルマイクロホンは、

マイクロ波帯、ミリ波帯あるいは電磁波帯の空洞共振器を有し、

上記空洞共振器を構成する金属壁面の一部は、音響波を受けて振動し上記空洞共振器の共振周波数に変換する導電性のメンブレンで構成され、

40

上記メンブレンの位置変動に応じて上記空洞共振器の共振周波数を変調し上記空洞共振器の上記メンブレン以外の金属壁面側からFM信号を出力するFM信号生成部と、

上記FM信号より $\Delta\Sigma$ 変調信号を生成する $\Delta\Sigma$ 変調信号生成部と、を備えていることを最も主要な特徴とする。

【0016】

本発明に係る位置一周波数変換器は、上記デジタルマイクロホンにおけるメンブレンを、外力を受けて変位し上記空洞共振器の共振周波数に変換する導電性の可動構造物に代えたものである。

【発明の効果】

50

【0017】

本発明によれば、導電性のメンブレンまたは可動構造物を配置した空洞共振器と、FM信号生成部と、 $\Delta\Sigma$ 変調信号生成部を組み合わせたことにより、メンブレンまたは可動構造物の変位に対する周波数変調信号への変換割合の大きなFM信号を得ることができる。これにより、高分解能、広ダイナミックレンジ、広帯域のデジタル信号出力を得ることができるデジタルマイクロホンおよび位置一周波数変換器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明に係るデジタルマイクロホンおよび位置一周波数変換器の実施例の概要を示す斜視図およびブロック図である。

10

【図2】本発明に係るデジタルマイクロホンおよび位置一周波数変換器の別の実施例の概要を示す斜視図およびブロック図である。

【図3】従来の $\Delta\Sigma$ 変調器を用いたデジタルマイクロホンの例を示すブロック図である。

【図4】従来の $\Delta\Sigma$ 変調器を用いたデジタルマイクロホンの別の例を示すブロック図である。

【図5】発振器に用いる負性抵抗素子の例を簡略化して示す回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明に係るデジタルマイクロホンおよび位置一周波数変換器の実施例について図面を参照しながら説明する。

20

【実施例1】

【0020】

図1において、符号30は円筒形の導波管を示している。導波管30は金属の素材からなり、よって、壁面全体が金属壁面になっている。導波管30の中心軸線方向の一端部には、この一端部を覆って、音響波に対応して振動ないしは変動する導電性のメンブレン32が張り付けられた構成になっている。導波管30の中心軸線方向の他端部、換言すれば導波管30の終端部は、導体板34で覆われた構成になっている。導体板34の外側面、換言すれば、導体板34のメンブレン32側とは反対側の面には誘電体層が設けられている。

【0021】

30

上記誘電体層の上にマイクロストリップ線路38が導体板34の半径方向に向けて形成されている。マイクロストリップ線路38は負性抵抗素子40に接続されている。導体板34の一部にはマイクロストリップ線路38と交差する方向、図示の例では直交する方向にスロット36が設けられている。このように構成された導波管30は、マイクロ波帯、ミリ波帯あるいは電磁波帯の空洞共振器として働く。スロット36は、上記空洞共振器内の電磁界とマイクロストリップ線路38とを電磁的に結合している。

【0022】

負性抵抗素子40は、例えば、バイポーラトランジスタや電界効果型トランジスタ(FET)などの能動素子を有し、上記導波管30を有してなる空洞共振器とともに発振器を構成している。発振器を構成する負性抵抗素子の例を図5に示す。空洞共振器として働く導波管30は、図5に示すインダクタLとキャパシタCを構成している。符号gmは、インダクタLとキャパシタCによる共振を持続するための負性抵抗素子40を構成する能動素子を示している。この回路例では能動素子としてFETが用いられている。

40

【0023】

上記発振器による発振周波数は、メンブレン32を振動させる音響波により変調されて出力される上記音響波に対応した周波数である。よって、上記発振器からは上記音響波を変調信号とするFM波が出力される。スロット36、マイクロストリップ線路38、負性抵抗素子40を含む構成部分は、メンブレン32の位置変動に応じて空洞共振器の共振周波数を変調し、空洞共振器のメンブレン32以外の金属壁面側からこのFM信号を出力するFM信号生成部を構成している。

50

【0024】

生成されるFM波を、エッジ検出器42に通すことにより、 $\Delta\Sigma$ 変調信号を得ることができる。すなわち、図1に示すエッジ検出器42は、 $\Delta\Sigma$ 変調信号生成部を構成している。エッジ検出器42は、図4に示す従来例における1ビット量子化器、レジスタ、XORによって構成することができる。上記1ビット量子化器は、FM信号を高周波クロックでサンプリングして1ビット量子化信号を出力する。エッジ検出器42から出力される $\Delta\Sigma$ 変調信号は、デジタルフィルタ44に入力されて高周波ノイズがカットされて出力されるように構成されている。

【0025】

以上説明した実施例の動作ないしは作用、効果について説明する。円筒形の導波管30は、マイクロ波帯、ミリ波帯あるいは電磁波帯の空洞共振器として働き、その共振周波数はメンブレン32の位置の関数となる。図1に示す導波管30の構成では、共振モードはTE11n (nは自然数)である。電磁界は空洞の中心軸近辺が強いため、メンブレン32の中心部分の位置の変化に対する共振周波数の変化は敏感である。メンブレン32の周辺部分すなわち導波管30の管壁に近い部分では電磁界が弱いため、この部分に孔を開けても電磁界の乱れは少ない。そこで、メンブレン32が振動するときに働く空気ばねの強さを調整するために孔を開ける場合は、メンブレン32の周辺部分に開けるとよい。

【0026】

一般に、空洞共振器のQ値は、キャパシタ、インダクタなど個別の素子を組み合わせた共振器のQ値よりもかなり高くなる。よって、本実施例における共振器のQ値はかなり高くなり、位相ノイズを非常に小さくすることができる。

【0027】

エッジ検出器42から出力される $\Delta\Sigma$ 変調1ビットデジタル信号は、デジタルフィルタ44に通されることによって高周波ノイズがカットされ、ナイキストレートの多ビットデジタル信号に変換される。この多ビットデジタル信号はダイナミックレンジおよび周波数帯域幅が広く、SN比が良好であり、高性能のデジタルマイクロホンを得ることができる。

【0028】

前記共振モードのnを1より大きくすることにより、より高い周波数の発振が可能になる。発振周波数が高くなるとメンブレン32の変位による発振周波数の変化はより一層大きくなるため、より高性能のデジタルマイクロホンを得ることができる。nを大きくするための手法として、負性抵抗素子40において負性抵抗が生じる周波数範囲を調整するとともに、空洞共振器内に、導電体、誘電体あるいは磁性体からなる構造を設置することが考えられる。

【0029】

以上、デジタルマイクロホンを想定して説明してきたが、メンブレン32の位置変化に対応してFM信号の周波数が変化するため、FM信号の周波数からメンブレン32の位置を検出することができる。そこで、図1に示す実施例におけるメンブレン32を、外力を受けて変位する可動構造物に代える。こうすることにより、上記可動構造物の位置を周波数の変化に変換する位置一周波数変換器として利用することができる。

【0030】

さらに、上記位置一周波数変換器は、これを位置ーデジタル変換器として、あるいはデジタル位置センサや圧力センサなどとしても利用可能である。デジタル位置センサとして利用する場合は、被検出体とともに上記可動構造物の位置が移動する構成にしておけばよい。圧力センサとしても利用する場合は、上記可動構造物が圧力を受けて変位する構成にしておけばよい。

【0031】

スロット36、マイクロストリップライン38は、メンブレン32または上記可動構造物の配置部分以外であれば、空洞共振器を構成する導波管30の金属壁面のどこに配置してもよい。また、空洞共振器を構成する導波管30の金属壁面の一部が導電性のメンブレ

10

20

30

40

50

ンまたは上記可動構造物で構成されていればよい。ただし、図1に示す実施例のように円筒形状の導波管30の場合は、導波管30の中心軸線方向一端側に配置するのが合理的である。

【実施例2】

【0032】

次に、図2に示す第2の実施例について説明する。第2の実施例は、金属の素材からなる導波管50が方形の柱状すなわち四角柱状になっている点が第1の実施例と異なっている。四角柱状の導波管50の中心軸線方向の一端部には、この一端面を覆って、音響波に対応して振動ないしは変動する導電性のメンブレン52が張り付けられている。導波管50の終端面は、導体板54で覆われている。導体板54の外側面、換言すれば、導体板54のメンブレン52側とは反対側の面には誘電体層が設けられている。

10

【0033】

上記誘電体層の上にマイクロストリップ線路58が導体板54の面を二分するように形成されている。マイクロストリップ線路58は負性抵抗素子40に接続されている。導体板54の一部にはマイクロストリップ線路58と直交する方向にスロット56が設けられている。このように構成された導波管50は空洞共振器として働き、スロット56は、上記空洞共振器内の電磁界とマイクロストリップ線路58とを電磁的に結合している。

【0034】

導波管50が四角柱状である以外は第1の実施例と実質的に同じ構成で、負性抵抗素子40の出力信号はエッジ検出器42に入力され、エッジ検出器42の出力信号はデジタルフィルタ44に入力される構成になっている。エッジ検出器42、デジタルフィルタ44の構成は第1の実施例におけるものと同じであるから同じ符号を付している。

20

【0035】

四角柱状の導波管50は、マイクロ波帯、ミリ波帯あるいは電磁波帯の空洞共振器として働き、その共振周波数はメンブレン52の位置の関数となる。図2に示す導波管50の構成では、共振モードはTE10n（nは自然数）である。第1の実施例と同じく、メンブレン52の中心部分の位置の変化に対する共振周波数の変化は敏感であり、メンブレン52の周辺部分では電磁界が弱いため、この部分に孔を開けても電磁界の乱れは少ない。そこで、メンブレン52が振動するとき働く空気ばねの強さを調整するためには、メンブレン52の周辺部分に孔を開けるとよい。

30

【0036】

エッジ検出器42から $\Delta\Sigma$ 変調1ビットデジタル信号が出力される。この1ビットデジタル信号は、デジタルフィルタ44に通されることによって高周波ノイズがカットされ、ナイキストレートが多ビットデジタル信号に変換される。このデジタル信号はダイナミックレンジおよび周波数帯域幅が広く、SN比が良好であり、高性能のデジタルマイクロホンを得ることができる。上記共振モードのnに関しては、第1の実施例の場合と同様に大きい値にするとよい。

【0037】

図2に示す実施例では、マイクロストリップ線路58との対向位置にメンブレン52が配置されているが、かかる構成に限定されるものではない。四角柱状の導波管50の側面にメンブレン52を配置してもよい。さらに、導波管50一面のみでなく複数の面にメンブレン52を配置し、導波管の残余の少なくとも一面にFM信号生成手段を配置してもよい。こうすることにより、音響波からこの音響波に対応した周波数信号への変換効率をさらに高めることができる。

40

【0038】

本実施例も、高性能のデジタルマイクロホンとして利用可能であるとともに、位置一周波数変換器として利用可能である。位置一周波数変換器はこれを位置一デジタル変換器として、あるいはデジタル位置センサや圧力センサなどとしても利用可能である。

【0039】

[変形例]

50

空洞共振器とマイクロストリップ線路との結合は、スロットに限られるものではなく、プローブやループ、あるいはホール結合であってもよい。また、共振モードも第1、第2の実施例において説明したモードに限らない。例えば、特に高いQ値を持つことが知られている円筒型空洞共振器のTE₀₁₁モードの利用も可能である。この場合、縮退したTM₁₁₁モードの励起を防ぐような結合を用いる。

【0040】

以上説明した空洞共振器を利用した各実施例のデジタルマイクロホンは、メンブレンの変位を、容量の変化としてではなく空洞共振器の共振周波数の変化として読み出すことに特徴がある。そのため、コンデンサマイクロホンのように、メンブレンとこれに対向する下部電極（固定電極）との間隔を非常に小さくする必要はなく、設計の自由度が大きくなる。

10

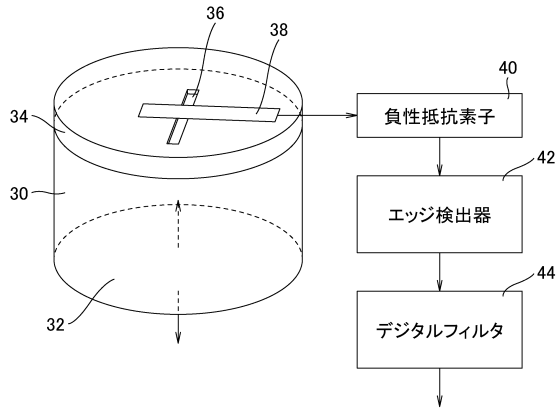
【符号の説明】

【0041】

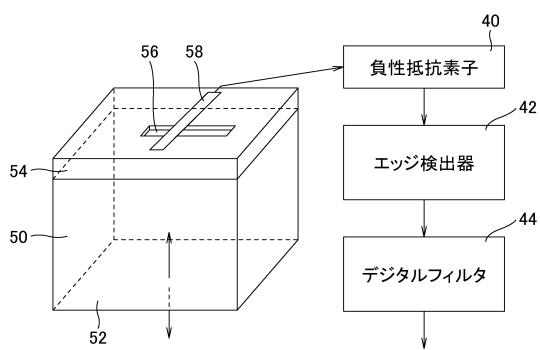
- 30 導波管
- 32 メンブレン
- 34 導体板
- 36 スロット
- 38 マイクロストリップライン
- 40 付勢抵抗素子
- 42 エッジ検出器
- 44 デジタルフィルタ
- 50 導波管
- 52 メンブレン
- 54 導体板
- 56 スロット
- 58 マイクロストリップ線路

20

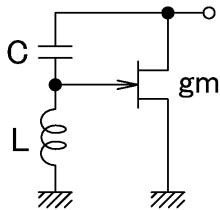
【図 1】



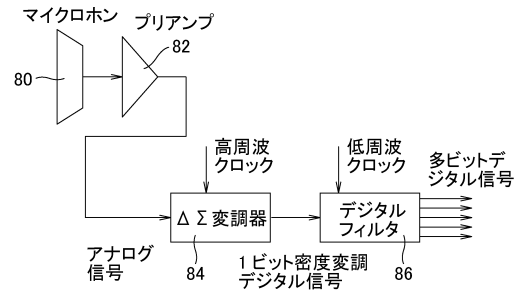
【図 2】



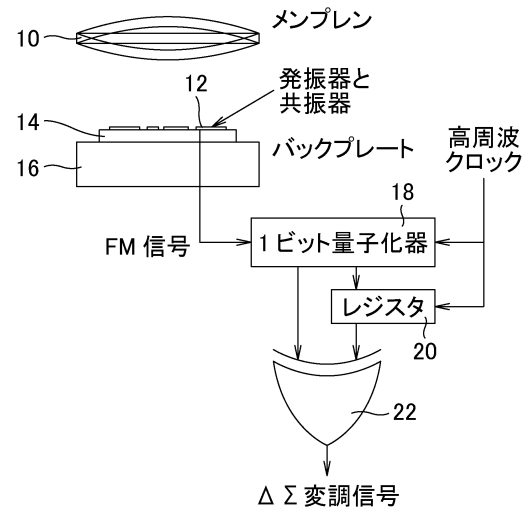
【図 5】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特公昭54-002554 (JP, B1)
特開昭50-040271 (JP, A)
特開2002-125299 (JP, A)
特開2009-218860 (JP, A)
特開平05-003410 (JP, A)
米国特許第04211987 (US, A)
特開昭58-054706 (JP, A)
米国特許第03940721 (US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04R 3/00
H04R 1/02
H04R 19/04