

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7683714号
(P7683714)

(45)発行日 令和7年5月27日(2025.5.27)

(24)登録日 令和7年5月19日(2025.5.19)

(51)国際特許分類	F I
H 0 3 H 9/02 (2006.01)	H 0 3 H 9/02 A
H 0 1 L 23/02 (2006.01)	H 0 3 H 9/02 K
	H 0 1 L 23/02 J

請求項の数 15 (全25頁)

(21)出願番号	特願2023-549508(P2023-549508)	(73)特許権者	000149734 株式会社大真空 兵庫県加古川市野口町水足179番地の6
(86)(22)出願日	令和4年9月14日(2022.9.14)	(74)代理人	100142022 弁理士 鈴木 一晃
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/034441	(74)代理人	100196623 弁理士 松下 計介
(87)国際公開番号	WO2023/048051	(72)発明者	藤野 和也 兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野1389番地 株式会社大真空内
(87)国際公開日	令和5年3月30日(2023.3.30)	(72)発明者	大西 学 兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野1389番地 株式会社大真空内
審査請求日	令和6年3月21日(2024.3.21)	審査官	石田 昌敏
(31)優先権主張番号	特願2021-154811(P2021-154811)		
(32)優先日	令和3年9月22日(2021.9.22)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧電振動デバイス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも振動部が封止部材によって封止された振動子と、
少なくとも電子部品素子と、
前記振動子と前記電子部品素子とがその実装面に搭載される基板と、
少なくとも前記振動子を樹脂で覆うモールド部を有する圧電振動デバイスにおいて、
前記振動子は、
前記基板と対向していない前記封止部材の少なくとも一部を覆う保護部材を有する、
圧電振動デバイス。

【請求項2】

請求項1に記載の電動振動デバイスにおいて、
前記保護部材は、
前記封止部材よりも剛性が高い、
圧電振動デバイス。

【請求項3】

請求項1に記載の圧電振動デバイスにおいて、
前記振動子は、
枠部と、前記枠部の枠内に位置する前記振動部が一体成形された圧電振動板と、前記圧電振動板において前記枠部の一方の主面及び他方の主面にそれぞれ接合され、前記一方の主面の開口部分及び他方の主面の開口部分を塞ぐ前記封止部材とを含む3層以上の積層体に

構成され、前記一方の主面の開口部分及び前記他方の主面の開口部分を塞ぐ前記封止部材のうち少なくとも一方の前記封止部材の一部または全部が前記保護部材によって覆われる、圧電振動デバイス。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の圧電振動デバイスにおいて、
前記振動子は、

前記振動部を有する圧電素子と、一方の主面が開口して枠部が構成されている箱状の保持部材と、前記圧電素子を前記枠部内で保持している前記保持部材の開口部分を塞ぐ前記封止部材と、を少なくとも含み、前記封止部材の一部または全部が前記保護部材によって覆われる、

圧電振動デバイス。

10

【請求項 5】

請求項 3 に記載の圧電振動デバイスにおいて、
前記振動子は、

前記振動部の一部が連結部を介して前記枠部に連結し、
前記封止部材が樹脂フィルムである、

圧電振動デバイス。

【請求項 6】

請求項 3 に記載の圧電振動デバイスにおいて、
前記振動子は、

前記圧電振動板の一方の主面及び他方の主面の一方または両方に凹部を有し、前記凹部を前記振動部とする、

圧電振動デバイス。

20

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の圧電振動デバイスにおいて、
前記振動子と前記電子部品素子とは、
前記基板における同一の実装面上に位置している、

圧電振動デバイス。

【請求項 8】

請求項 3 に記載の圧電振動デバイスにおいて、
前記保護部材は、

前記主面に垂直な方向に見て少なくとも一部が前記枠部と重なる、

圧電振動デバイス。

30

【請求項 9】

請求項 3 に記載の圧電振動デバイスにおいて、
前記振動子は、

前記封止部材の周縁が前記枠部の外方の周縁よりも内方に位置し、前記保護部材の周縁が前記封止部材の周縁よりも外方に位置する、

圧電振動デバイス。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の圧電振動デバイスにおいて、
前記保護部材は、前記封止部材よりも厚い、

圧電振動デバイス。

40

【請求項 11】

請求項 1 から請求項 10 のいずれか一項に記載の圧電振動デバイスにおいて、
前記基板は、樹脂材料から構成されている、

圧電振動デバイス。

【請求項 12】

請求項 1 から請求項 11 のいずれか一項に記載の圧電振動デバイスにおいて、
前記保護部材は、脆性材料から構成されている、

50

圧電振動デバイス。

【請求項 1 3】

請求項 1 から請求項 1 2 のいずれか一項に記載の圧電振動デバイスにおいて、前記保護部材は、前記封止部材に接合材を介して接合されている、
圧電振動デバイス。

【請求項 1 4】

請求項 1 から請求項 1 3 のいずれか一項に記載の圧電振動デバイスにおいて、前記電子部品素子は、前記振動子の発振回路素子を有する少なくとも集積回路素子である、

圧電振動デバイス。

【請求項 1 5】

請求項 1 から請求項 1 4 のいずれか一項に記載の圧電振動デバイスにおいて、前記保護部材は、電子部品素子によって構成されている、

圧電振動デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、圧電振動デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

圧電振動デバイスは、例えば水晶振動片を用いた水晶振動子が含まれる。前記水晶振動子は、圧電素子である水晶振動片と、前記水晶振動片を保持する保持部材と、前記保持部材を密閉する蓋部材とを有する。前記水晶振動子は、セラミック等の絶縁体から構成される箱状の前記保持部材内に前記水晶振動片が保持されている。前記水晶振動子は、前記水晶振動片の電極と前記保持部材内の電極とが接合された状態で蓋部材によって密閉されている。

【0003】

このような圧電振動デバイスは、セラミック製の前記保持部材に、金属製あるいはガラス製の前記蓋部材が接合されているので、高価なものとなっている。また、前記圧電振動デバイスは、前記箱状の保持部材と前記蓋部材とが重ね合わせられるので、前記圧電振動デバイスの厚みが増大する。そこで、第1励振電極及び第2励振電極を有する振動部と、該振動部に連結部を介して連結されると共に、前記振動部を取り囲む外枠部とを有する圧電振動板が、封止材によって封止されている圧電振動デバイスが知られている。例えば特許文献1に記載の圧電振動デバイスは、振動部より厚肉の外枠部に前記振動部を覆うように樹脂フィルムから構成される封止材が接合されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2020-141264号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載の圧電振動デバイスは、前記圧電振動デバイスの保護のために樹脂材料によって少なくとも振動部が覆われている。特許文献1に記載の構成の圧電振動デバイス、または圧電振動板を収容した箱状の保持部材を封止材で封止した構成の振動子と、集積回路素子等の電子部品素子とを組み合わせたデバイスでは、前記水晶振動子及び電子部品素子を外部環境から保護するために、これらの素子を樹脂で覆うことがある。このようなデバイスでは、密閉された金型内において樹脂によって成形（モールド）される。この際、前記圧電振動デバイスには、金型内に充填される樹脂から成形圧力が加わる。このため、前記封止材は、前記成形圧力によって前記振動部側に弾性変形する。従って、前記封

10

20

30

40

50

止材の材質、厚み、前記圧電振動板の外枠部の大きさ、前記成形圧力の大きさによって前記封止材が前記振動部に接触する可能性があった。

【 0 0 0 6 】

本発明は、樹脂による成形の際に封止部材のたわみを抑制することができる圧電振動デバイス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 】

【 0 0 0 7 】

本発明者らは、樹脂による成形の際に封止部材のたわみを抑制することができる圧電振動デバイスについて検討した。鋭意検討の結果、本発明者らは、以下のような構成に想到した。

【 0 0 0 8 】

少なくとも振動部が封止部材によって封止された振動子と、少なくとも電子部品素子と、前記振動子と前記電子部品素子とがその実装面に搭載される基板と、少なくとも前記振動子を樹脂で覆うモールド部を有する圧電振動デバイスである。前記振動子は、前記封止部材の少なくとも一部を覆う保護部材を有する。

【 0 0 0 9 】

上述の構成では、前記封止部材によって封止されている前記振動子は、前記封止部材の少なくとも一部が前記保護部材によって覆われている。金型内に充填される樹脂は、前記封止部材のうち前記保護部材で覆われた部分に接触しない。よって、金型内に充填される樹脂からの成形圧力は、前記保護部材に覆われている封止部材に加わらない。これにより、前記樹脂による成形の際に封止部材のたわみを抑制することができる。

【 0 0 1 0 】

他の観点によれば、本発明の圧電振動デバイスは、以下の構成を含むことが好ましい。前記振動子は、枠部と、前記枠部の枠内に位置する前記振動部が一体成形された圧電振動板と、前記圧電振動板において前記枠部一方の主面及び他方の主面にそれぞれ接合され、前記一方の主面の開口部分及び他方の主面の開口部分を塞ぐ封止部材とを含む3層以上の積層体に構成される。前記振動子は、前記一方の主面の開口部分及び前記他方の主面の開口部分のうち少なくとも一方の開口部分を塞ぐ封止部材の一部または全部が保護部材によって覆われる。

【 0 0 1 1 】

上述の構成では、前記振動子は、前記枠部の開口部分を塞ぐ前記封止部材の少なくとも一部が前記保護部材によって覆われている。金型内に充填される樹脂からの成形圧力は、前記封止部材を覆う前記保護部材に加わる。よって、前記封止部材は、少なくとも一部が前記保護部材によって覆われることによって、金型内に充填される樹脂からの成形圧力に対する耐性が向上する。これにより、前記樹脂による成形の際に封止部材のたわみを抑制することができる。

【 0 0 1 2 】

他の観点によれば、本発明の圧電振動デバイスは、以下の構成を含むことが好ましい。前記振動子は、前記振動部を有する圧電素子と、一方の主面が開口して枠部が構成されている箱状の保持部材と、前記圧電素子を前記枠部内で保持している前記保持部材の開口部分を塞ぐ前記封止部材と、を少なくとも含み、前記封止部材の一部または全部が保護部材によって覆われる。

【 0 0 1 3 】

上述の構成では、前記振動子は、前記保持部材の開口部分を塞ぐ前記封止部材の少なくとも一部が前記保護部材によって覆われている。金型内に充填される樹脂からの成形圧力は、前記封止部材を覆う前記保護部材に加わる。よって、前記封止部材は、少なくとも一部が前記保護部材によって覆われることによって、金型内に充填される樹脂からの成形圧力に対する耐性が向上する。これにより、前記樹脂による成形の際に封止部材のたわみを抑制することができる。

【 0 0 1 4 】

10

20

30

40

50

他の観点によれば、本発明の圧電振動デバイスは、以下の構成を含むことが好ましい。前記振動子は、前記枠部の枠内に前記振動部が一体成形された圧電振動板と、前記圧電振動板において前記枠部の開口部分を有する一方の主面及び他方の主面にそれぞれ接合され、前記一方の主面の開口部分及び他方の主面の開口部分を塞ぐ封止部材と、を有する3層以上の積層体に構成され、少なくとも前記枠部の一方の主面の開口部分を塞ぐ封止部材の一部または全部が保護部材によって覆われる。

【0015】

上述の構成では、振動子は、枠部の枠内に振動部が一体成形された圧電振動板における両方の開口部を封止部材によって塞いだ3層構造の積層体として構成されている。また、前記振動子の封止部材は、前記保護部材によって成形圧力に対する耐性が向上している、

10

【0016】

他の観点によれば、本発明の圧電振動デバイスは、以下の構成を含むことが好ましい。前記振動子は、前記振動部の一部が連結部を介して前記枠部に連結し、前記封止部材が樹脂フィルムである。

【0017】

上述の構成では、前記振動子は、前記枠部を弾性変形し易い前記樹脂フィルムで覆っている。更に、前記振動子は、弾性変形し易い樹脂フィルムである前記封止部材の少なくとも一部を前記保護部材によって覆うことによって、前記金型内に充填される前記樹脂からの成形圧力に対する前記封止部材の耐性が向上する。これにより、前記樹脂による成形の際に前記樹脂フィルムのたわみを抑制することができる。

20

【0018】

他の観点によれば、本発明の圧電振動デバイスは、以下の構成を含むことが好ましい。前記振動子は、前記圧電振動板の一方の主面及び他方の主面の一方または両方に凹部を有し、前記凹部を前記振動部とする。

【0019】

上述の構成では、前記圧電振動板は、両主面の一方または両方の一部をそれぞれ窪ませた前記凹部によって振動部を構成している。よって、前記振動板は、例えばATカット水晶板において前記振動部を薄肉化することができる。また、このような圧電振動板を有する振動子は、前記凹部を覆う前記封止部材の一部を前記保護部材によって覆うことで前記金型内に充填される前記樹脂からの成形圧力に対する前記封止部材の耐性が向上する。これにより、前記樹脂による成形の際に封止部材のたわみを抑制することができる。

30

【0020】

他の観点によれば、本発明の圧電振動デバイスは、以下の構成を含むことが好ましい。前記振動子と前記電子部品素子とは、前記基板における同一の実装面上に位置している。

【0021】

上述の構成では、前記振動子と前記電子部品素子とが、前記基板における同一の実装面上に位置しているため、前記基板の一方の主面に前記振動子が、他方の主面に前記電子部品素子が各々位置する構成に比べて低背化することができる。

40

【0022】

他の観点によれば、本発明の圧電振動デバイスは、以下の構成を含むことが好ましい。前記保護部材は、前記主面に垂直な方向に見て少なくとも一部が前記枠部と重なる。

【0023】

上述の構成では、前記保護部材は、前記枠部に支持された状態で前記封止部材の一部を覆っている。つまり、前記保護部材に加わる前記樹脂の成形圧力は、前記枠部が受け止めている。これにより、前記樹脂による成形の際に前記封止部材のたわみを抑制することができる。

【0024】

50

他の観点によれば、本発明の圧電振動デバイスは、以下の構成を含むことが好ましい。前記振動子は、前記封止部材の周縁が前記枠部の外方の周縁よりも内方に位置し、前記保護部材の周縁が前記封止部材の周縁よりも外方に位置する。

【0025】

上述の構成では、前記封止部材の端面は、前記枠部と前記保護部材との隙間に位置している。これにより前記樹脂は、成形の際の圧力によって前記隙間に入り込む。よって、前記枠部と前記保護部材との隙間に位置する前記封止部材の端面は、前記樹脂によって変形が抑制される。また、前記保護部材は、前記封止部材よりも大きいので、前記封止部材に対する位置が多少ずれていても前記封止部材の少なくとも一部を覆うことができる。これにより、前記樹脂による成形の際に前記封止部材のたわみをより確実に抑制することができる。

10

【0026】

他の観点によれば、本発明の圧電振動デバイスは、以下の構成を含むことが好ましい。前記保護部材は、前記封止部材よりも厚い。

【0027】

上述の構成では、前記保護部材における前記振動子の主面に垂直な方向の断面二次モーメントは、前記封止部材における前記主面に垂直な方向の断面二次モーメントよりも大きい。従って、前記保護部材は、前記封止部材と同一の材料で構成されていても前記封止部材よりも剛性が高い。これにより、前記樹脂による成形の際に前記封止部材のたわみを抑制することができる。

20

【0028】

他の観点によれば、本発明の圧電振動デバイスは、以下の構成を含むことが好ましい。前記基板は、樹脂材料から構成されている。前記構成では、前記圧電振動デバイスの前記基板は、切断等の加工が容易な樹脂材料から構成されている。これにより、任意の形状を有する前記圧電振動デバイスを容易に構成することができる。

【0029】

他の観点によれば、本発明の圧電振動デバイスは、以下の構成を含むことが好ましい。前記保護部材は、脆性材料から構成されている。前記構成では、前記保護部材は、弾性材料に比べて荷重に対するたわみ量が小さい。これにより、前記樹脂による成形の際に前記封止部材のたわみを抑制することができる。

30

【0030】

他の観点によれば、本発明の圧電振動デバイスは、以下の構成を含むことが好ましい。前記保護部材は、前記封止部材に接合材を介して接合されている。前記構成では、前記保護部材は、前記接合材によって前記封止部材に密着している。前記保護部材が前記封止部材に密着していることによって、前記金型内に充填される前記樹脂からの成形圧力に対する前記封止部材の耐性がより向上する。これにより、前記樹脂による成形の際に前記封止部材のたわみを抑制することができる。

【0031】

他の観点によれば、本発明の圧電振動デバイスは、以下の構成を含むことが好ましい。前記電子部品素子は、前記振動子の発振回路素子を有する少なくとも集積回路素子である。前記構成では、前記圧電振動デバイスは、前記振動子と前記振動子用の集積回路素子とが同一基板上に配置されている。これにより、圧電振動デバイスをコンパクトに構成することができる。

40

【0032】

他の観点によれば、本発明の圧電振動デバイスは、以下の構成を含むことが好ましい。前記保護部材は、電子部品素子によって構成されている。前記構成では、前記封止部材は、前記圧電振動デバイスに必要な電子部品素子によって保護されている。つまり、前記保護部材は、前記封止部材を保護するだけでなく、圧電振動デバイスの制御に必要な機能を有している。これにより、前記振動子を保護しつつ、圧電振動デバイスをコンパクトに構成することができる。

50

【発明の効果】

【0033】

本発明の一実施形態によれば、樹脂による成形の際に封止部材のたわみを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】図1は、本発明の実施形態1に係る圧電振動デバイスの全体構成の概略を示す平面図である。

【図2】図2は、本発明の実施形態1に係る圧電振動デバイスの底面図である。

【図3】図3は、本発明の実施形態1に係る圧電振動デバイスにおける振動子の分解斜視図である。

10

【図4】図4は、本発明の実施形態1に係る圧電振動デバイスにおける振動子の平面図である。

【図5】図5は、図4におけるA矢視断面図である。

【図6】図6は、本発明の実施形態1に係る圧電振動デバイスが金型内で樹脂成形されている状態での図4におけるA矢視断面図である。

【図7】図7は、本発明の実施形態1に係る圧電振動デバイスの変形例での図4におけるA矢視断面図である。

【図8】図8は、本発明の実施形態2に係る圧電振動デバイスの全体構成の概略を示す平面図である。

20

【図9】図9は、本発明の実施形態2に係る振動子の側面図である。

【図10】図10は、図9におけるD矢視断面図である。

【図11】図11は、本発明の実施形態2に係る振動子の底面図である。

【図12】図12は、本発明の実施形態2に係る振動子に対する集積回路素子の大きさを示す平面図である。

【図13】図13は、本発明の実施形態2に係る圧電振動デバイスの側面図である。

【図14】図14は、本発明の実施形態2に係る圧電振動デバイスの変形例における側面図である。

【図15】図15は、本発明の実施形態3に係る圧電振動デバイスの全体構成の概略を示す平面図である。

30

【図16】図16は、本発明の実施形態3に係る圧電振動デバイスの全体構成の概略を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

以下で、各実施形態について、図面を参照しながら説明する。各図において、同一部分には同一の符号を付して、その同一部分の説明は繰り返さない。なお、各図中の構成部材の寸法は、実際の構成部材の寸法及び各構成部材の寸法比率等を忠実に表していない。なお、以下の実施形態において、「主面」とは、対象部材において最も面積が大きい面、または板状部材において、厚み方向に見た際に見える最も面積が大きい面を意味する。

【0036】

40

なお、以下の本発明の実施の形態である圧電振動デバイス1の説明において、振動子2の長手方向を「X方向」、短手方向を「Y方向」、振動子2における枠部4の開口方向であってX方向とY方向に直交する方向を「Z方向」とする。また、本実施形態において、X方向及びY方向は、水平面上の方向である。Z方向は、鉛直方向である。ただし、この方向の定義により、圧電振動デバイス1の使用時の向きを限定する意図はない。

【0037】

また、以下の説明において、“固定”、“接続”、“接合”及び“取り付ける”等（以下、固定等）の表現は、部材同士が直接、固定等されている場合だけでなく、他の部材を介して固定等されている場合も含む。すなわち、以下の説明において、固定等の表現には、部材同士の直接的及び間接的な固定等の意味が含まれる。

50

【 0 0 3 8 】

[実施形態 1]

< 圧電振動デバイス 1 の構成 >

図 1 から図 5 を用いて、本発明の実施形態 1 である圧電振動デバイス 1 について説明する。図 1 は、圧電振動デバイス 1 の全体構成の概略を示す平面図である。図 2 は、圧電振動デバイス 1 の全体構成の概略を示す底面図である。図 3 は、圧電振動デバイス 1 における振動子 2 の全体構成の概略を示す分解斜視図である。図 4 は、振動子 2 の平面図である。図 5 は、図 4 における A 矢視断面図である。

【 0 0 3 9 】

図 1 に示すように、圧電振動デバイス 1 は、振動子 2 と、集積回路素子 10 と、基板 11 と、モールド部 12 (図 6 参照) と、を有する。

10

【 0 0 4 0 】

図 3 から図 5 に示すように、振動子 2 は、加えられた力を電圧に変換し、または印加された電圧を力に変換する圧電体を有する圧電素子である。振動子 2 は、圧電振動板 3 と、第 1 封止部材 7 と、第 2 封止部材 8 と、保護部材 9 とを有する。

【 0 0 4 1 】

圧電振動板 3 は、水晶を特定の方向で切り出した矩形状の水晶振動片である。圧電振動板 3 は、枠部 4 と、振動部 5 と、連結部 6 とを有する。圧電振動板 3 は、枠部 4、振動部 5 及び連結部 6 が一体成形されている。つまり、枠部 4、振動部 5 及び連結部 6 は、単一の部材として構成されている。

20

【 0 0 4 2 】

図 4 と図 5 に示すように、枠部 4 は、振動部 5 の周囲を囲む部材である。枠部 4 は、面積が最も大きい一対の主面に垂直方向である平面視において矩形の板材から構成されている。枠部 4 は、平面視である Z 方向に見て前記一対の主面がそれぞれ矩形の開口部分を有する枠状部材である。つまり、枠部 4 は、一方の前記主面から他方の前記主面に向かって貫通する矩形の貫通部 4c を有している。

【 0 0 4 3 】

枠部 4 の厚みである枠部 4 の一対の主面の間隔は、厚み t_1 である。枠部 4 の一方の主面は、第 1 封止部材 7 と接合する第 1 接合面 4a を有している。枠部 4 の他方の主面は、第 2 封止部材 8 と接合する第 2 接合面 4b を有している。枠部 4 の長手方向の両端部は、それぞれ振動子実装端子 4d を有している。

30

【 0 0 4 4 】

振動部 5 は、圧電体である。振動部 5 は、面積が最も大きい一対の主面に垂直方向である平面視において略矩形の板材である。振動部 5 は、枠部 4 の枠内に位置している。振動部 5 は、平面視である Z 方向に見て前記一対の主面が枠部 4 の開口部分に対向するように位置している。また、振動部 5 の主面は、枠部 4 の主面と略平行に位置している。振動部 5 の厚みである振動部 5 の一対の主面の間隔は、枠部 4 の厚み t_1 よりも肉薄の厚み t_2 である。振動部 5 は、枠部 4 の枠内において枠部 4 の一対の主面の間に位置している。

【 0 0 4 5 】

振動部 5 の一部は、板状の連結部 6 を介して枠部 4 に連結されている。振動部 5 は、連結部 6 を介して枠部 4 に片持ち支持の状態で保持されている。つまり、振動部 5 は、貫通部 4c を挟んで枠部 4 に取り囲まれている。振動部 5 における一方の主面は、第 1 励振電極 5a を有している。振動部 5 における他方の主面は、第 2 励振電極 5b を有している。第 1 励振電極 5a は、一方の振動子実装端子 4d に接続されている。第 2 励振電極 5b は他方の振動子実装端子 4d に接続されている。

40

【 0 0 4 6 】

封止部材である第 1 封止部材 7 及び第 2 封止部材 8 は、枠部 4 の枠内を封止する部材である。第 1 封止部材 7 及び第 2 封止部材 8 は、面積が最も大きい一対の主面に垂直方向である平面視において矩形状の樹脂フィルムである。第 1 封止部材 7 及び第 2 封止部材 8 は、例えば、300 程度の耐熱性を有しているポリイミド樹脂製のフィルムである。また

50

、第1封止部材7及び第2封止部材8は、 $20\mu\text{m}$ から $50\mu\text{m}$ 程度の厚み t_3 を有する。
【0047】

第1封止部材7及び第2封止部材8における長手方向であるX方向の幅 X_3 は、平面視であるZ方向に見て、枠部4の外縁におけるX方向の幅 X_1 よりも小さく、枠部4の内縁である開口部分におけるX方向の幅 X_2 よりも大きい。また、第1封止部材7及び第2封止部材8におけるZ方向に見てX方向に垂直な短手方向であるY方向の幅 Y_3 は、枠部4の外縁におけるY方向の幅 Y_1 よりも小さく、枠部4の内縁である開口部分におけるY方向の幅 Y_2 よりも大きい。つまり、第1封止部材7及び第2封止部材8は、枠部4よりも小さく枠部4の開口部よりも大きい。

【0048】

第1封止部材7は、枠部4の一方の主面が有している第1接合面4aに熱可塑性の接着剤である接合材13によって接合されている。第1封止部材7の周縁は、枠部4の外縁よりも内方であって、枠部4の内縁よりも外方に位置している。第1封止部材7のX方向の端部は、枠部4の一方の主面におけるX方向に位置する第1接合面4aに接合されている。第1封止部材7のY方向の端部は、枠部4の一方の主面におけるY方向に位置する第1接合面4aに接合されている。つまり、Z方向に見て、第1封止部材7における第1接合面4aと重なる部分は、接合材13によって枠部4に接合されている。第1封止部材7は、枠部4の一方の主面の開口部分を覆っている。これにより、第1封止部材7は、枠部4の一方の主面の開口部分を塞いでいる。

【0049】

第2封止部材8は、枠部4の他方の主面が有している第2接合面4bに接合材13によって接合されている。第2封止部材8の周縁は、枠部4の外縁よりも内方であって、枠部4の内縁よりも外方に位置している。第2封止部材8のX方向の端部は、枠部4の他方の主面におけるX方向に位置する第2接合面4bに接合されている。第2封止部材8のY方向の端部は、枠部4の他方の主面におけるY方向に位置する第2接合面4bに接合されている。つまり、Z方向に見て、第2封止部材8における第2接合面4bと重なる部分は、接合材13によって枠部4に接合されている。第2封止部材8は、枠部4の他方の主面の開口部分を覆っている。これにより、第2封止部材8は、枠部4の他方の主面の開口部分を塞いでいる。

【0050】

保護部材9は、モールド部12を構成する樹脂の成形圧力による第1封止部材7または第2封止部材8のうち少なくとも第1封止部材7のたわみを抑制する部材である。保護部材9は、面積が最も大きい一対の主面に垂直方向である平面視において矩形の板状部材である。保護部材9は、脆性材料であるシリコンから構成されている。保護部材9は、樹脂の成形の際に生じる圧力が加わった場合、長手方向の両持ち支持において最大たわみが $20\mu\text{m}$ 以下になる剛性を有することが望ましい。

【0051】

従って、保護部材9は、第1封止部材7または第2封止部材8のうち少なくとも第1封止部材7よりも剛性が高くなるように材料の縦弾性係数、平面視の方向であるZ方向の断面二次モーメントが定められている。本実施形態において、保護部材9は、シリコンとする。また、本実施形態において、保護部材9は、 $30\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ 程度の厚み t_4 を有することが望ましい。保護部材9の厚み t_4 は、第1封止部材7及び第2封止部材8の厚み t_3 よりも厚い。

【0052】

Z方向に見て、保護部材9における長手方向であるX方向の幅 X_4 は、圧電振動板3の枠部4の外縁におけるX方向の幅 X_1 よりも小さく、第1封止部材7のX方向の幅 X_3 よりも大きい。また、Z方向に見て、保護部材9におけるX方向に垂直な方向であるY方向の幅 Y_4 は、枠部4の外縁におけるY方向の幅 Y_1 よりも小さく、第1封止部材7のY方向の幅 Y_3 よりも大きい。つまり、保護部材9は、枠部4よりも小さく第1封止部材7よりも大きい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

保護部材 9 は、第 1 封止部材 7 の Z 方向に垂直な面に接合材 1 3 である熱可塑性の接着剤またはダイアタッチ剤によって接合されている。保護部材 9 の周縁は、第 1 封止部材 7 の周縁と枠部 4 の外縁との間に位置している。つまり、保護部材 9 の周縁部は、Z 方向に見て、枠部 4 の第 1 接合面 4 a と重なっている。これにより、保護部材 9 は、枠部 4 によって周縁部を支持されている。また、保護部材 9 は、第 1 封止部材 7 を介して枠部 4 の一方の主面の開口部分を覆っている。つまり、保護部材 9 は、Z 方向に見て開口部分と重なっている部分を含む第 1 封止部材 7 全体を覆っている。

【 0 0 5 4 】

上述のように構成される振動子 2 は、圧電振動板 3 と、圧電振動板 3 の一方の主面が有する開口部分を塞ぐ第 1 封止部材 7 と、圧電振動板 3 の他方の主面が有する開口部分を塞ぐ第 2 封止部材 8 とを有する 3 層構造で構成されている。振動子 2 は、圧電振動板 3 の枠部 4、第 1 封止部材 7 及び第 2 封止部材 8 によって構成される内部空間 S を有する。振動子 2 は、内部空間 S 内に振動部 5 が位置している。また、内部空間 S 内には、窒素ガス等の不活性ガスが封入されている。振動子 2 は、各振動子実装端子 4 d から印加された電圧によって所定の周波数で発振する。

10

【 0 0 5 5 】

図 1 に示すように、電子部品素子である集積回路素子 1 0 は、振動子 2 を制御する IC である。集積回路素子 1 0 は、周囲の温度状態を検知する感温素子（サーミスタ）に接続されて所定の発振出力を生成する発振回路等の電子回路等を有している。集積回路素子 1 0 は、発振回路で生成された発振出力をクロック信号等の基準信号として集積回路素子実装端子 1 0 a を通じて外部に出力する。集積回路素子 1 0 は、集積回路素子実装端子 1 0 a 以外の部分を樹脂で覆われている。

20

【 0 0 5 6 】

図 1 と図 2 とに示すように、基板 1 1 は、振動子 2 と集積回路素子 1 0 とを配線パターン（図示省略）によって電氣的に接続し且つ一体に構成する絶縁性基板である。基板 1 1 は、樹脂材料から構成されている。基板 1 1 は、例えば、絶縁体であるガラスエポキシ樹脂を基材としている。基板 1 1 における一方の主面は、銅等の導体によって形成された回路を有する実装面 1 1 a として構成されている。基板 1 1 における他方の主面は、外部基板に実装するための基板実装端子 1 1 b を有している。実装面 1 1 a の回路は、基板実装端子 1 1 b と電氣的に接続されている。本実施形態において、基板 1 1 の厚みは、例えば 0.17 mm となっている。

30

【 0 0 5 7 】

基板 1 1 の実装面 1 1 a には、振動子 2 と集積回路素子 1 0 がそれぞれ搭載されている。振動子 2 の両方の振動子実装端子 4 d は、導電性の接合材 1 3 によって実装面 1 1 a の回路にそれぞれ電氣的に接続されている。この際、振動子 2 は、第 1 封止部材 7 と第 2 封止部材 8 とで覆われている主面を Z 方向に向けて配置されている。振動子 2 は、第 2 封止部材 8 が実装面 1 1 a と対向するように位置している。第 2 封止部材 8 は、実装面 1 1 a に接触している。同様に、集積回路素子 1 0 の集積回路素子実装端子 1 0 a は、ワイヤー 1 0 b によって基板 1 1 の実装面 1 1 a の回路にそれぞれ電氣的に接続されている。このように、振動子 2 と集積回路素子 1 0 とは、基板 1 1 の実装面 1 1 a 上に並んで位置している。

40

【 0 0 5 8 】

基板 1 1 に実装された振動子 2 は、振動子実装端子 4 d から基板 1 1 の図示しない配線パターン及び基板実装端子 1 1 b を介して、外部基板に電氣的に接続している。また、振動子 2 の振動部 5 は、連結部 6 によって圧電振動板 3 の枠部 4 に片持ち支持の状態を保持されている。これにより、振動部 5 は、外部基板から印加された電圧によって所定の周波数で発振する。

【 0 0 5 9 】

モールド部 1 2 は、基板 1 1 と、基板 1 1 に実装された振動子 2 及び集積回路素子 1 0

50

とのうち少なくとも振動子 2 を保護する（図 6 参照）。モールド部 1 2 は、エポキシ樹脂 1 2 a 等の熱硬化性樹脂である。モールド部 1 2 は、基板 1 1 と、基板 1 1 に実装された振動子 2 及び集積回路素子 1 0 とのうち少なくとも振動子 2 を、熱硬化したエポキシ樹脂 1 2 a で覆っている。本実施形態において、モールド部 1 2 は、基板 1 1 と、基板 1 1 に実装された振動子 2 及び集積回路素子 1 0 とを覆っている。

【 0 0 6 0 】

次に、図 6 を用いて、振動子 2 及び基板 1 1 がモールド部 1 2 によって覆われる際の第 1 封止部材 7 の状態について説明する。振動子 2 及び基板 1 1 は、金型 W のキャビティに位置しているものとする。図 6 は、圧電振動デバイス 1 が金型 W 内で樹脂成形されている状態での図 4 における A 矢視断面図である。

10

【 0 0 6 1 】

図 6 に示すように、モールド部 1 2 は、溶融された樹脂を金型 W のキャビティに充填するトランスファ方式で成形される。キャビティには、図示しないプランジャによって溶融されたエポキシ樹脂 1 2 a が充填される。エポキシ樹脂 1 2 a は、プランジャによって所定の充填圧力でキャビティに充填される。エポキシ樹脂 1 2 a は、キャビティの全域に充填されると、所定の成形圧力で所定時間加圧される。エポキシ樹脂 1 2 a は、所定の成形圧力で保持されている間に熱硬化する。熱硬化したエポキシ樹脂 1 2 a は、モールド部 1 2 として振動子 2 及び基板 1 1 を覆っている。

【 0 0 6 2 】

エポキシ樹脂 1 2 a が充填されたキャビティに位置する振動子 2 と基板 1 1 とは、圧電振動板 3 の枠部 4、保護部材 9 及び基板 1 1 にエポキシ樹脂 1 2 a が接触している。一方、第 1 封止部材 7 の主面は、Z 方向に見て保護部材 9 の主面に覆われている。第 1 封止部材 7 と保護部材 9 とは、接合材 1 3 によって接合されている。保護部材 9 は、第 1 封止部材 7 に密着している。よって、第 1 封止部材 7 の主面には、エポキシ樹脂 1 2 a が接触していない。また、第 2 封止部材 8 は、Z 方向に見て基板 1 1 に覆われている。よって、第 2 封止部材 8 の主面には、エポキシ樹脂 1 2 a が接触していない。また、圧電振動板 3 の連結部 6 及び振動部 5 は、第 1 封止部材 7 及び第 2 封止部材 8 によって内部空間 S に密閉されているのでエポキシ樹脂 1 2 a に接触していない。

20

【 0 0 6 3 】

エポキシ樹脂 1 2 a が成形圧力で保持されている間、振動子 2 及び基板 1 1 においてエポキシ樹脂 1 2 a が接触している圧電振動板 3 の枠部 4、保護部材 9 及び基板 1 1 には、エポキシ樹脂 1 2 a の接触面に垂直な方向から成形圧力が加わる。保護部材 9 における Z 方向に垂直な主面には、Z 方向に保持圧が加わる（矢印参照）。なお、保護部材 9 における振動子 2 の主面に垂直な方向である Z 方向の断面二次モーメントは、第 1 封止部材 7 における Z 方向の断面二次モーメントよりも大きい。また、保護部材 9 は、樹脂系材料よりも縦弾性係数が大きい脆性材料から構成されている。従って、保護部材 9 は、形状及び材料によって剛性が第 1 封止部材 7 よりも高められている。

30

【 0 0 6 4 】

このような保護部材 9 は、所定の成形圧力によって Z 方向における圧電振動板 3 側に約 20 μm 程度たわむ。この際、保護部材 9 に接合されている第 1 封止部材 7 は、保護部材 9 の Z 方向へのたわみに沿って Z 方向における圧電振動板 3 側に 20 μm 程度たわむ。たわむ前の第 1 封止部材 7 は、圧電振動板 3 の振動部 5 から Z 方向に 20 μm よりも大きく離れている。よって、第 1 封止部材 7 は、成形圧力によって Z 方向における圧電振動板 3 側にたわんでも振動部 5 に接触しない。

40

【 0 0 6 5 】

保護部材 9 の周縁は、第 1 封止部材 7 の周縁よりも外方且つ枠部 4 の外方の周縁よりも内方に位置している。すなわち、保護部材 9 のうち第 1 封止部材 7 よりも外方の周縁部と枠部 4 の接合面とは、第 1 封止部材 7 の厚み t_3 と接合材 1 3 の厚みに等しい隙間 G が生じている。隙間 G には、エポキシ樹脂 1 2 a が入り込んでいる。よって、第 1 封止部材 7 は、X 方向に垂直な端面及び Y 方向に垂直な端面にエポキシ樹脂 1 2 a が接触している。

50

第1封止部材7は、エポキシ樹脂12aが熱硬化することでX方向およびY方向の移動が制限される。

【0066】

このように構成される圧電振動デバイス1の振動子2は、枠部4よりも薄肉な振動部5を枠部4の枠内に支持する圧電振動板3が、樹脂フィルムである第1封止部材7及び第2封止部材8で覆われた3層構造の振動子2を有している。また、枠部4の開口部分を含む主面を塞ぐ第1封止部材7が保護部材9によって覆われている。従って、モールド部12を構成するエポキシ樹脂12aは、第1封止部材7のZ方向に垂直な主面に接触しない。また、保護部材9は、周縁を枠部4に支持された状態で第1封止部材7を覆っている。つまり、保護部材9に加わるエポキシ樹脂12aの成形圧力は、枠部4によって受け止めら

10

【0067】

振動子2は、第1封止部材7のうち枠部4の開口部分を覆う面積に対する保護部材9の面積の割合に応じて、第1封止部材7に加わる成形圧力が低減される。本実施形態において、第1封止部材7のうち枠部4の開口部分を覆う部分を全て保護部材9が覆っている。従って、振動子2は、保護部材9によって第1封止部材7に加わるエポキシ樹脂12aの成形圧力の全てが受け止められる。これにより、エポキシ樹脂12aによる成形の際に第1封止部材7及び第2封止部材8のうち少なくとも第1封止部材7のたわみを抑制することができる。

【0068】

また、振動子2および集積回路素子10が基板11に接合された状態において、振動子2の上面は、集積回路素子10の上面よりも高い。したがって、圧電振動デバイス1の厚みは、振動子2の厚みと基板11とモールド樹脂(エポキシ樹脂12a)の厚みの合計である。この際、モールド樹脂からの成形圧力に対する第1封止部材7の耐性は、保護部材9に覆われているため向上している。よって、圧電振動デバイス1は、エポキシ樹脂12aによる成形の際に第1封止部材7のたわみを抑制することができる。これにより、枠内に振動部5を有する前記枠部4を樹脂フィルムである第1封止部材7及び第2封止部材8で覆った3層構造に構成することで圧電振動デバイス1の厚みを抑制することができる。

20

【0069】

また、圧電振動デバイス1の振動子2は、枠部4と保護部材9との間に第1封止部材7による隙間Gを有している。エポキシ樹脂12aは、成形圧力によって隙間Gに入り込む。よって、枠部4と保護部材9との間に位置する第1封止部材7は、熱硬化したエポキシ樹脂12aによって変形が抑制される。また、保護部材9は、第1封止部材7よりも大きいので、第1封止部材7に対するX方向及びY方向の位置が多少ずれても第1封止部材7の少なくとも一部を覆うことができる。これにより、エポキシ樹脂12aによる成形の際に第1封止部材7及び第2封止部材8のうち少なくとも第1封止部材7のたわみを抑制することができる。

30

【0070】

また、圧電振動デバイス1の基板11は、切断等の加工が容易なガラスエポキシ樹脂材料から構成されている。これにより、任意の形状を有する圧電振動デバイス1を容易に構成

40

【0071】

[実施形態1の変形例]

なお、上述の実施形態1において、振動子2は、枠部4と振動部5との間に貫通部4cを有し、振動部5を片持ち支持している。しかしながら、図7に示すように、振動子2は、枠部4と振動部5との間に貫通部4cを有さない構成でもよい。図7は、圧電振動デバイス1の変形例での図4におけるA矢視断面図である。

【0072】

図7に示すように、貫通部4cを有さない振動子14は、圧電振動板15と、第1封止部材7と、第2封止部材8と、保護部材9とを有する。圧電振動板15は、枠部16及び

50

振動部 17 が一体成形されている。つまり、枠部 16 及び振動部 17 は、単一の部材として構成されている。なお、以下の実施形態において、既に説明した実施形態と同様の点に関してはその具体的説明を省略し、相違する部分を中心に説明する。

【0073】

枠部 16 は、振動部 17 の周囲を囲む部材である。枠部 16 は、面積が最も大きい一対の主面に垂直方向である平面視において矩形の板材から構成されている。枠部 16 は、平面視である Z 方向に見て前記一対の主面がそれぞれ矩形の開口部分を有する枠状部材である。枠部 16 は、第 1 封止部材 7 と接合する第 1 接合面 16 a、第 2 封止部材 8 と接合する第 2 接合面 16 b を有している。また、枠部 16 の長手方向の両端部は、それぞれ振動子実装端子 16 d を有している。枠部 16 は、Z 方向に見て一方の前記主面に矩形状の凹部 16 e と他方の前記主面に矩形状の凹部 16 f とをそれぞれ有している。また、一方の前記主面の凹部 16 e と他方の前記主面の凹部 16 f とは、連通していない。つまり、枠部 16 は、貫通部を有していない。

10

【0074】

振動部 17 は、圧電体である。振動部 17 は、面積が最も大きい一対の主面に垂直方向である平面視において略矩形の板材である。振動部 17 の一方の主面は、枠部 16 における一方の凹部 16 e の底面である。振動部 17 の他方の主面は、枠部 16 における他方の凹部 16 f の底面である。振動部 17 は、平面視である Z 方向に見て前記一対の主面が枠部 16 の開口部分に対向するように位置している。また、振動部 17 の主面は、枠部 16 の主面と略平行に位置している。振動部 17 は、枠部 16 の枠内において枠部 16 の一対の主面の間に位置している。振動部 17 は、周縁が枠部 16 に連結されている。つまり、振動部 17 は、全周縁を枠部 16 に支持されている。振動部 17 における一方の主面は、第 1 励振電極 17 a を有している。振動部 17 における他方の主面は、第 2 励振電極 17 b を有している。

20

【0075】

このように、圧電振動デバイス 1 の振動子 14 は、枠部 16 の一方の主面に凹部 16 e を有し、他方の主面に凹部 16 f を有する。凹部 16 e 及び凹部 16 f の底面は、振動部 17 を構成している。また、振動子 14 は、枠部 16 が有する凹部 16 e の開口部を第 1 封止部材 7 で覆い、凹部 16 f の開口部を第 2 封止部材 8 で覆う 3 層構造を有している。第 1 封止部材 7 は、保護部材 9 に覆われているので、エポキシ樹脂 12 a からの成形圧力に対する耐性が向上している。よって、圧電振動デバイス 1 は、エポキシ樹脂 12 a による成形の際に第 1 封止部材 7 のたわみを抑制することができる。

30

【0076】

[実施形態 2]

< 圧電振動デバイス 21 の構成 >

次に、図 8 から図 13 を用いて、本発明の実施形態 2 である圧電振動デバイス 21 について説明する。図 8 は、本発明の実施形態 2 に係る圧電振動デバイス 21 の全体構成の概略を示す平面図である。図 9 は、圧電振動デバイス 21 における振動子 22 の側面図である。図 10 は、図 9 における D 矢視断面図である。図 11 は、振動子 22 の底面図である。図 12 は、振動子 22 に対する集積回路素子 28 の大きさを示す平面図である。図 13 は、圧電振動デバイス 21 の側面図である。図 14 は、圧電振動デバイス 21 の変形例における側面図である。なお、以下の実施形態において、既に説明した実施形態と同様の点に関してはその具体的説明を省略し、相違する部分を中心に説明する。

40

【0077】

図 8 に示すように、圧電振動デバイス 21 は、振動子 22 と、集積回路素子 28 と、基板 29 と、モールド部 (図示せず) と、を有する。

【0078】

図 9 から図 11 に示すように、振動子 22 は、圧電振動板 23 と、第 1 封止部材 26 と、第 2 封止部材 27 とを有する圧電振動子である。振動子 22 は、圧電振動板 23 を第 1 封止部材 26 と第 2 封止部材 27 とによって挟んでいるサンドイッチ構造の 3 層の積層体

50

である。

【 0 0 7 9 】

図 1 0 に示すように、圧電振動板 2 3 は、圧電材料である水晶から構成されている矩形の板状部材である。圧電振動板 2 3 は、枠部 2 4 と、振動部 2 5 とを有する。圧電振動板 2 3 は、枠部 2 4、振動部 2 5 が一体成形されている。つまり、枠部 2 4 及び振動部 2 5 は、単一の部材として構成されている。

【 0 0 8 0 】

枠部 2 4 は、振動部 2 5 の周囲を囲む部材である。枠部 2 4 は、圧電振動板 2 3 において面積が最も大きい一対の主面の外縁部分に形成されている。枠部 2 4 に囲まれた部分は、圧電振動板 2 3 の主面よりも凹んでいる。つまり、枠部 2 4 は、前記主面に垂直な Z 方向 10
方向に見てそれぞれ矩形の開口部分を有する枠状部である。

【 0 0 8 1 】

圧電振動板 2 3 の一方の主面及び他方の主面における枠部 2 4 に囲まれた部分には、一対の励振電極 2 5 a が位置している。一対の励振電極 2 5 a は、圧電振動板 2 3 の厚み方向に対向するように位置している。また、圧電振動板 2 3 は、面積が最も大きい一対の主面に垂直方向である Z 方向に見て、枠部 2 4 に囲まれた部分において一対の励振電極 2 5 a を囲うように一方の主面から他方の主面に向かって貫通する貫通部 2 3 a を有している。貫通部 2 3 a は、一か所を残して一対の励振電極 2 5 a を囲むように貫通している。これにより、一対の励振電極 2 5 a が位置している部分は、片持ち構造の板状部材として構成される。つまり、一対の励振電極 2 5 a が位置している部分は、Z 方向に振動可能な振動部 2 5 として構成される。 20

【 0 0 8 2 】

振動部 2 5 は、圧電体である。振動部 2 5 は、面積が最も大きい一対の主面に垂直方向である平面視において略矩形の板状部である。振動部 2 5 は、枠部 2 4 の枠内に位置している。振動部 2 5 は、Z 方向に見て前記一対の主面が枠部 2 4 の開口部分に対向するように位置している。また、振動部 2 5 の主面は、枠部 2 4 の主面と略平行に位置している。振動部 2 5 の厚みは、枠部 2 4 の厚みよりも薄い。振動部 2 5 は、枠部 2 4 の枠内において枠部 2 4 の一対の主面の間に位置している。

【 0 0 8 3 】

枠部 2 4 の一方の主面は、振動部 2 5 を囲むように第 1 封止部材 2 6 と接合される接合材 2 3 b を有している。同様に、枠部 2 4 の他方の主面は、振動部 2 5 を囲むように第 2 封止部材 2 7 と接合される接合材 2 3 b を有している。それぞれの接合材 2 3 b は、環状に構成されている。接合材 2 3 b は、一対の励振電極 2 5 a を構成している金属と同一の金属によって構成されている P V D 膜である。 30

【 0 0 8 4 】

第 1 封止部材 2 6 は、圧電振動板 2 3 の振動部 2 5 を封止する部材である。第 1 封止部材 2 6 は、圧電振動板 2 3 と同一の水晶から構成されている矩形の板状部材である。第 1 封止部材 2 6 は、圧電振動板 2 3 と略同一の形状を有している。つまり、第 1 封止部材 2 6 は、一方の主面を圧電振動板 2 3 の一方の主面に対向させた際、圧電振動板 2 3 の一方の主面の全面を覆うことができる形状である。つまり、第 1 封止部材 2 6 は、枠部 2 4 の開口部分の全面を覆うことができる形状である。第 1 封止部材 2 6 は、一方の主面に、圧電振動板 2 3 の接合材 2 3 b と接合する接合材を有している。第 1 封止部材 2 6 の接合材は、圧電振動板 2 3 の接合材 2 3 b を構成している金属と同一の金属によって構成されている P V D 膜である。 40

【 0 0 8 5 】

図 9 に示すように、第 1 封止部材 2 6 は、他方の主面に、集積回路素子 2 8 の集積回路素子実装端子 2 8 a と電氣的に接続する外部実装端子 2 6 a を有している。外部実装端子 2 6 a は、導電性の金属から構成されている板状の端子である。

【 0 0 8 6 】

図 1 1 に示すように、第 2 封止部材 2 7 は、圧電振動板 2 3 の振動部 2 5 を封止する部 50

材である。第2封止部材27は、圧電振動板23と同一の水晶から構成されている矩形の板状部材である。第2封止部材27は、圧電振動板23と略同一の形状を有している。つまり、第2封止部材27は、一方の主面を圧電振動板23の他方の主面に対向させた際、圧電振動板23の他方の主面の全面を覆うことができる形状である。つまり、第2封止部材27は、枠部24の開口部分の全面を覆うことができる形状である。第2封止部材27は、一方の主面に、圧電振動板23の接合材23bと接合する接合材を有している。第2封止部材27の接合材は、圧電振動板23の接合材23bを構成している金属と同一の金属によって構成されているPVD膜である。

【0087】

第2封止部材27は、他方の主面に、基板29の電極と電氣的に接続する4つの振動子実装端子27aを有している。4つの振動子実装端子27aは、導電性の金属から構成されている板状の端子である。4つの振動子実装端子27aは、Z方向に見て略L字状に構成されている。

10

【0088】

図9に示すように、圧電振動板23の一方の主面には、第1封止部材26が位置している。圧電振動板23の一方の主面は、第1封止部材26によって覆われている。この際、圧電振動板23の一方の主面の接合材23bと第1封止部材26の接合材とが拡散結合する。これにより、圧電振動板23の一方の主面側の励振電極25aは、第1封止部材26によって気密封止される。

【0089】

圧電振動板23の他方の主面には、第2封止部材27が位置している。圧電振動板23の他方の主面は、第2封止部材27によって覆われている。この際、圧電振動板23の他方の主面の接合材23bと第2封止部材27の接合材とが拡散結合している。これにより、圧電振動板23の他方の主面側の励振電極25aは、第2封止部材27によって気密封止される。

20

【0090】

このように構成される振動子22は、圧電振動板23の両方の主面を第1封止部材26と第2封止部材27とによってそれぞれ封止したサンドイッチ構造のパッケージとして構成される。また、振動子22は、圧電振動板23の両方の主面を第1封止部材26と第2封止部材27とによって覆うことで、圧電振動板23が有する振動部25を内部に含む内部空間が形成される。つまり、振動子22は、このパッケージの内部空間に、一对の励振電極25aを含む振動部25が気密封止されている。

30

【0091】

図9に示すように、集積回路素子28は、振動子22を制御するICである。集積回路素子28の構成は、実施形態1の集積回路素子10と同一であるため説明を省略する。集積回路素子28は、集積回路素子実装端子28a以外の部分を樹脂で覆われている。集積回路素子28は、第1封止部材26の他方の主面に搭載されている。集積回路素子28の集積回路素子実装端子28aは、はんだ等によって第1封止部材26の外部実装端子26aに電氣的に接続されている。

【0092】

集積回路素子28は、面積が最も大きい一对の主面に垂直方向である平面視において矩形の板状部材である。集積回路素子28は、樹脂の成形の際に生じる圧力が加わった場合、長手方向の両持ち支持において最大たわみが5 μ m以下になる剛性を有することが望ましい。従って、集積回路素子28は、第1封止部材26または第2封止部材27のうち少なくとも第1封止部材26よりも剛性が高くなるように材料の縦弾性係数、平面視の方向であるZ方向の断面二次モーメントが定められている。本実施形態において、集積回路素子28は、80 μ m以上の厚みを有することが望ましい。集積回路素子28の厚みは、第1封止部材26及び第2封止部材27の厚みよりも厚い。

40

【0093】

図12に示すように、Z方向に見て、集積回路素子28における長手方向であるX方向

50

の幅 X 1 3 は、枠部 2 4 の外縁における X 方向の幅 X 1 1 よりも小さく、枠部 2 4 の内縁における X 方向の幅 X 1 2 よりも大きい。また、Z 方向に見て、集積回路素子 2 8 における X 方向に垂直な方向である Y 方向の幅 Y 1 3 は、枠部 2 4 の外縁における Y 方向の幅 Y 1 1 よりも小さく、枠部 2 4 の内縁における Y 方向の幅 Y 1 2 よりも大きい。つまり、集積回路素子 2 8 は、枠部 2 4 よりも小さく枠部 2 4 の開口部よりも大きい。よって、集積回路素子 2 8 の外縁部は、第 1 封止部材 2 6 を介して圧電振動板 2 3 の枠部 2 4 に支持されている。

【 0 0 9 4 】

図 8 と図 1 3 とに示すように、基板 2 9 は、振動子 2 2 と集積回路素子 2 8 とを配線パターン（図示省略）によって電気的に接続し且つ一体に構成する絶縁性基板である。基板 2 9 における一方の主面は、振動子 2 2 を実装するための接続端子 2 9 b を有している。基板 2 9 における他方の主面は、外部基板に実装するための基板実装端子 2 9 c を有している（図 1 3 参照）。接続端子 2 9 b は、基板実装端子 2 9 c と電気的に接続されている。その他の基板 2 9 の構成は、実施形態 1 の基板 1 1 と略同一であるため説明を省略する。

10

【 0 0 9 5 】

実装面 2 9 a には、集積回路素子 2 8 が搭載された振動子 2 2 が搭載されている。振動子 2 2 は、第 2 封止部材 2 7 を実装面 2 9 a と対向するようにして基板 2 9 に配置されている。第 2 封止部材 2 7 が有している振動子実装端子 2 7 a は、導電性のはんだ等によって実装面 2 9 a の接続端子 2 9 b にそれぞれ電気的に接続されている。集積回路素子 2 8 の集積回路素子実装端子 2 8 a は、ワイヤー 2 8 b によって基板 2 9 の実装面 2 9 a の回路にそれぞれ電気的に接続されている。

20

【 0 0 9 6 】

基板 2 9 に実装された振動子 2 2 及び電子部品素子である集積回路素子 2 8 は、振動子実装端子 2 7 a から基板 2 9 の図示しない配線パターン及び基板実装端子 2 9 c を介して、外部基板に電気的に接続されている。また、振動子 2 2 の振動部 2 5 は、外部基板から印加された電圧によって所定の周波数で発振する。

【 0 0 9 7 】

図示しないモールド部は、基板 2 9 と、基板 2 9 に実装された振動子 2 2 及び集積回路素子 2 8 とのうち少なくとも振動子 2 2 をエポキシ樹脂によって保護する。モールド部は、実施形態 1 におけるモールド部 1 2 と同様であるため説明を省略する。

30

【 0 0 9 8 】

次に、図 1 3 を用いて、振動子 2 2 及び基板 2 9 が図示しないモールド部によって覆われる際の第 1 封止部材 2 6 の状態について説明する。

【 0 0 9 9 】

図 1 3 に示すように、振動子 2 2 及び基板 2 9 が図示しないエポキシ樹脂によってモールドされた場合、エポキシ樹脂が注入されている間、振動子 2 2 及び集積回路素子 2 8 には、エポキシ樹脂の接触面に垂直な Z 方向から成形圧力が加わる（矢印参照）。第 1 封止部材 2 6 のうち圧電振動板 2 3 の開口部分を覆っている部分は、集積回路素子 2 8 に覆われている。よって、Z 方向に見て、第 1 封止部材 2 6 のうち圧電振動板 2 3 の開口部分を覆っている部分に加わる成形圧力は、集積回路素子 2 8 に加わる。また、集積回路素子 2 8 は、外縁部を枠部 2 4 に支持されている両持ち構造である。従って、圧電振動板 2 3 の開口部分を覆っている第 1 封止部材 2 6 のたわみ量は、集積回路素子 2 8 で覆われることによって抑制される。よって、第 1 封止部材 2 6 は、成形圧力によって Z 方向にたわんでも振動部 2 5 に接触しない。このように、集積回路素子 2 8 は、第 1 封止部材 2 6 に成形圧力が加わらないように第 1 封止部材 2 6 を覆う保護部材としての機能を有している。

40

【 0 1 0 0 】

このように構成される圧電振動デバイス 2 1 の振動子 2 2 は、枠部 2 4 よりも薄肉な振動部 2 5 を枠部 2 4 の枠内に支持する圧電振動板 2 3 が、水晶である第 1 封止部材 2 6 及び第 2 封止部材 2 7 で覆われた 3 層構造の振動子 2 2 と、集積回路素子 2 8 とが基板 2 9 の実装面 2 9 a に搭載されている。また、圧電振動デバイス 2 1 は、少なくとも振動子 2

50

2がエポキシ樹脂で覆われている。振動子22は、圧電振動板23における枠部24の開口部分を塞ぐ第1封止部材26が集積回路素子28によって覆われている。

【0101】

従って、モールド部を構成するエポキシ樹脂は、第1封止部材26のうち圧電振動板23の開口部分を覆っている部分のZ方向に垂直な主面に接触しない。また、集積回路素子28は、周縁を枠部24に支持された状態で第1封止部材26を覆っている。つまり、集積回路素子28に加わるエポキシ樹脂の成形圧力は、枠部24によって受け止められている。これにより、エポキシ樹脂による成形の際に第1封止部材26及び第2封止部材27のうち少なくとも第1封止部材26のたわみを抑制することができる。

【0102】

[実施形態2の変形例]

また、上述の実施形態2において、振動子22の第1封止部材26上には、主面に保護部材として集積回路素子28が搭載されている(図13参照)。しかしながら、図14に示すように、振動子22は、第1封止部材26に接合された保護部材9の上に集積回路素子28を搭載してもよい。つまり、第1封止部材26は、保護部材9によって図示しないモールド部の成形圧力から保護されている。よって、圧電振動デバイス21は、振動子22に任意の大きさの集積回路素子28を搭載することができる。なお、保護部材9は、配線パターン、スルーホールなどの電氣的接続手段を有し、振動子22と電氣的に接続する構成でもよい。

【0103】

[実施形態3]

<圧電振動デバイス41の構成>

図15及び図16を用いて、本発明の実施形態3である圧電振動デバイス41について説明する。図15は、圧電振動デバイス41の全体構成の概略を示す平面図である。図16は、圧電振動デバイス41の全体構成の概略を示す側面図である。

【0104】

図15と図16とに示すように、圧電振動デバイス41は、振動子42と、集積回路素子51と、基板52と、モールド部(図示せず)と、を有する。

【0105】

振動子42は、保持部材43と、圧電素子48と、封止部材49と、保護部材50とを有する。

【0106】

保持部材43は、圧電素子48を保持するための絶縁体からなる箱状の容器である。保持部材43は、本実施形態においてセラミックス製の筐体である。保持部材43は、セラミックスの粉末を焼結することにより構成されている。なお、保持部材43は、複数の絶縁体を積層して構成してもよい。保持部材43は、底部44と、電極パッド45と、枠部46と、外部端子47とを有する。

【0107】

底部44は、保持部材43の底面を構成する部分である。底部44は、矩形の板状部材から構成されている。底部44の一方の面である上面には、導電性の金属である電極パッド45が矩形の板状部材の一短辺に沿って形成されている。電極パッド45は、圧電素子48と電氣的に接続されている。電極パッド45は、圧電素子48に電圧を印可する電気回路の一部である。底部44の他方の面である下面には、導電性の金属である外部端子47が蒸着されている。外部端子47は、基板52と電氣的に接続される。外部端子47は、基板52から圧電素子48に信号を送信し、電圧を印可するための端子である。電極パッド45と外部端子47とは、図示しない配線パターンによって電氣的に接続されている。

【0108】

枠部46は、保持部材43の側面を構成する部分である。枠部46は、底部44の外縁に位置している。枠部46は、底部44を囲む枠状の壁である。枠部46は、底部44の上面から上方に向かって延びている。また、枠部46は、外側面から内側面に向かって所

10

20

30

40

50

定の厚みを有している。枠部 4 6 の上端部には、封止部材 4 9 と接合する接合面 4 6 a を有している。このように構成される保持部材 4 3 は、底部 4 4 の上面と枠部 4 6 の内側面とによって圧電素子 4 8 を収容する内部空間を構成している。保持部材 4 3 は、底部 4 4 の上面から上方に向かって開口している。電極パッド 4 5 は、内部空間内に位置している。

【0109】

振動部である圧電素子 4 8 は、加えられた力を電圧に変換し、または印加された電圧を力に変換する圧電体である。圧電素子 4 8 は、本実施形態において、水晶を特定の方向で切り出した矩形状の水晶振動片（例えば、ATカット水晶片）である。圧電素子 4 8 には、最も面積が大きい一対の主面の両方に図示しない電極が蒸着されている。圧電素子 4 8 は、保持部材 4 3 の内部空間内に位置する。圧電素子 4 8 の電極は、保持部材 4 3 の電極パッド 4 5 に接着されている。これにより、圧電素子 4 8 は、電極から電極パッド 4 5、図示しない配線パターン及び外部端子 4 7 を介して、基板 5 2 に電氣的に接続可能である。また、圧電素子 4 8 は、保持部材 4 3 によって片持ち支持の状態では保持されている。これにより、圧電素子 4 8 は、外部基板から印加された電圧によって所定の周波数で発振する。

10

【0110】

封止部材 4 9 は、保持部材 4 3 の内部空間を密封空間にする蓋部材である。封止部材 4 9 は、例えば、コパール等の金属材料によって構成されている。また、封止部材 4 9 は、例えば、電解ニッケルメッキまたは無電解ニッケルメッキ等が施されている。封止部材 4 9 は、一方の面である下面を保持部材 4 3 と向きあわせて保持部材 4 3 の上端部に位置している。封止部材 4 9 は、平面視である Z 方向に見て、保持部材 4 3 の開口部分を覆う大きさを有している。また、封止部材 4 9 は、Z 方向に見て、保持部材 4 3 よりも小さい。封止部材 4 9 には、Z 方向に見て、保持部材 4 3 における枠部 4 6 の接合面 4 6 a と重なる部分に枠状の封止材が設けられている。封止部材 4 9 には、枠部 4 6 の接合面 4 6 a に接合されている。これにより、圧電素子 4 8 は、封止部材 4 9 によって保持部材 4 3 の内部空間内に気密封止される。

20

【0111】

保護部材 5 0 は、図示しないモールド部を構成する樹脂の成形圧力による封止部材 4 9 のたわみを抑制する部材である。保護部材 5 0 の構成は、実施形態 1 の保護部材 9 と同一であるため説明を省略する。保護部材 5 0 は、Z 方向に見て保持部材 4 3 と略同一の大きさに構成されている。保護部材 5 0 は、封止部材 4 9 の Z 方向に垂直な面に接合材である熱可塑性の接着剤またはダイアタッチ剤によって接合されている。保護部材 5 0 は、Z 方向に見て開口部分と重なっている部分を含む封止部材 4 9 の全体を覆っている。

30

【0112】

集積回路素子 5 1 は、振動子 4 2 を制御する IC である。集積回路素子 5 1 の構成は、実施形態 1 の集積回路素子 1 0 と同一であるため説明を省略する。集積回路素子 5 1 は、発振回路で生成された発振出力をクロック信号等の基準信号として集積回路素子実装端子 5 1 a を通じて外部に出力する。

【0113】

基板 5 2 は、振動子 4 2 と集積回路素子 5 1 とを配線パターン（図示省略）によって電氣的に接続し且つ一体に構成する絶縁性基板である。基板 5 2 における一方の主面は、振動子 4 2 を実装するための接続端子 5 2 b を有する実装面 5 2 a として構成されている。集積回路素子 5 1 の集積回路素子実装端子 5 1 a は、ワイヤー 5 1 b によって基板 5 2 の実装面 5 2 a の回路にそれぞれ電氣的に接続されている。基板 5 2 における他方の主面は、外部基板に実装するための基板実装端子 5 2 c を有している。その他の基板 5 2 の構成は、実施形態 1 の基板 1 1 と略同一であるため説明を省略する。

40

【0114】

図示しないモールド部は、基板 5 2 と、基板 5 2 に実装された振動子 4 2 及び集積回路素子 5 1 とのうち少なくとも振動子 4 2 をエポキシ樹脂によって保護する。モールド部は、実施形態 1 におけるモールド部 1 2 と同様であるため説明を省略する。

50

【 0 1 1 5 】

振動子 4 2 及び基板 5 2 が図示しないエポキシ樹脂によってモールドされた場合、振動子 4 2 に加わる成形圧力は、振動子 4 2 の封止部材 4 9 を覆っている保護部材 5 0 に加わる。従って、保持部材 4 3 の開口部分を覆っている封止部材 4 9 のたわみ量は、保護部材 5 0 で覆われることによって抑制される。よって、封止部材 4 9 は、成形圧力によって Z 方向にたわんでも圧電素子 4 8 に接触しない。

【 0 1 1 6 】

[その他の実施形態]

また、上述の実施形態 1 において、第 1 封止部材 7 及び第 2 封止部材 8 を構成する樹脂フィルムは、ポリイミド樹脂製のフィルムである。しかしながら、第 1 封止部材及び第 2 封止部材は、ポリイミド樹脂製のフィルムに限らず、スーパーエンジニアリングプラスチックに分類されるような樹脂、例えば、ポリアミド樹脂及びポリエーテルエーテルケトン樹脂製のフィルムを用いてもよい。

10

【 0 1 1 7 】

また、上述の実施形態において保護部材 9 は、シリコンから構成されている。しかしながら、保護部材は、脆性材料であるガラス、水晶、石英、セラミック等、または延性材料であるアルミナ等から構成されていてもよい。また、保護部材 9、5 0 及び集積回路素子 2 8 は、封止部材の一部または全てを覆っていればよい。

【 0 1 1 8 】

また、上述の実施形態 1 において保護部材 9 の周縁は、圧電振動板 3 の枠部 4 の外方の周縁よりも内方に位置している。しかしながら、保護部材の周縁は、圧電振動板の枠部の外方の周縁よりも外方に位置していてもよい。

20

【 0 1 1 9 】

また、上述の実施形態 1 において第 1 封止部材 7 の周縁は、圧電振動板 3 の外方の周縁及び保護部材 9 の周縁よりも内方に位置している。しかしながら、第 1 封止部材は、圧電振動板の外方の周縁及び保護部材の周縁よりも外方に位置していてもよい。

【 0 1 2 0 】

また、上述の実施形態において基板 1 1、2 9 は、ガラスエポキシ樹脂から構成されている。しかしながら、基板は、他のガラスコンポジット基板、フッ素樹脂基板、セラミック基板等を用いてもよい。

30

【 0 1 2 1 】

また、上述の実施形態において、圧電振動デバイス 1、2 1 は、圧電振動板 3、2 3、第 1 封止部材 7、2 6 及び第 2 封止部材 8、2 7 が積層された 3 層構造の振動子 2、2 2 を有する。しかしながら、圧電振動デバイスは、3 層構造以上の振動子を有していてもよい。振動子は、第 1 封止部材の主面にサーミスタ等のセンサを更に搭載した 4 層の振動子でもよい。

【 0 1 2 2 】

また、上述の実施形態 3 において、振動子 4 2 は、振動部である矩形状の水晶振動片（例えば、AT カット水晶片）から構成された圧電素子 4 8 を有している。しかしながら、振動子は、AT カット水晶板に限らず、振動部を有する音叉型水晶振動板、SC カット水晶振動板など、AT カット以外の切断角度の水晶振動板を用いてもよい。

40

【 0 1 2 3 】

また、上述の実施形態 1 において、圧電振動デバイス 1 は、圧電振動板 3 の内部空間 S 内に振動部 5 が位置している。しかしながら、圧電振動デバイスは、底部と、当該底部の対向する 2 つの平面上において前記平面に垂直な方向にそれぞれ延びる枠状の側壁部とを有する、いわゆる H 型構造の圧電振動デバイスでもよい。前記 H 型構造の圧電振動デバイスは、前記底部の一方の平面上であって一方の前記側壁部の内方に圧電素子が位置している。また、前記 H 型構造の圧電振動デバイスは、前記底部の他方の平面上であって他方の前記側壁部の内方に電子部品素子が搭載されている。前記 H 型構造の圧電振動デバイスは、前記一方の側壁部の先端部に第 1 封止部材が接合され、前記他方の側壁部の先端部に第

50

2封止部材が接合されている。

【0124】

また、上述の実施形態2において、枠部24内に位置する振動部25の厚みは、枠部24の厚みよりも薄い。しかしながら、振動部は、枠部と同一の厚みでもよい。この場合、枠部に接合される第1封止部材及び第2封止部材は、振動部と対向する主面に凹部を有している。これにより、振動子は、第1封止部材及び第2封止部材と振動部との間に隙間が構成される。

【0125】

また、上述の実施形態2において、集積回路素子28は、はんだによって第1封止部材26上に接合されている。しかしながら、集積回路素子は、ダイアタッチテープ、導電性の接着剤等によって第1封止部材に接合されていてもよい。

10

【0126】

また、上述の各実施形態において、振動子を制御する電子部品素子である発振回路素子を有する集積回路素子10、28、51が基板11、29、52に搭載されている。また、保護部材として電子部品素子である集積回路素子28が振動子22に搭載されている。しかしながら、基板及び振動子に搭載される電子部品素子は、発振回路素子サーミスタ、各種センサ等の電子部品であってもよい。

【0127】

以上、本発明の実施の形態を説明したが、上述した実施の形態は本発明を実施するための例示に過ぎない。よって、上述した実施の形態に限定されることなく、その趣旨を逸脱しない範囲内で上述した実施の形態を適宜変形して実施することが可能である。

20

【符号の説明】

【0128】

- 1、21、41 圧電振動デバイス
- 2、14、22、42 振動子
- 3、15、23 圧電振動板
- 4、16、24、46 枠部
- 16e、16f 凹部
- 4a 第1接合面
- 4b 第2接合面
- 46a 接合面
- 4c、23a 貫通部
- 4d、16d、27a 振動子実装端子
- 5、17、25 振動部
- 5a 第1励振電極
- 5b 第2励振電極
- 6 連結部
- 25a 一对の励振電極
- 7、26 第1封止部材
- 26a 外部実装端子
- 8、27 第2封止部材
- 9、50 保護部材
- 10、28、51 集積回路素子
- 10a、28a、51a 集積回路素子実装端子
- 10b、28b、51b ワイヤ
- 11、29、52 基板
- 11a、29a、52a 実装面
- 29b、52b 接続端子
- 11b、29c、52c 基板実装端子
- 12 モールド部

30

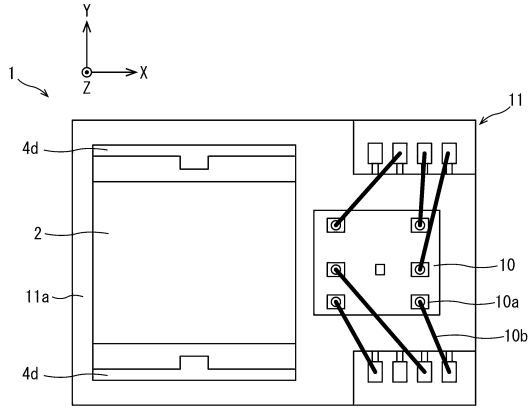
40

50

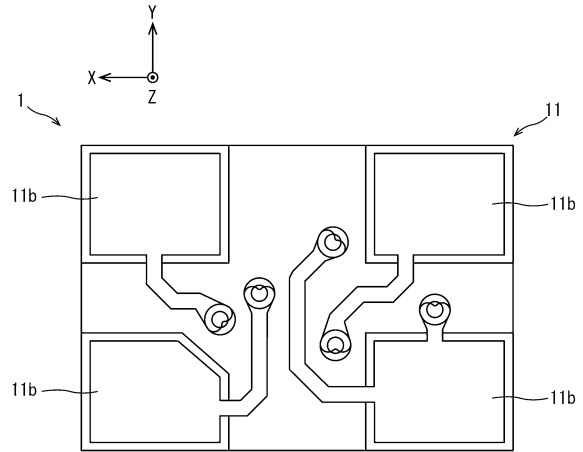
- 1 3、2 3 b 接合材
- 4 3 保持部材
- 4 8 圧電素子
- 4 9 封止部材
- S 内部空間
- G 隙間

【図面】

【図 1】



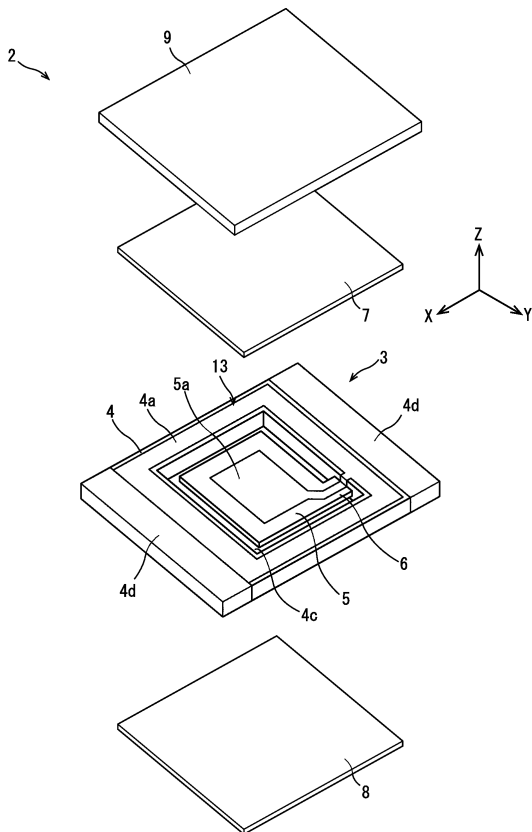
【図 2】



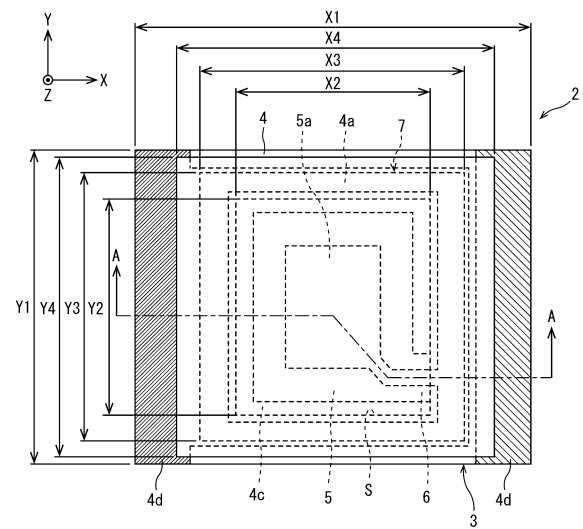
10

20

【図 3】



【図 4】

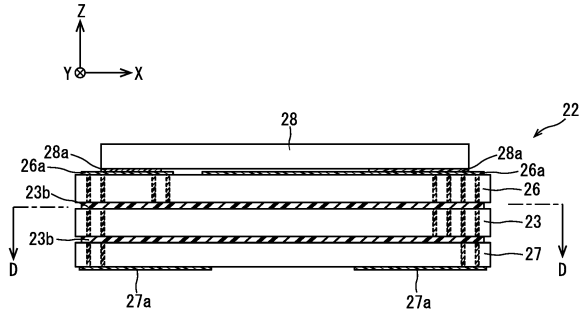


30

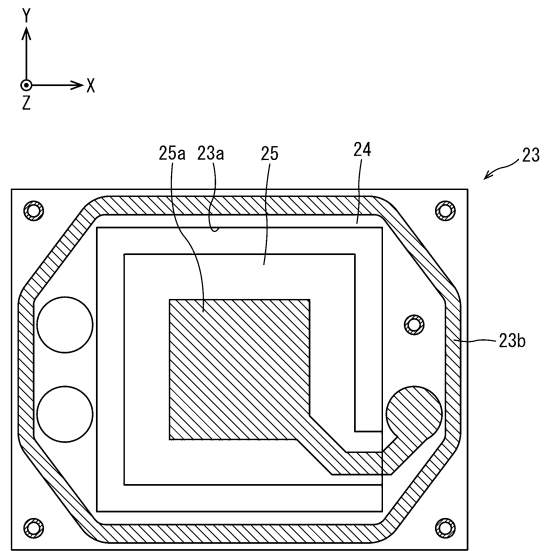
40

50

【 9 】

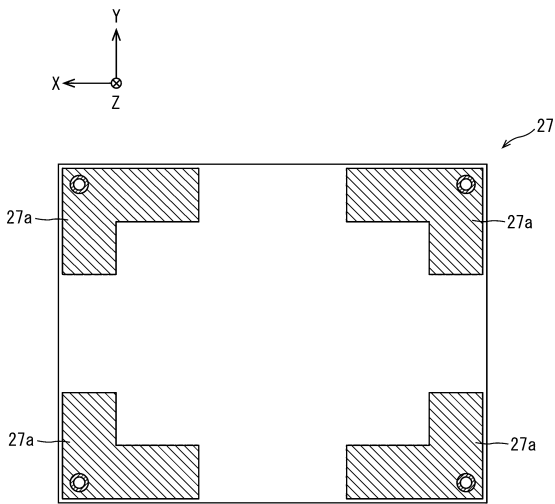


【 1 0 】

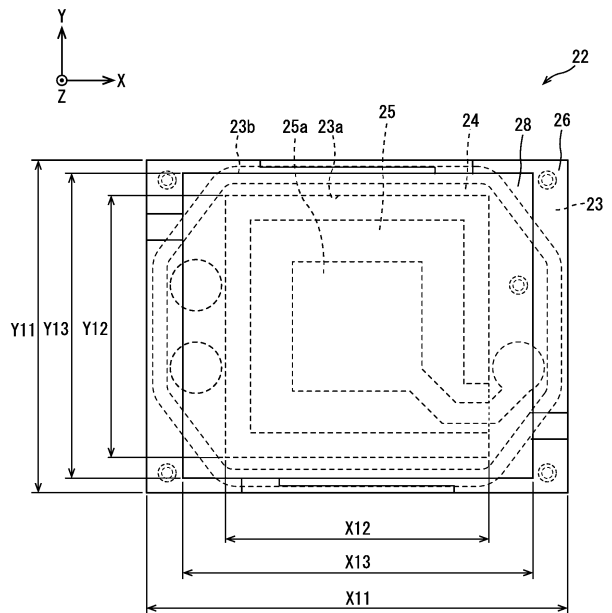


10

【 1 1 】



【 1 2 】



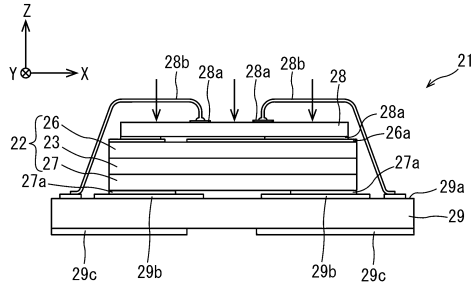
20

30

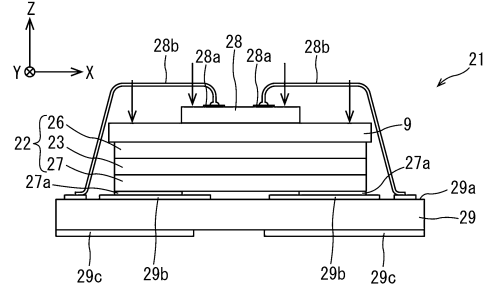
40

50

【図 13】

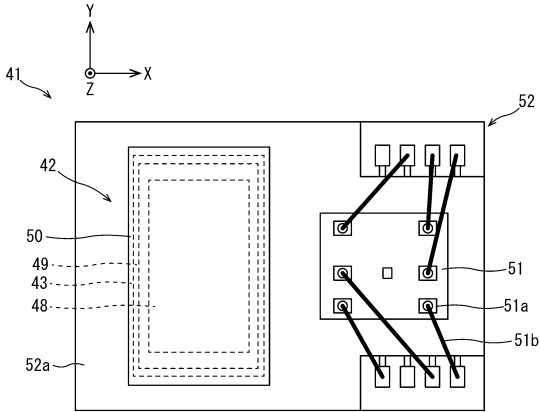


【図 14】

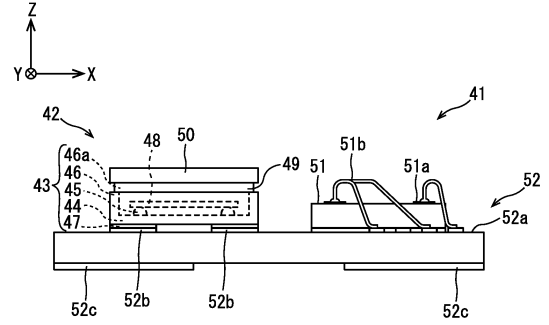


10

【図 15】



【図 16】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-243915(JP,A)
特開2016-036182(JP,A)
特開2020-141264(JP,A)
国際公開第2018/097132(WO,A1)
特開2008-060991(JP,A)
特開2018-061145(JP,A)
米国特許第05920142(US,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H03H 9/00 - 9/76
H01L 23/02