

(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2012-175336

(P2012-175336A)

(43) 公開日 平成24年9月10日(2012.9.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04R 19/04 (2006.01)	H04R 19/04	3C081
H04R 1/02 (2006.01)	H04R 1/02 106	4M112
H01L 29/84 (2006.01)	H01L 29/84 Z	5D017
B81B 3/00 (2006.01)	B81B 3/00	5D021

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-34562 (P2011-34562)	(71) 出願人	000002945 オムロン株式会社 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801番地
(22) 出願日	平成23年2月21日(2011.2.21)	(74) 代理人	100094019 弁理士 中野 雅房
(11) 特許番号	特許第4893860号 (P4893860)	(72) 発明者	中河 佑将 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
(45) 特許公報発行日	平成24年3月7日(2012.3.7)	(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	井上 匡志 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

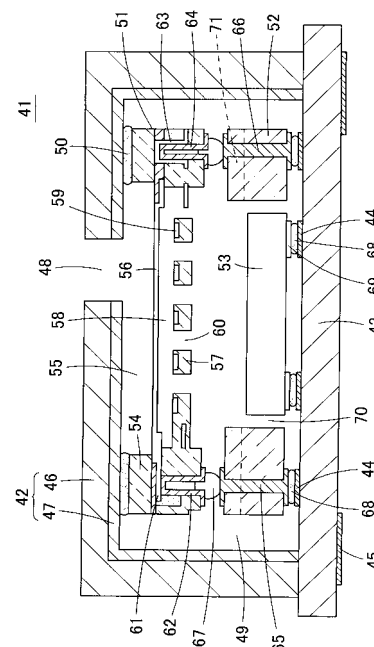
(54) 【発明の名称】 マイクロフォン

(57) 【要約】

【課題】上方から見た平面積を小さくすることができ、しかも、音響センサのバックチャンバの容積をより大きくすることのできるマイクロフォンを提供する。

【解決手段】回路基板43の上面にインターポザ52を実装し、その上面に音響センサ51を実装する。信号処理回路53は、インターポザ52に設けられた空間70に納められて回路基板43に実装される。音響センサ51は、インターポザ52に設けた配線構造を通じて回路基板43に接続される。音響センサ51やインターポザ52などは、回路基板43の上面に被せたカバー42によって覆われる。カバー42には、音響センサ51のフロントチャンバと対向する位置に音導入孔48が開口されている。インターポザ52には、音響センサ51のダイアフラム56よりも下方の空間を、カバー42内でインターポザ52よりも外の空間とを音響的に連通させるための通気用切欠71が形成されている。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

回路基板と、
前記回路基板の上面に実装された支持部材と、
前記支持部材の上に実装された音響センサと、
前記支持部材の内部に形成された空洞内に納めて、前記回路基板の上面に実装された信号処理回路と、

前記音響センサ、前記支持部材及び前記信号処理回路を覆って前記回路基板の上面に固定されたカバーとを備えたマイクロフォンにおいて、

前記音響センサは、上面側にフロントチャンバとなる空間が形成されるとともに、下面側にバックチャンバとなる空間を備えており、

前記支持部材は、前記カバー及び前記回路基板で囲まれた空間のうち前記音響センサ及び前記支持部材の外部に位置する空間と、前記音響センサ内の前記バックチャンバとなる空間との間で音響振動を伝達させることのできる音響伝達通路を形成されていることを特徴とするマイクロフォン。

【請求項 2】

前記カバーは、音響振動を導入するための音導入孔を開口され、

前記音響センサは、前記フロントチャンバとなる空間の周囲を、前記カバーの内面の前記音導入孔を囲む領域に密着させら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】

前記支持部材は、前記音響センサと前記回路基板とを電氣的に接続するための配線構造を備え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 4】

前記音響伝達通路は、前記支持部材の上面部を凹状又は溝状に窪ませて形成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 5】

前記信号処理回路を収納するための前記空洞は、前記支持部材を上下に貫通し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 6】

前記信号処理回路を収納するための前記空洞は、前記支持部材の下面に凹設されており、
前記空洞と前記音響伝達通路とが前記支持部材によって仕切ら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。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明はマイクロフォンに関し、具体的には、音響センサをパッケージ内に実装したマイクロフォンに関する。

【背景技術】**【0002】**

(一般的なマイクロフォン)

図 1 は、従来の一般的な構造のマイクロフォンを示す断面図である。このマイクロフォン 11 は、カバー 12 と回路基板 13 からなるパッケージ内に音響センサ 15 と信号処理回路 17 を実装したものである。音響センサ 15 と信号処理回路 17 は、回路基板 13 の上面に横に並べた状態で実装されており、信号処理回路 17 は封止樹脂 21 によって覆われている。音響センサ 15 と信号処理回路 17 は、ボンディングワイヤ 18 によって電氣的に接続されており、さらに信号処理回路 17 は、ボンディングワイヤ 19 によって回路基板 13 の基板内配線 14 に接続されている。

【0003】

通常、回路基板 13 の下面はプリント配線基板に実装され、プリント配線基板に密着する。そのため、パッケージ内に音響振動を導き入れるための音導入孔 20 はカバー 12 の上面に開口されている。音響センサ 15 の下面は回路基板 13 に接着されており、バックチャンバ 16 の下面は回路基板 13 で塞がれている。

【0004】

このような構造のマイクロフォン 11 では、以下に述べるような問題がある。マイクロフォン 11 では、音響センサ 15 と信号処理回路 17 が横に並んでいるので、マイクロフォン 11 を上から見たときの水平面への投影面積（以下、平面積という。）を小さくすることができない。特に、マイクロフォン 11 の平面積を、音響センサ 15 の平面積と信号処理回路 17 の平面積との和よりも小さくすることは不可能である。

10

【0005】

また、マイクロフォン 11 では、音響センサ 15 と信号処理回路 17 はボンディングワイヤ 18 によって接続されている。ボンディングワイヤ 18 をピンと張って配線した場合には、振動などによってボンディングワイヤ 18 が断線するおそれがあるので、ボンディングワイヤ 18 は、図 1 に示すように、弛ませて配線される。しかも、ボンディングワイヤ 18 を下方へ弛ませて配線した場合には、ボンディングワイヤ 18 が音響センサ 15 や信号処理回路 17 の電極パッドや配線に接触して短絡事故を起こす恐れがあるので、ボンディングワイヤ 18 は、上方へ弛ませてある。その結果、パッケージの高さは、上方へ飛び出たボンディングワイヤ 18 を収納できるだけの高さが必要となり、その分だけマイクロフォン 11 の高さが高くなる。

20

【0006】

マイクロフォンの感度とバックチャンバの容積との間には相関があり、バックチャンバの容積が小さくなるとマイクロフォンの感度が低下する。マイクロフォン 11 では、カバー 12 に音導入孔 20 を設けた場合、音響センサ 15 内のバックチャンバ 16 の容積が小さくなるので、マイクロフォン 11 の感度が低下しやすくなる。

【0007】

（特許文献 1 のマイクロフォン）

特許文献 1 に開示されているマイクロフォンを図 2 に示す。特許文献 1 のマイクロフォン 31 では、回路基板 13 の上面に信号処理回路 17 を実装している。信号処理回路 17 に隣接する位置において、回路基板 13 の上面にはスペーサ 32 が固定されており、さらにスペーサ 32 の上面に音響センサ 15 が実装されている。スペーサ 32 には、上下に貫通する貫通孔 33 が開口されており、さらにスペーサ 32 の外部と貫通孔 33 内との間の静圧差を緩和させるための連通孔 34 が形成されている。

30

【0008】

このようなマイクロフォン 31 では、音響センサ 15 の下面に電極パッドを設け、スペーサ 32 を介して音響センサ 15 を回路基板 13 に電氣的に接続しているので、図 1 のマイクロフォン 11 のようにボンディングワイヤ 18 の弛みのためにマイクロフォン 31 の高さが高くなるということはない。

【0009】

しかし、このマイクロフォン 31 も、図 1 のマイクロフォン 11 と同じ問題を有している。マイクロフォン 31 でも、音響センサ 15 と信号処理回路 17 は横に並べて配置されているので、マイクロフォン 31 の平面積を小さくすることができない。特に、マイクロフォン 31 の平面積を、音響センサ 15 の平面積と信号処理回路 17 の平面積との和より小さくすることはできない。

40

【0010】

また、マイクロフォン 31 では、スペーサ 32 の貫通孔 33 を音響センサ 15 のバックチャンバ 16 と連続させてダイアフラムの下空間を広げているので、音響センサ 15 を大きくすることなくバックチャンバ 16 の容積を実質的に拡大できる。その結果、マイクロフォン 31 の感度向上を期待できる。

【0011】

50

しかし、このような構造でも、バックチャンバ１６の容積拡大には限度があり、カバー１２と回路基板１３からなるパッケージ内の空間容積に比べれば小さなものである。

【００１２】

なお、スペーサ３２には水平方向に連通孔３４があげられている。しかし、この連通孔３４は、バックチャンバ１６と音響センサ１５及びスペーサ３２の外側空間（パッケージ内空間）との間で静圧を伝えられるようにする一方で、ダイアフラムに作用する圧力変動に基づく気体の通過を阻止するものである。すなわち、連通孔３４は、アウトガスの発生や標高差に基づく音響センサ１５の内外における静圧差を除去するためのものである。

【００１３】

（特許文献２のマイクロフォン）

10

特許文献２には、パッケージを構成するプリント基板の上に立体回路基板を設け、立体回路基板の上に音響センサを実装するとともに、立体回路基板の中央部に形成された開口部内に信号処理回路を納めたマイクロフォンが開示されている。

【００１４】

特許文献２のようなマイクロフォンによれば、信号処理回路の上方に音響センサを配置しているので、マイクロフォンの平面積を小さくしてマイクロフォンを小型化することができる。

【００１５】

特許文献２のマイクロフォンでは、立体回路基板の上に音響センサを設けることによって特許文献１と同様に音響センサのバックチャンバの容積を大きくしている。しかし、立体回路基板の開口部内に信号処理回路を納めているので、再びバックチャンバの容積が小さくなっており、マイクロフォンの感度を向上させることが困難である。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１６】

【特許文献１】特開２００７－１７８２２１号公報

【特許文献２】特開２００６－３１１１０６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１７】

30

本発明は、上記のような技術的課題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、上方から見た平面積を小さくすることができ、しかも、音響センサのバックチャンバの容積をより大きくすることのできる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】

【００１８】

本発明に係るマイクロフォンは、回路基板と、前記回路基板の上面に実装された支持部材と、前記支持部材の上に実装された音響センサと、前記支持部材の内部に形成された空洞内に納めて、前記回路基板の上面に実装された信号処理回路と、前記音響センサ、前記支持部材及び前記信号処理回路を覆って前記回路基板の上面に固定されたカバーとを備えたマイクロフォンにおいて、前記音響センサは、上面側にフロントチャンバとなる空間が形成されるとともに、下面側にバックチャンバとなる空間を備えており、前記支持部材は、前記カバー及び前記回路基板で囲まれた空間のうち前記音響センサ及び前記支持部材の外部に位置する空間と、前記音響センサ内の前記バックチャンバとなる空間との間で音響振動を伝達させることのできる音響伝達通路を形成されていることを特徴としている。

40

【００１９】

本発明のマイクロフォンにあっては、信号処理回路の上方に音響センサを配置しているので、音響センサと信号処理回路を実装するための領域の平面積を小さくすることができ、マイクロフォンを小型化することができる。また、支持部材に音響伝達通路を設けたことにより、カバー及び回路基板で囲まれた空間のうち音響センサ及び支持部材の外部に位置する空間を音響センサのバックチャンバとして利用できるようになる。その結果、音響

50

センサのバックチャンバの容積を実質的に大きくし、マイクロフォンの感度を向上させることができる。

【 0 0 2 0 】

本発明のある実施態様によるマイクロフォンは、前記カバーに、音響振動を導入するための音導入孔を開口され、前記音響センサが、前記フロントチャンバとなる空間の周囲を、前記カバーの内面の前記音導入孔を囲む領域に密着させ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、音導入孔からマイクロフォン内に導入された音響振動がフロントチャンバの外へ漏れにくくなる。よって、音導入孔から入った音響振動がバックチャンバ側へ回り込みにくく、バックチャンバ側へ回り込んだ音響振動によってマイクロフォンの感度が低下しにくくなる。

10

【 0 0 2 1 】

本発明の別な実施態様によるマイクロフォンでは、前記支持部材が、前記音響センサと前記回路基板とを電気的に接続するための配線構造を備えている。かかる実施態様によれば、ボンディングワイヤを用いることなく音響センサと回路基板を接続することができるので、ボンディングワイヤを用いた場合よりもカバーと回路基板からなるパッケージの高さを低くでき、マイクロフォンを低背化ないし小型化することができる。

【 0 0 2 2 】

本発明のさらに別な実施態様によるマイクロフォンでは、前記音響伝達通路が、前記支持部材の上面部を凹状又は溝状に窪ませて形成されている。かかる実施態様によれば、音響伝達通路の加工が容易になる。

20

【 0 0 2 3 】

本発明のさらに別な実施態様によるマイクロフォンでは、前記信号処理回路を収納するための前記空洞が、前記支持部材を上下に貫通している。かかる実施態様によれば、信号処理回路を収納するための空洞が音響センサのバックチャンバの一部となるので、音響センサのバックチャンバ容積をより一層大きくでき、マイクロフォンの感度を向上させることができる。

【 0 0 2 4 】

本発明のさらに別な実施態様によるマイクロフォンでは、前記信号処理回路を収納するための前記空洞が、前記支持部材の下面に凹設されており、前記空洞と前記音響伝達通路とが前記支持部材によって仕切られている。かかる実施態様によれば、音響センサと信号処理回路の間で短絡事故が生じることがない。また、信号処理回路を水分や埃などから保護することができる。

30

【 0 0 2 5 】

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。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 6 】

【図 1】図 1 は、一般的な構造のマイクロフォンを示す断面図である。

【図 2】図 2 は、特許文献 1 に開示されたマイクロフォンの断面図である。

40

【図 3】図 3 は、本発明の実施形態 1 によるマイクロフォンの構造を示す断面図である。

【図 4】図 4 (A) は、実施形態 1 のマイクロフォンに用いられているインターポーザの斜視図である。図 4 (B) は当該インターポーザを上下反転させて描いた斜視図である。

【図 5】図 5 (A) は、図 4 (A) の X - X 線断面図である。図 5 (B) は、図 4 (A) の Y - Y 線断面図である。

【図 6】図 6 (A) は、マイクロフォンの製造工程の一部であって、インターポーザを複数個一度に作製した状態を示す平面図である。図 6 (B) は、図 6 (A) の Z - Z 線に沿った断面図である。

【図 7】図 7 (A) は、マイクロフォンの製造工程の一部であって、音響センサを複数個一度に作製した状態を示す断面図である。図 7 (B) は、図 6 のインターポーザの上に上

50

下反転させて図 7 (A) の音響センサを接合一体化した状態を示す断面図である。

【図 8】図 8 (A) は、音響センサの S i ウエハを研磨して薄くする工程を説明する断面図である。図 8 (B) は、音響センサの S i ウエハにフロントチャンバを開口するとともに、犠牲層をエッチング除去した状態を示す断面図である。

【図 9】図 9 (A) は、ダイシングにより分割された 1 個の音響センサ及びインターポーザを示す断面図である。図 9 (B) は、回路基板の上面に信号処理回路を実装する工程を説明する断面図である。

【図 10】図 10 (A) は、信号処理回路を覆うようにして、音響センサ及びインターポーザを回路基板の上に実装した状態を示す断面図である。図 10 (B) は、回路基板の上面にカバーを取り付けた状態を示す断面図である。

10

【図 11】図 11 は、本発明の実施形態 2 によるマイクロフォンの構造を示す断面図である。

【図 12】図 12 (A) 及び図 12 (B) は、実施形態 2 のマイクロフォンに用いられているインターポーザの斜視図及び断面図である。

【図 13】図 13 (A) は、異なる形態のインターポーザを示す斜視図である。図 13 (B) は、その断面図である。

【図 14】図 14 (A) は、さらに異なる形態のインターポーザを示す斜視図である。図 14 (B) は、その断面図である。

【図 15】図 15 (A) は、さらに異なる形態のインターポーザを示す斜視図である。図 15 (B) は、その断面図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0027】

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。

【0028】

(第 1 の実施形態)

以下、図 3 - 図 5 を参照して本発明の実施形態 1 によるマイクロフォンを説明する。図 3 は、実施形態 1 に係るマイクロフォン 41 の構造を示す断面図である。また、図 4 (A) は、マイクロフォン 41 に用いられているインターポーザ 52 (支持部材) の斜視図、図 4 (B) は、インターポーザ 52 を上下反転させた状態で示す斜視図である。図 5 (A) 及び図 5 (B) はインターポーザ 52 の断面図であって、図 5 (A) は図 4 (A) の X - X 線断面を示し、図 5 (B) は図 4 (A) の Y - Y 線断面を示す。

30

【0029】

マイクロフォン 41 にあっては、カバー 42 と回路基板 43 によってパッケージが形成されている。このパッケージ内には、音響センサ 51、インターポーザ 52 および信号処理回路 53 が納められている。

【0030】

パッケージの一部を構成する回路基板 43 の上面には、インターポーザ 52 や信号処理回路 53 を接合させるための複数個の上面電極パッド 44 が設けられている。回路基板 43 の下面には、マイクロフォン 41 をプリント配線基板などに実装するときに、マイクロフォン 41 をプリント配線基板などに接続させるための複数個の下面電極パッド 45 が設けられている。カバー 42 は、下面が開口した箱状をしており、絶縁性材料 (たとえば、プラスチック) からなるカバー本体 46 の内面に金属メッキ膜による電磁シールド膜 47 が形成されている。また、カバー 42 にはパッケージ内に音響振動を導き入れるための音導入孔 48 が少なくとも 1 箇所に開口されている。

40

【0031】

なお、カバー本体 46 は金属製であってもよく、その場合にはカバー本体 46 が電磁シールドの機能を有するので、別途電磁シールド膜 47 を設ける必要はない。

【0032】

50

音響センサ 5 1 は M E M S 技術を利用して作製された静電容量型素子である。図 3 に示すように、音響センサ 5 1 は、全体をシリコン基板 5 4 によって保持されている。シリコン基板 5 4 には、上下に貫通するようにしてフロントチャンバ 5 5 が開口されている。シリコン基板 5 4 の下面には、フロントチャンバ 5 5 の下面開口を覆うようにして、薄膜状のダイアフラム 5 6 が設けられている。ダイアフラム 5 6 は、導電性を有するポリシリコンによって形成されている。したがって、ダイアフラム 5 6 は、それ自体が可動電極板となっている。ダイアフラム 5 6 は、外周縁の複数箇所をアンカー（図示せず）によって支持されることにより、シリコン基板 5 4 の下面で膜状に張られており、アンカー間においてダイアフラム 5 6 の外周縁とシリコン基板 5 4 の下面との間にベントホール（狭い隙間）が形成されている。

10

【 0 0 3 3 】

ダイアフラム 5 6 の下方には、ダイアフラム 5 6 との間にエアギャップ 5 8（空隙）を形成するようにして、バックプレート 5 7 が設けられており、バックプレート 5 7 の外周部はシリコン基板 5 4 の下面に固定されている。また、バックプレート 5 7 の上面には、ダイアフラム 5 6 と対向するようにして固定電極板 5 9 が設けられている。バックプレート 5 7 は絶縁性の S i N によって形成され、固定電極板 5 9 は導電性のポリシリコンによって形成されている。この結果、エアギャップ 5 8 を介して対向しているダイアフラム 5 6 と固定電極板 5 9 によって音響振動検知用のキャパシタが構成されている。

【 0 0 3 4 】

バックプレート 5 7 及び固定電極板 5 9 のほぼ全体には、ダイアフラム 5 6 を振動させた後の音響振動を通過させるためのアコースティックホール 6 0（音響孔）が多数穿孔されている。

20

【 0 0 3 5 】

ダイアフラム 5 6 の端部からは引出配線 6 1 が延出されている。引出配線 6 1 の端部には、バックプレート 5 7 に埋め込まれた電極部 6 2 が電氣的に接続されている。また、固定電極板 5 9 の端部からは引出配線 6 3 が延出されている。引出配線 6 3 の端部には、バックプレート 5 7 に埋め込まれた電極部 6 4 が電氣的に接続されている。電極部 6 2 の下面は、音響センサ 5 1 の下面の四隅のうちいずれか 1 箇所の隅部に露出しており、電極部 6 2 の下面にはパンプ 6 7 が設けられている。電極部 6 4 の下面は、音響センサ 5 1 の下面の四隅のうち別な隅部において露出しており、電極部 6 4 の下面にはパンプ 6 7 が設けられている。音響センサ 5 1 の下面の四隅のうち、電極部 6 2、6 4 が設けられていない隅部には、ダミーの電極（図示せず）が設けられている。ダミーの電極とは、音響センサ 5 1 の下面をハンダなどで機械的に固定するための電極であって、電氣的な働きを有しないものである。ダミーの電極にもパンプが設けられている。

30

【 0 0 3 6 】

インターポータ 5 2 は、図 4（A）、図 4（B）、図 5（A）及び図 5（B）に示すような構造を有している。インターポータ 5 2 は、絶縁性材料によって角筒状に形成されており、インターポータ 5 2 内には信号処理回路 5 3 を納めることのできる上下に貫通した空洞 7 0 が形成されている。また、インターポータ 5 2 の壁面上部には通気用切欠 7 1（音響伝達通路）が形成されている。

40

【 0 0 3 7 】

インターポータ 5 2 は、音響センサ 5 1 と回路基板 4 3 を電気接続するための構造を備えている。すなわち、インターポータ 5 2 の四隅のうち 1 箇所には貫通電極 6 5 が埋め込まれており、インターポータ 5 2 の上面には貫通電極 6 5 と導通したパッド部 6 5 a が設けられ、下面には貫通電極 6 5 と導通したパッド部 6 5 b が設けられている。インターポータ 5 2 の四隅のうち別な箇所には、同様に、貫通電極 6 6 が埋め込まれており、インターポータ 5 2 の上面には貫通電極 6 6 と導通したパッド部 6 6 a が設けられ、下面には貫通電極 6 6 と導通したパッド部 6 6 b が設けられている。さらに、インターポータ 5 2 の四隅のうち貫通電極 6 5、6 6 が設けられていない箇所では、インターポータ 5 2 の上面にダミー電極 7 2 a が設けられ、下面にダミー電極 7 2 b が設けられている。ダミー電極

50

7 2 a、7 2 b は機械的に接続してインターポーザ 5 2 を固定するための電極であり、上面のダミー電極 7 2 a と下面のダミー電極 7 2 b とは電氣的には導通していない。

【0038】

なお、図 4 及び図 5 のインターポーザ 5 2 では、その壁面上部に通気用切欠 7 1 が形成されているが、インターポーザ 5 2 の壁面下部に通気用切欠 7 1 を設けてもよい。また、インターポーザ 5 2 の壁面に通気用開口（音響伝達通路）を窓状に開口してもよい。ただし、通気用切欠や通気用開口などの音響伝達通路は、音響振動による動的な圧力変化を伝えられるだけの通路断面積を有していることが必要である。

【0039】

信号処理回路 5 3（ASIC）は、音響センサ 5 1 から出力される音響検知信号を増幅し、さらにその信号をデジタル信号に変換して出力するための回路である。信号処理回路 5 3 の下面には、音響センサ 5 1 からの信号を入力させるための電極部 6 9 や信号処理された信号を出力するための電極部 6 9 が設けられている。

【0040】

マイクロフォン 4 1 は、つぎのようにして組み立てられている。音響センサ 5 1 は、インターポーザ 5 2 の上に載置され、電極部 6 2 の下面に設けたパンプ 6 7 が貫通電極 6 5 の上面（パッド部 6 5 a）に接合され、電極部 6 4 の下面に設けたパンプ 6 7 が貫通電極 6 6 の上面（パッド部 6 6 a）に接合されている。また、音響センサ 5 1 の下面に設けられたダミーの電極のパンプ 6 7 は、インターポーザ 5 2 の上面のダミー電極 7 2 a に接合されている。この結果、音響センサ 5 1 は 4 箇所のパンプ 6 7 によってインターポーザ 5 2 の上面に機械的に固定されている。さらに、音響センサ 5 1 の電極部 6 2、6 4 は、それぞれ貫通電極 6 5、6 6 を通じてインターポーザ 5 2 の下面（パッド部 6 5 b、6 6 b）に導通している。

【0041】

インターポーザ 5 2 の下面に設けられたパッド部 6 5 b、6 6 b 及びダミー電極 7 2 b は、それぞれハンダや導電性接着剤などの導電材料 6 8 によって回路基板 4 3 の上面電極パッド 4 4 に接合される。信号処理回路 5 3 の電極部 6 9 も、ハンダや導電性接着剤などの導電材料 6 8 によって回路基板 4 3 の上面電極パッド 4 4 に接合される。

【0042】

カバー 4 2 は、回路基板 4 3 の上面に実装された音響センサ 5 1、インターポーザ 5 2 及び信号処理回路 5 3 を覆うようにして、回路基板 4 3 の上面に重ねられる。このとき、カバー 4 2 の音導入孔 4 8 は、音響センサ 5 1 のフロントチャンバ 5 5 内に臨むように配置される。音響センサ 5 1 の上面（シリコン基板 5 4 の上面）全体は、接着樹脂 5 0 を用いてカバー 4 2 の内面に全周を接着され封止される。カバー 4 2 の下面は回路基板 4 3 の上面に導電性接着剤によって接着され、電磁シールド膜 4 7 は回路基板 4 3 のグランド電極に導通させられる。

【0043】

しかして、音導入孔 4 8 からマイクロフォン 4 1 内に音響振動が入ると、音響振動は音響センサ 5 1 のフロントチャンバ 5 5 内に導かれる。音響振動はダイアフラム 5 6 を振動させるので、ダイアフラム 5 6 と固定電極板 5 9 とで構成されるキャパシタの静電容量を変化させ、この静電容量の変化が音響検知信号として電極部 6 2、6 4 から出力される。音響センサ 5 1 から出力された音響検知信号は、貫通電極 6 5、6 6 を通って上面電極パッド 4 4 へ伝えられる。貫通電極 6 5、6 6 のパッド部 6 5 b、6 6 b を接合された上面電極パッド 4 4 は、回路基板 4 3 の上面又は内部に設けられた配線パターン（図示せず）によって信号処理回路 5 3 の信号入力用の電極部 6 9 を接合された上面電極パッド 4 4 に導通している。よって、音響センサ 5 1 の音響検知信号は、それぞれ信号入力用の電極部 6 9 から信号処理回路 5 3 内に入力される。また、信号出力用の電極部 6 9 を接合された上面電極パッド 4 4 は、回路基板 4 3 の内部に設けた配線構造（図示せず）によって回路基板 4 3 の下面電極パッド 4 5 に接続されている。よって、信号処理回路 5 3 で処理された出力信号は、回路基板 4 3 の下面電極パッド 4 5 から外部へ出力される。

【 0 0 4 4 】

なお、音響センサ 5 1 と信号処理回路 5 3 の電氣的な接続形態やインターポーザ 5 2 における貫通電極数などは、音響センサ 5 1 や信号処理回路 5 3 の構成により変わるので、上記説明は一例を表したものである。

【 0 0 4 5 】

このような構成の音響センサ 5 1 では、以下のような作用効果を得ることができる。音響センサ 5 1 では、インターポーザ 5 2 に設けた貫通電極 6 5、6 6 を通じて音響センサ 5 1 と信号処理回路 5 3 を接続している。そのため、ボンディングワイヤを用いて接続する場合のようにボンディングワイヤの弛み分を考慮する必要が無くなり、音響センサ 5 1 の高さを不必要に高くすることがなくなる。

10

【 0 0 4 6 】

また、音響センサ 5 1 と信号処理回路 5 3 を上下に配置しているので、音響センサ 5 1 を実装するための領域とは別に信号処理回路 5 3 を実装するための領域を必要としなくなり、従来のように横に並べて配置する場合と比べると、マイクロフォン 4 1 の平面積を非常に小さくすることができる。よって、音響センサ 5 1 や信号処理回路 5 3 のサイズを小さくできない場合であっても、マイクロフォン 4 1 を小型化することが可能になる。

【 0 0 4 7 】

この音響センサ 5 1 では、音導入孔 4 8 とダイアフラム 5 6 の間のシリコン基板 5 4 で囲まれた空間がフロントチャンバ 5 5 となっている。一方、ダイアフラム 5 6 の下面側の空間が音響センサ 5 1 のバックチャンバとなる。しかし、ダイアフラム 5 6 を通過した後の音響振動は、アコースティックホール 6 0 を通過してインターポーザ 5 2 内の空洞 7 0 へ広がり、さらに通気用切欠 7 1 を通過してパッケージ内空間 4 9 へ広がることができる。ここで、パッケージ内空間 4 9 とは、カバー 4 2 と回路基板 4 3 で囲まれたパッケージ内の空間のうち、音響センサ 5 1 及びインターポーザ 5 2 の外側の空間をいう。したがって、音響センサ 5 1 では、音響センサ 5 1 内のダイアフラム 5 6 よりも下側の空間と、インターポーザ 5 2 内の空洞 7 0 と、パッケージ内空間 4 9 とを合わせた空間が実質的なバックチャンバとなる。すなわち、このマイクロフォン 4 1 では、パッケージ内の空間のうち、フロントチャンバ 5 5 を除くほとんどすべての空間がバックチャンバとなる。

20

【 0 0 4 8 】

音響センサ 5 1 の感度はバックチャンバの容積が大きいほど向上する。このマイクロフォン 4 1 では、パッケージ内の空間の大部分をバックチャンバとして利用することができるので、音響センサ 5 1 の感度を向上させることができる。

30

【 0 0 4 9 】

なお、特許文献 1 に示したマイクロフォン 3 1 では、スペーサ 3 2 に水平方向の連通孔 3 4 が形成されている。しかし、これは本実施形態の通気用切欠 7 1 とは異なり、熱膨張や気圧変化などによって生じるバックチャンバ内外での静圧差を緩和するものであり、音響振動を伝えるものではない。特許文献 1 のマイクロフォン 3 1 において、音響振動を伝えるほど連通孔 3 4 の通路断面積を大きくすれば、音響センサ 1 5 のバックチャンバ容積が広がる。しかし、マイクロフォン 3 1 において連通孔 3 4 の通路断面積を大きくすると、音響センサ 1 5 のフロントチャンバとバックチャンバとが連通してしまい、音響センサ 1 5 の感度が得られなくなる。また、特許文献 2 でも、立体回路基板とプリント基板との間に通気孔を形成しているが、この通気孔も特許文献 1 の連通孔と同じ目的で設けられたものである。

40

【 0 0 5 0 】

また、本実施形態のマイクロフォン 4 1 では、カバー 4 2 の内面に電磁シールド膜 4 7 を形成している（回路基板 4 3 の内部にも電磁シールド膜を設けてあってもよい。）ので、音響センサ 5 1 や信号処理回路 5 3 を外来ノイズから遮断することができ、マイクロフォン 4 1 の S / N 比を向上させることができる。

【 0 0 5 1 】

（第 1 の実施形態のマイクロフォンの製造方法）

50

つぎに、実施形態 1 のマイクロフォン 4 1 を製造する工程を図 6 - 図 1 0 に基づいて説明する。インターポーザ 5 2 は、複数個が一度に作製される。図 6 (A) は、一体に作製された複数個のインターポーザ 5 2 を示す平面図である。図 6 (B) は、図 6 (A) の Z - Z 線に沿った断面を示す。複数個のインターポーザ 5 2 は、つぎのようにして作製される。絶縁性 S i ウエハ 7 3 の下面に金属メッキや蒸着を施すことによってパッド部 6 5 b、6 6 b 及びダミー電極 7 2 b をそれぞれの所定位置に形成する。ついで、パッド部 6 5 b、6 6 b の位置において S i ウエハ 7 3 に貫通孔を形成する。この貫通孔内にメッキなどで金属材料を堆積させて貫通電極 6 5、6 6 を作製する。さらに、貫通電極 6 5、6 6 の位置で、S i ウエハ 7 3 の上面に金属メッキや蒸着によってパッド部 6 5 a、6 6 a を形成する。このとき同時に、S i ウエハ 7 3 の上面の所定位置にダミー電極 7 2 a を形成する。この後、一組のパッド部 6 5 a、6 6 a 及びダミー電極 7 2 a に囲まれた領域の中央部をエッチングすることにより、上下に貫通した空洞 7 0 を開口させる。また、S i ウエハ 7 3 の上面を溝状にエッチングして通気用切欠 7 1 を形成する。こうして一体に作製された複数個のインターポーザ 5 2 を表したものが図 6 (A) 及び図 6 (B) である。

【 0 0 5 2 】

音響センサ 5 1 も、複数個が一度に作製される。図 7 (A) は、一体に作製された複数個の音響センサ 5 1 を示す断面図である。S i ウエハ 7 4 の上面には、音響センサ 5 1 となる各領域ごとにポリシリコン製のダイアフラム 5 6 が設けられている。ダイアフラム 5 6 の上には犠牲層 7 5 が形成され、犠牲層 7 5 の上面には固定電極板 5 9 とバックプレート 5 7 が設けられる。また、各音響センサ 5 1 となる領域の各隅部には、電極部 6 2、6 4 とダミーの電極が設けられる。

【 0 0 5 3 】

図 7 (B) に示すように、図 7 (A) のように作製された音響センサ 5 1 は、上下反転させて図 6 のインターポーザ 5 2 の上面に重ねられ、バンブ 6 7 によって電極部 6 2 とパッド部 6 5 a、電極部 6 4 とパッド部 6 6 a、ダミーの電極とダミー電極 7 2 a がそれぞれ接合される。この結果、複数個の音響センサ 5 1 を構成された S i ウエハ 7 4 と複数個のインターポーザ 5 2 を構成された S i ウエハ 7 3 が一体に張り合わされる。

【 0 0 5 4 】

ついで、図 8 (A) に示すように、音響センサ 5 1 の上面を研磨して S i ウエハ 7 4 の厚みを薄くする。1 枚の S i ウエハ 7 4 に形成された音響センサ 5 1 単独であれば、S i ウエハ 7 4 を研磨して厚みを薄くすると、研磨工程やその後の工程で S i ウエハ 7 4 に割れや欠けが発生し、音響センサ 5 1 の歩留まりが低下する。しかし、ここで説明する製造方法では、2 枚の S i ウエハ、すなわち S i ウエハ 7 3 と S i ウエハ 7 4 を貼り合わせた状態で S i ウエハ 7 4 を研磨するので、S i ウエハ 7 4 の剛性を高めて研磨を行うことができ、S i ウエハ 7 4 の研磨が容易に、かつ、歩留まりよく行えるようになる。

【 0 0 5 5 】

この後、図 8 (B) に示すように、音響センサ 5 1 の犠牲層 7 5 をエッチングにより除去し、ダイアフラム 5 6 と固定電極板 5 9 の間にエアギャップ 5 8 を形成する。この結果、ダイアフラム 5 6 は振動可能な膜状に形成される。ついで、図 8 (B) に 1 点鎖線で示すカッティングラインに沿って S i ウエハ 7 4、7 3 をダイシングする。この結果、図 9 (A) に示すように、音響センサ 5 1 及びインターポーザ 5 2 は上下に接合されたままで 1 個 1 個切り離される。

【 0 0 5 6 】

つぎに、回路基板 4 3 の上面に信号処理回路 5 3 をフリップチップ実装し、導電材料 6 8 によって信号処理回路 5 3 の電極部 6 9 を回路基板 4 3 の上面電極パッド 4 4 に接合させる。こうして、回路基板 4 3 の上に実装された信号処理回路 5 3 を図 9 (B) に示す。

【 0 0 5 7 】

ついで、図 1 0 (A) に示すように、信号処理回路 5 3 を覆うようにして回路基板 4 3 の上にインターポーザ 5 2 と音響センサ 5 1 を重ね、信号処理回路 5 3 をインターポーザ 5 2 の空洞 7 0 内に納める。このとき、導電材料 6 8 によってインターポーザ 5 2 のパッ

ド部 6 5 b、6 6 b とダミー電極 7 2 b をそれぞれ回路基板 4 3 の上面電極パッド 4 4 に接合する。

【 0 0 5 8 】

この後、図 1 0 (B) に示すように、音響センサ 5 1、インターポザ 5 2 及び信号処理回路 5 3 を覆うようにして回路基板 4 3 の上にカバー 4 2 を重ねる。カバー 4 2 には、あらかじめ音導入孔 4 8 が開口されており、カバー 4 2 を回路基板 4 3 に重ねたとき音導入孔 4 8 はフロントチャンバ 5 5 の上面開口内に納まる。ついで、カバー 4 2 の下面を導電性接着剤によって回路基板 4 3 に接合させる。このとき同時に、音響センサ 5 1 の上面を接着樹脂 5 0 によってカバー 4 2 の内面に接着し、音響センサ 5 1 の上面全周とカバー 4 2 の内面との間を封止し、音導入孔 4 8 から入った音響振動が音響センサ 5 1 とカバー 4 2 の間の隙間から漏れないようにする。

10

【 0 0 5 9 】

このようにしてマイクロフォン 4 1 を製造すれば、S i ウエハ 7 4 の研磨時に S i ウエハ 7 4 に割れや欠けが発生しにくくなるので、マイクロフォン 4 1 の製造工程における歩留まりが向上する。また、S i ウエハ 7 4 に割れや欠けが発生しにくくなるので、研磨によって S i ウエハ 7 4 の厚みを薄くでき、音響センサ 5 1 の高さを小さくすることができる。音響センサ 5 1 の高さを小さくできると、カバー 4 2 も高さを低いものを用いることができるようになり、マイクロフォン 4 1 の低背化と小型化が可能になる。

【 0 0 6 0 】

(第 2 の実施形態)

20

図 1 1 は、本発明の実施形態 2 によるマイクロフォン 8 1 を示す断面図である。このマイクロフォン 8 1 は、実施形態 1 のマイクロフォン 4 1 とはインターポザ 5 2 の形状が異なっているだけである。従って、実施形態 2 のマイクロフォン 8 1 においては、インターポザ 5 2 以外の説明は省略する。

【 0 0 6 1 】

マイクロフォン 8 1 に用いられているインターポザ 5 2 では、図 1 2 (A) 及び図 1 2 (B) に示すように、信号処理回路 5 3 を収容するための空洞 7 0 は下面開口した箱状となっていて上面は塞がれている。一方、インターポザ 5 2 の上面には 1 本又は複数本の溝状をした通気用切欠 7 1 が設けられている。

【 0 0 6 2 】

30

したがって、音響センサ 5 1 のダイアフラム 5 6 の下の空間 (バックチャンバ) は、信号処理回路 5 3 を収納するための空洞 7 0 を経由することなく、通気用切欠 7 1 を通ってパッケージ内空間 4 9 と連通している。よって、実質的にバックチャンバの容積を大きくことができ、マイクロフォン 8 1 の感度を向上させることができる。

【 0 0 6 3 】

また、このマイクロフォン 8 1 では、上下に配置された音響センサ 5 1 と信号処理回路 5 3 がインターポザ 5 2 によって仕切られているので、音響センサ 5 1 と信号処理回路 5 3 の短絡事故などを防ぐことができる。さらに、信号処理回路 5 3 はインターポザ 5 2 によって覆われているので、音導入孔 4 8 から入り込んだ水分や埃から信号処理回路 5 3 を保護することができる。

40

【 0 0 6 4 】

(その他の実施形態)

インターポザ 5 2 は、実施形態 1、2 で述べたような構造以外にも種々の構造が可能である。たとえば図 1 3 (A) 及び図 1 3 (B) に示す実施形態では、実施形態 2 のように空洞 7 0 と通気用切欠 7 1 が分離されたインターポザ 5 2 において、空洞 7 0 とパッケージ内空間 4 9 を連通させるための通気用切欠 8 2 をインターポザ 5 2 の下部に設け、空洞 7 0 内もバックチャンバとして利用できるようにしたものである。

【 0 0 6 5 】

また、図 1 4 (A) 及び図 1 4 (B) に示す実施形態は、空洞 7 0 と分離してインターポザ 5 2 の上面に設けた通気用切欠 7 1 を十文字形の溝状にしたものである。

50

【 0 0 6 6 】

図 1 5 (A) 及び図 1 5 (B) に示すものはさらに別な実施形態である。このインターポーザ 5 2 では、インターポーザ 5 2 の上面に沿ってパッド部 6 5 a から延長電極部 8 3 a を延出し、インターポーザ 5 2 の下面に沿ってパッド部 6 5 b から延長電極部 8 3 b を延出し、延長電極部 8 3 a の先端部と延長電極部 8 3 b の先端部間を貫通電極 6 5 で接続している。同様に、インターポーザ 5 2 の上面に沿ってパッド部 6 6 a から延長電極部 8 4 a を延出し、インターポーザ 5 2 の下面に沿ってパッド部 6 6 b から延長電極部 8 4 b を延出し、延長電極部 8 4 a の先端部と延長電極部 8 4 b の先端部間を貫通電極 6 6 で接続している。このような実施形態によれば、貫通電極 6 5 、 6 6 を自由な位置に設けることが可能になる。

10

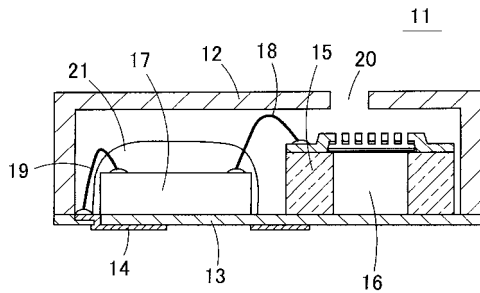
【 符号の説明 】

【 0 0 6 7 】

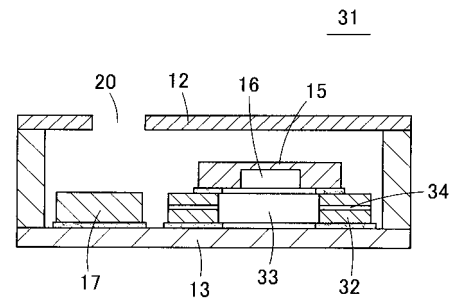
4 1、8 1 : マイクロフォン、 4 2 : カバー、 4 3 : 回路基板、
 4 8 : 音導入孔、 5 1 : 音響センサ、 5 2 : インターポーザ、
 5 3 : 信号処理回路、 5 5 : フロントチャンバ、
 5 6 : ダイアフラム、 5 7 : バックプレート、
 5 9 : 固定電極板、 6 5、6 6 : 貫通電極、
 6 5 a、6 5 b、6 6 a、6 6 b : パッド部、
 7 0 : 空洞、 7 1、8 2 : 通気用切欠、
 7 2 a、7 2 b : ダミー電極、
 8 3 a、8 3 b、8 4 a、8 4 b : 延長電極部

20

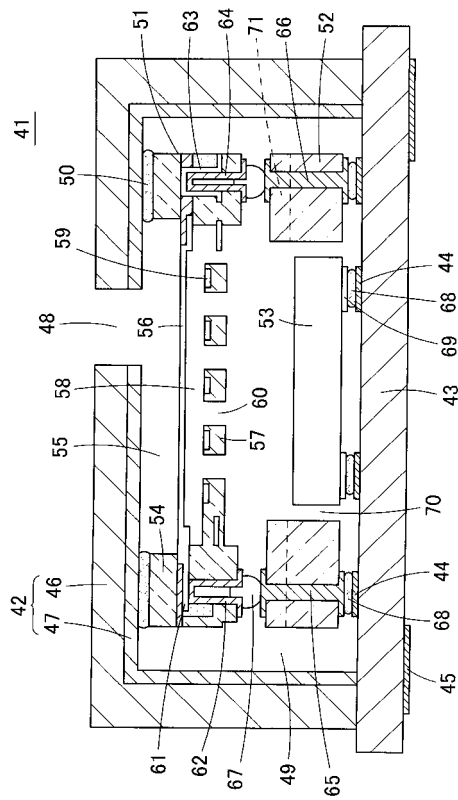
【 図 1 】



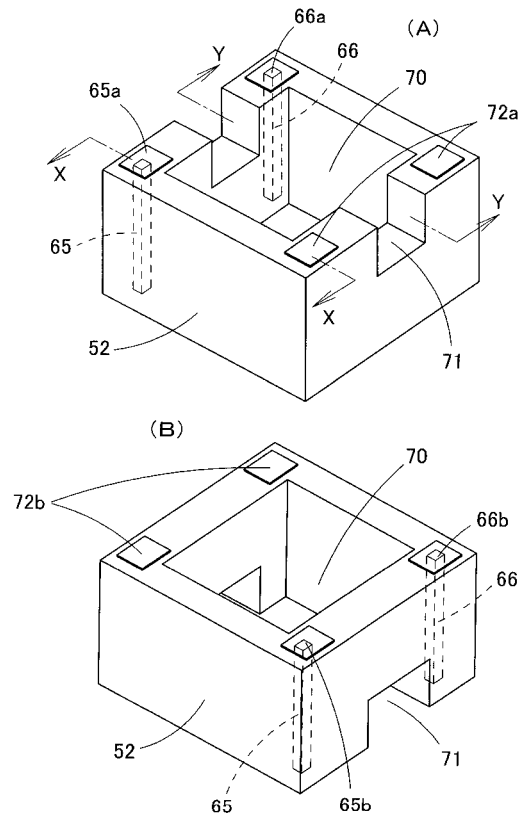
【 図 2 】



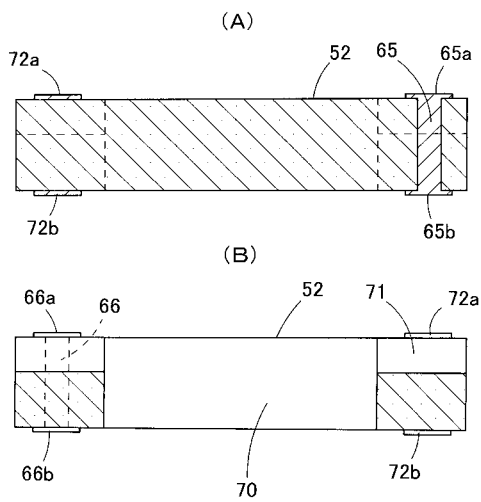
【図 3】



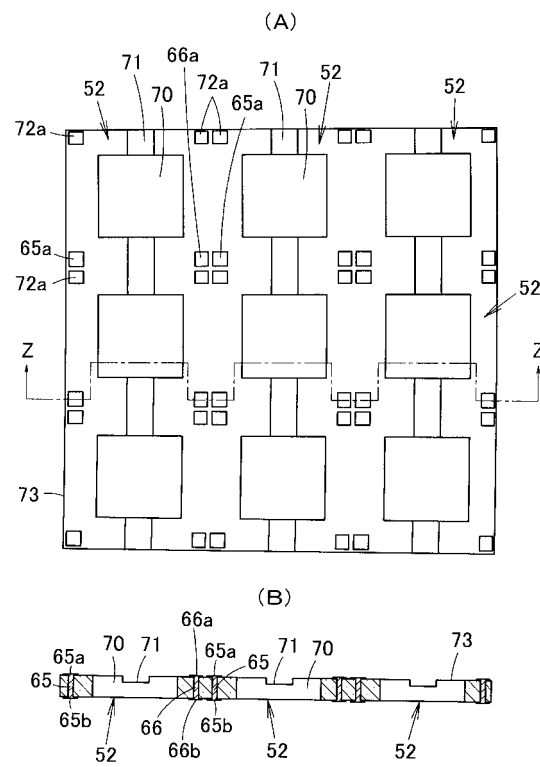
【図 4】



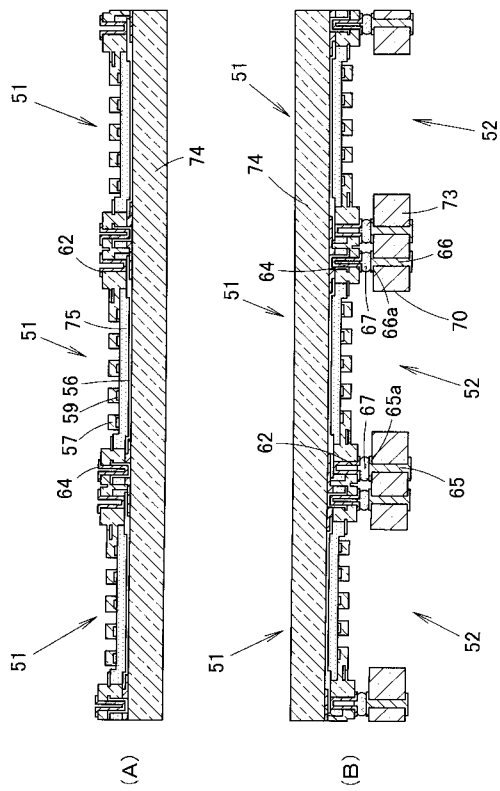
【図 5】



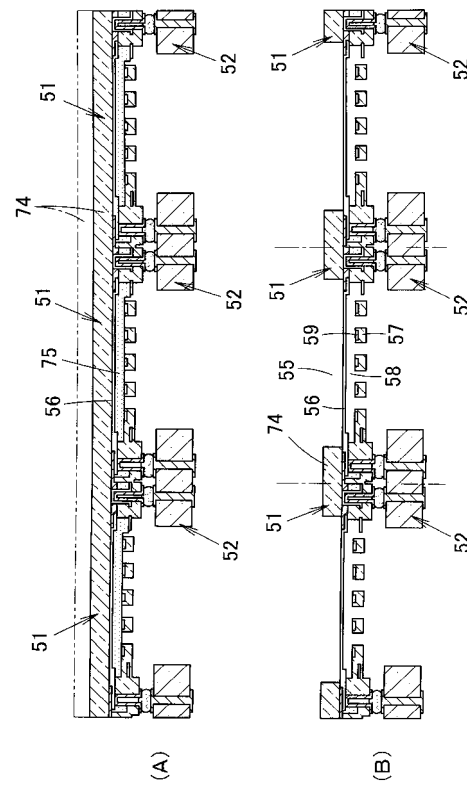
【図 6】



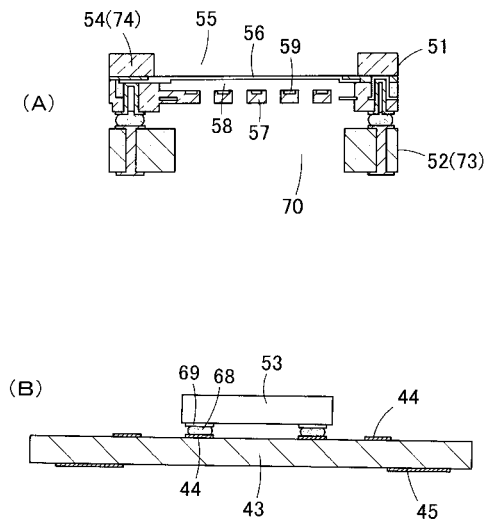
【図 7】



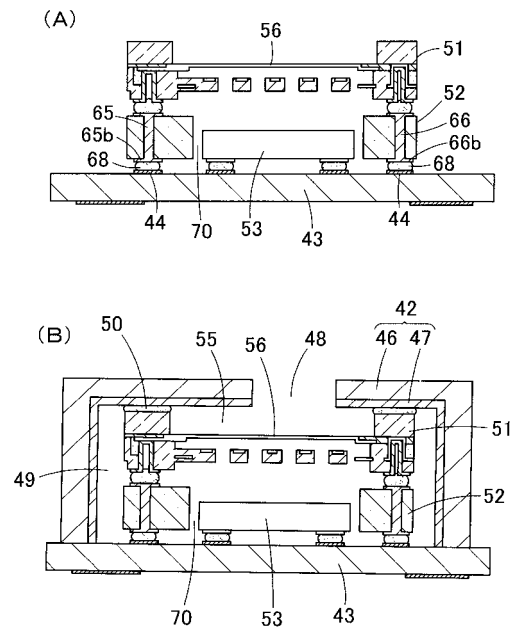
【図 8】



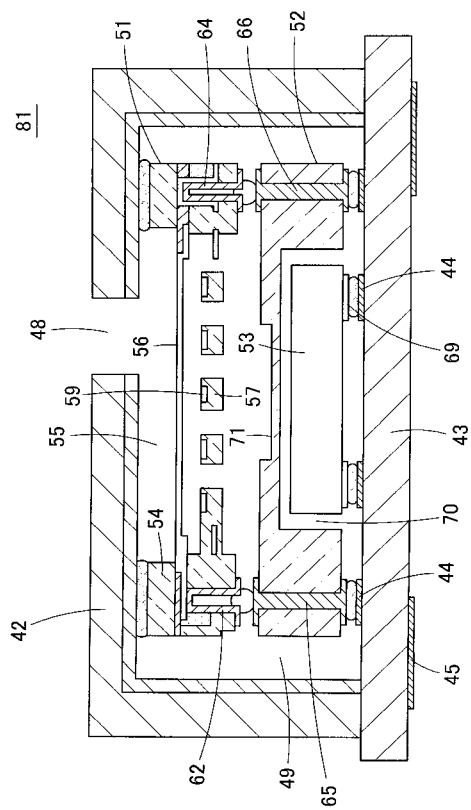
【図 9】



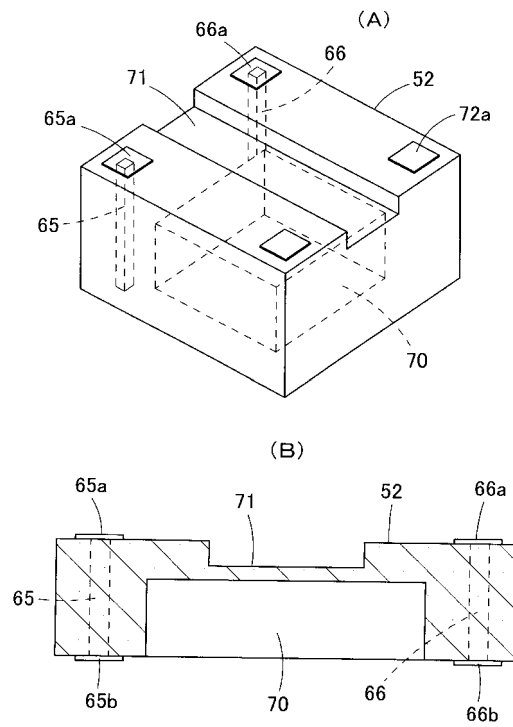
【図 10】



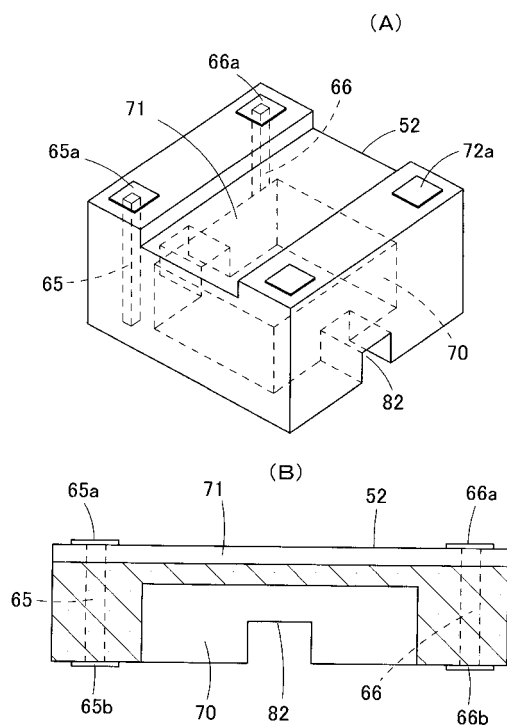
【図 1 1】



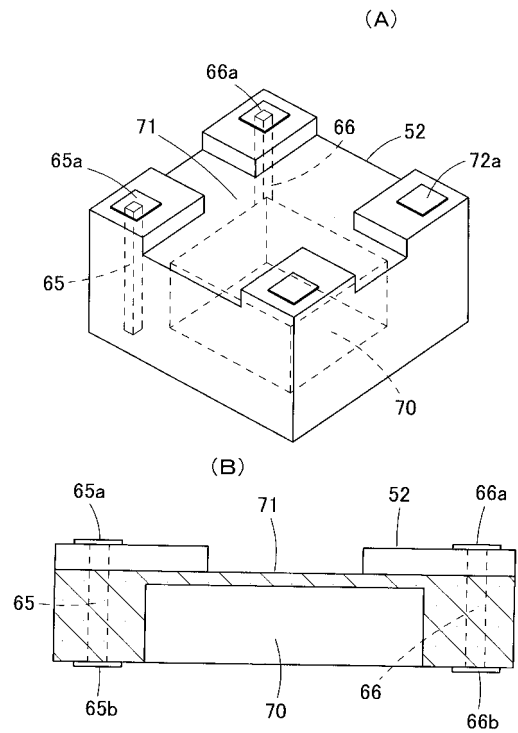
【図 1 2】



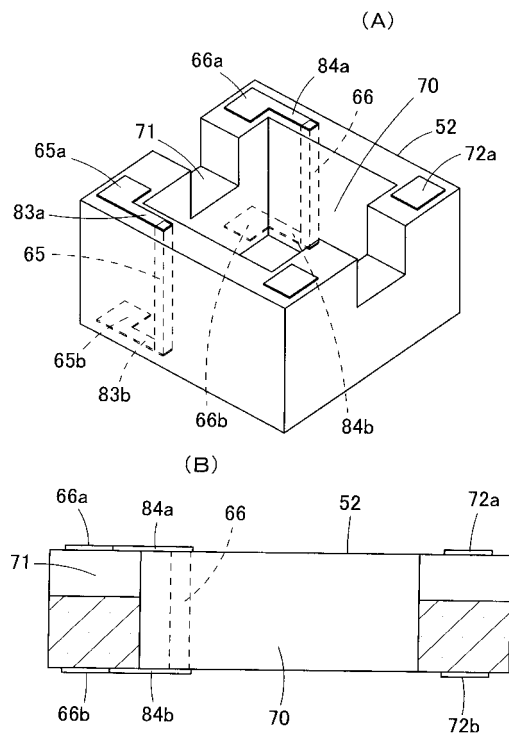
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 敏幸

京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内

F ターム(参考) 3C081 AA11 BA30 BA45 BA48 BA76 EA21

4M112 AA06 BA07 CA01 CA03 CA11 CA13 CA15 DA02 DA05 DA08

DA16 DA18 EA03 EA04 EA07 EA11 FA01 FA20 GA01 GA03

5D017 BC15

5D021 CC05 CC10 CC11 CC15 CC18