

(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2005-294986

(P2005-294986A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO4R 17/00	HO4R 17/00	5D004
HO4R 1/00	HO4R 1/00 317	5D017

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2004-103909 (P2004-103909)	(71) 出願人	000134257 NECトーキン株式会社 宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号
(22) 出願日	平成16年3月31日 (2004.3.31)	(72) 発明者	田村 光男 宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号 NECトーキン株式会社内
		Fターム(参考)	5D004 AA01 BB01 CC04 CD08 DD01 5D017 AB13

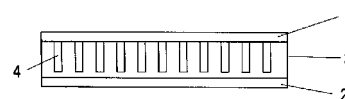
(54) 【発明の名称】 音響振動発生素子

(57) 【要約】

【課題】 圧電モノモルフ構造または圧電バイモルフ構造の音響振動発生素子の骨伝導への応用において、小型で音響出力が大きな音響振動発生素子の提供を課題とするものである。

【解決手段】 表裏面をメタライズした圧電セラミックス矩形板 1、2 と弾性板 3 を張り合わせた圧電モノモルフ構造または圧電バイモルフ構造の音響振動発生素子において、前記弾性板 3 は長さ方向に直交する厚み方向に複数の溝部 4 または、幅方向に切込み部 6 を有することを特徴とする音響振動発生素子が得られる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表裏面をメタライズした圧電セラミックス矩形板と弾性板を張り合わせた圧電モノモルフ構造または圧電バイモルフ構造の音響振動発生素子において、前記弾性板は長さ方向に直交する厚み方向に複数の切込みを有することを特徴とする音響振動発生素子。

【請求項 2】

表裏面をメタライズした圧電セラミックス矩形板と弾性板を張り合わせた圧電モノモルフ構造または圧電バイモルフ構造の音響振動発生素子において、前記弾性板は長さ方向に直交し、厚さ方向に貫通し、幅方向に貫通しない複数の切込みを有することを特徴とする音響振動発生素子。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気信号を音響振動に変換して頭骨や腕に伝搬させ、それを聴覚神経で聴取する目的の骨伝導スピーカや、パネルもしくは筐体を機械的に励振して音響を発生するスピーカに用いるのに好適な、小型の音響振動発生素子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、音響分野での電気 - 機械トランスデューサとしては、主に電磁式が用いられ、ダイナミックスピーカと同じ原理のコイルを流れる電流とマグネットとの相互作用で発生する電磁力を機械振動に変えるもので、長い歴史を持ち、現在も音響の振動発生素子の主流として利用されている。しかし、電磁方式の発生力は電磁力であり、電流を必要とするが、巻線の有する抵抗でエネルギー損失を生じ、電源から供給されるエネルギーの大半はジュール熱として散失し、音響エネルギーとして使用される分はわずかに 1% にすぎない。また、低音領域では低インピーダンスの為に、電流が過剰になりやすく電源側の負荷が大きく、結果的に低音域では出力を制限せざるを得ない為に、低音の音響出力不足になりやすいという欠点があった。

20

【0003】

一方、少数ではあるが、圧電素子を用いた音響用トランスデューサも特定の分野で用いられてきた。この場合は圧電発音体として多く用いられ金属板と圧電材料を貼り合わせた圧電モノモルフ構造を用いているが、実用域のサイズでは基本的に共振周波数が 1 kHz 以上になる為に、共振周波数より下の低音域の再生が不十分になり易い欠点があった。また、振動系の機械的品質係数 Q_m が高い為に特定の周波数で強調されたり、逆に減衰したりするために自然な音の再生ができないという欠点もあり、リンガーやツイータらの限定された用途で用いられた。これらの圧電型スピーカの低音域での弱点を克服するためのいくつかの提案も出されているが、電磁型に比肩する領域の低音を実現できている訳ではない（特許文献 1 及び 2 参照）。

30

【0004】

骨伝導スピーカについても圧電方式の試みがなされている（例えば、特許文献 3 及び 4 参照）。これは使用者の頭部に装着して使用するのが一般的であり、使用者の負荷を軽減するため、骨伝導スピーカには小型化、軽量化が強く求められており、音響振動発生素子も小型にする必要があるが、音響振動発生素子を小型にすると、基本的には素子の共振周波数が増大し出力が高域の周波数にシフトして所望の音響出力だせない問題点がある。また、近年の携帯型電子機器の普及に伴い省電力が重要な課題となっており、圧電タイプの音響スピーカが注目されている。ここでも音響振動発生素子も小型にする必要があり、音響特性の実現と小型化の両立が重要な課題となる。

40

【0005】

音響振動発生用のバイモルフ振動子については、その構成と音響性能の関係については基本的なところは数式的にも十分に整理されているため、以下に若干の数式を用いて説明する。まず、音響出力の周波数特性に関与する素子の共振周波数 f_r について数 1 の関係

50

で構成要素と関係する。

【 0 0 0 6 】

【 数 1 】

$$f_r = \frac{\alpha_n^2}{L^2} \sqrt{\frac{K}{\rho S}}$$

【 0 0 0 7 】

10

数 1 中の L は振動子の長さであり、小型化のために短くしようとする他の要素で補正しない限り急激に共振周波数を上げて周波数特性を高域のほうに持ち上げる傾向がある。

α_n は振動姿態で決まる定数であり、以後の説明では触れない。

【 0 0 0 8 】

数 1 中の K は、圧電材料とシム材料（弾性板）の厚みおよび弾性係数で決まる曲げの弾性係数である。この関係を数 2 に示す。

【 0 0 0 9 】

【 数 2 】

$$K = \frac{2w}{3} \{ E_s t_s^3 + E_c (3t_s^2 t_c + 3t_s t_c^2 + t_c^3) \}$$

20

【 0 0 1 0 】

ここで、w は素子の幅、 E_s と E_c はシム材料と圧電材料の弾性係数であり、 $2t_s$ と t_c はシムと圧電材料の厚みを示す。幅 w が決まると K は構成材料の弾性係数と厚みに支配される。数 1 中の S は単位長さあたりの重さを示し、数 3 で示される。ここで、 ρ_c 、 ρ_s は、それぞれ圧電材料とシム材料の比重を示す。

【 0 0 1 1 】

【 数 3 】

30

$$\rho S = 2w(t_c \rho_c + t_s \rho_s)$$

【 0 0 1 2 】

次に、音響振動発生素子の駆動力の源である、電界に応じて発生する曲げモーメント M_e について説明する。圧電パイモルフ素子に電圧を印加されたときに曲げモーメント M_e が発生して素子が屈曲変形して振動する。曲げモーメント M_e と構成要素との関係は数 4 で示される。数 4 中で e は圧電材料の圧電定数で電界に応じて発生する応力の度合いを示し、V は印加する電圧を示している。

40

【 0 0 1 3 】

【 数 4 】

$$M_e = w(t_c + 2t_s)eV$$

【 0 0 1 4 】

曲げモーメント M_e が大きいほど発生する変位が大きくなり、結果として振動速度、振動の加速度が大きくなる。音響振動発生素子の駆動力 F b は素子の長さ方向についての微小区間 dx の重量 S dx とその部分の加速度 a の積で得られる慣性力を全区間について

50

積分した値として求めることができ数5に示した。数5の $a(x)$ は各部分の振幅を示し、振動姿態や周波数に応じて変化するが、大きな曲げモーメントは必然的に大きな振幅につながり、結果として大きな駆動力の発生に寄与する。

【0015】

【数5】

$$F_b = \int_0^L \frac{\partial v}{\partial t} \rho S dx = \int_0^L \omega^2 a(x) \rho S dx$$

10

【0016】

数1～数5の数式的な関係を踏まえ、できる限り小型で所望の周波数特性を満足し、高出力（大きな駆動力）の音響振動発生素子を得る構成方法は、諸量の関係から以下が考えられる。

【0017】

1) 小型化に伴う周波数の増大を防ぐ方策

- ・ 曲げ弾性係数を下げる
 - シム（弾性板）、圧電材料のヤング率下げる
 - シム、圧電材料の厚みを薄くする
- ・ 単位長あたりの重量を上げる
 - シム、圧電材料の厚みを上げる
 - シム、圧電材料の比重を大きくする

20

2) 大きな出力を得る

- 高い電圧を印加する
- 高い圧電定数の材料を使う
- 幅を広げる
- 厚みを厚くする

【0018】

以上の諸策についてさらに吟味すると、十分に選択されて採用された圧電材料は変更の可能性が乏しく、また駆動条件や、幅についても+の方向はありえないために現実的な策のみを抜粋していくと

30

1) 小型化に伴う周波数の増大を防ぐ必要

- ・ 曲げ弾性係数を下げる
 - シム（弾性板）のヤング率下げる
 - シムの厚みを薄くする
- ・ 単位長あたりの重量を上げる
 - シムの厚みを上げる
 - シムの比重を大きくする

40

2) 大きな出力を得る

- 圧電材料またはシムの厚みを厚くする

以上の策が残るが一部には相反する効果の策もあり、実験を踏まえて到達した結論としてシムは許される範囲で厚くし、機械的には撓みやすい構造を持たせ見かけ上の弾性係数を下げること、およびシムの重量は極力下げないことで目的が達成できることを見出した。以上は圧電バイモルフについて説明したが、この原理は圧電モノモルフ構造にも適用できることは言うまでもない。

【0019】

【特許文献1】特開2000-201398号公報

【特許文献2】特開2001-036992号公報

【特許文献3】特開昭59-140796号公報

50

【特許文献4】特開昭59-178895号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、圧電バイモルフ構造または圧電モノモルフ構造の音響振動発生素子を骨伝導スピーカや小型のパネルスピーカ等への応用する場合において、小型で音響出力が大きな音響振動発生素子の提供を目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0021】

本発明によれば、表裏面をメタライズした圧電セラミックス矩形板と弾性板を張り合わせた圧電バイモルフ構造または圧電モノモルフ構造の音響振動発生素子において、前記弾性板は長さ方向に直交する複数の厚み方向への切込みを有することを特徴とする音響振動発生素子が得られる。

【0022】

また、本発明によれば、表裏面をメタライズした圧電セラミックス矩形板と弾性板を張り合わせた圧電モノモルフ構造または圧電バイモルフ構造の音響振動発生素子において、前記弾性板は長さ方向に直交し、厚さ方向に貫通し、幅方向に貫通しない複数の切込み部を有することを特徴とする音響振動発生素子が得られる。

【発明の効果】

【0023】

前述のとおり、圧電セラミックス矩形板と弾性板を張り合わせた圧電モノモルフ構造または圧電バイモルフ構造において、弾性板の長さ方向に直交して複数の切込み部を構成することで、圧電セラミックス矩形板の厚さは変えずに、弾性板の厚さを厚くしても、音響振動発生素子の曲げ弾性係数が大きくなるので、周波数特性に影響せず、曲げモーメントが大きく、音響出力が大きな骨伝導用やパネルスピーカ用の音響振動発生素子の提供が可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下に、本発明の実施の形態について、図1～図3を参照しながら詳細に説明する。

【0025】

図1は、本発明の弾性板の長さ方向に直交する複数の切込みを有する弾性板を用いた圧電バイモルフ構造の音響振動発生素子の厚さ方向の断面図である。図2は、溝部を形成した弾性板の斜視図で、図2(a)は弾性板の片面に溝部を形成した斜視図、図2(b)は弾性板の両面に溝部を形成した斜視図である。また、図3は、長さ方向に直交し、厚さ方向に貫通し、幅方向に貫通しない複数の切込み部を形成した弾性板の斜視図で、図3(a)は、同一側面から切込み部を形成した弾性板の斜視図、図3(b)は、対向する側面から交互に切り込み部を形成した弾性板の斜視図、図3(c)は、側面に貫通しない切り込み部を形成した弾性板の斜視図である。

【0026】

図1に示すように、2枚の表裏面をメタライズした圧電セラミックス矩形板1及び2が金属等の弾性板3の両面に接着した構造体で、弾性板3には矩形板の長さ方向に直交する複数の溝部4が形成してなる圧電バイモルフ構造の音響振動発生素子で、その曲げ弾性係数 K は、前述の通り、圧電セラミックス矩形板及び弾性板の幅 w 、及びそれぞれの厚さ t_c 、 $2t_s$ とそれぞれの弾性係数 E_c 、 E_s に支配され、前述の数1で表現される。

【0027】

10

20

30

40

【数 1】

$$f_r = \frac{\alpha_n^2}{L^2} \sqrt{\frac{K}{\rho S}}$$

【0028】

数 1 において、弾性板に溝部や切込み部を設けることは、物理的には数 1 において弾性板の弾性係数 E_s を小さくすることに該当し、音響振動発生素子の音響出力を大きくするために弾性板の厚さ t_s を厚くすることと弾性板に溝部や切込み部を設けることは、積の関係にある。従って、弾性板に溝部や切込み部を設けることにより、音響振動発生素子の曲げ弾性係数 K を大きくしないで、音響出力を大きくすることが可能となる。

【0029】

以下、本発明の実施の形態を実施例を基に説明する。

【実施例 1】

【0030】

弾性板の厚み方向に切り込みを設けた試作例
NEC トーキン製圧電セラミックス（商品名ネベック 10）を用いた長さ 32 mm、幅 8 mm、厚さ 0.15 mm の圧電セラミックス矩形板 2 枚の表裏面に銀電極を焼付け、温度 100 のシリコンオイル中で、150 V の直流電圧を印加し分極し、外形寸法が同じで厚みが 150 μ m の真鍮製の弾性板 3 の両面にエポキシ系接着剤で貼り合わせた圧電バイモルフ構造の音響振動発生素子を試作した。予め、弾性板 3 には、ダイシングソーを用いて、図 2 (b) に示したような、表裏面に長さ方向に直交する幅 50 μ m、深さ 50 μ m の溝部 5 を 1 mm ピッチで複数加工した。おのおのの圧電セラミックス矩形板について弾性板と両面のセラミックの外面にリード線を設け、一方の圧電セラミックス矩形板に分極方向と同じ電界が加わる場合に、他方の圧電セラミックス矩形板には分極方向と逆の電界が加わるように結線した。

【0031】

比較のために、同じ圧電セラミックス矩形板と溝加工のない厚さ 50 μ m の真鍮製の弾性板を接着して、圧電バイモルフ構造の音響振動発生素子を試作した。

【実施例 2】

【0032】

弾性板に幅方向に切込み部を設けた試作例
実施例 1 と同じ圧電セラミックス矩形板 2 枚と、外形寸法が同じで厚みが 150 μ m の真鍮製の弾性板 3 を用いて、圧電バイモルフ構造の音響振動発生素子を試作した。予め、弾性板 3 には、ダイシングソーを用いて、図 3 (b) に示したような、長さ方向に直交する幅 100 μ m、長さ 7 mm の切込み部 7 を 1 mm ピッチで複数加工した。

【0033】

比較のために、同じ圧電セラミックス矩形板と溝加工のない厚さ 50 μ m の真鍮製の弾性板を接着して、圧電ユニモルフ構造の音響振動発生素子を試作した。

【0034】

次に、試作した音響振動発生素子の音響出力を定量的に確認する為に、人工内耳（B & K 社製 Artificial Mastoid Type 4930）を用いて人体の聴覚神経に相当する位置での加速度を測定した。測定結果を表 1 に示した。

【0035】

【表 1】

	加速度 (mm/sec ²)			厚さ (mm)
	100Hz	1kHz	10kHz	
実施例 1	29.4	980	147	0.55
実施例 1 の比較例	19.6	653	98.0	0.35
実施例 2	11.5	371	56.0	0.30
実施例 2 の比較例	8.82	290	43.1	0.20

10

【0036】

表 1 から明らかなように、実施例 1 では、音響振動発生素子の厚さが比較例より約 1.6 倍大きくなり、音響出力の加速度も約 1.5 倍大きくなっている。また、実施例 2 でも、音響振動発生素子の厚さが比較例より約 1.33 倍大きくなり、音響出力の加速度も約 1.3 倍大きくなっている。ところが、共振周波数は、それぞれ 620 Hz と 630 Hz (溝あり) で、厚みの割りに周波数の増大が抑制されていることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図 1】本発明の複数の溝部を有する弾性板を用いた圧電バイモルフ構造の音響振動発生素子の厚さ方向の断面図。

20

【図 2】溝部を形成した弾性板の斜視図。図 2 (a) は弾性板の片面に溝部を形成した斜視図、図 2 (b) は弾性板の両面に溝部を形成した斜視図。

【図 3】長さ方向に直交し、厚さ方向に貫通し、幅方向に貫通しない複数の切込み部を形成した弾性板の斜視図。図 3 (a) は、同一側面から切込み部を形成した弾性板の斜視図、図 3 (b) は、対向する側面から交互に切り込み部を形成した弾性板の斜視図、図 3 (c) は、側面に貫通しない切り込み部を形成した弾性板の斜視図。

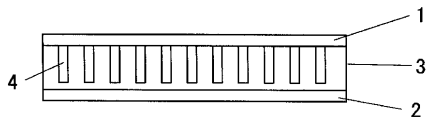
【符号の説明】

【0038】

- 1, 2 圧電セラミックス矩形板
- 3 弾性板
- 4, 5 溝部
- 6, 7, 8 切込み部

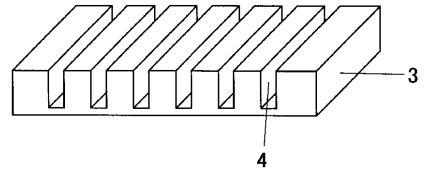
30

【 図 1 】

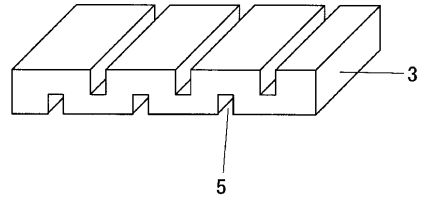


【 図 2 】

(a)

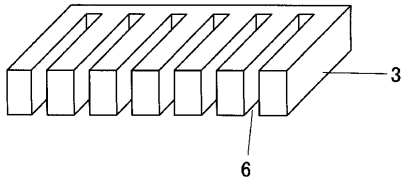


(b)

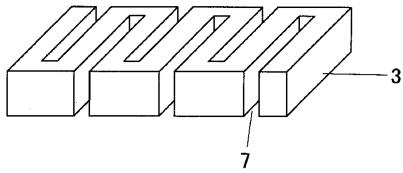


【 図 3 】

(a)



(b)



(c)

