

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3700559号

(P3700559)

(45) 発行日 平成17年9月28日(2005.9.28)

(24) 登録日 平成17年7月22日(2005.7.22)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H04R 17/00

F I

H04R 17/00

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2000-255095 (P2000-255095)	(73) 特許権者	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(22) 出願日	平成12年8月25日(2000.8.25)	(74) 代理人	100085497 弁理士 筒井 秀隆
(65) 公開番号	特開2001-238291 (P2001-238291A)	(72) 発明者	岸本 健嗣 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内
(43) 公開日	平成13年8月31日(2001.8.31)		
審査請求日	平成14年5月14日(2002.5.14)		
(31) 優先権主張番号	特願平11-357156	審査官	江嶋 清仁
(32) 優先日	平成11年12月16日(1999.12.16)	(56) 参考文献	実開平05-075798 (JP, U)
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(58) 調査した分野(Int. Cl. <sup>7</sup> , DB名)	H04R 17/00

(54) 【発明の名称】 圧電音響部品およびその製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

両端部の片面側に第1, 第2の振動板電極が露出し、長さベンディングモードで振動する四角形の圧電振動板と、

第1と第2の外部電極が形成された平板状の基板と、

上壁部と4つの側壁部とを有し、対向する2つの側壁部の内側に支持部を持ち、上記基板上に側壁部開口端が接着される絶縁性ケースとを備え、

上記振動板はケース内に第1, 第2の振動板電極が露出する面がケースの側壁部開口端側を向くように収納され、振動板の対向する2辺が上記支持部に対して支持材で支持され、振動板の残りの2辺とケースとの隙間が弾性封止材で封止されて、振動板とケースの上壁部との間に音響空間が形成され、

上記第1の外部電極に対面する上記ケースの側壁部開口端と上記振動板の第1の振動板電極との間に弾性を持つ第1の導電性接着剤が連続的に塗布されており、

上記第2の外部電極に対面する上記ケースの側壁部開口端と上記振動板の第2の振動板電極との間に弾性を持つ第2の導電性接着剤が連続的に塗布されており、

上記ケースの側壁部開口端を上記基板上に接着することにより、上記第1の導電性接着剤が上記第1の外部電極と電気的に接続され、かつ上記第2の導電性接着剤が上記第2の外部電極と電気的に接続されていることを特徴とする圧電音響部品。

## 【請求項2】

両端部の片面側に第1, 第2の振動板電極が露出し、面積屈曲モードで振動する四角形の

10

20

圧電振動板と、

第 1 と第 2 の外部電極が形成された平板状の基板と、

上壁部と 4 つの側壁部とを有し、4 つの側壁部の内側に支持部を持ち、上記基板上に側壁部開口端が接着される絶縁性ケースとを備え、

上記振動板はケース内に第 1 , 第 2 の振動板電極が露出する面がケースの側壁部開口端側を向くように収納され、振動板の 4 辺が上記支持部に対して支持材で支持されて、振動板とケースの上壁部との間に音響空間が形成され、

上記第 1 の外部電極に対面する上記ケースの側壁部開口端と上記振動板の第 1 の振動板電極との間に弾性を持つ第 1 の導電性接着剤が連続的に塗布されており、

上記第 2 の外部電極に対面する上記ケースの側壁部開口端と上記振動板の第 2 の振動板電極との間に弾性を持つ第 2 の導電性接着剤が連続的に塗布されており、

上記ケースの側壁部開口端を上記基板上に接着することにより、上記第 1 の導電性接着剤が上記第 1 の外部電極と電氣的に接続され、かつ上記第 2 の導電性接着剤が上記第 2 の外部電極と電氣的に接続されていることを特徴とする圧電音響部品。

【請求項 3】

上記振動板は、金属板の片面に、かつケースの支持部に支持される一方の辺側に偏った位置に圧電素子が接着されたユニモルフ型圧電振動板であり、

外部に露出した圧電素子の片面の電極が第 1 の振動板電極を構成するとともに、

上記振動板の圧電素子が接着された面の他辺側に金属板の露出部が設けられ、この露出部が第 2 の振動板電極を構成し、

上記振動板はその金属板をケースの上壁部側に向けてケースに取り付けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の圧電音響部品。

【請求項 4】

上記弾性を持つ導電性接着剤は、硬化後のヤング率が  $1 \times 10^5 \sim 2 \times 10^9 \text{ N/m}^2$  の導電性接着剤であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の圧電音響部品。

【請求項 5】

上記振動板の対向する 2 辺を上記支持部に対して支持する支持材は、弾性封止材と同一材料で構成されていることを特徴とする請求項 1 , 3 , 4 のいずれかに記載の圧電音響部品。

【請求項 6】

両端部の片面側に第 1 , 第 2 の振動板電極が露出し、長さベンディングモードで振動する四角形の圧電振動板を準備する工程と、

上壁部と 4 つの側壁部とを有し、対向する 2 つの側壁部の内側に支持部を持つ絶縁性ケースを準備する工程と、

第 1 と第 2 の外部電極が形成された平板状の基板を準備する工程と、

上記振動板をケース内に第 1 , 第 2 の振動板電極が露出する面がケースの側壁部開口端側を向くように収納し、振動板の対向する 2 辺を上記支持部に対して支持材で支持するとともに、振動板の残りの 2 辺とケースとの隙間を弾性封止材で封止し、振動板とケースの上壁部との間に音響空間を形成する工程と、

上記振動板の第 1 の振動板電極から上記第 1 の外部電極に対面するケースの側壁部開口端まで弾性を持つ第 1 の導電性接着剤を連続的に塗布する工程と、

上記振動板の第 2 の振動板電極から上記第 2 の外部電極に対面するケースの側壁部開口端まで弾性を持つ第 2 の導電性接着剤を連続的に塗布する工程と、

上記基板上面または上記ケースの側壁部開口端に絶縁性接着剤を塗布する工程と、

上記基板上にケースの側壁部開口端を絶縁性接着剤により接着すると同時に、ケースの側壁部開口端に塗布された第 1 の導電性接着剤を第 1 の外部電極と接続し、かつケースの側壁部開口端に塗布された第 2 の導電性接着剤を第 2 の外部電極と接続する工程と、

上記絶縁性接着剤および第 1 , 第 2 の導電性接着剤を同時に硬化させる工程と、を備える圧電音響部品の製造方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項7】

両端部の片面側に第1, 第2の振動板電極が露出し、面積屈曲モードで振動する四角形の圧電振動板を準備する工程と、

上壁部と4つの側壁部とを有し、4つの側壁部の内側に支持部を持つ絶縁性ケースを準備する工程と、

第1と第2の外部電極が形成された平板状の基板を準備する工程と、

上記振動板をケース内に第1, 第2の振動板電極が露出する面がケースの側壁部開口端側を向くように収納し、振動板の4辺を上記支持部に対して支持材で支持し、振動板とケースの上壁部との間に音響空間を形成する工程と、

上記振動板の第1の振動板電極から上記第1の外部電極に対面するケースの側壁部開口端まで弾性を持つ第1の導電性接着剤を連続的に塗布する工程と、 10

上記振動板の第2の振動板電極から上記第2の外部電極に対面するケースの側壁部開口端まで弾性を持つ第2の導電性接着剤を連続的に塗布する工程と、

上記基板上面または上記ケースの側壁部開口端に絶縁性接着剤を塗布する工程と、

上記基板上にケースの側壁部開口端を絶縁性接着剤により接着すると同時に、ケースの側壁部開口端に塗布された第1の導電性接着剤を第1の外部電極と接続し、かつケースの側壁部開口端に塗布された第2の導電性接着剤を第2の外部電極と接続する工程と、

上記絶縁性接着剤および第1, 第2の導電性接着剤を同時に硬化させる工程と、を備える圧電音響部品の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】 20

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は圧電プザーや圧電受話器などの圧電音響部品およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来、電子機器、家電製品、携帯電話機などにおいて、警報音や動作音を発生する圧電プザーあるいは圧電受話器として圧電音響部品が広く用いられている。この種の圧電音響部品は、円形の金属板の片面に円形の圧電素子を貼り付けてユニモルフ型振動板を構成し、金属板の周縁部を円形のケースの中にシリコンゴムを用いて支持するとともに、ケースの開口部をカバー（図示せず）で閉鎖した構造のものが一般的である。 30

しかしながら、円形の振動板を用いると、生産効率が悪く、音響変換効率が低く、しかも小型に構成することが難しいという問題点があった。

## 【0003】

そこで、本出願人は、四角形の振動板を用いることで、生産効率の向上、音響変換効率の向上および小型化を可能とした圧電音響部品を提案した（特願平11-293204号）。この圧電音響部品は、四角形の金属板の片面に四角形の圧電素子を貼り付けた振動板と、上壁部と4つの側壁部とを有し、対向する2つの側壁部の内側に支持部を持つ絶縁性ケースと、第1と第2の外部電極が形成された平板状の基板とを備えたものであり、ケース内に振動板が収納され、振動板の対向する2辺と支持部とが支持材で固定され、振動板の残りの2辺とケースとの隙間が弾性封止材で封止されて、振動板とケースの上壁部との間に音響空間が形成される。そして、基板上にケースの側壁部開口端が接着されるとともに、金属板が第1の外部電極に対して電氣的に接続され、かつ圧電素子の電極は第2の外部電極に対して電氣的に接続される。 40

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

現在、電子部品ではリフロー半田付けによる表面実装が一般化しており、機械による部品組立が主流になっているが、圧電音響部品も表面実装型に構成することが望まれている。そのためには、振動板と基板の外部電極とを導電性接着剤を用いて電氣的に接続するのが望ましい。ところが、一般に使用されているエポキシ系の導電性接着剤を使用すると、音 50

圧特性および耐衝撃性の点で十分な性能が得られない場合があった。即ち、携帯電話機などの携帯機器の場合、誤って落下させたりして大きな衝撃荷重が加わることがあり、エポキシ系導電性接着剤を使用すると、衝撃荷重によってクラックが入り、振動板と基板の外部電極との間が断線してしまう。

【0005】

そこで、本発明の目的は、生産効率が高く、音響変換効率が良好で、小型に構成できるとともに、耐衝撃性にも優れた圧電音響部品を得ることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、両端部の片面側に第1，第2の振動板電極が露出し、長さベンディングモードで振動する四角形の圧電振動板と、第1と第2の外部電極が形成された平板状の基板と、上壁部と4つの側壁部とを有し、対向する2つの側壁部の内側に支持部を持ち、上記基板上に側壁部開口端が接着される絶縁性ケースとを備え、上記振動板はケース内に第1，第2の振動板電極が露出する面がケースの側壁部開口端側を向くように収納され、振動板の対向する2辺が上記支持部に対して支持材で支持され、振動板の残りの2辺とケースとの隙間が弾性封止材で封止されて、振動板とケースの上壁部との間に音響空間が形成され、上記第1の外部電極に対面する上記ケースの側壁部開口端と上記振動板の第1の振動板電極との間に弾性を持つ第1の導電性接着剤が連続的に塗布されており、上記第2の外部電極に対面する上記ケースの側壁部開口端と上記振動板の第2の振動板電極との間に弾性を持つ第2の導電性接着剤が連続的に塗布されて

上記ケースの側壁部開口端を上記基板上に接着することにより、上記第1の導電性接着剤が上記第1の外部電極と電氣的に接続され、かつ上記第2の導電性接着剤が上記第2の外部電極と電氣的に接続されていることを特徴とする圧電音響部品を提供する。

また、請求項2に記載の発明は、両端部の片面側に第1，第2の振動板電極が露出し、面積屈曲モードで振動する四角形の圧電振動板と、第1と第2の外部電極が形成された平板状の基板と、上壁部と4つの側壁部とを有し、4つの側壁部の内側に支持部を持ち、上記基板上に側壁部開口端が接着される絶縁性ケースとを備え、上記振動板はケース内に第1，第2の振動板電極が露出する面がケースの側壁部開口端側を向くように収納され、振動板の4辺が上記支持部に対して支持材で支持されて、振動板とケースの上壁部との間に音響空間が形成され、上記第1の外部電極に対面する上記ケースの側壁部開口端と上記振動板の第1の振動板電極との間に弾性を持つ第1の導電性接着剤が連続的に塗布されており、上記第2の外部電極に対面する上記ケースの側壁部開口端と上記振動板の第2の振動板電極との間に弾性を持つ第2の導電性接着剤が連続的に塗布されており、上記ケースの側壁部開口端を上記基板上に接着することにより、上記第1の導電性接着剤が上記第1の外部電極と電氣的に接続され、かつ上記第2の導電性接着剤が上記第2の外部電極と電氣的に接続されていることを特徴とする圧電音響部品を提供する。

また、請求項6に記載の発明は、両端部の片面側に第1，第2の振動板電極が露出し、長さベンディングモードで振動する四角形の圧電振動板を準備する工程と、上壁部と4つの側壁部とを有し、対向する2つの側壁部の内側に支持部を持つ絶縁性ケースを準備する工程と、第1と第2の外部電極が形成された平板状の基板を準備する工程と、上記振動板をケース内に第1，第2の振動板電極が露出する面がケースの側壁部開口端側を向くように収納し、振動板の対向する2辺を上記支持部に対して支持材で支持するとともに、振動板の残りの2辺とケースとの隙間を弾性封止材で封止し、振動板とケースの上壁部との間に音響空間を形成する工程と、上記振動板の第1の振動板電極から上記第1の外部電極に対面するケースの側壁部開口端まで弾性を持つ第1の導電性接着剤を連続的に塗布する工程と、上記振動板の第2の振動板電極から上記第2の外部電極に対面するケースの側壁部開口端まで弾性を持つ第2の導電性接着剤を連続的に塗布する工程と、上記基板上面または上記ケースの側壁部開口端に絶縁性接着剤を塗布する工程と、上記基板上にケースの側壁部開口端を絶縁性接着剤により接着すると同時に、ケースの側壁部開口端に塗布された第1の導電性接着剤を第1の外部電極と接続し、かつケースの側壁部開口端に塗布された第

10

20

30

40

50

2の導電性接着剤を第2の外部電極と接続する工程と、上記絶縁性接着剤および第1,第2の導電性接着剤を同時に硬化させる工程と、を備える圧電音響部品の製造方法を提供する。

さらに、請求項7に記載の発明は、両端部の片面側に第1,第2の振動板電極が露出し、面積屈曲モードで振動する四角形の圧電振動板を準備する工程と、上壁部と4つの側壁部とを有し、4つの側壁部の内側に支持部を持つ絶縁性ケースを準備する工程と、第1と第2の外部電極が形成された平板状の基板を準備する工程と、上記振動板をケース内に第1,第2の振動板電極が露出する面がケースの側壁部開口端側を向くように収納し、振動板の4辺を上記支持部に対して支持材で支持し、振動板とケースの上壁部との間に音響空間を形成する工程と、上記振動板の第1の振動板電極から上記第1の外部電極に対面するケースの側壁部開口端まで弾性を持つ第1の導電性接着剤を連続的に塗布する工程と、上記振動板の第2の振動板電極から上記第2の外部電極に対面するケースの側壁部開口端まで弾性を持つ第2の導電性接着剤を連続的に塗布する工程と、上記基板上にケースの側壁部開口端を絶縁性接着剤により接着すると同時に、ケースの側壁部開口端に塗布された第1の導電性接着剤を第1の外部電極と接続し、かつケースの側壁部開口端に塗布された第2の導電性接着剤を第2の外部電極と接続する工程と、上記絶縁性接着剤および第1,第2の導電性接着剤を同時に硬化させる工程と、を備える圧電音響部品の製造方法を提供する。

【0007】

振動板を構成する圧電素子は四角形であるから、グリーンシートから圧電素子を打ち抜くにしても、抜きカスを少なくでき、材料効率が良い。また、親基板状態で電極形成、分極などの作業ができるので、生産効率がよい。さらに、設計的に必要な寸法は親基板カット寸法で決めるため、円板状圧電素子のようにグリーンシートの打ち抜き金型をその都度作成しなくてもよい。つまり、従来に比べてグリーンシートの打ち抜き～親基板カット工程における金型、治具、圧電体品種などを少なくできるので、投資金額、生産効率の面で有利である。

【0008】

請求項1に係る発明は、受話器としての用途に適した例であり、広いレンジの周波数に対応するため、共振領域だけでなく共振領域以外の領域も使用される。振動板の振動エネルギーが比較的小さくても変位できるように、四角形状の振動板の対向する2辺をケースの支持部に支持材で支持し、残りの2辺とケースとの隙間を弾性封止材で封止している。振動板の2つの振動板電極間に所定の周波数信号を入力すると、圧電素子が所定方向に伸縮し、これに応じて振動板は長さベンディングモードで屈曲変形する。このとき、振動板はケースに固定された両端部を節として上下に振動し、図1の(b)に示すように、最大変位点Pが振動板の長さ方向の中心線に沿って存在する。なお、図1では説明を簡単にするため、ユニモルフ形振動板の例を示す。これに対し、円板状の振動板の場合には、図1の(a)のように中心部だけに最大変位点Pが存在する。つまり、四角形状の振動板の場合、変位体積が従来の円板状の振動板に比べて大きくなる。この変位体積は、空気を動かすエネルギーとなるので、音響変換効率を高めることができる。なお、振動板の幅方向両端部とケースとの隙間を封止材で封止しているが、封止材は弾性を持つので、振動板の変位を妨げず、音圧が低下することがない。さらに、振動板はその長さ方向両端部が固定されるが、その間の部分は自由に変位できるので、円板状の振動板に比べて低い周波数の音を得ることができる。逆に、同じ周波数の音を得るのであれば、寸法を小型化できる。

【0009】

一方、請求項2に係る発明は、サウンドやリングなどの用途に適した例であり、単一周波数での大音量に対応するため、共振領域で使用される。振動板の振動エネルギーを大きくするべく、面積屈曲モードで励振させるため、四角形状の振動板の4辺すべてをケースの支持部に支持材で支持した構造となっている。

なお、面積屈曲モードとは、振動板が長方形を含む四角形であり、振動板の主面をなす2つの対角線位置が最大変位となるように、つまり対角線の交点が最大変位量となるように

10

20

30

40

50

振動板の面積全体が厚み方向に屈曲振動するものである。

【 0 0 1 0 】

本発明において、支持材としては、エポキシ系接着剤のように硬化状態におけるヤング率が高く、振動板の端部を強く拘束するものでもよいし、シリコンゴムなどの弾性封止材のように、硬化状態におけるヤング率が低く、振動板の拘束力が弱く、振動板の変位を許容するものであってもよい。

【 0 0 1 1 】

図 2 は円形の振動板と四角形の振動板との寸法と共振周波数との関係を示す比較図である。この場合もユニモルフ型振動板を用いた。

なお、比較に当たっては、圧電素子として厚みが  $50 \mu\text{m}$  の P Z T を使い、金属板として厚みが  $50 \mu\text{m}$  の 4 2 N i を用いた。また、四角形振動板の長さ L と幅 W の比を 1 . 6 7 とした。

図から明らかなように、同一周波数であれば、四角形振動板は円形振動板に比べて寸法（長さ，直径）を小さくできる。逆に、寸法が同一であれば、低い周波数を得ることができる。

【 0 0 1 2 】

本発明では、振動板を固定したケースは平板状の基板に接着固定される。そして、第 1 の振動板電極が基板の第 1 の外部電極に対して弾性を持つ導電性接着剤により電氣的に接続され、第 2 の振動板電極が基板の第 2 の外部電極に対して弾性を持つ導電性接着剤により電氣的に接続され、圧電音響部品が得られる。なお、基板に設けた第 1 , 第 2 の外部電極を基板の裏面まで引き回すことにより、表面実装型に構成することができる。

導電性接着剤が弾性を持つので、本圧電音響部品を搭載した機器を誤って落下させたりして大きな衝撃荷重が加わっても、クラックが入らず、振動板電極と外部電極との間が断線する恐れがない。また、導電性接着剤の硬化後のヤング率が低いので、振動板の振動を抑制することがなく、音圧が低下しない。

【 0 0 1 3 】

請求項 3 のように、振動板として、金属板の片面に、かつケースの支持部に支持される一方の辺側に偏った位置に圧電素子が接着されたユニモルフ型圧電振動板を用い、外部に露出した圧電素子の片面の電極が第 1 の振動板電極を構成するとともに、振動板の圧電素子が接着された面の他辺側に金属板の露出部が設けられ、この露出部が第 2 の振動板電極を構成し、振動板をその金属板をケースの上壁部側に向けてケースに取り付けるのが望ましい。振動板の圧電素子をケースの上壁部側に向けて取り付けることもできるが、この場合には、圧電素子の表面電極と基板とが対面しないので、圧電素子の表面電極を基板の第 2 外部電極に接続するのが難しくなる。これに対し、振動板の金属板をケースの上壁部側に向けて固定すれば、圧電素子の表面電極と基板とが対面するので、表面電極と第 2 の外部電極との導電性接着剤による接続が容易となる。なお、振動板の一边側に金属板の露出部が露出しているので、金属板と第 1 の外部電極との接続も容易である。

【 0 0 1 4 】

請求項 4 のように、弾性を持つ導電性接着剤としては、硬化後のヤング率が  $1 \times 10^5 \sim 2 \times 10^9 \text{ N/m}^2$  の導電性接着剤を用いれば、耐衝撃性および音圧特性において優れた効果を発揮する。この場合には、硬化後のビッカース硬度が約 30 ~ 100 となる。

【 0 0 1 5 】

請求項 5 のように、振動板の対向する 2 辺を支持部に対して支持する支持材が弾性封止材と同一材料で構成されていること、つまり弾性封止材を振動板の 4 辺全てに塗布するのが望ましい。つまり、振動板の周囲を弾性封止材で封止することにより、空気漏れがなくなるとともに、音圧特性も向上する。

【 0 0 1 6 】

請求項 6 のような工程で圧電音響部品を製造すれば、振動板とケースとの固定、ケースと基板との固定、さらに圧電板と基板の外部電極との電氣的接続を、同種でかつ少ない工程で行なうことができ、請求項 1 に記載の圧電音響部品を安価に製造することができる。

10

20

30

40

50

同様に、請求項7のような方法で圧電音響部品を製造すれば、請求項2に記載の圧電音響部品を安価に製造することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

図3～図6は本発明の第1の実施形態である表面実装型の圧電音響部品を示す。

この圧電音響部品は、受話器としての用途に適したものであり、大略、ユニモルフ型の振動板1とケース4と基板10とで構成されている。

【0018】

振動板1は、図6に示すように、表裏面に薄膜または厚膜の電極2a, 2bを有し、厚み方向に分極処理された長方形の圧電素子2と、圧電素子2と幅寸法が同一で長さ寸法がやや長い長方形に形成され、圧電素子2の裏面電極2bに導電性接着剤などを介して対面接着された金属板3とで構成されている。なお、裏面電極2bは、金属板3を圧電素子2の裏面に導電性接着剤などを介して直接接合することで、省略してもよい。この実施形態では、圧電素子2が金属板3に対して長さ方向の一辺側へ偏った位置に接着されており、金属板3の長さ方向の他辺側には金属板3が露出した露出部3aを有する。

10

【0019】

圧電素子2としては、例えばPZTなどの圧電セラミックスが用いられる。また、金属板3は良導電性とバネ弾性とを兼ね備えた材料が望ましく、特にヤング率が圧電素子2と近い材料が望ましい。そのため、例えばリン青銅, 42Niなどが用いられる。なお、金属板3が42Niの場合には、セラミック(PZT等)と熱膨張係数が近いので、より信頼性の高いものが得られる。

20

【0020】

上記振動板1は次のような工程で製造することができる。まず、セラミックグリーンシートから打ち抜き金型によって四角形状の親基板を打ち抜き、この親基板に対して電極形成、分極などの作業を行なった後、親基板を金属板の母板に導電性接着剤などで接着する。そして、接着された親基板と母金属板とをダイサーなどを用いて縦横のカットラインで四角形状にカットし、振動板を得ることができる。このように、四角形状の金属板3と四角形状の圧電素子2とを用いることで、材料効率、生産効率がよく、設備コストを削減できるという利点がある。

【0021】

上記振動板1はケース4の内側に収納されている。すなわち、ケース4はセラミックスまたは樹脂などの絶縁性材料で上壁部4aと4つの側壁部4bとを持つ箱型に形成され、対向する2つの側壁部4bの内側に振動板1の両端部を支持する段差状の支持部4cが一体に形成されている。なお、支持部4cはできるだけ小さい方が音圧を向上させ、共振周波数を小さくできるので、望ましい。ケース4を樹脂で構成する場合には、LCP(液晶ポリマー), SPS(シンジオタクチックポリスチレン), PPS(ポリフェニレンサルファイド), エポキシなどの耐熱樹脂が望ましい。上壁部4aの中央部には放音孔4dが形成され、対向する2つの側壁部4bの開口縁部には溝部4eが形成され、残りの1つの側壁部4bの開口縁部には制動用の切欠部4fが形成されている。上記溝部4eは、後述する基板10の外部電極13, 14と対応する位置に形成されている。

30

40

【0022】

振動板1はその金属板3が上壁部4aと対面するように、ケース4の内部に収納され、振動板1の短辺側の2辺が支持部4cに載せられ、弾性封止材6で固定されている(図4参照)。この弾性封止材6としてはウレタン系, シリコン系などの公知の弾性封止材を用いればよい。また、振動板1の長辺側の2辺とケース4の内面との間には僅かな隙間が空いており、この隙間も弾性封止材6によって封止されている。つまり、振動板1の全周が弾性封止材6によってケース4に固定され、封止されている。これにより、振動板1とケース4の上壁部4aとの間に音響空間7が形成される。

【0023】

上記のように振動板1を取り付けたケース4は基板10に、絶縁性の接着剤19によって

50

接着されている。基板 10 はセラミックスまたは樹脂などの絶縁性材料で長方形平板状に形成され、樹脂で形成する場合には LCP, SPS, PPS, エポキシ (ガラスエポキシを含む) などの耐熱樹脂が用いられる。基板 10 の長手方向の両端部には、スルーホール溝 11, 12 を介して表面から裏面へ延びる外部電極 13, 14 が形成されている。振動板 1 の両端に位置する振動板電極部である金属板 3 の露出部 3a と圧電素子 2 の表面電極 2a は、それぞれ導電ペースト 15, 16 によって、外部電極 13, 14 と電氣的に接続されている。なお、導電ペースト 15, 16 はケース 4 の開口縁部に形成された溝部 4e に入り込むことにより、所定の膜厚を確保でき、ケース 4 に押し潰されて断線するのを回避できる。導電ペースト 15, 16 は、例えばウレタン系またはシリコン系などの柔弾性を持つ導電性接着剤よりなり、その硬化後のヤング率が  $1 \times 10^5 \sim 2 \times 10^9 \text{ N/m}^2$  (ピッカース硬度が 30 ~ 100) のものが使用される。また、導電ペースト 15, 16 の塗布量は、塗布量過多による音圧低下を抑えるため、それぞれ  $2.5 \text{ mg} \pm 0.5 \text{ mg}$  程度の少量とするのが望ましい。

10

#### 【0024】

基板 10 に設けられた外部電極 13, 14 間に所定の周波数信号 (交流信号または矩形波信号) を印加すれば、振動板 1 の長さ方向両端部がケース 4 の支持部 4c に支持され、振動板 1 の幅方向両端部が弾性封止材 6 で弾性変位自在に保持されているので、振動板 1 は長さ方向両端部を支点として長さベンディングモードで振動し、所定の音を発生することができる。音はケース 4 の放音孔 4d から外部へ放出される。

#### 【0025】

上記構成よりなる圧電音響部品の落下試験を行なった結果を以下に示す。

20

#### 〔落下試験〕

条件: 100g の治具に圧電音響部品を取り付け、150cm の高さから木板上に Z 方向 (基板を水平) に落下させた時の導電ペースト 15, 16 の断線状況を検査した。

ウレタン系導電性接着剤を用いた場合: Z 方向 10 回 OK

エポキシ系導電性接着剤を用いた場合: Z 方向 4 回で導通 (オープン) 不良発生上記のように、振動板 1 の電極と基板 10 の外部電極 13, 14 とを接続するための導電ペースト 15, 16 として柔弾性を持つウレタン系導電性接着剤を用いた場合には、耐衝撃性において優れた性能を有することがわかる。この時に用いたウレタン系導電性接着剤のヤング率は  $1 \times 10^9 \text{ N/m}^2$  であり、エポキシ系導電性接着剤のヤング率は  $5 \times 10^9 \text{ N/m}^2$  であった。

30

#### 【0026】

次に、上記圧電音響部品の組立方法を図 7, 図 8 にしたがって説明する。

まず図 7 に示すように、振動板 1 を裏返しにしたケース 4 の内側に、金属板 3 がケース 4 の上壁部 4a 側を向くように収納し、その長さ方向両端部、つまり短辺側の 2 辺を支持部 4c 上に載置する。この状態で、振動板 1 の周囲に弾性封止材 6 をディスペンサなどによって塗布し、硬化させる。これにより、図 8 の (a) のように、内側に振動板 1 を取り付けたケース 4 が得られる。

次に、図 8 の (b) のように、振動板 1 の一端に位置する金属板 3 の露出部 3a からケース 4 の開口縁部に形成された溝部 4e にかけて連続的に導電ペースト 15 を塗布する。同様に、振動板 1 の他端に位置する圧電素子 2 の表面電極 2a からケース 4 の開口縁部に形成された溝部 4e にかけて連続的に導電ペースト 16 を塗布する。この場合、導電ペースト 15, 16 を立体的な力ギ形状に塗布することで、塗布量を増やさずに導通信頼性を高めることができる。上記のように、振動板 1 は金属板 3 をケース 4 の上壁部 4a 側に向けて固定されているので、2 つの振動板電極である金属板 3 の露出部 3a と圧電素子 2 の表面電極 2a とがケース 4 の開口部側へ露出することになる。そのため、導電ペースト 15, 16 によって簡単に外部へ引き出すことができる。

40

次に、図 8 の (c) のように、ケース 4 の溝部 4e を除く開口縁部に絶縁性の接着剤 19 を塗布する。なお、接着剤 19 の塗布工程は、導電ペースト 15, 16 の塗布より先に行なうこともできる。ただし、この場合には接着剤 19 と導電ペースト 15, 16 とが重な

50



らないように、接着剤 19 を溝部 4 e を除く部分に印刷や転写などで所定のパターンで塗布すればよい。

次に、図 8 の (d) のように導電ペースト 15, 16 および接着剤 19 が硬化する前に、ケース 4 の上に基板 10 を接着する。この時、接着剤 19 が基板 10 の表面に密着するとともに、導電ペースト 15, 16 がそれぞれ外部電極 13, 14 に密着する。この状態で導電ペースト 15, 16 および絶縁性接着剤 19 を加熱硬化または自然硬化させることで、ケース 4 と基板 10 とが一体化されるとともに、導電ペースト 15 により金属板 3 の露出部 3 a と基板 10 の外部電極 13 とが接続され、導電ペースト 16 により圧電素子 2 の表面電極 2 a と基板 10 の外部電極 14 とが接続される。こうして圧電音響部品を完成する。

10

#### 【0027】

上記実施形態では、振動板 1 の全周を弾性封止材 6 で支持/封止したが、振動板 1 の短辺側の 2 辺は接着剤で支持部 4 c に固定してもよい。ただ、弾性封止材 6 を用いた方が振動板 1 が自由に振動できるとともに、振動板 1 の表側と裏側との間の空気漏れをより確実に防止できるので、音圧特性上望ましい。

#### 【0028】

図 9 は本発明の第 2 の実施形態である圧電音響部品を示す。

この圧電音響部品は、大略、ユニモルフ型の振動板 1 とケース 40 と基板 10 とで構成されている。振動板 1 と基板 10 は第 1 の実施形態で用いられたものと同様である。

図 9 は裏側から見た斜視図であり、ケース 40 の内側面全周に段差状の支持部 41 が連続的に形成されている。この支持部 41 の頂面は同一高さに形成されており、支持部 41 上に振動板 1 の 4 辺全周が接着剤などの支持材 42 によって固定されている。なお、図 7 のケース 4 と同一部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

20

この実施形態の圧電音響部品は、例えばサウダやリングなどのように単一周波数で用いられるものであり、振動板 1 の全周を支持材 42 によって拘束し、振動板 1 を共振領域で使用するにより、面積屈曲モードで強く励振させることができ、大音量を得ることができる。

#### 【0029】

図 10 は振動板の第 2 の実施形態を示す。

この振動板 20 は、図 6 に示す振動板 1 と同様に、金属板 21 の片面に圧電素子 22 を接着したユニモルフ型振動板であるが、金属板 21 と圧電素子 22 は共に同一形状の長方形に形成されている。そして、圧電素子 22 の表面には、一端から他端直前まで第 1 の電極 22 a が形成されており、他端側には金属板 21 と端面を介して導通する第 2 の電極 22 b が形成されている。この場合も、振動板 20 の表面に 2 つの電極 22 a, 22 b が露出するので、図 4 と同様に金属板 21 側をケース 4 の上壁部 4 a に向けて取り付けることにより、導電ペーストで簡単に外部へ引き出すことができる。この場合の導電ペーストも、第 1 の実施形態と同様に、弾性を持つ導電性接着剤を使用すればよい。

30

#### 【0030】

図 11, 図 12 は振動板の第 3 の実施形態を示す。

この振動板 30 は、2 層の圧電セラミックス層 31, 32 を積層したものであり、振動板 30 の表裏主面には主面電極 33, 34 が形成され、セラミックス層 31, 32 の間には内部電極 35 が形成されている。2 つのセラミックス層 31, 32 は、図 12 に太線矢印で示すように厚み方向において同一方向に分極されている。表側の主面電極 33 と裏側の主面電極 34 は、振動板 30 の短辺と同幅でかつ長辺よりやや短く形成され、その一端は振動板 30 の一方の短辺側端面に形成された端面電極 36 に接続されている。そのため、表裏の主面電極 33, 34 は相互に接続されている。内部電極 35 は主面電極 33, 34 とほぼ対称形状に形成され、内部電極 35 の一端は上記端面電極 36 と離れており、他端は振動板 30 の他方の短辺側端面に形成された端面電極 37 に接続されている。なお、振動板 30 の他方の短辺側端部の上下面には、端面電極 37 と導通する細幅な補助電極 38 が形成されている。

40

50

## 【0031】

上記振動板30も図4と同様に、ケースに収納固定され、ケースが基板に接着される。このとき、主面電極33, 34の一方は、弾性を有する導電ペーストによって基板の一方の外部電極と接続され、補助電極38は弾性を有する導電ペーストによって基板の他方の外部電極と接続される。そして、外部電極の間に所定の交番電圧を印加することで、振動板30を長さベンディングモードで屈曲振動させることができる。すなわち、振動板30の短辺側両端部を支点とし、長手方向の中央部を最大振幅点として屈曲振動させることができる。

この実施形態の場合には、金属板を有しない積層構造であり、厚み方向に順に配置された2つの振動領域が相互に逆方向に振動するので、ユニモルフ型振動板に比べて大きな変位量、つまり大きな音圧を得ることができる。

10

## 【0032】

図13は振動板の第4の実施形態を示す。

この振動板50は、3層の圧電セラミックス層51~53を積層したものであり、振動板50の表裏面には主面電極54, 55が形成され、各セラミックス層51~53の間には内部電極56, 57が形成されている。3つのセラミックス層51~53は太線矢印で示すように厚み方向において同一方向に分極されている。

主面電極54, 55は、振動板50の短辺と同幅でかつ長辺よりやや短く形成され、その一端は振動板50の一方の短辺側端面に形成された端面電極58に接続されている。そのため、表裏の主面電極54, 55は相互に接続されている。内部電極56, 57の一端は端面電極58と離れており、他端は振動板50の他方の短辺側端面に形成された端面電極59に接続されている。したがって、内部電極56, 57も相互に接続されている。なお、振動板50の他方の短辺側端部の上下面には、端面電極59と導通する細幅な補助電極59aが形成されている。

20

この振動板50も図4と同様に、ケースに収納固定され、ケースは基板に接着される。このとき、主面電極54, 55の一方は、弾性を有する導電ペーストによって基板の一方の外部電極と接続され、補助電極59aは弾性を有する導電ペーストによって基板の他方の外部電極と接続される。

## 【0033】

例えば、主面電極54にマイナスの電圧、補助電極59aにプラスの電圧を印加すると、図13の細線矢印で示す方向の電界が生じる。この時、中間層であるセラミックス層52の両側に位置する内部電極56, 57は同一電位であるため、電界が生じない。表側のセラミックス層51は分極方向と電界方向とが同一方向であるため平面方向に縮み、裏側のセラミックス層52は分極方向と電界方向とが逆方向であるため平面方向に伸びる。そして、中間層52は伸び縮みしない。

30

そのため、振動板50は下方へ凸となるように屈曲する。端面電極58, 59間に交番電圧を印加すれば、振動板50は周期的に屈曲振動を生じ、これによって大きな音圧の音を発生させることができる。

## 【0034】

なお、金属板および圧電素子は長方形に限らず、正方形であってもよい。

40

また、上記実施形態では、金属板の片面に圧電素子を貼り付けたユニモルフ型振動板、圧電素子を積層した積層型振動板とについて説明したが、両端部の片面側に第1, 第2の振動板電極が露出し、長さベンディングモードまたは面積屈曲モードで振動する四角形の圧電振動板であれば、いかなる圧電振動板を用いてもよい。

本発明の圧電音響部品としては、圧電ブザー、圧電受話器、圧電スピーカ、圧電サウンダ、リンガーなどがある。

## 【0035】

## 【発明の効果】

以上の説明で明らかなように、請求項1に記載の発明によれば、四角形状の振動板を用いたので、グリーンシートの打ち抜きから親基板カットに至る工程における金型、治具、圧

50

電体品種を少なくでき、かつ材料効率もよいので、生産効率が向上し、製造コストを低減できる。

また、四角形状の振動板の対向する2辺をケースの支持部に支持し、振動板の他の2辺とケースとの隙間を封止し、長さベンディングモードで振動させるようにしたので、最大変位点が振動板の長さ方向の中心線に沿って存在し、変位体積を大きくできる。そのため、円板状の振動板に比べて音響変換効率を高めることができる。そして、四角形状の振動板はその2辺が支持されるが、その間の部分は自由に変位できるので、円板状の振動板に比べて低い周波数を得ることができる。逆に、同じ周波数を得るのであれば、寸法を小型化できる。

さらに、振動板電極と基板の外部電極とを接続する導電性接着剤が弾性を持つので、本圧電音響部品を搭載した機器を誤って落下させたりして大きな衝撃荷重が加わっても、導電性接着剤が衝撃を吸収し、振動板電極と外部電極との間が断線する恐れを解消できる。また、導電性接着剤の硬化後のヤング率が低いので、振動板の振動を妨げず、音圧特性が向上するという効果を有する。

【0036】

また、請求項2に記載の発明では、四角形状振動板の4辺をケースの支持部に支持し、面積屈曲モードで振動させるようにしたので、共振領域で使用されるサウンダやリングなどに適した圧電音響部品を実現できる。この場合も、請求項1と同様に、振動板電極と基板の外部電極とを弾性を有する導電性接着剤で接続したので、耐衝撃性能が向上し、小型で音圧特性に優れた圧電音響部品を実現できる。

【0037】

また、請求項6,7のように、振動板がケースの開口部から2つの振動板電極が露出するように取り付けられるので、振動板電極と基板の外部電極とを接続する導電性接着剤の塗布作業が容易になるとともに、ケースと基板とを接着すると同時に振動板電極と外部電極との電気的接続も行なわれるので、製造工程を簡素化でき、工程の処理時間を短縮できる。したがって、請求項1,2の圧電音響部品を安価に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】円形振動板と四角形振動板との変位分布の比較図である。

【図2】円形振動板と四角形振動板の寸法と共振周波数との関係を示す図である。

【図3】本発明にかかる圧電音響部品の第1の実施形態の斜視図である。

【図4】図3のX-X線断面図である。

【図5】図3のY-Y線断面図である。

【図6】振動板の斜視図である。

【図7】ケースと振動板とを裏面側から見た分解斜視図である。

【図8】振動板を組み込んだケースと基板との組立方法を示す工程図である。

【図9】本発明にかかる圧電音響部品の第2の実施形態の斜視図である。

【図10】振動板の第2の実施形態の断面図である。

【図11】振動板の第3の実施形態の斜視図である。

【図12】図11に示す振動板の断面図である。

【図13】振動板の第4の実施形態の断面図である。

【符号の説明】

- |     |       |
|-----|-------|
| 1   | 振動板   |
| 2   | 圧電素子  |
| 2 a | 表面電極  |
| 3   | 金属板   |
| 4   | ケース   |
| 4 a | 上壁部   |
| 4 b | 側壁部   |
| 4 c | 支持部   |
| 6   | 弾性封止材 |

10

20

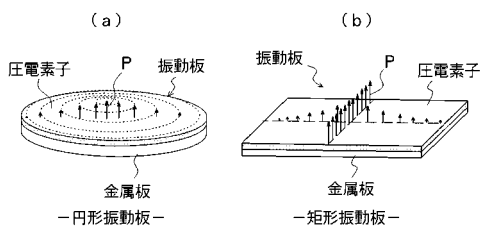
30

40

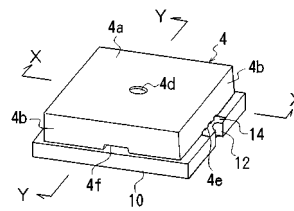
50

- 1 0            基板
- 1 3 , 1 4    外部電極
- 1 5 , 1 6    導電ペースト（弾性を持つ導電性接着剤）
- 1 9           絶縁性接着剤

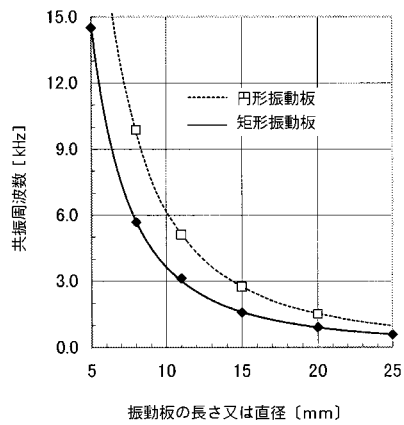
【 図 1 】



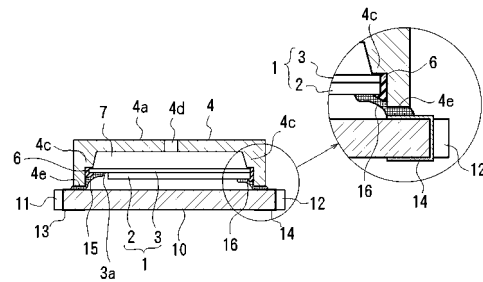
【 図 3 】



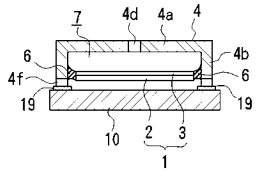
【 図 2 】



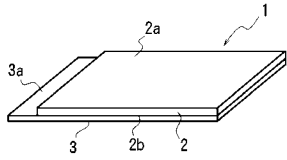
【 図 4 】



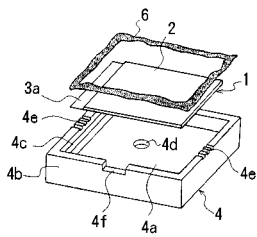
【 図 5 】



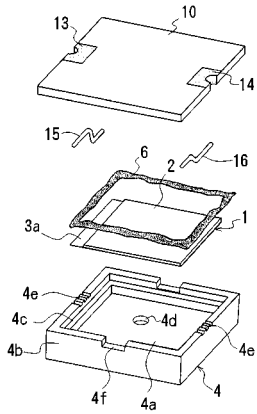
【 図 6 】



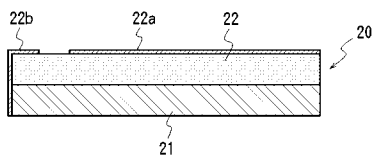
【 図 7 】



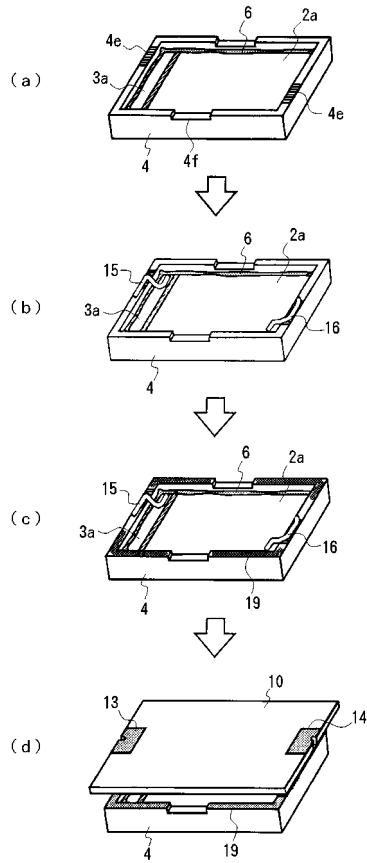
【 図 9 】



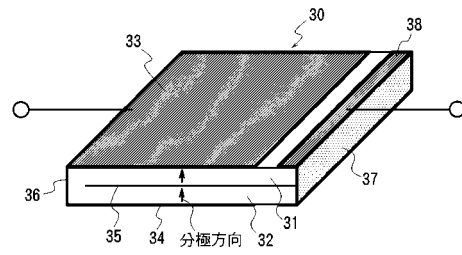
【 図 10 】



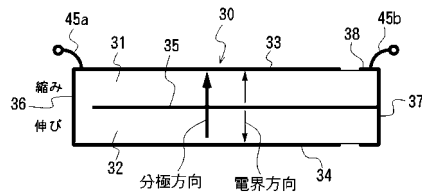
【 図 8 】



【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 13 】

