

(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2004-357178

(P2004-357178A)

(43) 公開日 平成16年12月16日(2004.12.16)

(51) Int.Cl.⁷

H03H 9/19

F I

H03H 9/19

J

テーマコード (参考)

5J108

H03H 9/19

L

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-155107 (P2003-155107)

(22) 出願日 平成15年5月30日 (2003.5.30)

(71) 出願人 000237444

リバーエレクトック株式会社

山梨県韮崎市富士見ヶ丘2丁目1番11号

(74) 代理人 100097043

弁理士 浅川 哲

(72) 発明者 芦沢 英紀

山梨県韮崎市富士見ヶ丘2丁目1番11号

リバーエレクトック株式会社内

(72) 発明者 木下 義則

山梨県韮崎市富士見ヶ丘2丁目1番11号

リバーエレクトック株式会社内

Fターム(参考) 5J108 AA06 BB02 CC06 DD05 EE03

EE04 EE07 FF07 GG03 KK01

KK02

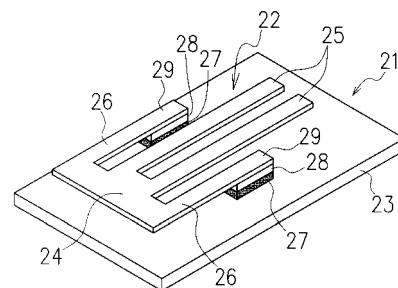
(54) 【発明の名称】 圧電振動子

(57) 【要約】

【課題】水晶等で形成された圧電片からの機械的な振動の漏れを低減させることで、前記圧電片が備える周期的な屈曲振動を効率よく電気信号に変換することができると共に、小型化も図ることができる圧電振動子を提供することである。

【解決手段】一対の振動腕部25と、この振動腕部25の一端を連結する基部24と、この基部24から延びる支持腕部26とを有する圧電片22を備えた圧電振動子21において、前記支持腕部26に端子電極29を形成し、この端子電極29を実装用の基板23上に形成されたマウント電極27に接合して前記圧電片22を支持した。

【選択図】 図1



21…圧電振動子 25…振動腕部
22…圧電片 26…支持腕部
23…基板 27…マウント電極
24…基部 29…端子電極

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一对の振動腕部と、この振動腕部の一端を連結する基部と、この基部から延びる支持腕部とを有する圧電片を備えた圧電振動子であって、
前記支持腕部に端子電極を形成し、この端子電極を実装基板上に形成されたマウント電極に接合して前記圧電片を支持することを特徴とする圧電振動子。

【請求項 2】

前記端子電極が支持腕部の先端部に設けられる請求項 1 記載の圧電振動子。

【請求項 3】

前記支持腕部が一对の振動腕部の外側にそれぞれ形成され、その先端部が振動腕部の中央付近まで延びている請求項 1 記載の圧電振動子。 10

【請求項 4】

前記支持腕部が一对の振動腕部の間に形成され、その先端部が振動腕部の中央付近まで延びている請求項 1 記載の圧電振動子。

【請求項 5】

前記支持腕部が一对の振動腕部に対して直交する方向に延びている請求項 1 記載の圧電振動子。

【請求項 6】

前記支持腕部が一对の振動腕部の反対方向にそれぞれ延びる請求項 1 記載の圧電振動子。

【請求項 7】

前記支持腕部は、その腕長が前記振動腕部より短く、腕幅が前記振動腕部と同じかそれ以上である請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の圧電振動子。 20

【請求項 8】

前記マウント電極と端子電極とを金属バンプによって接合する請求項 1 記載の圧電振動子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、携帯電話や携帯情報端末等の電子機器に組み込まれる小型の圧電振動子に関するものである。 30

【0002】

【従来の技術】

従来、屈曲振動モードを備えた圧電振動子は、図 7 に示すように、一对の振動腕部 5 と、この振動腕部 5 を連結する基部 4 とで音叉型に一体形成された圧電片 2 を備え、前記基部 4 の一端に設けられる端子電極 9 をケーシング 10 内に設けられたマウント電極 7 に接続され、振動腕部 5 を浮かせた状態で片持ち支持される。このような構造の圧電振動子 1 は、振動周波数が低く、また、発振器に組み込んだ際の消費電流も低く抑えられるので、腕時計等の時間基準を作り出す振動周波数源として使用されている。

【0003】

また、前記圧電振動子 1 と同様の屈曲振動モードを備え、小型化と共に衝撃に対する強度を高めた構造のものとして、図 8 に示したような圧電振動子 11 がある（特許文献 1 参照）。この圧電振動子 11 に備える圧電片 12 は、一对の振動腕部 15 とその基端部に一体的に接続されて前記振動腕部 15 の周囲を囲む額縁状の基部 14 とで構成され、この基部 14 全体をケーシング 13 と蓋体 16 の縁部で挟んで固定している。 40

【0004】

前述したような屈曲振動モードを備えた音叉型の圧電振動子 1, 11 は、水晶原石の Z 板から 1° X 軸回転させた角度でカットして形成され、以下の関係式（数式 1）に基づいて、振動周波数に応じた振動腕部 5, 15 の長さ L 及び幅 W が決定される。なお、前記振動腕部 5 の表面には機械的振動を電気信号として取り出すための励振電極が形成され、基部 4 の一端に設けられる端子電極 9 に向けてパターン形成されている。 50

【 0 0 0 5 】

【 数 1 】

$$F = \frac{1.875^2}{2\pi 2\sqrt{3}} \frac{W}{L^2} \sqrt{\frac{C'_{22}}{\rho}}$$

ここで、F：振動周波数（Hz）

L：振動腕部の長さ（m）

W：振動腕部の幅（m）

C'_{22} ：弾性スチフネス定数（N/m²）

ρ ：水晶の密度（kg/m³）

である。

【 0 0 0 6 】

前記関係式に基づいて基準の振動周波数を 32.768 KHz で設計した場合は、図 9 に示すように、振動腕部 5 の幅 W1 が 100 μ m、長さ L1 が 1650 μ m となり、基部 4 を含めた圧電片 2 の全長 L2 は 2450 μ m となる。

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】

特開 2000-223995 号公報

【 0 0 0 8 】

【 発明が解決しようとする課題 】

上記関係式から明らかなように、振動腕部 5 の長さ L1 の 2 乗と振動腕部 5 の幅 W1 が比例関係にあるため、小型化しようとする場合、幅 W1 の縮小率に比べて振動腕部 5 の長さ L1 の縮小率が高くなる。このため、振動モードに直接影響のない基部 4 を縮小するしかないが、この基部 4 の縮小化によって端子電極 9 の形成領域が狭くなることから支持強度が十分確保できなくなるおそれがある。また、基部 4 の有効領域が狭まることによって、振動腕部 5 で発生した機械的振動エネルギーが直接基部 4 を通じて外部に漏れるいわゆる振動漏れが発生する。このような振動漏れは、振動腕部 5 における振動効率の低下を招き、等価直列抵抗値の悪化や振動周波数ずれを引き起こす原因となっていた。

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明の目的は、水晶等で形成された圧電片からの機械的な振動の漏れを低減させることで、前記圧電片が備える周期的な屈曲振動を効率よく電気信号に変換することができることと共に、小型化も同時に図ることのできる圧電振動子を提供することにある。

【 0 0 1 0 】

【 課題を解決するための手段 】

上記課題を解決するために、本発明の請求項 1 に係る圧電振動子は、一对の振動腕部と、この振動腕部の一端を連結する基部と、この基部から延びる支持腕部とを有する圧電片を備えた圧電振動子であって、前記支持腕部に端子電極を形成し、この端子電極を実装基板上に形成されたマウント電極に接合して前記圧電片を支持することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

この発明によれば、圧電片全体を基部から延びる支持腕部によって実装基板上に支持する構造となっているので、振動腕部で発生した機械的振動が所定の腕長及び腕幅に形成された支持腕部によって緩衝され、実装基板側に漏れるのを防ぐことができる。また、実装基板に設けたマウント電極に前記支持腕部の先端部に形成した端子電極を載置して圧電片を支持するため、安定した状態で支持することができると共に、振動腕部における機械的振動を阻害することなく効率よく電気信号に変換することができる。

【 0 0 1 2 】

また、圧電片の実装形態に応じて支持腕部を基部から様々な方向に延ばして形成すること

10

20

30

40

50

ができる。このような形態の中で、前記支持腕部を振動腕部が延びる方向に沿うように基部から引き出して形成することによって、圧電片の全長を抑えた小型の圧電振動子が形成可能である。

【0013】

また、前記支持腕部の先端部を振動腕部の中央付近まで延ばすことによって、圧電片をバランスよく実装基板上に支持することができるので、衝撃等が加わった場合でも位置ずれを起こすことなく、安定した振動周波数を取り出すことができる。

【0014】

さらに、前記圧電片を実装基板に実装する際に、実装基板上のマウント電極と支持腕部の端子電極とを金属バンプを介して接合することで、接合部の電気的特性が向上すると共に、接合形状が安定化するので振動漏れの影響を低減化させることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面に基づいて本発明に係る圧電振動子の実施形態を詳細に説明する。なお、以下の説明文中で使用される「振動漏れ」とは、後述する圧電片をパッケージにマウントし、このパッケージに様々な外力を加えた際に生じる振動周波数の最大値と最小値の差を表したものである。

【0016】

図1は、本発明の圧電振動子21の第1実施形態を示したものである。この圧電振動子21は、マウント電極27が形成された基板23上に音叉型の振動部を有する圧電片22を平面実装したものである。

【0017】

前記圧電片22は、電気軸をX軸、機械軸をY軸、光軸をZ軸とした水晶原石の直交座標系において、Z軸平面から1°X軸方向に回転させたカット角で板状に薄くスライスされ、一对の振動腕部25と、これら振動腕部25を繋ぐ基部24と、この基部24から所定方向に延びる支持腕部26とで一体に形成される。

【0018】

前記振動腕部25は、共通の基部24の一端から平行に延びる同一形状の細長い水晶片で形成され、表裏面及び側面には極性の異なる励振電極（図示せず）が形成されている。この振動腕部25は、厚みが50～200μmで、振動周波数に応じて長さ及び幅が設定される。例えば、従来例と同様に振動周波数を32.768KHzで設計した場合であれば、図2に示すように、振動腕部の幅W2が100μm、長さL3が1650μmとなる。

【0019】

前記支持腕部26は、図2に示したように、基部24の下端から左右方向に突出したL字状の屈曲部26aを有し、この屈曲部26aで折り返すようにして前記振動腕部25の外側面に沿って平行に形成される。この支持腕部26のサイズは、長さが振動腕部25の略半分、幅を振動腕部25と同じかそれ以上にすることで、支持強度を十分維持することができると共に、振動腕部25に発生する屈曲振動が直接基板23を通して外部に漏れ出す振動漏れを低減させる効果がある。また、前記振動腕部25の表面には図示しない励振電極が形成され、この励振電極から延びる電極パターンが基部24から支持腕部26に掛けて形成され、この支持腕部26の先端部に形成されている端子電極29に向けてパターン形成されている。

【0020】

前記構成からなる圧電片22は、図1に示したように、支持腕部26の端子電極29を基板23上に形成された段差のあるマウント電極27に位置合わせをして載置した後、導電性接着剤28を介して電気的に接合される。この実施形態では、前記支持腕部26が基部24から振動腕部25の外側の沿って左右対称となっていることと、端子電極29の位置が振動腕部25の中央付近に形成されているため、圧電片22をバランスよく基板23に支持することができる。

【0021】

前記構造の圧電振動子 2 1 にあっては、圧電片 2 2 が基部 2 4 から大きく突出した支持腕部 2 6 によって支持されるため、振動腕部 2 5 が備える屈曲振動が前記支持腕部 2 6 で緩衝されて基板 2 3 側に直接漏れるのを防ぐことができる。また、基板 2 3 に設けたマウント電極 2 7 との接合を支持腕部 2 6 の先端部に設けた一对の端子電極 2 9 で行うため、圧電片 2 2 全体を基板 2 3 から浮かせた状態に安定して支持することができる。このことから、振動腕部 2 5 から発せられる周期的な屈曲振動を雑音のない電気信号に変換して取り込むことができる。

【0022】

図 3 は、振動周波数が 33 KHz 共通で、振動腕部 2 5 の幅が 100 μm 、70 μm 、40 μm の圧電片において、それぞれ支持腕部 2 6 の長さの異なる数種のサンプルを用意し、このサンプルに対して振動周波数のずれ（振動漏れ）を測定してプロットしたものである。この振動漏れの測定は、前記サンプルを組み込んだパッケージに対して伸縮、せん断、捻りの 3 種類の応力をパッケージの長さ、幅、高さの三方向からそれぞれ加えて実験した。この実験結果から、基部 2 4 から延びる支持腕部 2 6 を長くしたサンプルのものほど振動漏れが少なく、振動腕部 2 5 の幅の 1.5 倍以上に設定した場合に実用上問題がないレベルまで振動漏れを抑え込むことが可能であることが確認できた。このように、前記支持腕部 2 6 は長いほど振動漏れを低減させる効果が現れるが、パッケージする際の小型化を考慮した場合、振動腕部 2 5 の幅の 1.5 倍が適正である。

【0023】

また、前述したように、基板 2 3 上に設けたマウント電極 2 7 に載置する部分が振動腕部 2 6 の側面に延びた支持腕部 2 6 の先端部であるため、図 2 に示したように、前記基部 2 4 の長さ L4 は、振動腕部 2 5 を連結するだけの最小限の長さに設定することができる。このことから、図 9 に示した従来の圧電片 2 に比べて基部 2 4 を含めた全長 L5 が 1900 μm 程度にまで短縮化することができた。

【0024】

なお、本実施形態では支持腕部 2 6 の端子電極 2 9 とマウント電極 2 7 とを導電性接着剤 2 8 を介して接合させたが、この導電性接着剤 2 8 の代わりに金属バンプを介して行うようにすることで、接合作業を容易且つ確実に行うことができる。特に、金 (Au) を原料とした金属バンプを用いることによって、接合部の電気抵抗を低減するなどの電気的特性の改善効果が得られる。

【0025】

図 4 は本発明の圧電振動子を構成する圧電片の第 2 実施形態を示したものである。この圧電片 3 2 は、一对の振動腕部 3 5 と、この振動腕部 3 5 の基端部を繋ぐ基部 3 4 と、この基部 3 4 から前記一对の振動腕部 3 5 の間を通る一本の支持腕部 3 6 とで一体的に形成されている。前記支持腕部 3 6 の先端には極性の異なる二極の端子電極 3 9 が形成され、図示しない基板に形成されるマウント電極と電気的に接合されると共に、この端子電極 3 9 によって圧電片 3 2 全体を浮かせた状態で実装される。また、上記第 1 実施形態と同様に、端子電極 3 9 が圧電片 3 2 の中央付近に位置するように支持腕部 3 6 を形成することによって、より安定した状態で圧電片 3 2 を実装することができ、耐衝撃性が向上する。また、前記第 1 実施形態の圧電振動子よりも幅方向の広がりを抑えた小型化が可能となる。

【0026】

図 5 は、本発明の圧電振動子を構成する圧電片の第 3 実施形態を示したものである。この圧電片 4 2 は、一对の振動腕部 4 5 と、この振動腕部 4 5 の基端部を繋ぐ基部 4 4 と、この基部 4 4 から前記一对の振動腕部 4 5 に対して直交する方向に開いて延びる一对の支持腕部 4 6 とで一体に形成されている。この実施形態の圧電片 4 2 は、従来の音叉型の圧電片と同様に実装基板に対して片持ち支持する構造となっているが、振動腕部 4 5 が延びる方向に対して直交する方向に支持腕部 4 6 が延び、その先端部が端子電極 4 9 となっている。このため、振動腕部 4 5 の機械的振動が直接実装基板に漏れるのを低減させる効果が得られると共に、前記第 1 及び第 2 実施形態の基部 2 4、3 4 のように面積を削減して小型化も図ることができる。

10

20

30

40

50

【0027】

図6は、本発明の圧電振動子を構成する圧電片の第4実施形態を示したものである。この圧電片52は、一对の振動腕部55と、この振動腕部55の基端部を繋ぐ基部54と、この基部54から前記一对の振動腕部55と反対方向に延びる一对の支持腕部56とで一体に形成されている。そして、前記一对の支持腕部56の先端に設けられる端子電極59を介して図示しない基板に設けられるマウント電極に接続される。このような構造の圧電片52にあつては、支持腕部56が振動腕部55と略同じ幅で形成されて延びている分、振動腕部55から発する機械的振動の漏れを低減する効果が得られる。なお、この実施形態における圧電振動子は、振動腕部55の腕長及び腕幅の縮小率を調整することによって、特に振動腕部55の幅方向を中心とした小型化を図ることができる。

10

【0028】

以上説明した第1実施形態乃至第4実施形態の圧電片22, 32, 42, 52は、一对の振動腕部25, 35, 45, 55を繋ぐ基部24, 34, 44, 54から延びる支持腕部26, 36, 46, 56によって圧電片全体を支持する構造となっているため、振動腕部で発生した機械的振動が実装する側の基板へ漏れるのを最小限に抑えることができる。これによって、振動腕部から得られる振動を安定して電気信号に変換することができる。また、第1実施形態乃至第3実施形態の圧電片22, 32, 42のように、基部24, 34, 44の長さを短くし、支持腕部を前記基部の側面から振動腕部と平行あるいは直角方向に延ばすことによって、振動腕部の長手方向のサイズを短くした小型の圧電振動子が得られる。特に、前記第1実施形態及び第2実施形態の圧電片22, 32のように、支持腕部26, 36を振動腕部25, 35の中心部に向かって平行に延ばし、端子電極29, 39となる先端部がこの圧電片22, 32の中央付近に位置するように設定することによって、前記圧電片を安定して実装用の基板上に実装することができる。

20

【0029】

なお、前記支持腕部は、その長さを振動腕部の約半分、幅を振動腕部と同じか、それより太く形成した場合に振動腕部から発せられる機械的な振動漏れを抑えることができると共に、等価直列抵抗値も最小限に抑えることが可能である。

【0030】

上記第1実施形態乃至第4実施形態における圧電片は、水晶原石から切り出された水晶板をパウダービーム加工やエッチングによる抜き加工等の微細加工技術を利用して振動腕部や様々な形状の支持腕部に抜き加工することで、設計どおりの寸法に精密加工することができる。また、前記振動腕部や支持腕部には加熱蒸着法やスパッタ法等によって金属電極膜が形成される。

30

【0031】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の圧電振動子によれば、圧電片を構成する一对の振動腕部の基部から支持腕部が所定方向に延びているので、振動腕部で発生する機械的な屈曲振動を前記支持腕部によって緩衝させることができる。このため、振動腕部における屈曲振動を実装基板側に漏らすことなく、効率よく電気信号に変換して取り出すことができる。

【0032】

また、基部の一端に実装基板に接続するための端子電極を設け、この端子電極を介して実装基板に片持ち支持していた従来構造の圧電振動子に対して、本案構成の圧電振動子は、基部から延びた支持腕部の先端に設けた端子電極を介して実装基板に接続させるため、前記基部が一对の振動腕部の基端部を連結するだけのスペースで済む。このため、前記振動腕部が延びる方向の長さを短縮した小型の圧電振動子を得ることができる。

40

【0033】

さらに、前記支持腕部を圧電片全体の中心付近にまで延ばすことによって、より安定した状態で圧電振動子全体を支持することができるため、衝撃等による振動周波数のずれを最小限に抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

50

【図 1】本発明に係る圧電振動子の第 1 実施形態を示す斜視図である。

【図 2】上記圧電振動子の平面図である。

【図 3】上記圧電振動子の振動漏れを測定したグラフである。

【図 4】本発明に係る圧電振動子を構成する圧電片の第 2 実施形態を示す平面図である。

【図 5】本発明に係る圧電振動子を構成する圧電片の第 3 実施形態を示す平面図である。

【図 6】本発明に係る圧電振動子を構成する圧電片の第 4 実施形態を示す平面図である。

【図 7】従来の音叉型の圧電振動子の分解斜視図である。

【図 8】従来の棒状の基部構造を備えた音叉型の圧電振動子の分解斜視図である。

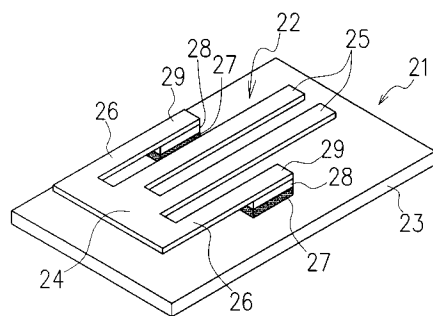
【図 9】上記図 7 の圧電振動子の平面図である。

【符号の説明】

10

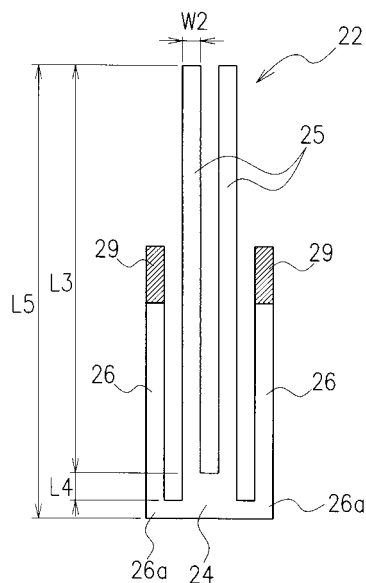
- 2 1 圧電振動子
- 2 2 圧電片
- 2 3 基板
- 2 4 基部
- 2 5 振動腕部
- 2 6 支持腕部
- 2 7 マウント電極
- 2 9 端子電極

【図 1】

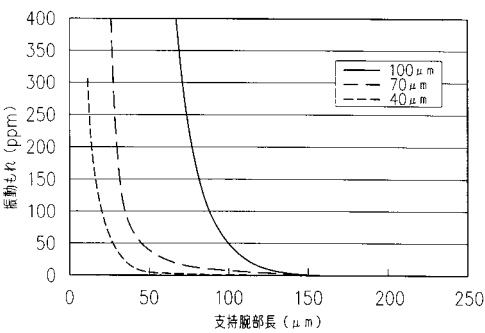


- 21…圧電振動子
- 22…圧電片
- 23…基板
- 24…基部
- 25…振動腕部
- 26…支持腕部
- 27…マウント電極
- 29…端子電極

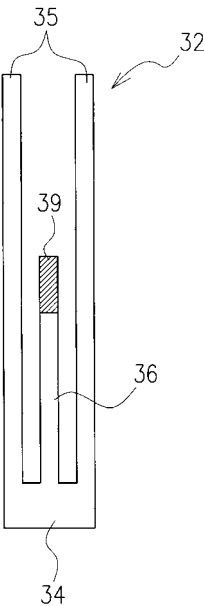
【図 2】



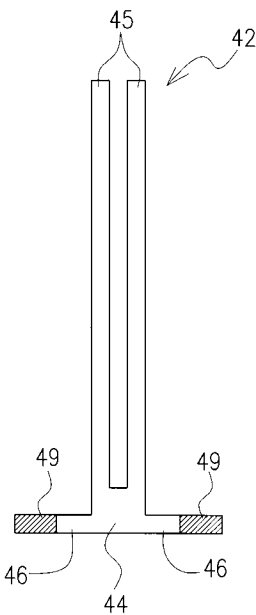
【図 3】



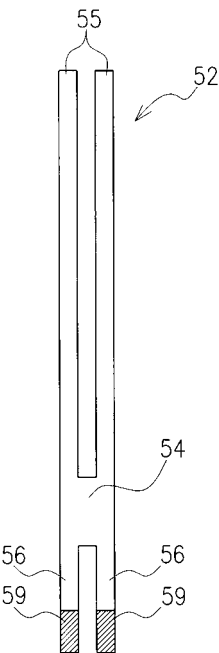
【図 4】



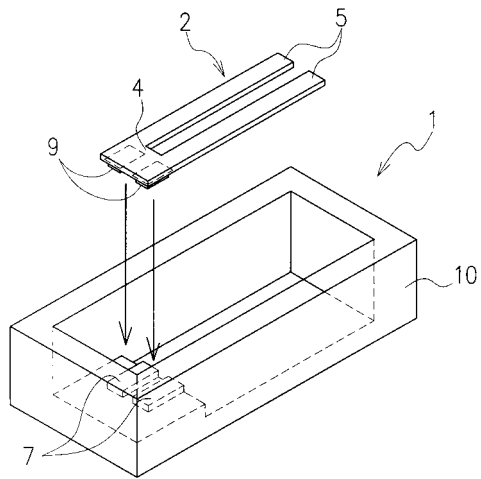
【図 5】



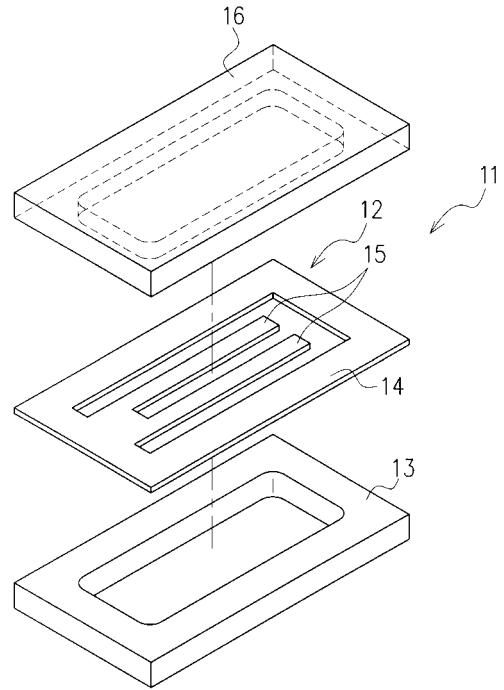
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

