

(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2017-195572
(P2017-195572A)

(43) 公開日 平成29年10月26日(2017.10.26)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード(参考)	
HO3H	9/19	(2006.01)	HO3H	9/19	J	5J108
HO3H	9/215	(2006.01)	HO3H	9/215		

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2016-86192(P2016-86192)
(22) 出願日 平成28年4月22日(2016.4.22)

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(74) 代理人 100091292
弁理士 増田 達哉
(74) 代理人 100091627
弁理士 朝比 一夫
(72) 発明者 山田 明法
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
Fターム(参考) 5J108 BB02 CC06 CC08 CC09 CC11
DD05 EE03 EE07 EE18 GG03
GG11 GG16 GG20 GG21 KK01

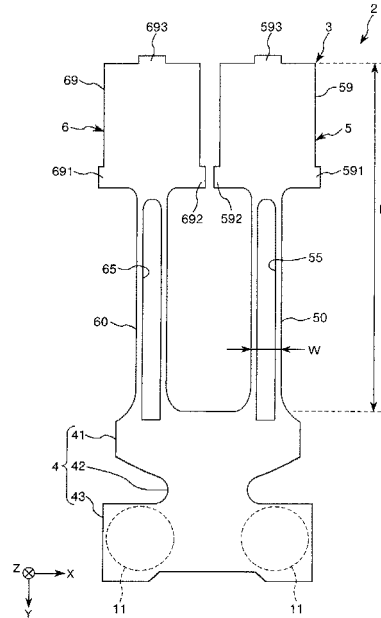
(54) 【発明の名称】 振動素子、振動子、発振器、電子機器および移動体

(57) 【要約】

【課題】電極膜の損傷を低減することができる振動素子、振動子、発振器、電子機器および移動体を提供すること。

【解決手段】基部と、前記基部から延出されている振動腕と、前記振動腕の表面に設けられている電極膜と、を備え、前記振動腕は、前記振動腕の先端側に設けられ、前記振動腕の基端部よりも幅の広い錘部を有し、前記錘部は、前記錘部の側面に設けられている突起部を有し、前記電極膜は、前記突起部の表面に設けられている部分を有することを特徴とする振動素子。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基部と、
 前記基部から延出されている振動腕と、
 前記振動腕の表面に設けられている電極膜と、を備え、
 前記振動腕は、前記振動腕が延出している方向に延びている腕部を有し、前記腕部の先端側に設けられ前記腕部よりも幅の広い錘部を有し、
 前記錘部は、前記錘部の側面に設けられている突起部を有し、
 前記電極膜は、前記突起部の表面に設けられている部分を有することを特徴とする振動素子。

10

【請求項 2】

前記振動腕に外部から印加された交番電圧によって生じる前記振動腕の振動の振幅範囲外において、前記突起部に非接触で対向しているストッパー部を備える請求項 1 に記載の振動素子。

【請求項 3】

前記突起部は、前記突起部の先端部に向かうに従い幅が狭くなっている形状である請求項 1 または 2 に記載の振動素子。

【請求項 4】

前記電極膜のうちの前記突起部の前記表面に設けられている前記部分上に、少なくとも一部が設けられている絶縁膜を備える請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の振動素子。

20

【請求項 5】

前記突起部は、前記錘部の先端側の前記側面において、前記振動腕の前記基部から前記先端に向かう方向に突出している請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の振動素子。

【請求項 6】

前記振動腕の延出方向に沿った前記錘部の長さを L_1 とし、前記振動腕の幅方向に沿った前記錘部の長さを W_1 とし、前記突起部の突出長さを L_b とし、前記錘部の先端に向けて突出した前記突起部の幅を W_b としたとき、

$0 < L_b / L_1 < 0.2$ の関係、および、 $0 < W_b / W_1 < 1.0$ の関係をそれぞれ満たす請求項 5 に記載の振動素子。

30

【請求項 7】

前記錘部の幅方向での少なくとも一方側の前記側面に設けられている前記突起部を備える請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の振動素子。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の振動素子と、
 前記振動素子を収納しているパッケージと、を備えることを特徴とする振動子。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の振動素子と、
 前記振動素子に電氣的に接続されている発振回路と、を備えることを特徴とする発振器。

40

【請求項 10】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の振動素子を備えることを特徴とする電子機器。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の振動素子を備えることを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動素子、振動子、発振器、電子機器および移動体に関するものである。

【背景技術】

50

【0002】

水晶振動子等に用いられる振動素子は、一般に、水晶等の圧電材料で構成され振動腕を有する振動片と、振動片上に形成された電極と、を有する（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

例えば、特許文献1に記載の水晶振動片は、基部と、この基部から互いに並行して延出する一对の振動腕と、各振動腕の表面に形成されている励振電極と、を有する。また、この水晶振動片は、基部から延びる一对の支持腕を有し、この支持腕の先端部には、振動腕との間隔が狭くなるように振動腕に向かって折り曲げられて形成された受け部が設けられている。この受け部は、隣接する振動腕に通常の振幅範囲を所定量越えた変位が生じた場合にその振動腕が当接される位置に配置されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-087279号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般に、振動腕の先端部にも、励振電極を含む電極膜が設けられている。特許文献1に記載の水晶振動片は、受け部と振動腕との接触面積が大きいため、受け部と振動腕との接触により電極膜が広範囲にわたって損傷するおそれがある。

20

【0006】

本発明の目的は、電極膜の損傷を低減することができる振動素子、振動子、発振器、電子機器および移動体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の振動素子は、基部と、

前記基部から延出されている振動腕と、

前記振動腕の表面に設けられている電極膜と、を備え、

前記振動腕は、前記振動腕が延出している方向に延びている腕部を有し、前記腕部の先端側に設けられ前記腕部よりも幅の広い錘部を有し、

30

前記錘部は、前記錘部の側面に設けられている突起部を有し、

前記電極膜は、前記突起部の表面に設けられている部分を有することを特徴とする。

【0008】

このような振動素子によれば、振動腕の先端側に設けられている錘部に突起部を設けることにより、衝撃や過励振等により振動腕が過大变位した際、振動腕の突起部以外の部分が他の物体に衝突することを低減し、その結果、電極膜が他の物体に広範囲にわたって衝突することを低減することができる。また、電極膜の突起部上の部分が当該他の物体に衝突したとしても、その際の電極膜と当該他の物体との接触面積を小さくすることができる。そのため、電極膜の損傷を低減することができる。

40

【0009】

本発明の振動素子では、前記振動腕に外部から印加された交番電圧によって生じる前記振動腕の振動の振幅範囲外において、前記突起部に非接触で対向しているストッパ部を備えることが好ましい。

【0010】

これにより、電極膜の突起部上の部分以外の部分が他の物体に衝突することを効果的に低減することができる。また、衝撃や過励振等による振動腕の過大な変位を低減することができる。

【0011】

本発明の振動素子では、前記突起部は、前記突起部の先端部に向かうに従い幅が狭くな

50

っている形状であることが好ましい。

【0012】

これにより、電極膜の突起部上の部分が他の物体に衝突しても、電極膜と当該他の物体との接触面積を効果的に小さくすることができる。

【0013】

本発明の振動素子では、前記電極膜のうちの前記突起部の前記表面に設けられている前記部分上に、少なくとも一部が設けられている絶縁膜を備えることが好ましい。

【0014】

これにより、電極膜が他の物体に直接接触することを防止または低減することができる。そのため、電極膜の損傷を効果的に低減することができる。また、不本意な短絡を低減することもできる。

【0015】

本発明の振動素子では、前記突起部は、前記錘部の先端側の前記側面において、前記振動腕の前記基部から前記先端に向かう方向に突出していることが好ましい。

【0016】

これにより、振動腕の先端が他の物体に衝突しやすい構成において、電極膜の損傷を効果的に低減することができる。また、振動腕の振動バランスを取りやすいという利点もある。

【0017】

本発明の振動素子では、前記振動腕の延出方向に沿った前記錘部の長さを L_1 とし、前記振動腕の幅方向に沿った前記錘部の長さを W_1 とし、前記突起部の突出長さを L_b とし、前記錘部の先端に向けて突出した前記突起部の幅を W_b としたとき、

$0 < L_b / L_1 < 0.2$ の関係、および、 $0 < W_b / W_1 < 1.0$ の関係をそれぞれ満たすことが好ましい。

【0018】

これにより、突起部の機械的強度を優れたものとしつつ、振動腕の振動バランスを取りやすくすることができる。

【0019】

本発明の振動素子では、前記錘部の幅方向での少なくとも一方側の前記側面に設けられている前記突起部を備えることが好ましい。

【0020】

これにより、錘部の幅方向での端が他の物体に衝突しやすい構成において、電極膜の損傷を効果的に低減することができる。

【0021】

本発明の振動子は、本発明の振動素子と、前記振動素子を収納しているパッケージと、を備えることを特徴とする。

【0022】

これにより、衝撃や過励振等により振動腕が変位した際、電極膜が他の物体（例えばパッケージ）に接触しても、電極膜の損傷を低減することができる。よって、優れた信頼性を有する振動子を提供することができる。

【0023】

本発明の発振器は、本発明の振動素子と、前記振動素子に電氣的に接続されている発振回路と、を備えることを特徴とする。

【0024】

これにより、衝撃や過励振等により振動腕が変位した際、電極膜が他の物体に接触しても、電極膜の損傷を低減することができる。よって、優れた信頼性を有する発振器を提供することができる。

【0025】

本発明の電子機器は、本発明の振動素子を備えることを特徴とする。

これにより、衝撃や過励振等により振動腕が変位した際、電極膜が他の物体に接触して

10

20

30

40

50

も、電極膜の損傷を低減することができる。よって、優れた信頼性を有する電子機器を提供することができる。

【0026】

本発明の移動体は、本発明の振動素子を備えることを特徴とする。

これにより、衝撃や過励振等により振動腕が変位した際、電極膜が他の物体に接触しても、電極膜の損傷を低減することができる。よって、優れた信頼性を有する移動体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の第1実施形態に係る振動子を模式的に示す断面図である。

10

【図2】図1に示す振動子が備える振動素子の平面図である。

【図3】図2に示す振動素子の錘部を説明する拡大平面図である。

【図4】図3中のA-A線断面図である。

【図5】図3中のB-B線断面図である。

【図6】図1に示す振動素子の錘部の第1変形例を説明する拡大平面図である。

【図7】図1に示す振動素子の錘部の第2変形例を説明する拡大平面図である。

【図8】本発明の第2実施形態に係る振動素子を示す平面図である。

【図9】本発明の第3実施形態に係る振動素子を示す平面図である。

【図10】本発明の第4実施形態に係る振動素子を示す平面図である。

20

【図11】本発明の第5実施形態に係る振動素子を示す平面図である。

【図12】本発明の第6実施形態に係る振動素子を示す平面図である。

【図13】本発明の第7実施形態に係る振動素子を示す平面図である。

【図14】本発明の第8実施形態に係る振動素子を示す平面図である。

【図15】本発明の発振器の一例を示す断面図である。

【図16】本発明の電子機器の一例であるモバイル型（またはノート型）のパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。

【図17】本発明の電子機器の一例である携帯電話機（PHSも含む）の構成を示す斜視図である。

【図18】本発明の電子機器の一例であるデジタルスチルカメラの構成を示す斜視図である。

30

【図19】本発明の移動体（自動車）の一例を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本発明の振動素子、振動子、発振器、電子機器および移動体を図面に示す好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0029】

1. 振動子

まず、本発明の振動子（本発明の振動素子を備える振動子）について説明する。

【0030】

<第1実施形態>

40

図1は、本発明の第1実施形態に係る振動子を模式的に示す断面図である。図2は、図1に示す振動子が備える振動素子の平面図である。

【0031】

なお、以下では、説明の便宜上、各図において、互いに直交するX軸、Y軸およびZ軸を図示しており、その図示した各矢印の先端側を「+（プラス）側」、基端側を「-（マイナス）側」とする。また、X軸に平行な方向を「X軸方向」、Y軸に平行な方向を「Y軸方向」、Z軸に平行な方向を「Z軸方向」といい、また、-Z軸方向側（図1中の上側）を「上」、+Z軸方向側（図1中の下側）を「下」ともいう。また、以下の説明では、説明の便宜上、各図に示すX軸、Y軸およびZ軸は、それぞれ、後述する水晶基板3を構成する水晶のX軸（電気軸）、Y軸（機械軸）およびZ軸（光学軸）と一致している。

50

【 0 0 3 2 】

図 1 および図 2 に示す振動子 1 は、振動素子 2 と、振動素子 2 を収納するパッケージ 9 と、を有している。

【 0 0 3 3 】

(パッケージ)

図 1 に示すパッケージ 9 は、上面に開放する凹部 9 1 1 を有する箱状のベース 9 1 と、凹部 9 1 1 の開口を塞ぐようにベース 9 1 に接合されている板状のリッド 9 2 とを有している。このようなパッケージ 9 は、凹部 9 1 1 がリッド 9 2 にて塞がれることにより形成された収納空間を有しており、この収納空間に振動素子 2 が気密的に収納されている。また、凹部 9 1 1 には、段差部 9 1 2 が設けられており、振動素子 2 は、例えば、エポキシ系、シリコン系、ビスマレイミド系、アクリル系の樹脂に導電性フィラーを混合した導電性接着剤 1 1 を介して段差部 9 1 2 に固定されている。

10

【 0 0 3 4 】

なお、収納空間内は、減圧（好ましくは真空）状態となってもよいし、窒素、ヘリウム、アルゴン等の不活性ガスが封入されていてもよい。これにより、振動素子 2 の振動特性が向上する。

【 0 0 3 5 】

ベース 9 1 の構成材料としては、特に限定されないが、酸化アルミニウム等の各種セラミックスを用いることができる。また、リッド 9 2 の構成材料としては、特に限定されないが、ベース 9 1 の構成材料と線膨張係数が近似する部材であると良い。例えば、ベース 9 1 の構成材料を前述のようなセラミックスとした場合には、コバルト等の合金とするのが好ましい。なお、ベース 9 1 とリッド 9 2 の接合は、特に限定されず、例えば、接着剤を介して接合してもよいし、シーム溶接等により接合してもよい。

20

【 0 0 3 6 】

また、ベース 9 1 の段差部 9 1 2 には、接続端子 9 5 1、9 6 1 が形成されている。図示しないが、振動素子 2 は、導電性接着剤 1 1 を介して接続端子 9 5 1、9 6 1 と電氣的に接続されている。また、接続端子 9 5 1 は、ベース 9 1 を貫通する貫通電極（図示せず）を介してベース 9 1 の底面に形成された外部端子（図示せず）に電氣的に接続されており、接続端子 9 6 1 は、ベース 9 1 を貫通する貫通電極（図示せず）を介してベース 9 1 の底面に形成された外部端子（図示せず）に電氣的に接続されている。

30

【 0 0 3 7 】

接続端子 9 5 1、9 6 1、貫通電極および外部端子の構成としては、それぞれ、導電性を有していれば、特に限定されないが、例えば、Cr（クロム）、W（タングステン）などのメタライズ層（下地層）に、Ni（ニッケル）、Au（金）、Ag（銀）、Cu（銅）などの各被膜を積層した金属被膜で構成することができる。

【 0 0 3 8 】

(振動素子)

図 2 に示すように、振動素子 2 は、水晶基板 3 と、水晶基板 3 上に形成された電極（図示せず）と、を有している。

【 0 0 3 9 】

水晶基板 3 は、Z カット水晶板で構成されている。これにより、振動素子 2 は、優れた振動特性を発揮することができる。Z カット水晶板とは、水晶の Z 軸（光学軸）を厚さ方向とする水晶基板である。なお、水晶の Z 軸は、水晶基板 3 の厚さ方向と一致しているのが好ましいが、厚さ方向に対して若干（15°未満程度）傾いていてもよい。

40

【 0 0 4 0 】

この水晶基板 3 は、基部 4 と、基部 4 から延出する一対の振動腕 5、6 と、を有している。

【 0 0 4 1 】

基部 4 は、X 軸および Y 軸に平行な平面である X Y 平面に広がり、Z 軸方向を厚さ方向とする板状をなしている。

50

【 0 0 4 2 】

この基部 4 は、Z 軸方向から見た平面視（以下、単に「平面視」という）で、基部 4 の Y 軸方向の途中の部分がくびれた形状をなしている。すなわち、基部 4 は、振動腕 5、6 が延出している第 1 基部 4 1 と、第 1 基部 4 1 に対して振動腕 5、6 とは反対側に設けられた第 2 基部 4 3 と、第 1 基部 4 1 と第 2 基部 4 3 とを連結する連結部 4 2 と、を含んでいる。ここで、第 2 基部 4 3 は、前述した導電性接着剤 1 1 を介してパッケージ 9 の接続端子 9 5 1、9 6 1 に固定されている。連結部 4 2 は、第 1 基部 4 1 よりも X 軸方向に沿った幅が小さい。これにより、基部 4 の Y 軸方向に沿った長さを小さくしつつ、振動漏れを小さくすることができる。

【 0 0 4 3 】

振動腕 5、6 は、X 軸方向に並び、かつ、互いに平行となるように、それぞれ、基部 4 から - Y 軸方向に延出している。これら振動腕 5、6 は、Y 軸方向に延びている腕部 5 0、6 0 と、腕部 5 0、6 0 の先端部に設けられている錘部 5 9、6 9 と、を有する。この錘部 5 9、6 9 は、腕部 5 0、6 0 よりも X 軸方向に沿った幅が広い。これにより、振動腕 5、6 の低周波数化を図ったり、振動腕 5、6 の長手方向での小型化を図ったりすることができる。

【 0 0 4 4 】

錘部 5 9 は、錘部 5 9 の幅方向での両側の側面に設けられている 1 対の突起部 5 9 1、5 9 2 と、錘部 5 9 の先端側の側面に設けられている突起部 5 9 3 と、を有する。同様に、錘部 6 9 は、錘部 6 9 の幅方向での両側の側面に設けられている 1 対の突起部 6 9 1、6 9 2 と、錘部 6 9 の先端側の側面に設けられている突起部 6 9 3 と、を有する。なお、これらの突起部 5 9 1、5 9 2、5 9 3、6 9 1、6 9 2、6 9 3 については、後に詳述する。

【 0 0 4 5 】

振動腕 5 は、X Y 平面で構成された一对の主面に開放して Y 軸方向に延在している 1 対の有底の溝 5 5 を有している。同様に、振動腕 6 は、X Y 平面で構成された一对の主面に開放する Y 軸方向に延在している 1 対の有底の溝 6 5 を有している。このような振動腕 5、6 は、1 対の溝 5 5、6 5 が形成されている部分において略 H 型の横断面形状をなしている。これにより、熱弾性損失を低減することができる。

【 0 0 4 6 】

このような振動腕 5 には、図示しないが、1 対の溝 5 5 の内面に 1 対の第 1 駆動用電極が形成されるとともに、振動腕 5 の幅方向での 1 対の側面に 1 対の第 2 駆動用電極が形成されている。一方、振動腕 6 には、図示しないが、1 対の溝 6 5 の内面に 1 対の第 2 駆動用電極が形成されるとともに、振動腕 6 の幅方向での 1 対の側面に 1 対の第 1 駆動用電極が形成されている。このような第 1 駆動用電極と第 2 駆動用電極との間に交番電圧を印加すると、振動腕 5、6 が互いに接近と離間を繰り返すように面内方向（X Y 平面方向）に所定の周波数で振動する。

【 0 0 4 7 】

第 1 駆動用電極および第 2 駆動用電極の構成材料としては、それぞれ、特に限定されないが、例えば、金（A u）、金合金、白金（P t）、アルミニウム（A l）、アルミニウム合金、銀（A g）、銀合金、クロム（C r）、クロム合金、ニッケル（N i）、銅（C u）、モリブデン（M o）、ニオブ（N b）、タングステン（W）、鉄（F e）、チタン（T i）、コバルト（C o）、亜鉛（Z n）、ジルコニウム（Z r）等の金属材料、酸化インジウムスズ（I T O）等の導電材料により形成することができる。

以上、振動子 1 の構成を簡単に説明した。

【 0 0 4 8 】

このような振動子 1 は、前述したように、振動素子 2 と、振動素子 2 を収納しているパッケージ 9 と、を備える。そして、前述したように、錘部 5 9、6 9 が突起部 5 9 1 ~ 5 9 3 および 6 9 1 ~ 6 9 3 を有することにより、衝撃や過励振等により振動腕 5、6 が変位した際、振動腕 5、6 の表面に設けられている電極膜（図示せず）が他の物体（例えば

10

20

30

40

50

パッケージ 9) に接触しても、当該電極膜の損傷を低減することができる。よって、優れた信頼性を有する振動子 1 を提供することができる。

【0049】

(突起部)

以下、振動素子 2 の特徴的部分である突起部 591 ~ 593、691 ~ 693 およびこれに関連する事項について詳述する。なお、以下では、突起部 591 ~ 593 について代表的に説明し、突起部 691 ~ 693 については、突起部 591 ~ 593 と同様であるため、その説明を省略する。

【0050】

図 3 は、図 2 に示す振動素子の錘部を説明する拡大平面図である。図 4 は、図 3 中の A - A 線断面図である。図 5 は、図 3 中の B - B 線断面図である。

10

【0051】

図 3 に示すように、錘部 59 の + X 軸方向側の側面には、突起部 591 が突出して設けられ、一方、錘部 59 の - X 軸方向側の側面には、突起部 592 が突出して設けられている。

【0052】

突起部 591、592 は、錘部 59 の基端部、すなわち、+ Y 軸方向側の端部に設けられている。突起部 591 は、例えば、振動腕 5 が衝撃や過励振等により + X 軸方向に通常の振幅幅を超えて過大变位した際、他の物体である前述したパッケージ 9 に対して、振動腕 5 の他の部分よりも優先的に接近する。突起部 592 は、例えば、振動腕 5 が衝撃や過励振等により - X 軸方向に通常の振幅幅を超えて過大变位した際、他の物体である振動腕 6 に対して、振動腕 5 の他の部分よりも優先的に接近する。このとき、突起部 592 は、振動腕 6 の突起部 692 に接近する。

20

【0053】

また、突起部 591、592 は、例えば、振動腕 5 が衝撃等により擦れながら Z 軸方向に過大变位した際、他の物体であるパッケージ 9 に対して、振動腕 5 の他の部分よりも優先的に接近する。

【0054】

また、錘部 59 の先端側である - Y 軸方向側の側面には、突起部 593 が突出して設けられている。突起部 593 は、錘部 59 の幅方向 (X 軸方向) での中央部に設けられている。これにより、例えば、振動腕 5 が屈曲振動した際に随伴する、微小な擦れ変形による振動バランスの崩れが増大する可能性を低減することができる。突起部 593 は、例えば、振動腕 5 が衝撃等により Z 軸方向に過大变位した際、他の物体であるパッケージ 9 に対して、振動腕 5 の他の部分よりも優先的に接近する。

30

【0055】

図 4 に示すように、突起部 591 は、振動腕 5 の表裏関係にある 1 対の主面 51、52 間にある側面 53 の + X 軸方向側の側面 531 が先端面を構成している。一方、突起部 592 は、側面 53 の - X 軸方向側の側面 532 が先端面を構成している。また、図 5 に示すように、突起部 593 は、側面 53 の - Y 軸方向側の側面 533 が先端面を構成している。これらの側面 531、532、533 は、それぞれ、水晶の結晶面に沿った形状となっている。

40

【0056】

すなわち、図 4 に示すように、側面 531 は、X 軸および Z 軸に平行な断面において、主面 51 から主面 52 へ向けて、Z 軸方向に沿って延びている。側面 532 は、X 軸および Z 軸に平行な断面において、主面 51 から主面 52 に向けて、- X 軸方向に傾斜しながら Z 軸方向に延びた後に + X 軸方向に傾斜しながら Z 軸方向に延びている。図 5 に示すように、側面 533 は、Y 軸および Z 軸に平行な断面において、主面 51 から主面 52 に向けて、+ Y 軸方向に傾斜しながら Z 軸方向に延びている。なお、前述した側面 533 の傾斜は、水晶基板 3 のカット角によるものであり、水晶基板 3 のカット角によっては、側面 533 は、Y 軸および Z 軸に平行な断面において、主面 51 から主面 52 に向けて、Z 軸

50

方向に沿って延びていてもよい。このような側面 5 3 1 ~ 5 3 3 は、水晶基板 3 をウエットエッチングにより形成する際、そのエッチング時間を調整することで形成することができる。

【0057】

このような側面 5 3 1 を有する突起部 5 9 1 では、主面 5 1 と側面 5 3 1 との接続部および主面 5 2 と側面 5 3 1 との接続部がそれぞれ直角の角部を形成している。一方、側面 5 3 2 を有する突起部 5 9 2 では、主面 5 1 と側面 5 3 2 との接続部および主面 5 2 と側面 5 3 2 との接続部がそれぞれ鈍角の角部を形成している。また、側面 5 3 3 を有する突起部 5 9 3 では、主面 5 2 と側面 5 3 3 との接続部が鈍角の角部を形成している。このような鈍角の角部を形成することで、角部の機械的強度を高めることができる。

10

【0058】

また、側面 5 3 2 は、- X 軸方向側に向けて尖った形状である。これにより、振動腕 5 の - X 軸方向側にある他の部材、すなわち、振動腕 6 に対して、側面 5 3 2 の接触面積を低減することができる。ここで、図示しないが、振動腕 6 の突起部 6 9 1 は、振動腕 5 の突起部 5 9 2 の側面 5 3 2 と同様の形状の側面を有する。また、振動腕 6 の突起部 6 9 2 は、振動腕 5 の突起部 5 9 1 の側面 5 3 1 と同様の形状の側面を有する。

【0059】

このような突起部 5 9 1 ~ 5 9 3 が形成されている錘部 5 9 の表面には、図 4 および図 5 に示すように、電極膜 8 1 が形成されている。この電極膜 8 1 は、錘部 5 9 の表面のほぼ全域を覆って設けられている。また、電極膜 8 1 は、複数の第 1 駆動用電極間または複数の第 2 駆動用電極間を電氣的に接続する配線として用いることができる。また、電極膜 8 1 は、第 1 駆動用電極および第 2 駆動用電極と同様の材料で構成され、第 1 駆動用電極および第 2 駆動用電極と一括して成膜により形成される。

20

【0060】

このような電極膜 8 1 上には、絶縁膜 8 2 が形成されている。この絶縁膜 8 2 は、例えば、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜等である。なお、絶縁膜 8 2 の構成材料は、絶縁性を有していればよく、シリコン酸化物、シリコン窒化物に限定されない。また、この絶縁膜 8 2 は、少なくとも電極膜 8 1 の突起部 5 9 1 ~ 5 9 3 上の部分を覆っている。

【0061】

以上のような構成を有する振動素子 2 は、基部 4 と、基部 4 から延出されている振動腕 5、6 と、振動腕 5、6 の表面に設けられている電極膜 8 1 と、を備える。そして、振動腕 5、6 は、振動腕 5、6 の先端側に設けられ、振動腕 5、6 の基端部よりも幅の広い錘部 5 9、6 9 を有する。また、錘部 5 9、6 9 は、錘部 5 9、6 9 の側面から突出している突起部 5 9 1 ~ 5 9 3、6 9 1 ~ 6 9 3 を有する。さらに、電極膜 8 1 は、突起部 5 9 1 ~ 5 9 3、6 9 1 ~ 6 9 3 の表面に設けられている部分を有する。

30

【0062】

このような振動素子 2 によれば、振動腕 5、6 の先端側に設けられている錘部 5 9、6 9 に突起部 5 9 1 ~ 5 9 3、6 9 1 ~ 6 9 3 を設けることにより、衝撃や過励振等により振動腕 5、6 が過大变位した際、振動腕 5、6 の突起部 5 9 1 ~ 5 9 3、6 9 1 ~ 6 9 3 以外の部分が他の物体（例えば、パッケージ 9、振動腕 5 に対しては振動腕 6、振動腕 6 に対しては振動腕 5）に衝突することを低減し、その結果、電極膜 8 1 が他の物体に広範囲にわたって衝突することを低減することができる。また、電極膜 8 1 の突起部 5 9 1 ~ 5 9 3、6 9 1 ~ 6 9 3 上の部分が当該他の物体に衝突したとしても、その際の電極膜 8 1 と当該他の物体との接触面積を小さくすることができる。そのため、電極膜 8 1 の損傷を低減することができる。

40

【0063】

ここで、振動素子 2 は、錘部 5 9、6 9 の先端に向けて突出している突起部 5 9 3、6 9 3 を備える。これにより、振動腕 5、6 の先端が他の物体に衝突しやすい構成において、電極膜 8 1 の損傷を効果的に低減することができる。また、振動腕 5、6 の振動バランスを取りやすいという利点もある。

50

【0064】

また、振動腕5の延出方向（Y軸方向）に沿った錘部59の長さを L_1 とし、振動腕5の幅方向（X軸方向）に沿った錘部59の長さを W_1 とし、錘部59の先端に向けて突出した突起部593の突出長さを L_b とし、錘部59の先端に向けて突出した突起部593の幅を W_b としたとき、 $0 < L_b / L_1 < 0.2$ の関係、および、 $0 < W_b / W_1 < 1.0$ の関係をそれぞれ満たすことが好ましい。これにより、突起部593の機械的強度を優れたものとしつつ、振動腕5の振動バランスを取りやすくすることができる。

【0065】

さらに、 $0.01 < L_b / L_1 < 0.1$ の関係を満たすことがより好ましく、 $0.01 < L_b / L_1 < 0.05$ の関係を満たすことがさらに好ましい。これにより、錘部59の設置に必要なスペースを大きくしなくても、錘部59の質量効果を大きく損ねることを低減することができる。

10

【0066】

また、 $0.3 < W_b / W_1 < 1.0$ の関係を満たすことがより好ましく、 $0.3 < W_b / W_1 < 0.7$ の関係を満たすことがさらに好ましい。これにより、錘部59の質量効果を大きく損ねずに、突起部593を設けることによる振動腕5の共振周波数変動量を抑圧することができる。

【0067】

さらに、突起部593の幅 W_b は、振動腕5の腕部50の幅 W に対して大きくても小さくてもよいが、小さい場合、突起部593を設けることによる振動腕5の共振周波数変動量を抑圧することができ、一方、大きい場合、錘部59の質量効果を大きく損ねることを低減することができる。

20

【0068】

また、振動素子2は、錘部59、69の幅方向での両側の側面から突出している突起部591、592、691、692を備える。これにより、錘部59、69の幅方向での端が他の物体に衝突しやすい構成において、電極膜81の損傷を効果的に低減することができる。また、本実施形態では、錘部59の幅方向での両側の側面から突起部591、592が突出しているため、振動腕5の振動バランスを優れたものとし、その結果、振動漏れを小さくすることができる。同様に、振動腕6も突起部691、692により振動バランスを優れたものとすることができる。なお、突起部591、592のうち的一方、または突起部691、692のうち的一方を省略してもよい。

30

【0069】

さらに、振動腕5の延出方向に沿った錘部59の長さを L_1 とし、振動腕5の幅方向に沿った錘部59の長さを W_1 とし、錘部59の幅方向での両側の側面から突出した突起部591、592のそれぞれの突出長さを L_a とし、錘部59の幅方向での両側の側面から突出した突起部591、592のそれぞれの幅を W_a としたとき、 $0 < L_a / W_1 < 0.2$ の関係、および、 $0 < W_a / L_1 < 0.5$ の関係をそれぞれ満たすことが好ましい。これにより、突起部591、592の機械的強度を優れたものとしつつ、錘部59の質量効果を大きく損ねることを低減することができる。

【0070】

また、 $0.01 < L_a / W_1 < 0.1$ の関係を満たすことがより好ましく、 $0.01 < L_a / W_1 < 0.05$ の関係を満たすことがさらに好ましい。これにより、錘部59の質量効果を大きく損ねることを低減することができる。

40

【0071】

さらに、 $0.01 < W_a / L_1 < 0.3$ の関係を満たすことがより好ましく、 $0.05 < W_a / L_1 < 0.1$ の関係を満たすことがさらに好ましい。これにより、突起部591、592の他の物体に衝突する面積を小さくするとともに、突起部591、592を設けることによる振動腕5の共振周波数変動量を抑圧することができる。

【0072】

なお、以上のような突起部591～593の突出量および幅の関係は、突起部691～

50

693の突出量および幅の関係についても、同様である。

【0073】

また、振動素子2は、電極膜81の突起部591～593、691～693の表面に設けられている部分上に設けられている部分を有する絶縁膜82を備える。これにより、電極膜81が他の物体に直接接触することを防止または低減することができる。そのため、電極膜81の損傷を効果的に低減することができる。また、不本意な短絡を低減することもできる。

【0074】

また、振動腕5、6のY軸方向に沿った全体の長さをLとし、錘部59、69のY軸方向に沿った長さをL1としたとき、 $L1/L$ が10%以上40%以下であることが好ましい。これにより、振動腕5、6の長さを増大させることなく、振動腕5、6の強度およびQ値をより効率的に高めることができる。

10

【0075】

(変形例)

図6は、図1に示す振動素子の錘部の第1変形例を説明する拡大平面図である。図7は、図1に示す振動素子の錘部の第2変形例を説明する拡大平面図である。

【0076】

前述した実施形態では、突起部591～593、691～693は、それぞれ、Z軸方向から見たとき、幅が一定であるが、図6に示す第1変形例、または、図7に示す第2変形例のように、幅が先端部に向かうに従い狭くなっていてもよい。

20

【0077】

図6に示す第1変形例に係る振動腕5Aの先端部には、突起部591A、592A、593Aを有する錘部59Aが設けられている。各突起部591A、592A、593Aは、それぞれ、Z軸方向から見たときの外周縁が曲線的になっている。

【0078】

図7に示す第2変形例に係る振動腕5Bの先端部には、突起部591B、592B、593Bを有する錘部59Bが設けられている。各突起部591B、592B、593Bは、それぞれ、Z軸方向から見たときの外周縁がX軸方向に対して傾斜した部分を有する。

【0079】

このように、突起部591Aは、突起部591Aの先端部に向かうに従い幅が狭くなっている形状である。これにより、電極膜の突起部591A上の部分が他の物体に衝突しても、電極膜と当該他の物体との接触面積を効果的に小さくすることができる。突起部592A、593A、591B、592B、593Bについても、それぞれ、突起部591Aと同様に、電極膜と当該他の物体との接触面積を効果的に小さくすることができる。

30

【0080】

<第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態について説明する。

【0081】

図8は、本発明の第2実施形態に係る振動素子を示す平面図である。

なお、以下の説明では、本実施形態に関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。なお、図8において、前述した実施形態と同様の構成に関しては、同一符号を付している。

40

【0082】

図8に示す振動素子2Cは、前述した第1実施形態の突起部593、693を省略した以外は同様に構成されている水晶基板3Cを備える。この水晶基板3Cは、錘部59Cが設けられている振動腕5Cと、錘部69Cが設けられている振動腕6Cと、を有する。錘部59Cは、前述した第1実施形態の突起部593を省略した以外は、第1実施形態の錘部59と同様である。錘部69Cは、前述した第1実施形態の突起部693を省略した以外は、第1実施形態の錘部69と同様である。

以上説明したような第2実施形態によっても、電極膜の損傷を低減することができる。

50

【0083】

< 第3実施形態 >

次に、本発明の第3実施形態について説明する。

図9は、本発明の第3実施形態に係る振動素子を示す平面図である。

【0084】

なお、以下の説明では、本実施形態に関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。なお、図9において、前述した実施形態と同様の構成に関しては、同一符号を付している。

【0085】

図9に示す振動素子2Dは、水晶基板3Dを備え、この水晶基板3Dは、基部4Dと、基部4Dから延出している1対の振動腕5C、6Cと、を有する。基部4Dは、振動腕5C、6Cが延出している第1基部41Dと、第1基部41Dに対して振動腕5C、6Cとは反対側に設けられた部分を有する第2基部43Dと、第1基部41Dと第2基部43Dとを連結する連結部42Dと、を含んでいる。

10

【0086】

第2基部43Dは、連結部42Dから+X軸方向および-X軸方向に分岐して延出する連結腕431と、連結腕431の両側の先端部から-Y軸方向に延出する保持腕432、433と、保持腕432、433の先端部に設けられているストッパ部434、435と、を有している。

【0087】

保持腕432、433は、複数の導電性接着剤11Dを介して、図示しないパッケージに固定されている。

20

【0088】

ストッパ部434は、突起部591に対向して配置されている。このストッパ部434は、非駆動時に突起部591に対して離間しているが、衝撃や過励振等により振動腕5Cが+X軸方向に変位した際に、突起部591に接触する。同様に、ストッパ部435は、非駆動時に離間した状態で、突起部691に対向して配置されている。

【0089】

このように、振動素子2Dは、外部から印加された交番電圧によって生じる振動腕5C、6Cの振動の振幅範囲外において、突起部591、691に非接触で対向しているストッパ部434、435を備える。これにより、電極膜の突起部591、691上の部分以外の部分が他の物体に衝突することを効果的に低減することができる。また、衝撃や過励振等による振動腕5C、6Cの過大な変位を低減することができる。

30

以上説明したような第3実施形態によっても、電極膜の損傷を低減することができる。

【0090】

< 第4実施形態 >

次に、本発明の第4実施形態について説明する。

図10は、本発明の第4実施形態に係る振動素子を示す平面図である。

【0091】

なお、以下の説明では、本実施形態に関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。なお、図10において、前述した実施形態と同様の構成に関しては、同一符号を付している。

40

【0092】

図10に示す振動素子2Eは、第3実施形態の突起部592、692を省略するとともに、突起部591、691に代えて突起部591E、691Eを有する以外は第3実施形態の水晶基板3Dと同様に構成された水晶基板3Eを備える。この水晶基板3Eは、基部4Dから延出している1対の振動腕5E、6Eを有する。振動腕5Eは、ストッパ部434側に突起部591Eが設けられた錘部59Eを有する。同様に、振動腕6Eは、ストッパ部435側に突起部691Eが設けられた錘部69Eを有する。

以上説明したような第4実施形態によっても、電極膜の損傷を低減することができる。

50

【 0 0 9 3 】

< 第 5 実施形態 >

次に、本発明の第 5 実施形態について説明する。

図 1 1 は、本発明の第 5 実施形態に係る振動素子を示す平面図である。

【 0 0 9 4 】

なお、以下の説明では、本実施形態に関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。なお、図 1 1 において、前述した実施形態と同様の構成に関しては、同一符号を付している。

【 0 0 9 5 】

図 1 1 に示す振動素子 2 F は、第 3 実施形態のストッパ部 4 3 4、4 3 5 を省略するとともに突起部 5 9 1、5 9 2、6 9 1、6 9 2 に代えて突起部 5 9 3、6 9 3 を設けた以外は第 3 実施形態の水晶基板 3 D と同様に構成された水晶基板 3 F を備える。この水晶基板 3 F は、基部 4 F と、基部 4 F から延出している 1 対の振動腕 5 F、6 F を有する。

10

【 0 0 9 6 】

基部 4 F は、振動腕 5 F、6 F が延出している第 1 基部 4 1 D と、第 1 基部 4 1 D に対して振動腕 5 F、6 F とは反対側に設けられた部分を有する第 2 基部 4 3 F と、第 1 基部 4 1 D と第 2 基部 4 3 F とを連結する連結部 4 2 D と、を含んでいる。

【 0 0 9 7 】

振動腕 5 F は、前述した第 1 実施形態の突起部 5 9 1、5 9 2 を省略した以外は、第 1 実施形態の錘部 5 9 と同様の錘部 5 9 F を有する。同様に、振動腕 6 F は、前述した第 1 実施形態の突起部 6 9 1、6 9 2 を省略した以外は、第 1 実施形態の錘部 6 9 と同様の錘部 6 9 F を有する。

20

以上説明したような第 5 実施形態によっても、電極膜の損傷を低減することができる。

【 0 0 9 8 】

< 第 6 実施形態 >

次に、本発明の第 6 実施形態について説明する。

図 1 2 は、本発明の第 6 実施形態に係る振動素子を示す平面図である。

【 0 0 9 9 】

なお、以下の説明では、本実施形態に関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。なお、図 1 2 において、前述した実施形態と同様の構成に関しては、同一符号を付している。

30

【 0 1 0 0 】

図 1 2 に示す振動素子 2 G は、水晶基板 3 G を備え、この水晶基板 3 G は、基部 4 G と、基部 4 G から延出している 1 対の振動腕 5 G、6 G と、を有する。

【 0 1 0 1 】

基部 4 G は、2 つの導電性接着剤 1 1 G を介して、図示しないパッケージに固定されている。また、基部 4 G は、X 軸方向に沿った幅が基部 4 G の中央部から離れるに従って漸減している。これにより、基部 4 G の Y 軸方向に沿った長さを短くしても、1 対の振動腕 5 G、6 G の互いに接近または離間する屈曲振動に伴う基部 4 G の変形を抑制し、基部 4 G から外部への振動漏れを抑制することができる。

40

【 0 1 0 2 】

振動腕 5 G、6 G は、基部 4 G から延出している腕部 5 0、6 0 と、腕部 5 0、6 0 の先端部に設けられている錘部 5 9 G、6 9 G と、を有する。錘部 5 9 G の X 軸方向での長さが Y 軸方向での長さよりも長い。同様に、錘部 6 9 G の X 軸方向での長さが Y 軸方向での長さよりも長い。

【 0 1 0 3 】

そして、錘部 5 9 G の錘部 6 9 G 側の側面には、突起部 5 9 2 が設けられている。一方、錘部 6 9 G の錘部 5 9 G 側の側面には、突起部 6 9 2 が設けられている。

以上説明したような第 6 実施形態によっても、電極膜の損傷を低減することができる。

【 0 1 0 4 】

50

< 第 7 実施形態 >

次に、本発明の第 7 実施形態について説明する。

図 1 3 は、本発明の第 7 実施形態に係る振動素子を示す平面図である。

【 0 1 0 5 】

なお、以下の説明では、本実施形態に関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。なお、図 1 3 において、前述した実施形態と同様の構成に関しては、同一符号を付している。

【 0 1 0 6 】

図 1 3 に示す振動素子 2 H は、水晶基板 3 H を備え、この水晶基板 3 H は、基部 4 H と、基部 4 H から延出している 1 対の振動腕 5 H、6 H と、を有する。

10

【 0 1 0 7 】

基部 4 H は、振動腕 5 H、6 H が延出している第 1 基部 4 1 H と、第 1 基部 4 1 H から振動腕 5 H、6 H 間に延出している固定部 4 4 と、を有する。固定部 4 4 は、2 つの導電性接着剤 1 1 H を介して、図示しないパッケージに固定されている。

【 0 1 0 8 】

振動腕 5 H、6 H は、第 1 基部 4 1 H から延出している腕部 5 0、6 0 と、腕部 5 0、6 0 の先端部に設けられている錘部 5 9 H、6 9 H と、を有する。錘部 5 9 H の X 軸方向での両端の側面には、突起部 5 9 1、5 9 2 が設けられている。同様に、錘部 6 9 H の X 軸方向での両端の側面には、突起部 6 9 1、6 9 2 が設けられている。

以上説明したような第 7 実施形態によっても、電極膜の損傷を低減することができる。

20

【 0 1 0 9 】

< 第 8 実施形態 >

次に、本発明の第 8 実施形態について説明する。

図 1 4 は、本発明の第 8 実施形態に係る振動素子を示す平面図である。

【 0 1 1 0 】

なお、以下の説明では、本実施形態に関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。なお、図 1 4 において、前述した実施形態と同様の構成に関しては、同一符号を付している。

【 0 1 1 1 】

図 1 4 に示す振動素子 2 I は、水晶基板 3 I を備え、この水晶基板 3 I は、基部 4 I と、基部 4 I から延出している 1 対の振動腕 5 I、6 I と、を有する。

30

【 0 1 1 2 】

基部 4 I は、振動腕 5 I、6 I が延出している第 1 基部 4 1 I と、第 1 基部 4 1 I から振動腕 5 I、6 I 間に延出している固定部 4 4 I と、を有する。固定部 4 4 I は、2 つの導電性接着剤 1 1 I を介して、図示しないパッケージに固定されている。また、固定部 4 4 I の先端部には、ストッパー部 4 4 1 が設けられている。

【 0 1 1 3 】

振動腕 5 I、6 I は、第 1 基部 4 1 I から延出している腕部 5 0、6 0 と、腕部 5 0、6 0 の先端部に設けられている錘部 5 9 I、6 9 I と、を有する。錘部 5 9 I の X 軸方向での両端の側面には、突起部 5 9 1、5 9 2 が設けられている。同様に、錘部 6 9 I の X 軸方向での両端の側面には、突起部 6 9 1、6 9 2 が設けられている。

40

【 0 1 1 4 】

ここで、突起部 5 9 2 と突起部 6 9 2 との間に、前述したストッパー部 4 4 1 が配置されている。これにより、突起部 5 9 2 と突起部 6 9 2 とが接触することなく、ストッパー部 4 4 1 により振動腕 5、6 の過大な変位を低減することができる。

以上説明したような第 8 実施形態によっても、電極膜の損傷を低減することができる。

【 0 1 1 5 】

2 . 発振器

次いで、本発明の振動素子を用いた発振器（本発明の発振器）について説明する。

図 1 5 は、本発明の発振器の一例を示す断面図である。

50

【0116】

図15に示す発振器10は、振動素子2と、振動素子2を駆動するためのICチップ(チップ部品)12とを有している。なお、振動素子2は、前述した振動素子2C~2Iのいずれであってもよく、以下、振動素子2で代表する。以下、発振器10について、前述した振動素子との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0117】

パッケージ9は、凹部911を有する箱状のベース91と、凹部911の開口を塞ぐ板状のリッド92とを有している。

ベース91の凹部911には、段差部912が設けられている。

【0118】

段差部912には、接続端子(図示せず)が形成されている。また、凹部911の底面(段差部912よりも底側の面)には、ICチップ12が配置されている。ICチップ12は、振動素子2の駆動を制御するための駆動回路(発振回路)を有している。ICチップ12によって振動素子2を駆動すると、所定の周波数の信号を取り出すことができる。

【0119】

また、凹部911の底面には、ワイヤーを介してICチップ12と電氣的に接続された複数の内部端子(図示せず)が形成されている。これら複数の内部端子には、ベース91に形成された図示しないビアを介してパッケージ9の底面に形成された外部端子(図示せず)に電氣的に接続された端子と、図示しないビアやワイヤーを介して接続端子(図示せず)に電氣的に接続された端子とが含まれている。

【0120】

なお、図15の構成では、ICチップ12が収納空間内に配置されている構成について説明したが、ICチップ12の配置は、特に限定されず、例えば、パッケージ9の外側(ベースの底面)に配置されていてもよい。

【0121】

以上のような構成の発振器10は、振動素子2と、振動素子2に電氣的に接続されている発振回路と、を備える。これにより、衝撃や過励振等により振動素子2の振動腕が変位した際、振動素子2の電極膜が他の物体に接触しても、電極膜の損傷を低減することができる。よって、優れた信頼性を有する発振器10を提供することができる。

【0122】

3. 電子機器

次いで、本発明の振動素子を用いた電子機器(本発明の電子機器)について、図16~図18に基づき、詳細に説明する。

【0123】

図16は、本発明の電子機器の一例であるモバイル型(またはノート型)のパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。この図において、パーソナルコンピュータ1100は、キーボード1102を備えた本体部1104と、表示部100を備えた表示ユニット1106とにより構成され、表示ユニット1106は、本体部1104に対しヒンジ構造部を介して回動可能に支持されている。このようなパーソナルコンピュータ1100には、フィルター、共振器、基準クロック等として機能する振動素子1(振動素子2)が内蔵されている。

【0124】

図17は、本発明の電子機器の一例である携帯電話機(PHSも含む)の構成を示す斜視図である。この図において、携帯電話機1200は、複数の操作ボタン1202、受話口1204および送話口1206を備え、操作ボタン1202と受話口1204との間には、表示部100が配置されている。このような携帯電話機1200には、フィルター、共振器等として機能する振動素子1(振動素子2)が内蔵されている。

【0125】

図18は、本発明の電子機器の一例であるデジタルスチルカメラの構成を示す斜視図である。なお、この図には、外部機器との接続についても簡易的に示されている。ここで

10

20

30

40

50

、通常のカメラは、被写体の光像により銀塩写真フィルムを感光するのに対し、デジタルスチルカメラ 1300 は、被写体の光像を CCD (Charge Coupled Device) などの撮像素子により光電変換して撮像信号 (画像信号) を生成する。

【0126】

デジタルスチルカメラ 1300 におけるケース (ボディー) 1302 の背面には、表示部 100 が設けられ、CCD による撮像信号に基づいて表示を行う構成になっており、表示部 100 は、被写体を電子画像として表示するファインダーとして機能する。また、ケース 1302 の正面側 (図中裏面側) には、光学レンズ (撮像光学系) や CCD などを含む受光ユニット 1304 が設けられている。

【0127】

撮影者が表示部 100 に表示された被写体像を確認し、シャッターボタン 1306 を押下すると、その時点における CCD の撮像信号が、メモリー 1308 に転送・格納される。また、このデジタルスチルカメラ 1300 においては、ケース 1302 の側面に、ビデオ信号出力端子 1312 と、データ通信用の入出力端子 1314 とが設けられている。そして、図示されるように、ビデオ信号出力端子 1312 にはテレビモニター 1430 が、データ通信用の入出力端子 1314 にはパーソナルコンピューター 1440 が、それぞれ必要に応じて接続される。さらに、所定の操作により、メモリー 1308 に格納された撮像信号が、テレビモニター 1430 や、パーソナルコンピューター 1440 に出力される構成になっている。このようなデジタルスチルカメラ 1300 には、フィルター、共振器等として機能する振動子 1 (振動素子 2) が内蔵されている。

【0128】

以上のような電子機器は、振動素子 2 を備えるため、衝撃や過励振等により振動素子 2 の振動腕が変位した際、振動素子 2 の電極膜が他の物体に接触しても、電極膜の損傷を低減することができる。よって、優れた信頼性を有する電子機器を提供することができる。

【0129】

なお、本発明の振動素子を備える電子機器は、図 16 のパーソナルコンピューター (モバイル型パーソナルコンピューター)、図 17 の携帯電話機、図 18 のデジタルスチルカメラの他にも、例えば、インクジェット式吐出装置 (例えばインクジェットプリンター)、ラップトップ型パーソナルコンピューター、テレビ、ビデオカメラ、ビデオテープレコーダー、カーナビゲーション装置、ページャー、電子手帳 (通信機能付も含む)、電子辞書、電卓、電子ゲーム機器、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニター、電子双眼鏡、POS 端末、医療機器 (例えば電子体温計、血圧計、血糖計、心電図計測装置、超音波診断装置、電子内視鏡)、魚群探知機、各種測定機器、計器類 (例えば、車両、航空機、船舶の計器類)、フライトシミュレーター等に適用することができる。

【0130】

4. 移動体

次いで、本発明の振動素子を用いた移動体 (本発明の移動体) について、図 19 に基づき、詳細に説明する。

【0131】

図 19 は、本発明の移動体 (自動車) の一例を示す斜視図である。この図において、移動体 1500 は、車体 1501 と、4 つの車輪 1502 とを有しており、車体 1501 に設けられた図示しない動力源 (エンジン) によって車輪 1502 を回転させるように構成されている。このような移動体 1500 には、振動子 1 (振動素子 2) が内蔵されている。

【0132】

このような移動体 1500 は、振動素子 2 を備えるため、衝撃や過励振等により振動素子 2 の振動腕が変位した際、振動素子 2 の電極膜が他の物体に接触しても、電極膜の損傷を低減することができる。よって、優れた信頼性を有する移動体 1500 を提供することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 3 】

なお、本発明の振動素子を備える移動体は、自動車に限定されず、例えば、オートバイ、鉄道等の他の車両、航空機、船舶、宇宙船等にも適用可能である。

【 0 1 3 4 】

以上、本発明の振動素子、振動子、発振器、電子機器および移動体について図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、本発明に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。また、各実施形態を適宜組み合わせてもよい。

【 0 1 3 5 】

また、振動子としては、発振器に限定されず、例えば、ジャイロセンサーのようなセンサーにも適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 3 6 】

1 ... 振動子、 2 ... 振動素子、 2 C ... 振動素子、 2 D ... 振動素子、 2 E ... 振動素子、 2 F ... 振動素子、 2 G ... 振動素子、 2 H ... 振動素子、 2 I ... 振動素子、 3 ... 水晶基板、 3 C ... 水晶基板、 3 D ... 水晶基板、 3 E ... 水晶基板、 3 F ... 水晶基板、 3 G ... 水晶基板、 3 H ... 水晶基板、 3 I ... 水晶基板、 4 ... 基部、 4 D ... 基部、 4 F ... 基部、 4 G ... 基部、 4 H ... 基部、 4 I ... 基部、 5 ... 振動腕、 5 A ... 振動腕、 5 B ... 振動腕、 5 C ... 振動腕、 5 E ... 振動腕、 5 F ... 振動腕、 5 G ... 振動腕、 5 H ... 振動腕、 5 I ... 振動腕、 6 ... 振動腕、 6 C ... 振動腕、 6 E ... 振動腕、 6 F ... 振動腕、 6 G ... 振動腕、 6 H ... 振動腕、 6 I ... 振動腕、 9 ... パッケージ、 10 ... 発振器、 11 ... 導電性接着剤、 11 D ... 導電性接着剤、 11 G ... 導電性接着剤、 11 H ... 導電性接着剤、 11 I ... 導電性接着剤、 12 ... ICチップ、 41 ... 第1基部、 41 D ... 第1基部、 41 H ... 第1基部、 41 I ... 第1基部、 42 ... 連結部、 42 D ... 連結部、 43 ... 第2基部、 43 D ... 第2基部、 43 F ... 第2基部、 44 ... 固定部、 44 I ... 固定部、 50 ... 腕部、 51 ... 主面、 52 ... 主面、 53 ... 側面、 55 ... 溝、 59 ... 錘部、 59 A ... 錘部、 59 B ... 錘部、 59 C ... 錘部、 59 E ... 錘部、 59 F ... 錘部、 59 G ... 錘部、 59 H ... 錘部、 59 I ... 錘部、 60 ... 腕部、 65 ... 溝、 69 ... 錘部、 69 C ... 錘部、 69 E ... 錘部、 69 F ... 錘部、 69 G ... 錘部、 69 H ... 錘部、 69 I ... 錘部、 81 ... 電極膜、 82 ... 絶縁膜、 91 ... ベース、 92 ... リッド、 100 ... 表示部、 431 ... 連結腕、 432 ... 保持腕、 433 ... 保持腕、 434 ... ストッパー部、 435 ... ストッパー部、 441 ... ストッパー部、 531 ... 側面、 532 ... 側面、 533 ... 側面、 591 ... 突起部、 591 A ... 突起部、 591 B ... 突起部、 591 E ... 突起部、 592 ... 突起部、 592 A ... 突起部、 592 B ... 突起部、 593 ... 突起部、 593 A ... 突起部、 593 B ... 突起部、 691 ... 突起部、 691 E ... 突起部、 692 ... 突起部、 693 ... 突起部、 911 ... 凹部、 912 ... 段差部、 951 ... 接続端子、 961 ... 接続端子、 1100 ... パーソナルコンピューター、 1102 ... キーボード、 1104 ... 本体部、 1106 ... 表示ユニット、 1200 ... 携帯電話機、 1202 ... 操作ボタン、 1204 ... 受話口、 1206 ... 送話口、 1300 ... デジタルスチルカメラ、 1302 ... ケース、 1304 ... 受光ユニット、 1306 ... シャッターボタン、 1308 ... メモリー、 1312 ... ビデオ信号出力端子、 1314 ... 入出力端子、 1430 ... テレビモニター、 1440 ... パーソナルコンピューター、 1500 ... 移動体、 1501 ... 車体、 1502 ... 車輪

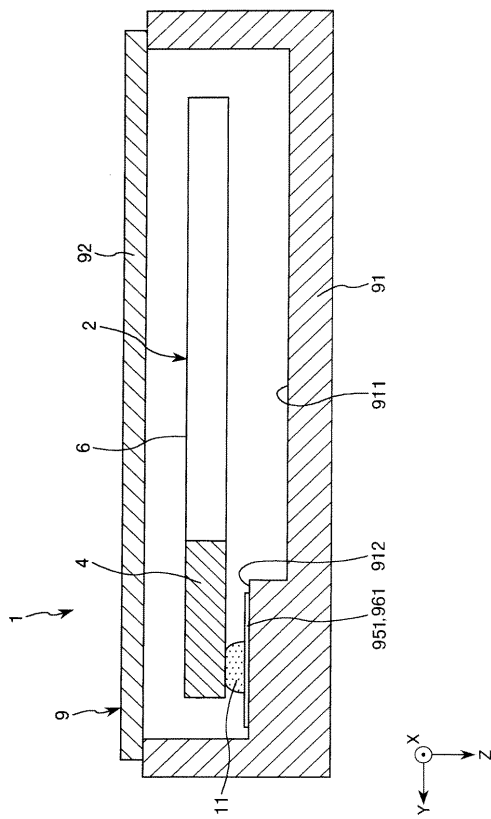
10

20

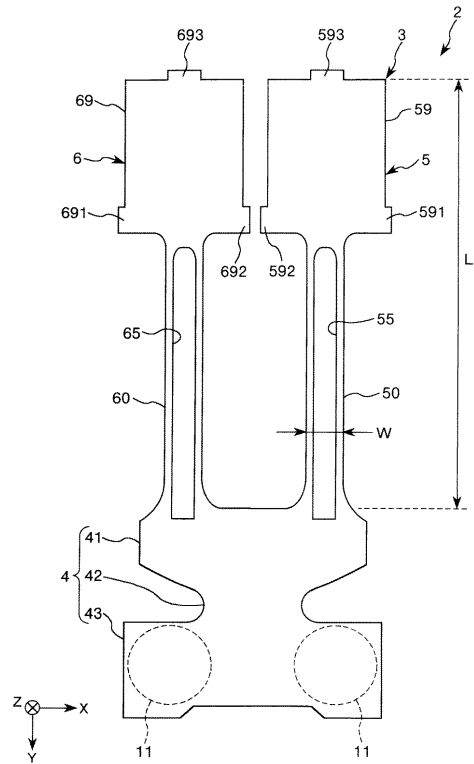
30

40

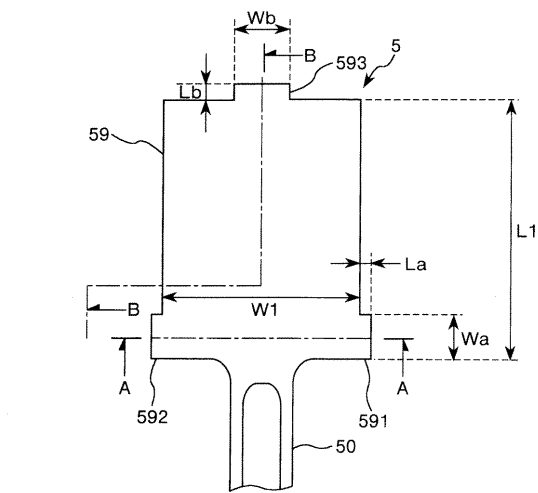
【 図 1 】



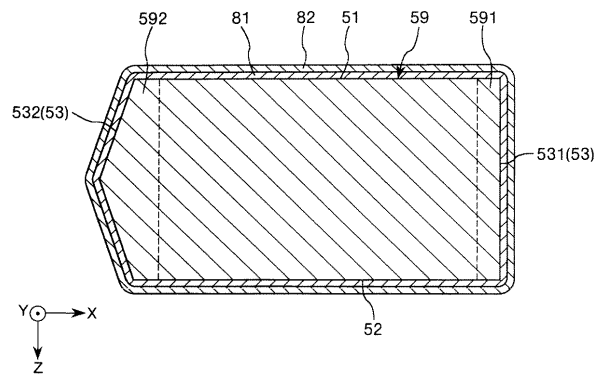
【 図 2 】



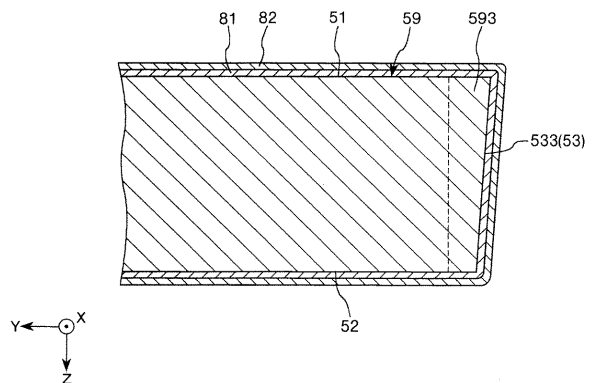
【 図 3 】



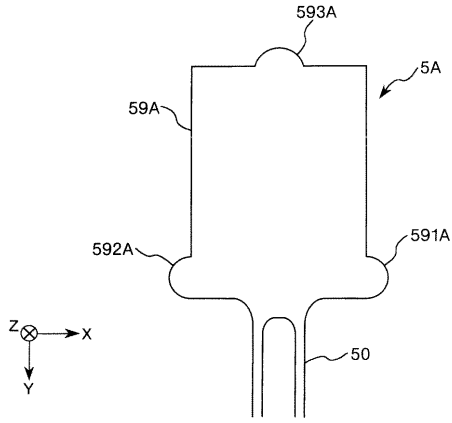
【 図 4 】



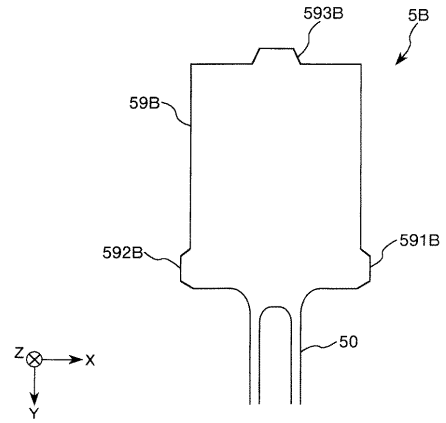
【 図 5 】



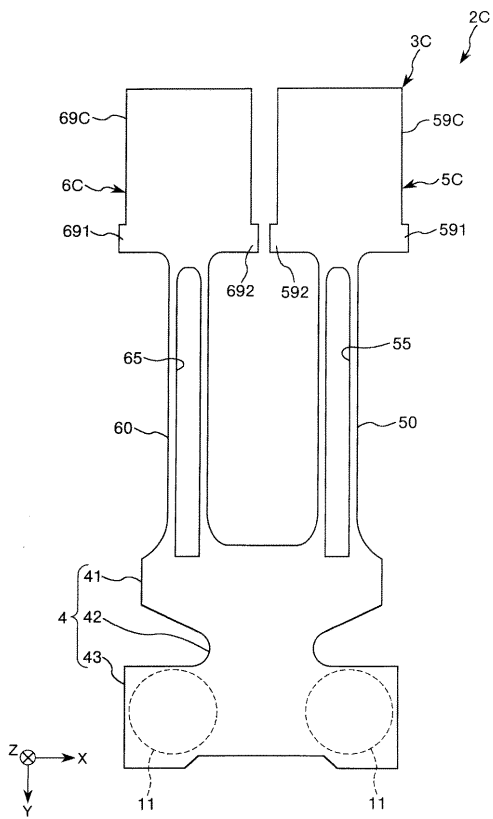
【 図 6 】



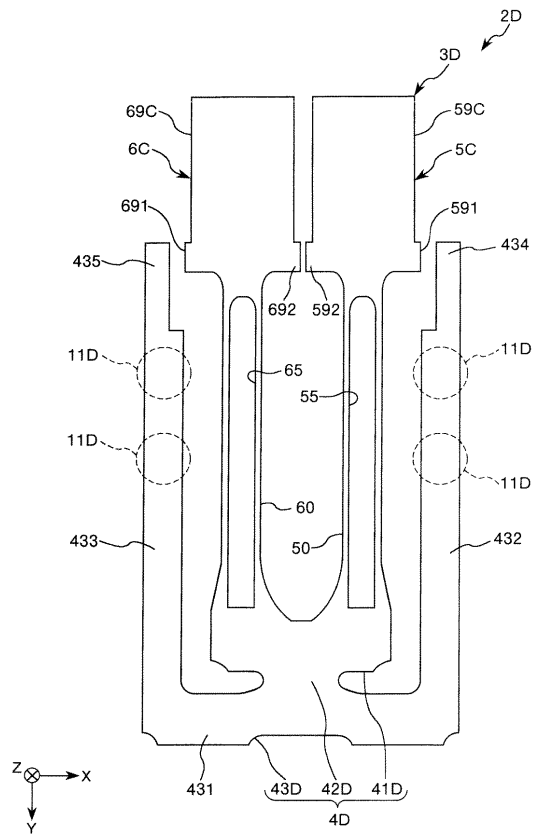
【 図 7 】



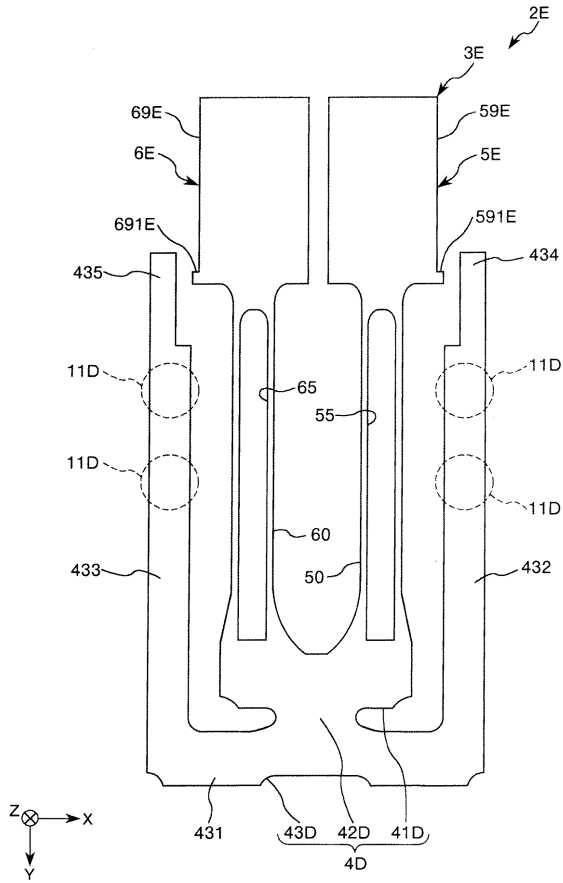
【 図 8 】



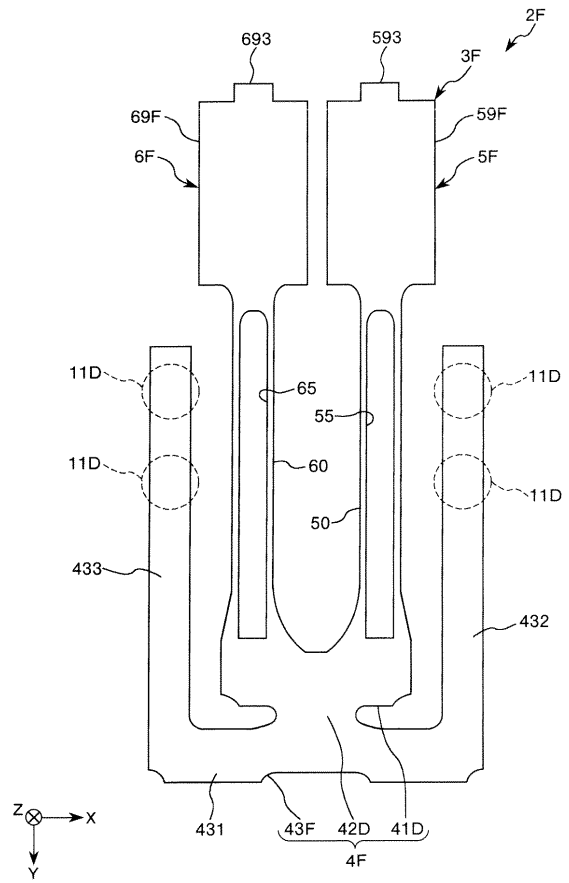
【 図 9 】



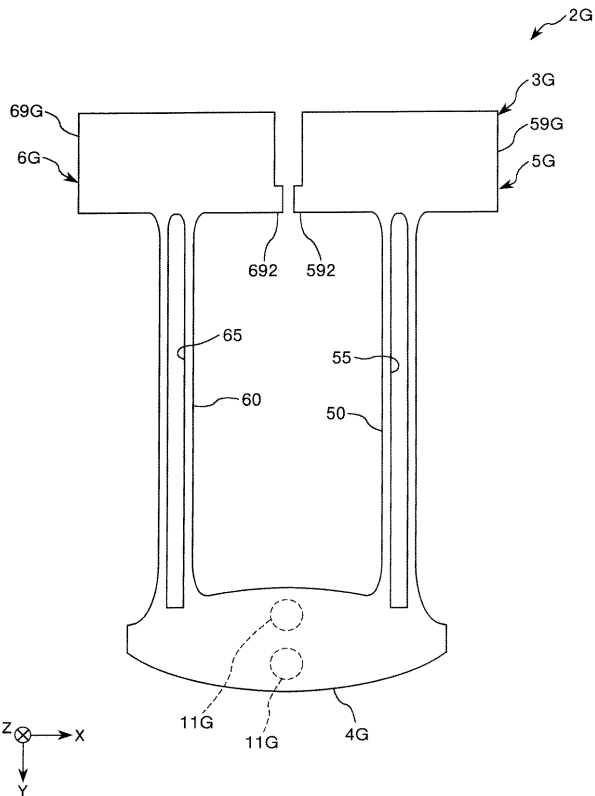
【 図 1 0 】



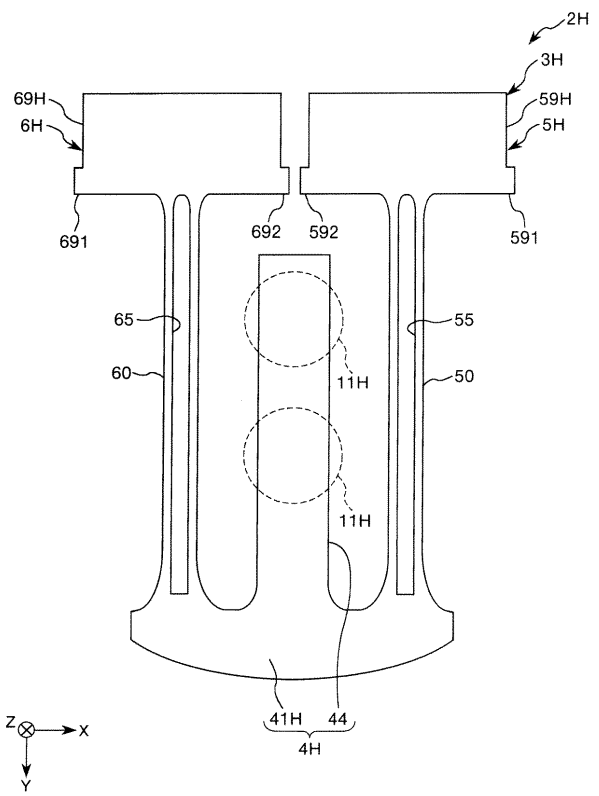
【 図 1 1 】



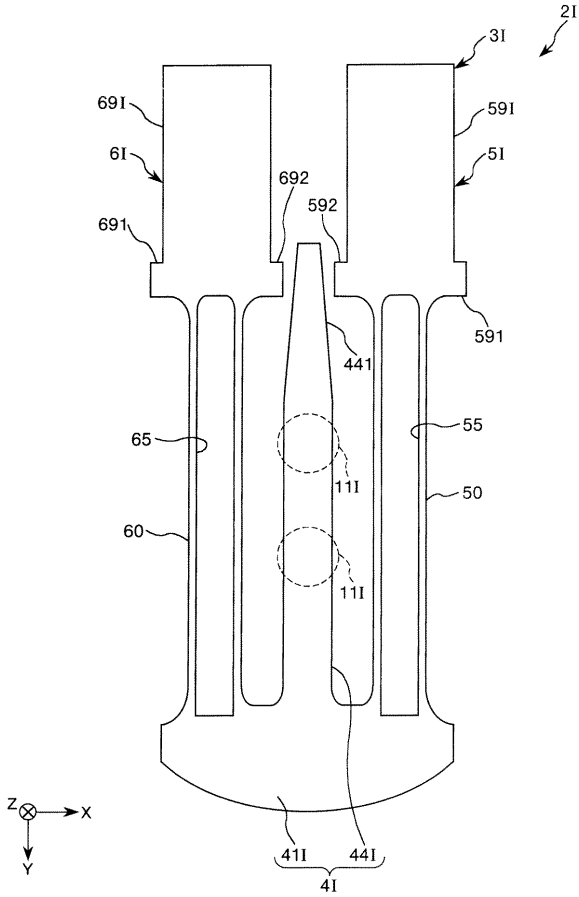
【 図 1 2 】



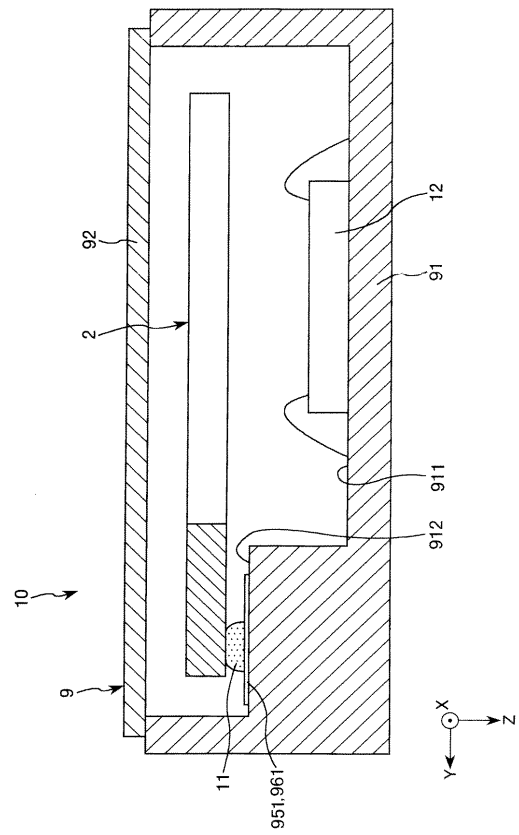
【 図 1 3 】



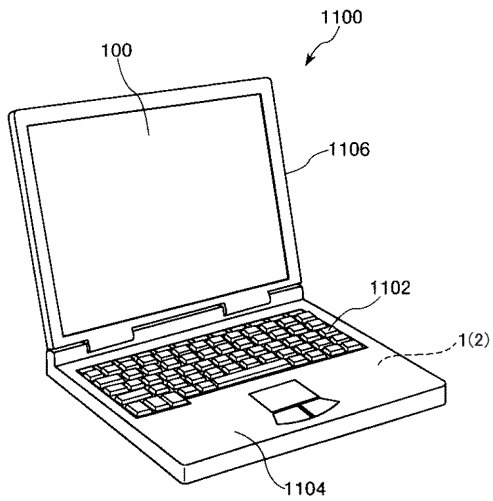
【 図 1 4 】



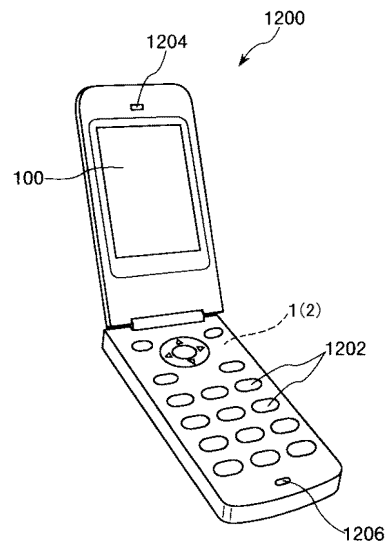
【 図 1 5 】



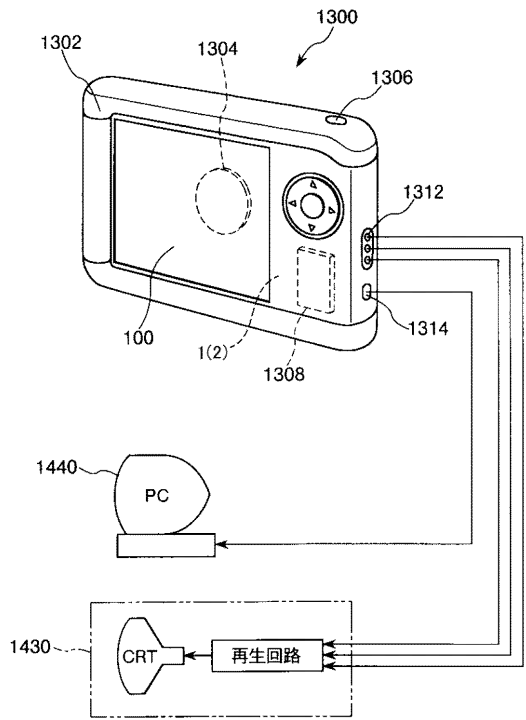
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】

