

明 細 書

発明の名称： 振動装置およびそれを用いた携帯端末

技術分野

[0001] 本発明は、振動装置およびそれを用いた携帯端末に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、板状の圧電バイモルフ素子からなる振動素子を振動板（筐体）に固定して、振動素子を振動させることによって振動板を振動させる振動装置が知られている（例えば、特許文献1を参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-238072号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上述した従来の振動装置は、衝撃が加わったときに振動素子と振動板とが接触しないように、振動素子と振動板との間に十分な間隔を開ける必要があるため、薄型化が困難であるという問題があった。また、振動装置を薄型化するために、振動板の一方主面に振動素子の一方主面を直接接合した場合には、振動素子を取り付ける位置によって振動板の振動が弱くなってしまう問題があることが発明者の検討により明らかになった。

[0005] 本発明はこのような問題点に鑑みて案出されたものであり、その目的は、薄型化および強い振動を発生させることが可能な振動装置およびそれを用いた携帯端末を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の振動装置は、支持体と、周縁が前記支持体に接合されて支持されており、前記支持体に接合された第1部分と、該第1部分の内側に位置する前記支持体に接合されていない第2部分とを有する振動板と、第1の方向の一方側の表面が前記振動板の一方主面の前記第2部分に接合されており、電

気信号が入力されることによって、前記第 1 の方向に垂直な第 2 の方向に沿って振幅が変化するように前記第 1 の方向に屈曲振動する振動素子とを少なくとも有しており、前記第 1 の方向および前記第 2 の方向に垂直な第 3 の方向における前記振動素子と前記第 1 部分との間隔を第 1 の間隔とし、前記第 2 の方向における前記振動素子と前記第 1 部分との間隔を第 2 の間隔とすると、前記第 1 の間隔が前記第 2 の間隔よりも大きいことを特徴とするものである。

[0007] 本発明の携帯端末は、前記振動装置と、前記振動素子に入力される電気信号を生成する電子回路とを少なくとも有していることを特徴とするものである。

発明の効果

[0008] 本発明の振動装置によれば、薄型化および強い振動を発生させることが可能な振動装置を得ることができる。本発明の携帯端末によれば、薄型化および音声情報を明瞭に伝達すること可能な携帯端末を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の実施の形態の第 1 の例の振動装置を模式的に示す斜視図である。

[図2]図 1 における A - A' 線断面図である。

[図3]図 1 における B - B' 線断面図である。

[図4]図 1 に示す振動装置の支持体を透視した状態を模式的に示す平面図である。

[図5]図 1 に示す振動装置における振動素子を模式的に示す斜視図である。

[図6] (a) ~ (e) は、図 5 に示す振動素子の構造を説明するための平面図である。

[図7]図 5 に示す振動素子の構造を説明するための図である。

[図8]本発明の実施の形態の第 2 の例の携帯端末を模式的に示す斜視図である。

[図9]図 8 における C - C' 線断面図である。

[図10]図8におけるD-D'線断面図である。

[図11]本発明の実施の形態の第1の例の振動装置および比較例の振動装置で発生させた音の音圧を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の振動装置およびそれを用いた携帯端末を添付の図面を参照しつつ詳細に説明する。

[0011] (実施の形態の第1の例)

図1は、本発明の実施の形態の第1の例の振動装置を模式的に示す斜視図である。図2は、図1におけるA-A'線断面図である。図3は、図1におけるB-B'線断面図である。図4は、図1に示す振動装置15の支持体11を透視した状態を模式的に示す平面図である。なお、図4は、-z方向側から見た状態を示している。また、図2～図4においては、作図を容易にするために、振動素子14の詳細な構造の図示を省略している。

[0012] 本例の振動装置15は、第1の方向(図のz軸方向)が厚み方向であり、第1の方向に垂直な第2の方向(図のx軸方向)が幅方向であり、第1の方向および第2の方向に垂直な第3の方向(図のy軸方向)が長さ方向である直方体状の形状を有している。また、本例の振動装置15は、支持体11と、振動板12と、振動素子14とを有している。

[0013] 支持体11は、1つの面が開口した箱状の形状を有している。支持体11は、剛性および弾性が大きい合成樹脂等の材料を好適に用いて形成することができるが、金属等の他の材料を用いて形成しても構わない。また、支持体11は、箱状以外の形状でも良く、例えば枠状であっても構わない。また、支持体11は1つの物体である必要はない。支持体11は複数の物体から構成されるものであっても構わない。

[0014] 振動板12は、矩形の薄板状の形状を有しており、第1の方向(図のz軸方向)が厚み方向であり、第2の方向(図のx軸方向)が幅方向であり、第3の方向(図のy軸方向)が長さ方向である。また、振動板12は、一方主面(図の-z方向側の主面)の周縁が支持体11に接合されて支持されてお

り、支持体 1 1 に接合された第 1 部分 1 2 a と、第 1 部分 1 2 a の内側に位置するとともに支持体 1 1 に接合されていない第 2 部分 1 2 b とを有している。振動板 1 2 は、アクリル樹脂やガラス等の剛性および弾性が大きい材料を好適に用いて形成することができる。振動板 1 2 の厚みは、例えば、0.4 mm ~ 1.5 mm 程度に設定される。支持体 1 1 と振動板 1 2 との接合には、例えば、既存の各種接着剤を用いることができる。

[0015] 振動素子 1 4 は、直方体状の形状を有しており、第 1 の方向（図の z 軸方向）が厚み方向であり、第 2 の方向（図の x 軸方向）が長さ方向であり、第 3 の方向（図の y 軸方向）が幅方向である。すなわち、振動素子 1 4 の長さ方向が振動板 1 2 の幅方向に一致し、振動素子 1 4 の幅方向が振動板 1 2 の長さ方向に一致するように、振動素子 1 4 が配置されている。また、振動素子 1 4 は、第 1 の方向の一方側（図の + z 方向側）の表面が振動板 1 2 の一方主面（図の - z 方向側の主面）の第 2 部分 1 2 b に接合されている。なお、振動素子 1 4 は、第 2 部分 1 2 b における、第 2 の方向（図の x 軸方向）の中央であり、且つ第 3 の方向の一方側（図の + y 方向側）に偏った位置に接合されている。

[0016] 図 5 は、振動素子 1 4 を模式的に示す斜視図である。図 6 (a) ~ (e) は、振動素子 1 4 が有する電極 2 1 ~ 2 5 の形状を模式的に示す平面図である。図 7 は、第 1 の方向（図の z 軸方向）における電極 2 1 ~ 2 5 の位置関係と、電極 2 1 ~ 2 5 の間に配置された圧電体層 2 7 の分極の状態とを模式的に示す図である。なお、図 6 (a) ~ (d) は、第 1 の方向の一方側（図の + z 方向側）から見た状態を示しており、図 6 (e) は、第 1 の方向の他方側（図の - z 方向側）から見た状態を示している。また、図 7 においては、積層体 2 0、第 1 ~ 第 3 の端子電極および圧電体層 2 7 の図示を省略している。

[0017] 振動素子 1 4 は、積層体 2 0 と、第 1 の端子電極 4 1 と、第 2 の端子電極 4 2 と、第 3 の端子電極（図示せず）とを有している。積層体 2 0 の第 2 の方向の一方側（図の + x 方向側）の端面には、第 1 の方向（図の z 軸方向）

における両端面に跨るように、第1の端子電極41および第2の端子電極42が配置されている。また、積層体20の第2の方向の他方側（図の $-x$ 方向側）の端面には、第3の端子電極（図示せず）が配置されている。

[0018] 積層体20は、第1の方向（図の z 軸方向）に分極された複数層の圧電体層27と、複数の扁平状の電極21～25とが、第1の方向に沿って交互に配置されて構成されている。電極23は、積層体20の第1の方向の一方側（図の $+z$ 方向側）の表面に配置されている。電極25は、積層体20の第1の方向の他方側（図の $-z$ 方向側）の表面に配置されている。電極21、電極22および電極24は、積層体20の内部に各々複数配置されている。そして、電極21または電極22と、電極23または電極24または電極25とが、第1の方向（図の z 軸方向）において交互に配置されている。また、第1の方向の一方側（図の $+z$ 方向側）では、電極23または電極24と電極21とが交互に配置されており、第1の方向の他方側（図の $-z$ 方向側）では、電極24または電極25と電極22とが交互に配置されている。

[0019] 電極21は、積層体20の側面と間隔を開けて形成された矩形形状の本体部21aの一方端に、矩形形状の引き出し部21bの一方端を接続した構造を有している。引き出し部21bの他方端は第1の端子電極41に接続されている。電極22は、積層体20の側面と間隔を開けて形成された矩形形状の本体部22aの一方端に、矩形形状の引き出し部22bの一方端を接続した構造を有している。引き出し部22bの他方端は第2の端子電極42に接続されている。電極23、24、25の各々は、長さ方向の一方端のみが積層体20の側面に露出した矩形形状の形状を有している。そして、電極23、24、25の各々の長さ方向の一方端は第3の端子電極（図示せず）に接続されている。

[0020] また、電極21～25の間に配置された圧電体層27は、図7に矢印で示す向きに分極されている。すなわち、第1の方向の一方側（図の $+z$ 方向側）では、電極21から電極23、24へ向かう向きに分極されており、第1の方向の他方側（図の $-z$ 方向側）では、電極24、25から電極22へ向

かう向きに分極されている。そして、振動素子14を振動させるときには、例えば、電極21, 22が同電位になり、電極23, 24, 25が同電位になるとともに、電極21, 22と電極23, 24, 25との間に電位差が生じるように交流電圧を加える。これにより、振動素子14は、ある瞬間に加えられる電界の向きに対する分極の向きが、第1の方向(図のz軸方向)における一方側と他方側とで逆転するようにされている。

[0021] よって、電気信号が加えられて、ある瞬間に、第1の方向の一方側(図の+z方向側)が、第2の方向(図のx軸方向)において伸びるときには、第1の方向の他方側(図の-z方向側)が、第2の方向において縮むようにされている。これにより、振動素子14は、電気信号が入力されることによって、第1の方向に垂直な第2の方向に沿って振幅が変化するように第1の方向に屈曲振動する。このように、振動素子14は、バイモルフ構造を有する圧電体(圧電バイモルフ素子)で構成された圧電振動素子である。

[0022] 振動素子14において、積層体20は、例えば、長さ18mm~28mm程度、幅1mm~6mm程度、厚み0.2mm~1.0mm程度とすることができる。また、電極21~25の長さは、例えば17mm~25mm程度、電極21~25の幅は、例えば0.5mm~1.5mm程度とすることができる。

[0023] 積層体20を構成する圧電体層27は、例えば、チタン酸鉛(PbTiO₃)、チタン酸ジルコン酸鉛(PbZrO₃)、Bi層状化合物、タングステンブロンズ構造化合物等の非鉛系圧電体材料等を好適に用いて形成することができるが、他の圧電材料を用いても構わない。圧電体層27の1層の厚みは、例えば0.01~0.1mm程度に設定することができる。電極21, 22, 24は、例えば、銀や銀とパラジウムとの合金等の金属成分に加えて、セラミック成分やガラス成分を含有させたものを好適に用いて形成することができるが、他の既知の金属材料を用いて形成しても構わない。電極23, 25および第1~第3の端子電極は、銀からなる金属成分およびガラス成分を含有することが望ましいが、銀以外の金属であっても構わない。

- [0024] このような振動素子14は、例えば次のような方法によって作製することができる。まず、圧電材料の粉末にバインダー、分散剤、可塑剤、溶剤を添加して掻き混ぜて、スラリーを作製し、得られたスラリーをシート状に成形し、グリーンシートを作製する。次に、グリーンシートに導体ペーストを印刷して電極21, 22, 24となる電極パターンを形成し、この電極パターンが形成されたグリーンシートを積層し、プレス装置を用いてプレスして積層成形体を作製する。その後、脱脂および焼成し、所定寸法にカットすることにより積層体を得る。次に、電極23, 25ならびに第1の端子電極41, 第2の端子電極42および第3の端子電極（図示せず）を形成するための導体ペーストを印刷し、所定の温度で焼付けた後に、第1～第3の端子電極を通じて直流電圧を印加して圧電体層27の分極を行う。このようにして、振動素子14を得ることができる。また、振動素子14と振動板12との接合には、例えば、既存の各種接着剤を用いることができる。
- [0025] なお、例えば、積層体20の第1の方向（図のz軸方向）における端面に電極が露出していると問題が生じる場合には、圧電体等からなる保護層を設けても構わない。その場合には、保護層の厚みを十分に薄くすることが望ましい。
- [0026] このような構成を有する本例の振動装置15は、電気信号を加えて振動素子14を屈曲振動させることによって振動板12を振動させる振動装置として機能する。また、本例の振動装置15は、振動素子14の第1の方向の一方側（図の+z方向側）の表面が振動板12の一方主面（図の-z方向側の主面）の第2部分12bに接合されている。よって、本例の振動装置15は薄型化することができる。また、本例の振動装置15は、振動素子14が第2の方向（図のx軸方向）に長い形状を有していることから、振動板12に第2の方向の屈曲振動を効率的に発生させることができる。
- [0027] また、本例の振動装置15は、第3の方向（図のy軸方向）における振動素子14と第1部分12aとの間隔を第1の間隔d1とし、第2の方向（図のx軸方向）における振動素子14と第1部分12aとの間隔を第2の間隔

d_2 とすると、第1の間隔 d_1 が第2の間隔 d_2 よりも大きい。これにより、本例の振動装置15は、振動板12を強く振動させることができる。また、本例の振動装置15は、第1の間隔 d_1 と第2の間隔を d_2 との間に、 $d_1/d_2 \geq 1.5$ の関係が成り立つ。これにより、本例の振動装置15は、振動板12をさらに強く振動させることができる。

[0028] なお、第3の方向（図のy軸方向）における振動素子14と第1部分12aとの間隔が、第3の方向における振動素子14の両側で異なる場合には、小さい方の間隔を第1の間隔 d_1 とする。同様に、第2の方向（図のx軸方向）における振動素子14と第1部分12aとの間隔が、第2の方向における振動素子14の両側で異なる場合には、小さい方の間隔を第2の間隔 d_2 とする。すなわち、第1の間隔 d_1 は、第3の方向における振動素子14と第1部分12aとの間隔の最小値であり、第2の間隔 d_2 は、第2の方向における振動素子14と第1部分12aとの間隔の最小値である。

[0029] 発明者が、振動素子14を取り付ける位置を様々に変化させて振動板12の振動の強さの変化を調べた結果、振動素子14を第1部分12aに近づけすぎると振動板12の振動が極端に弱くなってしまったことがわかった。また、振動板12を強く振動させるために特に重要なのは第1の間隔 d_1 であり、第1の間隔 d_1 を少なくとも第2の間隔 d_2 よりも大きくすることが、振動板12を強く振動させるために必要であることがわかった。そして、第1の間隔 d_1 を第2の間隔 d_2 の1.5倍以上にすることにより、第2部分12bの第3の方向（図のy軸方向）における中央に振動素子14を配置した場合と同程度に、振動板12を強く振動させることができることがわかった。なお、第2の間隔 d_2 も小さすぎると振動板12の振動が弱くなってしまいうので、第2の間隔 d_2 は、振動素子14の第2の方向（図のx軸方向）の長さの0.3倍以上に設定するのが望ましい。

[0030] また、本例の振動装置15は、各々の長さ方向が直交するように振動素子14と振動板12とが配置されていることから、振動板12の振動が弱くなるのを防止しつつ振動素子14を振動板12の周縁部に配置することができ

るとともに、振動板 1 2 の振動が特定の周波数において急激に強くなるのを低減することができる。

[0031] (実施の形態の第 2 の例)

図 8 は、本発明の実施の形態の第 2 の例の携帯端末を模式的に示す斜視図である。図 9 は、図 8 における C-C' 線断面図である。図 10 は、図 8 における D-D' 線断面図である。なお、図 9 および図 10 においては、振動素子 1 4 の詳細な構造の図示を省略している。また、本例においては、前述した実施の形態の第 1 の例と異なる点について説明し、同様の構成要素には同一の参照符号を付して重複する説明を省略する。本例の携帯端末は、前述した実施の形態の第 1 の例の振動装置 1 5 と、電子回路 1 7 と、ディスプレイ 1 8 とを有している。

[0032] 電子回路 1 7 は、振動素子 1 4 に入力される電気信号を生成する。なお、この電気信号には音声情報が含まれている。また、電子回路 1 7 には、ディスプレイ 1 8 に表示させる画像情報を処理する回路や通信回路等の他の回路が含まれていても良い。なお、電子回路 1 7 と振動素子 1 4 とは図示せぬ配線を介して接続されている。

[0033] ディ스플레이 1 8 は、画像情報を表示する機能を有する表示装置であり、例えば、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、および有機 EL ディ스플레이等の既知のディスプレイを好適に用いることができる。また、ディスプレイ 1 8 は、タッチパネルのような入力装置を有するものであっても良い。

[0034] 本例の携帯端末においては、振動板 1 2 は、ディスプレイ 1 8 よりも外側に配置されてディスプレイ 1 8 と一体化されており、ディスプレイ 1 8 を保護するカバーとして機能している。また、振動板 1 2 は、タッチパネルのような入力装置を有するものであっても構わない。

[0035] このような構成を有する本例の携帯端末は、振動素子 1 4 を振動させることによって、振動板 1 2 を振動させて音響を発生させることができる。そして、この音響によって音声情報を人に伝達することができる。また、振動板

12または支持体11を直接または他の物を介して耳などの人体の一部に接触させて振動を伝えることによって音声情報を伝達してもよい。

[0036] 本例の携帯端末は、薄型で強い振動を発生させることが可能な振動装置15を用いて音声情報を伝達することから、薄型化および音声情報を明瞭に伝達すること可能な携帯端末を得ることができる。

[0037] そして、本例の携帯端末は、振動している振動板12の第1の面12c内の位置による振幅の差異が、最小値に対する最大値の比で60dB以下になるようにするのが望ましい。すなわち、振動素子14に音声情報を有する電気信号を与えることによって振動板12を振動させて、振動板12の第1の面12cの振幅と、振動板12の第1の面12cに耳を近接させたときの聞こえ具合とを比較した結果、音声情報を取得する（会話の内容を聞き取る）ことが可能な最小の振幅に対する、音が大きすぎて苦痛を感じる振幅の比が60dBであった。なお、この60dBという値は、静かな会話が聞き取れる聴力である40dBと耳元での叫び声が聞き取れる聴力である100dBとの差に一致する。また、振動板12の第1の面12cの振幅と、振動板12の第1の面12cに近接した空間における音圧とは比例関係にある。

[0038] 振動している振動板12の第1の面12c内の位置による振幅の差異が、最小値に対する最大値の比で60dB以下になるようにすることにより、振動板12の第1の面12cにおけるどの部分を耳に近づけても、音声情報を取得することができる。よって、本例の携帯端末によれば、特に注意することなく耳に近接または接触させるだけで音声情報を良好に取得することが可能な携帯端末を得ることができる。

[0039] また、振動している振動板12の第1の面12c内の位置による振幅の差異が、最小値に対する最大値の比で20dB以下になるようにするのがさらに望ましい。すなわち、振動素子14に音声情報を有する電気信号を与えることによって振動板12を振動させて、振動板12の第1の面12cの振幅と、振動板12の第1の面12cに耳を近接させたときの聞こえ具合とを比較した結果、振動している振動板12の第1の面12c内の位置による振幅

の差異が、最小値に対する最大値の比で20 dB以下になるようにすることにより、振動板12の第1の面12cにおけるどの部分を耳に近づけても、小さい声の会話から大きい声の会話まで良好に聞き取ることができた。なお、静かな会話が聞き取れる聴力は40 dBであり、大きな声の会話が聞き取れる聴力は80 dBである。すなわち、会話の中の小さな声と大きな声とには40 dBのレベル差が存在する。音声情報を取得する（会話の内容を聞き取る）ことが可能な最小の振幅に対する、音が大きすぎて苦痛を感じる振幅の比である60 dBから、会話の中の小さな声と大きな声とのレベル差である40 dBを引くと20 dBとなる。このことから、振動している振動板12の第1の面12c内の位置による振幅の差異が、最小値に対する最大値の比で20 dB以下になるようにすることにより、振動板12の第1の面12cにおけるどの部分を耳に近づけても、小さい声の会話から大きい声の会話まで良好に聞き取ることができることがわかる。

[0040] なお、振動板12の第1の面12c内の位置による振幅の差異を小さくするためには、振動板12の周囲を支持体11に強固に接合するようにすればよい。これにより、振動板12の振幅は小さくなるが、第1の面12c内の位置による振幅の差異を小さくすることができる。振動板12を支持体11に強固に接合するためには、例えば、振動板12と支持体11とを接合する部材（接着剤など）の弾性率を大きくすれば良く、また、振動板12の支持体11に接合された第1部分12aの面積を大きくしても良い。

[0041] また、本例の携帯端末は、振動している振動板12の第1の面12c内の任意の位置であるA点において、A点に10 Nの加重を加えた場合と加重を加えない場合との振幅の差異が、10 Nの加重を加えた場合の振幅に対する加重を加えない場合の振幅の比で60 dB以下であるようにするのが望ましい。すなわち、通話時に携帯端末を耳に接触させたときに携帯端末に加わる加重を測定した結果、強めに押し当てた場合で約10 Nであった。よって、振動している振動板12の第1の面12c内の任意の位置であるA点において、A点に10 Nの加重を加えた場合と加重を加えない場合との振幅の差異

が、10Nの加重を加えた場合の振幅に対する加重を加えない場合の振幅の比で60dB以下であるようにすることにより、特に注意することなく耳に近接または接触させるだけで音声情報を良好に取得することが可能な携帯端末を得ることができる。すなわち、耳に近接させても、耳に弱く接触させても、耳に強く接触させても、音声情報を良好に取得することが可能な携帯端末を得ることができる。

[0042] さらに、振動している振動板12の第1の面12c内の任意の位置であるA点において、A点に10Nの加重を加えた場合と加重を加えない場合との振幅の差異が、10Nの加重を加えた場合の振幅に対する加重を加えない場合の振幅の比で20dB以下であるようにすることにより、特に注意することなく耳に近接または接触させるだけで、小さい声の会話から大きい声の会話まで良好に聞き取ることができる。すなわち、耳に近接させても、耳に弱く接触させても、耳に強く接触させても、小さい声の会話から大きい声の会話まで良好に聞き取ることが可能な携帯端末を得ることができる。

[0043] なお、振動している振動板12の第1の面12cに加重を加えた場合と加重を加えない場合との振幅の差異を小さくするには、前述したように、振動板12と振動素子14とを接合する部材の弾性率を小さくすると良い。また、振動板12を支持体11に強固に接合するのも効果があるため、振動板12と支持体11とを接合する部材の弾性率を大きくすることが有効であり、振動板12と支持体11との接合面積を大きくするのも良い。

[0044] また、本例の携帯端末は、振動している振動板12の第1の面12c内の任意の場所における、その場所に10Nの加重を加えたときの振幅の、第1の面12c内の位置による差異が、最小値に対する最大値の比で60dB以下であるようにするのが望ましい。すなわち、振動している振動板12の第1の面12c内の任意の場所において、その場所に10Nの加重を加えたときのその場所の振幅を測定したときに、第1の面12c内の位置による差異が、最小値に対する最大値の比で60dB以下であるようにするのが望ましい。これにより、振動板12の第1の面12cにおけるどの部分を耳に押し

当てても、音声情報を取得することができる。よって、特に注意することなく耳に接触させるだけで音声情報を良好に取得することが可能な携帯端末を得ることができる。

[0045] さらに、振動している振動板12の第1の面12c内の任意の場所における、その場所に10Nの加重を加えたときの振幅の、第1の面12c内の位置による差異が、最小値に対する最大値の比で20dB以下であるようにすることがさらに望ましい。これにより、振動板12の第1の面12cにおけるどの部分を耳に押し当てても、小さい声の会話から大きい声の会話まで良好に聞き取ることができる。

[0046] なお、良好な音声情報の取得が容易な携帯端末を実現するためには、音声情報の取得に影響を及ぼさない振動板12のミクロな領域における振幅の変化は問題にならない。問題になるのは、音声情報の取得に影響を及ぼす、振動板12の第1の面12cにおけるマクロな振幅の変化である。よって、振幅の測定に際しては、所定の大きさを備えた加速度センサを振動板12の第1の面12cに貼り付けて、加速度センサによって検出された加速度から振幅を算出するのが望ましい。また、人間の会話の周波数は500Hz~2kHz程度と言われているが、振動板12の第1の面12c内のマクロな振幅の周波数による変化は小さいため、1kHzの電気信号を振動素子14に入力した場合の振幅を測定すればよい。

[0047] (変形例)

本発明は上述した実施の形態の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更、改良が可能である。

[0048] 例えば、前述した実施の形態の第1の例においては、第2部分12bの第2の方向(図のx軸方向)における中央に振動素子14が配置された例を示したが、これに限定されるものではない。第2部分12bの第2の方向における一方に偏った位置に振動素子14が配置されていても構わない。

[0049] また、前述した実施の形態の第1の例においては、振動素子14が16層の圧電体層27を有する例を示したが、これに限定されるものではない。圧

電体層 27 の数は、これより多くても少なくても構わない。

[0050] また、前述した実施の形態の第 2 の例においては、実施の形態の第 1 の例の振動装置 15 を有する例を示したが、これに限定されるものではなく、他の形態の振動装置を有するものであっても構わない。

[0051] また、前述した実施の形態の第 2 の例においては、ディスプレイ 18 のカバーが振動板 12 として機能する例を示したが、これに限定されるものではない。例えば、ディスプレイ 18 そのものが振動板 12 として機能するものであっても構わない。

実施例

[0052] (第 1 の実施例)

次に、本発明の振動装置の具体例について説明する。前述した本発明の実施の形態の第 1 の例の振動装置および比較例の振動装置を作製して、その特性を測定した。

[0053] 作製した振動装置において、支持体 11 は、アルミニウム製の枠状のものを使用した。振動板 12 は、長さが 96 mm で、幅が 49 mm で、厚み 0.7 mm のガラス板を使用し、第 1 の方向の他方側（図の -z 方向側）の主面の周縁を 4 mm の幅で支持体 11 に接着して固定した。すなわち、振動板 12 の周縁の 4 mm 幅の部分が第 1 部分 12 a となり、その内側の長さ 88 mm で幅 41 mm の部分が第 2 部分 12 b となるようにした。振動板 12 と支持体 11 との接着には厚み 0.2 mm の両面テープを使用した。

[0054] 振動素子 14 は、長さ 23.5 mm で、幅が 3.3 mm で、厚みが 0.5 mm の直方体状とした。また、振動素子 14 は、厚みが 30 μ m 程度の圧電体層 27 と内部電極 21 ~ 25 とが交互に積層された構造とし、圧電体層 27 の総数は 16 層とした。圧電体層 27 は、Zr の一部を Sb で置換したチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) で形成した。振動板 12 と振動素子 14 との接着には、不織布の基材の両面にアクリル系粘着剤が塗布された厚みが 0.2 mm の両面テープを使用した。そして、振動素子 14 の第 1 の方向の一方側（図の +z 方向側）の表面の全体を振動板 12 に貼り付けた。また、振動

素子14は、第2部分12bの第2の方向（図のx軸方向）における中央に位置するようにした。

[0055] そして、第2の方向（図のx軸方向）における振動素子14の位置を変えることによって第1の間隔d1の第2の間隔d2に対する比である $d1/d2$ を変えて、 $d1/d2$ が各々1.5, 2.6, 4.8である3つの本発明の第1の実施形態の例の振動装置15と、 $d1/d2$ が各々0.4, 1.0である2つの比較例の振動装置を作製した。なお、 $d1/d2=4.8$ の振動装置15は、第2部分12bの第3の方向（図のy軸方向）における中央に振動素子14を配置したものである。

[0056] そして、作製した振動装置の振動板12から発生する音の音圧を測定した。測定に際しては、振動板12の第1の方向の一方側（図の+z方向側）の表面から10mm離れた位置にマイクを設置して、電圧が30V_{p-p}の正弦波信号を振動素子14に入力してマイクで検出される音圧を測定した。なお、振動素子14に入力する正弦波信号の周波数を、1kHz, 1.5kHz, 2kHzの3段階に変化させて、それぞれの周波数で測定を行った。

[0057] その測定結果を図11のグラフに示す。図11のグラフにおいて、横軸は、第1の間隔d1の第2の間隔d2に対する比である $d1/d2$ を示し、縦軸は音圧を示す。また、振動素子14に入力する正弦波信号の周波数が1kHzのときの測定結果を○印で示し、周波数が1.5kHzのときの測定結果を△印で示し、周波数が2kHzのときの測定結果を□印で示す。図11に示すグラフによれば、d1をd2より大きくすることによって、振動板12の振動を強くして、十分な音圧の音響を発生できることがわかる。また、 $d1/d2 \geq 1.5$ とすることにより、振動板12の第3の方向（図のy軸方向）における中央に振動素子14を配置したときと同程度の音圧を有する音響を発生させることができることがわかる。これにより本発明の有効性が確認できた。

（第2の実施例）

次に、本発明の携帯端末の具体例について説明する。図8～10に示した

本発明の実施の形態の第2の例の携帯端末を作製して、その評価を行った。

[0058] まず、図8～10に示した本発明の実施の形態の第2の例の携帯端末を作製した。振動板12は、長さが95mmで、幅が48mmで、厚み0.7mmのガラス板とした。振動素子14は、長さ25.0mmで、幅が4.0mmで、厚みが0.75mmの直方体状とした。また、振動素子14は、厚みが30 μ m程度の圧電体層と電極層とが交互に積層された構造とし、圧電体層の総数は24層とした。圧電体層は、Zrの一部をSbで置換したチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)で形成した。振動板12と振動素子14との接合には、不織布の基材の両面にアクリル系粘着剤が塗布された厚みが0.16mmの両面テープを使用し、振動素子14の+z方向側の表面の全面に貼り付けた。振動板12と支持体11との接合には、不織布の基材の両面にアクリル系粘着剤が塗布された厚み0.15mmの両面テープを使用し、振動板12の第1の面12cと反対側の表面の周囲の全体を支持体11に接合した。支持体11は合成樹脂製のものを使用した。

[0059] そして、振動素子14に電気信号を入力し、振動板12の第1の面12c内の各部における振幅を測定した。振幅の測定においては、まず、第1の面12c内の測定ポイントに加速度センサを設置して、その位置における加速度の測定値から振幅を算出した。次に、加速度センサの上から押圧して10Nの加重をかけた状態において、同様に振幅の測定を行った。そして、これらの作業を、測定ポイントを変更して、振動板12の第1の面12c内の各部で行った。

[0060] なお、振動素子14に入力する電気信号は、1kHzで30Vppのサイン波とし、シンセサイズドファンクションジェネレータ(横河メータ&インスツルメンツ株式会社製のFG110)で発生させた信号を、電力増幅器(松定プレジジョン株式会社製のPOP120-2.5)で増幅することにより生成した。

[0061] 加速度センサは、NEC Avio赤外線テクノロジー株式会社製のSV1109を使用し、加速度センサの直径8mmの円形の面を振動板12の第1の表面

12cの所定の位置に接着剤で貼り付けた。そして、加速度センサから出力される電荷信号を、チャージアンプ（NEC Avio赤外線テクノロジー株式会社製のAG2101）で電圧信号に変換して、デジタルオシロスコープ（横河電機製のDL1540）を用いて電圧値を読み取り、チャージアンプに添付の電圧値と加速度との変換式を用いて加速度を求めた。そして、振動素子14に入力した電気信号の角周波数を ω 、加速度を α 、振幅を β として、 $\beta = 2\alpha / \omega^2$ で表される式を用いて振幅 β を求めた。

[0062] 加速度センサの上から加える加重の測定にはロードセル（ミネベア株式会社製のC2G1-6K-A）を用い、ロードセルに接続したデジタルピークホルダー（ミネベア株式会社製CSD-819C）に表示される荷重の値を読み取った。なお、ロードセルは携帯端末の下に配置した。

[0063] すなわち、ロードセルの上に設置した台の上に、振動板12の第1の面12cが上側になるように携帯端末を乗せて、振動板12の第1の面12c上の測定ポイントに加速度センサを貼り付けた。そして、まずは、この状態で加速度センサに電気信号を入力して、加重を加えない状態における振幅を測定した。次に、加速度センサの上から10Nの加重を加え、この状態で加速度センサに電気信号を入力して、加重を加えた状態における振幅を測定した。

[0064] 測定の結果、加重を加えない状態の比較では、第1の面12cにおいて、振幅が最も小さい位置の振幅が $0.58\mu\text{m}$ であり、振幅が最も大きい位置の振幅が $2.98\mu\text{m}$ であった。最小値の振幅 $0.58\mu\text{m}$ に対する最大値の振幅 $2.98\mu\text{m}$ の比は14.2dBであった。なお、第1の面12cにおいて振幅が最も大きい位置は、反対側の表面に振動素子14が取り付けられた場所であり、第1の面12cにおいて振幅が最も小さい位置は、振動板12の長手方向において振動素子14が取り付けられた側と反対側の端部であった。これは、振動素子14に入力する電気信号の周波数を変化させても同様だった。

[0065] また、第1の面12cにおいて、荷重をかけない場合と10Nの加重をか

けた場合とで振幅が最も大きく変化したのは、反対側の表面に振動素子14が取り付けられた場所であり、10Nの加重をかけた場合の振幅は0.57 μ mだった。10Nの加重を加えた場合の振幅に対する加重を加えない場合の振幅の比は14.3dBであった。

[0066] また、10Nの加重を加えたときの、その場所の振幅については、第1の面12c内で最も振幅が小さい場所の振幅が0.15 μ mであり、第1の面12c内で最も振幅が大きい場所の振幅が0.57 μ mであった。最小値の振幅0.15 μ mに対する最大値の振幅0.57 μ mの比は11.6dBであった。

[0067] 次に、振動素子14に通常の音声信号を入力し、振動板12の第1の面12cを耳に近接または接触させて聞こえ具合を評価した。その結果、第1の面12cを特に注意することなく耳に近接または接触させるだけで、小さい声から大きい声まで良好に聞き取ることができ、音声情報を良好に取得することができた。これは、第1の面12cが耳に接触していない状態でも、第1の面12cを耳に押し当てた状態でも同様だった。また、第1の面12cのどの部分が耳の中央に位置するようにしても同様だった。さらに、第1の面12cを耳に接触させれば、騒音環境下においても音声情報を良好に取得することができた。

符号の説明

- [0068] 11：支持体
 12：振動板
 12a：第1部分
 12b：第2部分
 12c：第1の面
 14：振動素子
 15：振動装置
 17：電子回路
 21, 22, 23, 24, 25：電極

27 : 圧電体層

d1 : 第1の間隔

d2 : 第2の間隔

請求の範囲

- [請求項1] 支持体と、
 周縁が前記支持体に接合されて支持されており、前記支持体に接合された第1部分と、該第1部分の内側に位置する前記支持体に接合されていない第2部分とを有する振動板と、
 第1の方向の一方側の表面が前記振動板の一方主面の前記第2部分に接合されており、電気信号が入力されることによって、前記第1の方向に垂直な第2の方向に沿って振幅が変化するように前記第1の方向に屈曲振動する振動素子とを少なくとも有しており、
 前記第1の方向および前記第2の方向に垂直な第3の方向における前記振動素子と前記第1部分との間隔を第1の間隔とし、前記第2の方向における前記振動素子と前記第1部分との間隔を第2の間隔とすると、前記第1の間隔が前記第2の間隔よりも大きいことを特徴とする振動装置。
- [請求項2] 前記振動素子が前記第2の方向に長い形状を有していることを特徴とする請求項1に記載の振動装置。
- [請求項3] 前記第1の間隔を d_1 とし、前記第2の間隔を d_2 とすると、 $d_1 / d_2 \geq 1.5$ の関係が成り立つことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の振動装置。
- [請求項4] 前記振動板は、他方主面である第1の面が外部に露出しており、前記電気信号に基づいて前記振動素子が振動することによって前記振動板が振動し、
 振動している前記振動板の前記第1の面内の任意の位置であるA点において、該A点に10Nの加重を加えた場合と加重を加えない場合の振幅を測定したときに、10Nの加重を加えた場合の振幅に対する加重を加えない場合の振幅の比が60dB以下であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の振動装置。
- [請求項5] 振動している前記振動板の前記第1の面内の任意の場所における、

その場所に10Nの加重を加えたときの振幅の、前記第1の面内の位置による差異が、最小値に対する最大値の比で60dB以下であることを特徴とする請求項4に記載の振動装置。

[請求項6]

請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の振動装置と、前記振動素子に入力される電気信号を生成する電子回路とを少なくとも有していることを特徴とする携帯端末。

要 約 書

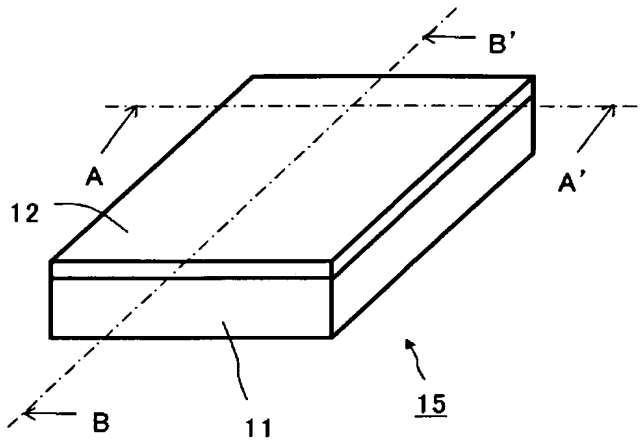
【要約】

【課題】 薄型化および強い振動を発生させることが可能な振動装置およびそれを用いた携帯端末を提供する。

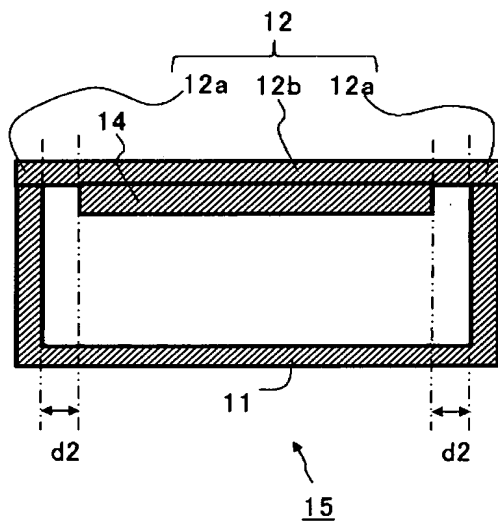
【解決手段】 支持体 1 1 と、周縁が支持体 1 1 に接合されて支持されており、支持体 1 1 に接合された第 1 部分 1 2 a と、第 1 部分 1 2 a の内側に位置する支持体 1 1 に接合されていない第 2 部分 1 2 b とを有する振動板 1 2 と、第 1 の方向の一方側の表面が振動板 1 2 の一方主面の第 2 部分 1 2 b に接合されており、電気信号が入力されることによって、第 1 の方向に垂直な第 2 の方向に沿って振幅が変化するように第 1 の方向に屈曲振動する振動素子 1 4 とを少なくとも有しており、第 1 の方向および第 2 の方向に垂直な第 3 の方向における振動素子 1 4 と第 1 部分 1 2 a との間隔 d_1 が、第 2 の方向における振動素子 1 4 と第 1 部分 1 2 a との間隔 d_2 よりも大きい振動装置およびそれを用いた携帯端末とする。

【選択図】 図 4

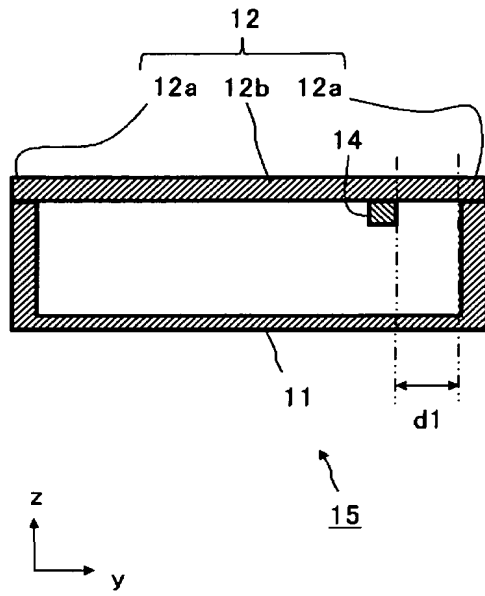
[圖1]



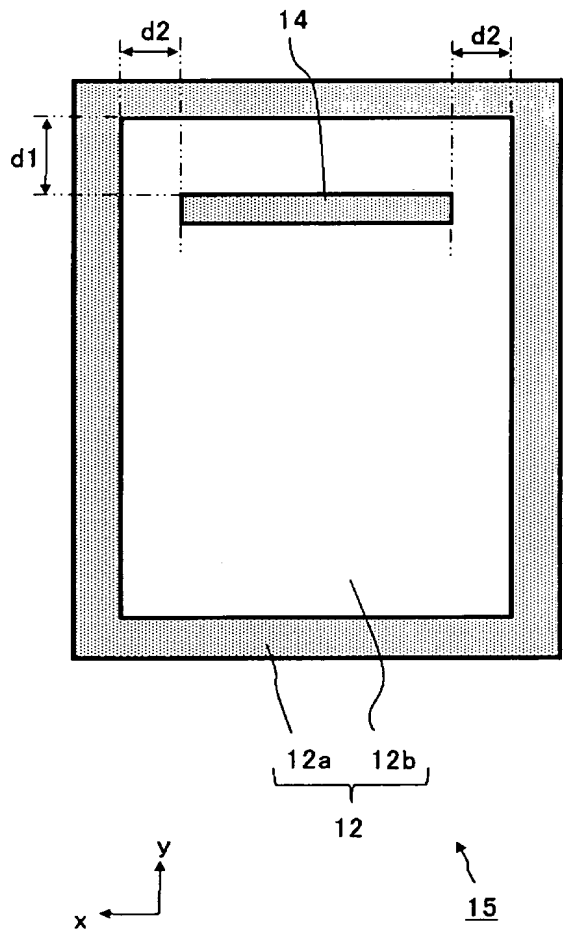
[圖2]



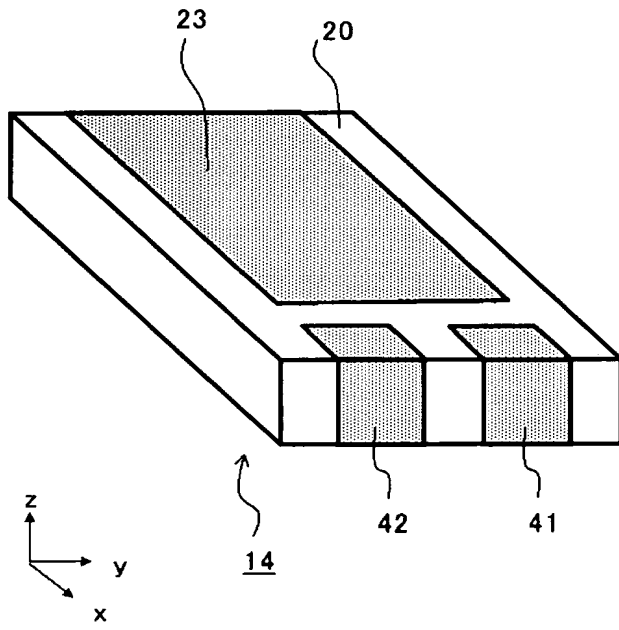
[図3]



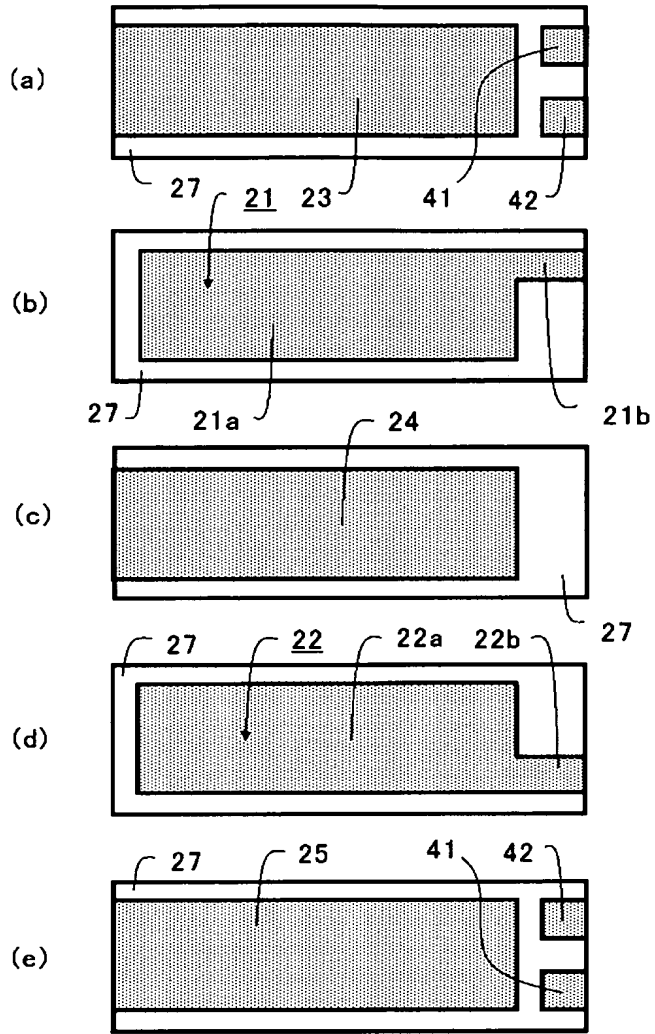
[図4]



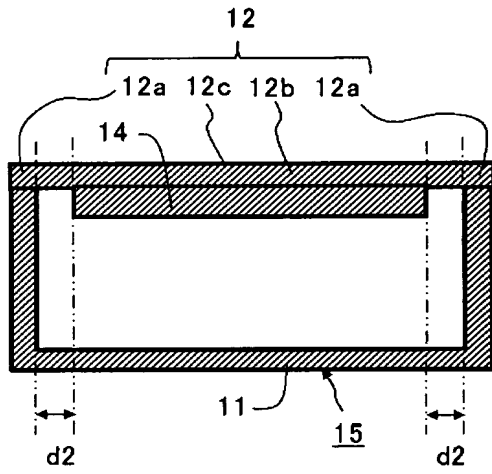
[圖5]



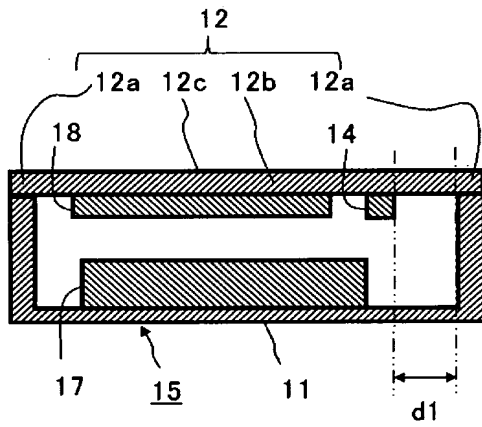
[図6]



[図9]



[図10]



[図11]

