

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6311376号
(P6311376)

(45) 発行日 平成30年4月18日(2018.4.18)

(24) 登録日 平成30年3月30日(2018.3.30)

(51) Int. Cl. F 1
 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 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-52718 (P2014-52718)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成26年3月14日 (2014.3.14)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-177376 (P2015-177376A)		京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
(43) 公開日	平成27年10月5日 (2015.10.5)		動堂町801番地
審査請求日	平成29年1月11日 (2017.1.11)	(74) 代理人	100085006
			弁理士 世良 和信
		(74) 代理人	100106622
			弁理士 和久田 純一
		(74) 代理人	100125357
			弁理士 中村 剛
		(72) 発明者	葛山 大介
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロフォン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

棒状の支持部と、可動電極としてのダイヤフラムを含む、前記支持部の一方の開口部を覆う薄膜部とを備えたMEMS音響トランスデューサと、

前記MEMS音響トランスデューサの出力を増幅する集積回路と、

前記MEMS音響トランスデューサ及び前記集積回路を収容する筐体であって、音孔が形成されている壁部である有音孔壁を備えた筐体と、

を含み、

前記筐体の前記有音孔壁の内面に設けられた、深さが前記集積回路の厚さと略一致する回路収容用凹部内に、前記集積回路が、前記集積回路の一部と前記MEMS音響トランス

10

デューサの一部とが前記集積回路の厚さ方向から見て重なるように収容されており、
前記MEMS音響トランスデューサが、前記筐体の前記有音孔壁の内面及び前記回路収容用凹部内に収容された前記集積回路の露出面に対して、前記薄膜部側を前記有音孔壁の内面側に向けた姿勢で、前記薄膜部と前記有音孔壁との間に前記音孔により外部と連通した閉空間が形成されるように、固定されている、

ことを特徴とするマイクロフォン。

【請求項2】

前記音響トランスデューサの前記薄膜部の表面の、前記集積回路の厚さ方向から見て前記集積回路の一部と重なる領域内に、前記MEMS音響トランスデューサの前記ダイヤフラム及び固定電極とそれぞれ電氣的に接続された第1電極及び第2電極が配置されており

20

前記集積回路の前記露出面の、前記集積回路の厚さ方向から見て前記MEMS音響トランスデューサの一部と重なる領域内に、前記第1電極と接続されるべき第3電極及び前記第2電極と接続されるべき第4電極が、前記第1電極と前記第2電極との間の位置関係と同じ位置関係を有するように配置されており、

前記MEMS音響トランスデューサの前記第1電極と前記集積回路の前記第3電極との間、及び、前記MEMS音響トランスデューサの前記第2電極と前記集積回路の前記第4電極との間が、フリップチップボンディングにより接続されている

ことを特徴とする請求項1に記載のマイクロフォン。

【請求項3】

10

前記筐体の前記有音孔壁の内面に、前記MEMS音響トランスデューサの前記薄膜部の中央部分に対向する、前記回路收容用凹部に收容された前記集積回路の側壁を、その内側面の一部とした凹部が設けられている

ことを特徴とする請求項1又は2に記載のマイクロフォン。

【請求項4】

前記凹部が、前記MEMS音響トランスデューサの前記薄膜部の、ダイボンド材の広がりを禁止する領域を包含する領域に対向して設けられている

ことを特徴とする請求項3に記載のマイクロフォン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、MEMS音響トランスデューサを筐体内に收容したマイクロフォンに関する。

【背景技術】

【0002】

小型なマイクロフォンとして、MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems) 技術を利用して製造されたMEMS音響トランスデューサ (以下、MEMSチップと表記する) を筐体内に收容したマイクロフォン (以下、MEMSマイクと表記する) が知られている。

【0003】

30

まず、図1A及び図1Bを用いて、一般的なMEMSマイクの構成を説明する。尚、図1Aに示したMEMSマイク (例えば、特許文献1参照)、図1Bに示したMEMSマイクは、それぞれ、トップポート型のMEMSマイク、ボトムポート型のMEMSマイク等と称されているものである。

【0004】

図1A及び図1Bに示してあるように、一般的なMEMSマイクは、基板31とカバー32とからなる筐体30の基板31上に、MEMSチップ (MEMS音響トランスデューサ) 40とASIC (Application Specific Integrated Circuit) 45とを並べて配置した構成を有している。

【0005】

40

MEMSチップ40は、MEMS技術を利用して製造された音響トランスデューサ (コンデンサ型マイクロフォン) である。ASIC45は、MEMSチップの出力を増幅する集積回路 (MEMSチップの固定電極・可動電極間に直流電圧をかけ、MEMSチップの静電容量の変化を、それに比例した電圧の変化として取り出す集積回路) である。

【0006】

図1A及び図1Bに示してあるように、MEMSチップ40は、通常、カバー32又は基板31に形成されている音孔35の中心線が、ダイヤフラム41のほぼ中心を通るように、基板11上に配置される。

【0007】

基板31の上面、カバー32の内面には、電磁ノイズ耐性を確保するために、電磁シ-

50

ルド用の導電層 33、34 が設けられている。基板 31 の上面には、ASIC 45 の複数の電極（電極パッド、端子）と接続される複数の電極も設けられている。また、基板 31 の下面には、基板 31 の上面の各電極と電氣的に接続された複数の電極が、設けられている。

【0008】

そして、一般的なMEMSマイクは、図1A及び図1Bに示してあるように、MEMSチップ40とASIC45との間、ASIC45と基板31上面の電極との間が、ワイヤにより接続されたデバイスとなっている。

【0009】

さて、図1Aや図1Bに示したようなMEMSマイクの筐体30内の、音孔35と連通していない側の空間は、バックチャンバと呼ばれている。このバックチャンバが狭いと、図2に模式的に示してあるように、バックチャンバ内の空気が、比較的に大きな力をダイヤフラム41にかける空気パネとして機能する結果として、ダイヤフラム41が振動し難くなってしまう。そして、ダイヤフラム41が振動し難くなると、MEMSマイクの感度が悪くなってしまうので、MEMSマイクには、バックチャンバが広いことが望まれる。そして、MEMSマイクには、小型であることも望まれるため、図1A及び図1Bに示したものと構成が異なる様々なMEMSマイクが提案されている。

【0010】

例えば、バックチャンバを広くするために、図3に示したように、基板31内に、バックチャンバとして機能させるための空洞部31aを設けること（例えば、特許文献2参照）が提案されている。

【0011】

また、MEMSマイクを小型化するために、図4に示したように、基板31側にASIC45を設け、音孔35が形成されているカバー32側にMEMSチップ40を設けること（例えば、特許文献3参照）が、提案されている。さらに、図5に示したように、開口部を設けたASIC45とMEMSチップ40とを音孔35部分に重ねて配置すること（例えば、特許文献4参照）が、提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】米国特許第6781231号明細書

【特許文献2】米国特許第7242089号明細書

【特許文献3】特許第5029727号公報

【特許文献4】特許第4947191号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

上記したように、様々な構成のMEMSマイクが提案されているのであるが、既存のマイクロフォンは、いずれも、バックチャンバが広い（筐体サイズに対するバックチャンバ容積の割合が大きい）とは言い切れないものとなっている。

【0014】

そこで、本発明の課題は、バックチャンバが広い（筐体サイズに対するバックチャンバ容積の割合が大きい）マイクロフォンを、提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記課題を解決するために、本発明のマイクロフォンは、『棒状の支持部と、可動電極としてのダイヤフラムを含む、前記支持部の一方の開口部を覆う薄膜部とを備えたMEMS音響トランスデューサと、前記MEMS音響トランスデューサの出力を増幅する集積回路と、前記MEMS音響トランスデューサ及び前記集積回路を収容する筐体であって、音孔が形成されている壁部である有音孔壁を備えた筐体と、を含み、前記MEMS音響トラ

10

20

30

40

50

ンスデューサが、前記筐体の前記有音孔壁の内面に、前記薄膜部側を前記有音孔壁の内面側に向けた姿勢で、前記薄膜部と前記有音孔壁との間に前記音孔により外部と連通した閉空間が形成されるように、固定されている』構成を有する。

【 0 0 1 6 】

すなわち、本発明のマイクロフォンには、“MEMS音響トランスデューサを、筐体の有音孔壁の内面に、薄膜部側を有音孔壁の内面側に向けた姿勢で、薄膜部と有音孔壁との間に有音孔壁に形成されている音孔により外部と連通した閉空間が形成されるように、固定する構成”が採用されている。そして、そのような構成が採用されている場合、MEMS音響トランスデューサの支持部の中央に存在する空洞部が、バックチャンバの一部として機能する。従って、本発明の構成を採用しておけば、バックチャンバが広いマイクロフ

10

【 0 0 1 7 】

本発明のマイクロフォンを実現するに際して、『前記有音孔壁の内面の、前記MEMS音響トランスデューサと対向する領域の中央部分に、当該領域よりもサイズが小さな凹部が設けられている』構成を採用しておいても良い。この構成を採用しておけば、ダイヤフラムと有音孔壁の内面との間の間隔が、“凹部”が設けられていない場合に比して広くなる。従って、上記構成を採用しておけば、空気の粘性の影響により高周波音に対する感度が低下することを抑止できる。尚、薄膜部の“中央部分”は、薄膜部の中心点を含むもの

20

【 0 0 1 8 】

また、本発明のマイクロフォンを実現するに際して、『前記筐体の前記有音孔壁の内面に設けられた、深さが前記集積回路の厚さと略一致する回路收容用凹部内に、前記集積回路が、前記集積回路の一部と前記MEMS音響トランスデューサの一部とが前記集積回路の厚さ方向から見て重なるように收容されており、前記MEMS音響トランスデューサが、前記筐体の前記有音孔壁の内面及び前記回路收容用凹部内に收容された前記集積回路の露出面に対して、固定されている』構成を採用しておいても良い。

30

【 0 0 1 9 】

この構成を採用しておけば、筐体のサイズを、集積回路とMEMS音響トランスデューサとを並べて配置できるものにしておかなくても良くなる。従って、上記構成を採用しておけば、既存のマイクロフォン(図1A、図1B、図3)よりも、小型なマイクロフォンを実現することが出来る。また、上記構成を採用しておけば、ASIC45とMEMS音響トランスデューサ40とを重ねた既存のMEMSマイク(図5)よりも、支持部の中央に存在する空洞部の容積分、大きなマイクロフォンを実現できることにもなる。

40

【 0 0 2 0 】

本発明のマイクロフォンを、回路收容用凹部内に集積回路を收容したタイプのものとして実現する場合には、『前記音響トランスデューサの前記薄膜部の表面の、前記集積回路の厚さ方向から見て前記集積回路の一部と重なる領域内に、前記MEMS音響トランスデューサの前記ダイヤフラム及び固定電極とそれぞれ電気的に接続された第1電極及び第2電極が配置されており、前記集積回路の前記露出面の、前記集積回路の厚さ方向から見て前記MEMS音響トランスデューサの一部と重なる領域内に、前記第1電極と接続されるべき第3電極及び前記第2電極と接続されるべき第4電極が、前記第1電極と前記第2電極との間の位置関係と同じ位置関係を有するように配置されており、前記MEMS音響ト

50

ランスデューサの前記第1電極と前記集積回路の前記第3電極との間、及び、前記MEMS音響トランスデューサの前記第2電極と前記集積回路の前記第4電極との間が、フリップチップボンディングにより接続されている』構成を採用しておいても良い。この構成を採用した場合、MEMS音響トランスデューサと集積回路との間をワイヤや筐体内面に形成した配線を介して接続した場合よりもノイズの影響を受けにくい形で集積回路にMEMS音響トランスデューサの出力を入力することが出来る。従って、上記構成を採用しておけば、MEMS音響トランスデューサと集積回路との間をワイヤや筐体内面に形成した配線を介して接続したマイクロフォンよりも、信号雑音比(SNR: signal-noise ratio)が高いマイクロフォンを実現できることになる。

【0021】

10

また、本発明のマイクロフォンを、回路收容用凹部に集積回路を收容したタイプのものとして実現する場合には、『前記筐体の前記有音孔壁の内面に、前記MEMS音響トランスデューサの前記薄膜部の中央部分に対向する、前記回路收容用凹部に收容された前記集積回路の側壁を、その内側面の一部とした凹部が設けられている』構成を採用しておいても良い。この構成における“中央部分”も、薄膜部の中心点を含むものである必要はなく、薄膜部の、周縁部以外の部分であれば良い。さらに、本発明のマイクロフォンを、回路收容用凹部に集積回路を收容したタイプのものとして実現する場合にも、『前記凹部が、前記MEMS音響トランスデューサの前記薄膜部の、ダイボンド材の広がりを禁止する領域を包含する領域に対向して設けられている』構成を採用しておくことが出来る。

【0022】

20

尚、前者の構成を採用しておけば、ダイヤフラムと有音孔壁の内面との間隔が、“凹部”が設けられていない場合に比して広がる。従って、前者の構成を採用しておけば、空気の粘性の影響により高周波音に対する感度が低下することを抑止できる。また、後者の構成を採用しておけば、集積回路の側壁部分の段差、及び、有音孔壁内面の段差によりダイボンド材の広がりが抑止される。そのため、“凹部”の形状を上記形状としておけば、MEMS音響トランスデューサの周縁部と蓋部内面との間を封止するダイボンド材がダイヤフラム部分まで広がってダイヤフラムに付着しないようにすることも可能となる。

【0023】

また、本発明のマイクロフォンを、回路收容用凹部に集積回路を收容したタイプのものとして実現する場合、『前記筐体の前記有音孔壁の内面に、前記回路收容用凹部を含む、前記MEMS音響トランスデューサと対向する対向領域側に延びた主凹部であって、前記回路收容用凹部に前記集積回路が收容されると、前記集積回路の前記対向領域側を向いた側壁を段差面とした、前記MEMS音響トランスデューサの中央部分に対向する副凹部が形成される形状を有する主凹部が、設けられている』構成を採用しておくことも、さらに、『前記主凹部が、前記回路收容用凹部に前記集積回路が收容されると、前記集積回路の前記対向領域側を向いた側壁を段差面とした、前記MEMS音響トランスデューサの前記薄膜部の、ダイボンド材の広がりを禁止する領域を含む領域に対向する副凹部が形成される形状を有する』構成を採用しておくことも出来る。

30

【発明の効果】

【0024】

40

本発明によれば、バックチャンバが広い(筐体サイズに対するバックチャンバ容積の割合が大きい)マイクロフォンを提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1A】図1Aは、既存の、トップポート型のMEMSマイクの構成の説明図である。

【図1B】図1Bは、既存の、ボトムポート型のMEMSマイクの構成の説明図である。

【図2】図2は、バックチャンバが狭い場合に生ずる問題の説明図である。

【図3】図3は、既存のMEMSマイクの構成の説明図である。

【図4】図4は、既存のMEMSマイクの構成の説明図である。

【図5】図5は、既存のMEMSマイクの構成の説明図である。

50

【図6】図6は、本発明の第1実施形態に係るマイクロフォンの構成の説明図である。

【図7】図7は、第1実施形態に係るマイクロフォンのカバーに設けられる凹部の形状及び位置の説明図である。

【図8】図8は、凹部の機能の説明図である。

【図9】図9は、本発明の第2実施形態に係るマイクロフォンの構成の説明図である。

【図10】図10は、第2実施形態に係るマイクロフォンのカバーに設けられる凹部の形状及び位置の説明図である。

【図11】図11は、第2実施形態に係るマイクロフォンのカバーに設けられる凹部の形状及び位置の説明図である。

【図12】図12は、本発明の第3実施形態に係るマイクロフォンの構成の説明図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、添付図面を参照しながら本発明の幾つかの実施形態を説明する。ただし、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の変更/変形が行えるものである。

【0027】

《第1実施形態》

図6に、本発明の第1実施形態に係るマイクロフォンの構成を示す。尚、この図6及び以下で各実施形態に係るマイクロフォンの説明に用いる各図は、各実施形態に係るマイクロフォンの各部分を認識し易いものとするために、各部分の縮尺や数、位置等を適宜変更したものとなっている。

20

【0028】

図6に示してあるように、本実施形態に係るマイクロフォンは、既存のMEMSマイク(図1A等参照)と同様に、基板11とカバー12とからなる筐体10と、MEMS音響トランスデューサ20と、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)25とを、備える。

【0029】

MEMS音響トランスデューサ20(以下、MEMSチップ20とも表記する)は、上記したMEMSチップ40と同様に、MEMS技術を利用して製造された音響トランスデューサである。

30

【0030】

より具体的には、MEMSチップ20は、棒状の支持部23と、支持部23の一方の開口部を覆う、可動電極としてのダイヤフラム21を含む薄膜部とを、備える。MEMSチップ20の薄膜部の上面(図6における上側の面)の周縁部には、MEMSチップ20の固定電極と電気的に接続された固定電極用電極(固定電極用の端子/接続パッド)及びMEMSチップ20のダイヤフラム21(可動電極)と電気的に接続された可動電極用電極が設けられている。さらに、MEMSチップ20の上面の周縁部には、パンプ27を載せることを目的とした複数の金属膜(つまり、電極ではない金属膜)も設けられている。

【0031】

尚、本実施形態に係るマイクロフォンに使用するMEMSチップ20は、固定電極用電極と可動電極用電極とが薄膜部の同じ端部に設けられているものであっても、固定電極用電極と可動電極用電極とが薄膜部の異なる端部に設けられているものであっても良い。

40

【0032】

ASIC25は、上記したASIC45と同様に、MEMSチップ20の出力を増幅する集積回路(MEMSチップ20の固定電極・可動電極間に直流電圧をかけ、MEMSチップ20の静電容量の変化を、それに比例した電圧の変化として取り出す集積回路)である。このASIC25の、図9における下側の面には、MEMSチップ20の可動電極用電極と接続すべき電極、MEMSチップ20の可動電極用電極と接続すべき電極、及び、外部装置と接続すべき複数の外部装置用電極が設けられている。

【0033】

50

基板 11 は、いわゆるプリント基板である。この基板 11 の上面には、電磁シールド用の導電層や、ASIC 25 の上面に設けられている複数の電極とワイヤにより接続される複数の電極が形成されている。

【0034】

基板 11 の上面に設けられている電極には、ASIC 25 の特定の電極（MEMS チップ 20 と接続されるべき電極）と接続される第 1 種電極と、ASIC 25 の他の電極（外部装置と接続されるべき電極）と接続される第 2 種電極とがあり、基板 11 の下面には、基板 11 上面の各第 2 種電極と電氣的に接続された複数の外部装置接続用電極が設けられている。

【0035】

また、基板 11 には、基板 11 上面の各第 1 種電極を、カバー 12 の内面（正確には、内面及び下面）に形成されている接続用配線を介して MEMS チップ 20 の固定 / 可動電極用電極に接続するための配線も設けられている。

【0036】

カバー 12 は、その蓋部に音孔 15 が形成されている有蓋角筒状の部材である。このカバー 12 の蓋部の内面の中央部分には、深さが 0.05 mm ~ 0.1 mm 程度の凹部 13 が設けられている。ここで、カバー 12 の蓋部とは、カバー 12 の図 6 における上側の板状部分のことである。尚、カバー 12 の蓋部の厚さは、通常、0.2 mm ~ 0.3 mm 程度である。カバー 12 の蓋部の内面とは、カバー 12 の蓋部の図 6 における下側の面（MEMS チップ 20 が搭載されている面）のことである。また、凹部 13 の深さとは、凹部 13 の図 6 における上下方向の長さのことである。

【0037】

以下、凹部 13 の形状及び位置について説明する。

【0038】

図 7 (B) に、カバー 12 の、下側（基板 11 側）から見た平面図を示し、図 7 (A) に、カバー 12 の、図 7 (B) における X - X 線断面図を示す。尚、図 7 (B) に破線枠で示してある領域 A1 は、『音孔 15 の中心線がダイヤフラム 21 のほぼ中心を通るように MEMS チップ 20 をカバー 12 内に配置した場合』（以下、『MEMS チップ 20 を設計位置に配置した場合』と表記する）に、MEMS チップ 20 のダイヤフラム 21 と対向する、カバー 12 の内面上の領域である。破線枠で示してある領域 A2 は、MEMS チップ 20 を設計位置に配置した場合に、MEMS チップ 20 と対向する、カバー 12 の内面上の領域である。

【0039】

この図 7 から明らかのように、カバー 12 の凹部 13 は、領域 A1 よりも大きく領域 A2 よりも小さな形状（領域 A1 を包含し、領域 A2 に包含される形状）を有している。また、凹部 13 の形成位置は、凹部 13 の中心が MEMS チップ 20 の薄膜部の中心と略一致するように定められている。

【0040】

図 6 に戻って、第 1 実施形態に係るマイクロフォンの説明を続ける。

【0041】

カバー 12 の内面には、基板 11 上面の各第 1 種電極を、基板 11 に形成されている配線を介して、MEMS チップ 20 の固定 / 可動電極用電極に接続するための接続用配線が設けられている。カバー 12 の内面には、電磁シールド用の導電層も設けられている。

【0042】

各接続用配線の蓋部側の端部には、MEMS チップ接続用電極が設けられている。各 MEMS チップ接続用電極の位置（各接続用配線の形状）は、MEMS チップ 20 を設計位置に配置したときに、MEMS チップ 20 の固定 / 可動電極用電極と対向するように定められている。

【0043】

要するに、カバー 12 は、MEMS チップ 20 をフリップチップボンディングにより接

10

20

30

40

50

合できる基板として機能するように、構成されている。そして、上記したように、基板 11 の上面には、基板 11 下面の外部装置接続用電極と導通した第 2 種電極や、カバー 12 と組み合わせると、カバー 12 内面に形成されている接続用配線と電氣的に接続される第 1 種電極が設けられている。

【0044】

そのため、本実施形態に係るマイクロフォンは、以下の工程 / 手順で組み立てられるものとなっている。

- ・電磁シールド用の金属膜等が形成されているカバー 12 の凹部 13 の周囲 (MEMS チップ 20 の周縁部と対向する部分) にダイボンド材 29 を塗布し、カバー 12 の蓋部内面と MEMS チップ 20 とをフリップチップボンディングにより接合する。

10

- ・ASIC 25 を基板 11 上に固定し、固定した ASIC 25 上面の電極と基板 11 上の電極との間をワイヤボンディングにより接続する。

- ・両工程により得られた構造体を組み合わせることによりマイクロフォンを得る。

【0045】

以下、カバー 12 の蓋部内面に凹部 13 を設けている理由を説明する。

【0046】

上記形状の凹部 13 をカバー 12 の蓋部内面の上記位置に設けているのは、そのようにしておけば、カバー 12 側の組立作業時にダイボンド材 29 がダイヤフラム 21 部分まで広がってダイヤフラム 21 に付着するのを抑止できることになると共に、空気の粘性の影響による高周波音に対する感度の低下を抑止できることになるからである。

20

【0047】

具体的には、平面上に塗布したダイボンド材は、塗布した領域外に広がる。ただし、塗布した平面に段差がある場合、図 8 に示したように、ダイボンド材は段差までは広がるが、ダイボンド材が段差を超えて広がることはない。そのため、上記形状の凹部 13 をカバー 12 の蓋部内面の上記位置に設けることにより、ダイボンド材 29 が広がってダイヤフラム 21 に付着することを抑止しているのである。

【0048】

また、音孔 15 のサイズをダイヤフラム 21 のサイズと同程度にすると、ゴミ等が筐体 10 内に侵入し易くなる。そのため、音孔 15 のサイズは、通常、ダイヤフラム 21 のサイズよりも小さいサイズとされるのであるが、音孔 15 のサイズがダイヤフラム 21 のサイズよりも小さい場合、MEMS チップ 20 のダイヤフラム 21 の外周側の部分には、音波が直接的に入射されない (マイクロフォン内で反射した音波が入射される) ことになる。ダイヤフラム 21 の上面とカバー 12 の蓋部下面の間隔が広い場合、ダイヤフラム 21 に、音波が直接的に入射されない部分があるということは特に問題にならない。ただし、ダイヤフラム 21 の上面とカバー 12 の蓋部下面の間隔が狭い場合、音波、特に、空気の粘性の影響を受けやすい高周波の音波が、ダイヤフラム 21 の上記部分に入射され難くなる結果として、マイクロフォンの高周波音に対する感度が低下してしまう。

30

【0049】

そして、ダイヤフラム 21 の上面とカバー 12 の蓋部下面の元々の間隔 (凹部 13 が無い場合の間隔) が狭くても、上記形状の凹部 13 をカバー 12 の蓋部内面の上記位置に設けておけば、高周波音がダイヤフラム 21 の各部に入射されるようにすることが出来る。そのため、上記形状の凹部 13 をカバー 12 の蓋部内面の上記位置に設けているのである。

40

【0050】

以上、説明したように、本実施形態に係るマイクロフォンには、筐体 10 の、音孔 15 が形成されている壁部 (カバー 12 の蓋部) の内面に、MEMS チップ 20 を、薄膜部 22 側を当該内面を向けた姿勢で固定する構成が採用されている。そして、当該構成を採用しておけば、支持部 23 の中央に存在する空洞部も、バックチャンバの一部として機能することになる。

【0051】

50

従って、本実施形態に係るマイクロフォンの構成を採用しておけば、バックチャンバが広いマイクロフォン、例えば、図4に示した既存のMEMSマイクとサイズがほぼ等しく、バックチャンバの容積（体積）が、当該既存のMEMSマイクよりも、支持部23の中央に存在する空洞部の容積分、大きなマイクロフォン、を実現できる。

【0052】

《第2実施形態》

以下、図9～図11を用いて、本発明の第2実施形態に係るマイクロフォンの構成を、上記した第1実施形態に係るマイクロフォンと異なる部分を中心に説明する。

【0053】

図9に示してあるように、本実施形態に係るマイクロフォンは、基板11bとカバー12bとからなる筐体10bと、MEMS音響トランスデューサ20と、ASIC25とを、備える。

【0054】

本実施形態に係るマイクロフォンのMEMS音響トランスデューサ20（以下、MEMSチップ20とも表記する）、ASIC25は、それぞれ、第1実施形態に係るマイクロフォンのMEMS音響トランスデューサ20、ASIC25と本質的には同じものである。

【0055】

ただし、本実施形態に係るマイクロフォンには、固定電極用電極及び可動電極用電極が、薄膜部の、図9における左側の端部22（以下、接続用端部22と表記する）の上面に設けられているMEMSチップ20が使用される。さらに、本実施形態に係るマイクロフォンには、MEMSチップ20の固定電極用電極と接続すべき電極と、MEMSチップ20の可動電極用電極と接続すべき電極とが、図9における右側の端部26（以下、IC側接続用端部26と表記する）の下面に設けられているASIC25が使用される。

【0056】

要するに、本実施形態に係るマイクロフォンの筐体10b内には、ASIC25の一部（ASIC25の一端部の一部又は全て）とMEMSチップ20の一部（MEMSチップ20の一端部の一部又は全て）とが、ASIC25の厚さ方向から見て重なるように配置されるが、MEMSチップ20としては、薄膜部の、ASIC25の一部と重なる側の端部である接続用端部22の表面に、固定電極用電極及び可動電極用電極が配置されているものが使用される。また、ASIC25としては、MEMSチップ20の一部と重なる側の端部であるIC側接続用端部26の表面に、固定電極用電極と接続すべき電極及び可動電極用電極と接続すべき電極が配置されているものが使用される。

【0057】

基板11bは、基板11と同様に、その下面に複数の外部装置接続用電極が設けられている部材である。ただし、基板11bの上面には、電磁シールド用の電極膜、及び、カバー12bと基板11bとを組み合わせた場合に、カバー12bの内面（正確には、内面及び下面）に形成されている各接続用配線の電極と接触する接続用電極のみが設けられている。そして、基板11b内には、各接続用電極を外部装置接続用電極に接続する配線が形成されている。

【0058】

カバー12bは、カバー12よりも、左右方向の長さが長い有蓋角筒状部材である。このカバー12bの内面には、上記接続用配線等と共に、電磁シールド用の導電層が設けられている。

【0059】

また、カバー12bの蓋部内面の中央部分には、ASIC25を、その内部の図9に示した位置に収容できる凹部13bが設けられている。すなわち、カバー12bの蓋部内面の中央部分には、ASIC25を、ASIC25の厚さ方向から見て、ASIC25のIC側接続用端部26が、設計位置に配置されたMEMSチップ20の接続用端部22と重なる位置に収容できる凹部13bが設けられている。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

この凹部 1 3 b の具体的な形状は、マイクロフォンに使用する MEMS チップ 2 0、ASIC 2 5 のサイズに基づき、定められる。

【 0 0 6 1 】

例えば、ASIC 2 5 の、図 9 の紙面に垂直な方向（以下、前後方向と表記する）の長さが、MEMS チップ 2 0 の前後方向の長さよりも短い場合、カバー 1 2 b には、図 1 0 に示したような形状の凹部 1 3 b が設けられる。

【 0 0 6 2 】

尚、図 1 0 (B) は、凹部 1 3 b 内に ASIC 2 5 が収容されたカバー 1 2 b の、下側（基板 1 1 b 側）から見た平面図である。図 1 0 (A) に、凹部 1 3 b 内に ASIC 2 5 が収容されたカバー 1 2 b の、図 1 0 (B) における X - X 線断面図である。また、図 1 0 (B) に破線枠で示してある領域 A 1 は、MEMS チップ 2 0 を設計位置に配置した場合（音孔 1 5 の中心線がダイヤフラム 2 1 のほぼ中心を通るように MEMS チップ 2 0 をカバー 1 2 b 内に配置した場合）に、MEMS チップ 2 0 のダイヤフラム 2 1 と対向することになる、カバー 1 2 b の内面上の領域である。破線枠で示してある領域 A 2 は、MEMS チップ 2 0 を設計位置に配置した場合に、MEMS チップ 2 0 と対向することになる、カバー 1 2 b の内面上の領域である。

【 0 0 6 3 】

すなわち、ASIC 2 5 の前後方向の長さが、MEMS チップ 2 0 の前後方向の長さよりも短い場合、凹部 1 3（図 7 参照）の左側の側壁位置を、ASIC 2 5 のカバー 1 2 の左側の側壁位置まで移動させることにより、凹部 1 3 に ASIC 2 5 を収容するための回路収容用凹部を追加したような形状を有する凹部 1 3 b が設けられる。

【 0 0 6 4 】

また、ASIC 2 5 の前後方向の長さが、MEMS チップ 2 0 の前後方向の長さよりも長い場合、カバー 1 2 b には、図 1 1 に示したような形状の凹部 1 3 b が形成される。すなわち、この場合、凹部 1 3 を左方向に広げただけでは、ASIC 2 5 をその内部に収容できる凹部 1 3 b を実現できない。そのため、ASIC 2 5 の前後方向の長さが、MEMS チップ 2 0 の前後方向の長さよりも長い場合、カバー 1 2 b には、ASIC 2 5 を収容する部分の前後方向（図 1 0 (B) における上下方向）の幅を広げた凹部 1 3 b が設けられる。

【 0 0 6 5 】

尚、カバー 1 2 b に設けられる凹部 1 3 b は、通常、各部の深さが、ASIC 2 5 の厚さとほぼ等しいものである。ただし、ASIC 2 5 を収容する部分の深さが、ASIC 2 5 の厚さとほぼ等しく、音孔 1 5 近傍の部分の深さが、ASIC 2 5 を収容する部分の深さと異なる凹部 1 3 b を、カバー 1 2 b に設けておいても良い。

【 0 0 6 6 】

本実施形態に係るマイクロフォンの各構成要素は、上記したようなものとなっている。そして、本実施形態に係るマイクロフォンは、図 9 から明らかなように、以下の工程により組み立てられるものとなっている。

【 0 0 6 7 】

- ・ 接続用配線等が形成されているカバー 1 2 b の蓋部内面の凹部 1 3 b 内の所定位置（図 9 に示してある位置）に ASIC 2 5 を配設する。
- ・ ASIC 2 5 を凹部 1 3 b 内に配設したカバー 1 2 b の、MEMS チップ 2 0 の周縁部と対向する部分（ASIC 2 5 上の部分及びカバー 1 2 b の蓋部上の部分）にダイボンダ材 2 9 を塗布し、カバー 1 2 b の蓋部内面と MEMS チップ 2 0 とをフリップチップボンディングにより接合する。もしくは、先に MEMS チップ 2 0 をフリップチップボンディングにより接合し、その後にダイボンダ材を流し込むことによって MEMS チップ 2 0 の周縁部とカバー 1 2 b の蓋部との間を封止してもよい。
- ・ ASIC 2 5 の各外部装置用電極と各接続用配線の電極部とをワイヤボンディングにより接続する。

10

20

30

40

50

・ASIC 25の各外部装置用電極と各接続用配線の電極部とを接続した構造体(MEMSチップ20等の取り付けが完了しているカバー12b)と、基板11bとを組み合わせることにより、マイクロフォンを得る。

【0068】

以上、説明したように、本実施形態に係るマイクロフォンにも、筐体10の、音孔15が形成されている部分(カバー12bの蓋部)の内面に、MEMSチップ20を、薄膜部側を当該内面を向けた姿勢で固定する構成が採用されている。そして、当該構成を採用しておけば、支持部の中央に存在する空洞部も、バックチャンバの一部として機能することになる。従って、本実施形態に係るマイクロフォンの構成を採用しておけば、少なくとも、支持部の中央に存在する空洞部の容積分、バックチャンバの容積が大きなマイクロフォンを実現できることになる。

10

【0069】

また、上記構成を採用しておけば、筐体10bとして、ASIC25とMEMSチップ20とを並べて配置できるもの(図1A参照)を使用しなくても良くなる。従って、上記構成を採用しておけば、より小型なマイクロフォンを実現することが出来る。さらに、MEMSチップ20とASIC25との間をフリップチップボンディングにより接続しておけば、MEMSチップ20とASIC25との間をワイヤや筐体内面に形成した配線を介して接続した場合よりもノイズの影響を受けにくい形でASIC25にMEMSチップ20の出力を入力できる。従って、上記構成を採用しておけば、MEMSチップ20とASIC25との間をワイヤや筐体内面に形成した配線を介して接続したマイクロフォン(図1A、図4、図5参照)よりも、信号雑音比が高いマイクロフォンを実現できることにもなる。

20

【0070】

また、本実施形態に係るマイクロフォンの凹部13b内のASIC25よりも右側の部分は、第1実施形態に係るマイクロフォンの凹部13とほぼ同じ形状を有している。

【0071】

従って、本実施形態に係るマイクロフォンに採用されている構成は、ダイボンド材がダイヤフラム部分まで広がってダイヤフラムに付着するのを抑止できると共に、空気の粘性の影響による高周波音に対する感度の低下も抑止できる構成となっているということも出来る。

30

【0072】

《第3実施形態》

図12に、本発明の第3実施形態に係るマイクロフォンの構成を示す。

【0073】

この図12と図9とを比較すれば明らかなように、本実施形態に係るマイクロフォンは、トップポート型のマイクロフォンである第2実施形態に係るマイクロフォンを、ボトムポート型のマイクロフォンに変形したものである。

【0074】

本実施形態に係るマイクロフォンは、第2実施形態に係るマイクロフォンの筐体10b(基板11b及びカバー12b)を、筐体10c(基板11c及びカバー12c)に変えれば得ることが出来るものである。そのため、このマイクロフォンの構成の作用効果の詳細説明は省略するが、本実施形態に係るマイクロフォンには、その内面の全領域が、電磁シールド用の金属膜で覆われたカバー12bを使用することが出来る。また、この第3実施形態に係るマイクロフォンの構成を採用しておいても、上記した第2実施形態に係るマイクロフォンの構成を採用した場合と同様に、バックチャンバが広く、MEMSチップ20とASIC25との間をワイヤや筐体内面に形成した配線を介して接続したマイクロフォンよりも信号雑音比が高いマイクロフォンを実現できる。また、第3実施形態に係るマイクロフォンの構成を採用しておいても、ダイボンド材がダイヤフラム部分まで広がってダイヤフラムに付着するのを抑止できると共に、空気の粘性の影響による高周波音に対する感度の低下も抑止できることになる。

40

50

【 0 0 7 5 】

《変形形態》

上記した各実施形態に係るマイクロフォンは、各種の変形を行えるものである。例えば、第1実施形態に係るマイクロフォンを、ボトムポート型のマイクロフォンに変形することが出来る。また、第1実施形態に係るマイクロフォンを、カバーの蓋部内面に凹部が設けられておらず、バンプの高さ/MEMSチップの周縁部の高さを高くすることにより、ダイヤフラム・カバーの蓋部下面との間隔が調整されたマイクロフォンに変形することが出来る。また、第2, 3実施形態に係るマイクロフォンを、カバーの蓋部内面、基板の上面に、ASIC25をその内部に収容するための凹部のみが設けられており、バンプの高さ/MEMSチップの周縁部の高さを高くすることにより、ダイヤフラム・カバーの蓋部下面との間隔が調整されたマイクロフォンに変形することも出来る。

10

【 0 0 7 6 】

また、上記した各実施形態に係るマイクロフォンは、音孔15の中心線がダイヤフラム21のほぼ中心を通るようにMEMSチップ20が配置されたものであったが、音孔15とMEMSチップ20との間の位置関係は、音孔15が形成されている板状部分(カバーの蓋部、基板)とMEMSチップ20の薄膜部との間に、音孔15により外部と連通した閉空間が形成できるものであれば、どのような位置関係であっても良い。

【 0 0 7 7 】

また、各実施形態に係るマイクロフォンを、MEMSチップ20の電極とカバー12の蓋部内面上/ASIC25上の電極とが、ワイヤボンディング等のフリップチップボンディング以外のボンディング手法により接続されるものに変形することも出来る。ただし、そのように変形すると、製造手順が複雑になってしまう。そのため、MEMSチップ20の電極とカバー12の蓋部内面上/ASIC25上の電極との間の接続は、フリップチップボンディングにより行うようにしておくことが好ましい。

20

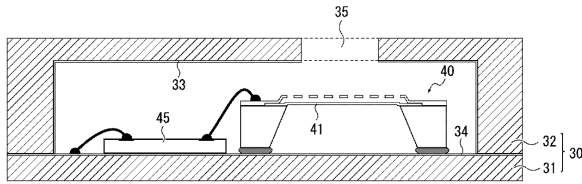
【符号の説明】

【 0 0 7 8 】

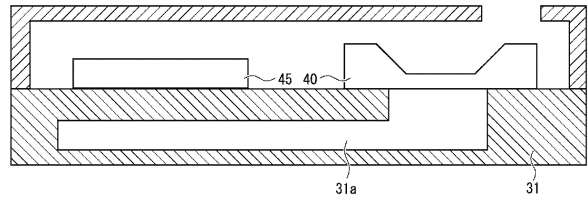
- | | |
|------------|-------------------------|
| 10、10b、10c | 筐体 |
| 11、11b、11c | 基板 |
| 12、12b、12c | カバー |
| 13、13b、13c | 凹部 |
| 15 | 音孔 |
| 20 | MEMS音響トランスデューサ(MEMSチップ) |
| 21 | ダイヤフラム |
| 23 | 支持部 |
| 25 | ASIC |
| 27 | バンプ |
| 29 | ダイボンド材 |

30

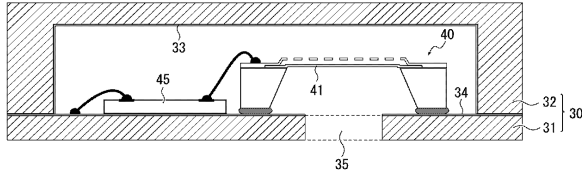
【図1A】



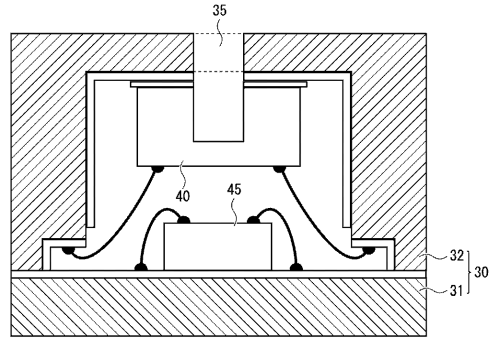
【図3】



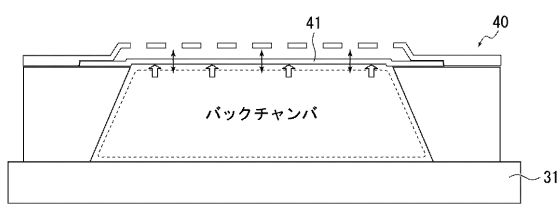
【図1B】



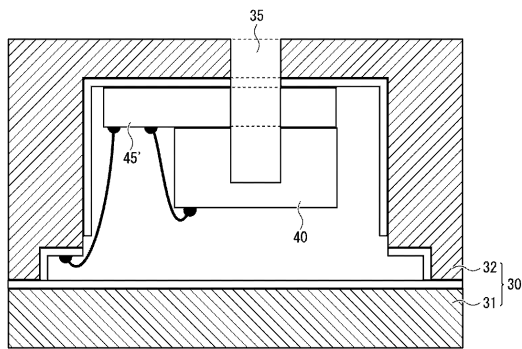
【図4】



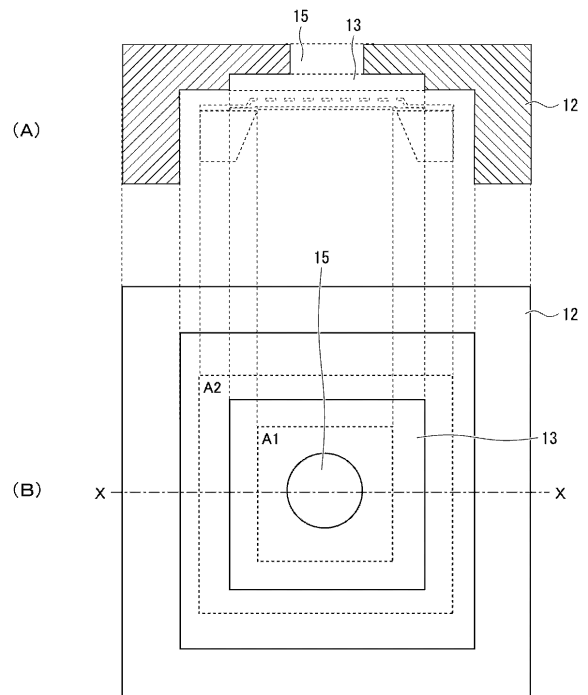
【図2】



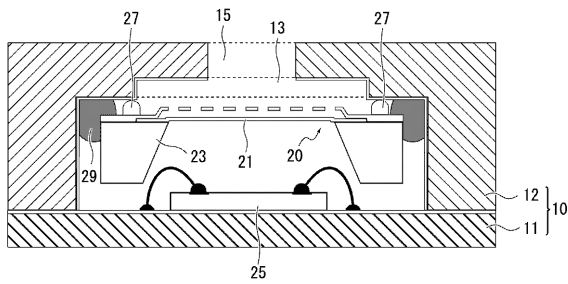
【図5】



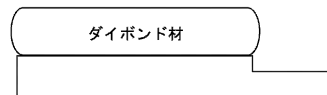
【図7】



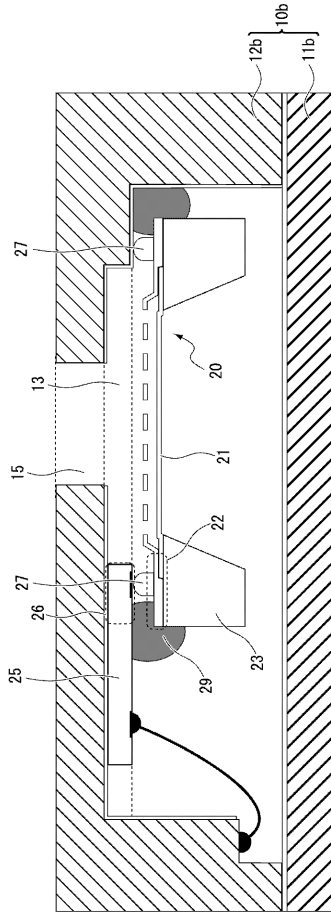
【図6】



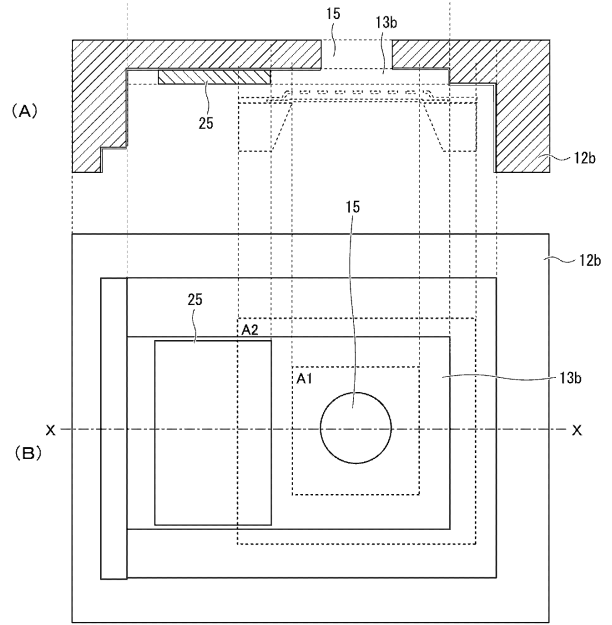
【図8】



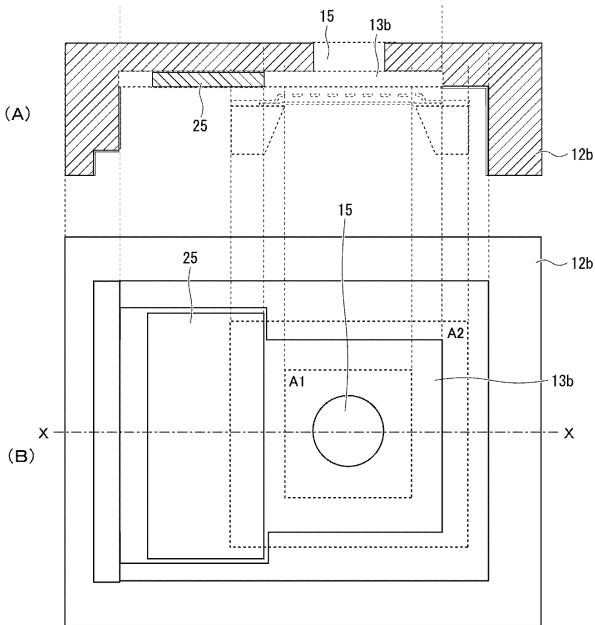
【 図 9 】



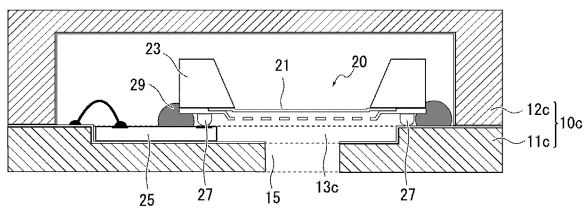
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



フロントページの続き

- (72)発明者 堀本 恭弘
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
- (72)発明者 内藤 小也香
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 北原 昂

- (56)参考文献 国際公開第2014/022487(WO, A1)
特開2012-090332(JP, A)
特開2013-066021(JP, A)
米国特許出願公開第2012/0212925(US, A1)
米国特許出願公開第2012/0027234(US, A1)

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