

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6149628号
(P6149628)

(45) 発行日 平成29年6月21日(2017.6.21)

(24) 登録日 平成29年6月2日(2017.6.2)

(51) Int.Cl. F I
H04R 19/04 (2006.01) H04R 19/04

請求項の数 23 (全 22 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-190283 (P2013-190283) (22) 出願日 平成25年9月13日 (2013.9.13) (65) 公開番号 特開2015-56832 (P2015-56832A) (43) 公開日 平成27年3月23日 (2015.3.23) 審査請求日 平成28年8月4日 (2016.8.4)</p>	<p>(73) 特許権者 000002945 オムロン株式会社 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不 動堂町801番地 (74) 代理人 100094019 弁理士 中野 雅房 (72) 発明者 内田 雄喜 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不 動堂町801番地 オムロン株式会社内 審査官 岩田 淳</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音響トランスデューサ及びマイクロフォン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空洞を有する基板と、
 前記基板の上方に配設された、圧力を逃がすための空隙部を有する振動電極板と、
 前記基板の上方において、前記振動電極板と対向するように配置された固定電極板と、
 前記振動電極板が変形していないときに前記空隙部を通過する空気圧の漏れを妨げ、前記振動電極板が圧力を受けて変形したときに前記空隙部が離れて前記空隙部を通過して圧力が逃げるように配置された漏れ圧調整部と、
 を有することを特徴とする音響トランスデューサ。

【請求項2】

前記空隙部は、前記振動電極板に形成された開口であることを特徴とする、請求項1に記載の音響トランスデューサ。

【請求項3】

前記漏れ圧調整部は、変形していないときの前記振動電極板の前記開口に納められた板状の部材であることを特徴とする、請求項2に記載の音響トランスデューサ。

【請求項4】

前記漏れ圧調整部は、変形していない前記振動電極板の前記空隙部の上面開口と下面開口のうち一方を塞ぐように前記振動電極板の上面側又は下面側に対向させて配置されていることを特徴とする、請求項1に記載の音響トランスデューサ。

【請求項5】

前記漏れ圧調整部は、変形していない前記振動電極板の前記空隙部の下面開口を塞ぐように位置する前記基板の一部の上面であることを特徴とする、請求項 4 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 6】

前記空隙部は、前記振動電極板の縁に形成された、振動電極板の内側へ向けて窪んだ窪みであることを特徴とする、請求項 1 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 7】

前記漏れ圧調整部は、変形していないときの前記振動電極板の前記窪みに位置している板状の部材であることを特徴とする、請求項 6 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 8】

前記漏れ圧調整部が、変形していない前記振動電極板の前記空隙部に位置しており、前記漏れ圧調整部の縁と前記空隙部の縁との間にスリットが形成されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 9】

前記スリットの幅が $10 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項 8 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 10】

前記基板の上方に、前記振動電極板と対向するようにバックプレートが配置され、前記バックプレートの、前記振動電極板と対向する側の面に支持部が設けられ、前記漏れ圧調整部が、前記支持部に固定されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 11】

前記支持部の水平断面積が、前記漏れ圧調整部の面積よりも小さいことを特徴とする、請求項 10 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 12】

前記漏れ圧調整部が、複数の前記支持部により支持されていることを特徴とする、請求項 10 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 13】

前記支持部と前記支持部との中間において前記バックプレートに通孔が設けられていることを特徴とする、請求項 12 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 14】

前記漏れ圧調整部が、前記基板の上面に設けた支持部に固定されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 15】

前記基板の上方に、前記振動電極板と対向するようにバックプレートが配置され、前記固定電極板が、前記振動電極板と対向するようにして前記バックプレートに設けられ、

前記バックプレート及び前記固定電極板に複数のアコースティックホールが開口され、前記基板の上面に垂直な方向から見たとき、前記アコースティックホールの一部が前記空隙部と重なり合っていることを特徴とする、請求項 1 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 16】

前記基板の上方に、前記振動電極板と対向するようにバックプレートが配置され、前記固定電極板が、前記振動電極板と対向するようにして前記バックプレートに設けられ、

前記バックプレート及び前記固定電極板に複数のアコースティックホールが開口され、前記基板の上面に垂直な方向から見たとき、前記アコースティックホールの一部が前記スリットと重なり合っていることを特徴とする、請求項 8 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 17】

前記基板の上方に、前記振動電極板と対向するようにバックプレートが配置され、

10

20

30

40

50

前記固定電極板が、前記振動電極板と対向するようにして前記バックプレートに設けられ、

前記バックプレート及び前記固定電極板に複数のアコースティックホールが開口され、前記基板の上面に垂直な方向から見たとき、前記漏れ圧調整部の幅が前記アコースティックホール間の距離よりも大きいことを特徴とする、請求項 1 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 18】

前記基板の上方に、前記振動電極板と対向するようにバックプレートが配置され、前記固定電極板が、前記振動電極板と対向するようにして、かつ、前記漏れ圧調整部と対向しないようにして前記バックプレートに設けられていることを特徴とする、請求項 1 に記載の音響トランスデューサ。

10

【請求項 19】

前記基板の上方に、前記振動電極板と対向するようにバックプレートが配置され、前記振動電極板の、前記空隙部に隣接する領域に対向させて、前記バックプレートに突起を設けていることを特徴とする、請求項 1 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 20】

前記空隙部は、前記振動電極板の変位の大きい領域に設けられていることを特徴とする、請求項 1 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 21】

前記振動電極板と前記漏れ圧調整部は、同じ材料により、同じ厚みに形成されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の音響トランスデューサ。

20

【請求項 22】

製造プロセスにおいて前記基板の上方に形成された薄膜をスリットで分割することにより、前記空隙部を有する振動電極板と前記漏れ圧調整部とを形成したことを特徴とする、請求項 21 に記載の音響トランスデューサ。

【請求項 23】

請求項 1 から 22 のいずれか 1 項に記載の音響トランスデューサと、前記音響トランスデューサからの信号を増幅して外部に出力する回路部とを備えたマイクロフォン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、音響トランスデューサ及びマイクロフォンに関する。具体的に言うと、本発明は、振動電極板（ダイアフラム）と固定電極板からなるコンデンサ構造によって構成された静電容量型の音響トランスデューサに関する。また、本発明は、該音響トランスデューサを用いたマイクロフォンに関する。

【背景技術】

【0002】

図 1 (A) は、従来の静電容量型の音響センサ（音響トランスデューサ）の構造を示す概略図である。この音響センサ 11 では、シリコン基板等からなる基板 12 に空洞 13 が開口されており、空洞 13 の上面開口を覆うようにして基板 12 の上方にダイアフラム 14（振動電極板）が設けられている。たとえば矩形形状のダイアフラム 14 の場合であれば、その四隅部分をアンカー 15 によって基板 12 の上面で支持されている。基板 12 の上面にはドーム状をしたバックプレート 16 が形成されており、バックプレート 16 はダイアフラム 14 を覆っている。バックプレート 16 の下面には固定電極板 17 が設けられており、固定電極板 17 はダイアフラム 14 と対向している。また、バックプレート 16 及び固定電極板 17 には、音響振動の通路となるアコースティックホール 18 が多数開口されている。バックプレート 16 の下面には固定電極板 17 から飛び出るようにして複数のストッパ 19 が設けられている。ストッパ 19 は、ダイアフラム 14 が固定電極板 17 にスティック（固着）して離れなくなるのを防ぐために設けられている。

40

【0003】

50

この音響センサ 11 においては、空洞 13 から音響振動が入ってくると、音響振動（空気の圧力の変化）によってダイアフラム 14 が振動し、それによってダイアフラム 14 と固定電極板 17 との距離が変化する。ダイアフラム 14 と固定電極板 17 は、互いにほぼ平行に対向していて可変コンデンサを構成しているので、音響振動によってダイアフラム 14 が振動すると、音響振動は可変コンデンサの静電容量の変化に変換される。

【 0 0 0 4 】

しかし、このような静電容量型の音響センサ 11 では、ダイアフラム 14 に大きな圧力が加わると、ダイアフラム 14 やバックプレート 16 が破損するという問題があった。ダイアフラム 14 に大きな圧力が加わる態様としては、たとえば音響センサ 11 の落下試験の場合に空洞 13 から入った空気の圧力がダイアフラム 14 に加わる場合、音響センサ 11 を組み込まれた携帯電話等の機器を落下させた場合、音響センサ 11 を組み込まれた携帯電話の送話口に強く息を吹き込んだ場合、送話口を指先などで叩いた場合、ジェット機の衝撃波が空洞 13 に入り込む場合などがある。このようにしてダイアフラム 14 に大きな圧力 P が加わると、図 1 (B) に示すように、その圧力 P によってダイアフラム 14 が大きく撓み、ダイアフラム 14 がバックプレート 16 に衝突する。そして、ダイアフラム 14 が撓んでもダイアフラム 14 に加わる圧力 P が逃げないので、ダイアフラム 14 とバックプレート 16 が図 1 (C) のようにさらに大きく変形する。この結果、ダイアフラム 14 やバックプレート 16 が大きく変形して破損したり、亀裂が生じたりすることがあり、音響センサ 11 の破損耐性に問題があった。

【 0 0 0 5 】

なお、特許文献 1 に開示された音響センサでは、空洞の上面開口を覆うようにしてダイアフラムが設けられているが、ダイアフラムは基板に固定されていない。一方、バックプレートの下面にアンカーが設けられている。そして、この音響センサでは、ダイアフラムと固定電極板の間にバイアス電圧を印加すると、その静電吸引力のためにダイアフラムが上方へ引き付けられ、アンカーによってダイアフラムが支持される構造となっている。

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 のような構造の音響センサでも、周波数特性を維持するために音響抵抗が高い、つまり圧力が逃げにくいいため、ダイアフラムに大きな圧力が加わった場合には、図 1 (B)、図 1 (C) のような現象が起こり、ダイアフラムやバックプレートが破損したり、亀裂が生じたりする心配がある。

【 0 0 0 7 】

また、特許文献 2 に開示された音響センサでは、ダイアフラムをスプリングで支持し、ダイアフラムに大きな圧力が加わった場合には、ダイアフラム全体が大きく移動して空気の圧力を逃がす構造となっている。

【 0 0 0 8 】

しかし、特許文献 2 の音響センサでは、音響振動を感知するのに適したスプリングと空気の圧力を逃がすのに適したスプリングとを独立して設計することができず、設計上の柔軟性に欠ける。また、スプリングは、ダイアフラムと同じ材料により形成された、ジグザグに曲がった線状の部材であるため、スプリングの強度が弱い。しかも、ダイアフラム全体が動くので慣性力が大きいというえにバックプレートが設けられていないので、ダイアフラムに圧力以外の負荷、たとえば落下による加速度（慣性力）や製造工程中における外力などに対する強度が低いという不具合がある。

【 0 0 0 9 】

また、特許文献 3 に開示された音響センサでは、ダイアフラムの上面の縁に対向させて板状の変形抑制部材（upper finger portion）を設け、ダイアフラムが大きく変形したときにはダイアフラムが変形抑制部材に当接し、ダイアフラムの大きな変形を抑制するようになっている。

【 0 0 1 0 】

特許文献 3 のような構造では、ダイアフラムの変形を抑制することはできるが、ダイアフラムが大きく変形したときには、ダイアフラムの縁に変形抑制部材の先端が当たるので

10

20

30

40

50

、その箇所に応力集中が発生し、ダイアフラムの強度が劣化しやすくなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】米国特許第6535460号明細書

【特許文献2】米国特許第8111871号明細書

【特許文献3】米国特許出願公開第2008/0031476号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の目的とするところは、音響振動検出時における周波数特性を維持しつつ、大きな空気圧が加わったときの振動電極板（ダイアフラム）の変形を抑制することによって応力集中や振動電極板及びバックプレートの破損を回避することのできる音響トランスデューサを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明に係る音響トランスデューサは、空洞を有する基板と、前記基板の上方に配設された、圧力を逃がすための空隙部を有する振動電極板と、前記基板の上方において、前記振動電極板と対向するように配置された固定電極板と、前記振動電極板が変形していないときに前記空隙部を通過する空気圧の漏れを妨げ、前記振動電極板が圧力を受けて変形したときに前記空隙部が離れて前記空隙部を通過して圧力が逃げないように配置された漏れ圧調整部とを有することを特徴としている。ここで、空隙部とは、開口や窪み（切欠き）、孔、スリット状の開口など圧力を逃がすことのできる空間や隙間である。

【0014】

本発明の音響トランスデューサにあっては、振動電極板に空隙部が設けられているが、振動電極板が変形していないときには当該空隙部を通過する空気圧の漏れは漏れ圧調整部によって妨げられている。したがって、通常の音響振動を感知しているときには、振動電極板の空隙部を通過して音響振動が直接振動電極板を通り抜けにくく、音響抵抗が大きな状態に保たれている。よって、通常の音響振動を感知している状態では、低周波数領域における周波数特性が低下しにくい。一方、音響トランスデューサ内に大きな圧力が加わった場合には、その圧力で振動電極板が変形することによって振動電極板の空隙部が漏れ圧調整部から離れる。その結果、振動電極板の空隙部を通過して圧力が逃げるので、振動電極板の変形が抑制され、振動電極板の破損や損傷が防止される。

【0015】

本発明に係る音響トランスデューサのある実施態様は、前記空隙部が、前記振動電極板に形成された開口であることを特徴としている。この実施態様においては、前記漏れ圧調整部は、変形していないときの前記振動電極板の前記開口に納められた板状の部材であってもよい。また、前記漏れ圧調整部は、変形していない前記振動電極板の前記空隙部の上面開口と下面開口のうち一方を塞ぐように前記振動電極板の上面側又は下面側に対向させて配置されていてもよい（なお、本願においては、漏れ圧調整部で塞ぐというときは、密閉を意味しない。）。後者の場合には、変形していない前記振動電極板の前記空隙部の下面開口を塞ぐように位置する前記基板の一部の上面を漏れ圧調整部とすることもできる。かかる実施態様では、通常の動作状態では開口が漏れ圧調整部で塞がれていて圧力の漏れを阻止しているが、振動電極板が過剰な圧力によって大きく変形すると、振動電極板の開口が漏れ圧調整部から離れて開かれ、圧力を逃がすことができるようになる。

【0016】

本発明に係る音響トランスデューサの別な実施態様は、前記空隙部が、前記振動電極板の縁に形成された、振動電極板の内側へ向けて窪んだ窪みであることを特徴としている。この実施態様においては、前記漏れ圧調整部は、変形していないときの前記振動電極板の前記窪みに位置している板状の部材であってもよい。かかる実施態様でも、通常の動作状

10

20

30

40

50

態では窪みが漏れ圧調整部で塞がれていて圧力の漏れを阻止しているが、振動電極板が過剰な圧力によって大きく変形すると、振動電極板の窪みが漏れ圧調整部から離れて開かれ、圧力を逃がすことができるようになる。

【0017】

本発明に係る音響トランスデューサのさらに別な実施態様は、前記漏れ圧調整部が、変形していない前記振動電極板の前記空隙部に位置しており、前記漏れ圧調整部の縁と前記空隙部の縁との間にスリットが形成されていることを特徴としている。漏れ圧調整部と振動電極板が接触していると、振動電極板の振動が妨げられ、音響トランスデューサの感度が低下したり、S/N比が低下したりするためである。

【0018】

上記実施態様においては、前記スリットの幅が10 μm以下であることが望ましい。スリットの幅が10 μmよりも大きくなると、音響トランスデューサの低周波数領域における周波数特性が悪くなるからである。

【0019】

本発明に係る音響トランスデューサのさらに別な実施態様は、前記基板の上方に、前記振動電極板と対向するようにバックプレートが配置され、前記バックプレートの、前記振動電極板と対向する側の面に支持部が設けられ、前記漏れ圧調整部が、前記支持部に固定されていることを特徴としている。かかる実施態様によれば、漏れ圧調整部がバックプレートに固定されるので、大きな圧力が加わったときに漏れ圧調整部が振動電極板と同じように変形又は移動しないようにできる。

【0020】

また、前記支持部の水平断面積（基板の上面と平行な断面の断面積）は、前記漏れ圧調整部の面積よりも小さいことが望ましい。支持部の水平断面積が漏れ圧調整部の面積よりも小さくなっていると、振動電極板が支持部側へ変形したときに、支持部の外周面と振動電極板の空隙部の縁との間に隙間が生じるので、この隙間を通過させて圧力を逃がすことができる。

【0021】

また、前記漏れ圧調整部は、複数本の支持部により支持されていてもよい。複数本の支持部によって漏れ圧調整部を支持してあれば、漏れ圧調整部の剛性が増し、漏れ圧調整部が圧力で変形しにくくなる。この場合、前記支持部と前記支持部との中間において前記バックプレートに通孔が設けられていれば、圧力をこの通孔から外部へ逃がしやすくなる。

【0022】

本発明に係る音響トランスデューサのさらに別な実施態様は、前記漏れ圧調整部が、前記基板の上面に設けた支持部に固定されていることを特徴としている。かかる実施態様によれば、振動電極板が基板の上面に設けたアンカーで支持されている場合には、アンカーと支持部とを同時に作製することが可能になる。

【0023】

本発明に係る音響トランスデューサのさらに別な実施態様は、前記基板の上方に、前記振動電極板と対向するようにバックプレートが配置され、前記固定電極板が、前記振動電極板と対向するようにして前記バックプレートに設けられ、前記バックプレート及び前記固定電極板に複数のアコースティックホールが開口され、前記基板の上面に垂直な方向から見たとき、前記アコースティックホールの一部が前記空隙部と重なり合っていることを特徴としている。かかる実施態様によれば、変形した振動電極板の空隙部を通過した圧力を、バックプレートのアコースティックホールから外部へ逃がしやすくなる。

【0024】

本発明に係る音響トランスデューサのさらに別な実施態様は、前記基板の上方に、前記振動電極板と対向するようにバックプレートが配置され、前記固定電極板が、前記振動電極板と対向するようにして前記バックプレートに設けられ、前記バックプレート及び前記固定電極板に複数のアコースティックホールが開口され、前記基板の上面に垂直な方向から見たとき、前記アコースティックホールの一部が前記スリットと重なり合っていること

10

20

30

40

50

を特徴としている。かかる実施態様によれば、変形した振動電極板の空隙部を通過した圧力を、バックプレートのアコースティックホールから外部へ逃がしやすくなる。

【0025】

本発明に係る音響トランスデューサのさらに別な実施態様は、前記基板の上方に、前記振動電極板と対向するようにバックプレートが配置され、前記固定電極板が、前記振動電極板と対向するようにして前記バックプレートに設けられ、前記バックプレート及び前記固定電極板に複数のアコースティックホールが開口され、前記基板の上面に垂直な方向から見たとき、前記漏れ圧調整部の幅が前記アコースティックホール間の距離よりも大きいことを特徴としている。かかる実施態様によれば、漏れ圧調整部の上方に位置するアコースティックホールが振動電極板で塞がれにくくなり、過剰な圧力を確実に排出させることが可能になる。

10

【0026】

本発明に係る音響トランスデューサのさらに別な実施態様は、前記基板の上方に、前記振動電極板と対向するようにバックプレートが配置され、前記固定電極板が、前記振動電極板と対向するようにして、かつ、前記漏れ圧調整部と対向しないようにして前記バックプレートに設けられていることを特徴としている。かかる実施態様によれば、漏れ圧調整部と固定電極板の間に発生する寄生容量を小さくすることができる。

【0027】

本発明に係る音響トランスデューサのさらに別な実施態様は、前記基板の上方に、前記振動電極板と対向するようにバックプレートが配置され、前記振動電極板の、前記空隙部に隣接する領域に対向させて、前記バックプレートに突起を設けていることを特徴としている。かかる実施態様によれば、大きな圧力が加わって変形した振動電極板が突起に当たるので、振動電極板が固定電極板に固着して離れなくなるのを防ぐことができる。

20

【0028】

本発明に係る音響トランスデューサのさらに別な実施態様は、前記空隙部は、前記振動電極板の変位の大きい領域に設けられていることを特徴としている。かかる実施態様によれば、圧力を効率よく空隙部から逃がすことができる。

【0029】

本発明に係る音響トランスデューサのさらに別な実施態様は、前記振動電極板と前記漏れ圧調整部が、同じ材料により、同じ厚みに形成されていることを特徴としている。かかる実施態様では、漏れ圧調整部と振動電極板を同一材料により同一工程で作製することができ、音響トランスデューサの製造が簡略になる。たとえば、製造プロセスにおいて前記基板の上方に形成された薄膜をスリットで分割することにより、前記空隙部を有する振動電極板と前記漏れ圧調整部とを形成することができる。

30

【0030】

本発明に係る音響トランスデューサは、回路部と組み合わせることによってマイクロフォンとして用いることもできる。

【0031】

なお、本発明における前記課題を解決するための手段は、以上説明した構成要素を適宜組み合わせた特徴を有するものであり、本発明はかかる構成要素の組合せによる多くのバリエーションを可能とするものである。

40

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】図1(A)は、従来の静電容量型の音響センサの概略断面図である。図1(B)は、図1(A)の音響センサに大きな圧力が加わったときにダイアフラムが大きく変形する様子を示す概略断面図である。図1(C)は、図1(A)の音響センサにより大きな圧力が加わったときにダイアフラムとバックプレートが大きく変形する様子を示す概略断面図である。

【図2】図2(A)は、本発明の実施形態1による音響センサを示す平面図である。図2(B)は、図2(A)に示す音響センサからバックプレート及び固定電極板を除いてダイ

50

アフラムを露出させた状態を示す平面図である。

【図 3】図 3 は、図 2 (A) に示す音響センサの拡大断面図である。

【図 4】図 4 (A) 及び図 4 (B) は、図 2 (A) に示した音響センサの動作説明のための概略断面図である。

【図 5】図 5 は、MEMS マイクロフォンにおける典型的な周波数特性を示す図である。

【図 6】図 6 (A) - 図 6 (C) は、音響センサにおける支持部と漏れ圧調整部とアコースティックホールの位置関係を示す図である。

【図 7】図 7 (A) は、本発明の実施形態 2 による音響センサを示す概略断面図である。図 7 (B) は、図 7 (A) に示す音響センサにおける支持部と漏れ圧調整部とアコースティックホールの位置関係を示す図である。

10

【図 8】図 8 (A) は、ダイアフラムの開口及び漏れ圧調整部の変形例を示す図である。図 8 (B) は、ダイアフラムの変形例を示す図である。

【図 9】図 9 (A) 及び図 9 (B) は、アコースティックホールの異なる配列を示す図である。

【図 10】図 10 は、本発明の実施形態 3 による音響センサを示す概略断面図である。

【図 11】図 11 は、本発明の実施形態 4 による音響センサを示す概略断面図である。

【図 12】図 12 (A) は、本発明の実施形態 5 による音響センサを示す概略断面図である。図 12 (B) は、図 12 (A) に示す音響センサからバックプレート及び固定電極板を除いてダイアフラムを露出させた状態を示す平面図である。

【図 13】図 13 は、図 12 の音響センサに用いられている基板を示す斜視図である。

20

【図 14】図 14 は、本発明の実施形態 6 による音響センサを示す概略断面図である。

【図 15】図 15 は、本発明の実施形態 7 による音響センサを示す断面図である。

【図 16】図 16 (A) は、本発明の実施形態 8 に係る音響センサの概略断面図である。図 16 (B) は、図 16 (A) の音響センサにおいて、ダイアフラムに下方から大きな圧力が加わったときの状態を示す概略断面図である。

【図 17】図 17 (A) は、図 16 (A) の音響センサの、バックプレートを取り除いた状態における平面図である。図 17 (B) は、図 16 (A) の音響センサに用いられている基板の平面図である。

【図 18】図 18 (A) は、本発明の実施形態 9 に係る音響センサの、バックプレートを取り除いた状態における平面図である。図 18 (B) は、実施形態 9 の音響センサに圧力が加わっているときの概略断面図である。

30

【図 19】図 19 (A) は、本発明の実施形態 10 に係る音響センサの、バックプレートを取り除いた状態における平面図である。図 19 (B) は、本発明の実施形態 10 の変形例による音響センサの、バックプレートを取り除いた状態における平面図である。

【図 20】図 20 は、本発明に係る音響センサを内蔵したマイクロフォンの概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を説明する。但し、本発明は以下の実施形態に限定されるものでなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々設計変更することができる。

40

【0034】

(実施形態 1)

以下、図面を参照して本発明の実施形態 1 による音響トランスデューサ、すなわち音響センサ 21 を説明する。図 2 (A) は、本発明の実施形態 1 による音響センサ 21 の平面図である。図 2 (B) は、図 2 (A) の音響センサ 21 からバックプレート 28 と固定電極板 29 を取り除いてダイアフラム 24 を露出させた状態の平面図である。図 3 は、音響センサ 21 の断面図である。

【0035】

この音響センサ 21 は、MEMS 技術を利用して作製された静電容量型素子である。図

50

3に示すように、この音響センサ21は、シリコン基板等からなる基板22の上にアンカー27を介してダイアフラム24(振動電極板)を設け、ダイアフラム24と対向させてダイアフラム24の上方に固定電極板29を設けたものである。

【0036】

基板22には、上面から下面に貫通した矩形の空洞23が開口されている。図示例では、空洞23は、基板22の上面に垂直な壁面によって囲まれているが、基板22の上面に対して傾いた壁面によって囲まれていて、テーパ状となってもよい。ダイアフラム24は、空洞23の上面開口を覆うようにして基板22の上面に配置されている。ダイアフラム24は、導電性を有するポリシリコン薄膜によって略矩形に形成されていてダイアフラム24自体が振動電極板となっている。

10

【0037】

図2(B)に示すように、ダイアフラム24の中央部には、空隙部すなわち円形の開口24aが形成されており、開口24a内には、同じく円板状の漏れ圧調整部25(以下、単に調整部25という。)が位置している。ダイアフラム24と調整部25は、電気的にも機械的にも接触しておらず、両者は開口24aの内周面と調整部25の外周面との間に形成された円形のスリット41(隙間)によって分離されている。スリット41の幅は、後述のように10 μ m以下であることが好ましい。

【0038】

調整部25は、ダイアフラム24と同一材料、同一製造プロセスによって形成されている。すなわち、調整部25とダイアフラム24は、ポリシリコン薄膜を成膜した後、エッチングによって円形のスリット41を形成することで分離されてもよい。あるいは、最初からダイアフラム24と調整部25の間にスリット41が形成されるようにポリシリコン薄膜を成膜してもよい。よって、ダイアフラム24と調整部25は同一平面内にあり、同じ厚みを有している。

20

【0039】

ダイアフラム24の4箇所のコーナー部には、それぞれ対角方向に向けて脚片26が延出されている。空洞23の外側において、基板22の上面には4個のアンカー27が配置されている。脚片26は、アンカー27によって支持されている。こうしてダイアフラム24は、空洞23の上面開口を覆うようにして基板22の上に配置されており、空洞23の上面開口及び基板22の上面から浮いている。その結果、基板22の上面とダイアフラム24の下面とが対向している隙間には、ダイアフラム24の下面側から上面側へ、あるいはダイアフラム24の下面側から上面側へ音響振動を通過させるためのベントホール42が形成される。

30

【0040】

図3に示すように、基板22の上面には、バックプレート28が設けられている。SiNからなるバックプレート28の下面には、導電性を有するポリシリコンからなる固定電極板29が設けられている。バックプレート28は、ドーム状に形成されていてその下に空洞部分を有しており、その空洞部分でダイアフラム24を覆っている。固定電極板29の下面とダイアフラム24の上面との間には微小なエアギャップ30が形成されている。

【0041】

バックプレート28と固定電極板29には、上面から下面に貫通するようにして、音響振動を通過させるためのアコースティックホール31(音響孔)が多数穿孔されている。図2(A)に示すように、アコースティックホール31は、規則的に配列されている。図示例では、アコースティックホール31は、互いに120°又は60°の角度を成す3方向に沿って三角形に配列されているが、矩形や同心円状などに配置されていてもよい。また、バックプレート28の下面には、適宜間隔をあけてストッパ43が突設されている。このストッパ43は、静電吸引力などによってダイアフラム24が固定電極板29に固着して離れなくなるのを防ぐためのものである。

40

【0042】

バックプレート28の下面中央部からは、下方へ向けて1本の支持部44が延出してお

50

り、支持部 4 4 の下面に調整部 2 5 が水平に固定されている。支持部 4 4 の水平断面積は、調整部 2 5 の面積よりも小さくなっている。すなわち、支持部 4 4 の直径は調整部 2 5 の直径よりも小さくなっている。ただし、支持部 4 4 の断面形状は円形や矩形状などに限るものではない。

【 0 0 4 3 】

図 2 (A) 及び図 2 (B) に示すように、ダイアフラム 2 4 の 1 つの脚片 2 6 からは引出配線 3 2 が延出されている。引出配線 3 2 の先端は、バックプレート 2 8 の縁部上面に設けられた電極パッド 3 4 に接続されている。よって、電極パッド 3 4 は、ダイアフラム 2 4 に導通している。一方、固定電極板 2 9 からは、引出配線 3 3 が延出されており、引出配線 3 3 の先端は、バックプレート 2 8 の縁部上面に設けられた電極パッド 3 5 に接続されている。よって、電極パッド 3 5 は、固定電極板 2 9 に導通している。

10

【 0 0 4 4 】

つぎに、音響センサ 2 1 が音響振動を感知しているときの動作と、ダイアフラム 2 4 に大きな圧力が加わったときの音響センサ 2 1 の動作を説明する。図 4 (A) は、音響センサ 2 1 の、ダイアフラム 2 4 に高負荷の圧力が加わっていない状態を示す概略断面図である。図 4 (B) は、音響センサ 2 1 の、ダイアフラム 2 4 に高負荷の圧力が加わっている状態を示す概略断面図である。

【 0 0 4 5 】

音響センサ 2 1 に高負荷の圧力が加わっておらず、音響振動だけを感知している場合には、ダイアフラム 2 4 は図 4 (A) のような平らな状態を中心として小さな振幅で上下に振動している。音響振動に感応してダイアフラム 2 4 が振動すると、固定電極板 2 9 とダイアフラム 2 4 によって構成される可変コンデンサの静電容量が変化し、音響振動が静電容量の変化を通して電気信号に変換される。

20

【 0 0 4 6 】

このとき調整部 2 5 が存在しないと仮定すると、ダイアフラム 2 4 の中央部に開口 2 4 a があいた状態となるので、音響振動は狭いベントホール 4 2 を通るよりも開口 2 4 a を通り抜け易くなる。そのため、ダイアフラム 2 4 の上面側と下面側との間の音響通路における音響抵抗が小さくなる。ダイアフラム 2 4 に開口 2 4 a があいていない場合の音響センサの周波数特性が図 5 に実線で示すカーブ Q 1 であったとすると、開口 2 4 a が開放されている場合には、音響抵抗が小さくなるために図 5 に破線で示すカーブ Q 2 のように低周波数領域で音響センサの感度が低下する。

30

【 0 0 4 7 】

しかし、本実施形態の音響センサ 2 1 では、ダイアフラム 2 4 に開口 2 4 a があけられているが、音響振動の感知モードでは開口 2 4 a が調整部 2 5 によってほぼ塞がれているので、音響抵抗が低下しにくく、低周波数領域における音響センサの感度が低下しにくい。

【 0 0 4 8 】

もっとも、ダイアフラム 2 4 と調整部 2 5 とが接触していると、ダイアフラム 2 4 の振動が調整部 2 5 によって妨げられ、音響センサ 2 1 の感度が低下したり、S / N 比が低下したりする恐れがある。そのため、調整部 2 5 の面積は開口 2 4 a の開口面積よりも小さく、ダイアフラム 2 4 と調整部 2 5 が分離されている。すなわち、開口 2 4 a の内周面と調整部 2 5 の外周面との間にはほぼ一定の幅 w のスリット 4 1 が設けられている。

40

【 0 0 4 9 】

一方、スリット 4 1 の幅 w が広過ぎると、ベンチレーションの効果が強くなり、スリット 4 1 を介しての空気の抜けが大きくなり過ぎて、ロールオフ周波数の低下が発生し、低周波特性が悪化する恐れがある。この点について以下に詳述する。

【 0 0 5 0 】

前記図 5 は、MEMS マイクロフォンにおける典型的な周波数特性を示しており、同図の横軸は音響振動の周波数 (単位 : H z) であり、縦軸は相対感度 (単位 : d B r) であ

50

る。図5において、グラフが水平である範囲は、上記相対感度が上記音波の周波数に依存しないので、音波を良好に検出できる範囲となる。この範囲の下限の周波数はロールオフ周波数 $f_{roll-off}$ と呼ばれる。

【0051】

一般に、ロールオフ周波数 $f_{roll-off}$ は、音響振動の通路における音響抵抗 $R_{venthol1}$ と、空洞23内の空気のコンプライアンス（空気バネ定数） $C_{backchamber}$ とに依存し、次式で表される。

$$f_{roll-off} = 1 / (R_{venthol1} \times C_{backchamber}) \quad \dots \text{数式(1)}$$

【0052】

音響抵抗 $R_{venthol1}$ は、スリット41の長さによっても影響されるが、スリット41の幅 w が広いと低くなる。従って、上記数式(1)より、ロールオフ周波数 $f_{roll-off}$ が上昇してしまい、その結果、低周波特性が悪化することになる。たとえば、スリット41の幅 w が $10 \mu\text{m}$ であればロールオフ周波数 $f_{roll-off}$ は 500 Hz 以上にもなる。このため、スリット41の幅 w が $10 \mu\text{m}$ を超えると、低周波特性が著しく悪化し、音質が損なわれてしまうことになる。従って、スリット41の幅 w は $10 \mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

【0053】

この音響センサ21が落下試験に掛けられた場合、音響センサ21を組み込まれた機器を落下させた場合、音響センサ21に強く息を吹き込んだ場合などには、ダイアフラム24に大きな圧力が加わる。音響センサ21に空洞23側から大きな圧力が加わった場合、ダイアフラム24は大きな圧力 P を受けて変形するが、調整部25は支持部44によって支持されているのでダイアフラム24に追従して移動することはない。また、調整部25はダイアフラム24に比べて小さいので、大きな圧力を受けてもダイアフラム24に追従して調整部25が変形することもない。そのため、ダイアフラム24が大きく変形すると、調整部25が開口24aから抜け出て開口24aが開放され、調整部25よりも直径の小さな支持部44の外周面と開口24aの内周面との間に圧力 P を通過させるための空間が生じる。その結果、図4(B)に示すように、圧力 P は開口24aとアコースティックホール31を通して外部へ逃げ、ダイアフラム24に加わる圧力が軽減されるので、ダイアフラム24の変形が小さくなる。そのため、ダイアフラム24がバックプレート28に加える衝撃も小さくなり、ダイアフラム24やバックプレート28に大きな応力が発生しにくくなって、ダイアフラム24やバックプレート28に破損や亀裂が発生しにくくなる（すなわち、破損耐性が向上する）。

【0054】

このとき開口24aを通り抜けた圧力 P をアコースティックホール31から外部へスムーズに逃がすためには、図6(A) - 図6(C)に示すように、基板22の上面に垂直な方向から見たとき、アコースティックホール31の一部がダイアフラム24の開口24aと重なり合っていることが望ましい。図6(A)では、アコースティックホール31間の中央部に設けた支持部44によって調整部25を支持し、支持部44に最も近いアコースティックホール31の一部が開口24aと重なり合うようにしている。図6(B)では、アコースティックホール31を設けるべき位置の1箇所であコースティックホール31を設けず、その箇所に設けた支持部44によって調整部25を支持し、支持部44に最も近いアコースティックホール31の一部が開口24aと重なり合うようにしている。また、図6(C)では、支持部44に最も近いアコースティックホール31の全体が開口24aと重なり合うようにしている。

【0055】

また、調整部25の幅は、アコースティックホール31どうしの間の距離（縁どうしの距離）よりも大きくなっていることが望ましい。調整部25の幅がアコースティックホール31どうしの間の距離（縁どうしの距離）よりも小さいとアコースティックホール31がダイアフラム24の縁で塞がれて圧力 P を逃がすための通路が塞がれるからである。

【0056】

10

20

30

40

50

ダイアフラム 2 4 の開口 2 4 a は、ダイアフラム 2 4 が最も大きく変形する箇所、すなわちダイアフラム 2 4 の中央部に設けることが望ましい。ダイアフラム 2 4 が最も大きく変形する箇所には、最も大きな圧力が加わっていると考えられるので、この箇所に開口 2 4 a を設けることで圧力を逃がす効果が大きくなるからである。

【 0 0 5 7 】

また、音響センサ 2 1 によれば、ダイアフラム 2 4 の音響振動を感知するのに適した弾性定数と、大きな圧力を逃がすのに適した調整部 2 5 の弾性定数とを独立して設計することができるので、設計の自由度が高くなる。さらに、音響センサ 2 1 のような構造であると、特許文献 2 の音響センサのように落下時の慣性力や製造プロセス中における外力などによってダイアフラム 2 4 が大きく撓むこともなく、圧力以外の負荷にも強くなる。

10

【 0 0 5 8 】

さらに、この実施形態では、ダイアフラム 2 4 が変形していない状態では、ダイアフラム 2 4 と調整部 2 5 が同一平面上にあって、スリット 4 1 で分離されているだけなので、ダイアフラム 2 4 と調整部 2 5 を同一材料により、また同一の成膜プロセスによって作製することができ、製造プロセスを簡略化することができる。さらに、1 回のフォトリソグラフィと 1 回のエッチングでスリット 4 1 を形成することができるので、幅の狭いスリット 4 1 を形成することができ、音響抵抗を大きくできる。これにより、スリット 4 1 を形成した場合でも低周波数特性を維持できる。

【 0 0 5 9 】

また、音響センサ 2 1 においては、図 4 (A) に示すように、調整部 2 5 と対向する領域、すなわち基板 2 2 の上面に垂直な方向から見たとき、調整部 2 5 と重なり合う領域には、固定電極板 2 9 を設けないことが望ましい。調整部 2 5 と固定電極板 2 9 が対向していると、両者の間に発生する寄生容量が大きくなるからである。

20

【 0 0 6 0 】

また、バックプレート 2 8 の下面においては、ダイアフラム 2 4 における開口 2 4 a の縁部と対向する領域に、一部のストッパ 4 3 を配置している。この位置にストッパ 4 3 を設けることで、大きな圧力 P で大きく変形したダイアフラム 2 4 が固定電極板 2 9 に固着して離れなくなるのを防ぐことができる。

【 0 0 6 1 】

(実施形態 2)

30

図 7 (A) は、本発明の実施形態 2 による音響センサ 5 1 を示す概略断面図である。図 7 (B) は、音響センサ 5 1 におけるバックプレート 2 8 の中央部を拡大して示す平面図である。

【 0 0 6 2 】

音響センサ 5 1 では、バックプレート 2 8 の下面中央部から下方へ向けて複数本の支持部 4 4 を延出させ、複数本の支持部 4 4 によって調整部 2 5 を支持させている。複数本の支持部 4 4 によって調整部 2 5 を支持すれば、調整部 2 5 の剛性が高くなり、大きな圧力によっても調整部 2 5 が変形しにくくなるので、変形したダイアフラム 2 4 の開口 2 4 a の縁と調整部 2 5 の縁との距離が短くなるのを防ぐことができる。

【 0 0 6 3 】

40

(変形例についての言及)

上記各実施形態では、開口 2 4 a 及び調整部 2 5 が円形となっていたが、開口 2 4 a 及び調整部 2 5 は、図 8 (A) に示すように矩形又は多角形状であってもよい。ただし、開口 2 4 a 及び調整部 2 5 を矩形又は多角形状とする場合には、それぞれの隅部と角部を丸くしておき、応力集中を軽減して破損を防ぐことが望ましい。

【 0 0 6 4 】

また、ダイアフラム 2 4 は矩形のものに限らず、円形であってもよい。図 8 (B) に示すダイアフラム 2 4 では、アンカー 2 7 に固定された 1 本の脚片 2 6 によって円形のダイアフラム 2 4 を片持ち状に支持させている。

【 0 0 6 5 】

50

また、アコースティックホール 31 は、上記のように三角形に配置されたものに限らず、直交する 2 方向に沿って矩形状に配置されたものであってもよい。たとえば、図 9 (A) はアコースティックホール 31 を矩形状に配置されたバックプレート 28 の下方に、1 本の支持部 44 によって調整部 25 を支持した様子を表している。図 9 (B) はアコースティックホール 31 を矩形状に配置されたバックプレート 28 の下方に、複数本の支持部 44 によって調整部 25 を支持した様子を表している。

【0066】

(実施形態 3)

図 10 は、本発明の実施形態 3 による音響センサ 61 を示す断面図であって、固定電極板 29 の上方にダイアフラム 24 を設けたことを特徴としている。音響センサ 61 では、基板 22 の上面に絶縁層 62 を介して平板状のバックプレート 28 を設けている。バックプレート 28 の上面には、固定電極板 29 が形成されている。空洞 23 の上方において、バックプレート 28 及び固定電極板 29 には複数のアコースティックホール 31 が開口されている。また、バックプレート 28 の上方には、固定電極板 29 と対向させるようにしてダイアフラム 24 が配設されている。ダイアフラム 24 から延出した脚片 26 は、バックプレート 28 の上面に設けられたアンカー 27 によって支持されている。

10

【0067】

ダイアフラム 24 の中央部には開口 24a が開口しており、開口 24a 内には調整部 25 が配置されている。調整部 25 は、バックプレート 28 の上面に立てられた支持部 44 の上端に固定されている。

20

【0068】

(実施形態 4)

また、ダイアフラム 24 は、図 11 に示す音響センサ 71 のように、バックプレート 28 の下面に設けられたアンカー 27 により、バックプレート 28 の下面側で支持されていてもよい。

【0069】

(実施形態 5)

図 12 (A) は、本発明の実施形態 5 による音響センサ 81 を示す概略断面図である。図 12 (B) は、図 12 (A) に示す音響センサからバックプレート及び固定電極板を除いてダイアフラムを露出させた状態を示す平面図である。音響センサ 81 では、基板 22 の上面に立てた支持部 44 によって調整部 25 を支持している。図 13 に示すように、基板 22 の空洞 23 内には、支持部 44 を設けるために仕切壁状の張出部 22a を設けてあり、空洞 23 の中央部で張出部 22a の上面に支持部 44 を設けている。調整部 25 は支持部 44 の上面に固定されている。かかる実施形態によれば、支持部 44 とアンカー 27 とを同一材料により、同一製造プロセスで作製することが可能になる。

30

【0070】

(実施形態 6)

図 14 は、本発明の実施形態 6 による音響センサ 91 を示す概略断面図である。音響センサ 91 では、開口 24a の下面を塞ぐようにしてダイアフラム 24 の下面に調整部 25 を配置している。図示例では、調整部 25 はバックプレート 28 の下面に設けた支持部 44 によって支持されているが、実施形態 5 のように基板 22 の上面に設けた支持部 44 によって調整部 25 を支持してもよい。

40

【0071】

ただし、音響振動を感知するモードのときにダイアフラム 24 が調整部 25 と干渉すると、ダイアフラム 24 の振動が妨げられるので、調整部 25 の上面とダイアフラム 24 の下面との間には、適当な距離 d の隙間を設けておく必要がある。しかし、この隙間が大きくなると音響抵抗が低下するので、その場合には調整部 25 とダイアフラム 24 の重なり代の長さ e を大きくすればよい。

【0072】

(実施形態 7)

50

図15は、本発明の実施形態7による音響センサ101を示す断面図である。この音響センサ101にあつては、固定電極板29がドーム状に形成されており、必要な剛性を得られる程度の厚みを有している。固定電極板29は、絶縁層102を挟んで基板22の上面に設けられており、基板22の上方に配設されたダイアフラム24を覆っている。支持部44は、基板22に設けたブリッジ状の張出部22aの上面に設けられている。支持部44の上面に固定された調整部25は、ダイアフラム24の開口24a内に位置している。また、調整部25との間の寄生容量を小さくするため、調整部25と対応する領域では固定電極板29を開口している。また、ダイアフラム24が固定電極板29と接触してショートしたり、スティックしたりすることを防止するため、固定電極板29の下面には絶縁材料（たとえば、SiN）からなるストッパ43が適宜間隔で設けられている。この実施形態のように、音響センサは、バックプレートを用いないものであつてもよい。

10

【0073】

(実施形態8)

上記各実施形態では、通常の動作状態においては、ダイアフラム24に設けた開口24aが調整部25で塞がれるようにしているが、開口24aを基板22の上面で塞ぐようにすることも可能である。

【0074】

図16(A)は、本発明の実施形態8に係る音響センサ111の概略断面図である。図16(B)は、音響センサ111において、ダイアフラム24に下方から高負荷の大きな圧力が加わったときの状態を示す概略断面図である。また、図17(A)は、音響センサ111の、バックプレート28を取り除いた状態における平面図である。図17(B)は、音響センサ111に用いられている基板22の平面図である。

20

【0075】

この音響センサ111においては、図17(A)に示すように、ダイアフラム24の中央部に開口24aが形成されている。一方、基板22の空洞23内には、図17(B)に示すように、空洞23内に仕切壁状又は梁状の張出部22aが設けられており、開口24aの下面を基板22の上面、すなわち張出部22aの中央部上面に設けられた、開口24aとの対向面113で塞いでいる。ただし、張出部22aの上面は、ダイアフラム24が音響振動を感知しているときでもダイアフラム24が張出部22aに接触しない程度の間隙が張出部22aの上面とダイアフラム24の下面との間に形成されている。

30

【0076】

この音響センサ111では、通常の音響振動を感知している場合には、図16(A)のように開口24aが基板22の上面(対向面113)で塞がれているので、音響センサ111の音響抵抗が低下しにくく、音響センサ111の低周波数領域における特性を維持することができる。これに対し、ダイアフラム24に下方から高負荷の圧力Pが加わった場合には、図16(B)のようにダイアフラム24が上方へ浮き上がるので、開口24aが開放されて開口24aから圧力Pが逃げるようになる。

【0077】

(実施形態9)

図18(A)は、本発明の実施形態9に係る音響センサ121の、バックプレート28を取り除いた状態を示す平面図である。図18(B)は、音響センサ121に高負荷の圧力Pが加わった状態を示す概略断面図である。実施形態9の音響センサ121では、図18(A)に示すように、ダイアフラム24の縁辺(外周部)に、ダイアフラム24の内側へ向けて切欠き状に窪んだ空隙部、すなわち窪み122を形成している。窪み122は、空洞23の近傍まで届いていることが好ましく、さらには空洞23の上方まで達していてもよい。そして、各窪み122には、調整部25が嵌り込むように位置している。調整部25は、バックプレート28の下面に設けられた支持部44によって支持されている。調整部25は、ダイアフラム24と同じ高さに位置しており、ダイアフラム24とはスリット41によって分離されている。この場合も、スリット41の幅が10 μ m以下であることが好ましい。

40

50

【0078】

音響センサ121でも、空洞23側からダイアフラム24に高負荷の圧力Pが加わると、図18(B)に示すように、ダイアフラム24の縁辺も浮き上がり、窪み122の位置に圧力を逃がすための隙間が生じる。したがって、高負荷の圧力Pを逃がすことでダイアフラム24の変形を小さくでき、ダイアフラム24やバックプレート28の破損を回避できる。

【0079】

また、この実施形態では、ダイアフラム24の電極として主要な働きをする領域(中央部)から外れた箇所に窪み122を設けているので、音響センサ121の感度に対する負の影響が小さくなる。ただし、この実施形態では、一つの窪み122の面積をあまり大きくすることができないので、窪み122を複数箇所に分けて設けることが望ましい。

10

【0080】

(実施形態10)

また、圧力を逃がすための空隙部は、円形や矩形状の開口に限らず、スリット状の開口であってもよい。たとえば、図19(A)は、本発明の実施形態10に係る音響センサ131の、バックプレート28を取り除いた状態を示す平面図である。この例では、ダイアフラム24にスリット状の開口24aを設け、開口24aの内部に細長い矩形状の調整部25を位置させている。

【0081】

また、図19(B)に示すように、電極パッド34にスリット状の細長い開口24aを設け、基板22に設けた張出部22aを開口24aの下面に対向させ、調整部25である張出部22aの上面によって開口24aから空気圧が漏れるのを妨げている。

20

【0082】

(マイクロフォンへの応用)

図20は、本発明に係る音響センサ、たとえば実施形態1の音響センサ21を内蔵したボトムポート型のマイクロフォン141の概略断面図である。このマイクロフォン141は、回路基板142とカバー143からなるパッケージ内に音響センサ21と回路部である信号処理回路145(ASIC)とを内蔵したものである。音響センサ21と信号処理回路145は、回路基板142の上面に実装されている。回路基板142には、音響センサ21内に音響振動を導き入れるための音導入孔144が開口されている。音響センサ21は、空洞23の下面開口を音導入孔144に合わせ、音導入孔144を覆うようにして回路基板142の上面に実装されている。したがって、音響センサ21の空洞23がフロントチャンバとなり、パッケージ内の空間がバックチャンバとなる。

30

【0083】

音響センサ21と信号処理回路145は、ボンディングワイヤ146によって接続されている。さらに、信号処理回路145は、ボンディングワイヤ147によって回路基板142に接続されている。なお、信号処理回路145は、音響センサ21へ電源を供給する機能や、音響センサ21の容量変化信号を外部へ出力する機能を有する。

【0084】

回路基板142の上面には、音響センサ21及び信号処理回路145を覆うようにしてカバー143が取り付けられる。パッケージは電磁シールドの機能を有しており、外部からの電氣的な外乱や機械的な衝撃から音響センサ21や信号処理回路145を保護している。

40

【0085】

こうして、音導入孔144から空洞23内に入った音響振動は、音響センサ21によって検出され、信号処理回路145によって増幅及び信号処理された後に出力される。このマイクロフォン141では、パッケージ内の空間をバックチャンバとしているので、バックチャンバの容積を大きくでき、マイクロフォン141を高感度化することができる。

【0086】

なお、このマイクロフォン141においては、パッケージ内に音響振動を導き入れるた

50

めの音導入孔 1 4 4 をカバー 1 4 3 の上面に開口していてもよい。この場合には、音響センサ 2 1 の空洞 2 3 がバックチャンバとなり、パッケージ内の空間がフロントチャンバとなる。

【符号の説明】

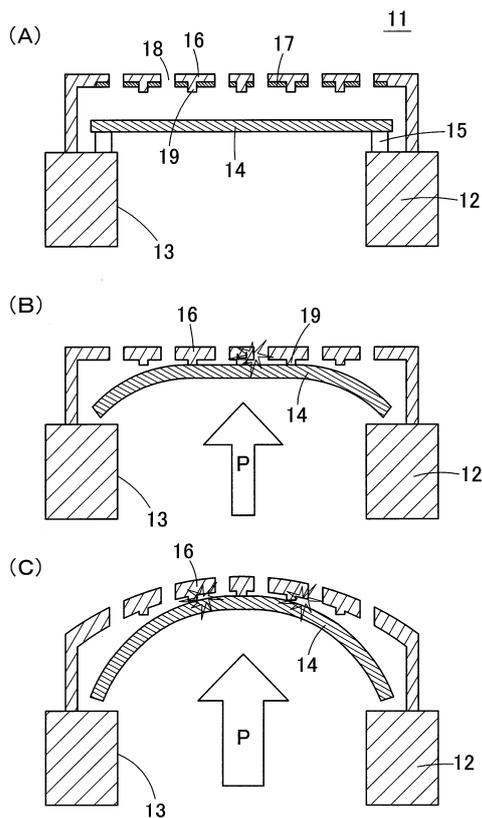
【 0 0 8 7 】

- 2 1、5 1、6 1、7 1、8 1、9 1、1 0 1、1 1 1、1 2 1 音響センサ
- 2 2 基板
- 2 3 空洞
- 2 4 ダイアフラム
- 2 4 a 開口
- 2 5 調整部（漏れ圧調整部）
- 2 8 バックプレート
- 2 9 固定電極板
- 3 1 アコースティックホール
- 4 1 スリット
- 4 2 ベントホール
- 4 3 ストップ
- 4 4 支持部
- 1 2 2 窪み
- 1 4 1 マイクロフォン
- w スリットの幅

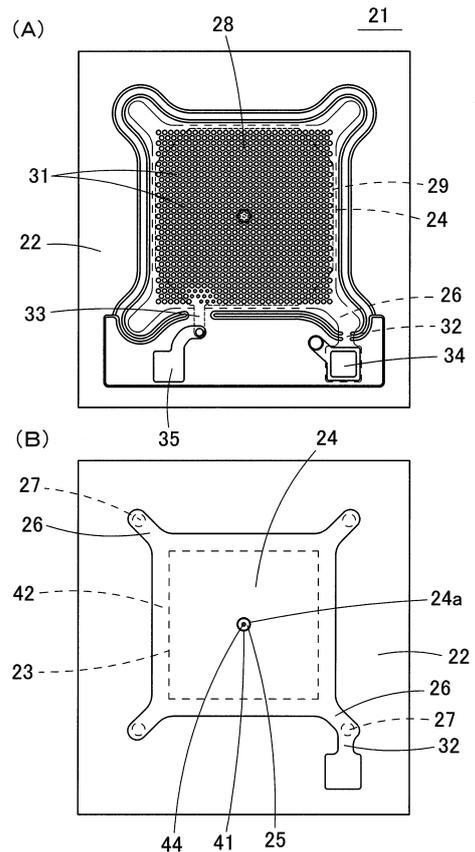
10

20

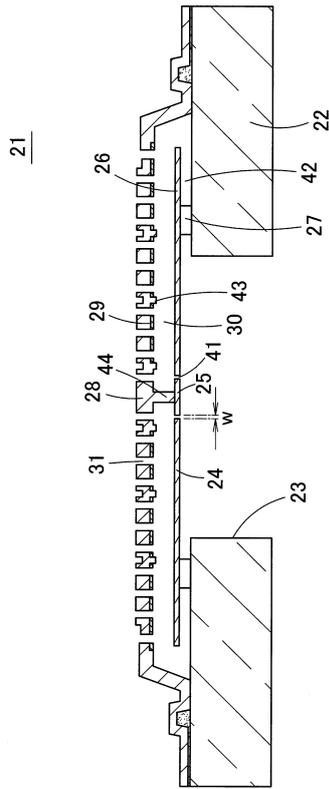
【 図 1 】



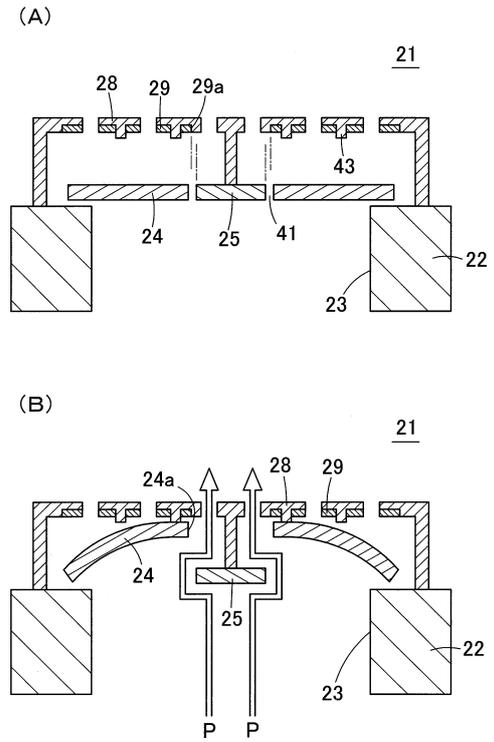
【 図 2 】



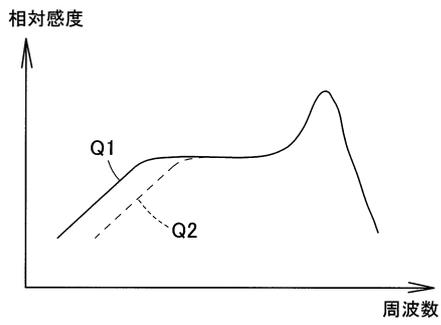
【 図 3 】



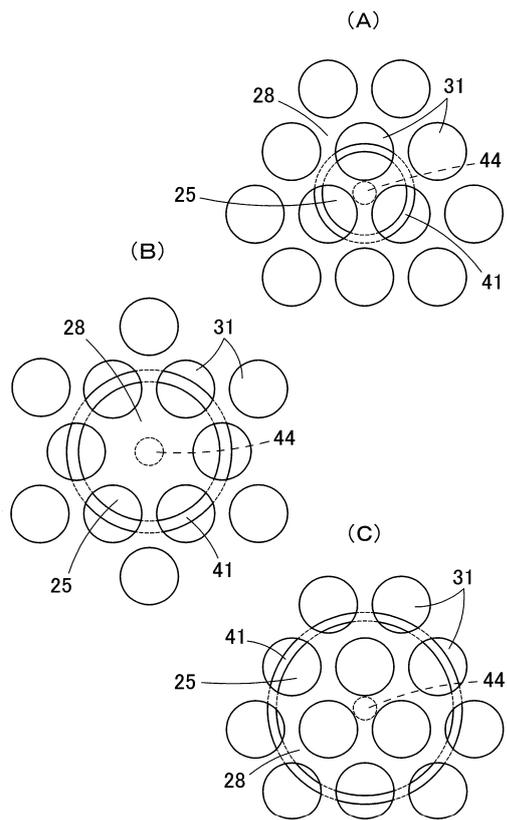
【 図 4 】



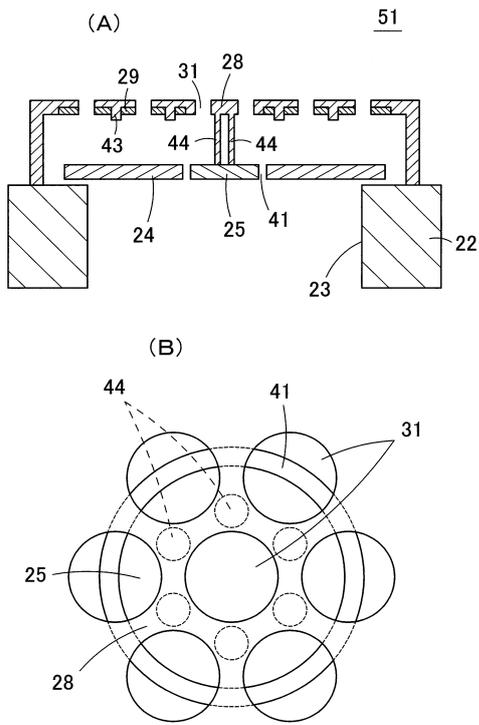
【 図 5 】



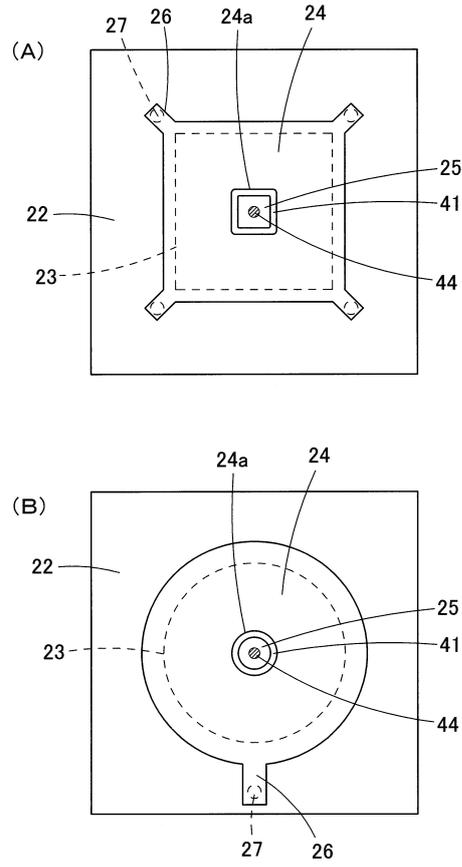
【 図 6 】



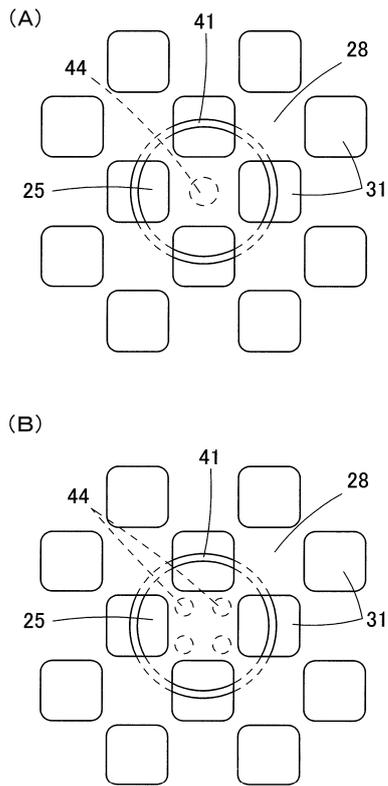
【 図 7 】



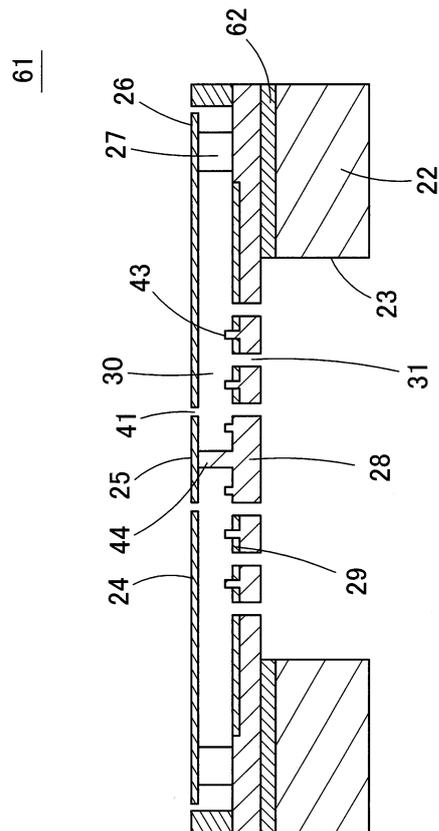
【 図 8 】



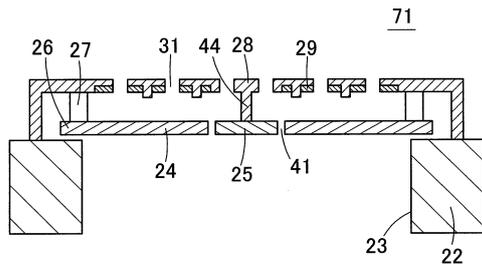
【 図 9 】



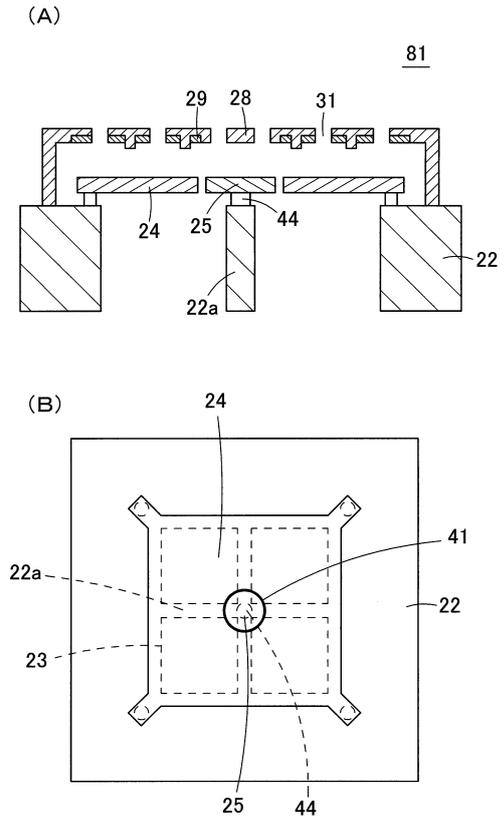
【 図 10 】



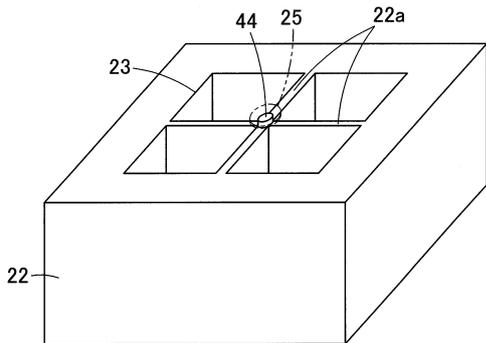
【図 1 1】



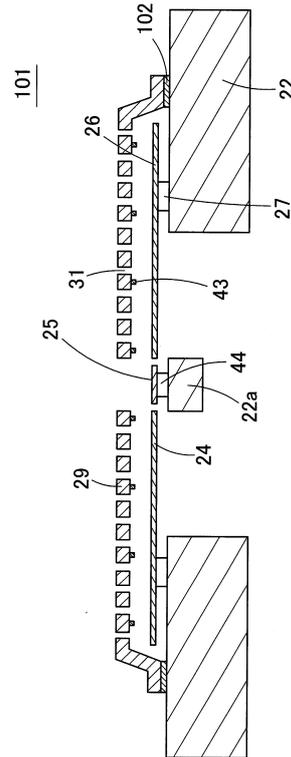
【図 1 2】



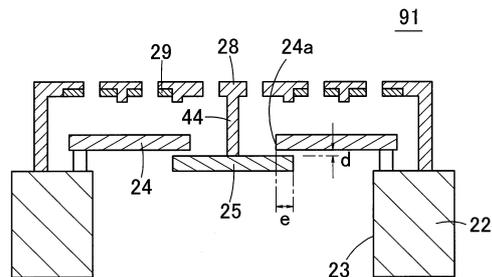
【図 1 3】



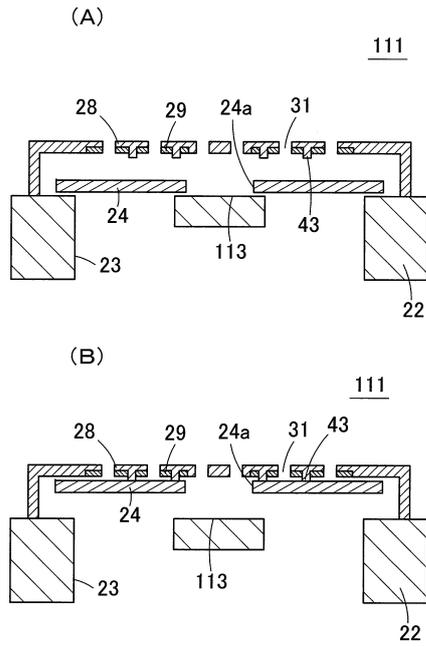
【図 1 5】



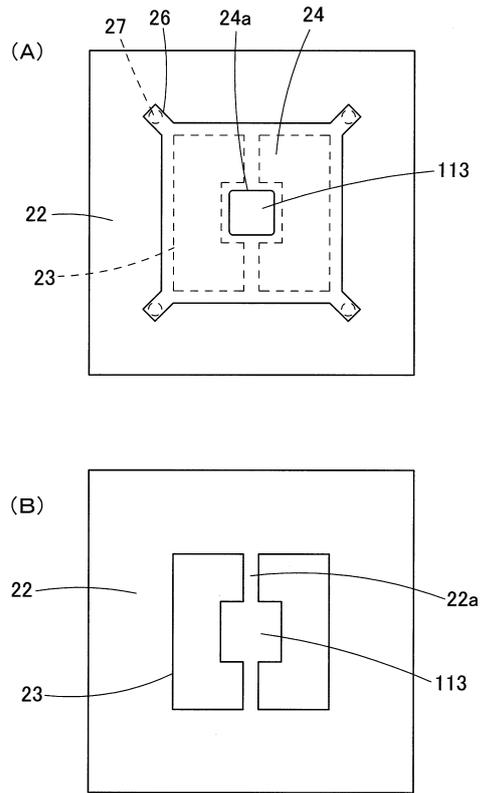
【図 1 4】



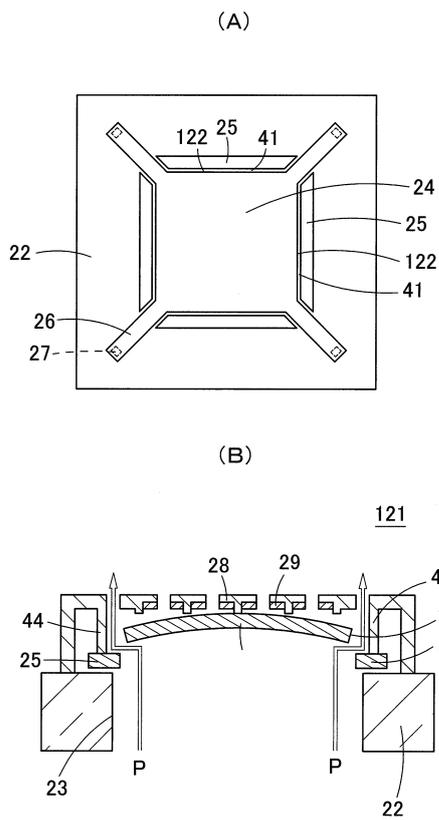
【図16】



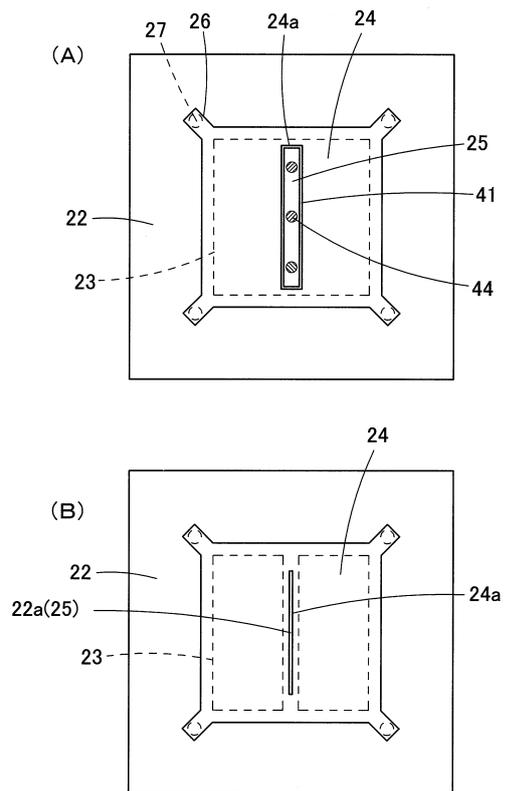
【図17】



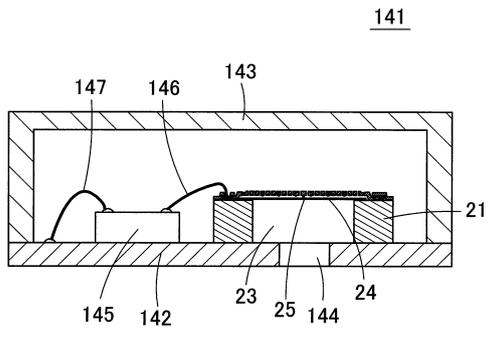
【図18】



【図19】



【 20】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2010-531592(JP,A)
特開2012-175508(JP,A)
米国特許第06088463(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 27/20
29/84
H04R 11/00 - 11/06
11/14 - 15/02
19/00 - 19/04
21/00 - 21/02
23/00 - 23/02
31/00