

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6179104号
(P6179104)

(45) 発行日 平成29年8月16日(2017.8.16)

(24) 登録日 平成29年7月28日(2017.7.28)

(51) Int.Cl.	F 1
HO3H 9/19 (2006.01)	HO3H 9/19 F
HO3H 9/02 (2006.01)	HO3H 9/19 D
HO3B 5/32 (2006.01)	HO3H 9/02 K
HO1L 41/09 (2006.01)	HO3B 5/32 H
HO1L 41/18 (2006.01)	HO1L 41/08 C

請求項の数 11 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-7913 (P2013-7913)
(22) 出願日	平成25年1月18日(2013.1.18)
(65) 公開番号	特開2014-138414 (P2014-138414A)
(43) 公開日	平成26年7月28日(2014.7.28)
審査請求日	平成28年1月15日(2016.1.15)

(73) 特許権者	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	小幡 直久 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

審査官 小林 正明

最終頁に続く

(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) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

厚み滑り振動する振動部を含む第1領域、および前記第1領域よりも厚みが厚い第2領域を含む基板と、

前記振動部の一方の主面に設けられ、前記厚み滑り振動の振動方向に沿っている第1電極外縁および第2電極外縁を含んでいる第1励振電極と、

前記振動部の他方の主面に設けられ、前記振動方向に沿っている第3電極外縁および第4電極外縁を含み、かつ、平面視で前記第1励振電極と重なるように配置されている第2励振電極と、

前記第1励振電極の前記第1電極外縁側から延出して前記第2領域の一方の主面まで引き出されている引出電極と、を含み、

平面視で、前記第1励振電極は、前記第2励振電極の範囲内に配置されており、

平面視で、前記第3電極外縁、前記第1電極外縁、前記第2電極外縁、および前記第4電極外縁はこの順番で並んでおり、かつ、前記第3電極外縁と前記第1電極外縁との距離は、前記第2電極外縁と前記第4電極外縁との距離よりも小さく、

前記基板の平面視にて、前記第1励振電極の面積をS1とし、前記第2励振電極と前記引出電極とが重なる部分の面積をS2としたとき、S2/S1=0.1なる関係を満足することを特徴とする振動素子。

【請求項 2】

前記重なる部分の前記引出電極の延在している方向に沿った長さは、20μm以下である

10

20

る請求項 1 に記載の振動素子。

【請求項 3】

前記基板の厚みを t (mm) 、前記第 1 励振電極の前記振動部の振動方向に沿った長さを a (mm) としたとき、

$-1049t + 57 \leq a/t \leq -64.4t + 57$ なる関係を満足する請求項 1 または 2 に記載の振動素子。

【請求項 4】

前記基板の厚みを t (mm) 、前記第 1 励振電極の前記振動方向に直交する方向に沿った長さを b (mm) としたとき、

$-823t + 42 \leq b/t \leq -120t + 42$ なる関係を満足する請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の振動素子。

【請求項 5】

前記第 1 領域は、前記振動方向に離間し、前記振動方向と交差する第 1 外縁および第 2 外縁と、前記振動方向に直交する方向に離間し、前記振動方向に沿った第 3 外縁および第 4 外縁と、を含み、

前記第 2 領域は、前記第 1 外縁に沿って設けられ、対象物に固定される固定部が設けられている第 1 厚肉部と、前記第 3 外縁に沿って設けられ、かつ、前記第 1 厚肉部と接続されている第 2 厚肉部と、を含む請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の振動素子。

【請求項 6】

前記第 2 外縁および前記第 4 外縁は、それぞれ、前記第 2 領域から露出している請求項 5 に記載の振動素子。

【請求項 7】

前記基板は、水晶の結晶軸である、電気軸としての X 軸、機械軸としての Y 軸、及び光学軸としての Z 軸のうち、前記 X 軸を回転軸として、前記 Z 軸を前記 Y 軸の -Y 方向へ +Z 側が回転するように傾けた軸を Z' 軸、前記 Y 軸を前記 Z 軸の +Z 方向へ +Y 側が回転するように傾けた軸を Y' 軸とし、前記 X 軸及び前記 Z' 軸を含む面を正面とし、前記 Y' 軸に沿った方向を厚みとする水晶板である請求項 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、

前記振動素子を収容するパッケージと、を有す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、

前記振動素子を駆動する発振回路と、を備えていることを特徴とする発振器。

【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てい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てい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】

【0002】

AT カット水晶振動素子は、励振する主振動の振動モードが厚みすべり振動であり、小型化、高周波数化に適し、且つ周波数温度特性が優れた三次曲線を呈するので、圧電発振器、電子機器等の多方面で使用されている。

特許文献 1 には、薄肉の振動部と、振動部の全周に設けられた厚肉部とを有する逆メサ

10

20

30

40

50

構造の A T カット水晶振動素子が開示されている。特許文献 2 の A T カット水晶振動素子は、振動部の両面に設けられた一对の励振電極と各励振電極から延出する一对の引出電極とを有している。振動素子の平面視にて、一对の励振電極は、互いに大きさが異なり、大きい方の励振電極が小さい方の励振電極を内包している。そのため、特許文献 2 の A T カット水晶振動素子は、小さい方の励振電極から延出している引出電極と大きい方の励振電極とが重なる領域を有しており、かつ、この領域の面積が大きい。この領域は、一对の励振電極で挟まれている振動領域とは別の振動領域として機能し、共振周波数近傍の不要なスプリアスを発生させる原因になっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 1 6 5 7 4 3 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 2 - 2 5 3 6 3 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

本発明の目的は、共振周波数近傍の不要なスプリアスの発生を低減することのできる振動素子、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】

【0 0 0 5】

20

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の適用例として実現することが可能である。

【適用例 1】

本発明の振動素子は、厚み滑り振動する振動部を含む第 1 領域、および前記第 1 領域よりも厚みが厚い第 2 領域を含む基板と、

前記振動部の一方の主面に設けられ、前記厚み滑り振動の振動方向に沿っている第 1 電極外縁および第 2 電極外縁を含んでいる第 1 励振電極と、

前記振動部の他方の主面に設けられ、前記振動方向に沿っている第 3 電極外縁および第 4 電極外縁を含み、かつ、平面視で前記第 1 励振電極と重なるように配置されている第 2 励振電極と、

前記第 1 励振電極の前記第 1 電極外縁側から延出して前記第 2 領域の一方の主面まで引き出されている引出電極と、を含み、

平面視で、前記第 1 励振電極は、前記第 2 励振電極の範囲内に配置されており、

平面視で、前記第 3 電極外縁、前記第 1 電極外縁、前記第 2 電極外縁、および前記第 4 電極外縁はこの順番で並んでおり、かつ、前記第 3 電極外縁と前記第 1 電極外縁との距離は、前記第 2 電極外縁と前記第 4 電極外縁との距離よりも小さく、

前記基板の平面視にて、前記第 1 励振電極の面積を S_1 とし、前記第 2 励振電極と前記引出電極とが重なる部分の面積を S_2 としたとき、 $S_2 / S_1 = 0.1$ なる関係を満足することを特徴とする。

これにより、共振周波数近傍の不要なスプリアスの発生を低減することのできる振動素子が得られる。

【0 0 0 6】

40

【適用例 2】

本発明の振動素子では、前記重なる部分の前記引出電極の延在している方向に沿った長さは、 $20 \mu m$ 以下であるのが好ましい。

これにより、引出電極の抵抗を低減することができる。

【0 0 0 7】

【適用例 3】

本発明の振動素子では、前記基板の厚みを t (mm)、前記第 1 励振電極の前記振動部の振動方向に沿った長さを a (mm) としたとき、

50

- 1 0 4 9 t + 5 7 a / t - 6 4 . 4 t + 5 7 なる関係を満足するのが好ましい。
これにより、安定した振動特性が得られる。

[適用例4]

本発明の振動素子では、前記基板の厚みを t (mm)、前記第1励振電極の前記振動方向に直交する方向に沿った長さを b (mm) としたとき、

- 8 2 3 t + 4 2 b / t - 1 2 0 t + 4 2 なる関係を満足するのが好ましい。

これにより、安定した振動特性が得られる。

[0008]

[適用例5]

本発明の振動素子では、前記第1領域は、前記振動方向に離間し、前記振動方向と交差する第1外縁および第2外縁と、前記振動方向に直交する方向に離間し、前記振動方向に沿った第3外縁および第4外縁と、を含み、

10

前記第2領域は、前記第1外縁に沿って設けられ、対象物に固定される固定部が設けられている第1厚肉部と、前記第3外縁に沿って設けられ、かつ、前記第1厚肉部と接続されている第2厚肉部と、を含むのが好ましい。

これにより、振動素子の剛性を高めることができ、振動特性の変化、不要スプリアスの発生を抑制することができる。

[適用例6]

本発明の振動素子では、前記第2外縁および前記第4外縁は、それぞれ、前記第2領域から露出しているのが好ましい。

20

これにより、振動素子の小型化を図ることができる。

[0009]

[適用例7]

本発明の振動素子では、前記基板は、水晶の結晶軸である、電気軸としてのX軸、機械軸としてのY軸、及び光学軸としてのZ軸のうち、前記X軸を回転軸として、前記Z軸を前記Y軸の - Y方向へ + Z側が回転するように傾けた軸を Z' 軸、前記Y軸を前記Z軸の + Z方向へ + Y側が回転するように傾けた軸を Y' 軸とし、前記X軸及び前記 Z' 軸を含む面を主面とし、前記 Y' 軸に沿った方向を厚みとする水晶板であるのが好ましい。

これにより、優れた温度特性を有する振動素子となる。

[0010]

30

[適用例8]

本発明の振動子は、本発明の振動素子と、

前記振動素子を収容するパッケージと、を有することを特徴とする。

これにより、信頼性の高い振動子が得られる。

[適用例9]

本発明の発振器は、本発明の振動素子と、

前記振動素子を駆動する発振回路と、を備えていることを特徴とする。

これにより、信頼性の高い発振器が得られる。

[0011]

[適用例10]

40

本発明の電子機器は、本発明の振動素子を備えていることを特徴とする。

これにより、信頼性の高い電子機器が得られる。

[適用例11]

本発明の移動体は、本発明の振動素子を備えていることを特徴とする。

これにより、信頼性の高い移動体が得られる。

【図面の簡単な説明】

[0012]

【図1】本発明の第1実施形態にかかる振動素子の斜視図である。

【図2】図1に示す振動素子の平面図である。

【図3】ATカット水晶基板と水晶の結晶軸との関係を説明する図である。

50

【図4】図1に示す振動素子を対象物に固定した状態を示す側面図である。

【図5】振動部の厚みと励振電極のサイズとの関係を示すグラフである。

【図6】振動部の厚みと励振電極のサイズとの関係を示すグラフである。

【図7】図1に示す振動素子の変形例を示す斜視図である。

【図8】本発明の第2実施形態にかかる振動素子の平面図である。

【図9】本発明の第3実施形態にかかる振動素子の平面図である。

【図10】本発明の第4実施形態にかかる振動素子の平面図である。

【図11】本発明の第5実施形態にかかる振動素子の斜視図である。

【図12】本発明の振動子の好適な実施形態を示す断面図である。

【図13】本発明の発振器の好適な実施形態を示す断面図である。

10

【図14】本発明の電子機器を適用したモバイル型（またはノート型）のパーソナルコンピューターの構成を示す斜視図である。

【図15】本発明の電子機器を適用した携帯電話機（P H Sも含む）の構成を示す斜視図である。

【図16】本発明の電子機器を適用したデジタルスチルカメラの構成を示す斜視図である。

【図17】本発明の移動体の一例としての自動車を概略的に示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

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。

20

1. 振動素子

まず、本発明の振動素子について説明する。

<第1実施形態>

図1は、本発明の第1実施形態にかかる振動素子の斜視図、図2は、図1に示す振動素子の平面図、図3は、A Tカット水晶基板と水晶の結晶軸との関係を説明する図、図4は、図1に示す振動素子を対象物に固定した状態を示す側面図、図5および図6は、それぞれ、振動部の厚みと励振電極のサイズとの関係を示すグラフ、図7は、図1に示す振動素子の変形例を示す斜視図である。

図1および図2に示すように、振動素子1は、圧電基板（基板）2と、圧電基板2上に形成された電極3とを有している。

30

【0014】

（圧電基板）

圧電基板2は、板状の水晶基板である。ここで、圧電基板2の材料である水晶は、三方晶系に属しており、図3に示すように互いに直交する結晶軸X、Y、Zを有している。X軸、Y軸、Z軸は、それぞれ、電気軸、機械軸、光学軸と呼称される。本実施形態の圧電基板2は、X Z面をX軸の回りに所定の角度回転させた平面に沿って切り出された「回転Yカット水晶基板」であり、たとえば（=35°15'）だけ回転させた平面に沿って切り出された場合の基板は、A Tカット水晶基板という。このような水晶基板を用いることにより優れた温度特性を有する振動素子1となる。

40

【0015】

ただし、圧電基板2としては、厚みすべり振動を励振することができれば、A Tカットの圧電基板に限定されず、例えば、B Tカットの圧電基板を用いてもよい。また、圧電基板2としては、水晶基板の他、例えば、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム等の各種圧電基板を用いてもよい。

なお、以下では、角度に対応してX軸まわりに回転したY軸およびZ軸を、Y'軸およびZ'軸とする。すなわち、圧電基板2は、Y'軸方向に厚みを有し、X Z'面方向に広がりを有する。

【0016】

圧電基板2は、平面視にて、X軸に沿った方向を長辺とし、Z'軸に沿った方向を短辺

50

とする長手形状をなしている。また、圧電基板2は、-X軸方向を先端側とし、+X軸方向を基端側としている。圧電基板2のX軸に沿った方向の最大長さLとし、Z'軸に沿った方向の最大幅をWとしたとき、L/Wとしては、特に限定されないが、例えば、1.1～1.4程度とすることが好ましい。

【0017】

図1および図2に示すように、圧電基板2は、薄肉の振動領域(振動エネルギーが閉じ込められる領域)219を含む振動部(第1領域)21と、振動部21と一体化され、振動領域219よりも厚肉な厚肉部(第2領域)22とを有している。振動部21は、例えば、水晶基板の+Y'軸側の正面にウエットエッチングによって凹陥部を形成することにより形成することができる。

10

【0018】

振動部21は、圧電基板2の中央に対して、-X軸方向側および-Z'軸方向側に片寄っており、その外縁の一部が厚肉部22から露出している。ここで、振動素子1の平面視にて、振動部21の面積は、圧電基板2の面積の1/2以下であるのが好ましい。これにより、振動部21よりも厚肉で、機械的強度が高い厚肉部22を十分広く形成することができるため、振動部21の剛性を十分に確保することができる。そのため、不要スプリアスの発生を効果的に低減することができる。

【0019】

振動部21は、振動素子1の平面視にて、X軸方向(厚み滑り振動の振動方向)に離間し、Z'軸方向(X軸方向と交差する方向)に延在する第1外縁211および第2外縁212と、Z'軸方向に離間し、X軸方向に延在する第3外縁213および第4外縁214とを有している。第1、第2外縁211、212のうち、第1外縁211が+X軸側に位置し、第2外縁212が-X軸側に位置している。また、第3、第4外縁213、214のうち、第3外縁213が+Z'軸側に位置し、第4外縁214が-Z'軸側に位置している。また、第3外縁213が第1、第2外縁211、212の+Z'軸側の端同士を連結しており、第4外縁214が第1、第2外縁211、212の-Z'軸側の端同士を連結している。

20

【0020】

図1に示すように、厚肉部22の表面(+Y'軸方向側の正面)は、振動部21の表面(+Y'軸方向側の正面)よりも+Y'軸方向側へ突出して設けられている。一方、厚肉部22の裏面(-Y'軸方向側の正面)は、振動部21の裏面(-Y'軸方向側の正面)と同一平面上に設けられている。

30

厚肉部22は、第1外縁211に沿って配置された第1厚肉部23と、第3外縁213に沿って配置され、第1厚肉部23と接続されている第2厚肉部24とを有している。そのため、厚肉部22は、振動部21に沿った略L字状をなしている。一方、振動部21の第2外縁212および第4外縁214に沿っては、厚肉部22が形成されておらず、これら第2、第4外縁212、214は、厚肉部22から露出している。このように、厚肉部22を略L字とし、第2外縁212および第4外縁214に沿って設けないことによって、振動素子1(振動部21)の剛性を保ちつつ、振動素子1の小型化を図ることができる。

40

【0021】

ここで、第1厚肉部23を振動部21に対して+X軸側に設けることによって、-X軸側に設けた場合と比較して、後述する傾斜部231の幅(X軸方向の長さ)を短くすることができる。同様に、第2厚肉部24を振動部21に対して+Z'軸側に設けることによって、-Z'軸側に設けた場合と比較して、後述する傾斜部241の幅(Z'軸方向の長さ)を短くすることができる。そのため、このような厚肉部22によれば、振動素子1の小型化を図ることができる。

【0022】

第1厚肉部23は、第1外縁211に連設され、+X軸方向に向けて厚みが漸増する傾斜部(残渣部)231と、傾斜部231の+X軸方向側の端縁に連接する厚みがほぼ一定

50

の厚肉部本体 232 とを備えている。同様に、第2厚肉部 24 は、第3外縁 213 に連設され、+Z' 軸方向に向けて厚みが漸増する傾斜部（残渣部）241 と、傾斜部 241 の+Z' 軸方向側の端縁に連接する厚みがほぼ一定の厚肉部本体 242 とを備えている。また、第1厚肉部 23 の厚肉部本体 232 の表面にはマウント部 29 が設けられており、図4に示すように、振動素子 1 は、このマウント部 29 にて、接着剤 91 を用いて対象物 92 に固定される。

【0023】

（電極）

電極 3 は、一对の励振電極 31、32 と、一对のパッド電極 33、34 と、一对の引出電極 35、36 とを有している。励振電極（第1励振電極）31 は、振動領域 219 の表面に形成されている。一方、励振電極（第2励振電極）32 は、振動領域 219 の裏面に、励振電極 31 と対向して配置されている。励振電極 31、32 は、それぞれ、X 軸方向を長手とし、Z' 軸方向を短手とする略矩形である。

【0024】

また、励振電極 31、32 は、相似形をなし、裏面側の励振電極 32 が、表面側の励振電極 31 よりも大きく形成されている。また、振動素子 1 の平面視にて、励振電極 32 に励振電極 31 が内包されている。言い換えると、励振電極 32 内に互いの外縁（輪郭）が重なることなく励振電極 31 の全域が位置している。これにより、所望の振動特性を安定して発揮することができる。

【0025】

また、励振電極 31、32 は、振動素子 1 の平面視にて、X 軸方向の中心同士が重なるように配置されている。また、励振電極 31 は、励振電極 32 に対して -Z 軸側によって形成されている。すなわち、励振電極 31、32 の+Z 軸側の外縁 311、321 同士の離間距離 D1 よりも、-Z 軸側の外縁 312、322 同士の離間距離 D2 が小さくなるように、励振電極 31、32 が設けられている。

パッド電極 33 は、厚肉部本体 232 の表面のマウント部 29 に形成されている。一方、パッド電極 34 は、厚肉部本体 232 の裏面に、パッド電極 33 と対向して形成されている。

【0026】

励振電極 31 からは、引出電極 35 が延出してあり、この引出電極 35 を介して励振電極 31 とパッド電極 33 とが電気的に接続されている。引出電極 35 は、励振電極 31 の第3外縁 213 と対向する外縁 312 から延出しており、傾斜部 241 を経由して厚肉部 22 の表面に引き出されている。また、励振電極 32 からは、引出電極 36 が延出しており、この引出電極 36 を介して励振電極 31 とパッド電極 34 とが電気的に接続されている。引出電極 36 は、圧電基板 2 を介して引出電極 35 と重ならないように設けられている。これにより、引出電極 35、36 間の静電容量を抑えることができる。また、振動素子 1 の平面視にて、引出電極 35、36 は、必要以上にマウント部 29 内に侵入しておらず、マウント部 29 内（特に縁部）には、電極 3 が形成されていない領域 T1 が存在している。本実施形態では、パッド電極 33、34 を挟んで先端側と基端側とに領域 T1 が存在している。圧電基板 2 を構成する水晶基板は、光透過性を有しているため、上記のような構成とすることにより、振動素子 1 の裏面側から、マウント部 29 越しの背景（振動素子 1 の向こう側の景色）を視認することができる。そのため、図4に示すように、マウント部 29 に接着剤 91 を接触させると、振動素子 1 越しに接着剤 91 を視認することができ、接着剤 91 の位置決め、接着剤 91 との接触面積、接着剤 91 の形状等を精度よく制御することができる。

このような電極 3 は、例えば、Cr（クロム）、Ni（ニッケル）等の下地層に、Au（金）や Au を主成分とする合金を積層した金属被膜で構成することができる。

【0027】

以上、電極 3 の構成について説明した。振動素子 1 では、振動素子 1 の平面視にて、第2励振電極 32 と引出電極 35 とが重なる領域（部分）T2 が形成されている。第1励振

10

20

30

40

50

電極 3 1 の面積を S_1 とし、領域 T 2 の面積を S_2 としたとき、 S_1 、 S_2 が、 $S_2 / S_1 = 0.1$ なる関係を満足している。これにより、領域 T 2 を十分に小さくすることができ、不要スプリアスを振動素子 1 の共振周波数からより遠ざけることができる。そのため、優れた振動特性を安定して発揮することのできる振動素子 1 となる。具体的には、発明者らが推察するに、領域 T 2 が本来の振動領域（励振電極 3 1、3 2 で挟まれた領域）とは別の振動領域を形成し、この領域 T 2 から不要スプリアスが発生するものと考えられる。そして、領域 T 2 が大きいほど不要スプリアスの周波数が共振周波数に近づく傾向を示すため、本発明では、 $S_2 / S_1 = 0.1$ なる関係を満足することによって、領域 T 2 の面積 S_2 を十分に小さくし、これにより、不要スプリアスを振動素子 1 の共振周波数からより遠ざけている。不要スプリアスと共振周波数との周波数差としては、特に限定されないが、 1000 ppm 以上であるのが好ましい。これにより、十分に、優れた振動特性を安定して発揮することのできる振動素子 1 となる。なお、 $S_2 / S_1 > 0.1$ であると、領域 T 2 の面積が過大となり、共振周波数近傍の不要スプリアスが発生し、優れた振動特性を安定して発揮することができなくなる。

振動素子 1 では、 $S_2 / S_1 = 0.1$ なる関係を満足していれば、特に限定されないが、 $S_2 / S_1 = 0.07$ なる関係を満足するのがより好ましく、 $S_2 / S_1 = 0.05$ なる関係を満足するのがさらに好ましい。これにより、上記をより顕著に発揮することができる。

【0028】

次に、 $S_2 / S_1 = 0.1$ なる関係を満足することによって、不要スプリアスを共振周波数から十分に遠ざけることができることを実験結果に基づいて証明する。当該実験に用いた振動素子 1 の圧電基板 2 のサイズは、長さ（X 軸方向の長さ）×幅（Z' 軸方向の長さ）×厚み（Y' 軸方向の長さ）が $1.8 \text{ mm} \times 1.0 \text{ mm} \times 0.050 \text{ mm}$ である。また、振動部 2 1 のサイズは、長さ × 幅 × 厚みが $1.0 \text{ mm} \times 0.9 \text{ mm} \times 0.002 \text{ mm}$ である。また、励振電極 3 2 のサイズは、長さ × 幅 × 厚みが $0.36 \text{ mm} \times 0.28 \text{ mm} \times 0.000085 \text{ mm}$ である。また、励振電極 3 1 のサイズは、長さ × 幅 × 厚さが $0.18 \text{ mm} \times 0.14 \text{ mm} \times 0.000085 \text{ mm}$ である。そして、励振電極 3 2 に対して励振電極 3 1 を Z' 軸方向にずらした 4 種のサンプル 1 ~ 4 を製造した。サンプル 1、サンプル 2、サンプル 3、サンプル 4 の順に、励振電極 3 1 が +Z' 軸側に位置している。これら 4 種のサンプルについて、それぞれ、 S_2 / S_1 、不要スプリアスと共振周波数との周波数差 Δf を求めた。その結果を下記の表 1 に示す。なお、表 1 に示す数値は、各サンプル 1 ~ 4 について、10 個のサンプルの平均値を示している。

【0029】

【表 1】

	$S_1 (\text{mm}^2)$	$S_2 (\text{mm}^2)$	S_2 / S_1	$\Delta f (\text{ppm})$
サンプル 1	0.025	0.0025	0.10	1021
サンプル 2	0.025	0.003	0.13	957
サンプル 3	0.025	0.010	0.40	838
サンプル 4	0.025	0.017	0.67	506

【0030】

表 1 から、 $S_2 / S_1 = 0.1$ なる関係を満足するもの、すなわち、サンプル 1 のみが $\Delta f = 1000 \text{ ppm}$ を満足しており、不要スプリアスが共振周波数から十分に遠ざかっていることが分かる。以上の実験結果から、 $S_2 / S_1 = 0.1$ なる関係を満足することによって、不要スプリアスを共振周波数から十分に遠ざけることができる事が証明された。

【0031】

10

20

30

40

50

また、前述した励振電極31、32の外縁312、322同士の離間距離D2（すなわち、領域T2のZ'軸方向の長さ）は、特に限定されないが、20μm以下であるのが好ましく、10μm以下であるのがより好ましい。これにより、領域T2内での引出電極35の長さをより短くすることができるため、引出電極35の抵抗を小さくすることができる。ここで、離間距離D2を0（ゼロ）にすると、領域T2が形成されないため、不要スプリアスを共振周波数から遠ざける観点からすれば最も好ましいが、振動素子1の製造上の観点からは、離間距離D2は、0（ゼロ）でないのが好ましい。振動素子1の製造上、励振電極31、32の形成位置が所定位置からずれてしまうことが考えられ、仮に、振動素子1の平面視にて、励振電極31の外縁312が励振電極32の外縁322よりも+Z'軸側にはみ出でてしまった時には、振動素子1の振動特性が大幅に変化してしまうとともに、その性能も大幅に悪化してしまう。そのため、励振電極31、32の形成位置が所定位置からずれてしまっても、励振電極31の外縁312が励振電極32の外縁322よりも+Z'軸側にはみ出でしまわないように、離間距離D2は、0（ゼロ）でないことが好ましい。

【0032】

また、振動部21の厚みt（mm）を、 $t\text{ (mm)} = 1670\text{ (m/s)} / \text{振動周波数 (kHz)}$ として基準化する。また、表2に示すように、同じ電極寸法を用いる振動周波数の下限値F1と、上限値F2と、下限と上限の中心周波数F3とする。また、 $1670 / F1 = t1$ 、 $1670 / F2 = t2$ 、 $1670 / F3 = t3$ として、振動部21の厚みを基準化する。

【0033】

【表2】

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
F1(MHz)	80	110	130	150	170	190
F2(MHz)	110	130	150	170	190	210
F3(MHz)	95	120	140	160	180	200
t1(mm)	0.021	0.015	0.013	0.011	0.01	0.009
t2(mm)	0.015	0.013	0.011	0.01	0.009	0.008
t3(mm)	0.018	0.014	0.012	0.01	0.009	0.008
a(mm)	0.82	0.7	0.62	0.55	0.48	0.43
b(mm)	0.59	0.51	0.45	0.39	0.35	0.32
a/t1	39.3	46.1	48.3	49.4	48.9	48.9
a/t2	54	54.5	55.7	56	54.6	54.1
b/t1	28.3	33.6	35	35	35.6	36.4
b/t2	38.9	39.7	40.4	39.7	39.8	40.2

【0034】

また、第1励振電極31のX軸方向に沿った長さをa（mm）としたとき、aは、振動周波数より決定する。t、a、t3は、図5に示すように、 $-1049t3 + 57$ $a / t - 64.4t3 + 57$ なる関係を満足するのが好ましい。また、励振電極31のZ'軸方向に沿った長さをb（mm）としたとき、bは、振動周波数より決定する。t、b、t3は、図6に示すように、 $-823t3 + 42$ $b / t - 120t3 + 42$ なる関係

10

20

30

40

50

を満足するのが好ましい。これら関係を満足することによって、優れた振動特性を安定して発揮することのできる振動素子1が得られる。

【0035】

なお、 a/t 、 b/t が共に上記下限値未満であると、 t の値によっては、励振電極31の面積が小さくなり過ぎてしまい、後述するように、振動素子1を発振器100に組み込んだ場合に、発振器100の可変特性を満足することが困難となる場合がある。一方、 a/t 、 b/t が共に上記上限値を超えると、 t の値によっては、共振周波数近傍に不要スプリアスが発生し、優れた振動特性を安定して発揮することのできる振動素子1が得られなくなる場合がある。

【0036】

次に、 a/t 、 b/t が共に上述の関係を満足することによって、不要スプリアスを振動素子1の共振周波数から十分に遠ざけることができることを実験結果に基づいて証明する。当該実験には、前述したサンプル1と励振電極31の大きさ(a 、 b の値)以外は同じ条件の振動素子1を用い、励振電極31の大きさ(a 、 b の値)が異なる9種のサンプル5～11を製造した。そして、これら7種のサンプルについて、それぞれ、不要スプリアスと共振周波数との周波数差 Δf を求めた。その結果を下記の表3に示す。なお、表2に示す数値は、各サンプル5～11について、10個のサンプルの平均値を示している。

【0037】

【表3】

	a (mm)	b (mm)	a/t	b/t	Δf (ppm)
サンプル5	0.50	0.35	47	33	1700
サンプル6	0.50	0.40	47	37	1450
サンプル7	0.55	0.39	51	36	1400
サンプル8	0.50	0.45	47	42	1300
サンプル9	0.55	0.44	51	41	1350
サンプル10	0.60	0.43	56	40	1300
サンプル11	0.55	0.49	51	46	1100

10

20

【0038】

表3から、 a/t 、 b/t が共に上述の関係を満足することによって、不要スプリアスを振動素子1の共振周波数から十分に遠ざけることができることが証明された。

以上、振動素子1について説明した。本実施形態の振動素子1では、圧電基板2の+Y'軸側に凹陥部を形成することによって振動部21を形成し、さらに、厚肉部22が振動部21に対して+X軸側に位置する第1厚肉部23と、+Z'軸側に位置する第2厚肉部24とにより構成されているが、振動素子1としては、これをひっくり返したような構成であってもよい。すなわち、図7に示すように、圧電基板2の-Y'軸側に凹陥部を形成することによって振動部21を形成し、さらに、厚肉部22が振動部21に対して+X軸側に位置する第1厚肉部23と、-Z'軸側に位置する第2厚肉部24とにより構成されてもよい。このような構成によっても、本実施形態と同様の効果(特に傾斜部231、241の幅を狭くすることができる効果)を発揮することができる。

【0039】

<第2実施形態>

次に、本発明の振動素子の第2実施形態について説明する。

図8は、本発明の第2実施形態にかかる振動素子の平面図である。

以下、第2実施形態の振動素子について、前述した第1実施形態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。

本発明の第2実施形態にかかる振動素子は、厚肉部の構成が異なる以外は、前述した第1実施形態と同様である。なお、前述した第1実施形態と同様の構成には、同一符号を付

40

50

してある。

【0040】

図8に示すように、本実施形態の振動素子1Aでは、厚肉部22が、第1厚肉部23および第2厚肉部24の他に、さらに、振動部21の第2外縁212に沿って配置され、第2厚肉部24に接続されている第3厚肉部25を有している。そのため、厚肉部22は、振動部21に沿った略口字状をなしている。振動部21の第4外縁214に沿っては、厚肉部22が形成されておらず、第4外縁214は、厚肉部22から露出している。このように、厚肉部22を略口字状とすることによって、振動素子1の小型化を図ることができるとともに、振動素子1(振動部21)の剛性をより高くすることができ、不要スプリアスの発生を効果的に防止することができる。

10

【0041】

第3厚肉部25は、第2外縁212に連設され、-X軸方向に向けて厚みが漸増する傾斜部(残渣部)251と、傾斜部251の-X軸方向側の端縁に連接する厚みがほぼ一定の厚肉部本体252とを備えている。

このような第2実施形態によっても、前述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0042】

<第3実施形態>

次に、本発明の振動素子の第3実施形態について説明する。

図9は、本発明の第3実施形態にかかる振動素子の平面図である。

20

以下、第3実施形態の振動素子について、前述した第1実施形態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。

本発明の第3実施形態にかかる振動素子は、厚肉部の構成が異なる以外は、前述した第2実施形態と同様である。なお、前述した第2実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

【0043】

図9に示すように、本実施形態の振動素子1Bでは、厚肉部22が、第1厚肉部23、第2厚肉部24、第3厚肉部25の他に、さらに、振動部21の第4外縁214に沿って配置され、第1、第3厚肉部23、25に接続されている第4厚肉部26を有している。そのため、厚肉部22は、振動部21の全周に沿った略口字状をなしており、振動部21の外縁は、厚肉部22から露出していない。このように、厚肉部22を略口字状とすることによって、振動素子1(振動部21)の剛性をより高くすることができ、不要スプリアスの発生を効果的に防止することができる。

30

【0044】

第4厚肉部26は、第4外縁214に連設され、-Z'軸方向に向けて厚みが漸増する傾斜部(残渣部)261と、傾斜部261の-Z'軸方向側の端縁に連接する厚みがほぼ一定の厚肉部本体262とを備えている。

このような第3実施形態によっても、前述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0045】

<第4実施形態>

次に、本発明の振動素子の第4実施形態について説明する。

図10は、本発明の第4実施形態にかかる振動素子の平面図である。

40

以下、第4実施形態の振動素子について、前述した第1実施形態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。

本発明の第4実施形態にかかる振動素子は、厚肉部の構成が異なる以外は、前述した第3実施形態と同様である。なお、前述した第3実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

【0046】

図10に示すように、本実施形態の振動素子1Cでは、前述した第3実施形態から第3

50

厚肉部25が省略されている。すなわち、厚肉部22が、第1厚肉部23、第2厚肉部24および第4厚肉部26を有している。そのため、厚肉部22は、振動部21に沿った略コ字状をなしており、振動部21の第2外縁212が厚肉部22から露出している。このように、厚肉部22を略コ字状とすることによって、振動素子1の小型化を図ることができるとともに、振動素子1(振動部21)の剛性をより高くすることができ、不要スプリアスの発生を効果的に防止することができる。

このような第4実施形態によっても、前述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0047】

<第5実施形態>

10

次に、本発明の振動素子の第5実施形態について説明する。

図11は、本発明の第5実施形態にかかる振動素子の斜視図である。

以下、第5実施形態の振動素子について、前述した第1実施形態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。

本発明の第5実施形態にかかる振動素子は、振動部の構成が異なる以外は、前述した第1実施形態と同様である。なお、前述した第1実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

【0048】

図11に示すように、本実施形態の振動素子1Dでは、圧電基板2の両主面に凹陷部を形成することによって、振動部21が形成されている。言い換えると、厚肉部22の表面(+Y'軸方向側の主面)は、振動部21の表面(+Y'軸方向側の主面)よりも+Y'軸方向側へ突出して設けられており、厚肉部22の裏面(-Y'軸方向側の主面)は、振動部21の裏面(-Y'軸方向側の主面)よりも-Y'軸方向側へ突出して設けられている。このように、圧電基板2の両主面に凹陷部を形成して振動部21を形成することによって、例えば、前述した第1実施形態と比較して、凹陷部のエッチング深さを浅くすることができる。そのため、エッチングをより精度よく行うことができ、圧電基板2の外形形状をより高精度に得ることができる。

20

このような第5実施形態によっても、前述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0049】

30

2. 振動子

次に、前述した振動素子1を適用した振動子(本発明の振動子)について説明する。

図12は、本発明の振動子の好適な実施形態を示す断面図である。

図12に示す振動子10は、前述した振動素子1と、振動素子1を収容するパッケージ4とを有している。

【0050】

(パッケージ)

40

パッケージ4は、上面に開放する凹部411を有する箱状のベース41と、凹部411の開口を塞いでベース41に接合された板状のリッド42とを有している。そして、凹部411がリッド42によって塞がれることにより形成された収納空間Sに振動素子1が収納されている。収納空間Sは、減圧(真空)状態となっていてもよいし、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。

【0051】

ベース41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42の構成材料としては、特に限定されないが、ベース41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41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41とリッド42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。

【0052】

50

ベース 41 の凹部 411 の底面には、接続電極 451、461 が形成されている。また、ベース 41 の下面には、外部実装端子 452、462 が形成されている。接続電極 451 は、ベース 41 に形成された図示しない貫通電極を介して外部実装端子 452 と電気的に接続されており、接続電極 461 は、ベース 41 に形成された図示しない貫通電極を介して外部実装端子 462 と電気的に接続されている。

接続電極 451、461、外部実装端子 452、462 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 (タンゲステン) 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。

【0053】

収容空間 S 内に収容されている振動素子 1 は、表面をベース 41 側に向けて、マウント部 29 において、導電性接着剤 51 によってベース 41 に固定されている。導電性接着剤 51 は、接続電極 451 とパッド電極 33 とに接触して設けられている。これにより、導電性接着剤 51 を介して接続電極 451 とパッド電極 33 とが電気的に接続される。導電性接着剤 51 を用いて振動素子 1 を一ヵ所 (一点) で支持することによって、例えば、ベース 41 と圧電基板 2 の熱膨張率の差によって振動素子 1 に発生する応力を抑えることができる。

導電性接着剤 51 としては、導電性および接着性を有していれば特に限定されず、例えば、シリコーン系、エポキシ系、アクリル系、ポリイミド系、ビスマレイミド系等の接着剤に導電性フィラーを分散させたものを用いることができる。

【0054】

振動素子 1 のパッド電極 34 は、ボンディングワイヤー 52 を介して接続電極 461 に電気的に接続されている。前述したように、パッド電極 34 は、パッド電極 33 と対向して配置されているため、振動素子 1 がベース 41 に固定されている状態では、導電性接着剤 51 の直上に位置している。そのため、ワイヤーボンディング時にパッド電極 34 に与える振動 (超音波振動) の漏れを抑制することができ、パッド電極 34 へのボンディングワイヤー 52 の接続をより確実に行うことができる。

【0055】

3. 発振器

次に、本発明の振動子を適用した発振器 (本発明の発振器) について説明する。

図 13 は、本発明の発振器の好適な実施形態を示す断面図である。

図 13 に示す発振器 100 は、振動子 10 と、振動素子 1 を駆動するための IC チップ 110 とを有している。以下、発振器 100 について、前述した振動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。

【0056】

図 13 に示すように、発振器 100 では、ベース 41 の凹部 411 に IC チップ 110 が固定されている。IC チップ 110 は、凹部 411 の底面に形成された複数の内部端子 120 と電気的に接続されている。複数の内部端子 120 には、接続電極 451、461 と接続されているものと、外部実装端子 452、462 と接続されているものがある。IC チップ 110 は、振動素子 1 の駆動を制御するための発振回路を有している。IC チップ 110 によって振動素子 1 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。

【0057】

4. 電子機器

次に、本発明の振動子を適用した電子機器 (本発明の電子機器) について説明する。

図 14 は、本発明の電子機器を適用したモバイル型 (またはノート型) のパーソナルコンピューター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ー 1100 は、キーボード 1102 を備えた本体部 1104 と、表示部 2000 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ー 1100

10

20

30

40

50

100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子10（振動素子1）が内蔵されている。

【0058】

図15は、本発明の電子機器を適用した携帯電話機（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2000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子10（振動素子1）が内蔵されている。

【0059】

図16は、本発明の電子機器を適用した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、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。

【0060】

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。

【0061】

撮影者が表示部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10（振動素子1）が内蔵されている。

【0062】

なお、本発明の振動素子を備える電子機器は、図14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15の携帯電話機、図16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、ペーパーライフ、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、ワードプロセッサー、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）、ライトシミュレーター等に適用することができる。

【0063】

5. 移動体

次に、本発明の振動子を適用した移動体（本発明の移動体）について説明する。

図17は、本発明の移動体の一例としての自動車を概略的に示す斜視図である。自動車1500には、振動子10（振動素子1）が搭載されている。振動子10は、キーレスエントリー、イモビライザー、カーナビゲーションシステム、カーエアコン、アンチロックブレーキシステム（ABS）、エアバック、タイヤ・プレッシャー・モニタリング・システム（TPMS：Tire Pressure Monitoring System）、エンジンコントロール、ハイブ

10

20

30

40

50

リッド自動車や電気自動車の電池モニター、車体姿勢制御システム、等の電子制御ユニット（E C U : electronic control unit）に広く適用できる。

【0064】

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、前述した各実施形態を適宜組み合わせてもよい。

【符号の説明】

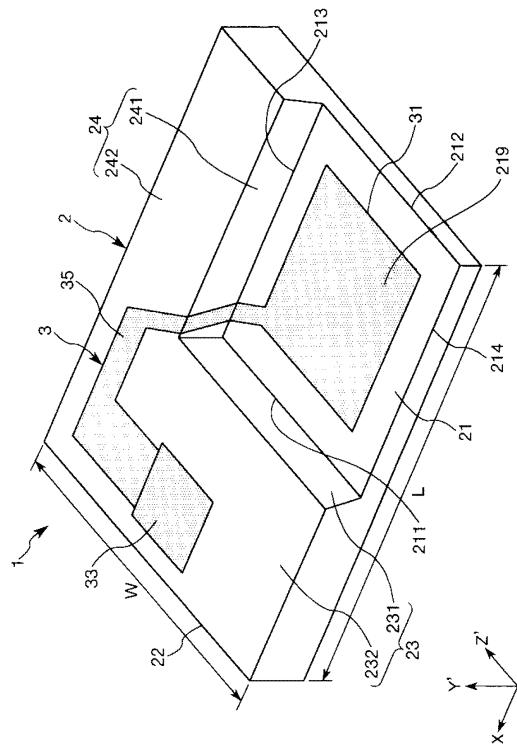
【0065】

1、1 A、1 B、1 C、1 D … 振動素子 10 … 振動子 100 … 発振器 110 … I
 Cチップ 120 … 内部端子 2 … 圧電基板 21 … 振動部 211 … 第1外縁 212
 … 第2外縁 213 … 第3外縁 214 … 第4外縁 219 … 振動領域 22 … 厚肉部
 23 … 第1厚肉部 231 … 傾斜部 232 … 厚肉部本体 24 … 第2厚肉部 241 …
 傾斜部 242 … 厚肉部本体 25 … 第3厚肉部 251 … 傾斜部 252 … 厚肉部本体
 26 … 第4厚肉部 261 … 傾斜部 262 … 厚肉部本体 29 … マウント部 3 … 電
 極 31、32 … 励振電極 311、312、321、322 … 外縁 33、34 … パッ
 ド電極 35、36 … 引出電極 91 … 接着剤 92 … 対象物 4 … パッケージ 41 …
 ベース 411 … 凹部 42 … リッド 451、461 … 接続電極 452、462 … 外
 部実装端子 51 … 導電性接着剤 52 … ボンディングワイヤー 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 … ディジタルスチルカメラ 1302 … ケース 1304 … 受光ユニット 13
 06 … シャッター ボタン 1308 … メモリー 1312 … ビデオ信号出力端子 131
 4 … 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 1
 500 … 自動車 2000 … 表示部 D1、D2 … 離間距離 L … 最大長さ T1、T2
 … 領域 S … 収納空間 W … 最大幅

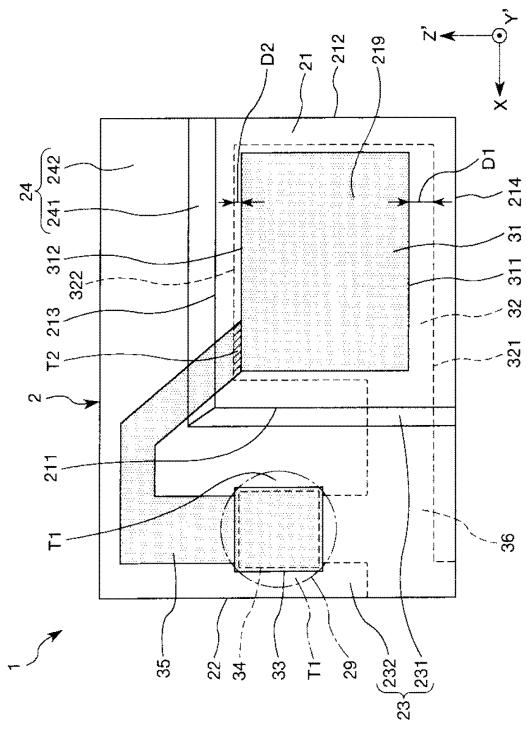
10

20

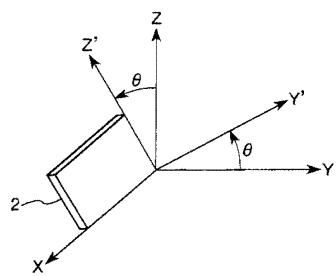
【図1】



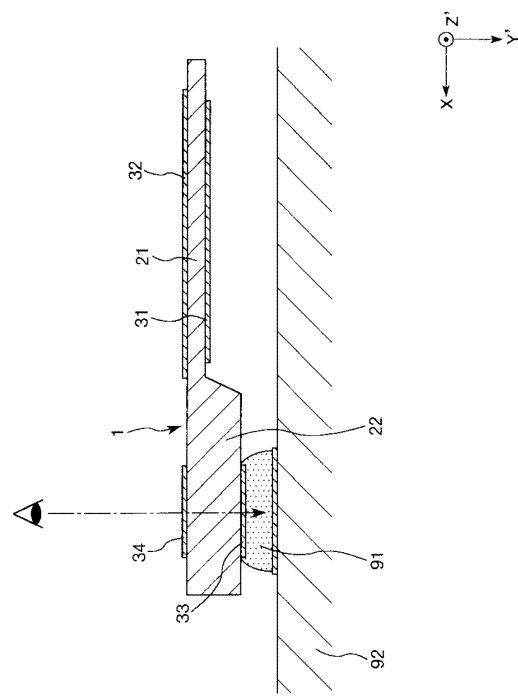
【図2】



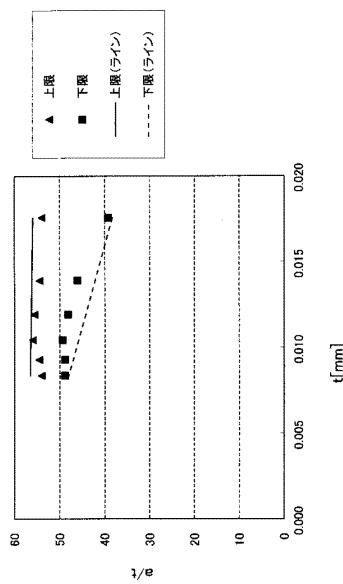
【図3】



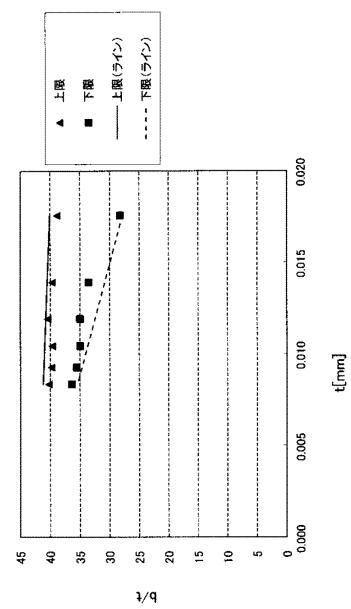
【図4】



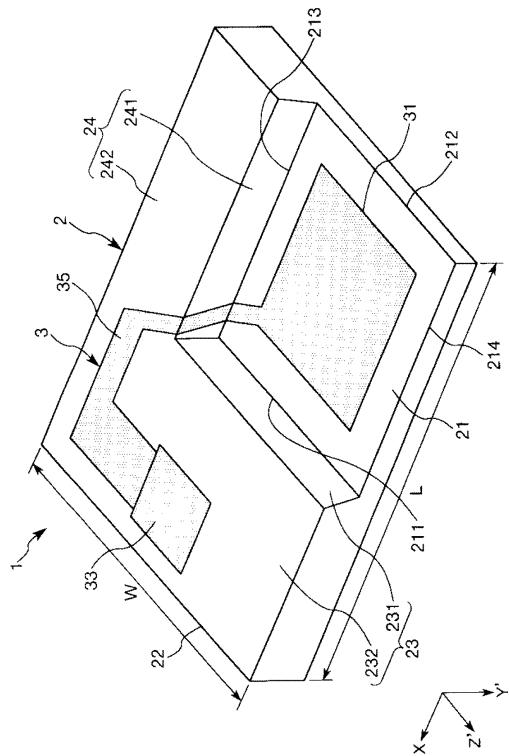
【図5】



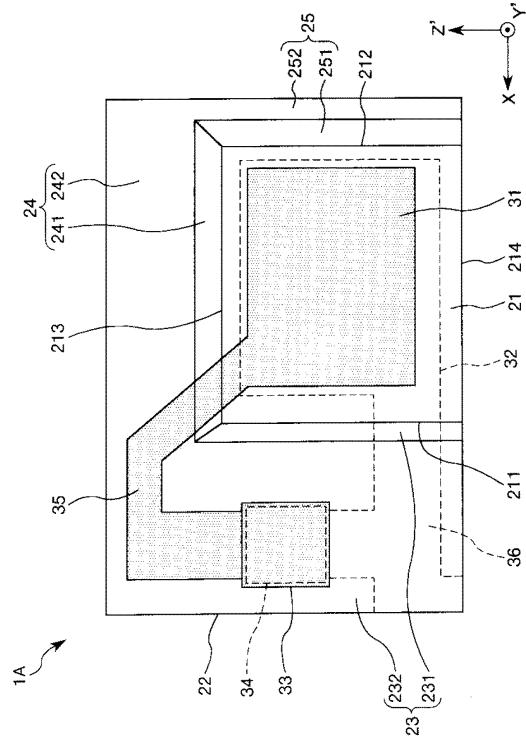
【図6】



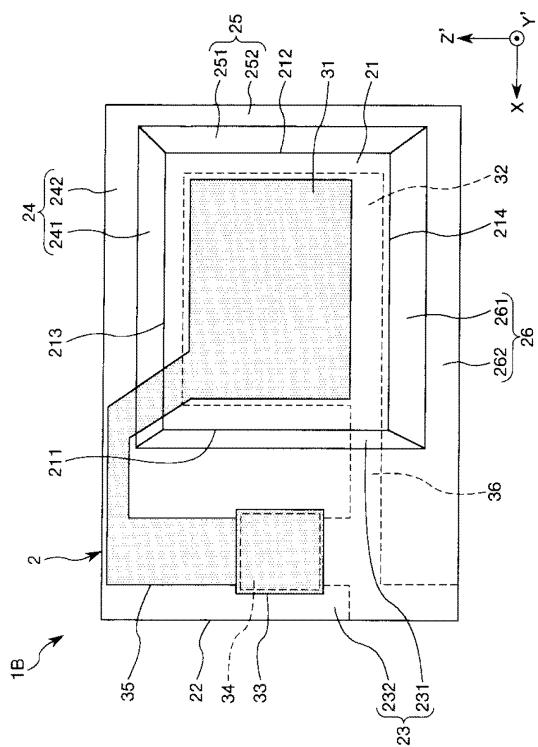
【図7】



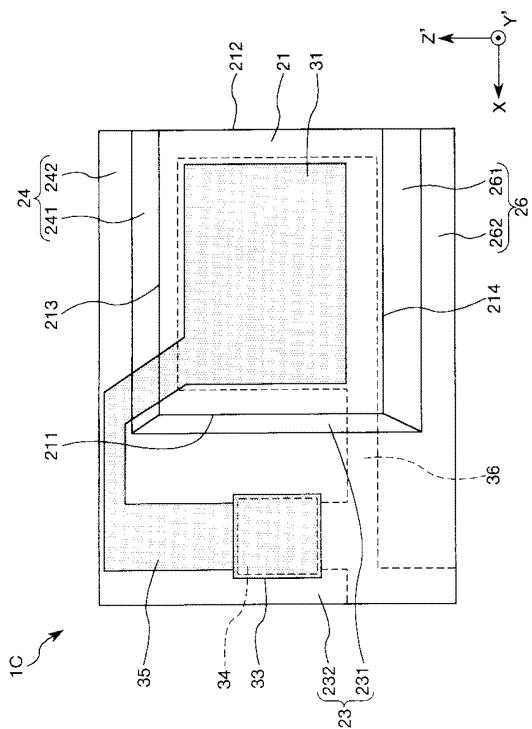
【図8】



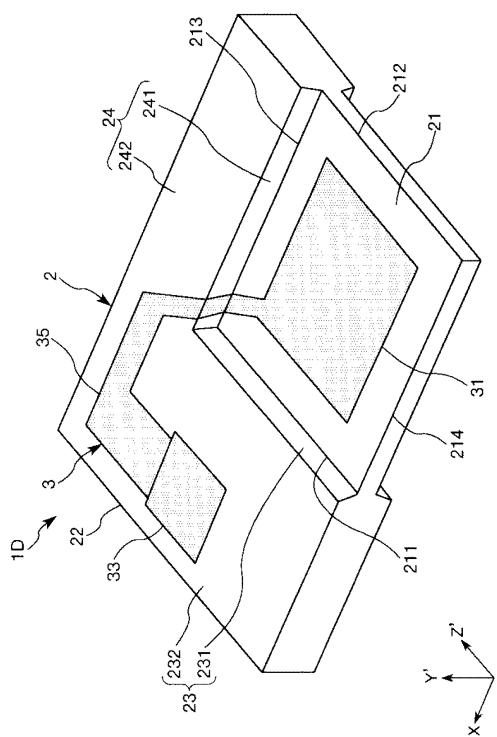
【図9】



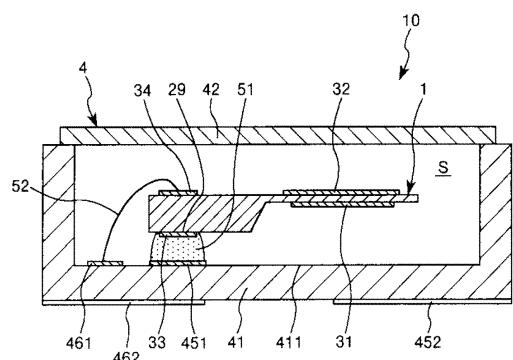
【図10】



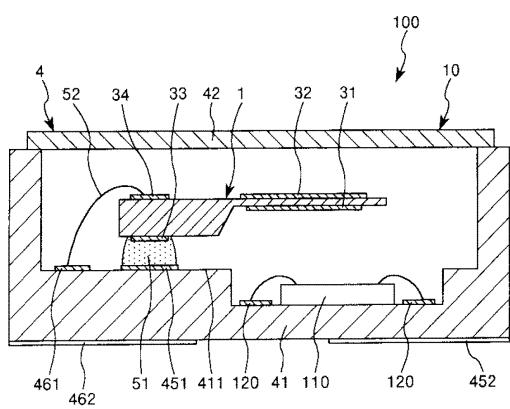
【図 1 1】



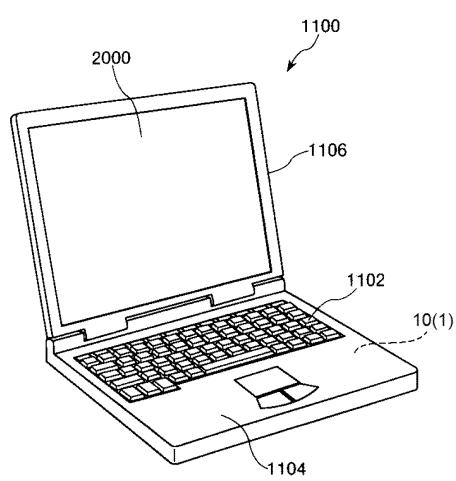
【図12】



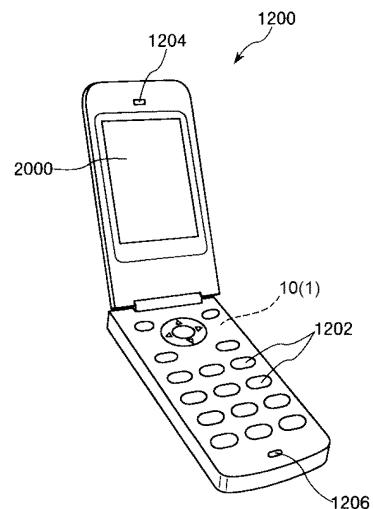
【図13】



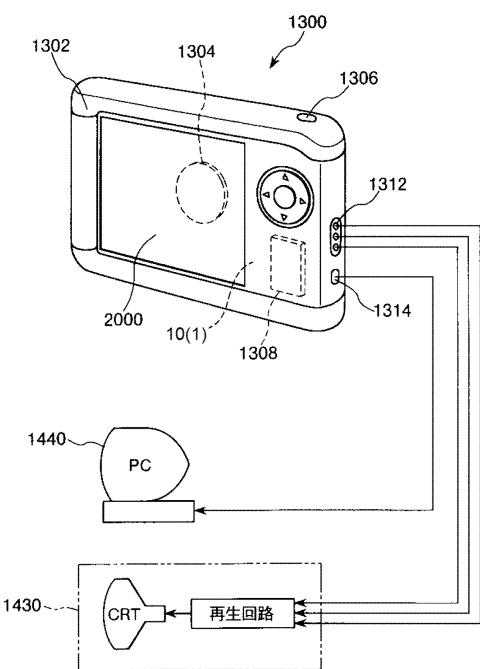
【図14】



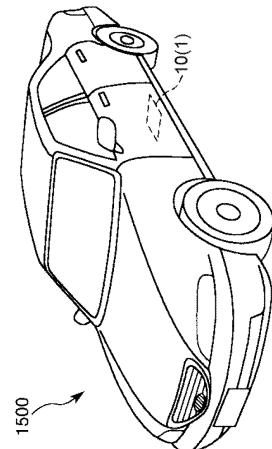
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 L 41/18 1 0 1 A
H 0 1 L 41/08 L

(56)参考文献 特開2001-024470 (JP, A)

特開2012-253630 (JP, A)

特開2002-033640 (JP, A)

特開2009-164824 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 3 H 9 / 1 9

H 0 1 L 4 1 / 0 9

H 0 1 L 4 1 / 1 8

H 0 3 B 5 / 3 2

H 0 3 H 9 / 0 2