

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6064342号  
(P6064342)

(45) 発行日 平成29年1月25日(2017.1.25)

(24) 登録日 平成29年1月6日(2017.1.6)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 C 19/5621 (2012.01)

H O 3 H 9/215 (2006.01)

H O 3 H 9/19 (2006.01)

H O 1 L 41/18 (2006.01)

H O 1 L 41/187 (2006.01)

G O 1 C 19/5621

H O 3 H 9/215

H O 3 H 9/19 J

H O 3 H 9/19 A

H O 1 L 41/18 1 O 1 A

請求項の数 6 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-54178 (P2012-54178)  
 (22) 出願日 平成24年3月12日(2012.3.12)  
 (65) 公開番号 特開2013-186107 (P2013-186107A)  
 (43) 公開日 平成25年9月19日(2013.9.19)  
 審査請求日 平成27年3月6日(2015.3.6)

(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 100091306  
 弁理士 村上 友一  
 (74) 代理人 100152261  
 弁理士 出口 隆弘  
 (72) 発明者 伊井 稔博  
 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 梶田 真也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動片および電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

素子片と、

前記素子片の主面に設けられている第1電極層と、

前記第1電極層の前記素子片側とは反対側に設けられ、前記第1電極層よりも幅広に形成され、前記主面に接する裾に傾斜面を有する第1圧電層と、

前記第1圧電層の前記第1電極層側とは反対側に設けられている第2電極層と、

前記第1圧電層の傾斜面に設けられ、前記第2電極層と接続されている第3電極層と、

前記素子片の主面に設けられ、前記第3電極層と接続されている第4電極層と、

前記素子片の主面に設けられている第5電極層と、

前記第5電極層の前記素子片とは反対側に設けられ、前記第5電極層よりも幅広に形成され、前記主面に接する裾に傾斜面を有する第2圧電層と、

前記第2圧電層の前記第5電極層とは反対側に設けられている第6電極層と、

前記第2圧電層の傾斜面に設けられ、前記第6電極層と接続されている第7電極層と、

前記素子片の主面に設けられ、前記第7電極層と接続されている第8電極層と、を備え

、

前記第4電極層と前記第5電極層が前記主面上で接続され、

前記第1電極層と前記第8電極層が前記主面上で接続され、

前記第1電極層の端部から前記第3電極層までの最短となる距離をA、前記第1電極層の端部から前記第4電極層までの最短となる距離をB、前記第1電極層と前記第2電極層

10

20

までの最短となる距離をCとした場合、

C A、およびC B

の関係を満たすことを特徴とする振動片。

【請求項2】

前記第5電極層の端部から前記第7電極層までの最短となる距離をD、前記第5電極層の端部から前記第8電極層までの最短となる距離をE、前記第5電極層と前記第6電極層までの最短となる距離をFとした場合、

F D、およびF E

の関係を満たすことを特徴とする請求項1に記載の振動片。

【請求項3】

前記第1電極層と前記第5電極層、前記第2電極層と前記第6電極層、および前記第1圧電層と前記第2圧電層は、それぞれ並列に配置されていることを特徴とする請求項1または2に記載の振動片

【請求項4】

前記第4電極層は前記第5電極層の延設方向に対して交差する方向に延設され、前記第8電極層は前記第1電極層の延設方向に対して交差する方向に延設され、前記第4電極層と前記第8電極層は、並列に設けられていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の振動片。

【請求項5】

前記素子片は、基部と該基部から突出している振動腕とを備え、

前記振動腕の幅方向において、前記振動腕の一方に前記第1電極層が、他方に前記第5電極層がそれぞれ設けられていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の振動片。

【請求項6】

請求項1乃至5のいずれか1項に記載の振動片を搭載したことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電特性を持った配線の構造を備えた振動片に係り、特に素子片に複数の配線を形成する場合に好適な配線構造を備えた振動片、並びにこれを搭載した電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

電子機器の小型化、薄型化が進む近年、各種電子機器の発振源などとして用いられている圧電振動子などの圧電デバイスも、その小型、薄型化への要求が強められている。

圧電デバイスの分野では、振動子の更なる小型化、薄型化を目的として、微細加工が容易なSiなどの半導体材料を基板として用いることが進められている。

【0003】

例えば特許文献1、2に開示されている圧電デバイスは、音叉型の角速度センサーであり、Siなどの半導体により構成された素子片の一主面に、下部電極層、圧電層、および上部電極層から成る積層膜を形成している。このような構成の角速度センサーでは、振動腕を素子片の主面と平行な方向へ振動（面内振動）させることで駆動し、角速度の付与によって生ずる主面と交差する方向への振動（面外振動）を検出する構成としている。このため、一对の振動腕のそれぞれには、一方の主面に2つの駆動用膜部と、1つの検出用膜部が形成されることとなる。

【0004】

また、特許文献3に開示されている圧電デバイスは、駆動振動を励起させる振動腕と、角速度の付与によって振動する振動腕を異ならせることで、駆動振動と検出振動の双方を面内振動とさせたものである。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

## 【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-14887号公報

【特許文献2】特開2008-128702号公報

【特許文献3】特開2009-156832号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献に開示されているような圧電デバイスであれば確かに、圧電デバイスの小型化、薄型化に貢献することができると考えられる。しかし、特許文献に開示されているような圧電デバイスでは、駆動、あるいは検出に用いる積層膜の構造上、圧電層の上部に配置した電極層については、基板側に落とし込んだ上で、入出力電極等へ接続する必要がある。このような構成とした場合、上部電極層を基板側へ落とし込んだ部分では、下部電極層と上部電極層との距離が近くなり、ここに電界が集中してしまう場合がある。圧電効果を生じさせるための電界が一部に集中してしまうと、駆動ロスや検出ロスが生ずることとなる。

10

【0007】

また、特許文献3に開示されているような角速度センサーでは、駆動腕の稼働率（屈曲効率）を向上させるため、駆動腕の接続部となる伝達腕の先端部にも積層膜を配設するといった要請がある。ここで、駆動腕には、2本一対のライン状積層膜が配設されることとなる。このため、いずれか一方のライン状積層膜を入出力電極と接続するためには、他方のライン状積層膜を跨がせる必要性が生じる。

20

【0008】

ライン状積層膜を跨ぐ際においても、上部電極層となる電極と、跨れるライン状積層膜の下部電極層との距離が部分的に近くなる箇所があると、そこに電界が集中し、駆動ロス等を生じさせる虞がある。

【0009】

そこで本発明では、下部電極層と上部電極層とで圧電層を挟み込んで構成される積層膜において、上部電極層が圧電層を跨ぐような構造を採った場合であっても、部分的に電界の集中が生ずることの無い振動片を提供することを第1の目的とする。さらに本発明では、この振動片を搭載した電子機器を提供することを第2の目的とする。

30

## 【課題を解決するための手段】

【0010】

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、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

第1の形態の振動片は、素子片と、前記素子片の主面に設けられている第1電極層と、前記第1電極層の前記素子片側とは反対側に設けられ、前記第1電極層よりも幅広に形成され、前記主面に接する裾に傾斜面を有する第1圧電層と、前記第1圧電層の前記第1電極層側とは反対側に設けられている第2電極層と、前記第1圧電層の傾斜面に設けられ、前記第2電極層と接続されている第3電極層と、前記素子片の主面に設けられ、前記第3電極層と接続されている第4電極層と、前記素子片の主面に設けられている第5電極層と、前記第5電極層の前記素子片とは反対側に設けられ、前記第5電極層よりも幅広に形成され、前記主面に接する裾に傾斜面を有する第2圧電層と、前記第2圧電層の前記第5電極層とは反対側に設けられている第6電極層と、前記第2圧電層の傾斜面に設けられ、前記第6電極層と接続されている第7電極層と、前記素子片の主面に設けられ、前記第7電極層と接続されている第8電極層と、を備え、前記第4電極層と前記第5電極層が前記主面上で接続され、前記第1電極層と前記第8電極層が前記主面上で接続され、前記第1電極層の端部から前記第3電極層までの最短となる距離をA、前記第1電極層の端部から前記第4電極層までの最短となる距離をB、前記第1電極層と前記第2電極層までの最短となる距離をCとした場合、

40

50

C A、およびC B

の関係を満たすことを特徴とする振動片。

第2の形態の振動片は、前記第5電極層の端部から前記第7電極層までの最短となる距離をD、前記第5電極層の端部から前記第8電極層までの最短となる距離をE、前記第5電極層と前記第6電極層までの最短となる距離をFとした場合、

F D、およびF E

の関係を満たすことを特徴とする第1の形態に記載の振動片。

第3の形態の振動片は、前記第1電極層と前記第5電極層、前記第2電極層と前記第6電極層、および前記第1圧電層と前記第2圧電層は、それぞれ並列に配置されていることを特徴とする第1または第2の形態に記載の振動片

10

第4の形態の振動片は、前記第4電極層は前記第5電極層の延設方向に対して交差する方向に延設され、前記第8電極層は前記第1電極層の延設方向に対して交差する方向に延設され、前記第4電極層と前記第8電極層は、並列に設けられていることを特徴とする第1乃至第3のいずれか1形態に記載の振動片。

第5の形態の振動片は、前記素子片は、基部と該基部から突出している振動腕とを備え、前記振動腕の幅方向において、前記振動腕の一方に前記第1電極層が、他方に前記第5電極層がそれぞれ設けられていることを特徴とする第1乃至第4のいずれか1形態に記載の振動片。

第6の形態の電子機器は、第1乃至第5のいずれか1形態に記載の振動片を搭載したことを特徴とする電子機器。

20

〔適用例1〕素子片と、前記素子片に設けられている第1電極層と、前記第1電極層の前記素子片側とは反対側に設けられ、側面に傾斜面を有し、かつ前記第1電極層よりも幅広な第1圧電層と、前記第1圧電層の前記第1電極層側とは反対側に設けられている第2電極層と、前記第1圧電層の傾斜面に設けられ、前記第2電極層と接続されている第3電極層と、前記素子片に設けられ、前記第3電極層と接続されている第4電極層と、を備え、前記第1電極層の端部から前記第3電極層までの最短となる距離をA、前記第1電極層の端部から前記第4電極層までの最短となる距離をB、前記第1電極層と前記第2電極層までの最短となる距離をCとした場合、C A、およびC Bの関係を満たすことを特徴とする振動片。

このような特徴を有する配線構造を備える振動片によれば、下部側電極層である第1電極層と上部側電極層である第2電極層とで圧電層である第1圧電層を挟み込んで構成される積層膜において、第2電極層が、第3電極層、第4電極層を介して第1圧電層を跨ぐような構造を採った場合であっても、部分的に電界の集中が生ずることが無い。よって、第1圧電層の駆動ロスを生じさせる虞が無い。また、第1圧電層を検出に用いた場合には、検出口スの虞も無い。

30

【0011】

〔適用例2〕前記素子片に設けられている第5電極層と、前記第5電極層の前記素子片側とは反対側に設けられている第2圧電層と、前記第2圧電層の前記第5電極層とは反対側に設けられている第6電極層と、を備え、前記第4電極層と前記第5電極層とが接続されていることを特徴とする適用例1に記載の振動片。

40

このような特徴を有する振動片によれば、一方の積層膜における下部電極層である第5電極層と、他方の積層膜における上部電極層である第2電極層とを同電位の1つの電極として扱うことが可能となる。

【0012】

〔適用例3〕前記第2圧電層は、側面に傾斜面を有し、前記第2圧電層の傾斜面に設けられ、前記第6電極層と接続されている第7電極層と、前記素子片に設けられ、前記第7電極層と接続されている第8電極層と、を備え、前記第1電極層と前記第8電極層とが接続されていることを特徴とする適用例2に記載の振動片。

このような特徴を有する振動片によれば、一方の積層膜における上部電極層である第6電極層と他方の積層膜における下部電極層である第1電極層とを同電位の1つの電極とし

50

て扱うことが可能となる。

【 0 0 1 3 】

〔適用例 4〕前記第 5 電極層の端部から前記第 7 電極層までの最短となる距離を D、前記第 5 電極層の端部から前記第 8 電極層までの最短となる距離を E、前記第 5 電極層と前記第 6 電極層までの最短となる距離を F とした場合、 $F \leq D$ 、および  $F \leq E$  の関係を満たすことを特徴とする適用例 3 に記載の振動片。

このような特徴を有する振動片によれば、下部側電極層である第 5 電極層と上部側電極層である第 6 電極層とで圧電層である第 2 圧電層を挟み込んで構成される積層膜において、第 6 電極層が、第 7 電極層、第 8 電極層を介して第 2 圧電層を跨ぐような構造を採った場合であっても、部分的に電界の集中が生ずることが無い。よって、第 2 圧電層の駆動ロスを生じさせる虞が無い。また、第 2 圧電層を検出に用いた場合には、検出ロスの虞も無い。

10

【 0 0 1 4 】

〔適用例 5〕前記素子片は、基部と該基部から突出している振動腕とを備え、前記振動腕の幅方向において、前記振動腕の一方に前記第 1 電極層が、他方に前記第 5 電極層がそれぞれ設けられていることを特徴とする適用例 2 乃至 4 のいずれか一例に記載の振動片。

このような特徴を有する振動片によれば、上記適用例に係る効果の他、引出電極の数を減らすことが可能となる。

【 0 0 1 5 】

〔適用例 6〕適用例 1 乃至 5 のいずれか一例に記載の振動片を搭載したことを特徴とする電子機器。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】第 1 の実施形態に係る振動片の構成を示す平面図である。

【図 2】実施形態に係る配線構造の一例を示す部分断面拡大図であり、図 1 中 A 部断面の構成を示す。

【図 3】実施形態に係る配線構造の他の一例を示す部分断面拡大図であり、図 1 中 B 部断面の構成を示す。

【図 4】第 1 の実施形態に係る振動片を実装する圧電デバイスの構成を示す側断面図である。

30

【図 5】第 2 の実施形態に係る振動片の構成を示す平面図である。

【図 6】第 3 の実施形態に係る振動片の構成を示す平面図である。

【図 7】第 3 の実施形態に係る振動片を実装する圧電デバイスの構成を示す側断面図である。

【図 8】実施形態に係る電子機器の一例としての携帯電話装置の外観構成を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

以下、本発明の振動片、および電子機器に係る実施の形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

40

まず、本発明に係る振動片の構成例を挙げ、その構造的特徴である配線構造についての説明を行う。図 4 は、本発明の振動片を実装するデバイスの一例としての角速度センサー 10 を示す側面断面図である。

【 0 0 1 8 】

本実施形態に係る角速度センサー 10 は、パッケージ 12 と、IC 18、および振動片 22 を基本として構成される。パッケージ 12 は、詳細を後述する IC 18、および振動片 22 を収容するためのキャビティを備えたベース 14 と、ベース 14 におけるキャビティの開口部を封止するリッド 16 とより成る。なお、本来ベース 14 内には、IC 18 および振動片 22 の実装に用いられる端子が複数形成されているが、図 4 においては、それを省略している。

50

## 【0019】

IC18は、詳細を後述する振動片22を駆動させるための発振回路や、角速度検出回路等を備えた集積回路である。

振動片22は、本実施形態の場合、いわゆるWT型と呼ばれる形態を成すものを採用している。この形態の振動片22では、図1に示すように、振動片22の中心に、実装用の基部24を配置する構成とされる。このため、本実施形態に係る角速度センサー10では、リフト支持を可能とするタブ基板20を介して、パッケージ12を構成するベース14に実装されている。

## 【0020】

振動片22は、素子片23と、駆動用膜部（ライン状積層膜）44a, 44b, 46a, 46b、および検出用膜部40a, 40bを基本として構成されている。素子片23は、基部24と、検出腕26a, 26b、伝達腕28a, 28b、および駆動腕30a, 30b, 32a, 32bを基本として構成されている。素子片23の材質は、シリコン、石英等の非圧電体材料の他、水晶、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、ホウ酸リチウム、およびチタン酸バリウム等の圧電体材料等とすることができる。本実施形態では素子片23の構成材料として、シリコンを採用している。シリコンを採用した場合、優れた振動特性を有する振動片を比較的安価に実現することができるからである。また、シリコンは、形状形成においても、公知の微細加工技術を用いてエッチングにより、高い寸法精度で素子片を形成することができるといった利点がある。

## 【0021】

基部24は、入出力電極36や引出電極38, 42a, 42bを配設するための部位であり、実装基板（本実施形態においては、タブ基板20）に対する固定部としての役割を担い、素子片23の中心位置に設けられる。基部24の形態は、特に限定されるものではないが、図1に示す例では、平面視形状を矩形としている。

## 【0022】

検出腕26a, 26bは、素子片23に対する角速度の付与によって振動を生じさせる役割を担う振動腕である。検出腕26a, 26bは、基部24を基点として、+Y軸側と-Y軸側に一対、同一長さとなるように延設されている。

## 【0023】

伝達腕28a, 28bは、基部24と、詳細を後述する駆動腕32a, 32b, 30a, 30bとを接続する梁部である。伝達腕28a, 28bは、基部24を基点として、+X軸方向と-X軸方向に一対、同一長さとなるように延設されている。

## 【0024】

駆動腕30a, 30b, 32a, 32bは、駆動振動を生じさせるための振動腕である。駆動腕30a, 30b, 32a, 32bは、伝達腕28b, 28aの先端部から、検出腕26a, 26bと平行に、+Y軸方向と-Y軸方向にそれぞれ延設されている。検出腕26a, 26bと駆動腕30a, 30b, 32a, 32bの先端にはそれぞれ、周波数調整のために用いる質量体34が設けられている。

## 【0025】

検出腕26a, 26bには、検出用膜部40a, 40bが配設されており、駆動腕30a, 30b, 32a, 32bには、駆動用膜部44a, 44b, 46a, 46bが配設されている。検出用膜部40a, 40bと駆動用膜部44a, 44b, 46a, 46bは共に、電極層と圧電層による積層構造により構成されている。具体的には図2、図3に一例を示すように、第1電極層46a1と第5電極層46b1、第1圧電層46a2と第2圧電層46b2、および第2電極層46a3と第6電極層46b3を基本として構成される。なお、図2は、図1におけるA部の部分断面拡大図であり、図3は、図1におけるB部の部分断面拡大図である。

## 【0026】

第1電極層46a1と第5電極層46b1は、素子片23（検出腕26a, 26b、駆動腕30a, 30b, 32a, 32b：図2、図3に示す例は駆動腕32a, 32b）の

10

20

30

40

50

主面に配設されている。第1圧電層46a2と第2圧電層46b2は、それぞれ第1電極層46a1と第5電極層46b1の上部、すなわち素子片23と反対側に配設されている。また、第2電極層46a3と第6電極層46b3は、それぞれ第1圧電層46a2と第2圧電層46b2の第1電極層46a1並びに第5電極層46b1と反対側に設けられている。なお、伝達腕28aには、駆動用膜部46aを構成する第1電極層46a1、および第2電極層46a3と基部24に配設された入出力電極36とを電氣的に接続する引出電極42a, 42bが配設されている。このような構成とすることで、第1圧電層46a2や第2圧電層46b2の上部側に位置する第2電極層46a3や第6電極層46b3と、下部側に位置する第1電極層46a1や第5電極層46b1の間に電圧を印加することで、第1圧電層46a2および第2圧電層46b2を収縮、あるいは伸張させることが可能となる。

10

#### 【0027】

なお、電極層としては、例えば金(Au)や金合金、白金(Pt)、アルミニウム(Al)、アルミニウム合金、銀(Ag)、銀合金、クロム(Cr)、クロム合金、銅(Cu)、モリブデン(Mo)、ニオブ(Nb)、タングステン(W)、鉄(Fe)、チタン(Ti)、コバルト(Co)、亜鉛(Zn)、ジルコニウム(Zr)等の金属材料や、ITO、ZnO等の透明電極材料により形成することができる。

#### 【0028】

中でも、電極層の構成材料としては、金を主材料とする金属(金、金合金)または白金を用いるのが好ましく、金を主材料とする金属(特に金)を用いるのがより好ましい。

20

金は、導電性に優れ(電気抵抗が小さく)、酸化に対する耐性に優れているため電極材料として好適である。また、金は白金に比べてエッチングにより容易にパターンニングすることができるという特徴を持つからである。

#### 【0029】

また、電極層の平均厚さは、特に限定されないが、例えば、1~300nm程度であるのが好ましく、10~200nmであるのがより好ましい。これにより、電極層が振動片の振動特性に悪影響を与えるのを防止しつつ、電極層の導電性を優れたものとすることができる。

#### 【0030】

また、圧電層としては、例えば酸化亜鉛(ZnO)や窒化アルミニウム(AlN)、 tantalum酸リチウム(LiTaO<sub>3</sub>)、ニオブ酸リチウム(LiNbO<sub>3</sub>)、ニオブ酸カリウム(KNbO<sub>3</sub>)、四ホウ酸リチウム(Li<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>)、チタン酸バリウム(BaTiO<sub>3</sub>)、およびPZT(チタン酸ジルコン酸鉛)等を採用することができる。

30

#### 【0031】

このような種々の材料の中でも、PZTを採用することが好ましい。PZTは、c軸特性に優れている。このため、圧電層をPZTを主材料として構成することにより、振動片のCI値を低減することができる。また、これらの材料は、反応性スパッタリング法により成膜することができる。

#### 【0032】

このような構成材料を採用する圧電層の平均厚さは、50~3000nmであるのが好ましく、200~2000nmであるのがより好ましい。これにより、圧電層が振動片の振動特性に悪影響を与えるのを防止しつつ、優れた振動特性を得ることができる。

40

#### 【0033】

本実施形態では、素子片23の一方の主面に検出用膜部40a, 40b、および駆動用膜部44a, 44b, 46a, 46bを配設する構成としている。このため、各検出腕26a, 26bには、それぞれ2本の検出用膜部40a, 40bが、各駆動腕30a, 30b, 32a, 32bには、それぞれ2本の駆動用膜部44a, 44b, 46a, 46bが配設されている。具体的には、各腕における幅方向両端部側に、検出用膜部40a, 40b、あるいは駆動用膜部44a, 44b, 46a, 46bが配設されている。このような構成とした場合、駆動腕30a, 30b, 32a, 32bに設けられた対を成す駆動用膜

50

部 4 4 a と駆動用膜部 4 4 b、駆動用膜部 4 6 a と駆動用膜部 4 6 b に対して、それぞれ逆極性の電圧を印加することで、駆動腕 3 0 a, 3 0 b, 3 2 a, 3 2 b を + X 軸方向、あるいは - X 軸方向へ屈曲させることが可能となる。また、角速度の付与により検出腕 2 6 a, 2 6 b が + X 軸方向、あるいは - X 軸方向へ屈曲した場合には、これに応じた電荷を得ることが可能となる。

【 0 0 3 4 】

本実施形態では図 1 に示すように、+ Y 軸側に延設されている駆動腕 3 0 a, 3 2 a に配設されている駆動用膜部 4 4 a, 4 4 b, 4 6 a, 4 6 b と、- Y 軸側に延設されている駆動腕 3 0 b, 3 2 b に配設されている駆動用膜部 4 4 a, 4 4 b, 4 6 a, 4 6 b とを、連続したライン状に形成している。このような配設形態とすることで、駆動腕 3 0 a, 3 0 b, 3 2 a, 3 2 b の屈曲率を大きくすることが可能となるからである。

10

【 0 0 3 5 】

また、本実施形態では、駆動用膜部 4 4 a, 4 4 b, 4 6 a, 4 6 b についてこのような配設形態を採ることより、少なくともいずれか一方(図 1 に示す例においては、基部 2 4 から遠い方)の駆動用膜部 4 4 b, 4 6 b を構成する電極が、いずれか他方(図 1 に示す例においては、基部 2 4 に近い方)の駆動用膜部 4 4 a, 4 6 a を跨ぐように構成されている。このため、一方の駆動用膜部 4 4 b, 4 6 b と他方の駆動用膜部 4 4 a, 4 6 a との間には、第 4 電極層 4 8、および第 8 電極層 5 0 が形成されている。

【 0 0 3 6 】

詳細な一例として、駆動用膜部 4 6 a と駆動用膜部 4 6 b における交差形態について、図 2、および図 3 に示す。なお、図 1 において、破線部における矢視 A の断面が図 2 であり、矢視 B の断面が図 3 である。

20

【 0 0 3 7 】

図 2 に示すように、駆動用膜部 4 6 b を構成する第 5 電極層 4 6 b 1 と駆動用膜部 4 6 a を構成する第 2 電極層 4 6 a 3 とを接続する第 4 電極層 4 8、および第 3 電極層 4 6 a 4 が設けられている。本実施形態では、第 1 圧電層 4 6 a 2 が、第 1 電極層 4 6 a 1 の幅に比べて幅広となるように設けられている。そして、第 1 圧電層 4 6 a 2 の側面には、裾を広げるように傾斜面が設けられている。このため、第 2 電極層 4 6 a 3 と第 4 電極層 4 8 との間には、第 1 圧電層 4 6 a 2 の傾斜面を伝うように配設された第 3 電極層 4 6 a 4 が設けられている。また、図 2 に示す例では、第 3 電極層 4 6 a 4 は、傾斜面を介して伝達腕 2 8 a に配設した引出電極 4 2 b とも接続されている。

30

【 0 0 3 8 】

また、図 3 に示すように、駆動用膜部 4 6 b の第 6 電極層 4 6 b 3 が、第 7 電極層 4 6 b 4、および第 8 電極層 5 0 を介して駆動用膜部 4 6 a の第 1 電極層 4 6 a 1 と接続されている場合には、引出電極 4 2 a を第 1 圧電層 4 6 a 2 の下部にまで延設することで、第 1 電極層 4 6 a 1 と引出電極 4 2 a とを電氣的に接続することができる。

【 0 0 3 9 】

このような構成とすることで、一方の駆動用膜部 4 6 b を構成する第 6 電極層 4 6 b 3 と第 5 電極層 4 6 b 1 が、短絡を生じさせることなく他方の駆動用膜部 4 6 a を跨ぐことができる。また、極性が同一となる電極層を接続してまとめる構成とすることができるため、伝達腕 2 8 a に配設する引出電極 4 2 a, 4 2 b の数を減らすことができる。

40

【 0 0 4 0 】

また、引出電極 4 2 a, 4 2 b、第 2 電極層 4 6 a 3、第 6 電極層 4 6 b 3、第 1 圧電層 4 6 a 2、第 2 圧電層 4 6 b 2、第 4 電極層 4 8、第 8 電極層 5 0 の表面を保護するために絶縁層を被覆しても良い。絶縁層の材質は、例えば  $Al_2O_3$  (酸化アルミニウム) や、 $SiO_2$  (二酸化ケイ素) などを挙げることができる。

【 0 0 4 1 】

また、本実施形態では、一方の駆動用膜部 4 6 b が他方の駆動用膜部 4 6 a を跨ぐこととなる部分について、次のような特徴を備えている。まず、第 1 電極層 4 6 a 1 の幅方向端部から、第 1 圧電層 4 6 a 2 が成す傾斜面まで、すなわち第 3 電極層 4 6 a 4 までの最

50



短となる距離をAと定める。次に、第1電極層46a1の幅方向端部から第4電極層48または第4電極層48に相当する引出電極42bまでの最短となる距離をBと定める。次に、第1電極層46a1と第2電極層46a3との間の最短となる垂直距離、すなわち第1圧電層46a2の厚みをCと定める(図2参照)。そして、各距離A、B、Cについて、少なくとも、 $C \geq A$ 、および $C \geq B$ の関係を満たすように定めている。

#### 【0042】

このような配置関係を満たすようにすることで、第1圧電層46a2の側面において第1電極層46a1と第3電極層46a4、あるいは第4電極層48並びに引出電極42bとの距離が短くなることが無い。第1電極層46a1と第3電極層46a4、あるいは第4電極層48並びに引出電極42bとの距離が極端に短くなった場合、その部分に電界が集中してしまい、駆動のロスが生じることがある。よって、上記のような関係を満たすことで、駆動のロスを防止し、効率の良い屈曲振動を得る事が可能となる。

10

#### 【0043】

また、上記と同様に、本実施形態では図3において、第5電極層46b1の幅方向端部から、第2圧電層46b2が成す傾斜面まで、すなわち第7電極層46b4までの最短となる距離をDと定めている。次に、第5電極層46b1の幅方向端部から第8電極層50までの最短となる距離をEと定めている。次に、第5電極層46b1と第6電極層46b3との間の最短となる垂直距離、すなわち第2圧電層46b2の厚みをFと定めている。そして、各距離D、E、Fについて、少なくとも、 $F \geq D$ 、および $F \geq E$ の関係を満たすように定めている。

20

#### 【0044】

このような配置関係を満たすようにすることによっても、第2圧電層46b2の側面において第5電極層46b1と第7電極層46b4との距離が短くなることが無い。第5電極層46b1と第7電極層46b4との距離が極端に短くなった場合、その部分に電界が集中してしまい、駆動のロスが生じることがある。よって、上記のような関係を満たすことで、駆動のロスを防止し、効率の良い屈曲振動を得る事が可能となる。

#### 【0045】

なお、本発明において、第1電極層46a1と第8電極層50、第7電極層46b4、および第6電極層46b3は、一体の電極層として形成しても良い。また、当然に、各電極層を別体の電極層として形成し、それぞれの電極層を構成する電極の材質や膜厚等に変化を持たせるようにしても良い。同様に、第2電極層46a3と第3電極層46a4、第4電極層48、および第5電極層46b1についても、一体型、別体型の双方を選択することができる。

30

#### 【0046】

次に、本発明の圧電デバイスに係る第2の実施形態について、図5を参照して説明する。本実施形態に係る圧電デバイスと、上述した第1の実施形態に係る圧電デバイスとは、振動片の形態が異なる。よって、図5には、相違点である振動片のみを示すこととする。

#### 【0047】

本実施形態の振動片は、いわゆる音叉型の振動片である。このような形態の振動片22aを有する角速度センサーでは、一对の振動腕54a、54bのそれぞれに、一对の駆動用膜部56a、56bと、1つの検出用膜部58a、58bが配設されている。一对の駆動用膜部56a、56bは、振動腕54a、54bの幅方向両端部に配設され、検出用膜部58a、58bはそれぞれ、一对の駆動用膜部56a、56bの間に配設されている。なお、駆動用膜部56a、56b、および検出用膜部58a、58bは、第1の実施形態に係る角速度センサーと同様に、下部側に位置する電極層(第1電極層46a1、第5電極層46b1)と上部側に位置する電極層(第2電極層46a3、第6電極層46b3)、および圧電層(第1圧電層46a2、第2圧電層46b2)を基本として構成されている。

40

#### 【0048】

このような構成の振動片22aであっても、図5中波線で示す部位に記すように、一方

50

の駆動用膜部 5 6 a ( 5 6 b ) を構成する下部側の電極層と、他方の駆動用膜部 5 6 b ( 5 6 a ) を構成する上部側の電極層を接続する電極層 6 0 を設けることができる。また、このような形態の振動片 2 2 a に本発明に係る配線構造を適用することで、従来、検出用膜部 5 8 a , 5 8 b と、駆動用膜部 5 6 a , 5 6 b との間で生じていた基部 5 2 における引出電極 6 2 の重複を回避することが可能となる。

#### 【 0 0 4 9 】

上記実施形態では、いずれも、圧電デバイスとして角速度センサーを例に挙げて説明した。しかしながら、本発明に係る配線構造を適用可能な圧電デバイスは、図 6 に示すような振動片 2 2 b を備えた振動子 1 0 a ( 図 7 参照 ) であっても良い。

#### 【 0 0 5 0 】

本実施形態に係る振動子 1 0 a は、ベース 1 4 とリッド 1 6 を備えたパッケージ 1 2 と、パッケージ 1 2 内に収容された振動片 2 2 b を基本として構成される。本実施形態に係る振動片 2 2 b は、図 6 に示すように、いわゆる音叉型の形態を成す振動片である。すなわち、基部 5 2 と、基部 5 2 を基点として延設された一对の振動腕 5 4 a , 5 4 b を備えている。

#### 【 0 0 5 1 】

振動腕 5 4 a , 5 4 b には、それぞれ、一对の駆動用膜部 5 6 a , 5 6 b が配設されている。一对の駆動用膜部 5 6 a , 5 6 b は、振動腕 5 4 a , 5 4 b の幅方向両端部に配置されている。なお、駆動用膜部 5 6 a , 5 6 b は、第 1、第 2 の実施形態に係る角速度センサーと同様に、下部側に位置する電極層 ( 第 1 電極層 4 6 a 1、第 5 電極層 4 6 b 1 ) と上部側に位置する電極層 ( 第 2 電極層 4 6 a 3、第 6 電極層 4 6 b 3 )、および圧電層 ( 第 1 圧電層 4 6 a 2、第 2 圧電層 4 6 b 2 ) を基本として構成されている。すなわち、振動腕 5 4 a , 5 4 b における幅方向の一方に第 1 電極層 4 6 a 1 ( 不図示 ) を配置した場合、他方には第 5 電極層 4 6 b 1 が配置される。そして、対を成す振動腕 5 4 a , 5 4 b においては、長手方向中心線 ( 不図示 ) を起点として、線対称な配置関係を採用することとなる。

#### 【 0 0 5 2 】

このような構成の振動片 2 2 b であっても、図 6 中波線で示す部位に記すように、一方の駆動用膜部 5 6 a ( 5 6 b ) を構成する下部側の電極層と、他方の駆動用膜部 5 6 b ( 5 6 a ) を構成する上部側の電極層を接続する電極層 6 0 を設けることができる。

#### 【 0 0 5 3 】

次に、上記のような構成の角速度センサーや、振動子を構成する振動片を搭載した電子機器について説明する。なお、図 8 は、上記実施形態で説明した振動子を発信源として備える携帯電話を示す図である。

図 8 に示す携帯電話 1 0 0 の外観構成としては、液晶表示装置 1 0 4、複数の操作ボタン 1 0 6、受話口 1 0 2、および送話口 1 0 8 を挙げることができる。

#### 【 0 0 5 4 】

なお、本発明に係る電子機器としては、携帯電話に限らず、パーソナルコンピュータやインクジェット式吐出装置、テレビ、電子辞書、電卓、姿勢制御機能を要するカーナビゲーションシステムや、航空機、ロボット、船舶、車両、電子ゲーム機器、モーションコントローラー、ヘッドマウントディスプレイ、PDR ( 歩行者位置方位計測 )、ゲーム用コントローラー等や、手振れ防止機能を有するデジタルカメラや、デジタルビデオカメラ等も含むものとする。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 5 5 】

1 0 ..... 角速度センサー、 1 2 ..... パッケージ、 1 4 ..... ベース、 1 6 ..... リッド、 1 8 ..... IC、 2 0 ..... タブ基板、 2 2 ..... 振動片、 2 3 ..... 素子片、 2 4 ..... 基部、 2 6 a ..... 検出腕、 2 6 b ..... 検出腕、 2 8 a ..... 伝達腕、 2 8 b ..... 伝達腕、 3 0 a ..... 駆動腕、 3 0 b ..... 駆動腕、 3 2 a ..... 駆動腕、 3 2 b ..... 駆動腕、 3 4 ..... 質量体、 3 6 ..... 入出力電極、 3 8 ..... 引出電極、 4 0 a ...

10

20

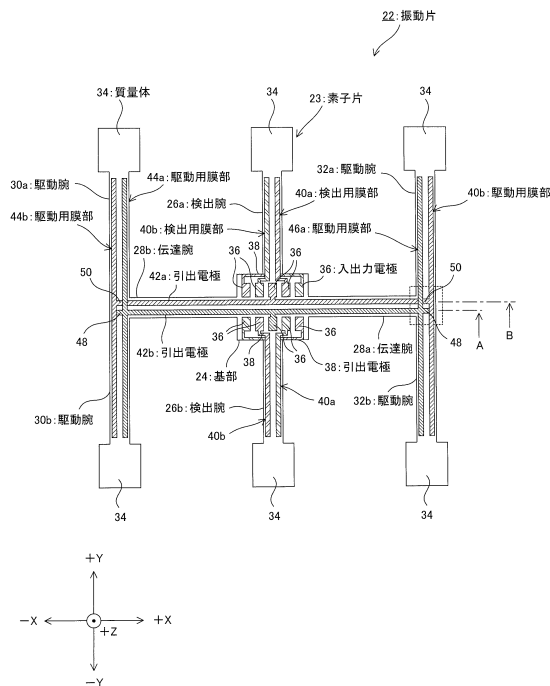
30

40

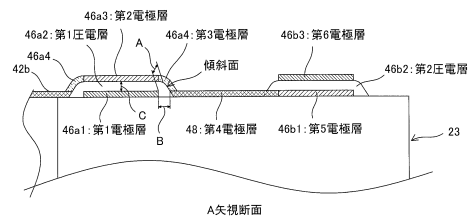
50

.....検出用膜部、40b.....検出用膜部、42a.....引出電極、42b.....引出電極、44a.....駆動用膜部、44b.....駆動用膜部、46a.....駆動用膜部、46a1.....第1電極層、46a2.....第1圧電層、46a3.....第2電極層、46a4.....第3電極層、46b.....駆動用膜部、46b1.....第5電極層、46b2.....第2圧電層、46b3.....第6電極層、46b4.....第7電極層、48.....第4電極層、50.....第8電極層。

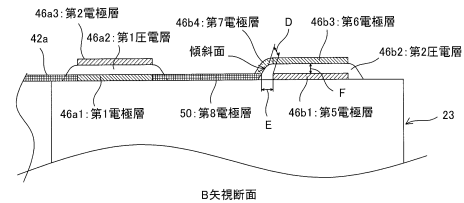
【図1】



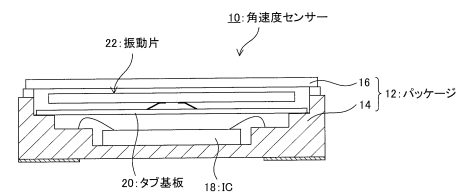
【図2】



【図3】



【図4】





## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
H 0 1 L	41/08	(2006.01)	H 0 1 L	41/18 1 0 1 D
H 0 1 L	41/09	(2006.01)	H 0 1 L	41/18 1 0 1 B
			H 0 1 L	41/08 Z
			H 0 1 L	41/08 L

(56)参考文献 特開2009-172878(JP,A)  
 特開2005-260208(JP,A)  
 特開2008-014887(JP,A)  
 特開2009-156832(JP,A)  
 特開2008-128702(JP,A)  
 特開2002-152005(JP,A)  
 特開平08-274573(JP,A)  
 特開2003-086857(JP,A)  
 特開2008-288813(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 C	1 9 / 5 6	-	1 9 / 5 7 8 3
G 0 1 P	1 5 / 0 0	-	1 5 / 1 8
H 0 1 L	2 7 / 2 0		
H 0 1 L	2 9 / 8 4		
H 0 1 L	4 1 / 0 0	-	4 1 / 4 7
H 0 3 J	5 / 0 0	-	5 / 0 2
H 0 3 J	5 / 1 4	-	5 / 3 0
H 0 3 J	7 / 0 0	-	7 / 3 2