

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5100408号  
(P5100408)

(45) 発行日 平成24年12月19日(2012.12.19)

(24) 登録日 平成24年10月5日(2012.10.5)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>H03H</b>	<b>9/10</b>	<b>(2006.01)</b>	H03H	9/10	
<b>H03H</b>	<b>9/02</b>	<b>(2006.01)</b>	H03H	9/02	L
<b>H01L</b>	<b>23/04</b>	<b>(2006.01)</b>	H01L	23/04	E

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-9143 (P2008-9143)	(73) 特許権者	000232483
(22) 出願日	平成20年1月18日 (2008.1.18)		日本電波工業株式会社
(65) 公開番号	特開2008-211773 (P2008-211773A)		東京都渋谷区笹塚一丁目50番1号 笹塚 NAビル
(43) 公開日	平成20年9月11日 (2008.9.11)	(74) 代理人	100094651
審査請求日	平成22年1月14日 (2010.1.14)		弁理士 大川 晃
(31) 優先権主張番号	特願2007-18738 (P2007-18738)	(72) 発明者	市川 了一
(32) 優先日	平成19年1月30日 (2007.1.30)		埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日本電波工業
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		株式会社 狭山事業所内
		審査官	▲徳▼田 賢二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音叉型圧電振動子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

凹状とした容器本体と、前記容器本体の凹部内に設けられた電極パッドと、前記電極パッド上に形成された金属バンプと、一对の音叉腕が延出した音叉基部の一主面を導電性接着剤によって前記金属バンプに固着される音叉状圧電片と、前記容器本体の開口端面に接合して前記音叉状圧電片を密閉封入するカバーとからなる音叉型圧電振動子において、

前記金属バンプは前記音叉状圧電片の幅方向となる両端側に円弧状の曲面又は直線状の斜面もしくは階段形状の何れかを有し、

前記音叉状圧電片の音叉基部と密接して接着する前記金属バンプの上面平坦部の前記音叉状圧電片の長さ方向の寸法よりも幅方向寸法が短く、当該上面平坦部の面積が前記電極パッド上での前記金属バンプの底面積よりも小さいことを特徴とする音叉型圧電振動子。

【請求項2】

前記音叉状圧電片の幅方向における前記金属バンプの上面平坦部の幅寸法は、前記金属バンプ底面の長さの20～90%である請求項1に記載の音叉型圧電振動子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は表面実装用とした音叉型圧電振動子を技術分野とし、特に音叉状圧電片を容器本体に接続する金属バンプに関する。

【背景技術】

## 【 0 0 0 2 】

(発明の背景)

音叉型圧電振動子は電子機器のクロック周波数源として広く使われている。近年では、これらが内蔵される電子機器の小型化にともない、音叉型圧電振動子の大きさについても小型化及び薄型化が要求されている。

## 【 0 0 0 3 】

(従来技術の一例)

第5図(a)(b)及び第6図(a)(b)は従来例を説明する図で、第5図(a)は一部開放とした内部を示す音叉型圧電振動子の斜視図、同図(b)は同断面図、第6図(a)は典型的な音叉状圧電片の正面図、同図(b)は音叉状圧電片の電氣的結線を示す模式的な平面図である。

10

## 【 0 0 0 4 】

音叉型圧電振動子は、音叉状圧電片7を容器本体1の内部に収容して金属カバー2を被せ、音叉状圧電片7を密閉封入して構成される。音叉状圧電片7は圧電材を例えば水晶とし、一对の音叉腕9が音叉基部10から延出する。一对の音叉腕9は励振電極9aを各4面に有し、図示しない配線パターンによって音叉基部10の一主面に引出電極10aを延出する。引出電極10aは音叉基部10の一主面における両端側に形成される。

## 【 0 0 0 5 】

励振電極9は各音叉腕9の両主面及び両側面間を同電位として結線され、一对の音叉腕9の間では両主面と両側面との励振電極9aが同電位として結線される。そして、音叉基部10の一主面に設けた一对の引出電極10aに接続する。

20

## 【 0 0 0 6 】

容器本体1は例えば分割された段部3を一端側の内壁に有し、横断面を凹状とした積層セラミックからなる。この例では、開放面側から順にセラミック板(1a、1b、1c)からなる3層構造とする。容器本体1における内壁段部3の上面には電極パッド4が形成される。電極パッド4は例えばタングステン(W)を下地電極とし、例えばニッケル(Ni)膜を中継材として金(Au)膜からなる導電層が形成される。

## 【 0 0 0 7 】

下地電極(W)は例えば印刷及び焼成によって、中継材(Ni)及び導電層(Au)は電解メッキによって形成される。そして、電極パッド4の上面には金(Au)からなる金属バンプ6が形成される。金属バンプ6は前述した印刷及び焼成によって、あるいは電解メッキ等によって形成される。要するに、金属バンプ6は印刷バンプやメッキバンプによって形成される。

30

## 【 0 0 0 8 】

そして、励振電極9aから引出電極10aが延出した音叉基部10の一主面における両端側が、導電性接着剤8によって金属バンプ6に固着される。導電性接着剤8は例えば加熱硬化型とし、金属バンプ6上に塗布した後、音叉基部10が位置決めされる。そして、音叉基部10の上方から加圧(圧縮)して加熱硬化される。

## 【 0 0 0 9 】

これらにより、一对の音叉腕9の励振電極9aから延出した引出電極10aは、金属バンプ6、電極パッド4及び図示しない配線路を経て、容器本体1の底面に設けた実装端子5に電氣的に接続される。金属カバー2はシーム溶接等によって容器本体1の開口端面に接合し、音叉状圧電片7を密閉封入する。

40

## 【 0 0 1 0 】

【特許文献1】特開2004-312057号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 1 1 】

(従来技術の問題点)

しかしながら、上記構成の音叉型圧電振動子では、金属バンプ6を平坦状とすることから、引出電極10aの延出した音叉基部10の一主面における両端側では全面的に対面す

50

るとともに密接して固着される。したがって、音叉状圧電片 7 の固着強度は金属バンプ 6 に対する密接した接触面積に依存する。一方、音叉状圧電片 7 は外部衝撃に対する導電性接着剤 8 の固着強度及び電氣的導通度を高めるため、金属バンプ 6 との接触面積（対向面積）を大きくすることが求められる。

【 0 0 1 2 】

この場合、一對の音叉腕 9 による音叉振動の音叉基部 1 0 からの振動漏れは、金属バンプ 6 との接触面積に比例して大きくなる。そして、振動漏れが大きくなるほど、音叉振動の振動効率を低下させてクリスタルインピーダンス（C I）を高める等の静的状態（外部から衝撃がない状態）での振動特性を悪化させる。さらに、静的状態での振動特性を維持しても、接触面積が大きいほど、音叉基部 1 0 と金属バンプ 6 との間の導電性接着剤 8 の量も増加し、落下衝撃試験の前後では振動周波数の変化が大きくなる。

10

【 0 0 1 3 】

すなわち、導電性接着剤 8 は落下衝撃によって状態が変化し、音叉基部 1 0 に対する保持状態を変化させる。この場合、衝撃によって固着強度が低下し、音叉基部 1 0 の拘束力も弱まって、振動周波数を低下させる。そして、導電性接着剤 8 の量が多いほど、保持状態も大きく変化することから、落下衝撃前後での周波数変化量も大きくなる。これらのことから、平坦状とした金属バンプ 6 と導電性接着剤 8 によって密接する接触面積は一定値以内に厳しく制限される。

【 0 0 1 4 】

しかし、音叉状圧電片 7 の大きさが小さくなると、例えば音叉状圧電片 7 の厚みを 0.12 mm として、全長が 2.3 mm、幅が 0.5 mm で、音叉基部 1 0 の長さが 0.5 mm 程度以下になると、金属バンプ 6 に対する音叉基部 1 0 の位置決めが困難となる。したがって、金属バンプ 6 を平坦状とした音叉型圧電振動子では、固着強度及び電氣的導通度を確保して静的状態での振動特性を維持した上で、落下衝撃前後での周波数変化を抑制するには限界となる問題があった。

20

（発明の目的）

本発明は小型化に際しての静的状態での振動特性を維持した上で固着強度を確保し、しかも落下衝撃前後での周波数変化を抑制した音叉型圧電振動子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

30

【 0 0 1 5 】

本発明の特許請求の範囲（請求項 1）に示したように、凹状とした容器本体と、前記容器本体の凹部に設けられた電極パッドと、前記電極パッド上に形成された金属バンプと、一對の音叉腕が延出した音叉基部の一主面を導電性接着剤によって前記金属バンプに固着される音叉状圧電片と、前記容器本体の開口端面に接合して前記音叉状圧電片を密閉封入するカバーとからなる音叉型圧電振動子において、前記金属バンプの上面平坦部の面積が前記金属バンプの底面積に比して小さくなっている構成とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

このような構成であれば、音叉基部の一主面が導電性接着剤によって上方から加圧して固着される際、金属バンプの上面平坦部は底面積よりも小さいので、音叉基部の一主面との間の導電性接着剤による密接した接触面積を従来例よりも少なくできる。したがって、外部衝撃によって接着状態が変化してもその影響を小さくすることができる。これにより、落下衝撃前後での周波数変化特性を良好にする。

40

【 0 0 1 7 】

さらに、金属バンプにおける上面平坦部の外側領域では、音叉基部と金属バンプの間に隙間ができるため、導電性接着剤が加圧時に圧縮されずに音叉基部と金属バンプを固着することになる。したがって、外側領域での導電性接着剤が弾性的に音叉基部を保持することになり、実施形態で述べるように、上面平坦部を小さくした分の固着強度を補完し、上面平坦部とともに固着強度を確保できる。

50

## 【 0 0 1 8 】

(実施態様項)

本発明の請求項2では、請求項1の前記金属バンプは少なくとも一端側に斜面又は階段形状を有する。これにより、金属バンプの底面よりも上面平坦部の面積を小さくして、請求項1の効果を得る。

## 【 0 0 1 9 】

同請求項3では、請求項1の前記金属バンプは前記音叉状圧電片の幅方向となる両端側に斜面もしくは階段形状を有する。これにより、密接に接着する上面平坦部は音叉腕の延出方向となるので、斜面もしくは階段形状を前記音叉状圧電片の長さ方向に設けた場合に比較し、一対の音叉腕の先端側の垂れ下がり  
を防止する。

10

## 【 0 0 2 0 】

同請求項4では、請求項1の前記音叉状圧電片の幅方向における前記金属バンプの上面平坦部の長さは前記金属バンプ底面の長さの20~90%とする。これにより、落下衝撃試験に伴う周波数変化を最小限にすることができる。例えば実施形態で示すように、落下衝撃前後での周波数変化を20ppm以内にできる。

【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 2 1 】

(第1実施形態)

第1図(a)(b)(c)は本発明の第1実施形態を説明する音叉型圧電振動子の図で、同図(a)は音叉状圧電片及びカバーを除いて内部を示す一部開放の斜視図、同図(b)はカバーを除いて音叉状圧電片の固着状態を示す一部開放の斜視図、同図(c)は幅方向の断面図である。なお、前従来例と同一部分には同番号を付与してその説明は簡略又は省略する。

20

## 【 0 0 2 2 】

音叉型圧電振動子は、前述同様に、音叉状圧電片7を容器本体1に収容してカバー2を被せ、音叉状圧電片7を密閉封入して構成される。音叉状圧電片7はこの例でも圧電材を水晶とする。そして、引出電極10aの延出した音叉基部10の一主面の両端側が、容器本体1の一端側における内壁段部3に設けられた電極パッド4上の金属バンプ6に導電性接着剤8によって固着される。

## 【 0 0 2 3 】

電極パッド4は印刷焼成による下地電極(W)、及び電解メッキによる中継材(Ni)及び導電膜(Au)からなり、金属バンプ(Au)6は印刷バンプやメッキバンプからなる。この実施形態では金属バンプ6の幅方向の両端側には円弧状の曲面が形成され、中央領域を上面平坦部とする。そして、音叉状圧電片7は例えば32.768kHzを振動周波数とし、音叉状圧電片7の厚みを0.12mmとして、全長を2.3mm、幅を0.5mm、音叉基部10の長さを0.5mmとする。

30

## 【 0 0 2 4 】

この例では、電極パッド4の厚みをおよそ20 $\mu$ mとして、金属バンプ6は音叉腕の長さ方向となる縦寸法を370 $\mu$ m、幅寸法を220 $\mu$ m、厚み(高さ)寸法を30 $\mu$ mとする。そして、音叉基部10の一主面と接続する金属バンプ6の全体の幅寸法は220 $\mu$ mとして、上面平坦部の幅寸法は100 $\mu$ mとし、両端側の曲面の幅寸法はそれぞれ60 $\mu$ mとする。

40

## 【 0 0 2 5 】

このような構成であれば、音叉状圧電片7(音叉基部10)が導電性接着剤8によって金属バンプ6に固着される際、金属バンプ6の上面平坦部の幅寸法を短くすることから、金属バンプ6と密接に接触する接着面積が減少する。したがって、外部衝撃(落下衝撃)によって接着状態が変化したとしても、振動特性に対する影響を小さくして振動周波数の変化を抑制できる。そして、上面平坦部の両端部には曲面部が設けられて音叉基部10を保持することから、音叉状圧電片7の固着強度を維持できる。

## 【 0 0 2 6 】

要するに、金属バンプ6の上面平坦部と両端側の曲面によって音叉状圧電片7の固着強度

50

を維持し、さらに音叉基部10と密接に接着する上面平坦部を短くすることから落下衝撃前後での振動特性の変化に伴う周波数変化を防止する。換言すれば、上面平坦部が固着強度及び振動特性を支配して、両端側の曲面が固着強度を補完するとも言える。したがって、音叉状圧電片7を確実に保持することと、落下衝撃時の周波数変化を小さくすることの両立が可能となる。

【0027】

第2図は金属バンプ6の上面平坦部の幅寸法を変えたときの落下衝撃試験前後の周波数変化を示すグラフである。なお、ここでの落下衝撃試験は1.8m上方から音叉型振動子をコンクリート板に落下させたときの、落下前と落下後における振動周波数の周波数偏差  $f/f'$  である。但し、 $f$  は落下前の振動周波数  $f$  と落下後の振動周波数  $f'$  との周波数差  $(f - f')$  である。また、音叉型圧電振動子は荷重150gとしたセット基板に搭載されて落下される。

10

【0028】

このグラフから明らかなように、金属バンプ6の上面平坦部の幅寸法に対する落下衝撃前後での振動周波数の変化特性は、上面平坦部の幅寸法を約100 $\mu$ mとしたときに周波数変化(偏差)を8ppmの最小値とした放物線状となる。そして、上面平坦部の幅寸法が約200 $\mu$ m以内では周波数変化の実用的な目安としての20ppm以下となる。但し、上面平坦部の幅寸法が約50 $\mu$ m未満では、落下衝撃によって音叉状圧電片7が金属バンプ6からの剥離や破損を引き起こす。また、いずれの場合でも、 $f/f'$  が正なので落下衝撃後では振動周波数が低下する。

20

【0029】

これらの金属バンプ6の上端平坦部の幅寸法に依存した周波数変化、特に最小値を有する理由は次によると推察される。すなわち、金属バンプ6の上面平坦部が音叉基部10の一主面と密接して接触する接着面積(以下、密着面積とする)が小さいと、落下衝撃によって剛性が損なわれる。したがって、落下衝撃後の剛性は落下衝撃前の固着時よりも小さくなるので、剛性(固着強度)に比例した振動漏れは少なくなる。したがって、落下衝撃前後での振動周波数の低下度合いが大きくなり、周波数変化量は大きくなる。

30

【0030】

次に、上面平坦部による密着面積の増加に伴って剛性の低下度合いが小さくなり、落下衝撃後の剛性は落下衝撃前の固着時に接近して大きくなる。したがって、音叉基部10からの振動漏れも、落下衝撃前の固着時に接近して多くなる。したがって、落下衝撃前後での振動周波数の低下度合いは小さくなって、周波数変化量も小さくなる。

【0031】

そして、密着面積がさらに増加すると剛性の低下度合いは同様に小さくなる。しかし、密着面積が一定の剛性(固着強度)を維持する面積以上に大きくなると、余剰となる密着面積が増えた分、落下衝撃による剛性の低下も大きくなって全体の振動漏れは、落下衝撃前の固着時よりも少なくなる。したがって、落下衝撃前後での振動周波数の低下度合いが大きくなり、周波数変化量は大きくなる。これらのことから、落下衝撃前後での周波数変化特性は、上面平坦部による導電性接着剤8の密着面積と剛性とに依存した最小値を有する放物線状となると推察される。

40

【0032】

上記の実験結果では、まず、金属バンプ6の上面平坦部の幅寸法が50 $\mu$ m付近では音叉基部10との密着面積が小さい。したがって、落下衝撃試験の際には小さい接着面積に衝撃が集中するため、導電性接着剤による剛性は低下する。これにより、落下衝撃前後での周波数変化は比較的が大きくなる(約16ppm)。

【0033】

次に、上面平坦部の幅寸法が50 $\mu$ m以上では密着面積が増加し、落下衝撃時の衝撃が分

50

散されるため、導電性接着剤による剛性の低下度合は小さくなる。したがって、落下衝撃前後での周波数変化は徐々に小さくなる。そして、上面平坦部の幅寸法が $100\mu\text{m}$ 付近で密着面積による剛性がある一定の値となって、落下衝撃前後での周波数変化は最小( $8\text{ppm}$ )となる。

【0034】

次に、上面平坦部の幅寸法が $100\mu\text{m}$ 付近を越えるほど、密着面積はある一定の値となる剛性を維持する面積以上に大きくなる。したがって、前述のように余剰面積分の剛性低下も加わって、落下衝撃による全体の振動漏れは落下衝撃前の固着時よりも少なくなり、落下衝撃前後での周波数変化量は大きくなると、推察される。

【0035】

これらのことから、金属バンプ6の上面平坦部の幅寸法は、周波数変化が最小の $100\mu\text{m}$ を中心として、剥離や破損を生じない程度の値である $50\mu\text{m}$ 以上であって、周波数変化の実用的な目安としての $20\text{ppm}$ 以下となる $200\mu\text{m}$ 以下であれば、落下衝撃前後での周波数変化特性を良好に維持できる。勿論、その他の例えばC I等の振動特性をも良好に維持する。

【0036】

さらに、落下衝撃前後での周波数変化特性を良好に維持する金属バンプ6の上面平坦部の幅寸法 $50\mu\text{m} \sim 200\mu\text{m}$ は、金属バンプ6の幅寸法( $220\mu\text{m}$ )に対して $20 \sim 90\%$ になる。したがって、金属バンプ6幅寸法に対して上面平坦部が $20 \sim 90\%$ であれば、落下衝撃前後での振動特性特に周波数変化特性を良好に維持できる。

【0037】

(第2実施形態)

第3図(a)(b)は本発明の第2実施形態を説明する音叉型圧電振動子の幅方向の断面図である。なお、前実施形態と同一部分の説明は省略又は簡略する。すなわち、第1実施形態では金属バンプ6(上面平坦部)の両端側は円弧状の曲面としたが、第2実施形態では例えば両端側を直線状の傾斜面とする「同図(a)」、あるいは階段状の段差を設ける「同図(b)」。

【0038】

このような金属バンプ6の形状であっても、上面平坦部が密着面積となって振動特性及び固着強度を支配し、両端側の傾斜面及び階段状の下段が固着強度を補完する。したがって、第1実施形態と同様に、固着強度を維持して落下衝撃前後での周波数変化を抑制できる。

【0039】

(第3実施形態)

第4図は本発明の第3実施形態を説明する音叉型圧電振動子の長さ方向の断面図である。第1及び第2実施形態では金属バンプ6の幅方向に傾斜面又は段差を設けたが、第3実施形態では長さ方向に傾斜面あるいは階段状の段差を設ける。この場合でも、前述同様に、固着強度を維持して落下衝撃前後での周波数変化を抑制できる。

【0040】

(他の事項)

上記実施形態では金属バンプの幅又は長さ方向の両端側に傾斜面又は段差面を設けたが、金属バンプ6の例えば全外周に設けてもよく、要は、傾斜面又は段差面は音叉基部10と対面する金属バンプの少なくとも一端側に設けてあればよい。そして、金属バンプ6は矩形状としたが、これに限らず円や楕円等としてもよく、上面平坦部が底面よりも小さくなっていれば同様の効果を奏する。また、音叉状圧電片7は典型的な例で説明したが、一对の音叉腕9の両主面に電界効率を高める溝を設けたり、音叉腕9の先端側に周波数調整用の金属膜を設けたりした場合でも同様に適用できる。

【0041】

本発明は落下衝撃前後での特に周波数変化を抑制して固着強度を維持する金属バンプ6の形状に関し、特に音叉基部10との密着面積を決定する金属バンプ6の上面平坦部の幅

10

20

30

40

50

寸法を限定するものであるから、金属バンプ6が電極パッド4と接する底面積（金属バンプ6の全幅寸法）に対して、金属バンプ6上面平坦部の面積を小さくする趣旨の変更は本発明の技術的範囲に包含される。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】第1図(a)(b)(c)は本発明の第1実施形態を説明する音叉型圧電振動子の図で、同図(a)は音叉状圧電片及びカバーを除いて内部を示す一部開放の斜視図、同図(b)はカバーを除いて内部を示す即ち音叉状圧電片の固着状態を示す一部開放の斜視図、同図(c)は断面図である。

【図2】本発明の第1実施形態の作用を説明する落下衝撃前後の周波数変化特性図である。

10

【図3】本発明の第2実施形態のを説明する図で、同図(a)(b)ともに特に金属バンプの形状を示す音叉型圧電振動子の幅方向の断面図である。

【図4】本発明の第3実施形態を説明する図で、特に金属バンプの形状を示す音叉型圧電振動子の長さ方向の断面図である。

【図5】従来例を説明する音叉型圧電振動子の図で、同図(a)は一部開放とした内部を示す斜視図、同図(b)は同断面図である。

【図6】従来例を説明する音叉状圧電片図で、同図(a)は正面図、同図(b)は電気的結線を示す模式的な平面図である。

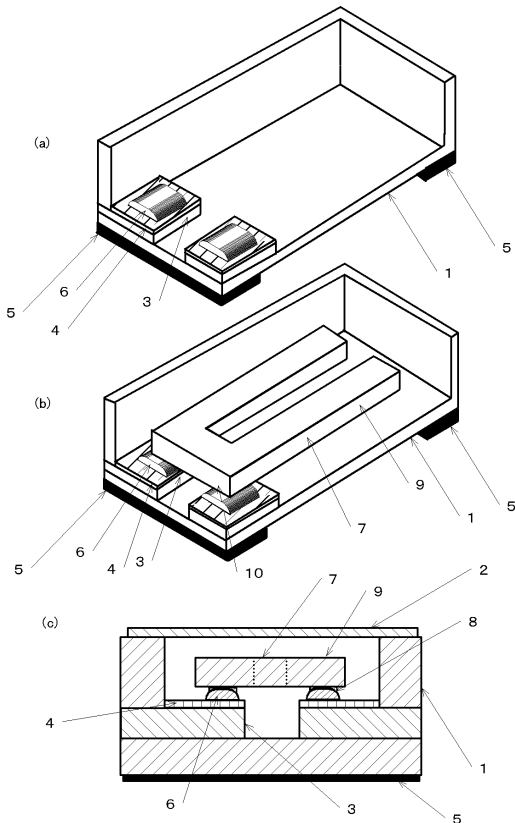
【符号の説明】

20

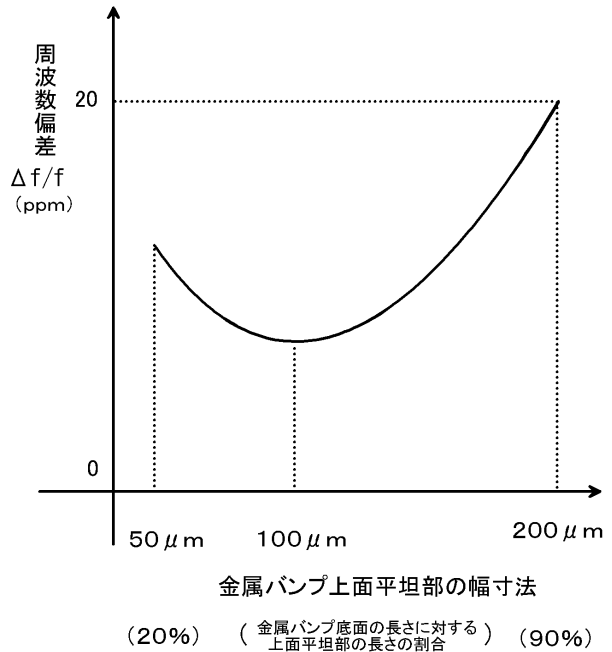
【0043】

- 1 容器本体、2 カバー、3 段部、4 電極パッド、5 実装端子、6 金属バンプ、7 音叉状圧電片、8 導電性接着剤、9 音叉腕、9 a 励振電極、10 基部、10 a 引出電極。

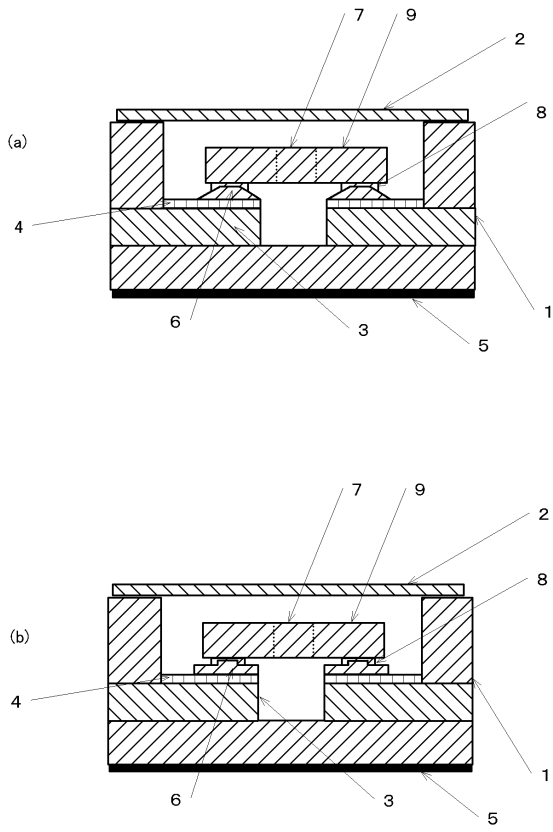
【図1】



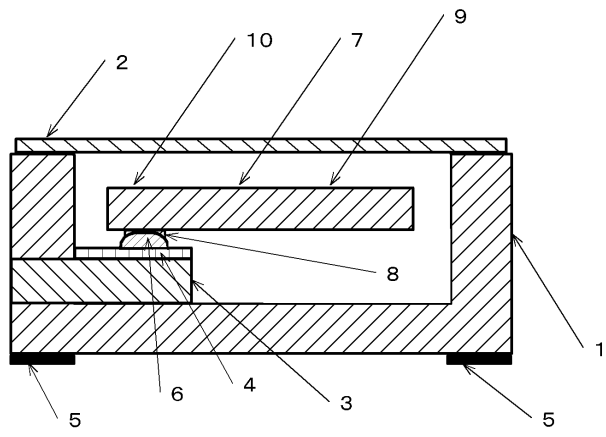
【図2】



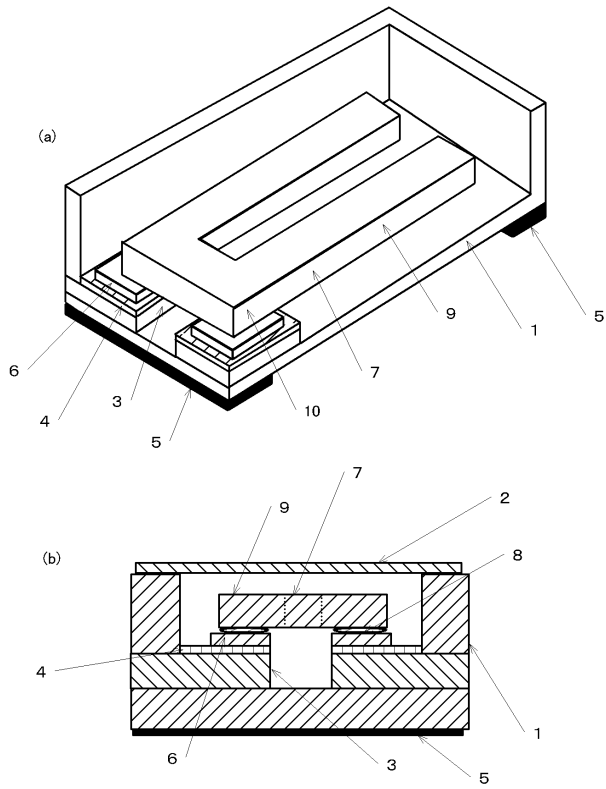
【図3】



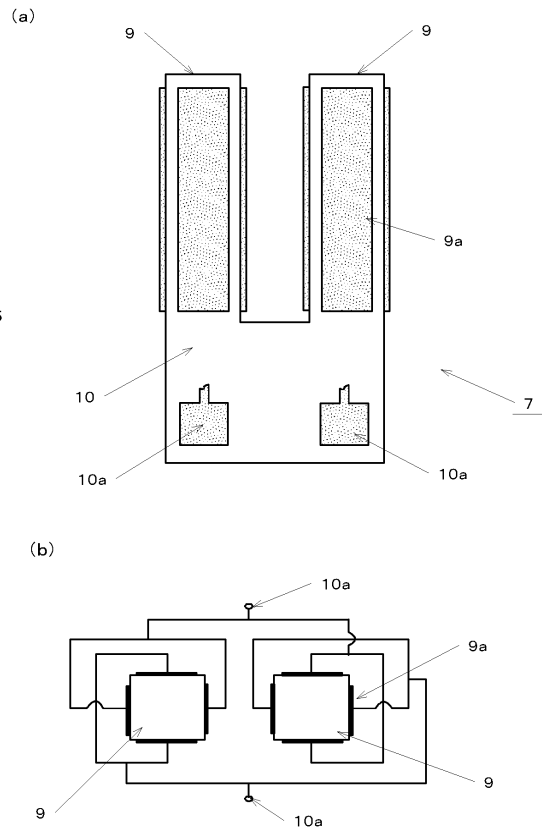
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-222006(JP,A)  
特開2004-201211(JP,A)  
特開2007-013444(JP,A)  
特開平08-330887(JP,A)  
特開平08-130432(JP,A)  
特開2006-211082(JP,A)  
特開2003-142975(JP,A)  
特開2003-008381(JP,A)  
特開平09-064678(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H 9/10  
H01L 23/04  
H03H 9/02