

(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2007-208548

(P2007-208548A)

(43) 公開日 平成19年8月16日(2007.8.16)

| (51) Int. Cl.                 |       |           | F I    |       |       | テーマコード (参考) |  |  |
|-------------------------------|-------|-----------|--------|-------|-------|-------------|--|--|
| HO 4 R                        | 19/04 | (2006.01) | HO 4 R | 19/04 |       | 2 G O 6 4   |  |  |
| HO 1 L                        | 29/84 | (2006.01) | HO 1 L | 29/84 | Z     | 4 M 1 1 2   |  |  |
| HO 4 R                        | 31/00 | (2006.01) | HO 4 R | 31/00 | C     | 5 D O 1 9   |  |  |
| HO 4 R                        | 19/00 | (2006.01) | HO 4 R | 19/00 | 3 3 O | 5 D O 2 1   |  |  |
| GO 1 H                        | 11/06 | (2006.01) | GO 1 H | 11/06 |       |             |  |  |
| 審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁) |       |           |        |       |       |             |  |  |

(21) 出願番号 特願2006-23757 (P2006-23757)  
 (22) 出願日 平成18年1月31日 (2006.1.31)

(71) 出願人 000005832  
 松下電工株式会社  
 大阪府門真市大字門真1048番地  
 (74) 代理人 100084375  
 弁理士 板谷 康夫  
 (74) 代理人 100121692  
 弁理士 田口 勝美  
 (74) 代理人 100125221  
 弁理士 水田 慎一  
 (72) 発明者 河田 裕志  
 大阪府門真市大字門真1048番地 松下  
 電工株式会社内  
 (72) 発明者 吉田 岳司  
 大阪府門真市大字門真1048番地 松下  
 電工株式会社内

最終頁に続く

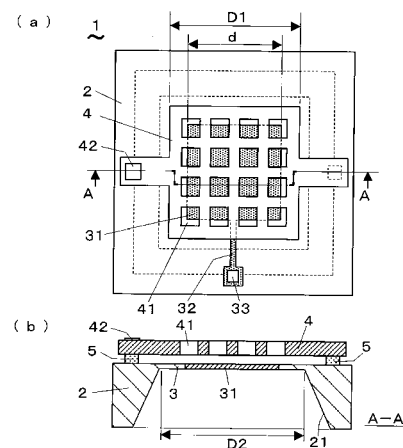
(54) 【発明の名称】 音響センサ

(57) 【要約】

【課題】 静電容量型の音響センサにおいて、容易な製造方法により寄生容量を低減し、小型化、耐ノイズ性の向上、高感度化、及び低コスト化を実現する。

【解決手段】 音響センサ1は、シリコン基板2に形成され音響によって振動する振動板3と、振動板3に対向するバックプレート4とを有し、両者間の容量変化を検出することによって音響を検出するセンサであって、振動板3は、その振動板3及びバックプレート4のいずれよりも小さい範囲に、バックプレート4との間の容量を形成するための対向電極となる導体部31を備え、導体部31は振動板3に不純物をドーピングすることにより形成されている。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

シリコン基板に形成され音響によって振動する振動板と、前記振動板に対向するバックプレートとを有し、前記両者間の容量変化を検出することによって前記音響を検出する音響センサにおいて、

前記振動板は当該振動板よりも小さい範囲に前記バックプレートとの間の前記容量を形成するための対向電極となる導体部を備え、前記導体部は前記振動板に不純物をドーピングすることにより形成されていることを特徴とする音響センサ。

## 【請求項 2】

シリコン基板に形成され音響によって振動する振動板と、前記振動板に対向するバックプレートとを有し、前記両者間の容量変化を検出することによって前記音響を検出する音響センサにおいて、 10

前記振動板は前記バックプレートよりも小さい範囲に前記バックプレートとの間の前記容量を形成するための対向電極となる導体部を備え、前記導体部は前記振動板に不純物をドーピングすることにより形成されていることを特徴とする音響センサ。

## 【請求項 3】

前記不純物はボロン又はリンであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の音響センサ。

## 【請求項 4】

前記シリコン基板は S O I 基板であることを特徴とする請求項 3 に記載の音響センサ。 20

## 【請求項 5】

前記振動板はポリシリコンであることを特徴とする請求項 3 に記載の音響センサ。

## 【請求項 6】

前記振動板はその一方の面の周囲を酸化膜で支持されていることを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 に記載の音響センサ。

## 【請求項 7】

前記振動板を支持する酸化膜は、その支持部における当該振動板の振動を妨げない幅に形成されていることを特徴とする請求項 6 に記載の音響センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

30

## 【0001】

本発明は、空気等を媒体として伝わる可聴音や超音波などの音響を検知する静電容量型の音響センサに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から、対向電極型のコンデンサ、例えば、平行平板コンデンサの一方の電極を音響によって振動させ、音響圧力の変化をコンデンサの静電容量の電気的变化に変換して音響検出を行う音響センサが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

## 【0003】

このような静電容量型の音響センサは、例えば、シリコン半導体などの基板、基板の一部を薄膜化して形成した振動板、基板上に形成した 1 つ以上の接続部、接続部を用いて振動板と一定の狭い隙間を設けて相対するように形成され複数の微小な貫通孔（音響孔、アコースティックホール）を有するバックプレート、及び、コンデンサを形成する振動板とバックプレートのそれぞれに接続して電気信号を取り出す接続パッドを構成要素としている。 40

## 【0004】

振動板とバックプレートは、それぞれの少なくとも一部は導体であって、平行平板コンデンサを形成する対向電極を構成する。接続部は、振動板の振動を妨げないように振動板とバックプレートの周辺において両者を一体化する。このような音響センサは、音響を電気信号に変換する他に、電気信号を音響に変換することもでき、いわゆる、双方向の音響 50

電気トランスデューサとして機能する。

【0005】

また、携帯機器や補聴器などには、小型かつ高精度な静電容量型の音響センサが用いられるが、小型化に伴い、一方で、音響検出のための静電容量を1 pFレベル程度まで低くせざるを得ずS/N比が低下し、他方で、振動板、バックプレート、及び基板などの相互の距離が近接して寄生容量が発生する。この寄生容量は、音響センサ全体の容量を増大させることになり、信号検出に寄与しない背景容量又はバックグラウンドとなる。従って、寄生容量は、振動板とバックプレートとの間で生じる微小な容量変化成分（信号成分）の全体容量に対する割合を押し下げる。その結果、寄生容量によって、音響検出の感度が低下する。

10

【0006】

そこで、バックプレートの面積を振動板の面積より小さくなるように加工して寄生容量を少なくするものが知られている（例えば、特許文献2参照）。また、振動板上の必要部分にのみ対向電極となる金属膜を形成するものが知られている（例えば、特許文献3参照）。

【特許文献1】特開平6-217396号公報

【特許文献2】特公平4-081868号公報

【特許文献3】特開平7-050899号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0007】

しかしながら、上述した特許文献2に示されるような音響センサにおいては、振動板の四隅から延設した腕によって振動板を保持しており、その腕の部分に発生する寄生容量を低減できないという問題がある。また、上述した特許文献3に示されるような音響センサにおいては、音響センサの構造やその製造方法が複雑になるという問題がある。

【0008】

本発明は、上記課題を解消するものであって、容易な製造方法により寄生容量を低減し、小型化、耐ノイズ性の向上、高感度化、及び低コスト化を実現した静電容量型の音響センサ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】

30

【0009】

上記課題を達成するために、請求項1の発明は、シリコン基板に形成され音響によって振動する振動板と、前記振動板に対向するバックプレートとを有し、前記両者間の容量変化を検出することによって前記音響を検出する音響センサにおいて、前記振動板は当該振動板よりも小さい範囲にバックプレートとの間の前記容量を形成するための対向電極となる導体部を備え、導体部は前記振動板に不純物をドーピングすることにより形成されているものである。

【0010】

請求項2の発明は、シリコン基板に形成され音響によって振動する振動板と、前記振動板に対向するバックプレートとを有し、前記両者間の容量変化を検出することによって前記音響を検出する音響センサにおいて、前記振動板は前記バックプレートよりも小さい範囲にバックプレートとの間の前記容量を形成するための対向電極となる導体部を備え、導体部は前記振動板に不純物をドーピングすることにより形成されているものである。

40

【0011】

請求項3の発明は、請求項1又は請求項2に記載の音響センサにおいて、前記不純物はボロン又はリンである。

【0012】

請求項4の発明は、請求項3に記載の音響センサにおいて、前記シリコン基板はSOI基板である。

【0013】

50

請求項 5 の発明は、請求項 3 に記載の音響センサにおいて、前記振動板はポリシリコンである。

【0014】

請求項 6 の発明は、請求項 4 又は請求項 5 に記載の音響センサにおいて、前記振動板はその一方の面の周囲を酸化膜で支持されているものである。

【0015】

請求項 7 の発明は、請求項 6 に記載の音響センサにおいて、前記振動板を支持する酸化膜は、その支持部における当該振動板の振動を妨げない幅に形成されているものである。

【発明の効果】

【0016】

請求項 1 の発明によれば、振動板の全面ではなく振動板よりも小さい範囲となる一部分に対向電極となる導体部を備えるので、音響センサとして必要な最小限の容量を確保して、寄生容量の発生を抑えることができ、従って、小型化、耐ノイズ性の向上、高感度化を実現できる。また、対向電極となる導体部を、シリコン基板から成る振動板に不純物を、熟成された技術であるドーピングによって形成するので、製造が容易であり低コスト化を実現できる。

【0017】

請求項 2 の発明によれば、振動板の全面ではなくバックプレートよりも小さい範囲となる一部分に対向電極となる導体部を備えるので、音響センサとして必要な最小限の容量を確保して、寄生容量の発生を抑えることができ、従って、小型化、耐ノイズ性の向上、高感度化を実現できる。また、対向電極となる導体部を、シリコン基板から成る振動板に不純物を、熟成された技術であるドーピング技術によって形成するので、製造が容易であり低コスト化を実現できる。

【0018】

請求項 3 の発明によれば、ボロン（元素記号 B）やリン（元素記号 P）のドーピングは半導体プロセスとの相性が良く、かつ所望の導電性を得ることができる熟成された周知の技術であるので、製造が容易であり、品質歩留まりなどの点で低コスト化を実現できる。

【0019】

請求項 4 の発明によれば、例えば、シリコン／シリコン酸化膜／シリコンという構造の SOI 基板を用いて、酸化膜上の厚さ精度の良いシリコンによって、所定厚さの振動板を容易に形成でき、低コスト化を実現できる。また、シリコン酸化膜をエッチングストップとして用いることができるので、振動板の形成が容易である。

【0020】

請求項 5 の発明によれば、シリコンやシリコン酸化膜の上に、化学蒸着（CVD）などの成膜方法を用いて所望の膜厚のポリシリコン層を容易に形成できるので、振動板の厚さを精度良くコントロールでき、製品特性を安定化でき、低コスト化が図れる。

【0021】

請求項 6 の発明によれば、振動板をより効果的に電氣的絶縁して保持できるので、寄生容量やノイズをより低減できる。

【0022】

請求項 7 の発明によれば、振動板を弾性ヒンジ的に支持する構造を実現でき、振動板の振動自由度を増大させることができるので、より大きな容量変化が得られて高感度化を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の一実施形態に係る静電容量型の音響センサについて、図面を参照して説明する。

【0024】

（第 1 の実施形態）

図 1（a）（b）は本発明の第 1 の実施形態に係る静電容量型の音響センサ 1 を示し、

10

20

30

40

50

図 2 (a) (b) はバックプレート 4 を除いた状態の音響センサ 1 を示し、図 3、図 4 は音響センサ 1 の外観を示す。本実施形態の音響センサ 1 は、シリコン基板 2 に形成され音響によって振動する振動板 3 と、振動板 3 に対向するバックプレート 4 とを有し、両者間の静電容量の変化を検出することによって音響を検出するセンサであって、振動板 3 は、その振動板 3 及びバックプレート 4 のいずれよりも小さい範囲に、バックプレート 4 との間の容量を形成するための対向電極となる導体部 3 1 を備え、導体部 3 1 は高抵抗の振動板 3 に不純物をドーピングすることにより低抵抗化して形成されている。

#### 【0025】

次に、音響センサ 1 の各構成要素を説明する。なお、音響センサ 1 の製造工程については後述する (図 5)。シリコン基板 2 (基板 2 と略す) は、平面視において略四角形状の枠体 (フレーム) に凹部 2 1 と振動板とが形成されたものであり、枠体が音響センサ 1 の形を保持し、凹部 2 1 が音響を振動板 3 に導く。凹部 2 1 の底面が振動板 3 となっている。すなわち、振動板 3 の一面を凹部 2 1 に臨ませて振動板 3 の周囲を基板 2 が保持した構造になっている。凹部 2 1 に臨む振動板 3 が凹部 2 1 の開口側から伝播する音響によって振動する。

#### 【0026】

凹部 2 1 は、例えば、シリコンウエハを半導体プロセスによりエッチング加工して形成される。本実施形態の凹部 2 1 は、四角錐台の形状をしており、シリコンの結晶異方性を利用したエッチングで形成される。また、結晶異方性を利用しない場合、例えば、ドライプロセス等の加工方法を用いる場合、凹部 2 1 の形状は、四角とは限らず、円形のマスク形状によって円形とするなど、所望の形状とすることができる。基板 2 は、材料がシリコンであり、外形大きさは 1 mm ~ 2 mm 角程度、厚さは 0.5 mm 程度である。

#### 【0027】

振動板 3 は、外部から到達する音響の有する微小な音圧変化によって振動する部材であり、かつ、バックプレート 4 と共に平行板コンデンサを形成する部材である。振動板 3 は、平面視において一辺が約 1.0 mm 程度の略四角形状をなし、断面視において基板 2 の枠体に比べ厚さが十分薄く、外部から到達する音響の有する微小な音圧変化によって振動するように、例えば、1 ~ 2  $\mu\text{m}$  程度に形成されている。振動板 3 を形成する基板 2 は、例えば、抵抗率が  $1 \times 10^{+3} (\Omega \cdot \text{cm})$  以上の高抵抗のシリコン基板である。このような高抵抗材から形成した振動板 3 は、その中央部を導体化され、平行板コンデンサの対向電極となる導体部 3 1 が形成される。

#### 【0028】

上述の導体部 3 1 は、振動板 3 の中央部約 0.5 mm 程度の略四角形の領域を、例えばリン等の不純物元素を半導体拡散プロセスによりドーピングすることで導体化されている。導体部 3 1 の抵抗率は、 $1 \times 10^{-3} (\Omega \cdot \text{cm})$  以下が望ましい。これにより高抵抗の半導体基板との抵抗率の違いが  $10^6$  倍以上となり、効果的に導体部 3 1 の領域を限定できる。

#### 【0029】

また、上述の導体部 3 1 は、その特徴的寸法  $d$  が、バックプレート 4 の特徴的寸法  $D_1$  や振動板 3 の特徴的寸法  $D_2$  よりも小さい寸法 ( $d < D_1$ ,  $d < D_2$ ) となるように、形成されている。

#### 【0030】

振動板 3 側のコンデンサ電極、すなわち導体部 3 1、から電気信号を外部に出力するため、導体部 3 1 から延設したドーピング部による回路 3 2 と、回路 3 2 の終端部に配置した接続パッド 3 3 が形成されている。接続パッド 3 3 は、例えば、音響センサを実装基板 PCB に実装する際に、ワイヤ W によるボンディング用パッドとして用いられる。

#### 【0031】

バックプレート 4 は、その主要部分が平面視において略四角形状であり、導電性を有する材料によって形成され、音響によって振動する振動板 3、すなわち振動電極、に対する固定電極となっており、振動板 3 と共に平行板コンデンサを形成して音響による音圧変化

10

20

30

40

50

を容量の変化として検出可能とする。また、バックプレート 4 は、その周辺部から空気が自在に流入又は流出するように、さらに、寄生容量の発生を抑えるように、最小限の外形寸法とされている。

#### 【0032】

また、バックプレート 4 は、空気圧を受けて振動しないように、さらに、振動板 3 が音響に応じて遅滞なく自在に振動するように、振動板 3 とバックプレート 4 の間の空気を逃がして空気抵抗を減らす空気流通用の貫通孔、いわゆるアコースティックホール 41 を複数備えている。アコースティックホール 41 は、一辺が  $10\text{ }\mu\text{m}$  程度の略四角形をしており、エッチング等の半導体プロセスにより形成される。アコースティックホール 41 は、音圧に対して振動板 3 を自由に変位可能とする。さらに、アコースティックホール 41 の形状や個数を適切に設計することにより、振動板 3 の過度な共振を抑制し、広帯域かつフラットな感度特性を有する音響センサ 1 を実現できる。

#### 【0033】

バックプレート 4 の材料は、例えば CVD 等の方法で成膜したポリシリコンであり、高抵抗のポリシリコンに導電性を付与するために不純物のドーピングが行われる。また、バックプレート 4 から電気信号を取り出すために、ワイヤーボンディングなどに用いる接続パッド 42 が設けられている。

#### 【0034】

また、バックプレート 4 は、1 つ以上の絶縁性のある接続部 5 を介して基板 2 上に構成されている。この接続部 5 は、振動板 3 とバックプレート 4 の間にあって、両者を電気絶縁した状態で一定の距離に保つものである。接続部 5 の材料は、例えば、半導体プロセスでは、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜などを用いることができる。バックプレート 4 と振動板 3 とは、接続部 5 の高さによって隙間が調整される。その隙間は、例えば、音響センサ 1 の特性設計に応じて  $1\sim 10\text{ }\mu\text{m}$  以下程度とされる。接続部 5 は、本実施形態では、隙間から外部に出入りする空気の流通を妨げないように、最少の 2 ヶ所とされている。

#### 【0035】

上述の、基板 2 に形成した、振動板 3、導体部 31、接続部 5、及びバックプレート 4 などの構造は、半導体プロセスによって、薄膜の積層、高抵抗体の低抵抗体化（導体化）、エッチングによる形状形成などの工程を経て形成され、最終の 3 次元形状の音響センサ 1 とされる。

#### 【0036】

次に、図 5 (a) ~ (g) を参照して、第 1 の実施形態の音響センサ 1 の製造工程を説明する。この第 1 の実施形態の音響センサ 1 は、図 5 (a) ~ (d) に示す成膜工程と、その後の、図 5 (e) ~ (g) に示すエッチング工程の、大略 2 段階で製造される。なお、音響センサ 1 は、一枚の広いシリコン基板に多数個が一括して製造され、最後にシリコン基板のダイシングによって個片化されて多数の音響センサ 1 が得られる、いわゆる多数個取りの製造方法によって製造される。

#### 【0037】

まず、図 5 (a) (b) に示すように、シリコン基板 2 の導体部 31 となる領域に、不純物をドーピングして、その領域が導体化される。上述のように、シリコンからなる基板 2 は、抵抗率が  $1\times 10^{+3}\text{ }(\Omega\cdot\text{cm})$  以上の高抵抗であり、ドーピングによって導体化された導体部 31 は、抵抗率が  $1\times 10^{-3}\text{ }(\Omega\cdot\text{cm})$  以下となる。ドーピングには、例えば、ボロン（元素記号 B）やリン（元素記号 P）を不純物として用いることができる。

#### 【0038】

次に、図 5 (c) (d) に示すように、導体部 31 の領域を含む基板 2 の全面に、シリコン酸化膜 50 を CVD 等の方法で形成し、その上に、バックプレート 4 形成用のポリシリコン層 40 を形成し、ポリシリコン層 40 をドーピングにより導体化する。シリコン酸化膜 50 は、一部は接続部 5 として残されるが、大部分は、上層のポリシリコン層 40（バックプレート 4）を立体的に形成するためにエッチングによって除去される、いわゆる

犠牲層である。

【0039】

上述の導体化されたポリシリコン層40は、図5(e)に示すように、不要なポリシリコン部をエッチングによって除去され、貫通孔であるアコースティックホール41の形成と外形形状の形成とがなされて、バックプレート4が形成される。このバックプレート4は、全体が導電体であり、音響を検出するコンデンサの一方の電極となる。

【0040】

次に、図5(f)に示すように、基板2の下側面にエッチングによって凹部21が形成される。このエッチングによって、基板2の上面である凹部21の底面が、振動板3として形成される。

10

【0041】

次に、図5(g)に示すように、フッ酸等の水溶液を用いてシリコン酸化膜50を等方的にエッチングすることにより、バックプレート4と振動板3との間に所定の隙間を確保する共に、接続部5を残す3次元構造が形成される(いわゆる犠牲層エッチング)。等方性エッチングでは、水溶液に接している被エッチング部のエッチングが略一様に進行する。そこで、アコースティックホール41の貫通孔は、バックプレート4の下層のシリコン酸化膜50(犠牲層)をエッチング除去する際のエッチング液供給孔として機能する。この犠牲層エッチングの後、接続パッド42等の形成やダイシングによる個片化などの後処理が行われて、音響センサ1が完成する。

【0042】

20

上述のように、第1の実施形態の音響センサ1によれば、振動板3の全面ではなく振動板3よりも小さい範囲であって、また、バックプレート4よりも小さい範囲である一部分に対向電極となる導体部31を備えるので、音響センサ1として必要な最小限の容量を確保して、寄生容量の発生を抑えて全体の静電容量を小さく抑えることができ、従って、小型化、耐ノイズ性の向上、高感度化を実現できる。また、振動板3の中央部は、通常、バックプレート4の面に対して振動面が平行な状態を保って変位するので、また、最大振幅部位であるので、導体部31の形成場所を振動板3の中央部とすることにより、高感度化を図ることができる。

【0043】

また、対向電極となる導体部31を、シリコン基板2から成る振動板3にボロン(元素記号B)やリン(元素記号P)などの不純物をドーピングして形成する手法は、半導体プロセスとの相性が良く、かつ所望の領域に所望の導電性を容易に得ることができる熟成された周知の技術であるので、音響センサ1の製造が容易であり、品質歩留まりなどの点で低コスト化を実現できる。

30

【0044】

(第2の実施形態)

図6(a)~(g)は第2の実施形態の音響センサ1の製造工程を主要工程順に示す。この音響センサ1は、図6(a)に示すように、下層から、シリコン基板20/シリコン酸化膜22/シリコン層23の構成を有する、いわゆるSOI基板2を用いて形成されたものである。この音響センサ1は、図6(g)に示すように、振動板3を形成するシリコン層23が、音響センサ1の枠体を形成するシリコン基板20との間に、シリコン酸化膜22を介在させている点が、上述の図1(b)に示した第1の実施形態の音響センサ1とは異なり、他の点は図1(b)の音響センサと同様である。

40

【0045】

図6(a)から図6(e)のバックプレート4のエッチングによる形成までは、図5(a)から図5(e)のバックプレート4のエッチングによる形成と同様である。図6(f)に示す凹部21の形成では、SOI基板2のシリコン基板20がエッチングされ、シリコン酸化膜22はエッチングされずに残っている。すなわち、OSI基板2のシリコン酸化膜22は、エッチングストップとして機能している。

【0046】

50

また、図6 (g) の犠牲層エッチングでは、図5 (g) の犠牲層エッチングと同様にシリコン酸化膜50のエッチングが進行すると共に、上述のエッチングストップとして機能したシリコン酸化膜22のエッチングも同時に進行する。従って、この犠牲層エッチングによって、所定の膜厚を有する振動板3が精度良く形成される。すなわち、振動板3の膜厚は、SOI基板2に形成されているシリコン層23の厚さとなる。

#### 【0047】

このように、シリコン基板20／シリコン酸化膜22／シリコン層23という構造のSOI基板2を用いることにより、酸化膜上の厚さ精度の良いシリコンによって、所定厚さの振動板3を容易に形成でき、音響センサの低コスト化を実現できる。また、シリコン酸化膜をエッチングストップとして用いることができるので、振動板3の膜厚バラツキが抑えられ、特性の揃った音響センサ1が容易に得られる。 10

#### 【0048】

なお、上述のSOI基板2に変えて、シリコン基板上に熱酸化プロセスやCVD等によりシリコン酸化膜22を形成した後、シリコン層23の代わりにポリシリコン層をCVD等によって形成し、ポリシリコン層によって、振動板3を形成してもよい。また、シリコン基板上に直接ポリシリコン層を形成して、このポリシリコン層によって、振動板3を形成してもよい。

#### 【0049】

ポリシリコン層は、シリコン基板の上や、シリコン基板上に形成したシリコン酸化膜の上に、化学蒸着(CVD)などの成膜方法を用いて所望の膜厚に容易に形成できるので、振動板3の厚さを精度良く制御でき、製品特性を安定化して低コスト化が図れる。 20

#### 【0050】

##### (第3の実施形態)

図7 (a) (b) は本発明の第3の実施形態に係る静電容量型の音響センサ1を示し、図8、図9は音響センサ1の外観を示す。この第3の実施形態の音響センサ1は、上述の第2の実施形態の音響センサ1において、振動板3を形成したシリコン層23とその下層のシリコン酸化膜22を、それぞれ内側領域と外側領域に分離した構造としたものであり、その他の点は、第2の実施形態の音響センサ1と同様である。すなわち、シリコン層23は、導体部31から接続パッド33に至る回路32の部分以外の部分に形成した、凹部21を囲むように略一周している分離溝34によって、内側領域の振動板3の部分と、外側領域の外周層30の部分とに、大略分離されている。このような分離構造によれば、振動板3をより効果的に電氣的絶縁して保持できるので、寄生容量やノイズをより低減できる。 30

#### 【0051】

また、シリコン酸化膜22は、分離溝11によって、振動板3をその外周部分で支持する支持部であるリング状酸化膜10の部分と、外側領域の外周層12の部分とに、分離されている。振動板3を支持するリング状酸化膜10は、図7 (b) に示すように、その幅wがその厚さhと同程度まで狭く形成されている。このようなリング状酸化膜10からなる支持部は、弾性ヒンジ的支持構造を形成するので、振動板3の周囲の支持部剛性を低減でき、振動板3が、より自由かつ大きな変位で振動できる。従って、この第3の実施形態の音響センサ1は、上述の第2の実施形態の音響センサ1よりも、さらに高感度化を実現できる。 40

#### 【0052】

次に、図10 (a) ~ (g) を参照して、この第3の実施形態の音響センサ1の製造工程を説明する。この音響センサ1は、図10 (a) に示すように、下層から、シリコン基板20／シリコン酸化膜22／シリコン層23の構成を有するSOI基板2を用いて形成される。この点は、第2の実施形態の音響センサと同様である。本実施形態の音響センサ1では、まず、図10 (b) に示すように、SOI基板2のシリコン層23にエッチングを行い、回路32となる部分以外の部分に分離溝34を形成し、シリコン層23を、振動板3の部分と、外周層30の部分とに分離する。 50

## 【0053】

上述の分離の後に、図10(c)～(f)に示すように、上述の第2の実施形態の図6(b)～(f)に示した工程と同様の工程により、ドーピングによる導体部31の形成(図10(c))、犠牲層となるシリコン酸化膜50の形成、及びバックプレート4用のポリシリコン層40の形成とドーピングによる導体化(図10(d))、ポリシリコン層40のエッチングによるバックプレート4の形成(図10(e))、シリコン基板20のエッチングによる凹部21の形成(図10(f))が順番に行われる。

## 【0054】

そして、図10(g)に示すように、犠牲層のシリコン酸化膜50と、エッチングストップパとして機能していたシリコン酸化膜22のエッチングが行われる。この犠牲層エッチング工程によって、振動板3とバックプレート4の隙間の形成、接続部5の形成、振動板3の背面のシリコン酸化膜22の除去、さらに、シリコン酸化膜22における分離溝11の形成が行われる。この分離溝11の形成は、振動板3を分離するためにシリコン層23に形成した分離溝34からエッチング液が進入することによって形成される。

## 【0055】

以上に述べたように、空気等を媒体として伝わる可聴音や超音波などの音響を検知する本発明の静電容量型の音響センサ1は、シリコンなどの半導体材料をベースとすると共に、IC(集積回路)などと同様の半導体プロセスを用いて非常に小型に製作され、携帯機器用のマイクロホンや超音波センサ、補聴器等に利用可能である。なお、本発明は、上記構成に限られることなく種々の変形が可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0056】

【図1】(a)は本発明の第1の実施形態に係る静電容量型の音響センサの平面図、(b)は(a)のA-A線断面図。

【図2】(a)は同上音響センサのバックプレートを除いた状態の平面図、(b)は(a)のB-B線断面図。

【図3】同上音響センサの仮想的分解斜視図。

【図4】同上音響センサの斜視図。

【図5】(a)～(g)は同上音響センサの製造工程を主要工程順に示す断面図。

【図6】(a)～(g)は本発明の第2の実施形態に係る静電容量型の音響センサの製造工程を主要工程順に示す断面図。

【図7】(a)は本発明の第3の実施形態に係る静電容量型の音響センサの平面図、(b)は(a)のC-C線断面図。

【図8】同上音響センサの斜視図。

【図9】同上音響センサの仮想的分解斜視図。

【図10】(a)～(g)は同上音響センサの製造工程を主要工程順に示す断面図。

## 【符号の説明】

## 【0057】

- 1 音響センサ
- 2 基板(シリコン基板、SOI基板)
- 3 振動板
- 4 バックプレート
- 10 支持部
- 22 酸化膜層
- 23 ポリシリコン層
- 31 導体部

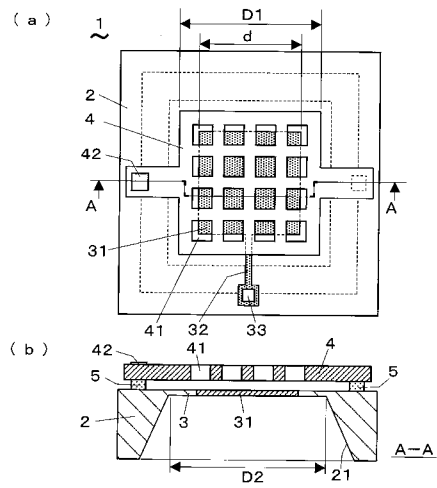
10

20

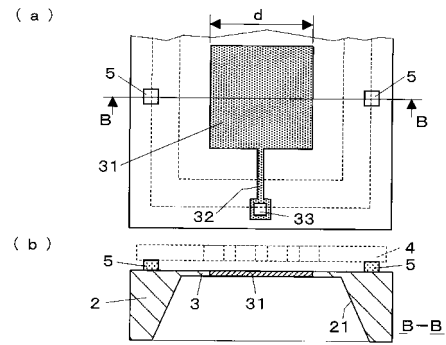
30

40

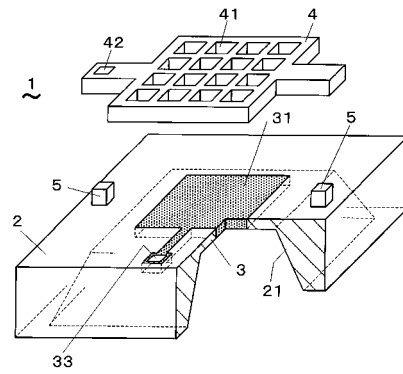
【図 1】



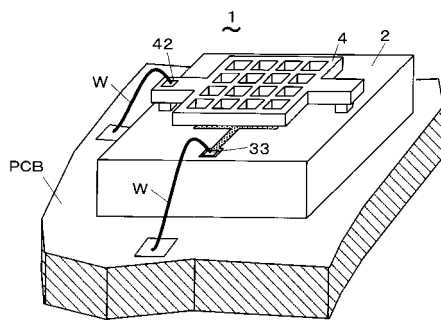
【図 2】



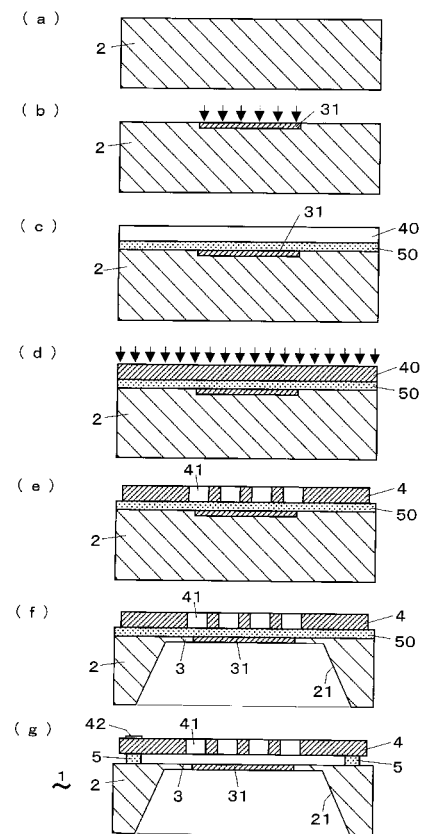
【図 3】



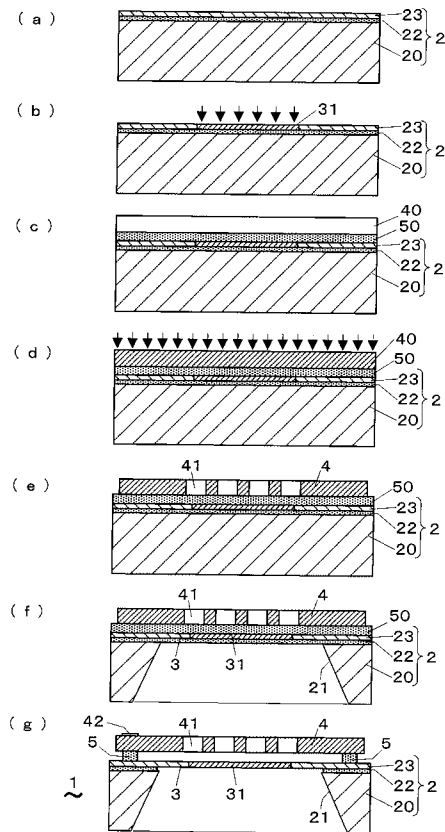
【図 4】



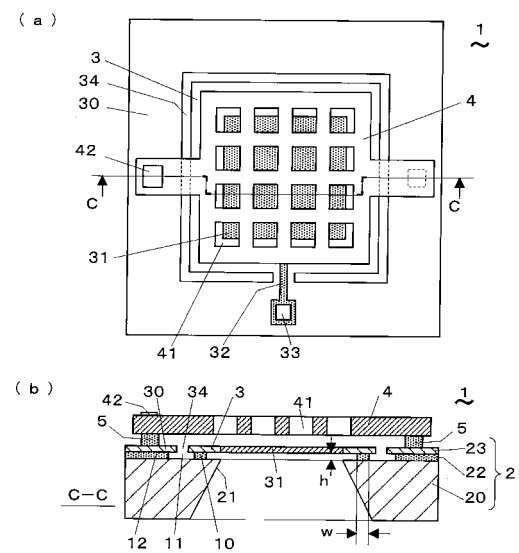
【図 5】



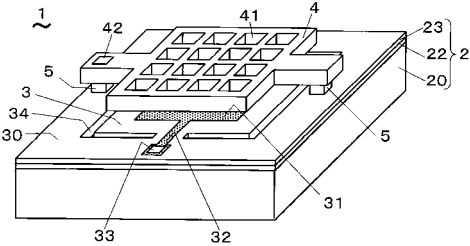
【図 6】



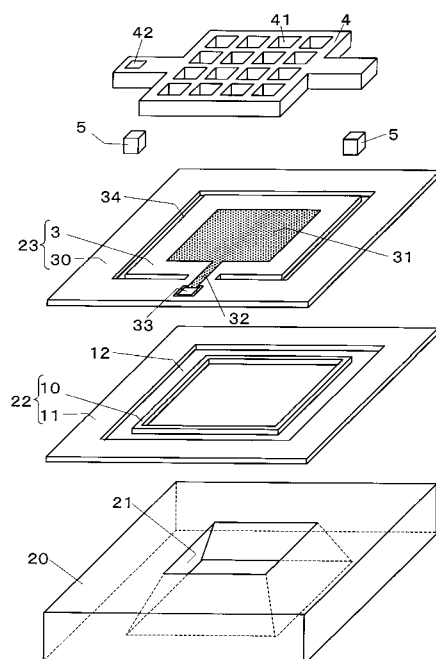
【図 7】



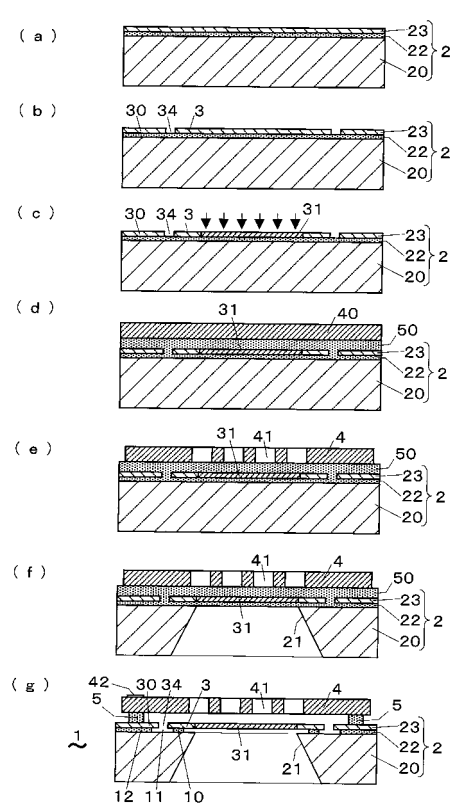
【図 8】



【図 9】



【図 10】



---

フロントページの続き

(72)発明者 牛山 直樹  
大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内

(72)発明者 高畑 利彦  
大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内

(72)発明者 丸山 博  
大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内

(72)発明者 有川 泰史  
大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内

F ターム(参考) 2G064 AB13 BA07 BD05  
4M112 AA06 BA07 CA01 CA03 CA04 CA11 CA13 DA02 DA04 DA18  
EA02 EA04 EA06 EA18 FA20  
5D019 AA25 DD01  
5D021 CC07 CC12 CC20 DD01