

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3802014号
(P3802014)

(45) 発行日 平成18年7月26日(2006.7.26)

(24) 登録日 平成18年5月12日(2006.5.12)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 H 11/06 (2006.01)

G O 1 H 11/06

G 1 O L 15/28 (2006.01)

G 1 O L 3/00 5 1 1

請求項の数 13 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2003-200057 (P2003-200057)
 (22) 出願日 平成15年7月22日(2003.7.22)
 (65) 公開番号 特開2005-43073 (P2005-43073A)
 (43) 公開日 平成17年2月17日(2005.2.17)
 審査請求日 平成16年9月21日(2004.9.21)

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100083806
 弁理士 三好 秀和
 (74) 代理人 100100712
 弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
 (74) 代理人 100100929
 弁理士 川又 澄雄
 (74) 代理人 100108707
 弁理士 中村 友之
 (74) 代理人 100095500
 弁理士 伊藤 正和
 (74) 代理人 100101247
 弁理士 高橋 俊一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音響解析装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

音響入力によりそれぞれ振動し、それぞれ同一質量を有した複数の振動子と、
 振動子チェーンを構成するように、前記複数の振動子の相互間を順に行方向に接続する
 複数の弾性梁と、

前記振動子の変位を検知する変位検知手段と、

静電気力により、前記複数の弾性梁のバネ定数を変化させ、前記振動子チェーンの共振
 周波数を変化させる共振周波数制御手段

とを備え、前記変位検知手段の出力により、前記音響入力のスペクトル解析を行うこと
 を特徴とする音響解析装置。

【請求項2】

上面に凹部を備えた支持基板と、

該支持基板の周辺部において、前記凹部を囲んで配置された固定枠と、

前記凹部と前記固定枠がなす空間に、振動子チェーンの一部をなすように配置され、音
 響入力によりそれぞれ振動し、それぞれ同一質量を有した複数の振動子と、

前記複数の振動子のうち前記固定枠に最近接となる端部振動子と前記固定枠とを接続し
 、且つ該端部振動子と他の振動子とを相互間を順に行方向に接続し、前記振動子チェーン
 を構成する複数の弾性梁

とを備え、前記複数の振動子のそれぞれと前記凹部の表面との間に印加する電圧により
 、前記複数の弾性梁のバネ定数を変化させ、前記振動子チェーンの共振周波数を変化させ

、且つ前記複数の振動子のそれぞれが前記凹部の表面となす容量の変化により前記複数の振動子のそれぞれの変位を検知し、該検知結果を用いて、前記音響入力のスpekトル解析を行うことを特徴とする音響解析装置。

【請求項 3】

各行毎に、互いに異なる共振周波数の振動子チェーンを列方向に複数本配列し、振動子アレイを構成することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の音響解析装置。

【請求項 4】

上面に凹部を備えた支持基板と、
該支持基板の周辺部において、前記凹部を囲んで配置された固定枠と、
前記固定枠に両端部を固定され、行方向及び該行方向に直交する列方向にそれぞれ伸延し、前記凹部と前記固定枠がなす空間に格子を構成するように配置された複数の配線梁と、

前記格子の窓部にそれぞれ配置され、音響入力によりそれぞれ振動し、振動子アレイの一部を構成する複数の振動子と、

前記複数の振動子のそれぞれと前記配線梁とを接続する弾性梁
とを備え、前記複数の振動子のそれぞれと前記凹部の表面との間に印加する電圧により、前記複数の振動子の共振周波数を変化させ、且つ前記複数の振動子のそれぞれが前記凹部の表面となす容量の変化により前記複数の振動子のそれぞれの変位を検知し、該検知結果を用いて、前記音響入力のスpekトル解析を行うことを特徴とする音響解析装置。

【請求項 5】

前記配線梁と前記弾性梁を介して前記振動子と前記固定枠とは電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 4 に記載の音響解析装置。

【請求項 6】

各行毎に、互いに異なる共振周波数の振動子の配列を構成し、前記振動子アレイを構成することを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の音響解析装置。

【請求項 7】

前記弾性梁は、
前記振動子チェーンの一部に用いられる第 1 弾性梁と、
前記振動子チェーンの他の一部に用いられ、且つ前記第 1 弾性梁とはバネ定数が異なる第 2 弾性梁
とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の音響解析装置。

【請求項 8】

前記弾性梁は、
前記振動子チェーンの一部に用いられる第 1 弾性梁と、
前記振動子チェーンの他の一部に用いられ、且つ前記第 1 弾性梁とはバネ定数が異なる第 2 弾性梁
とを含むことを特徴とする請求項 2 又は 3 のいずれか 1 項に記載の音響解析装置。

【請求項 9】

前記弾性梁は、
前記振動子アレイの一部に用いられる第 1 弾性梁と、
前記振動子アレイの他の一部に用いられ、且つ前記第 1 弾性梁とはバネ定数が異なる第 2 弾性梁
とを含むことを特徴とする請求項 4 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の音響解析装置。

【請求項 10】

前記支持基板には、前記振動子の下方から前記音声入力を印加するように前記支持基板を貫通する裏面溝を備えることを特徴とする請求項 2 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の音響解析装置。

【請求項 11】

前記容量の変化に伴う電圧の変化を入力するオペアンプと
該オペアンプの出力と基準電圧とを比較するコンパレータ

10

20

30

40

50

とを更に備えることを特徴とする請求項 2 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の音響解析装置。

【請求項 12】

前記オペアンプ及び前記コンパレータが前記固定枠に集積化されていることを特徴とする請求項 11 に記載の音響解析装置。

【請求項 13】

前記振動子は半導体層を少なくとも一部に有することを特徴とする請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の音響解析装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、音響電気変換素子に係り、特にこの音響電気変換素子を用いて音響スペクトルを解析する音響解析装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

音声認識技術はコンピュータをはじめ、機械と人間のインターフェースとして非常に優れているが、話者或いは語彙、発声の要素によって認識の容易性が異なり、又、周囲のノイズに影響される。このため、認識率を向上させるためには、認識させる話者が、事前にコンピュータに対して学習させる必要があり、不特定多数の会話を認識することは難しい。このため、できるだけ精度の良い音声分析技術が求められている。

20

【0003】

標準的な音声認識方法は、図 13 に示すように、まず、入力された音声信号はステップ S101 の音声分析により特徴を抽出される。そしてステップ S102 で、時間軸に対して正規化された後、標準パターン 104 との比較により、ステップ S103 において、類似度判定されて、その結果が出力される。このうち、ステップ S101 における音声分析はハードウェア的に処理されるため、ハードウェアの能力に依存することになる。一方、音声分析以降のステップ S102 やステップ S103 はソフトウェア的に処理されるので、アルゴリズムや計算機の能力に依存することになる。

【0004】

一般的な音声分析システムは、図 14 に示すように、マイクロフォン 201 では振動板に入射してきた音波を電気信号に変換し、フィルタ - 202 により 150 Hz ~ 8 kHz の音声周波数をフィルタリングした後、A/Dコンバータ 203 により 22 kHz 程度のサンプリング・レートでデジタル化される。その後、FFT (高速フーリエ変換) 装置 204 により求めた、パワースペクトルを用いてスペクトル分析を行っている。したがって、精度の良い音声分析を行うためには高分解能な A/Dコンバータ 203 及び高性能な FFT 装置 204 が必要となるが、現状ではこれらの要求を十分に満足する装置を得ることは難しい。そこで、直接、音声信号を周波数分析することが考えられ、人間の耳を参考にいくつかの方法が考えられている。

30

【0005】

ところで、人間の鼓膜に入射した音波は耳小骨を通じて蝸牛に伝わる。蝸牛は基底板により 2 つの領域に分離されており、この 2 つの領域に生じる圧力差を音として感知するが、蝸牛基部では高音域、蝸牛頂部では低音域と、周波数に応じて感知する場所が異なっている。更に、最近の研究では、蝸牛にある外有毛細胞 (OHC) の働きにより基底板の振動が増幅されるフィードバック機構によって、周波数弁別・選択が可能になることがわかってきた (非特許文献 1 参照。)。

40

【0006】

この蝸牛を模した例として、図 15 に示すような周波数分析用メカニカル・フィルタが提案されている (特許文献 1 参照。)。図 15 では、Si 基板 101 の表面に設けたダイアフラム 112 に入射した音波は横梁 (トランスバーサル・ビーム) 115 に伝わる。この横梁 115 は下端をダイアフラム 112 で固定され、上端を終端 111 で Si 基板 101

50

の表面に固定している。横梁 115 には、それぞれ異なる共振周波数を持った振動子（共振器ビーム）113 がフィッシュボーン形状に接続されており、入射した振動数と一致する振動子（共振器ビーム）113 が共振し、その振幅を検出することで、周波数分析を行っている。

【0007】

【特許文献1】

米国特許第6,079,274明細書

【0008】

【非特許文献1】

日本音響学会誌、59巻1号、2003年、p.40-45

10

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら図15に示した周波数分析用メカニカル・フィルタでは、入射した音波エネルギーの一部しか振動子（共振器ビーム）113に伝わらないため、感度が低下してしまう不具合がある。

【0010】

更に、従来の音声認識技術では利用者毎に学習過程が必要であり、又、雑音の小さい場所でしか利用できず、このため使い勝手に問題がある。

上記問題点を鑑み、本発明は、音声入力等の音響入力に対してそれぞれの振動子の振幅及び位相情報が得られ、これにより、音響信号を直接周波数分析することが可能な音響解析装置を提供することを目的とする。

20

【0011】

本発明の他の目的は、ノイズを除去することが容易な音響解析装置を提供することを目的とする。

【0012】

特に、音声入力の場合は、特定の話者に応じたスペクトルが得られて、音声認識率が改善された音響解析装置を提供することを目的とする。又、ノイズのある場所においても、特別な学習をさせることなく、不特定多数の会話を認識できる音響解析装置を提供することを目的とする。

【0013】

30

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の第1の特徴は、（イ）音響入力によりそれぞれ振動する複数の振動子からなる振動子アレイと、（ロ）複数の振動子のそれぞれに接続された弾性梁と、（ハ）振動子の変位を検知する変位検知手段と、（ニ）振動子アレイの共振周波数を変化させる共振周波数制御手段とを備え、変位検知手段の出力により、音響入力 of the スペクトル解析を行う音響解析装置であることを要旨とする。

【0014】

本発明の第1の特徴によれば、音声入力等の音響入力に対してそれぞれの振動子の振幅及び位相情報が得られる。このため、周波数毎の振幅が解析でき、ノイズの除去が容易になるとともに、音声入力の場合は、特定の話者に応じたスペクトルが得られて、音声認識率が改善される。特に、振動子アレイを、人間の耳と類似な構造にすることにより、音声信号を直接周波数分析することが可能になり、特別な学習をさせることなく、不特定多数の会話を認識できる。

40

本発明の第2の特徴は、（イ）上面に凹部を備えた支持基板と、（ロ）この支持基板の周辺部において、凹部を囲んで配置された固定枠と、（ハ）凹部と固定枠がなす空間に、振動子アレイを構成するように配置され、音響入力によりそれぞれ振動する複数の振動子と、（ニ）複数の振動子のうち固定枠に最近接となる端部振動子と固定枠とを接続し、且つ端部振動子と他の振動子とを相互に接続する弾性梁とを備え、複数の振動子のそれぞれと凹部の表面との間に印加する電圧により、振動子アレイの共振周波数を変化させ、且つ複数の振動子のそれぞれが凹部の表面となす容量の変化により複数の振動子のそれぞれの変

50

位を検知し、この検知結果を用いて、音響入力のスเปクトル解析を行う音響解析装置であることを要旨とする。

【0015】

本発明の第2の特徴によれば、第1の特徴と同様に、音響入力に対してそれぞれの振動子の振幅及び位相情報が得られる。このため、周波数毎の振幅が解析でき、ノイズの除去が容易になるとともに、音響入力がある場合は、特定の話者に応じたスเปクトルが得られ、音声認識率が改善される。特に、振動子アレイを、マイクロマシン技術を用いて人間の耳と類似な構造にすることにより、音声信号を直接周波数分析することが可能になり、特別な学習をさせることなく、不特定多数の会話を認識できる。

【0016】

本発明の第3の特徴は、(イ)上面に凹部を備えた支持基板と、(ロ)この支持基板の周辺部において、凹部を囲んで配置された固定枠と、(ハ)固定枠に両端部を固定され、行方向及びこの行方向に直交する列方向にそれぞれ伸延し、凹部と固定枠がなす空間に格子を構成するように配置された複数の配線梁と、(ニ)格子の窓部にそれぞれ配置され、音響入力によりそれぞれ振動し、振動子アレイを構成する複数の振動子と、(ホ)複数の振動子のそれぞれと配線梁とを接続する弾性梁とを備え、複数の振動子のそれぞれと凹部の表面との間に印加する電圧により、複数の振動子の共振周波数を変化させ、且つ複数の振動子のそれぞれが凹部の表面となす容量の変化により複数の振動子のそれぞれの変位を検知し、この検知結果を用いて、音響入力のスเปクトル解析を行う音響解析装置であることを要旨とする。

【0017】

本発明の第3の特徴によれば、第1及び第2の特徴と同様に、音響入力に対してそれぞれの振動子の振幅及び位相情報が得られる。このため、周波数毎の振幅が解析でき、ノイズの除去が容易になるとともに、音声入力がある場合は、特定の話者に応じたスเปクトルが得られ、音声認識率が改善される。特に、マイクロマシン技術を用いて、振動子アレイを、人間の耳と類似な構造にすることにより、音声信号を直接周波数分析することが可能になり、特別な学習をさせることなく、不特定多数の会話を認識できる。

【0018】

【発明の実施の形態】

次に、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。但し、図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各層の厚みの比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。したがって、具体的な厚みや寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。又、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

【0019】

又、以下に示す実施の形態は、この発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、この発明の技術的思想は、構成部品の材質、形状、構造、配置等を下記のものに特定するものでない。この発明の技術的思想は、特許請求の範囲において、種々の変更を加えることができる。

【0020】

図1の平面パターンに示すように、本発明の実施の形態に係る音響解析装置は、上面に凹部を備えた支持基板11aと、この支持基板11aの周辺部において、凹部を囲んで配置された固定枠12と、凹部と固定枠12がなす空間に、振動子アレイを構成するように配置され、音響入力によりそれぞれ振動する複数の振動子 $V_{i,j-1}$ 、 $V_{i,j}$ 、 $V_{i,j+1}$ 、 $\dots$ 、 $\dots$ と、複数の振動子 $V_{i,j-1}$ 、 $V_{i,j}$ 、 $V_{i,j+1}$ 、 $\dots$ のうち固定枠12に最近接となる端部振動子と固定枠12とを接続し、且つ端部振動子と他の振動子とを相互に接続する弾性梁13とを備えている。弾性梁13は、端部振動子に接続された他の振動子と、更に他の振動子とを相互に接続することは勿論である。即ち、弾性梁13は、それぞれの振動子の相互間を順に接続している。本発明の実施の形態に係る音響解析装置は、更に

、複数の振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ のそれぞれと凹部の表面との間に印加する電圧により、振動子アレイの共振周波数を変化させ、且つ複数の振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ のそれぞれが凹部の表面となす容量の変化により複数の振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ のそれぞれの変位を検知し、この検知結果を用いて、音響入力のスเปクトル解析を行うインテリジェント・マイクロフォンである。

【0021】

ここで、支持基板 11a はシリコン基板等の半導体基板からなる。弾性梁 13 は、不純物を添加したポリシリコン（以下において「ドーパドポリシリコン」という。）からなる構造を備える。図 1 では、各振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ がそれぞれ、4 本の弾性梁 13 で懸架されている状態を示す。

10

【0022】

図 2 は、図 1 の A - A 方向から見た断面図であり、SOI 基板上に作成した各振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$, $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ が、弾性梁 13 によって互いに接続された振動子アレイの特定の行を示す（なお、より詳細な断面構造は図 10 に示す。）。振動子アレイの特定の行は、見かけ上、1 次元の振動子チェーン（振動子鎖）を構成しているが、実際には、図 1 に示すような 2 次元の振動子アレイである。振動子アレイを構成する各振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ は、SOI 基板の SOI 層からなる半導体層 43 を一部に有する。支持基板 11a の周辺部の固定枠 12 の上部も、図 2 に示すように、SOI 層（半導体層）43 から構成されている。半導体基板 11a は、比抵抗 $0.01 \Omega \cdot \text{cm} \sim 0.02 \Omega \cdot \text{cm}$ の低比抵抗の Si 基板で、図 2 に示したそれぞれの振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ と支持基板（半導体基板）11a が構成するコンデンサ $C_{i,j-1}$, $C_{i,j}$, $C_{i,j+1}$, $\dots$ の一方の電極をなしている。ポリシリコン及び絶縁膜からなる各振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ が、コンデンサ $C_{i,j-1}$, $C_{i,j}$, $C_{i,j+1}$, $\dots$ の対向する他方の電極をなしている。

20

【0023】

本発明の実施の形態に係る音響解析装置を構成する各振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ の質量は、約 10^{-12} kg 程度であり、このときの弾性梁 13 のバネ定数 k は $10^{-2} \sim 10^2 \text{ N/m}^2$ 程度となっている。

【0024】

30

N 個からなる振動子アレイの場合には、1 次の横波の固有振動数（基本波振動数） f_1 は振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ の質量 m と振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ を接続する弾性梁 13 のバネ定数 k [N/m^2] により：

$$f_1 = 1 / 2 \pi \times (k / m)^{1/2} \quad \dots \dots \dots (1)$$

と表される。ここで、

$$k = E h w^3 / L^3 \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$m = S t \rho \quad \dots \dots \dots (3)$$

であって、 L , h , w はそれぞれ弾性梁 13 の長さ [m] , 厚さ [m]、幅 [m] であり、 S , t は振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ の面積 [m^2] , 厚さ [m] であり、 E , ρ は弾性梁 13 に用いているシリコンのヤング率 [Pa] , 密度 [kg/m^3] である。式 (2) から弾性梁 13 の長さ、厚さ及び幅を変えることで、バネ定数 k を変化させることができ、対象周波数範囲を所定の値に設定することができる。

40

【0025】

本発明の実施の形態に係る音響解析装置において、支持基板（半導体基板）11a と振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ との間に電圧 ψ を印加すると、静電気力により振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ が変位し、これにより、振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ を繋いでいる弾性梁 13 のバネ定数 k が：

$$\Delta k = \epsilon \times S / d^3 \times \psi^2 \quad \dots \dots \dots (4)$$

だけ変化し、振動子アレイの 1 次の固有振動数（基本波振動数） f_1 を変化させることができる。ここで、 ϵ 、 d は、空気の誘電率及び支持基板（半導体基板）11a と振動子 V

50

$i, j-1, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ との間の距離である。即ち、本発明の実施の形態に係る音響解析装置の「共振周波数制御手段」は、このように、静電気力により振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ を変位させ、振動子アレイの共振周波数を変化させている。

【0026】

この状態で更に、音声が入力すると、各振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ は音声の入力方向に対して変位する。例えば、特定の話者の音声の基本周波数 F_1 に振動子アレイの 1 次の固有振動数 f_1 を設定しておけば、この特定の話者の音声の本発明の実施の形態に係る音響解析装置に入力すれば、この音声入力に対して高感度で応答したスペクトルが得られることになる。

10

【0027】

図 3 (a) 及び (b) に示すように、7 個の振動子からなる 1 次元振動子チェーン（振動子鎖）の横波の振動モードは、基本波モード（基本周波数 f_1 ）の場合には、音圧に応じて中央部分が腹となるように中央の振動子 $V_{i,j}$ の変位が大きい。

【0028】

一方、周波数 f_2 の第 2 高調波の場合には、1 次元振動子チェーンは図 4 のような横波の振動モードになる。図 4 では振動子チェーンを構成する中央の振動子 $V_{i,j}$ は節になり、その変位はゼロであるが、左側の振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j-2}$ 及び右側の振動子 $V_{i,j+1}, V_{i,j+2}$ の変位が大きい。図示を省略しているが、周波数 f_3 の第 3 高調波の場合には、振動子チェーンの中央の振動子 $V_{i,j}$ の変位が大きくなり、左側の振動子 $V_{i,j-2}$ 及び右側の振動子 $V_{i,j+2}$ が節になり、その変位はゼロである。そして、左側の振動子 $V_{i,j-3}, V_{i,j-1}$ 及び右側の振動子 $V_{i,j+1}, V_{i,j+3}$ の変位が大きくなる。

20

【0029】

一般には、音声波形は基本波周波数 F_1 、第 2 高調波周波数 F_2 、第 3 高調波周波数 F_3 、 $\dots$ のそれぞれの固有モードの重ね合わせとなる。このため、各振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ はそれぞれ固有モードの振幅及び位相情報を持つ。

【0030】

図 9 は、本発明の実施の形態に係る音響解析装置の振動子の変位を検知する「変位検知手段」、即ち検出回路の一例を表している。図 9 では、図 2 に示したそれぞれの振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ と支持基板（半導体基板）11a 間の静電容量 $C_{i,j-1}, C_{i,j}, C_{i,j+1}, \dots$ を可変容量コンデンサ C_0 で代表して示している。可変容量コンデンサ C_0 には電源電圧 V_{bias} が印加されている。可変容量コンデンサ C_0 の電位は、オペアンプ 91 の反転入力端子に入力される。オペアンプ 91 の反転入力端子と出力端子間にはコンデンサ C_1 が接続され、反転入力端子側の寄生抵抗を利用して積分回路（積分器）を構成している。コンデンサ C_1 にはスイッチ $SW1$ が並列接続されている。オペアンプ 91 の出力は、コンパレータ 92 の一方の入力端子に接続されている。コンパレータ 92 の他方の入力端子には、基準電圧 V_{ref} が入力される。

30

【0031】

振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ と支持基板（半導体基板）11a 間の静電容量 $C_{i,j-1}, C_{i,j}, C_{i,j+1}, \dots$ は、振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ と支持基板（半導体基板）11a 間の距離が $\Delta d_{i,j}$ だけ変化すると、この $\Delta d_{i,j}$ が十分に小さければ、それぞれ：

40

$$\Delta C_{i,j} = \epsilon \times S / \Delta d_{i,j} \quad \dots \dots \dots (5)$$

だけ変動すると近似できる。各振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ にはドーパドリシリコンのパネ（弾性梁）13 を通じて配線が施されている。このため、振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ の変位に応じて電荷の移動が起こり、各端子からは変位に応じた電圧が発生する。静電容量 $C_{i,j-1}, C_{i,j}, C_{i,j+1}, \dots$ と並列接続されたスイッチ $SW1$ を開放すると、静電容量 $C_{i,j-1}, C_{i,j}, C_{i,j+1}, \dots$ の電位の時間積分がオペアンプ 91 で開始される。即ち、静電容量 $C_{i,j-1}, C_{i,j}, C_{i,j+1}, \dots$ の電位をオペアンプ 91 で時間積分し、その積分出力となる出力電圧を基準電

50

圧 V_{ref} とコンパレータ 92 で比較する。例えば、図 2 に示された振動子アレイに基本波周波数 F_1 が入力された場合には 0 0 1 1 1 0 0、第 2 高調波周波数 F_2 が入力された場合には 0 0 1 1 0 1 1 0 とデジタル出力される。よって、図 9 に示すようにコンパレータ 92 を用いると、フーリエ変換せず、周波数成分を直接デジタル化することができる。即ち、音声解析に、A/D コンバータ及び FFT が不要となる。なお、特定話者のスペクトルと比較することで、音声認証にも使用することができる。

【0032】

図 2 では表面からのみエッチングを行っているため、半導体基板 11a としてのシリコン基板を貫通させる穴はないが、図 5 及び図 6 のように半導体基板 11b, 11c の裏面よりエッチングをすることで貫通穴を作成することも可能である。この場合、振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ と半導体基板 11b, 11c 間の静電容量 $C_{i,j-1}, C_{i,j}, C_{i,j+1}, \dots$ を直接読み取ることが難しくなるため、横方向の静電容量やピエゾ抵抗、或いは光学的に振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ の変位を測定する等の手法が採用できる。これによって、半導体基板 11b, 11c の裏面からも音波が入りできるようになり、マイクロフォンの指向性を改善させることができ、周囲の雑音に対して抑圧すること、左右からの入力に対して音源を特定することができるようになる。

【0033】

図 7 及び図 8 は実際の平面パターンを示す。図 7 に示す本発明の実施の形態に係る音響解析装置は、上面に凹部を備えた支持基板（図示省略）の上に構成されている。即ち、この支持基板の周辺部において、凹部を囲んで配置された固定枠 12 と、固定枠 12 に両端部を固定され、行方向及びこの行方向に直交する列方向にそれぞれ伸延し、凹部と固定枠 12 がなす空間に格子を構成するように配置された複数の配線梁 21 と、格子の窓部にそれぞれ配置され、音響入力によりそれぞれ振動し、振動子アレイを構成する複数の振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ と、複数の振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ のそれぞれと配線梁 21 とを接続する弾性梁 22 とを備えている。図 7 の水平方向（行方向）の配線梁 21 にはワード線が埋め込まれている。それぞれのワード線は、固定枠 12 の内部に形成されたワード線ドライバ（図示省略）に接続されている。又、図 7 の垂直方向（列方向）の配線梁 21 にはビット線が埋め込まれている。それぞれのビット線は、固定枠 12 の内部に形成されたビット線ドライバ（図示省略）及びセンスアンプ（図示省略）に接続されている。弾性梁 22 も、図 10 に示すようにドーパドポリシリコン膜からなる配線層が含まれている。そして、この配線梁 21 と弾性梁 22 を介して複数の振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ のそれぞれと固定枠 12 とは電氣的に接続されている。

【0034】

そして、複数の振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ のそれぞれと凹部の表面との間に印加する電圧により、複数の振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ の共振周波数を変化させ、且つ複数の振動子のそれぞれが凹部の表面となす容量の変化により複数の振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ のそれぞれの変位を検知し、この検知結果を用いて、音響入力のスเปクトル解析を行い、インテリジェント・マイクロフォンとして機能する。

【0035】

このインテリジェント・マイクロフォンにおいては、センスアンプの出力が、図 9 に示したオペアンプ 91 に入力され、このオペアンプ 91 の出力電圧が基準電圧 V_{ref} とコンパレータ 92 で比較される。したがって、固定枠 12 の内部にオペアンプ 91 及びコンパレータ 92 を集積化しても良い。

【0036】

図 7 では、配線梁 21 がなす格子の窓部にそれぞれ正方形の平面パターンの振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ が配置されているが、振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ の平面パターンは正方形に限定されるものではない。図 7 においては、それぞれの振動子 $V_{i,j-1}, V_{i,j}, V_{i,j+1}, \dots$ のパターンの四隅とこの四隅に対向する配

10

20

30

40

50

線梁 2 1 の窓の四隅のそれぞれの間にドーブドポリシリコンからなる弾性梁 2 2 で接続されている。つまり、それぞれ、4 本の弾性梁 2 2 で各振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ が配線梁 2 1 に対し懸架されている。格子状の配線梁 2 1 は配線機能と同時に弾性体としての機能も有するので、配線梁 2 1 と弾性梁 2 2 とで、図 1 に示した弾性梁 1 3 と等価な機能を実現している。即ち、配線梁 2 1 と弾性梁 2 2 との全体で図 3 及び図 4 に例示した振動モードを可能にしている。

【0037】

図 8 のパターンも図 7 のパターンと同様に、半導体基板の周辺部に設けられた固定枠 1 2 に格子状の配線梁 2 1 が設けられ、この配線梁 2 1 がなす格子の窓部にそれぞれ正方形の平面パターンの振動子 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ が配置されている。図 8 の水平方向（行方向）の配線梁 2 1 には、図 7 と同様に、ワード線が埋め込まれている。それぞれのワード線は、固定枠 1 2 の内部に形成されたワード線ドライバ（図示省略）に接続されている。又、図 8 の垂直方向（列方向）の配線梁 2 1 にはビット線が埋め込まれている。図 8 の C - C 方向から見た断面図が、図 10 であり、図 10 の配線梁 2 1 にはメタル配線からなるビット線 4 8 が示されている。それぞれのビット線は、固定枠 1 2 の内部に形成されたビット線ドライバ（図示省略）及びセンスアンプ（図示省略）に接続されている。しかし、図 8 においては、周辺部の振動子 $\dots$, $V_{i-3,j}$, $\dots$, $V_{i-2,j}$, $\dots$, $V_{i+2,j}$, $\dots$, $V_{i+3,j}$, $\dots$ のパターンの四辺とこの四辺に対向する配線梁 2 1 の窓の四辺のそれぞれの間には、折れ曲り箇所がなく直線状の第 1 弾性梁 2 2 a で接続され、中央部の振動子 $V_{i-1,j-1}$, $\dots$, $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$, $V_{i+1,j}$, $\dots$ のパターンの四辺とこの四辺に対向する配線梁 2 1 の窓の四辺のそれぞれの間には、2 箇所 90° に折れ曲った第 2 弾性梁 2 2 b で接続されている。

【0038】

第 1 弾性梁 2 2 a 及び第 2 弾性梁 2 2 b はそれぞれドーブドポリシリコンから構成され、梁の長さ方向に垂直な断面形状も同じである。材料が同一であるので、第 1 弾性梁 2 2 a 及び第 2 弾性梁 2 2 b のヤング率 E 及び密度 ρ は同じであるが、第 1 弾性梁 2 2 a 及び第 2 弾性梁 2 2 b の長さ L が異なるので、式 (2) から明らかなように、第 1 弾性梁 2 2 a 及び第 2 弾性梁 2 2 b のバネ定数 k は互いに異なる値である。第 1 弾性梁 2 2 a、第 2 弾性梁 2 2 b 及び配線梁 2 1 の全体で、図 3 及び図 4 に例示した振動モードを可能にしている。但し、図 8 に示す構造では中央部と周辺部の第 1 弾性梁 2 2 a 及び第 2 弾性梁 2 2 b のバネ定数 k が異なるように構成されているため、中央部と周辺部では共振周波数が異なる。マイクロフォンの感度を変化させることができ、周波数帯域（ダイナミックレンジ）を広げることが可能となっている。

【0039】

図 8 の C - C 方向から見た断面図である図 10 においては、第 2 弾性梁 2 2 b 中にドーブドポリシリコン 4 6 が示されている。このドーブドポリシリコン 4 6 は、図 10 の配線梁 2 1 において、メタル配線（ビット線）4 8 の下層の配線としても存在する。図 10 の断面図には現れていないが、紙面の奥の配線梁 2 1 の内部でコンタクトホールを介して、上層のメタル配線（ビット線）4 8 と下層のドーブドポリシリコン配線 4 6 とは互いに接続されている。このため、ドーブドポリシリコン 4 6 からなる配線は、それぞれの振動子 $\dots$, $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$, $\dots$ が検出した容量値を電圧信号として、メタル配線（ビット線）4 8 に伝達することができる。

【0040】

図 8 の C - C 方向から見た断面図である図 11 及び図 12 を用いて、図 10 に示す本発明の実施の形態に係る音響解析装置の製造方法を示す。なお、以下に述べる音響解析装置の製造方法は、一例であり、この変形例を含めて、これ以外の種々の製造方法により、実現可能であることは勿論である。

【0041】

(イ) まず、図 11 (a) に示すように、単結晶 Si からなる半導体基板 1 1 上に埋め込

10

20

30

40

50

み絶縁膜 4 2、単結晶 Si 層からなる半導体層 (SOI 層) 4 3 が順次積層された、いわゆる SOI 基板を準備する。半導体基板 1 1 は、比抵抗 $0.01 \Omega \cdot \text{cm} \sim 0.02 \Omega \cdot \text{cm}$ の低比抵抗の Si 基板が好ましい。

【0042】

(ロ) 次に、フォトリソグラフィー等の技術を用いて、図 8 に示す配線梁 2 1、第 1 弾性梁 2 2 a 及び第 2 弾性梁 2 2 b の形成予定領域の半導体層 (SOI 層) 4 3 を、例えば RIE 等の技術により選択的にエッチング除去し、溝部を形成する。この溝部に酸化膜 4 4 を CVD 法等の技術により埋め込み、化学的機械研磨 (CMP) 法等の技術で図 1 1 (b) に示すように平坦化する。

【0043】

(ハ) 更に、半導体層 (SOI 層) 4 3 の表面に CVD 法により、厚さ $50 \text{ nm} \sim 100 \text{ nm}$ の第 1 層間絶縁膜 4 5 を形成する。次に、第 1 層間絶縁膜 4 5 の上の全面に CVD 法によりポリシリコン膜 4 6 を $300 \text{ nm} \sim 600 \text{ nm}$ 程度、例えば 400 nm 堆積する。次にフォトレジスト膜 (以下において、単に「フォトレジスト」という。) をポリシリコン膜 4 6 の表面にスピン塗布する。そして、フォトリソグラフィー技術により、フォトレジストをパターニングする。そして、このフォトレジストをマスクとして、RIE 法等によりポリシリコン膜 4 6 を図 1 1 (c) に示すようにエッチングする。そして、パターニングしたポリシリコン膜 4 6 にヒ素イオン ($^{75}\text{As}^+$)、リンイオン ($^{31}\text{P}^+$) 或いは硼素イオン ($^{11}\text{B}^+$) 等の不純物イオンをドーズ量 10^{15} cm^{-2} のオーダーでイオン注入する。初めからこれらの不純物を添加したドーパドポリシリコン膜 4 6 を第 1 層間絶縁膜 4 5 の上に堆積した後、図 1 1 (c) に示すようにエッチングしてパターニングしても良い。

【0044】

(ニ) 次に図 1 2 に示すように、ポリシリコン膜 4 6 の表面に CVD 法を用いて、第 2 層間絶縁膜 4 7 としてノンドープ酸化膜 (NSG)、PSG 膜、BSG 膜、BPSG 膜等の酸化膜を厚さ $0.5 \mu\text{m} \sim 1.0 \mu\text{m}$ 程度に形成する。そして、配線梁 2 1 形成予定のパターンの一部に、ポリシリコン膜 4 6 の一部を露出するコンタクトホールを開口する。コンタクトホールの開口は、フォトリソグラフィー技術と RIE 法等によれば良い。そして、この第 2 層間絶縁膜 4 7 の上に、スパッタリング法又は電子ビーム真空蒸着法等によりチタン (Ti)、タングステン (W) 等からなる金属膜を堆積する。金属膜は、配線梁 2 1 形成予定のパターンの一部に開口されたコンタクトホールの内部にも埋め込まれる。その後、フォトリソグラフィー技術等を用いたメタライゼーション技術により、金属膜をパターニングすれば、図 1 2 (a) に示すようなメタル配線 4 8 が形成される。メタル配線 4 8 は、図 7 及び図 8 に示した配線梁 2 1 に埋め込まれるワード線及びビット線を構成するが、メタル配線 4 8 とこの下層のポリシリコン膜 4 6 の配線とは、コンタクトホールを介して接続される。更に、メタル配線 4 8 及び第 2 層間絶縁膜 4 7 の上に、CVD 法を用いて厚さ $1.0 \mu\text{m}$ 程度のパッシベーション膜 4 9 を形成する。パッシベーション膜 4 9 としては、PSG 膜、BSG 膜、BPSG 膜、若しくは窒化膜、或いはこれらの複合膜等を使用しても良い。そして、CMP 法等を用いて図 1 2 (a) に示すように平坦化する。

【0045】

(ホ) 更に、フォトリソグラフィー技術及び RIE 法若しくは ECR イオンエッチング法等で溝部 5 1 を形成し、図 1 2 (b) に示すように、配線梁 2 1、第 1 弾性梁 2 2 a 及び第 2 弾性梁 2 2 b を分離する。

【0046】

(ヘ) その後、このエッチングで露出した半導体基板 1 1 の表面の一部を、引き続き、単結晶 Si の異方性エッチャント、例えばテトラメチルアンモニウムハイドロオキシド (TMAH) 等の薬液を用いて、異方性エッチングを行えば、図 1 0 に示すような各振動子 $V_{i,j-1}$ 、 $V_{i,j}$ 、 $V_{i,j+1}$ 、 $\dots$ が配線梁 2 1 に対し懸架された構造ができる。更に、半導体基板 1 1 の裏面に CVD 法で酸化膜を堆積し、フォトリソグラフィー技術を用いてドライ又はウエットで酸化膜をエッチングした後、この酸化膜をマスクとして、TM

10

20

30

40

50

AHなどで半導体基板11を異方性エッチングすることで裏面溝52が形成され、図10に示した本発明の実施の形態に係る音響解析装置が完成する。

【0047】

(その他の実施の形態)

上記のように、本発明は上記の実施の形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。

【0048】

例えば、図7で説明した実施の形態の説明においては、配線梁21が弾性体として機能し、配線梁21と弾性梁22との全体で図3及び図4に例示した振動モードを可能にする場合を説明したが、行方向の配線梁21の剛性を強くし、固定梁として機能させても良い。この場合、行方向に各振動子 $V_{i,j-1}$ 、 $V_{i,j}$ 、 $V_{i,j+1}$ 、 $\dots$ が弾性梁を介して相互に結合し、これにより振動子チェーン(振動子鎖)を構成し、各行毎に異なる共振周波数の振動子チェーンになるように弾性梁22のパネ定数若しくは、振動子の質量を異なるようにすれば、極めて広帯域の音響解析装置が提供できる。

【0049】

又、半導体基板11a、11b、11cを、低比抵抗のSi基板とし、それぞれのコンデンサ $C_{i,j-1}$ 、 $C_{i,j}$ 、 $C_{i,j+1}$ 、 $\dots$ に共通の電極となる例を示したが、半導体基板11a、11b、11c側に、各行に独立したメタル配線等の配線層を設け、各行毎に異なる電位を与え、各行をそれぞれ独立に共振周波数を制御可能なようにして、共振周波数制御手段を構成し、音響解析装置に学習可能な機能を付与させても良い。

【0050】

或いは、列方向の配線梁21の剛性を強くし、固定梁として機能させ、列方向に各振動子 $V_{i,j-1}$ 、 $V_{i,j}$ 、 $V_{i,j+1}$ 、 $\dots$ が弾性梁を介して相互に結合し、これにより振動子チェーンを構成し、各列毎に異なる共振周波数の振動子チェーンになるように弾性梁22のパネ定数若しくは、振動子の質量を異なるようにしても良い。更に、半導体基板11a、11b、11c側に、各列に独立した配線層を設け、各列毎に異なる電位を与え、各列をそれぞれ独立に共振周波数を制御可能なように共振周波数制御手段を構成しても良い。

【0051】

更に、行方向及び列方向の配線梁21をともに固定梁として機能させ、各振動子 $V_{i,j-1}$ 、 $V_{i,j}$ 、 $V_{i,j+1}$ 、 $\dots$ を独立に振動させる振動モードも可能である。そして、2次元マトリクスとして配列された個々の振動子 $V_{i,j-1}$ 、 $V_{i,j}$ 、 $V_{i,j+1}$ 、 $\dots$ の共振周波数をすべて異なるようにし、或いは、個々の振動子 $V_{i,j-1}$ 、 $V_{i,j}$ 、 $V_{i,j+1}$ 、 $\dots$ の共振周波数をすべて独立に制御するように共振周波数制御手段を構成し、振動させても良い。

【0052】

このように、本発明はここでは記載していない様々な実施の形態等を含むことは勿論である。したがって、本発明の技術的範囲は上記の説明から妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ定められるものである。

【0053】

【発明の効果】

本発明によれば、音響入力に対してそれぞれの振動子の振幅及び位相情報が得られ、周波数毎の振幅が解析でき、ノイズの除去が容易になる。この結果、音声入力の場合は、特定の話者に応じたスペクトルが得られて、音声認識率が改善された音響解析装置を提供できる。

【0054】

更に、本発明によれば、ノイズのある場所においても、特別な学習をさせることなく、不特定多数の会話を認識できる音響解析装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【図 1】本発明の実施の形態に係る音響解析装置の振動子アレイの模式的な平面パターンである。

【図 2】図 1 の A - A 方向から見た模式的断面図である。

【図 3】基本波モード（基本周波数 f_1 ）における本発明の実施の形態に係る音響解析装置の振動子アレイの振動モードを示す模式的断面図である。

【図 4】第 2 高調波（周波数 f_2 ）における本発明の実施の形態に係る音響解析装置の振動子アレイの振動モードを示す模式的断面図である。

【図 5】本発明の実施の形態の変形例に係る音響解析装置の振動子アレイの模式的断面図である。

【図 6】本発明の実施の形態の他の変形例に係る音響解析装置の振動子アレイの模式的断面図である。 10

【図 7】本発明の実施の形態に係る音響解析装置の振動子アレイの具体的構造を示す平面パターンである。

【図 8】本発明の実施の形態に係る音響解析装置の振動子アレイの他の具体的構造を示す平面パターンである。

【図 9】本発明の実施の形態に係る音響解析装置の検出回路の一例を示す回路図である。

【図 10】本発明の実施の形態の変形例に係る音響解析装置の振動子アレイの具体的な断面図である。

【図 11】図 10 に示した振動子アレイの製造方法を説明する工程断面図である（その 1） 20

【図 12】図 10 に示した振動子アレイの製造方法を説明する工程断面図である（その 2）。

【図 13】従来の音声認識方法を説明するフローチャートである。

【図 14】従来の音声分析システムを説明するブロック図である。

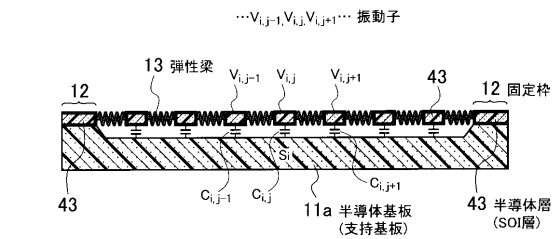
【図 15】従来の周波数分析用メカニカル・フィルタの構造を説明する平面図である。

【符号の説明】

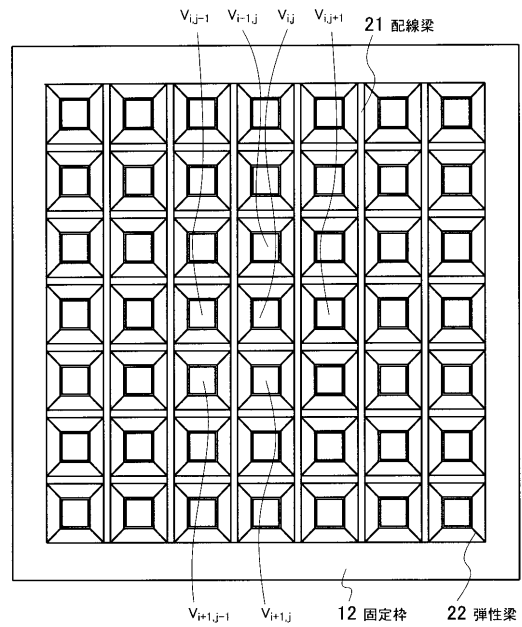
1 1 , 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c ... 半導体基板
 1 2 ... 固定枠
 1 3 , 2 2 ... 弾性梁
 2 1 ... 配線梁 30
 2 2 a ... 第 1 弾性梁
 2 2 b ... 第 2 弾性梁
 4 2 ... 絶縁膜
 4 3 ... 半導体層
 4 4 ... 酸化膜
 4 5 ... 第 1 層間絶縁膜
 4 6 ... ポリシリコン膜（ドーパドポリシリコン膜）
 4 7 ... 第 2 層間絶縁膜
 4 8 ... メタル配線
 4 9 ... パッシベーション膜 40
 5 1 ... 溝部
 5 2 ... 裏面溝
 9 1 ... オペアンプ
 9 2 ... コンパレータ
 1 0 1 ... S i 基板
 1 0 4 ... 標準パターン
 1 1 1 ... 終端
 1 1 2 ... ダイアフラム
 1 1 5 ... 横梁
 2 0 1 ... マイクロフォン 50

2 0 3 ... コンバータ
2 0 4 ... F F T 装置
 C_0 ... 可変容量コンデンサ
 C_1 ... コンデンサ
 V_{bias} ... 電源電圧
 $V_{i,j-1}$, $V_{i,j}$, $V_{i,j+1}$
 V_{ref} ... 基準電圧

【圖 2】



【 図 7 】

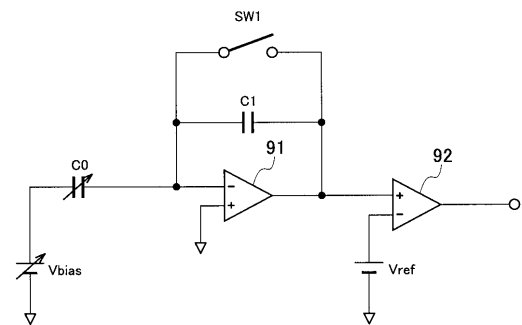


$\cdots V_{ij-1}, V_{ij}, V_{ij+1} \cdots$ 振動子

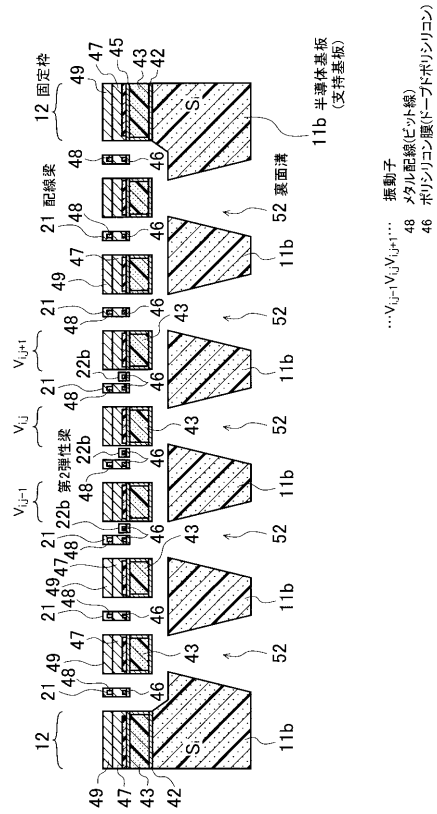


The diagram shows a two-stage amplifier circuit. The first stage is an inverting amplifier with input capacitor $C0$ and feedback capacitor $C1$. A switch $SW1$ is connected in parallel with $C1$. The output of the first stage is connected to the non-inverting input of the second stage, which is a non-inverting amplifier with reference voltage V_{ref} . The output of the second stage is labeled 92.

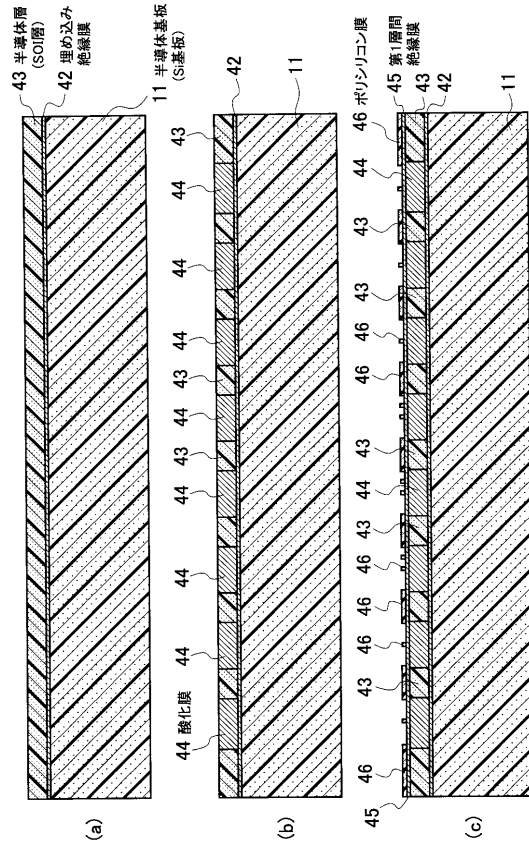
【圖 9】



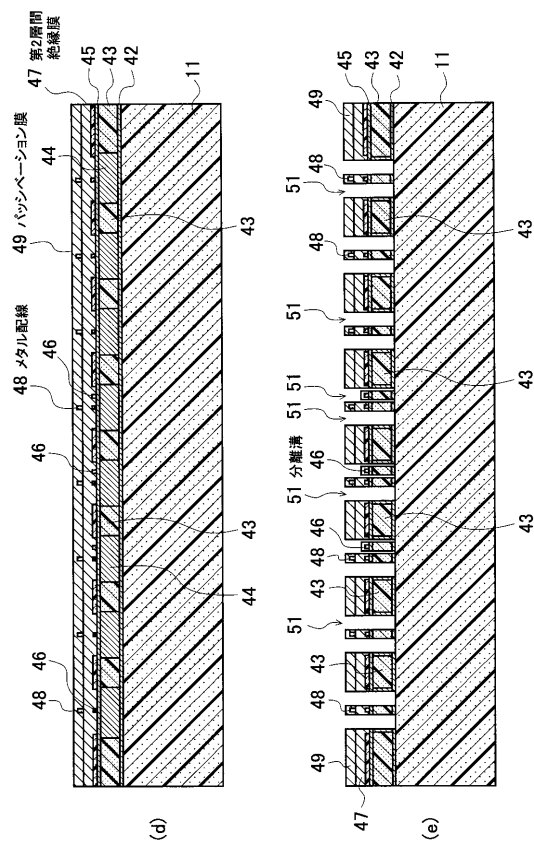
【図 10】



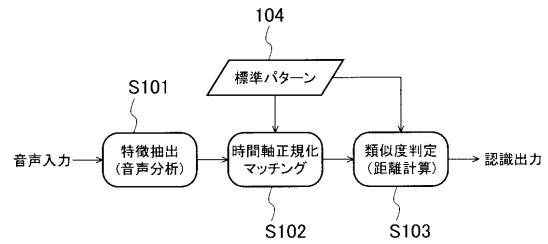
【図 11】



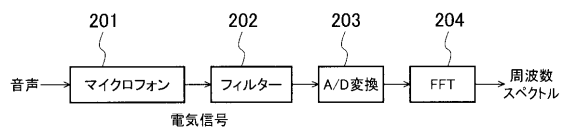
【図 12】



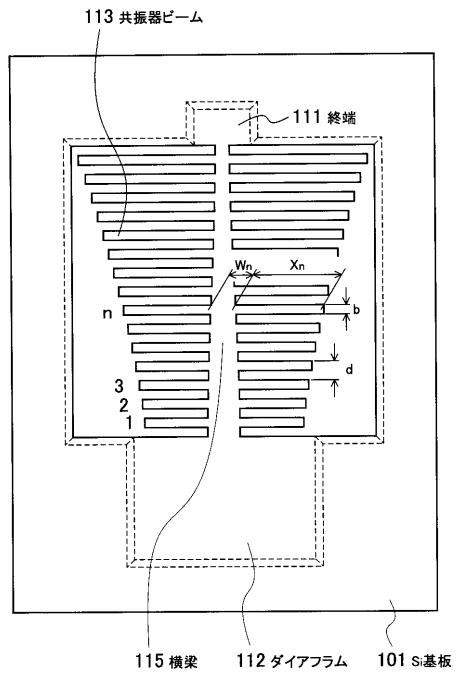
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

- (74)代理人 100098327
弁理士 高松 俊雄
- (72)発明者 舟木 英之
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内
- (72)発明者 小野 富男
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内
- (72)発明者 鈴木 和拓
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内
- (72)発明者 重中 圭太郎
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内
- (72)発明者 酒井 忠司
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内
- (72)発明者 成瀬 雄二郎
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内
- (72)発明者 飯田 義典
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内
- (72)発明者 藤原 郁夫
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内

審査官 秋田 将行

- (56)参考文献 特表平11-502088(JP,A)
米国特許第5938612(US,A)
特開2000-131134(JP,A)
特開2000-205940(JP,A)
特開平04-158226(JP,A)
特開平11-103496(JP,A)
特開2005-51687(JP,A)
米国特許第5329496(US,A)
国際公開第01/044765(WO,A1)
S. Calmes, C.H. Cheng, F.L. Degertekin, X.C. Jin, S. Ergun, B.T. Khuri-Yakub, Highly integrated 2-D capacitive micromachined ultrasonic transducers, 1999 IEEE Ultrasonics Symposium, 1999年10月20日, Volume 2, pp.1163-1166
山下馨、チャンソムプー ラバサミサイ、村上英之、奥山雅則, 圧電薄膜を用いた超音波マイクロアレイセンサと共振周波数チューニング, 電子情報通信学会技術研究報告, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2003年6月27日, Vol.103 No.168, pp.47-52
A.S. Ergun, B. Temelkuran, E. Ozbay, A. Atalar, A New Detection Method for Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducers, IEEE 'TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, FERROELECTRICS, AND FREQUENCY CONTROL, 2001年7月, VOL. 48, Issue 4, pp.932-942

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01H 11/00-17/00