

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5937471号  
(P5937471)

(45) 発行日 平成28年6月22日 (2016. 6. 22)

(24) 登録日 平成28年5月20日 (2016. 5. 20)

(51) Int. Cl. F I  
H O 1 P 1/215 (2006.01) H O 1 P 1/215

請求項の数 7 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-210436 (P2012-210436)                  (22) 出願日 平成24年9月25日 (2012. 9. 25)                  (65) 公開番号 特開2013-110735 (P2013-110735A)                  (43) 公開日 平成25年6月6日 (2013. 6. 6)                  審査請求日 平成27年2月16日 (2015. 2. 16)                  (31) 優先権主張番号 特願2011-235896 (P2011-235896)                  (32) 優先日 平成23年10月27日 (2011. 10. 27)                  (33) 優先権主張国 日本国 (JP)</p>	<p>(73) 特許権者 000006633                  京セラ株式会社                  京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地                  (72) 発明者 深野 徹                  京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地                  京セラ株式会社内                  (72) 発明者 早田 和樹                  京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地                  京セラ株式会社内                    審査官 岸田 伸太郎</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静磁波素子および静磁波装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

素子基板と、該素子基板の主面上に位置する磁性膜と、一部が該磁性膜上に位置する励振電極とを備えた静磁波素子であって、

前記励振電極は、前記素子基板の主面上に位置した第 1 バスバーと、該第 1 バスバーに対向するようにして前記素子基板の主面上に位置した第 2 バスバーと、一方端が前記第 1 バスバーに接続されて前記第 1 バスバーから前記第 2 バスバーに向かう第 1 方向に伸びている少なくとも 1 つの第 1 電極指と、一方端が前記第 2 バスバーに接続されて前記第 1 方向と反対方向に伸びている少なくとも 1 つの第 2 電極指とを含み、

前記素子基板の主面のうち、前記第 1 バスバーと前記第 2 バスバーとの間の領域および前記第 1 バスバーと前記第 2 バスバーとの間の領域を前記第 1 方向と直交する第 2 方向に延長した領域を第 1 領域とし、該第 1 領域以外の領域を第 2 領域としたときに、前記磁性膜が前記第 1 領域にのみ設けられており、前記第 1 バスバーおよび前記第 2 バスバーの下に前記磁性膜は位置していない静磁波素子。

【請求項 2】

前記磁性膜が、前記第 1 領域のうち前記第 1 電極指と前記第 2 電極指との交差領域にのみ設けられている請求項 1 に記載の静磁波素子。

【請求項 3】

前記第 1 電極指と該第 1 電極指に隣接する第 2 電極指との電極指間隔が  $L/2$  (  $L$  は前記磁性膜を伝搬する静磁波の波長 ) であり、前記磁性膜の前記第 2 方向における端部が、

10

20

前記第 1 電極指および前記第 2 電極指のうち前記第 2 方向において端に位置する電極指から  $/ 4 + n$  ( $n$  は正の整数) だけ外側に位置している請求項 1 または 2 に記載の静磁波素子。

【請求項 4】

前記第 1 電極指および前記第 2 電極指と前記磁性膜との間に介在した絶縁層をさらに備えた請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の静磁波素子。

【請求項 5】

前記励振電極の前記第 2 方向における両端の少なくとも一方側に配置された枠状電極をさらに備え、

前記第 1 電極指と該第 1 電極指に隣接する第 2 電極指との電極指間隔が  $/ 2$  ( $は前記磁性膜を伝搬する静磁波の波長)$  であり、

前記枠状電極は、前記第 1 電極指および前記第 2 電極指のうち該枠状電極が配置された側の端に位置する電極指に隣接するとともに前記第 1 方向に伸びている第 1 線状部を有し、該第 1 線状部と前記枠状電極が配置された側の端に位置する前記電極指との間隔が  $m$  ( $m$  は正の整数) である請求項 1 に記載の静磁波素子。

【請求項 6】

前記枠状電極は、前記第 1 線状部に対して前記励振電極が配置された側とは反対側に隣接するとともに前記第 1 方向に伸びている第 2 線状部を有しており、

前記第 1 線状部と前記第 2 線状部との間隔が  $/ 2$  である請求項 5 に記載の静磁波素子。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の静磁波素子と、  
該静磁波素子を実装された実装基板と、  
前記静磁波素子を被覆する樹脂層とを備えた静磁波装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フィルタを構成する共振子などに使用される静磁波素子および静磁波装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より携帯電話をはじめとする無線通信機器などには、特定の周波数帯域の電気信号の取り出しなどを行うデバイスとして弾性表面波 (SAW: Surface Acoustic Wave) を利用したものが広く使用されている。

【0003】

SAW デバイスは、圧電基板上に IDT (InterDigital Transducer) 電極を形成した構造をなしている。

【0004】

近年、無線通信機器などではより高周波の電気信号を利用するようになってきており、例えば、2.5 GHz 以上の周波数帯域を利用するようなものも考えられている。それに伴い携帯電話に使用されるフィルタなどにも高周波化に対応したものが求められる。

【0005】

しかしながら、SAW を利用したデバイスにおいて、2.5 GHz を超えるような高周波に対応させようとする、IDT 電極を構成する電極指間の間隔を非常に狭くしなければならず、歩留まり良く SAW デバイスを製造することが困難となってくる。また、電極指自体が小さくなることによって電気抵抗が増大し、例えば、フィルタの挿入損失などの要求特性を満たすことが困難となってくる。

【0006】

一方、SAW を利用したものでなく磁性膜中を伝搬する静磁波を利用したデバイスが従来から知られている。静磁波を利用したデバイスは、素子基板と素子基板の主面に形成された磁性膜と、磁性膜上に形成された励振電極とから構成されている (例えば、特許文献

10

20

30

40

50

1の図7参照)。

【0007】

かかる静磁波を利用したデバイスは、静磁波の伝搬速度がSAWよりも速いため、SAWを利用したデバイスよりも高周波化に対応しやすい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平7-220923号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0009】

しかしながら従来の静磁波を利用したデバイスにおいては、フィルタを構成するための共振子として使用する観点からの十分な考察がなされておらず、いずれも十分な共振特性が得られるものとはいえない。

【0010】

したがって十分な共振特性が得られる静磁波素子および静磁波装置が提供されることが望まれる。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一態様としての静磁波素子は、素子基板と、前記素子基板の主面上に位置する磁性膜と、一部が前記磁性膜上に位置する励振電極と、を備えた静磁波素子であって、前記励振電極は、前記素子基板の主面上に位置した第1バスバーと、前記第1バスバーと対向するようにして前記素子基板の主面上に位置した第2バスバーと、一方端が前記第1バスバーに接続されて前記第1バスバーから前記第2バスバーに向かう第1方向に伸びている少なくとも1つの第1電極指と、一方端が前記第2バスバーに接続されて前記第1方向と反対方向に伸びている少なくとも1つの第2電極指とを含み、前記素子基板の主面のうち、前記第1バスバーと前記第2バスバーとの間の領域および前記第1バスバーと前記第2バスバーとの間の領域を前記第1方向と直交する第2方向に延長した領域を第1領域とし、該第1領域以外の領域を第2領域としたときに、前記磁性膜が前記第1領域にのみ設けられているものである。

20

30

【0012】

本発明の一態様としての静磁波装置は、上記の静磁波素子と、前記静磁波素子が実装された実装基板と、前記静磁波素子を被覆する樹脂層とを備えたものである。

【発明の効果】

【0013】

上記の構成からなる静磁波素子および静磁波装置は、磁性膜が第1バスバーと第2バスバーとの間の領域である第1領域にのみ設けられていることから、第1バスバーおよび第2バスバーの直下の領域における不要な磁気共鳴の発生、あるいは別のモードの静磁波の発生が抑制され、共振特性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0014】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る静磁波素子の平面図である。

【図2】図1のA-A'線における断面図である。

【図3】(a)から(c)は、図1の静磁波素子の製造方法を説明する断面図である。

【図4】本発明の第1の実施形態に係る静磁波装置の断面図である。

【図5】第1の実施形態の変形例に係る静磁波素子の平面図である。

【図6】本発明の第2の実施形態に係る静磁波素子の平面図である。

【図7】本発明の第3の実施形態に係る静磁波素子の断面図である。

【図8】本発明の第4の実施形態に係る静磁波素子の平面図である。

【図9】図9に示す静磁波素子のiX-iX線における断面模式図である。

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0015】

以下、本発明の実施形態に係る静磁波素子および静磁波装置について図面を参照して説明する。なお、以下の説明で用いられる図は模式的なものであり、図面上の寸法比率等は現実のものとは必ずしも一致していない。

## 【0016】

第2の実施形態以降において、既に説明された実施形態と共通または類似する構成については、既に説明された実施形態と共通の符号を用い、図示や説明を省略することがある。

## 【0017】

<第1の実施形態>

(静磁波素子の構成)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る共振子としての静磁波素子1の平面図であり、図2は図1のA-A'線における断面図である。

## 【0018】

静磁波素子1は、素子基板3と、素子基板3の主面3a上に設けられた磁性膜2と、素子基板3の主面3aおよび磁性膜2の主面2aに設けられた励振電極5とを有している。また、素子基板3の主面3aには、励振電極5と電氣的に接続されるパッド4、励振電極5とパッド4との接続を行う接続配線11が形成されている。なお、図1では素子基板3の主面3aに1つの励振電極5が設けられている例を示しているが、素子基板3の主面3aには複数の励振電極5が形成されてよい。

## 【0019】

素子基板3は、例えば、シリコン基板、ガドリウム - ガリウム - ガーネット (GGG) 基板などの非磁性材料からなる基板である。素子基板3は、例えば、直方体状に形成されている。素子基板3の大きさは適宜に設定されてよいが、例えば、厚さ (Z方向) は0.2mm~0.5mmであり、1辺の長さ (x方向またはy方向) は0.5mm~3mmである。

## 【0020】

素子基板3の主面3aには、磁性膜2が形成されている。磁性膜2は、例えば、ニッケル鉄合金 (パーマロイ)、イットリウム - 鉄 - ガーネット (YIG) などからなる。磁性膜2の厚みは、例えば、20nm~100nmである。磁性膜2には所定の方向に直流磁場が印加されており、これによって磁性膜2は磁化している。

## 【0021】

磁性膜2は後述するように素子基板3の主面3aのうち特定の領域にのみ形成されている。

## 【0022】

励振電極5は、例えば、IDT (Interdigital Transducer) 電極であり、一对の櫛歯状電極を有している。具体的には、励振電極5はx方向に伸びている第1バスバー6と、第1バスバー6に対向して配置され、x方向に伸びている第2バスバー7と、一方端が第1バスバー6に接続されて第1バスバー6から第2バスバー7に向かう第1方向 (y方向) に伸びている複数の第1電極指8と、一方端が第2バスバー7に接続されて第2バスバー7から第1バスバー6に向かう方向 (-y方向) に伸びている複数の第2電極指9を有している。

## 【0023】

静磁波素子1において、複数の第1電極指8と複数の第2電極指9とは、x方向にみたときに第1電極指8と第2電極指9とが1本ずつ交互に位置するように配列されている。換言すれば、第1バスバー6および複数の第1電極指8からなる櫛歯状電極と、第2バスバー7および複数の第2電極指9からなる櫛歯状電極とが、それぞれの電極指が互いに噛み合うようにして配置されている。

## 【0024】

磁性膜 2 を伝搬する静磁波の波長を とすると第 1 電極指 8 と第 2 電極指 9 の中心間距離  $p$  は、例えば、 $\lambda/2$  に設定されている。具体的に中心間距離  $p$  は、例えば、 $2.5 \mu\text{m} \sim 12.5 \mu\text{m}$  である。また、静磁波素子 1 の使用時において第 1 バスバー 6 と第 2 バスバー 7 には異なる電位が印加される。

【 0 0 2 5 】

なお、図 1 などは模式図であることから数本の電極指を有する 1 対の櫛歯状電極を示しているが、実際にはこれよりも多数の電極指を有する複数対の櫛歯状電極が設けられてよい。

【 0 0 2 6 】

励振電極 5 は、例えば、Al、Al - Cu 合金等の Al 合金、Cu などの導電性材料からなる。励振電極 5 の厚みは、例えば、 $100 \sim 500 \text{nm}$  である。

10

【 0 0 2 7 】

ここで素子基板 3 の主面 3 a のうち、第 1 バスバー 6 と第 2 バスバー 7 との間の領域および第 1 バスバー 6 と第 2 バスバー 7 との間の領域を  $x$  方向と平行な方向に延長した領域を第 1 領域 T 1 としたときに磁性膜 2 は、第 1 領域 T 1 にのみ設けられている。第 1 領域 T 1 に磁性膜 2 が設けられていることによって、第 1 電極指 8 および第 2 電極指 9 はそのほとんどが磁性膜 2 の上に配置されていることになる。

【 0 0 2 8 】

所定の方向に磁化された磁性膜 2 の主面 2 a において、所定の間隔で配置された複数の第 1 電極指 8 および複数の第 2 電極指 9 に電流が流れると各電極指の周りに高周波磁界が発生する。そうすると磁性膜 2 において、電子スピンによる磁気モーメントに歳差運動が発生し、その歳差運動を介して  $x$  方向に伝搬する静磁波が発生する。

20

【 0 0 2 9 】

静磁波には、表面静磁波モード (MSW : MagnetoStatic Surface Wave)、体積前進静磁波モード (MSFW : MagnetoStatic Forward Volume Wave)、体積後退静磁波モード (MSBW : MagnetoStatic Backward Volume Wave) の 3 つの基本モードが存在するが、直流磁場の方向を選択することによっていずれかのモードを選択することができる。具体的には、直流磁場の方向を磁性膜 2 の膜面 ( $xy$  平面) に平行で、かつ静磁波の伝搬方向 ( $x$  方向) に対し垂直な方向 ( $y$  方向) に選ぶと MSW の静磁波が発生する。また、直流磁場の方向を膜面に対し垂直で、かつ静磁波の伝搬方向に対しても垂直な方向 ( $z$  方向) に選ぶと MSFW の静磁波が発生する。また、直流磁場の方向を膜面に対し平行で、かつ静磁波の伝搬方向に対しても平行な方向 ( $x$  方向) に選ぶと MSBW の静磁波が発生する。

30

【 0 0 3 0 】

静磁波素子 1 においては MSW を利用している。すなわち直流磁場は  $y$  方向に印加されている。直流磁場は、例えば、静磁波素子 1 の製造プロセスにおいて磁性膜 2 に対して印加される。あるいは静磁波素子 1 を搭載した静磁波装置に磁性膜 2 を挟む位置に 1 対の磁石を設けるようにしてもよい。

【 0 0 3 1 】

静磁波素子 1 では、磁性膜 2 が第 1 領域 T 1 にのみ形成されていることから、第 1 バスバー 6 および第 2 バスバー 7 は素子基板 3 の主面 3 a のうち第 1 領域 T 1 以外の領域である第 2 領域 T 2 に位置することになる。すなわち、第 1 バスバー 6 と第 2 バスバー 7 の下には磁性膜 2 が存在しない。仮に第 1 バスバー 6 および第 2 バスバー 7 の下にも磁性膜 2 が形成されているとすると、その部分の磁性膜 2 には MSW とは異なるモードの静磁波が発生したり、不要な磁気共鳴が発生したりすることが懸念される。MSW とは異なるモードの静磁波や不要な磁気共鳴は、リップルなどの発生要因となり共振特性の劣化を招く。

40

【 0 0 3 2 】

これに対し、静磁波素子 1 によれば磁性膜 2 が第 1 領域 T 1 にのみ形成されていることから、第 1、第 2 バスバーの直下領域において MSW とは異なるモードの静磁波の発生

50

、あるいは不要な磁気共鳴の発生が抑制されるため共振特性の劣化を抑制することができる。よってこのような静磁波素子 1 を用いてフィルタを構成することによって損失を小さく抑えることができるなどフィルタの特性を向上させることができる。

【 0 0 3 3 】

また磁性膜 2 の x 方向における端部は、複数の第 1 電極指 8 および複数の第 2 電極指 9 のうち x 方向において端に位置する電極指の中心から  $\lambda/4$  だけ外側に位置している。すなわち、図 1 における距離 d は  $\lambda/4$  である。これによって磁性膜 2 の x 方向における端において定在波が発生しやすいように静磁波の反射が起こり、静磁波素子 1 の共振を大きくすることができる。なお、距離 d は  $\lambda/4 + n$  ( n は正の整数 ) の範囲で変更されてよい。

10

【 0 0 3 4 】

図 2 は図 1 の A - A ' 線における断面図である。同図に示すように励振電極 5 は保護層 10 によって被覆されている。保護層 10 は、例えば、酸化珪素 (  $\text{SiO}_2$  など )、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化チタン、窒化珪素、またはシリコンによって形成されている。保護層 10 の厚さは、例えば、励振電極 5 の厚さの  $1/10$  程度 (  $10 \sim 30 \text{ nm}$  )、または励振電極 5 よりも厚く、 $200 \text{ nm} \sim 1500 \text{ nm}$  である。これによって励振電極 5 の腐食等が抑制される。

【 0 0 3 5 】

( 静磁波素子の製造方法 )

図 3 ( a ) 乃至図 3 ( c ) は、静磁波素子 1 の製造方法を説明する断面図である。なお、図 3 ( a ) 乃至図 3 ( c ) の断面図は、図 1 の A - A ' 線に対応する断面図である。

20

【 0 0 3 6 】

静磁波素子 1 の製造方法に対応する図 3 ( a ) 乃至図 3 ( c ) の工程は、いわゆるウエハプロセスにおいて実現される。すなわち、分割されることによって素子基板 3 となる母基板を対象に、薄膜形成やフォトリソグラフィ法などが行われ、その後、ダイシングされることにより、多数個分の静磁波素子 1 が形成される。ただし、図 3 ( a ) 乃至図 3 ( c ) では、1 つの静磁波素子 1 に対応する部分のみを図示する。

【 0 0 3 7 】

図 3 ( a ) に示すように、まず、素子基板 3 の主面 3 a 上には、磁性膜 2 が形成される。例えば、素子基板 3 がシリコンからなり、磁性膜 2 がパーマロイからなる場合には、磁性膜 2 に対応する開口部を有するレジスト層を素子基板 3 の主面 3 a に形成し、その上からスパッタリング法、蒸着法などの薄膜形成方法によって、パーマロイの膜を形成する。その後、レジスト層を除去することにより磁性膜 2 が形成される。なお磁性膜 2 の形成方法はこれに限らず、メタルマスクを使用する方法、ドライエッチングを利用する方法なども可能である。

30

【 0 0 3 8 】

このように磁性膜 2 を形成した段階において、素子基板 3 を例えば一対の電磁石の間に配置するなどして磁性膜 2 の磁化を行う。このときに印加される磁場の大きさは、例えば、 $20 \text{ e} \sim 10000 \text{ e}$  である。

【 0 0 3 9 】

次に、図 3 ( b ) に示すように、励振電極 5 が形成される。具体的には、まず、スパッタリング法、蒸着法または CVD ( Chemical Vapor Deposition ) 法などの薄膜形成法によって、素子基板 3 の主面 3 a および磁性膜 2 の主面 2 a に金属層が形成される。次に、金属層に対して、縮小投影露光機 ( ステッパー ) と RIE ( Reactive Ion Etching ) 装置とを用いたフォトリソグラフィ法などによりパターニングが行われる。これにより、素子基板 3 の主面 3 a に第 1 パスバー 6 および第 2 パスバー 7 が形成され、磁性膜 2 の主面 2 a に第 1 電極指 8 および第 2 電極指 9 が形成され、励振電極 5 が完成する。なお、励振電極 5 の形成と同時にパッド 4 および接続配線 11 の形成も行なわれる。

40

【 0 0 4 0 】

次に、図 3 ( c ) に示すように、保護層 10 が形成される。具体的には、まず、適宜な

50

薄膜形成法により保護層 10 となる薄膜が形成される。薄膜形成法は、例えば、スパッタリング法もしくは CVD である。次に、パッド 4 が露出するように RIE 等によって薄膜の一部が除去される。これにより保護層 10 が形成される。以上の工程を経て静磁波素子 1 が完成する。

【0041】

(静磁波装置の構成)

図 4 は、静磁波素子 1 が実装された本発明の第 1 実施形態に係る静磁波装置 51 を示す断面図である。

【0042】

静磁波装置 51 は、実装基板 53 と、実装基板 53 の実装面上に設けられたパッド 55 と、パッド 55 上に配置されたパンプ 57 と、パンプ 57 を介して実装面に実装された静磁波素子 1 と、静磁波素子 1 を封止する樹脂層 59 とを有している。静磁波装置 51 は、静磁波素子 1 によって構成されるフィルタを少なくとも 1 つ備えたデュプレクサを構成している。

10

【0043】

実装基板 53 は、例えば、セラミック基板、プリント配線板などからなり、1 層板であってもよいし、2 層以上の多層板であってもよい。実装基板 53 の内部には内部配線 52 が形成されている。内部配線 52 は、例えば、インダクタンス、キャパシタンスなどを形成している。このインダクタンスおよびキャパシタンスは、例えば、デュプレクサの整合回路を構成する。

20

【0044】

実装基板 53 の下面には、外部接続端子 56 が設けられている。外部接続端子 56 と静磁波素子 1 とは、実装基板 53 の内部に形成されたビア導体 54 などを通して電氣的に接続されている。

【0045】

パンプ 57 は、静磁波素子 1 のパッド 4 および実装基板 53 のパッド 55 の両方に当接している。パンプ 57 は、加熱によって溶融してパッド 4 に接着される金属によって形成されている。パンプ 57 は、例えば、はんだからなる。はんだは、Pb-Sn 合金はんだ等の鉛を用いたはんだであってもよいし、Au-Sn 合金はんだ、Au-Ge 合金はんだ、Sn-Ag 合金はんだ、Sn-Cu 合金はんだ等の鉛フリーはんだであってもよい。

30

【0046】

樹脂層 59 は、例えば、エポキシ樹脂、硬化材およびフィラーを主成分としている。樹脂層 59 は、静磁波素子全体を覆うようにして、静磁波素子 1 と実装基板 53 との間にも充填されている。

【0047】

なお、静磁波装置 51 としては、例えば、実装基板 53 に静磁波素子 1 以外にも IC 等が実装されることによってデュプレクサモジュールを構成してもよい。

【0048】

(変形例)

図 5 は第 1 の実施形態における静磁波素子 1 の変形例を示す平面図である。

40

【0049】

この変形例にかかる静磁波素子 1 は、第 1 電極指 8 の他方端が第 2 バスバー 7 に接続され、第 2 電極指 9 の他方端が第 1 バスバー 6 に接続されている。よって、励振電極 5 は全体で見るとはしご型の形状になっている。このときの第 1 電極指 8 と第 2 電極指 9 との中心間距離  $p_4$  は ( は静磁波の波長 ) に設定され、例えば、 $4 \mu\text{m}$  である。

【0050】

< 第 2 の実施形態 >

図 6 は、第 2 の実施形態の静磁波素子 20 を示す平面図である。静磁波素子 20 は、磁性膜 2 の形成領域が第 1 の実施形態の静磁波素子 1 とは異なっている。

【0051】

50

具体的には、静磁波素子 20 では、磁性膜 2 が第 1 領域 T1 の中の第 1 電極指 8 と第 2 電極指 9 との交差領域 T3 にのみ設けられている。このように磁性膜 2 を交差領域 T3 にのみ形成することによって、第 1 電極指 8 と第 2 電極指 9 との非交差領域（第 1 領域 T1 から交差領域 T3 を除いた領域）において所望のモード（静磁波素子 20 では MSW）と異なるモードの静磁波が発生するのが抑制され、共振特性をより向上させることができる。なお、交差領域とは、第 1 電極指 8 を静磁波の伝搬方向（x 方向）に延長したときに第 2 電極指 9 と重なる領域のことである。

【0052】

< 第 3 の実施形態 >

図 7 は、第 3 の実施形態の静磁波素子 30 を示す、図 2 に対応する断面図である。

10

【0053】

静磁波素子 30 は、第 1 電極指 8 および第 2 電極指 9 と磁性膜 2 との間に介在した絶縁層 31 をさらに有するものである。絶縁層 31 は、例えば、SiO<sub>2</sub> などの絶縁材料からなり、磁性膜 2 の全体を被覆している。絶縁層 31 を設けることによって、第 1 電極指 8 および第 2 電極指 9 に流れる電流の磁性膜 2 への漏れが抑制される。これによって静磁波素子 30 の共振特性を向上させることができる。かかる絶縁層 31 は、磁性膜 2 がパーマロイなどの導電性を有する磁性材料からなる場合に特に有効である。

【0054】

< 第 4 の実施形態 >

図 8 は、第 3 の実施形態の静磁波素子 40 を示す平面図である。静磁波素子 40 は、励振電極 5 の x 方向に沿った両端に一对の枠状電極 15 を有している。

20

【0055】

枠状電極 15 は第 1 電極指 8 および第 2 電極指 9 のうち端に位置する電極指に隣接する位置にある第 1 線状部 16 と、第 1 線状部 16 に隣接する第 2 線状部 17 と、第 1 線状部 16 と第 2 線状部 17 との両端同士を接続する接続部 18 とから構成されており、全体として閉じた枠状の電極となっている。

【0056】

第 1 線状部 16 および第 2 線状部 17 の x 方向の幅は、例えば、第 1 電極指 8 および第 2 電極指 9 の幅と同じである。また、第 1 線状部 16 および第 2 線状部 17 の y 方向の長さは、例えば、第 1 電極指 8 と第 2 電極指 9 との交差幅以上である。

30

【0057】

枠状電極 15 の第 1 線状部 16 は、第 1 線状部 16 に隣接する電極指から静磁波の 1 波長分の間隔をあけて配置されている。この位置に第 1 線状部 16 を配置することによって静磁波素子 40 の共振特性が向上すると考えられる。この理由を図 9 を用いて説明する。

【0058】

図 9 は図 8 の i X - i X 線に対応する部分の断面模式図である。図 9 において、線 L はある瞬間における磁性膜 2 を伝わる静磁波であり、磁性膜 2 に記した「+」は、静磁波の山に当たる部分であり、「-」は静磁波の谷に当たる部分である。一方、第 1 電極指 8、第 2 電極指 9、第 1 線状部 16 および第 2 線状部 17 に示した「±」は、その瞬間における電流の向きであり、「+」の向きの電流と「-」の向きの電流とは互いに反対方向に流れていることを示す。なお、第 1 電極指 8 および第 2 電極指 9 に流れる電流は交流であり、たえずその向きが交互に変化している。

40

【0059】

第 1 電極指 8 とこれに隣接する第 2 電極指 9 との中心間距離 p は、第 1 の実施形態と同様に、静磁波の半波長に相当する距離、すなわち、 $\lambda/2$  に設定されている。第 1 電極指 8 と第 2 電極指 9 とをこのように配置することによって、図 9 に示すように 1 次モードの静磁波が励振される。このとき「+」の方向に電流が流れている電極指（図 9 における第 2 電極指 9）が磁性膜中に形成する磁場は、その電極指の下に山が位置している静磁波と強く結合する。同様に「-」の方向に電流が流れている電極指（図 9 における第 1 電極指 8）が磁性膜中に形成する磁場は、その電極指の下に谷が位置している静磁波と強く結合

50

する。電極指が磁性膜 2 に形成する磁場と静磁波との結合が強いほど、換言すれば、電極指が磁性膜 2 に形成する磁場と静磁波との重なり積分が大きいほど共振が大きくなる。

【0060】

一方、棒状電極 15 の第 1 線状部 16 には、その第 1 線状部 16 に隣接する第 2 電極指 9 に流れる電流とは逆方向に電流が流れる。この第 1 線状部 16 に流れる電流は、第 1 電極指 8 および第 2 電極指 9 の周囲に形成される磁場の変化による誘導電流である。

【0061】

ここで第 1 線状部 16 は、隣接する第 2 電極指 9 から  $(= 2p)$  だけ離れて位置している。換言すれば、第 1 線状部 16 と第 2 電極指 9 との中心間距離は  $p$  である。この場合には、「-」の方向に電流が流れている第 1 線状部 16 の下には静磁波の山が位置することになり、第 1 線状部 16 が磁性膜 2 に形成する磁場と静磁波との結合は弱くなる。すなわち、この部分における第 1 線状部 16 が形成する磁場と静磁波との重なり積分は小さくなる。このような場所では磁性膜 2 に発生した静磁波が外部に漏れにくくなるため、伝搬損失が小さくなり、共振子の共振特性が向上すると考えられる。

【0062】

また、第 1 線状部 16 に接続された第 2 線状部 17 の第 1 線状部 16 からの間隔を  $p/2$  ( $= p/2$ ) としておけば、第 2 線状部 17 の下側でも磁場と静磁波との重なり積分が小さくなるため、静磁波の漏れをさらに抑制できると考えられる。

【0063】

図 8 では磁性膜 2 に 1 つの共振子が配置されている例を示したが、磁性膜 2 に複数の共振子を配置する場合には、隣接する共振子の間に棒状電極 15 を配置しておけば、一方の共振子の静磁波が他方の共振子側に伝搬するのを棒状電極 15 で抑制することができ、共振子間において静磁波が干渉するのを抑制することができる。

【0064】

なお、静磁波素子 40 では第 1 線状部 16 を隣接する第 2 電極指 9 から  $mp$  だけ離れた位置に配置したが、 $m$  ( $m$  は正の整数) だけ離れた位置に配置すれば同様の効果が得られると考えられる。

【0065】

本発明は、以上の実施形態に限定されず、種々の態様で実施されてよく、また上述した実施形態は、適宜に組み合わせられてよい。

【0066】

例えば、第 1 実施形態における変形例は、第 2 実施形態の静磁波素子 20 および第 3 実施形態の静磁波素子 30 にも適用可能である。

【符号の説明】

【0067】

- 1・・・静磁波素子
- 2・・・磁性膜
- 3・・・素子基板
- 4・・・パッド
- 5・・・励振電極
- 6・・・第 1 バスバー
- 7・・・第 2 バスバー
- 8・・・第 1 電極指
- 9・・・第 2 電極指
- 10・・・保護層
- T1・・・第 1 領域
- T2・・・第 2 領域

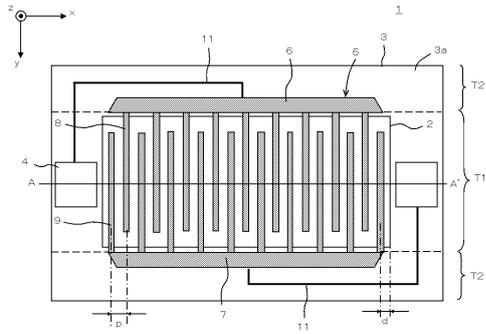
10

20

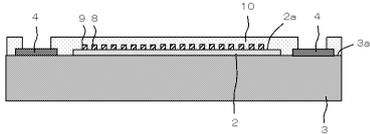
30

40

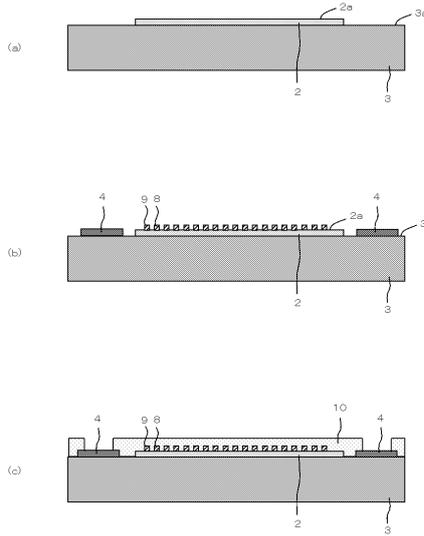
【図1】



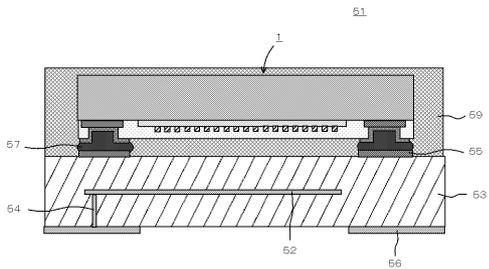
【図2】



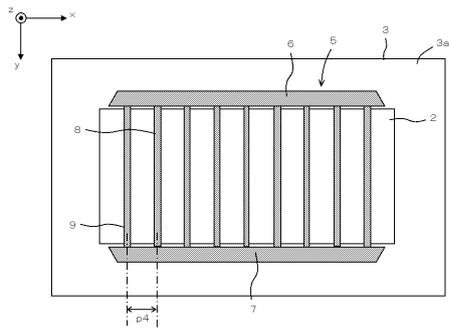
【図3】



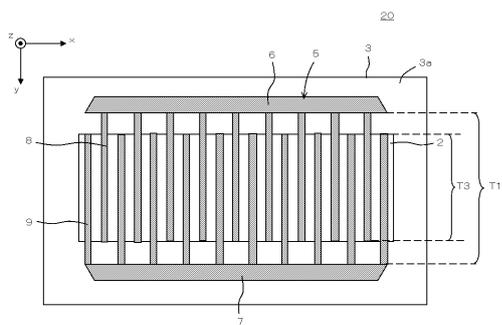
【図4】



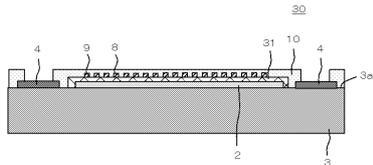
【図5】



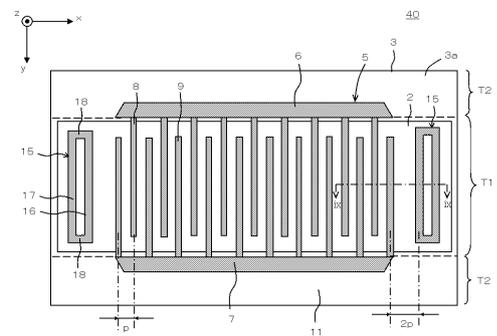
【図6】



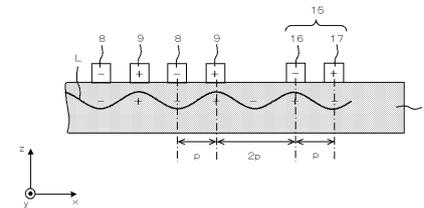
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平02-189002(JP,A)  
特開昭62-245704(JP,A)  
実開平02-118325(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01P 1/00-11/00