

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B1)

(11) 特許番号

特許第5259024号
(P5259024)

(45) 発行日 平成25年8月7日 (2013.8.7)

(24) 登録日 平成25年5月2日 (2013.5.2)

(51) Int. Cl.	F I
H03H 9/25 (2006.01)	H03H 9/25 A
H03H 9/145 (2006.01)	H03H 9/145 C
H01L 23/02 (2006.01)	H01L 23/02 B

請求項の数 11 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2012-550237 (P2012-550237)
 (86) (22) 出願日 平成24年8月22日 (2012.8.22)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2012/071181
 審査請求日 平成24年11月5日 (2012.11.5)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-180265 (P2011-180265)
 (32) 優先日 平成23年8月22日 (2011.8.22)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-239314 (P2011-239314)
 (32) 優先日 平成23年10月31日 (2011.10.31)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-122994 (P2012-122994)
 (32) 優先日 平成24年5月30日 (2012.5.30)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000006633
 京セラ株式会社
 京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
 (72) 発明者 大橋 康隆
 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 浅井 覚詞
 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 永田 優
 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 橋本 和志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性波装置および電子部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

素子基板と、
 該素子基板の主面に位置した励振電極と、
 該励振電極を囲むようにして前記素子基板の主面上に位置した枠部、および該枠部に重な
 って該枠部を塞ぐとともに、該枠部の内壁の上辺から連なって前記内壁の少なくとも一部
 を被覆している下垂部を有する蓋部を含むカバーとを備えた弾性波装置であって、
前記蓋部の側壁は、前記枠部の外壁よりも内側に位置している弾性波装置。

【請求項 2】

前記下垂部の下端は、前記素子基板の主面まで達している請求項 1 に記載の弾性波装置

10

【請求項 3】

前記蓋部の前記素子基板と反対側の主面に配置された、外周が前記枠部上に位置してい
 る金属製の補強層をさらに備えた請求項 1 または 2 に記載の弾性波装置。

【請求項 4】

前記枠部の外壁は、前記素子基板の主面向かうほど外側に向かうように傾斜している
 請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

【請求項 5】

素子基板と、
該素子基板の主面に位置した励振電極と、

20

該励振電極を囲むようにして前記素子基板の主面上に位置した枠部、および該枠部に重なって該枠部を塞ぐとともに、該枠部の内壁の上辺または外壁の上辺から連なって前記内壁または前記外壁の少なくとも一部を被覆している下垂部を有する蓋部を含むカバーとを備えた弾性波装置であって、

前記枠部の外壁は、前記素子基板の主面向かうほど外側に向かうように傾斜しており

、
少なくとも前記枠部の外壁から前記蓋部の側壁にかけて被覆する封止膜さらに備えた弾性波装置。

【請求項 6】

前記蓋部は、前記枠部と同一の材料によって形成されている請求項 1 乃至 5 のいずれか
1 項に記載の弾性波装置。

【請求項 7】

素子基板と、

該素子基板の主面に位置した励振電極と、

該励振電極を囲むようにして前記素子基板の主面上に位置した枠部、および該枠部に重なって該枠部を塞ぐとともに、該枠部の内壁の上辺または外壁の上辺から連なって前記内壁または前記外壁の少なくとも一部を被覆している下垂部を有する蓋部を含むカバーと、
前記蓋部の前記素子基板と反対側の主面に配置された、外周が前記枠部上に位置している金属製の補強層とを備えた弾性波装置であって、

前記素子基板の主面のうち前記枠部に前記蓋部が重なっている部分に位置している、前記励振電極に電氣的に接続されたパッドと、
該パッドから前記枠部および前記蓋部を貫通して伸びて前記蓋部の前記素子基板と反対側の主面に露出した端子とをさらに備えており、
前記蓋部は、平面視したときに、前記素子基板と反対側の主面のうち前記端子と前記枠部の内壁との間に位置する部分に設けられた溝部を有し、該溝部には前記補強層の一部が嵌まっている弾性波装置。

【請求項 8】

素子基板と、

該素子基板の主面に位置した励振電極と、

該励振電極を囲むようにして前記素子基板の主面上に位置した枠部、および該枠部に重なって該枠部を塞ぐとともに、該枠部の内壁の上辺または外壁の上辺から連なって前記内壁または前記外壁の少なくとも一部を被覆している下垂部を有する蓋部を含むカバーとを備えた弾性波装置であって、

前記素子基板は、主面のうち前記枠部の内壁の下端よりも外側の領域に、平面視したときに一部が前記枠部の下に位置するか、または全部が前記枠部の外側に位置する凹部を有している弾性波装置。

【請求項 9】

素子基板と、

該素子基板の主面に位置した励振電極と、

該励振電極を囲むようにして前記素子基板の主面上に位置した枠部、および該枠部に重なって該枠部を塞ぐとともに、該枠部の内壁の上辺または外壁の上辺から連なって前記内壁または前記外壁の少なくとも一部を被覆している下垂部を有する蓋部を含むカバーとを備えた弾性波装置であって、

前記素子基板は、主面のうち前記枠部の外壁の下端の近傍から側面まで達している切欠き部を有している弾性波装置。

【請求項 10】

素子基板と、

該素子基板の主面に位置した励振電極と、

該励振電極を囲むようにして前記素子基板の主面上に位置した枠部、および該枠部に重なって該枠部を塞ぐとともに、該枠部の内壁の上辺または外壁の上辺から連なって前記内壁

10

20

30

40

50

または前記外壁の少なくとも一部を被覆している下垂部を有する蓋部を含むカバーとを備えた弾性波装置であって、

前記枠部は、内壁側および外壁側の少なくとも一方の前記素子基板との接合部に、前記素子基板の主面に沿って伸びた伸長部を有している弾性波装置。

【請求項 1 1】

実装基板と、

該実装基板の主面に前記素子基板の主面を対面させた状態で導電性接合材を介して実装された請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置と、

該弾性波装置を被覆するモールド樹脂とを備えた電子部品。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、弾性表面波（SAW：Surface Acoustic Wave）装置や圧電薄膜共振器（FBAR：Film Bulk Acoustic Resonator）等の弾性波装置およびそれを用いた電子部品に関する。

【背景技術】

【0002】

小型化等を目的とした、いわゆるウェハレベルパッケージ（WLP：Wafer Level Package）型の弾性波装置が知られている。このWLP型の弾性波装置は、圧電基板と、圧電基板に設けられた励振電極と、励振電極を封止するカバーとを有する（例えば、特許文献1参照）。

20

【0003】

カバーは圧電基板の上面に配置された励振電極を囲む環状の枠部と枠部の開口を塞ぐように枠部の上面に配置された蓋部とからなる。このように枠部の開口が蓋部で塞がれることによって、励振電極上に枠部の内壁と蓋部の下面とで囲まれた領域である振動空間が確保される。

【0004】

カバーを構成する枠部と蓋部とは同一材料によって形成されることが多いものの、枠部と蓋部とが別のプロセスを経て形成された場合等に枠部と蓋部との間にわずかな隙間が形成されることがある。

30

【0005】

枠部と蓋部との間に隙間が形成されると、その隙間を介してカバーの外側と振動空間とが繋がることによって振動空間内の雰囲気に変化する。例えば、隙間を介して外気中の水分が振動空間内に入ると励振電極の腐食を招く要因となる。励振電極が腐食すると弾性波装置の電気特性が劣化することとなる。

【0006】

そこで、カバーが枠部と蓋部とで構成された場合であっても振動空間の気密性が長時間にわたって保持することができる弾性波装置が提供されることが望ましい。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0007】

【特許文献 1】特開 2008 - 227748 号公報

【発明の概要】

【0008】

本発明の一態様としての弾性波装置は、素子基板と、該素子基板の主面に位置した励振電極と、該励振電極を囲むようにして前記素子基板の主面上に位置した枠部、および該枠部に重なって該枠部を塞ぐとともに、該枠部の内壁の上辺から連なって前記内壁の少なくとも一部を被覆している下垂部を有する蓋部を含むカバーとを備えた弾性波装置であって、前記蓋部の側壁は、前記枠部の外壁よりも内側に位置しているものである。

【0010】

50

また、本発明の一態様としての電子部品は、実装基板と、該実装基板の主面に前記素子基板の主面を対面させた状態で導電性接合材を介して実装された上記弾性波装置と、該弾性波装置を被覆するモールド樹脂とを備えたものである。

【0011】

上記の構成からなる弾性波装置は、蓋部に枠部の内壁の上辺から連なって該内壁の少なくとも一部を被覆している下垂部が設けられていることから、下垂部が存在する分だけ外気から振動空間への水分等の浸入経路が長くなるため、振動空間の気密性を長時間にわたって正常な状態に保持することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

10

【図1】(a)は本発明の第1の実施形態に係るSAW装置の平面図であり、(b)は図1(a)のSAW装置の蓋部を外した状態の平面図である。

【図2】図1(a)のII-II線における断面図である。

【図3】図2のIIIで示した領域の拡大図である。

【図4】本発明の実施形態に係る電子部品の断面図である。

【図5】(a)から(d)は、図4の電子部品の製造方法を説明する断面図である。

【図6】(a)から(c)は、図5(d)の続きを示す断面図である。

【図7】図1に示すSAW装置の変形例を示す拡大断面図である。

【図8】第2の実施形態に係るSAW装置を示す断面図である。

【図9】第3の実施形態に係るSAW装置を示す断面図である。

20

【図10】第4の実施形態に係るSAW装置を示す断面図である。

【図11】(a)から(c)は、それぞれ第4の実施形態に係るSAW装置の製造方法を説明する断面図である。

【図12】(a)から(c)は、それぞれ第4の実施形態に係るSAW装置の製造方法を説明する断面図であり、図11(c)に続く工程を示すものである。

【図13】第2貫通孔の内周面に微小突起が形成される理由を説明するための断面図である。

【図14】第4の実施形態に係るSAW装置の変形例を示す断面図である。

【図15】第5の実施形態に係るSAW装置の平面図である。

【図16】図15のXVI-XVI線における部分断面図である。

30

【図17】シミュレーションに使用した基準解析モデルの断面図である。

【図18】シミュレーションに使用した解析モデルの断面図である。

【図19】第5の実施形態に係るSAW装置の変形例を示す部分断面図である。

【図20】第5の実施形態に係るSAW装置の変形例を示す平面図である。

【図21】第6の実施形態に係るSAW装置の断面図である。

【図22】図21に示す領域Eの拡大図である。

【図23】(a)および(b)は、図1に示すSAW装置の別の変形例を示す拡大断面図である。

【図24】(a)から(c)は、第7の実施形態に係るSAW装置を示す拡大断面図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態に係るSAW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。

【0014】

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、既に説明された実施形態と共通の符号を用い、また、図示や説明を省略することができる。

【0015】

50

< 第 1 の実施形態 >

(S A W 装置等の構成)

図 1 (a) は、本発明の第 1 の実施形態に係る S A W 装置 1 の平面図であり、図 1 (b) は、S A W 装置 1 の蓋部 4 を外した状態における平面図である。また、図 2 は図 1 (a) の II - II 線における断面図である。

【 0 0 1 6 】

S A W 装置 1 は、素子基板 3 と、素子基板 3 の第 1 主面 3 a 上に設けられた励振電極 5 と、第 1 主面 3 a 上に設けられ、励振電極 5 に接続されたパッド 7 と、励振電極 5 を覆うとともにパッド 7 を露出させるカバー 9 と、素子基板 3 の第 2 主面 3 b に設けられた裏面部 1 1 とを有している。

10

【 0 0 1 7 】

S A W 装置 1 は、複数のパッド 7 のいずれかを介して信号の入力がなされる。入力された信号は、励振電極 5 等によってフィルタリングされる。そして、S A W 装置 1 は、フィルタリングした信号を複数のパッド 7 のいずれかを介して出力する。各部材の具体的構成は以下のとおりである。

【 0 0 1 8 】

素子基板 3 は、圧電基板によって構成されている。具体的には、例えば、素子基板 3 は、タンタル酸リチウム単結晶、ニオブ酸リチウム単結晶等の圧電性を有する単結晶の基板によって構成されている。素子基板 3 は、例えば、直方体状に形成されており、矩形状で互いに平行かつ平坦な第 1 主面 3 a および第 2 主面 3 b を有している。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 . 2 mm ~ 0 . 5 mm であり、1 辺の長さ (X 方向または Y 方向) は 0 . 5 mm ~ 3 mm である。

20

【 0 0 1 9 】

励振電極 5 は、第 1 主面 3 a 上に形成されている。励振電極 5 は、いわゆる I D T (InterDigital Transducer) であり、一対の櫛歯状電極を有している。各櫛歯状電極は、素子基板 3 における弾性表面波の伝搬方向に延びるバスバーと、バスバーから弾性表面波の伝搬方向に直交する方向に伸びる複数の電極指とを有している。2 つの櫛歯状電極同士は、それぞれの電極指が互いに噛み合うように設けられている。

【 0 0 2 0 】

なお、図 1 等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。また、複数の励振電極 5 が直列接続や並列接続等の方式で接続されたラダー型 S A W フィルタが構成されてもよいし、複数の励振電極 5 が弾性表面波の伝搬方向に配列された 2 重モード S A W 共振器フィルタが構成されてもよい。

30

【 0 0 2 1 】

パッド 7 は、第 1 主面 3 a 上に形成されている。パッド 7 の平面形状は適宜に設定されてよく、例えば、その平面形状は円形である。パッド 7 の数および配置位置は、励振電極 5 によって構成されるフィルタの構成等に応じて適宜に設定される。S A W 装置 1 では、6 つのパッド 7 が第 1 主面 3 a の外周に沿って配列されている場合を例示している。

【 0 0 2 2 】

励振電極 5 とパッド 7 とは配線 1 5 によって接続されている。配線 1 5 は、第 1 主面 3 a 上に形成され、励振電極 5 のバスバーとパッド 7 とを接続している。なお、配線 1 5 は、第 1 主面 3 a 上に形成された部分だけでなく、異なる信号が流れる 2 つの配線 1 5 同士を間に絶縁体を介在させた状態で立体交差させるようにしてもよい。

40

【 0 0 2 3 】

励振電極 5、パッド 7 および配線 1 5 は、例えば、互いに同一の導電材料によって構成されている。導電材料は、例えば、A l または A l - C u 合金等の A l 合金である。また、励振電極 5、パッド 7 および配線 1 5 は、例えば、互いに同一の厚さで形成されており、これらの厚さは、例えば、1 0 0 ~ 5 0 0 nm である。また、配線 1 5 同士を立体交差させる場合は、第 1 主面 3 a 側の配線 1 5 を例えば A l - C u 合金で形成し、その上に絶

50

縁体を介して配置される配線 15 を、例えば下から順に Cr / Ni / Au、あるいは Cr / Al とした多層構造の配線によって形成する。なお、立体配線の上側の配線を Cr / Ni / Au によって形成した場合は、最上層の Au と樹脂との密着性が比較的弱いことから、樹脂からなるカバー 9 がこの立体配線上に積層されないようにするとよい。これにより、カバー 9 の剥がれを抑制することができる。一方、立体配線の上側の配線を Cr / Al によって形成した場合は、この立体配線上にカバー 9 が積層されるようにしてもよい。

【 0 0 2 4 】

なお、パッド 7 には、励振電極 5 と同一の材料および同一厚さの層に加えて、導電性接合材との接続性を高める等の目的で接続強化層 6 が設けられている。接続強化層 6 は、例えば、パッド 7 に重ねられたニッケルの層と、ニッケルの層に重ねられた金の層とからなる。

10

【 0 0 2 5 】

カバー 9 は、例えば、隣接するパッド 7 の間に張り出す張出部 9 a を有し、張出部 9 a を除いた平面形状が、概略、矩形状をなしている。換言すれば、カバー 9 はパッド 7 を覆う程度の大きさを有する矩形からパッド 7 が露出するように切り欠いた形状と捉えることもできる。

【 0 0 2 6 】

カバー 9 は、第 1 主面 3 a 上に設けられ、第 1 主面 3 a の平面視において励振電極 5 を囲む枠部 2 と、枠部 2 に重ねられ、枠部 2 の開口を塞ぐ蓋部 4 とを有している。そして、第 1 主面 3 a、枠部 2 および蓋部 4 により囲まれた空間によって、励振電極 5 により励振される SAW の振動を妨げないようにするための振動空間 2 1 が形成されている。

20

【 0 0 2 7 】

振動空間 2 1 の平面形状は、適宜に設定されてよいが、SAW 装置 1 では、概ね矩形状である。なお、カバー 9 は、振動空間 2 1 を構成する凹部が下面側に形成された形状であると捉えてもよい。

【 0 0 2 8 】

枠部 2 は、概ね一定の厚さの層に振動空間 2 1 となる開口が 1 以上形成されることによって構成されている。枠部 2 の厚さ（振動空間 2 1 の高さ）は、例えば、数 μm ~ 30 μm である。蓋部 4 は、概ね一定の厚さの層によって構成されている。蓋部 4 の厚さは、例えば、数 μm ~ 30 μm である。

30

【 0 0 2 9 】

蓋部 4 の平面形状は、例えば、枠部 2 の平面形状と概ね同じであり、枠部 2 よりも蓋部 4 の方が一回り小さくなるように形成されている。換言すれば、枠部 2 は、平面視したときに枠部 2 の外周に沿った部分が蓋部 4 からわずかにみ出るような大きさとされている。

【 0 0 3 0 】

枠部 2 および蓋部 4 は、同一の材料によって形成されていてもよいし、互いに異なる材料によって形成されていてもよい。本願では、説明の便宜上、枠部 2 と蓋部 4 との間を境界線として明示しているが、現実の製品においては、枠部 2 と蓋部 4 とは、同一材料によって一体的に形成されていてもよい。

40

【 0 0 3 1 】

カバー 9（枠部 2 および蓋部 4）は、感光性の樹脂によって形成されている。感光性の樹脂は、例えば、アクリル基やメタクリル基等のラジカル重合により硬化する、ウレタンアクリレート系、ポリエステルアクリレート系、エポキシアクリレート系の樹脂である。その他、ポリイミド系の樹脂等も用いることができる。

【 0 0 3 2 】

裏面部 11 は、例えば、素子基板 3 の第 2 主面 3 b の概ね全面を覆う裏面電極と、裏面電極を覆う絶縁性の保護層とを有している。裏面電極により、温度変化等によって素子基板 3 表面にチャージされた電荷が放電される。保護層により、素子基板 3 の損傷が抑制される。なお、以下では、裏面部 11 について、図示や説明を省略することがある。

50

【0033】

図3は図2における領域IIIの拡大図である。

【0034】

素子基板3の第1主面3a上には保護層8が配置されており、カバー9は保護層8の上に配置されている。保護層8は、励振電極5を覆って励振電極5の酸化防止等に寄与するものである。保護層8は、例えば、酸化珪素(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8の厚さは、例えば、励振電極5の厚さの1/10程度(10~30nm)、または励振電極5よりも厚く、200nm~1500nmである。

【0035】

パッド7あるいは接続強化層6は保護層8から露出している。なお、図3では、保護層8の接続強化層6を露出させるための開口は、接続強化層6と同一の形状および面積とされているが、当該開口は、接続強化層6よりも大きくてもよいし、小さくても(保護層8の開口周囲の部分が接続強化層6の外周部を覆っていても)よい。

【0036】

同図に示すように、SAW装置1は蓋部4が下垂部4aを有している。下垂部4aは、蓋部4のうち、枠部2の内壁2aの上辺から連なって内壁2aの少なくとも一部を被覆している部分である。SAW装置1では、下垂部4aは枠部2の内壁2aの概ね上半分を被覆している。蓋部4にこのような下垂部4aを設けることによって、蓋部4と枠部2との接触面積が増加するため、蓋部4と枠部2との剥がれを抑制することができる。加えて、蓋部4と枠部2との境界部分から外部の水分が浸入するときに、その浸入経路が白抜き矢印で示したように下垂部4aが枠部2の内壁に接触している分だけ長くなるため、振動空間21内に水分が入り込みにくくなる。よって、振動空間内の励振電極5等の腐食を抑制することができ、長期にわたってSAW装置1の電気特性を安定化させることができる。

【0037】

下垂部4aは、平面視したときに例えば環状に形成されている。すなわち、枠部2の内壁2aに沿って一回りするように内壁2aを被覆している。これによって、蓋部4と枠部2との間からの水分の浸入抑制効果をより高めることができる。

【0038】

下垂部4aは、例えば、蓋部4を枠部2に貼り付ける際の温度等の条件を調整することによって形成することができる。例えば、樹脂製の蓋部4と樹脂製の枠部2と貼り付けるためにある程度高い温度で加熱を行うことがあるがその際の温度を通常より若干高めにし、その温度の保持時間を通常より若干長めにするなど温度や保持時間を調整することによって樹脂製の蓋部4の一部が枠部2の内壁2aに沿って垂れてその部分が固り、それによって下垂部4aとすることができる。なお、下垂部4aが形成されるのに伴って蓋部4の上面のうち下垂部4aの直上領域には微小凹部4bが形成されることがある。

【0039】

枠部2の外壁2bは素子基板3の第1主面3aに向かうほど外側に向かうように傾斜している。枠部2の外壁2bの第1主面3aに対する角度は、例えば、80°程度である。外壁2bの下端は接続強化層6(接続強化層6がない場合はパッド7)から離れている。その距離は、例えば、40μmから65μmである。

【0040】

蓋部4の側壁4cは、枠部2の外壁2bと同様に素子基板3の第1主面3aに向かうほど外側に向かうように傾斜していてもよいし、傾斜していなくてもよい。蓋部4の外壁4bの主面3aに対する角度は、例えば、角度と同じであってもよいし、大きくしてもよいし、小さくしてもよい。また、蓋部4の側壁4cは枠部2の外壁2bよりも若干内側に位置している。換言すれば、平面視したときに蓋部4は枠部2より一回り小さくされている。例えば、蓋部4の側壁4cは、枠部2の外壁2bよりも数μmから数十μm内側に位置している。

【0041】

図4は、SAW装置1が実装された電子部品51の一部を示す断面図である。

【0042】

電子部品51は、実装基板53と、実装基板53の実装面53a上に設けられたパッド55と、パッド55上に配置された導電性接合材57と、導電性接合材57を介して実装面53aに実装されたSAW装置1と、SAW装置1を封止するモールド樹脂59とを有している。

【0043】

なお、電子部品51は、例えば、この他に、実装基板53に実装されモールド樹脂59によってSAW装置1とともに封止されたIC等を有し、モジュールを構成している。

【0044】

実装基板53は、例えば、プリント配線板によって構成されている。プリント配線板は、リジッド基板であってもよいし、フレキシブル基板であってもよい。また、プリント配線板は、1層板であってもよいし、2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。また、プリント配線板の基材、絶縁材料および導電材料は適宜な材料から選択されてよい。

【0045】

導電性接合材57は、SAW装置1のパッド7および実装基板53のパッド55の両方に当接している。導電性接合材57は、加熱によって溶融してパッド7に接着される金属によって形成されている。導電性接合材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。

【0046】

モールド樹脂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。モールド樹脂59は、SAW装置1を裏面部11側および側方から覆うだけでなく、SAW装置1と実装基板53との間にも充填されている。具体的には、モールド樹脂59は、カバー9の上面と実装基板53の実装面53aとの間および導電性接合材57の周囲にも充填されている。

【0047】

導電性接合材57は、例えば導体バンプなどの概ね球状であったものがパッド7とパッド55とによって潰された形状である。すなわち、導電性接合材57はパッド7およびパッド55に接する2平面と、2平面を接続する外周面とを有し、その2平面および外周面は平面視において円形状であり、外周面は側面視において中央側が外側に突出する曲面状となっている。

【0048】

導電性接合材57のパッド7およびパッド55に接する平面の面積は、好適には、パッド7およびパッド55の面積と同じかそれ以下である。

【0049】

枠部2の側壁2bおよび蓋部4の側壁4bは、その全体に亘って、導電性接合材57に接していない。従って、カバー9（枠部2および蓋部4）の外壁と導電性接合材57との隙間は、カバー9の上面から下面に亘るまで形成され、その隙間にモールド樹脂59が充填されている。

【0050】

このように枠部2の側壁2bおよび蓋部4の側壁4bが、その全体に亘って導電性接合材57に接しておらず、それらの側壁と導電性接合材57との間にモールド樹脂が充填されていることから、導電性接合材57は、カバー9の外壁の形状の影響を受けにくい。その結果、例えば、カバー9の外壁とカバーの上面との角部等によって、導電性接合材57に応力集中が生じやすい形状が形成されることが抑制され、導電性接合材57のクラックの発生が抑制される。これらの効果は、特に、実施形態のように、モールド樹脂59が、カバー9の上面から下面に亘って、導電性接合材57とカバー9の外壁との間に充填され

10

20

30

40

50

ているときに顕著となる。

【 0 0 5 1 】

また、先に述べたようにカバー 9 を構成する枠部 2 の外壁 2 b は、素子基板 3 の主面 3 a に向かうほど広がるように傾斜しており、この傾斜した外壁 2 b にモールド樹脂 5 9 が接している。

【 0 0 5 2 】

従って、例えば、傾斜した外壁 2 b と導電性接合材 5 7 との間において、モールド樹脂 5 9 がカバー 9 の上面側から下面側へ流れ込みやすくなり、モールド樹脂 5 9 に空洞ができることが抑制される。モールド樹脂 5 9 に空洞が存在すると、リフロー時に熱が印加された際にその空洞が膨張し、S A W 装置 1 の実装不良の要因となることがあるが、空洞の形成が抑制されるため、そのような実装不良等の発生が抑制される。

10

【 0 0 5 3 】

また、蓋部 4 の外壁 4 c が枠部 2 の外壁 2 b よりも内側に位置しているため、上述した枠部 2 の外壁 2 b が傾斜していることによる効果と同様の効果が期待される。すなわち、カバー 9 の外壁と導電性接合材 5 7 との間において、モールド樹脂 5 9 がカバー 9 の上面側から下面側へ流れ込みやすくなる。

【 0 0 5 4 】

(S A W 装置の製造方法)

図 5 (a) ~ 図 6 (c) は、S A W 装置 1 および電子部品 5 1 の製造方法を説明する断面図 (図 1 の III - III 線に対応) である。製造工程は、図 5 (a) から図 6 (c) まで順に進んでいく。

20

【 0 0 5 5 】

S A W 装置 1 の製造方法に対応する図 5 (a) ~ 図 6 (a) 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等が行われ、その後、ダイシングされることにより、多数個分の S A W 装置 1 が並行して形成される。ただし、図 5 (a) ~ 図 6 (a) では、1 つの S A W 装置 1 に対応する部分のみを図示する。また、導電層や絶縁層は、プロセスの進行に伴って形状が変化するが、変化の前後で共通の符号を用いることがあるものとする。

【 0 0 5 6 】

30

図 5 (a) に示すように、まず、素子基板 3 の主面 3 a 上には、励振電極 5、パッド 7 および配線 1 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 C V D (Chemical Vapor Deposition) 法等の薄膜形成法によって、主面 3 a 上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 R I E (Reactive Ion Etching) 装置とを用いたフォトリソグラフィ法等によってパターニングが行われる。パターニングにより、励振電極 5、配線 1 5 およびパッド 7 が形成される。

【 0 0 5 7 】

励振電極 5 等が形成されると、図 5 (b) に示すように、保護層 8 が形成される。具体的には、まず、適宜な薄膜形成法によって保護層 8 となる薄膜が形成される。薄膜形成法は、例えば、スパッタリング法または C V D である。次に、パッド 7 が露出するように、R I E 等によって薄膜の一部が除去される。これにより、保護層 8 が形成される。

40

【 0 0 5 8 】

保護層 8 が形成されると、図 5 (c) に示すように、枠部 2 となる、感光性樹脂からなる薄膜が形成される。薄膜は、例えば、フィルムが貼り付けられることによって形成される。フィルムは、例えば、ベースフィルム 3 1 と、ベースフィルム 3 1 に貼り付けられた枠部 2 となる樹脂層 1 7 とを有している。樹脂層 1 7 を保護層 8 に密着させた後、矢印 y 1 によって示すように、ベースフィルム 3 1 が剥がされる。なお、枠部 2 となる薄膜は、保護層 8 と同様の薄膜形成法によって形成されてもよいし、その他、スピコート法等によって形成されてもよい。

【 0 0 5 9 】

50

枠部 2 となる薄膜が形成されると、図 5 (d) に示すように、フォトリソグラフィ法等によって、励振電極 5 上の薄膜およびパッド 7 が配置された素子基板 3 の外周に沿った領域の薄膜が除去される。また、薄膜は、ダイシングライン上においても、一定の幅で除去される。このようにして枠部 2 が形成される。なお、枠部 2 となる薄膜がフィルムの貼り付けによって形成される場合において、ベースフィルム 3 1 を剥がす工程は、フォトリソグラフィの露光工程後に行われてもよい。

【 0 0 6 0 】

枠部 2 が形成されると、図 6 (a) に示すように、蓋部 4 となる、感光性樹脂からなる薄膜が形成される。薄膜は、例えば、フィルムが貼り付けられることによって形成される。フィルムは、例えば、ベースフィルム 3 2 と、ベースフィルム 3 2 に貼り付けられた蓋部 4 となる樹脂層 1 8 とを有している。そしてベースフィルム 3 2 が張り付けられた状態の樹脂層 1 8 を加熱することによって樹脂層 1 8 と枠部 2 とを接着する。樹脂層 1 8 と枠部 2 との接着は、例えば、素子基板 3 を 4 0 から 5 0 程度に加熱したステージ 2 9 に置き、その状態で同じく 4 0 から 5 0 程度に加熱したローラー 3 0 を回転させながらベースフィルム 3 2 が貼り付けられた樹脂層 1 8 に押し当てることによって行う。このときにステージ 2 9 およびローラー 3 0 の温度、ローラーの回転速度等を所定の条件に設定すると、軟化した樹脂層 1 8 を枠部 2 の内壁 2 a に沿って垂れるようにすることができ、この垂れた部分が下垂部 4 a となる。下垂部 4 a の形状は、ステージ 2 9 およびローラー 3 0 の温度、ステージ 2 9 への保持時間、ローラーの回転速度等を調整することによってある程度制御することができる。例えば、枠部 2 および樹脂層 1 8 の材料としてエポキシ

【 0 0 6 1 】

その後、ベースフィルム 3 2 を剥がし、図 6 (b) に示すようにフォトリソグラフィ法等により、蓋部 4 となる樹脂層 1 8 の外周に沿った領域が除去され、下垂部 4 a を有する蓋部 4 が形成される。また、薄膜はダイシングライン上においても一定の幅で除去される。蓋部 4 が形成されることによって、保護層 8、枠部 2 および蓋部 4 によって囲まれた空間からなる振動空間 2 1 が形成されることとなる。なお、振動空間 2 1 の形成方法はこれに限らず、例えば、振動空間 2 1 を形成すべき部分に犠牲層をあらかじめ形成しておき、カバーとなる樹脂を犠牲層を覆うようにして形成した後、最後に犠牲層を除去することによって形成するようにしてもよい。

【 0 0 6 2 】

蓋部 4 が形成されると、図 6 (c) に示すように、S A W 装置 1 はウェハから切り出され、実装基板 5 3 に実装される。S A W 装置 1 の実装前において、実装基板 5 3 の実装面 5 3 a には、パッド 5 5 および導電性接合材 5 7 が設けられている。導電性接合材 5 7 は、S A W 装置 1 を接合する前に導体バンプである場合であれば、例えば、蒸着法、めっき法もしくは印刷法によって、表面張力の影響等を利用することによって概ね球状もしくは半球状に形成されている。

【 0 0 6 3 】

そして、S A W 装置 1 は、カバー 9 の上面を実装面 5 3 a に対向させて配置される。導電性接合材 5 7 は、S A W 装置 1 側のパッド 7 に当接し、S A W 装置 1 を支持する。その後、S A W 装置 1 および実装基板 5 3 は、リフロー炉に通されることなどによって一時的に加熱され、導電性接合材 5 7 の溶融および凝固によって導電性接合材 5 7 とパッド 7 とが固定される。

【 0 0 6 4 】

その後、S A W 装置 1 は、モールド樹脂 5 9 によって覆われる。モールド樹脂 5 9 は、例えばトランスファーマールド法もしくは印刷法によって S A W 装置 1 の周囲に供給される。S A W 装置 1 の周囲に供給されたモールド樹脂 5 9 は、付与された圧力によってカバ

ー 9 の上面と実装面 5 3 a との間に流れ込み、さらには、カバー 9 の側面と導電性接合材 5 7 との間に流れ込む。そして、図 4 に示したように電子部品 5 1 が製造される。

【 0 0 6 5 】

(変形例)

図 7 は第 1 の実施形態における S A W 装置 1 の変形例を示す拡大断面図である。なお、図 7 の断面図は図 4 で示した部分に対応している。

【 0 0 6 6 】

この変形例にかかる S A W 装置 1 は、下垂部 4 a の形状が図 1 に示した S A W 装置 1 とは異なっている。具体的には、変形例に係る S A W 装置 1 では下垂部 4 a の下端が素子基板 3 の第 1 主面 3 a まで達している。このように下垂部 4 a の下端を第 1 主面 3 a まで達していることによって下垂部 4 a と枠部 2 の内壁 2 a との接触面積が増えるため、蓋部 4 と枠部 2 との接着強度をより向上させることができると同時に、蓋部 4 と枠部 2 との間における水分の浸入経路が長くなるため、振動空間 2 1 に水分がより入り込みにくくなる。さらに、枠部 2 の素子基板 3 からの剥がれが生じた場合でも、下垂部 4 a の下端が素子基板 3 が接触している分、枠部 2 の外壁 2 b 下端から振動空間 2 1 までの水分の浸入経路が長くなる。よって、これによっても水分の振動空間 2 1 への浸入を抑制し、励振電極 5 等の腐食を抑制することができる。

【 0 0 6 7 】

図 2 3 は第 1 の実施形態における S A W 装置 1 の別の変形例を示す拡大断面図であり、図 4 で示した部分に対応する箇所の拡大断面図である。

【 0 0 6 8 】

まず図 2 3 (a) に示す変形例では、下垂部 4 a が枠部 2 の外壁側にも設けられている。すなわち、図 2 3 (a) に示す S A W 装置 1 は、枠部 2 の内壁 2 a の上辺から連なって内壁 2 a の一部を被覆している下垂部 4 a および枠部 2 の外壁 2 b の上辺から連なって外壁 2 b の一部を被覆している下垂部 4 a を有している。

【 0 0 6 9 】

このように内壁 2 a 側だけでなく外壁 2 b 側にも下垂部 4 a を形成することによって、枠部 2 と蓋部 4 との接触面積がより増加するため、枠部 2 と蓋部 4 との剥がれ抑制効果を向上させることができる。また、外部からの水分の浸入経路となり得る枠部 2 と蓋部 4 との間の部分が長くなるため、振動空間 2 1 への水分の浸入抑制効果も向上する。

【 0 0 7 0 】

一方、図 2 3 (b) に示す変形例では、下垂部 4 a は枠部 2 の外壁側にのみ設けられており、枠部 2 の内壁側には設けられていない。このように枠部 2 の外壁側にのみ下垂部 4 a を設けた場合も、枠部 2 の内壁側にのみ下垂部 4 a を設けた上述の S A W 装置 1 と同様に、枠部 2 と蓋部 4 との剥がれを抑制するとともに、振動空間 2 1 への水分の浸入を抑制できる。特に、励振電極 5 と枠部 2 の内壁 2 a との距離が近い場合は、内壁 2 a 側に下垂部 4 a を形成すると下垂部 4 a が励振電極 5 に接触しやすくなるため、図 2 3 (b) に示す S A W 装置のように枠部 2 の外壁 2 b 側にのみ下垂部 4 a を形成することによって、下垂部 4 a の励振電極 5 への接触を防ぎつつ枠部 2 と蓋部 4 との剥がれおよび振動空間 2 1 への水分の浸入を抑制することができる。

【 0 0 7 1 】

なお、下垂部 4 a をいずれの箇所に形成するかは、例えば、図 6 (a) で示したローラー 3 0 の回転速度を下垂部 4 a を形成する位置では遅くするなど、ローラー 3 0 の回転速度や温度等を調整することによって制御することができる。

【 0 0 7 2 】

< 第 2 の実施形態 >

図 8 は、第 2 の実施形態の S A W 装置 1 0 1 を示す、図 2 に相当する断面図である。S A W 装置 1 0 1 は、カバー 9 の上面に配置された補強層 2 2 を有している。

【 0 0 7 3 】

補強層 2 2 は、カバー 9 (特に蓋部 4) の強度を補強するためのものである。補強層 2

10

20

30

40

50

2は、カバー9の比較的広い範囲に亘って形成されている。例えば、補強層22は、カバー9の上面の概ね全面に亘って形成されている。従って、補強層22は、平面視において、振動空間21の概ね全体を覆うとともに振動空間21の外側に延出し、蓋部4とともに枠部2に支持されている。

【0074】

SAW装置101は下垂部4aを有していることから、カバー9の上面のうち下垂部4aの直上領域には微小凹部4bが形成されているが、補強層22はこの微小凹部4bの内面に接しながら形成されている。よって補強層22とカバー9の上面との接触面積が増えるなどして補強層22のカバー9からの剥がれを抑制することができる。

【0075】

補強層22は、カバー9の材料よりもヤング率が高い材料によって構成されている。例えば、カバー9がヤング率0.5~1GPaの樹脂によって形成されているのに対し、補強層22はヤング率100~250GPaの金属によって形成されている。補強層22の厚さは、例えば、1~50μmである。

【0076】

補強層22は、例えば、カバー9の上面に直に位置する下地層と、下地層に重なる金属部とを有している。下地層は、例えば、銅、チタン、またはこれらを積層したものによって形成されている。下地層の厚さは、例えば、下地層が銅からなる場合は300nm~1μm、下地層がチタンからなる場合は10nm~100nmである。金属部は、例えば、銅によって形成されている。

【0077】

<第3の実施形態>

図9は、第3の実施形態のSAW装置201を示す、図2に相当する断面図である。

【0078】

SAW装置201は、枠部2の外壁2bから蓋部4の側壁4cにかけて被覆する封止膜23を有している。

【0079】

このように枠部2の外壁2bから蓋部4の側壁4cにかけて被覆する封止膜23を設けることによって、枠部2と蓋部4との間から浸入し得る水分等の振動空間21への浸入抑制効果をより高めることができる。

【0080】

封止膜23としては、例えば、酸化珪素、窒化珪素等の絶縁材料、銅等の金属材料を使用することができる。SAW装置201では、封止膜23を金属材料によって形成し、枠部2の外壁2bから蓋部4の側壁4cにかけてだけでなく、カバー9の上面まで連続して形成している。これによって、封止膜23を第2の実施形態におけるSAW装置101の補強層22としても使用することができる。

【0081】

また、蓋部4の側壁4cを枠部2の外壁2bよりも内側に位置させておくことによって、枠部2の外壁2bと蓋部4の側壁4cとの間の部分に段差ができるため、枠部2の外壁2bと蓋部4の側壁4cとの間の部分に十分な厚みの封止膜23を形成しやすくなる。

【0082】

<第4の実施形態>

図10は、第4の実施形態のSAW装置301を示す、図2に相当する断面図である。SAW装置301は、端子25を有している。この端子25はパッド7と電氣的に接続された状態でパッド7の上に位置している。また端子25はカバー9を縦方向に貫通し、パッド7と接続されない方の端部はカバー9の上面から露出している。端子7は例えば銅等を用いてめっき法によって形成される。

【0083】

また、このようなカバー9を貫通する端子25を設けた上、補強層22も設けている場合には、補強層22全体を絶縁膜24によって覆っておくことが好ましい。これにより、

10

20

30

40

50

S A W装置 3 0 1 を実装基板に実装した際に補強層 2 2 と端子 2 5 とが短絡するのを抑制することができる。

【 0 0 8 4 】

かかる S A W装置 3 0 1 の製造方法について、図 1 1 および図 1 2 を用いて説明する。S A W装置 3 0 1 の製造工程のうち、枠部 2 を形成する前までの工程（図 5（a）～図 5（c）に示した工程）は S A W装置 1 の製造工程と同じであるため、その部分の説明は省略し、以下では枠部 2 を形成する工程から説明する。

【 0 0 8 5 】

まず、図 1 1（a）に示すように、S A W装置 3 0 1 では、柱状の端子 2 5 を形成する必要があるため、柱状の端子 2 5 が形成されるパッド 7 上に第 1 貫通孔 3 3 が形成されるように、枠部 2 となる樹脂層 1 7 のパターンニングを行う。

10

【 0 0 8 6 】

続いて、図 1 1（b）に示すように、蓋部 4 となる樹脂層 1 8 を枠部 2 に接着するとともに下垂部 4 a を形成する。かかる工程は、図 6（a）に示した S A W装置 1 の工程と基本的に同じである。ここで、樹脂層 1 8 として感光性のネガ型レジストを使用している。

【 0 0 8 7 】

次に、図 1 1（c）に示すように、マスク 4 0 を介して樹脂層 1 8 の露光を行う。マスク 4 0 は、透明基板 3 8 および透明基板 3 8 の下面に所定のパターンで形成された遮光部 3 9 を有する。

【 0 0 8 8 】

20

樹脂層 1 8 はネガ型であることから、樹脂層 1 8 のうち遮光部 3 8 によって露光されない部分が露光後の現像によって除去されることとなる。よって、遮光部 3 8 はマスク 4 0 の位置設定をしたときに樹脂層 1 8 を除去すべき位置に対応する位置に配置され、除去すべき部分の形状に対応する形状とされている。この実施形態においては、第 1 貫通孔 3 3 の直上部分に配置された遮光部 3 9 と、第 1 貫通孔 3 3 と振動空間 2 1 の間の領域の直上部分に配置された遮光部 3 9 が設けられている。

【 0 0 8 9 】

ここで、第 1 貫通孔 3 3 と振動空間 2 1 との間の領域の直上部分にも遮光部 3 9 を設けた理由について、そのような遮光部 3 9 を設けない場合と比較しながら説明する。

【 0 0 9 0 】

30

第 1 貫通孔 3 3 と振動空間 2 1 との間の領域の直上部分に遮光部 3 9 を設けていないマスク 4 0 を用いて露光を行い、その後、現像処理をすると、図 1 3（b）に示すように、端子 2 5 の上側部分を配置するための第 2 貫通孔 3 4 の内周面に微小突起 2 6 が形成される場合がある。

【 0 0 9 1 】

このような微小突起 2 6 が形成されるメカニズムは明確にはなっていないが、樹脂層 1 8 への露光工程において、以下の現象が起こっていることによるものと推測される。

【 0 0 9 2 】

図 1 3（a）は、第 1 貫通孔 3 3 と振動空間 2 1 との間の領域の直上部分に遮光部 3 9 が設けられていないマスク 4 0 を用いて露光を行う工程を示す断面図である。図 1 3（a）に示すように、露光用の光 L の一部は、下垂部 4 a の下端において散乱され、散乱された光の一部が樹脂層 1 8 のうち第 1 貫通孔 3 3 の直上部分に達すると考えられる。そうすると、本来は露光させない部分が露光されてしまい、この後に現像処理を行うと、図 1 3（b）に示す微小突起 2 6 が形成されるものと推測される。

40

【 0 0 9 3 】

このような微小突起 2 6 が第 2 貫通孔 3 4 の内周面に存在すると、第 2 貫通孔 3 4 の内周面にスパッタリング法等によってめっき下地膜を形成する際に、微小突起 2 6 が障害となって、めっき下地膜の形成されない部分ができる。めっき下地膜が存在しない部分にはめっきが成長しないため、端子 2 5 の形状がいびつになり、実装不良等の要因となる。

【 0 0 9 4 】

50

一方、図 1 1 (c) に示すように、第 1 貫通孔 3 3 と振動空間 2 1 との間の領域の直上部分に遮光部 3 9 を設けておくと、下垂部 4 a の下端部で散乱した露光用の光 L の一部が第 1 貫通孔 3 3 の直上領域に向かったとしても、そこに達する前に露光されていない第 1 貫通孔 3 3 の直上領域よりも内側の部分 (図 1 1 (c) において点線で囲った領域 T) を露光し、その領域 T の感光に使用されるため、第 1 貫通孔 3 3 の直上領域に達しにくくなる。これによって、散乱光による第 1 貫通孔 3 3 の直上領域への露光が抑制され、微小突起 2 6 が形成されにくくなる。

【 0 0 9 5 】

その後、現像処理を行うことによって、図 1 2 (a) に示すように、第 1 貫通孔 3 3 に連結された第 2 貫通孔 3 4 が形成され、蓋部 4 と枠部 2 とからなるカバー 9 が完成する。また、散乱光による領域 T への露光の照度は比較的弱いため、領域 T の感光が十分されず、溝部 1 2 が形成される。なお、溝部 1 2 が形成されないようにする場合には、図 1 1 (c) において、領域 T に対応する遮光部 3 9 の幅を所定寸法よりも小さくすればよい。遮光部 3 9 の幅を所定寸法よりも小さくすることによって、散乱光による弱い露光によっても領域 T 全体が感光されるためである。

【 0 0 9 6 】

次に、図 1 2 (b) に示すように、めっき用レジスト層 4 1 を形成する。このめっき用レジスト層 4 1 は、端子 2 5 を形成すべき部分および補強層 2 2 を形成すべき部分に開口を有するようにパターンニングされている。なお、めっき用レジスト層 4 1 を形成する前に蓋部 4 の上面、第 1 貫通孔 3 3 および第 2 貫通孔 3 4 の内周面、ならびに第 1 貫通孔の底面にめっき下地膜を形成しておく。めっき下地膜の成膜は、例えば、スパッタリング法等によって行われる。

【 0 0 9 7 】

次に、図 1 2 (c) に示すように、めっき法によって端子 2 5 と補強層 2 2 とを形成する。

【 0 0 9 8 】

具体的には、まず、めっき用レジスト層 4 1 から露出しているめっき下地膜に対してめっき処理を施し、めっきを成長させる。そして、成長しためっきの上面を化学機械研磨 (C M P : Chemical Mechanical Polishing) 等によって平坦化し、めっき用レジスト層 4 1 を除去する。これによって、端子 2 5 と補強層 2 2 とが完成する。

【 0 0 9 9 】

めっき法は、適宜に選択されてよいが、電気めっき法が好適である。電気めっき法は、柱状の端子 2 5 の高さの自由度が高く、また、めっき下地膜との密着性が良好なためである。

【 0 1 0 0 】

最後に、補強層 2 2 を覆う絶縁膜 2 4 を形成する。絶縁膜 2 4 は、例えば、ネガ型の感光性樹脂をスピンコート法等によってカバー 9 の上面に塗布した後、露光・現像処理をしてパターンニングを行うことによって形成することができる。なお、この絶縁膜 2 4 を溝部 1 2 に充填するようにしてもよい。以上の工程を経て、S A W 装置 3 0 1 が完成する。

【 0 1 0 1 】

(変形例)

図 1 4 は、第 4 の実施形態における S A W 装置 3 0 1 の変形例を示す断面図である。この変形例は、カバー 9 の上面のうち、カバー 9 を平面視したときに端子 2 5 と振動空間 2 1 との間に位置する部分に溝部 1 2 を形成し、その溝部 1 2 に補強層 2 2 の一部が嵌まるようにしたものである。このように、補強層 2 2 の一部を溝部 1 2 に嵌めることによって、補強層 2 2 のカバー 9 からの剥がれを抑制することができる。補強層 2 2 を嵌めるための溝部 1 2 は、例えば、図 1 1 (c) に示したように、溝部 1 2 を形成すべき位置に遮光部 3 9 を設けたマスク 4 0 を用いて露光を行うことによって形成することができる。

【 0 1 0 2 】

< 第 5 の実施形態 >

図15は、第5の実施形態のSAW装置401を示す平面図である。なお、図15では振動空間21の外周(枠部の内壁2a)を点線で示している。

【0103】

SAW装置401は、素子基板3の主面3aの所定の領域に凹部10を有している。凹部10は、図15に示すように、平面視したときに枠部2から露出するようにして設けられている。

【0104】

図16は、図15のXVI-XVI線における部分断面図である。SAW装置401では、平面視したときに凹部10がちょうど枠部2の外壁2bに接する位置に設けられている。

【0105】

このような凹部10を素子基板3の主面3aに設けることによって、周囲の温度が変化した際などにカバー9にかかる応力を低減させることができることを、シミュレーションによって確かめた。

【0106】

図17はそのシミュレーションに用いたSAW装置の基準解析モデルSである。なお、基準解析モデルSは、回転対称軸Aを回転軸として形成される立体の一部分を切り出して簡易モデル化したものである。素子基板3の材料はタンタル酸リチウム単結晶とし、カバー9は、-40における熱膨張率が $38.5 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ (実測値)で、85における熱膨張率が $50 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ (実測値)である材料とした。各部分の寸法は図17に示したとおりである。そして基準解析モデルSのSAW装置に、各種凹部10または切欠き部13を形成したものを解析モデルA~Eとした。

【0107】

解析モデルAは、基準解析モデルSに図16に示した凹部10を形成したものであり、凹部10は枠部2の外壁2bに接する位置に形成されている。解析モデルBは、基準解析モデルSに図18(a)に示した凹部10を形成したものであり、凹部10は、一部が枠部2の下に位置し、残りの部分が枠部2から外側の領域に露出している。解析モデルCは、基準解析モデルSに図18(b)に示した凹部10を形成したものであり、凹部10は、全体が枠部2の下に位置している。解析モデルDは、図18(c)に示した凹部10を基準解析モデルSに形成したものであり、凹部10は、全部が枠部2から露出している。解析モデルEは、基準解析モデルSに凹部10ではなく切欠き部13を形成したものである。この切欠き部13は、枠部2の外壁2bの素子基板3の主面に接する部分を起点として素子基板3の角部を側面に至るまで切り欠くようにして形成されたものである。

【0108】

これらの各解析モデルについて、環境温度を85から-40にしたときに、カバー9にかかる最大主応力を有限要素法によるシミュレーションによって調べた。その結果を表1に示す。なお、表1には各解析モデルに設けた凹部10または切欠き部13の深さdおよび幅wの寸法も併せて記載している。

【0109】

10

20

30

【表 1】

解析モデル	寸法 (μm)		最大主応力 (MPa)	基準との比
	d	w		
基準	—	—	57.8	—
A	12	12	56.8	98.3%
B	10.5	20	53.3	92.2%
C	12	4	68.0	117.6%
D	17.5	56	57.0	98.6%
E	40	20	56.8	98.3%

【0110】

この表に示す結果からわかるように、解析モデル C 以外、すなわち解析モデル A、解析モデル B、解析モデル D および解析モデル E では、基準解析モデル S と比べてカバー 9 にかかる最大主応力が小さくなった。一方、解析モデル C は、逆に最大主応力が基準解析モデル S に比べて大きくなった。

【0111】

この結果から考察するに、素子基板 3 の主面 3 a のうち振動空間 2 1 を区画する枠部 2 の内壁 2 a の下端に位置する部位よりも外側の領域に、平面視したときに、一部が枠部 2 の下に位置するか、または全部が枠部 2 の外側に位置する凹部 1 0、あるいは枠部 2 の外壁 2 b の下端の近傍から素子基板 3 の側面まで達している切欠き部 1 3 を形成することによって、大きな温度変化が生じた際などにカバー 9 にかかる応力を低減させることができる。このようにカバー 9 にかかる応力が低減されることによって、カバー 9 の素子基板 3 からの剥がれを抑制することができる。

【0112】

このように凹部 1 0 または切欠き部 1 3 を形成することによって、カバー 9 にかかる応力を低減させることができる理由は必ずしも明らかではないが、1 つの理由としては、熱応力が緩和されることによるものであると考えられる。SAW 装置において、素子基板 3 を圧電材料によって形成し、カバー 9 を樹脂によって形成した場合は、素子基板 3 とカバー 9 との熱膨張係数の違いによって、周囲の環境の温度変化に応じてカバー 9 に熱応力が生じる。このときに例えば、図 1 6 に示すように凹部 1 0 を設けておくと、カバー 9 (枠部 2) の白抜き矢印 S 1 で示す収縮に追従して素子基板 3 も白抜き矢印 S 2 に示すように幾分変形するようになり、これによってカバー 9 の熱応力が低減されるものと考えられる。

【0113】

なお、図 1 8 (c) に示した解析モデル D においては、凹部 1 0 の枠部 2 側の縁と枠部 2 の外壁 2 b との間隔を $4 \mu\text{m}$ としたが、その間隔が $4 \mu\text{m}$ より大きくなるとカバー 9 によって発生する応力を緩和する効果が低減する。このことから、凹部 1 0 または切欠き部 1 3 は、枠部 2 の近傍、より具体的には少なくとも枠部 2 側の縁が枠部 2 に接する位置に形成すれば、応力緩和効果を高めることができると考えられる。

【0114】

凹部 1 0 の断面形状は、図 1 6、図 1 8 (a) ~ (c) に示したように、矩形状のものに限られず、図 1 9 (a) に示すように三角形のものでもよいし、図 1 9 (b) に示すように底が円弧状になったものなどでもよい。また、切欠き部 1 3 の断面形状についても、図 1 8 (d) に示したように三角形に切り欠いたものに限られず、図 1 9 (c) に示

すように、例えば、矩形状に切り欠いたものでもよい。

【0115】

また、図15に示すように、素子基板3の平面形状が長方形形状である場合には、素子基板3の短辺側において枠部2にクラックが発生しやすくなるという傾向が見られる。これについての原因は明らかではないが、素子基板3の短辺側は素子基板3に反りが生じた場合に大きな応力がかかりやすいため、その部分に蓋部4の収縮応力が加わることによって、蓋部4のエッジを起点としてクラックが生じるということが1つの要因として考えられる。そこで、素子基板3の平面形状が長方形形状である場合には、凹部10あるいは切欠き部13を、素子基板3の主面3aの短辺側に形成しておけば、枠部2にかかる応力が緩和される結果、枠部2におけるクラックの発生を抑制することができるものと考えられる。

10

【0116】

なお、凹部10または切欠き部13の形成位置は、図15に示したものに限られず、例えば、図20に示すように、主面3aの各辺に形成してもよい。その他、素子基板3の主面3aの外周に沿って枠状に形成してもよいし、凹部10と切欠き部13の両方を混在させて形成してもよい。

【0117】

このような凹部10および切欠き部13は、上述したSAW装置の製造方法の過程において、例えば、図5(b)で示した保護層8を形成した段階、図5(d)で示した枠部2を形成した段階、あるいは図6(c)の前のウエハ状の素子基板3の集合体を素子基板3ごとに切断する前の段階などにおいて、ダイシングブレード等を用いて素子基板3の主面3aに切り込みを入れることなどによって形成することができる。

20

【0118】

<第6の実施形態>

図21は、第6の実施形態のSAW装置501を示す断面図であり、図22は図21に示す領域Eの拡大図である。

【0119】

第6の実施形態におけるSAW装置501は、カバー9(枠部2)の下端部に伸長部14を有している。伸長部14は、カバー9の素子基板3との接合部の外面側および内面側に素子基板3の主面3aに沿って伸びている。換言すれば、伸長部14は、枠部2の内壁2a側においては、この内壁2aから振動空間21に向かって伸び、枠部2の外壁2b側においては、この外壁2bから素子基板3の外周に向かって伸びている。また、伸長部14は、カバー9の下端部のほぼ全周にわたって設けられているが、配線15の近傍には設けられていない。

30

【0120】

このような伸長部14が形成されていることによって、伸長部14の分だけカバー9と主面3aとの間における振動空間21への水分等の浸入経路が長くなるため、振動空間21の気密性を長時間にわたって正常な状態に保持することができる。よって、振動空間内の励振電極5等の腐食を抑制することができ、長期にわたってSAW装置1の電気特性を安定化させることができる。

【0121】

伸長部14は、例えば、カバー9と同一材料からなり、カバー9と一体的に形成されている。このように伸長部14をカバー9と一体的に形成すれば、カバー9の主面3a側への接触面積が伸長部14の分だけ大きくなるとみなすことができるため、カバー9の素子基板3への密着性が向上し、カバー9の素子基板3からの剥離を抑制することができる。なお、伸長部14はカバー9とは別の材料によって形成してもよい。

40

【0122】

外部からの水分等の浸入経路を長くするという観点からすれば、枠部2の幅をそのまま大きくすることも考えられる。しかし、枠部2のように厚みの大きいものは、励振電極5および素子基板3に対し所定の距離だけ離しておく必要があるため、単純に大きくすることはできない。これは、励振電極5側においては、励振電極5に枠部2のように厚みの大

50

きいものが触れると励振電極 5 の振動に大きな影響を与えてしまい電気特性の劣化を招くためであり、素子基板 3 の外周側では、その部分がウエハのダイシングラインになっていることから、ダイシングライン上に厚みの大きい枠部 2 が存在していると、ウエハの切断時に素子基板 3 等に欠けが発生しやすくなることによるものである。さらには後述するように S A W 装置 5 0 1 を他の実装基板に実装し、その S A W 装置 5 0 1 全体を外装樹脂によって被覆するような場合には、カバー 9 の外壁が素子基板 2 の外周付近まで来ていると、S A W 装置 1 と実装基板の主面との間に外装樹脂が入りこみにくくなり、その部分に空隙ができやすくなるという不具合も発生する。

【 0 1 2 3 】

これに対し、伸長部 1 4 はカバー 9 の下端部から伸びるようにして薄く形成されていることから、仮に伸長部 1 4 が励振電極 5 に触れたり、あるいは素子基板 3 の外周付近まで伸びていたとしても上記の不具合が抑制される。特に伸長部 1 4 を外方に向かうにつれて漸次厚みが小さくなるように形成しておけば、その先端が励振電極 5 に触れても電気特性に大きな影響を与えることがなく、また、素子基板 3 の外周付近まで伸びていたとしてもウエハのダイシング時に素子基板 3 等に欠けが発生するのをより効果的に抑制することができる。さらには、S A W 装置 5 0 1 を他の実装基板に実装して、外装樹脂によって被覆するような場合には、S A W 装置 1 と実装基板との間に空隙が形成されるのを抑制することができる。伸長部 1 4 の最も厚みの厚い部分、すなわちカバー 9 との接続部分における厚みは、例えば、枠部 2 の厚みの $1 / 30 \sim 1 / 10$ となっている。具体的には、枠部 2 の厚みが $30 \mu\text{m}$ である場合に伸長部 1 4 の最も厚みの厚い部分の大きさは $1.5 \mu\text{m}$ である。なお、伸長部 1 4 の水平方向の幅は例えば $40 \mu\text{m}$ 程度である。

【 0 1 2 4 】

伸長部 1 4 の断面形状は、図 2 2 に示した三角形状のものに限らず、外周が円弧状のもの、台形状のもの、矩形状のもの等も可能である。

【 0 1 2 5 】

< 第 7 の実施形態 >

図 2 4 (a) 乃至 (c) は、第 7 の実施形態の S A W 装置 6 0 1 を示す、図 3 に対応する部分の拡大断面図である。

【 0 1 2 6 】

図 2 4 (a) 乃至 (c) に示す S A W 装置 6 0 1 は、いずれも枠部 2 の上面に凹凸部が形成されている。一方、蓋部 4 の下面には枠部 2 に形成した凹凸部に嵌まる凹凸部が形成されており、蓋部 4 が枠部 2 に重なった状態において、蓋部 4 の凹凸部は枠部 2 の凹凸部に嵌まっている。

【 0 1 2 7 】

このような凹凸部を枠部 2 および蓋部 4 に形成することによっても、上述した第 1 実施形態の S A W 装置 1 における下垂部 4 a と同様に蓋部 4 と枠部 2 との接触面積が増加するため、蓋部 4 と枠部 2 との剥がれを抑制することができるとともに振動空間 2 1 に外部から水分が浸入するのを抑制することができる。

【 0 1 2 8 】

図 2 4 (a) に示すように枠部 2 の上面に比較的大きな凹部を形成するには、例えば、枠部 2 を形成した段階 (図 5 (d)) で枠部 2 の上面をドライエッチングまたはウェットエッチングにより削ればよい。

【 0 1 2 9 】

図 2 4 (b) に示すように枠部 2 の上面に比較的大きな凸部を形成するには、例えば、枠部 2 を 2 層構造とすればよい。具体的には、凸部よりも下の 1 層目を通常の枠部 2 を形成する場合と同じようにフォトリソグラフィ法等によって形成し (図 5 (d)) 、その後、1 層目の上に凸部となる 2 層目をフォトリソグラフィ法等によって形成すればよい。

【 0 1 3 0 】

図 2 4 (c) に示すように枠部 2 の上面に比較的小さな凹凸を形成するには、例えば、

枠部 2 を形成した段階（図 5（d））において、枠部 2 の上面に酸素プラズマ等を用いてアッシング処理を施せばよい。

【0131】

枠部 2 の上面に形成した凹凸部に嵌まる蓋部 4 の凹凸部は、例えば、蓋部 4 となる薄膜を枠部 2 に貼り付ける段階（図 6（a））において、ローラー 30 の回転速度や温度、ステージ 29 の温度等を所定の条件に設定することによって形成することができる。

【0132】

図 24（a）乃至（c）には、凹凸部の断面形状が矩形状である例を示したが、凹凸部の断面形状はこれに限らず、例えば、三角状、台形状、円弧状など任意の形状が可能である。凹凸部における凹部の深さ（凸部の高さ）は、図 24（a）および（b）のように比較的大きな凹凸を形成する場合には、例えば、枠部 2 の厚みの 10%～60%であり、具体的には 1 μm～20 μm である。また図 24（c）のように比較的小さな凹凸を形成する場合には、枠部 2 の上面が粗面化されていると見ることができ、粗面化された枠部 2 の上面の算術平均粗さ（レーザー顕微鏡で測定したときの算術平均粗さ）は 0.5 μm～2 μm である。

【0133】

また、枠部 2 の上面に形成する凹凸部は、枠部 2 を平面視したときに枠部 2 の上面に様に点在するようにして形成してもよいし、凹部が枠部 2 の上面に沿って一続きの溝になるように形成してもよい。

【0134】

なお、第 1 の実施形態に係る SAW 装置 1 も枠部 2 の上面に形成された枠部側凹凸部と蓋部 4 の下面に形成された蓋部側凹凸部とが嵌まった形状であると見ることにもできる。すなわち、蓋部 4 に下垂部 4a が形成されていることによって蓋部 4 の下面に比較的大きな凹部が形成されており、その凹部に嵌まる凸部が枠部 2 の上面に形成されていると見ることができる。

【0135】

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。例えば、下垂部 4a が形成された第 1 の実施形態の SAW 装置 1 に対して、第 6 の実施形態に係る SAW 装置 601 のように枠部 2 の上面に凹凸部を形成し、蓋部 4 の下面に枠部 2 の凹凸部に嵌まる凹凸部を形成してもよい。

【0136】

弾性波装置は、SAW 装置に限定されない。例えば、弾性波装置は、圧電薄膜共振器であってよい。

【0137】

また、弾性波装置において、保護層 8 および裏面部 11 は必須の要件ではなく、省略されてもよい。

【符号の説明】

【0138】

- 1・・・弾性波装置
- 2・・・枠部
- 3・・・素子基板
- 4・・・蓋部
- 4a・・・下垂部
- 5・・・励振電極
- 6・・・接続強化層
- 7・・・パッド
- 9・・・カバー
- 10・・・凹部

【要約】

振動空間の気密性を長時間にわたって保持することができる弾性波装置を提供する。そ

10

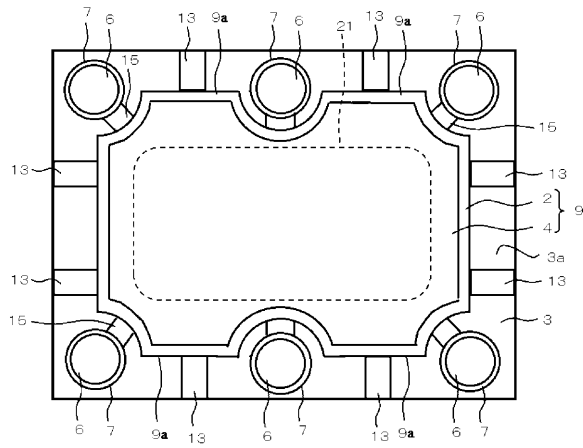
20

30

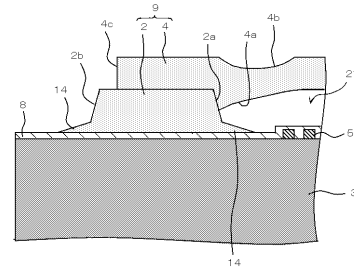
40

50

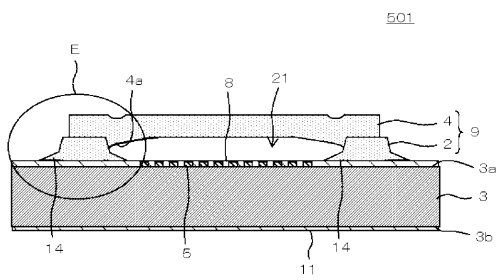
【図 20】



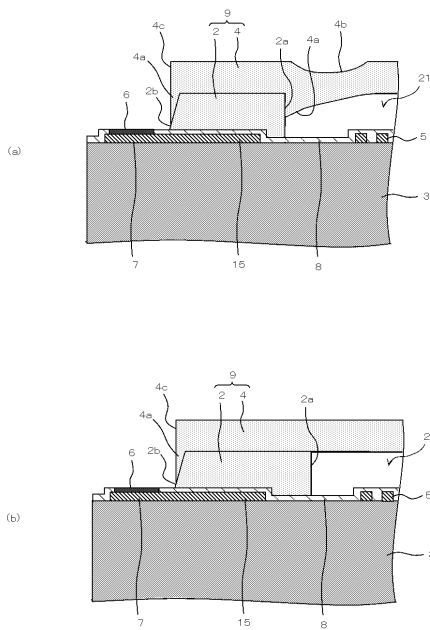
【図 22】



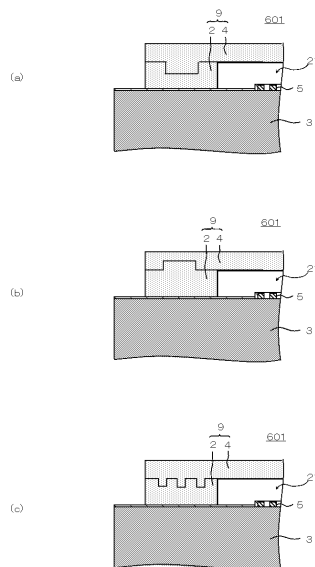
【図 21】



【図 23】



【図 24】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-318058(JP,A)
特開2010-200198(JP,A)
特開2010-278971(JP,A)
特開2008-182292(JP,A)
特開2008-235432(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-9/76
H01L23/02