

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5628899号
(P5628899)

(45) 発行日 平成26年11月19日 (2014. 11. 19)

(24) 登録日 平成26年10月10日 (2014. 10. 10)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 41/053 (2006. 01)	HO 1 L 41/053
HO 2 N 2/00 (2006. 01)	HO 2 N 2/00 B

請求項の数 3 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2012-508237 (P2012-508237)	(73) 特許権者	000004064
(86) (22) 出願日	平成23年3月23日 (2011. 3. 23)		日本碍子株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/056995		愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
(87) 国際公開番号	W02011/122417	(74) 代理人	110000213
(87) 国際公開日	平成23年10月6日 (2011. 10. 6)		特許業務法人プロスペック特許事務所
審査請求日	平成25年11月19日 (2013. 11. 19)	(72) 発明者	植谷 政之
(31) 優先権主張番号	特願2010-81639 (P2010-81639)		名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内
(32) 優先日	平成22年3月31日 (2010. 3. 31)	(72) 発明者	谷 信
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内
		審査官	鈴木 和樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外表面の一部に配される外表面電極を有する素子と、
前記素子にエポキシ樹脂系の接着剤を用いて接着される部材と、
を備える電子装置において、

前記接着剤は前記素子の外表面のうち前記外表面電極が存在する部分以外の部分に配され、且つ、前記接着剤と前記外表面電極との間に前記接着剤のエポキシブリードアウトを防止するノボラック型エポキシ樹脂を主成分とする材料からなる堰部を設けた電子装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電子装置において、

前記素子は、圧電層と、前記圧電層を挟んで対向する第 1 電極層及び第 2 電極層と、を含む圧電体を備える素子であり、

前記外表面電極は、前記第 1 電極層の端部により構成される電極又は前記第 1 電極層の端部に接続された電極層である第 1 電極と、前記第 2 電極層の端部により構成される電極又は前記第 2 電極層の端部に接続された電極層である第 2 電極と、を含み、

前記堰部は、前記堰部を構成する材料に導電性材料が添加されることにより半導電性を有するとともに前記第 1 電極と前記第 2 電極とに跨るように形成された電子装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の電子装置において、

前記素子は、前記圧電体を複数個積層してなる多面体の積層型圧電素子であり、

10

20

前記素子に含まれる複数の前記第 1 電極層のうちの二以上の端部は前記多面体の一つの側面に露呈し、

前記素子に含まれる複数の前記第 2 電極層のうちの二以上の端部は前記一つの側面に露呈し、

前記第 1 電極は前記一つの側面に露呈した前記二以上の第 1 電極層の端部同士を前記一つの側面上において接続する電極層であり、

前記第 2 電極は前記一つの側面に露呈した前記二以上の第 2 電極層の端部同士を前記一つの側面上において接続する電極層である、

電子装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、素子（例えば、圧電素子及び半導体素子等の電氣的素子）と、前記素子にエポキシ樹脂系の接着剤を用いて接着される部材と、を備える電子装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の電子装置の一つは、図 13 に示したように、積層型圧電素子（素子）100 と、素子 100 により駆動される被駆動子（素子 100 以外の部材）200 と、を備えている。被駆動子 200 は素子 100 の上面 100a に接着剤 S を用いて接着されている（例えば、特許文献 1 を参照。）。

20

【0003】

なお、本明細書、請求の範囲及び図面（以下、「本明細書等」と称呼する。）において、「圧電」は、「圧電」及び「電歪」を含む概念を表す語として使用される。従って、本明細書等において、例えば、圧電素子は、「圧電効果を有する素子（圧電素子）及び電歪効果を有する素子（電歪素子）」の両者を含む。

【0004】

ところで、このような電子装置において、接着剤 S には一般にエポキシ樹脂系の接着剤が使用される。エポキシ樹脂系の接着剤は、塗布後において「樹脂及び添加剤」の一部が塗布された部分から染み出す。この現象は、「エポキシブリードアウト」と称呼される。従って、図 13 に示したように、上面 100a にのみエポキシ樹脂系の接着剤 S を塗布した場合であっても、エポキシブリードアウトにより接着剤 S の成分の一部が素子 100 の側面 100b に染み出す。このとき、素子 100 の側面 100b に電極（外表面電極）100c が設けられていると、その電極 100c を接着剤 S からブリードアウトした接着剤 S の成分の一部が覆う。その結果、電極 100c が「素子 100 と外部回路とを接続するための電極」となると、電極 100c の半田付け可能な面積が小さくなり、それ故、半田強度が低下したり、或いは、外部回路との接続が不十分となったりするという問題が生じる。或いは、側面 100b に設けられている電極 100c が接着剤 S からブリードアウトした接着剤 S の成分の一部と反応して変質する虞もある。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0005】

【特許文献 1】特開 2002-119074 号公報

【発明の概要】

【0006】

本発明の目的の一つは、エポキシブリードアウトが素子の外表面に配される電極（外表面電極）に及ぼす悪影響を排除することができる電子装置を提供することにある。

【0007】

本発明の電子装置（以下、「本装置」とも称呼する。）は、外表面の一部に配される外表面電極を有する素子と、前記素子にエポキシ樹脂系の接着剤を用いて接着される部材と、を備える。前記素子は、例えば、圧電素子及び半導体チップ等である。前記接着される

50

部材は、素子により駆動される被駆動子であってもよく、素子を固定する基板であってもよい。

【0008】

本装置において、前記接着剤は前記素子の外表面のうち前記外表面電極が存在する部分以外の部分に配される。即ち、前記部材は、前記外表面電極が存在する部分以外の場所に接着される。更に、本装置は、前記接着剤と前記外表面電極との間に前記接着剤のエポキシブリードアウトを防止する材料からなる堰部を備える。

【0009】

前記堰部は前記接着剤と前記外表面電極との間に配設される。従って、エポキシブリードアウトが発生しても、前記接着剤の一部が前記外表面電極に到達しない。その結果、上述した問題が解決される。

10

【0010】

前記堰部を構成する材料は、ノボラック型エポキシ樹脂を主成分とする材料であることが望ましい。

【0011】

ノボラック型エポキシ樹脂には、フェノールノボラック型エポキシ樹脂と、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂と、が含まれる。ノボラック型エポキシ樹脂は、半導体封止用樹脂として広く知られる。本発明者は、「ノボラック型エポキシ樹脂は、エポキシ樹脂系の接着剤のエポキシブリードアウトを効果的に抑制することができる。」との知見を得た。更に、本発明者は、「ノボラック型エポキシ樹脂それ自身は、エポキシブリードアウトにより広がることは殆どない。」との知見を得た。従って、ノボラック型エポキシ樹脂は前記堰部を構成する材料として好適である。

20

【0012】

前記素子は、圧電層と、前記圧電層を挟んで対向する第1電極層及び第2電極層と、を含む圧電体を備える素子であり、

前記外表面電極は、「前記第1電極層の端部により構成される電極、又は、前記第1電極層の端部に接続された電極層」である第1電極と、「前記第2電極層の端部により構成される電極、又は、前記第2電極層の端部に接続された電極層」である第2電極と、を含むことができる。

【0013】

ところで、圧電素子は、急激な温度変化が加わると、表面に電荷が発生するという特性を有する。この現象は焦電効果とも呼ばれる。圧電素子の表面に発生した電荷は、圧電素子の分極方向と逆方向の電界を発生させるので、圧電素子の分極を解いてしまう（この現象を、「脱分極」或いは「減極」とも言う。）。その結果、圧電素子に印加する電圧に対する同圧電素子の機械的変位量が低下する。即ち、圧電素子の特性劣化が生じる。

30

【0014】

そこで、前記堰部は、前記堰部を構成する材料に導電性材料が添加されることにより半導電性を有するとともに、前記第1電極と前記第2電極とに跨る（即ち、前記第1電極と前記第2電極とを繋ぐ）ように形成されることが好適である。この導電性材料には、カーボン、Ag、Au及びCu若しくはこれらの合金等を用いても良い。或いは、この導電性材料には、所望の抵抗率に調整し易いカーボンを用いることが好ましい。

40

【0015】

これによれば、前記第1電極と前記第2電極とが半導電性の堰部により接続されるので、前記第1電極層と前記第2電極層とが比較的抵抗値の大きい導体により接続される。この結果、焦電効果の発生を抑制することができる。即ち、前記堰部を設けることのみにより、接着剤のエポキシブリードアウトに起因する問題と、焦電効果の発生に起因する問題（脱分極の発生）と、を同時に解決することができる。

【0016】

更に、本装置の一態様は、次のように構成してもよい。

前記素子は、前記圧電体を複数個積層してなる多面体の積層型圧電素子である。

50

前記素子に含まれる複数の前記第 1 電極層のうちの二以上の端部は前記多面体の一つの側面に露呈する。

前記素子に含まれる複数の前記第 2 電極層のうちの二以上の端部は前記一つの側面に露呈する。

前記第 1 電極は前記一つの側面に露呈した前記二以上の第 1 電極層の端部同士を前記一つの側面上において接続する電極層である。

前記第 2 電極は前記一つの側面に露呈した前記二以上の第 2 電極層の端部同士を前記一つの側面上において接続する電極層である。

【0017】

これによれば、「エポキシブリードアウト及び焦電効果」に起因する問題を解決した「積層型圧電素子を用いた電子装置」を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図 1】図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る電子装置（第 1 装置）の概略斜視図である。

【図 2】図 2 の（A）は図 1 に示した積層型圧電素子の左側面図、図 2 の（B）は図 1 に示した積層型圧電素子の正面図、図 2 の（C）は図 1 に示した積層型圧電素子の右側面図である。

【図 3】図 3 は、本発明の第 2 実施形態に係る電子装置（第 2 装置）の概略斜視図である。

【図 4】図 4 は、図 3 に示した第 2 装置に使用される各種内部電極層の正面図である。

【図 5】図 5 は、図 3 に示した圧電素子の右側面図である。

【図 6】図 6 は、図 3 に示した圧電素子の裏面図である。

【図 7】図 7 は、図 3 に示した圧電素子の右側面図である。

【図 8】図 8 は、図 3 に示した圧電素子の左側面図である。

【図 9】図 9 は、図 3 に示した圧電素子の裏面図である。

【図 10】図 10 は、図 3 に示した圧電素子の右側面図である。

【図 11】図 11 は、図 3 に示した圧電素子の左側面図である。

【図 12】図 12 は、本発明の変形例の概略図である。

【図 13】図 13 は、本発明が適用されていない電子装置の概略斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、図面を参照しつつ本発明の各実施形態に係る電子装置について説明する。

【0020】

<第 1 実施形態>

（構造）

図 1 に示したように、本発明の第 1 実施形態に係る電子装置（以下、「第 1 装置」とも称呼する。）10 は、積層型圧電素子（圧電素子）20 と、被駆動子 30 と、を備える。被駆動子 30 は、例えば、圧電素子 20 の伸縮により摺動又は振動させられるロッド又は錘である。

【0021】

図 1 及び図 2 に示したように、圧電素子 20 は、複数の圧電層（圧電材料からなる層）21、複数の第 1 内部電極層 22、複数の第 2 内部電極層 23、第 1 側面電極 24、第 2 側面電極 25、第 1 端部圧電層 26、第 2 端部圧電層 27、堰部（上部堰部）28 及び堰部（下部堰部）29 を備える。

【0022】

圧電素子 20 は、互いに直交する X 軸、Y 軸及び Z 軸にそれぞれ沿う辺を有する直方体形状を有する。本例において、圧電素子 20 の X 軸方向長さは 1 mm であり、圧電素子 20 の Y 軸方向長さは 1 mm であり、圧電素子 20 の Z 軸方向長さ（高さ）は 2 mm である。

10

20

30

40

50

【0023】

圧電層21の主成分は圧電材料（例えば、チタン酸ジルコン酸鉛、PZT）である。各圧電層21の厚み（Z軸方向長さ）は、例えば、0.019mmである。圧電層21は焼成体である。圧電層21はZ軸方向に沿う分極処理が施されている。圧電層21の平面視における形状は、各辺の長さが1mmの正方形である。即ち、圧電層21の平面形状は、X軸及びY軸に沿う辺を有する正方形である。

【0024】

第1内部電極層22の材料は、導電性材料（例えば、Ag-Pd合金及びAg等）である。第1内部電極層22の厚みは、例えば、0.001mmである。第1内部電極層22のY軸方向の両端部は圧電層21のY軸方向の両端部にまで延在している。第1内部電極層22のX軸正方向端部は、圧電層21のX軸正方向端部にまで延在している。第1内部電極層22のX軸負方向端部は、圧電層21のX軸負方向端部近傍にまで延在しているが、圧電層21のX軸負方向端部には到達していない。

10

【0025】

第2内部電極層23の材料は、第1内部電極層22と同じ導電性材料（例えば、Ag-Pd合金及びAg等）である。第2内部電極層23の厚みは、第1内部電極層22の厚みと同じである。第2内部電極層23のY軸方向の両端部は圧電層21のY軸方向の両端部にまで延在している。第2内部電極層23のX軸負方向端部は、圧電層21のX軸負方向端部にまで延在している。第2内部電極層23のX軸正方向端部は、圧電層21のX軸正方向端部近傍にまで延在しているが、圧電層21のX軸正方向端部には到達していない。第2内部電極層23は、圧電層21を挟んで第1内部電極層22と対向するように配置されている。即ち、第1内部電極層22及び第2内部電極層23は圧電層21を挟んで互いに対向するように設けられている。

20

【0026】

圧電素子20において、第1内部電極層22と第2内部電極層23とに挟まれた圧電層21は、Z軸方向（積層方向、各層の層面に直交する方向）に積層されている。換言すると、第1内部電極層22と第2内部電極層23とは圧電層21を挟んで交互に積層されている。圧電層21の積層数は限定されないが、例えば、90層である。但し、図1乃至図3等においては、図面を簡略化するために、12層の圧電層21が積層されている。

【0027】

30

第1側面電極24は、圧電素子20の右側面（X軸正方向端部の面であってY-Z平面に平行な面）に形成された電極層である。第1側面電極24の材料は、第1内部電極層22と同じ導電性材料（例えば、Ag-Pd合金及びAg等）である。第1側面電極24の正面視における形状は、圧電素子20の高さ方向（Z軸方向）に長手方向を有する長方形である。第1側面電極24は、複数の第1内部電極層22の総てを電氣的に接続している。第1側面電極24には、外部の駆動回路と接続される図示しない導線がハンダ付けされる。

【0028】

第2側面電極25は、圧電素子20の左側面（X軸負方向端部の面であってY-Z平面に平行な面）に形成された電極層である。第2側面電極25の材料は、第1内部電極層22と同じ導電性材料（例えば、Ag-Pd合金及びAg等）である。第2側面電極25の正面視における形状は、圧電素子20の高さ方向（Z軸方向）に長手方向を有する長方形である。第2側面電極25は、複数の第2内部電極層23の総てを電氣的に接続している。第2側面電極25には、外部の駆動回路と接続される図示しない導線がハンダ付けされる。

40

【0029】

第1端部圧電層26は、複数の圧電層21のうち最も上部に積層された圧電層21（及び最も上部に位置する第1内部電極層22）の上部に積層されている。第1端部圧電層26は上端部圧電層26とも称呼される。第1端部圧電層26の主成分は圧電層21の主成分と同じである。第1端部圧電層26は焼成体である。第1端部圧電層26の上面20a

50

は露呈されている。後述するように、上面 20a には接着剤 S が塗布され、上面 20a の略中央部に被駆動子 30 が接着される。

【0030】

第 2 端部圧電層 27 は、複数の圧電層 21 のうち最も下部に位置する圧電層 21（及び最も下部に位置する第 1 内部電極層 22）の下部に積層されている。第 2 端部圧電層 27 は、下端部圧電層 27 とも称呼される。第 2 端部圧電層 27 の主成分は圧電層 21 の主成分と同じである。第 2 端部圧電層 27 は焼成体である。第 2 端部圧電層 27 の下面 20b は露呈している。なお、下面 20b は基板等の部材に接着剤 S により接着されていてもよい。この場合、接着剤 S は圧電素子 20 の下面にのみ塗布される。

【0031】

積層された複数の圧電層 21 のうちの、互いに隣接して対向する「第 1 内部電極層 22 及び第 2 内部電極層 23」に挟まれた部分は、活性部である。活性部は、第 1 内部電極層 22 と第 2 内部電極層 23 との間に「変化する電圧（電位差）」が付与されることにより変化する電界が付与され、それにより変位する部分（特に、Z 軸（高さ）方向に伸縮する部分）である。

【0032】

堰部（上部堰部）28 は、ノボラック型エポキシ樹脂を主成分とする材料からなる。堰部 28 は、圧電素子 20 の上端部（Z 軸正方向端部）に帯状に設けられている。即ち、堰部 28 は、圧電素子 20 の右側面、正面、左側面及び裏面（Z 軸、即ち、積層方向と直交する方向に平行な面であり、以下、「縦壁面」とも称呼する。）の面上に、圧電素子 20

【0033】

より具体的に述べると、堰部 28 は、圧電素子 20 の右側面において、第 1 側面電極 24 の上端と上端辺との間に前記所定の幅 W1 を有するように設けられている（図 2（C）を参照。）。堰部 28 は、圧電素子 20 の正面において、上端辺から前記所定の幅 W1 を有するように設けられている（図 2（B）を参照。）。堰部 28 は、圧電素子 20 の左側面において、第 2 側面電極 25 の上端と上端辺との間に前記所定の幅 W1 を有するように設けられている（図 2（A）を参照。）。更に、堰部 28 は、圧電素子 20 の裏面において、上端辺から前記所定の幅 W1 を有するように設けられている。

【0034】

堰部（下部堰部）29 は、圧電素子 20 の下端部（Z 軸負方向端部）に帯状に設けられている。即ち、堰部 29 は、圧電素子 20 の縦壁面の面上に、圧電素子 20 の下端辺（下面 20b と縦壁面との境界をなす辺）から所定の幅（略一定の幅）W2 を有するように、形成されている。

【0035】

より具体的に述べると、堰部 29 は、圧電素子 20 の右側面において、第 1 側面電極 24 の下端と下端辺との間に前記所定の幅 W2 を有するように設けられている（図 2（C）を参照。）。堰部 28 は、圧電素子 20 の正面において、下端辺から前記所定の幅 W2 を有するように設けられている（図 2（B）を参照。）。堰部 28 は、圧電素子 20 の左側面において、第 2 側面電極 25 の下端と下端辺との間に前記所定の幅 W2 を有するように設けられている（図 2（A）を参照。）。更に、堰部 28 は、圧電素子 20 の裏面において、下端辺から前記所定の幅 W2 を有するように設けられている。

【0036】

被駆動子 30 は円柱形状を有している。従って、被駆動子 30 の下面は平坦である。被駆動子 30 は、その下面が圧電素子 20 の上面 20a の中央部に接着剤 S により接着されることにより、圧電素子 20 に接合される。被駆動子 30 の形状は円柱形状以外の形状であってもよい。

【0037】

被駆動子 30 は、例えば、「カーボン、重金属、重金属の炭化物、重金属の硼化物及び

10

20

30

40

50

重金属の窒化物」のうちの何れか一つを主成分とする材料からなる。この場合の重金属（重金属元素）としては、タングステン及びタンタル等が特に好ましく、タングステンカーバイド（WC）、硼化タングステン（WB）及び窒化タンタル（Ta₃N₅）等が好適に用いられる。

【0038】

接着剤Sは製造工程において、上面20a（及び下面20b）にのみ塗布される。接着剤Sはエポキシ系接着剤である。接着剤Sには、「JIS K6850」に準拠した方法に基いて測定された「引っ張りせん断強さ」が15N/mm²以上のものが使用されることが好ましい。接着剤Sの硬化前の粘度は50～200Pa・sであることが好ましい。

10

【0039】

このように、圧電素子20においては、複数の第1内部電極層22の端部、複数の第2内部電極層23の端部、第1側面電極24及び第2側面電極25が、圧電素子20の表面（外表面）に配されている。即ち、これらの電極及び電極の端部は、圧電素子20の外表面の一部に配される外表面電極を有する。更に、被駆動子30は、エポキシ樹脂系の接着剤Sを用いて圧電素子20に接着される部材を構成している。接着剤Sは、圧電素子20の外表面のうち「外表面電極」が存在する部分以外の部分（本例においては上面20a及び下面20b）に配される。

【0040】

（製造方法）

20

電子装置10は周知の方法により製造される。以下、上記電子装置10の製造方法について簡単に説明する。

【0041】

1. 第1工程（圧電テープ成形）

まず、ドクターブレード法により、圧電層21を形成することになる「複数の圧電テープ（セラミックグリーンシートである第1圧電テープ）」と、「第1端部圧電層及び第2端部圧電層」を形成することになる「複数の圧電テープ（セラミックグリーンシートである第2圧電テープ）」とが用意される。

【0042】

2. 第2工程（内部電極層印刷）

30

次に、第1圧電テープのそれぞれに対して所定のパターンを有する導電体層をスクリーン印刷法により形成する。この導電体層は、焼成後において第1内部電極層22及び第2内部電極層23となる層である。

【0043】

3. 第3工程（接着層印刷）

各圧電テープに接着ペーストをスクリーン印刷により印刷する。

4. 第4工程（積層）

一枚の第2圧電テープの上に複数枚の第1圧電テープを積層し、更に、一枚の第2圧電テープを積層することにより、積層体を得る。その積層体を加熱しながら、その積層体に圧力を加える。これにより、積層された圧電テープ同士を熱圧着する。

40

【0044】

5. 第5工程（脱脂処理）

得られた積層体を所定の温度（焼成温度以下の温度）にまで上昇させ、脱脂する。

6. 第6工程（焼成、本焼成）

脱脂後の積層体の温度を焼成温度にまで上昇させ、積層体を焼成することにより焼成体を得る。

【0045】

7. 第7工程（平面研削・厚み調整）

焼成体の上面を平面研削する。

8. 第8工程（分割・切断）

50

平面研削後の焼成体をダイシングにより切断し、個々の圧電素子 20 へと分割する。

9. 第 9 工程（側面電極形成）

第 1 側面電極 24 及び第 2 側面電極 25 をスクリーン印刷により形成する。

10. 第 10 工程（保護膜形成）

圧電素子 20 の正面及び裏面に保護膜をスクリーン印刷により形成する。

11. 第 11 工程（堰部形成）

圧電素子 20 の縦壁面（右側面、左側面、正面及び裏面）の上端に、ノボラック型エポキシ樹脂を主成分とする材料を一定幅 W1 だけ塗布し、加熱硬化させる。同様に、圧電素子 20 の縦壁面の下端に、ノボラック型エポキシ樹脂を主成分とする材料を一定幅 W2 だけ塗布し、加熱硬化させる。

10

【0046】

12. 第 12 工程（分極処理）

周知の手法に基いて、圧電層 21 に電圧を印加し、圧電層 21 の分極処理を実施する。

13. 第 13 工程（検査）

得られた圧電素子 20 の電気的特性及び外観を検査する。

【0047】

その後、圧電素子 20 の上面 20a に接着剤 S を塗布し、圧電素子 20 と被駆動子 30 とを接着する。更に、必要に応じて下面 20b に接着剤 S を塗布し、圧電素子 20 と基板等の他の部材とを接着する。以上により、電子装置 10 が製造される。

【0048】

20

この圧電素子 20 は、上述したように、ノボラック型エポキシ樹脂を主成分とする堰部 28（及び堰部 29）を備えている。ノボラック型エポキシ樹脂には、フェノールノボラック型エポキシ樹脂と、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂と、が含まれる。ノボラック型エポキシ樹脂は、半導体封止用樹脂として広く知られる。本発明者は、「ノボラック型エポキシ樹脂は、エポキシ樹脂系の接着剤のエポキシブリードアウトを効果的に抑制することができる。」との知見を得た。更に、本発明者は、「ノボラック型エポキシ樹脂それ自身は、エポキシブリードアウトにより広がることは殆どない。」との知見を得た。

【0049】

従って、上面 20a（及び下面 20b）に塗布されたエポキシ樹脂系の接着剤 S のエポキシブリードアウトにより接着剤 S の成分の一部が染み出したとしても、エポキシブリードアウトの進行は堰部 28（及び堰部 29）によって阻止される。従って、接着剤 S の一部が外表面電極（例えば、第 1 側面電極 24、第 2 側面電極 25、圧電素子 20 の正面又は裏面に露呈した第 1 内部電極層 22 の端部により構成される電極、及び、圧電素子 20 の正面又は裏面に露呈した第 2 内部電極層 23 の端部により構成される電極）に到達しない。その結果、第 1 側面電極 24 又は第 2 側面電極 25 と、外部回路に接続するための接続線と、を半田付けする場合において、その半田付け付け強度がエポキシブリードアウトの影響を受けない。よって、外部回路との接続信頼性等の高い圧電素子 20 が提供される。更に、外表面電極の材料を、エポキシブリードアウトにより接着剤 S から染み出す「接着剤 S の成分の一部」との反応を考慮することなく選択することも可能となる。

30

【0050】

40

なお、圧電素子 20 の下面 20b が基板等に接着されない場合、堰部（下部堰部）29 は設けなくてもよい。更に、圧電素子 20 の正面及び裏面（第 1 側面電極 24 及び第 2 側面電極 25 の何れもが設けられない縦壁面）は、図示しない保護膜により被覆されてもよい。この場合、正面及び裏面には、堰部 28（及び堰部 29）を設けなくてもよい。更に、堰部 28 及び堰部 29 は、一定の幅でなくてもよい。但し、堰部 28 及び堰部 29 は、少なくとも「接着剤 S の塗布される部位と外表面電極とを圧電素子 20 の外表面に沿って結ぶ直線を横断するように」形成されることが好ましい。

【0051】

<第 2 実施形態>

（構造）

50

図 3 に示したように、本発明の第 2 実施形態に係る電子装置（以下、「第 2 装置」とも称呼する。）40 は、圧電素子（積層型圧電素子）50 と、被駆動子 30 と、を備える。被駆動子 30 は、第 1 装置 10 が備える被駆動子 30 と同じ部材である。圧電素子 50 は、圧電素子 20 と同様の直方体形状を有する。なお、第 2 実施形態において、圧電素子 50 の各面（外表面）と座標軸との関係は以下のとおりである。

【0052】

正面：圧電素子 50 の X 軸負方向端部の面であって Y-Z 平面に平行な面。

裏面：圧電素子 50 の X 軸正方向端部の面であって Y-Z 平面に平行な面。

右側面：圧電素子 50 の Y 軸負方向端部の面であって X-Z 平面に平行な面。

左側面：圧電素子 50 の Y 軸正方向端部の面であって X-Z 平面に平行な面。

上面：圧電素子 50 の Z 軸正方向端部の面であって X-Y 平面に平行な面。

下面：圧電素子 50 の Z 軸負方向端部の面であって X-Y 平面に平行な面。

10

【0053】

図 4 乃至図 11 に示したように、圧電素子 50 は、以下の種類の「層（又は膜）」を備える。

【0054】

・圧電層：活性圧電層 51a、上部不活性圧電層 51b、下部不活性圧電層 51c。

・第 1 内部電極層：タイプ A 1 電極層 52a1、タイプ A 2 電極層 52a2。

・第 2 内部電極層：タイプ B 1 電極層 53b1、タイプ B 2 電極層 53b2。

・右側面電極：右側面主電極層 54a、右側面副電極層 54b。

・左側面電極：左側面主電極層 55a、左側面副電極層 55b。

・保護膜：正面保護膜 56a、裏面保護膜 56b。

・右側面堰部：右側面上部堰部 57a、右側面下部堰部 57b。

・左側面堰部：左側面上部堰部 58a、左側面下部堰部 58b。

20

【0055】

圧電層は、活性圧電層 51a、上部不活性圧電層 51b 及び下部不活性圧電層 51c を含む。

活性圧電層 51a は、圧電素子 20 の圧電層 21 と同様の層である。圧電素子 50 は複数の活性圧電層 51a を備える。

上部不活性圧電層 51b は、圧電素子 20 の第 1 端部圧電層 26 と同様の層である。

下部不活性圧電層 51c は、圧電素子 20 の第 2 端部圧電層 27 と同様の層である。

30

【0056】

第 1 内部電極層及び第 2 内部電極層の材料は、第 1 内部電極層 22 の材料と同じである。

【0057】

第 1 内部電極層は、複数の「タイプ A 1 電極層 52a1」及び複数の「タイプ A 2 電極層 52a2」を含む。即ち、圧電素子 50 は、複数の「タイプ A 1 電極層 52a1」及び複数の「タイプ A 2 電極層 52a2」を備える。

第 2 内部電極層は、複数の「タイプ B 1 電極層 53b1」及び複数の「タイプ B 2 電極層 53b2」を含む。即ち、圧電素子 50 は、複数の「タイプ B 1 電極層 53b1」及び複数の「タイプ B 2 電極層 53b2」を備える。

40

第 1 内部電極層（タイプ A 1 電極層 52a1 及びタイプ A 2 電極層 52a2 の何れか）は、第 2 内部電極層（タイプ B 1 電極層 53b1 及びタイプ B 2 電極層 53b2 の何れか）と、活性圧電層を挟んで対向するように配設される。

【0058】

図 4 はこれらの電極層のそれぞれの形状を示した図である。図 4 において白抜きの部分は、各電極層の下部に存在する活性圧電層 51a である。

タイプ A 1 電極層 52a1 は図 4 の（A）に示した平面形状を有する電極層である。

タイプ A 1 電極層 52a1 の Y 軸負方向端部は、活性圧電層 51a の Y 軸負方向端部のうちの X 軸方向中央部近傍にのみ到達している。

50

タイプA 1電極層5 2 a 1のY軸正方向端部は、活性圧電層5 1 aのY軸正方向端部のうちのX軸方向両端部近傍にのみ到達している。

タイプA 1電極層5 2 a 1のX軸方向両端部は、活性圧電層5 1 aのX軸方向両端部のY軸負方向端部近傍を除く部分に到達している。

【0059】

タイプA 2電極層5 2 a 2は図4の(B)に示した平面形状を有する電極層である。

タイプA 2電極層5 2 a 2のY軸負方向端部は、活性圧電層5 1 aのY軸負方向端部のX軸方向中央部近傍にのみ到達している。

タイプA 2電極層5 2 a 2のY軸正方向端部は、活性圧電層5 1 aのY軸正方向端部から所定距離離れた部分に到達している。

10

タイプA 2電極層5 2 a 2のX軸方向両端部は、活性圧電層5 1 aのX軸方向両端部のうちのY軸方向両端部近傍を除く部分に到達している。

【0060】

タイプB 1電極層5 3 b 1は図4の(C)に示した平面形状を有する電極層である。

タイプB 1電極層5 3 b 1のY軸正方向端部は、活性圧電層5 1 aのY軸正方向端部のうちのX軸方向中央部近傍にのみ到達している。

タイプB 1電極層5 3 b 1のY軸負方向端部は、活性圧電層5 1 aのY軸負方向端部のうちのX軸方向両端部近傍にのみ到達している。

タイプB 1電極層5 3 b 1のX軸方向両端部は、活性圧電層5 1 aのX軸方向両端部のうちのY軸正方向端部近傍を除く部分に到達している。

20

即ち、タイプB 1電極層5 3 b 1は、タイプA 1電極層5 2 a 1をZ軸回りに180度回転した形状を有する。

【0061】

タイプB 2電極層5 3 b 2は図4の(D)に示した平面形状を有する電極層である。

タイプB 2電極層5 3 b 2のY軸正方向端部は、活性圧電層5 1 aのY軸正方向端部のうちのX軸方向中央部近傍にのみ到達している。

タイプB 2電極層5 3 b 2のY軸負方向端部は、活性圧電層5 1 aのY軸負方向端部から所定距離離れた部分に到達している。

タイプB 2電極層5 3 b 2のX軸方向両端部は、活性圧電層5 1 aのX軸方向両端部のうちのY軸方向両端部近傍を除く部分に到達している。

30

即ち、タイプB 2電極層5 3 b 2は、タイプA 2電極層5 2 a 2をZ軸回りに180度回転した形状を有する。

【0062】

圧電素子5 0は、図5に示したように、下部不活性圧電層5 1 cの上に複数の活性圧電層5 1 aが積層され、更に、その積層された積層体の最上部の活性圧電層5 1 aの上に上部不活性圧電層5 1 bが積層される。圧電素子5 0は、第1内部電極層と第2内部電極層とに挟まれた活性圧電層が積層される積層型圧電素子である。

【0063】

第1内部電極層(タイプA 1電極層5 2 a 1及びタイプA 2電極層5 2 a 2)及び第2内部電極層(タイプB 1電極層5 3 b 1及びタイプB 2電極層5 3 b 2)は、図5乃至図11に示した順に配置される。なお、これらの図において、「A 1」はタイプA 1電極層5 2 a 1が形成されている層であることを示す。同様に、「A 2」はタイプA 2電極層5 2 a 2が、「B 1」はタイプB 1電極層5 3 b 1が、「B 2」はタイプB 2電極層5 3 b 2が、形成されている層であることを示す。

40

【0064】

右側面電極は、図7に示したように、一つの右側面主電極層5 4 a及び四つの右側面副電極層5 4 bを含む。右側面主電極層5 4 a及び右側面副電極層5 4 bは、圧電素子5 0の右側面に形成されている。

【0065】

右側面主電極層5 4 aは正面視において十字形状を有する。より具体的に述べると、右

50

側面主電極層 5 4 a の Z 軸方向中央部の X 軸方向両端部は圧電素子 5 0 の X 軸方向両端部に到達している。右側面主電極層 5 4 a の X 軸方向中央部の Z 軸方向両端部は圧電素子 5 0 の Z 軸方向両端部から所定の距離だけ離れた部分に到達していて、圧電素子 5 0 の上端辺及び下端辺には到達していない。右側面主電極層 5 4 a は、圧電素子 5 0 の右側面に露呈した第 1 内部電極層 5 2 (タイプ A 1 電極層 5 2 a 1 及びタイプ A 2 電極層 5 2 a 2) の端部を覆うように形成されている。これにより、右側面主電極層 5 4 a は、複数の第 1 内部電極層同士を「圧電素子 5 0 の一つの側面である右側面」において接続している。

【0066】

右側面副電極層 5 4 b は、正面視において長形状を有する。より具体的に述べると、右側面副電極層 5 4 b は、圧電素子 5 0 の右側面上の四隅に配置されている。換言すると、右側面副電極層 5 4 b は、圧電素子 5 0 の右側面のうち、右側面主電極層 5 4 a によって覆われていない部分に配設されている。右側面副電極層 5 4 b は、圧電素子 5 0 の右側面に露呈した「複数の第 2 内部電極層 (実際にはタイプ B 1 電極層 5 3 b 1) の端部」を覆っている。従って、右側面副電極層 5 4 b は、圧電素子 5 0 の右側面に露呈した複数の第 2 内部電極層同士を接続している。但し、各右側面副電極層 5 4 b は、右側面主電極層 5 4 a と僅かな距離を隔てており、右側面主電極層 5 4 a には接続されていない。

【0067】

左側面電極は、図 8 に示したように、一つの左側面主電極層 5 5 a 及び四つの左側面副電極層 5 5 b を含む。左側面主電極層 5 5 a 及び左側面副電極層 5 5 b は、圧電素子 5 0 の左側面に形成されている。

【0068】

左側面主電極層 5 5 a は正面視において十字形状を有する。より具体的に述べると、左側面主電極層 5 5 a の Z 軸方向中央部の X 軸方向両端部は圧電素子 5 0 の X 軸方向両端部に到達している。左側面主電極層 5 5 a の X 軸方向中央部の Z 軸方向両端部は圧電素子 5 0 の Z 軸方向両端部から所定の距離だけ離れた部分に到達していて、圧電素子 5 0 の上端辺及び下端辺には到達していない。左側面主電極層 5 5 a は、圧電素子 5 0 の右側面に露呈した第 2 内部電極層 (タイプ B 1 電極層 5 3 b 1 及びタイプ B 2 電極層 5 3 b 2) の端部を覆うように形成されている。これにより、左側面主電極層 5 5 a は、複数の第 2 内部電極層同士を「圧電素子 5 0 の一つの側面である左側面」において接続している。

【0069】

左側面副電極層 5 5 b は、正面視において長形状を有する。より具体的に述べると、左側面副電極層 5 5 b は、圧電素子 5 0 の左側面上の四隅に配置されている。換言すると、左側面副電極層 5 5 b は、圧電素子 5 0 の左側面のうち、左側面主電極層 5 5 a によって覆われていない部分に配設されている。左側面副電極層 5 5 b は、圧電素子 5 0 の左側面に露呈した「複数の第 1 内部電極層 (実際にはタイプ A 1 電極層 5 2 a 1) の端部」を覆っている。従って、左側面副電極層 5 5 b は、圧電素子 5 0 の左側面に露呈した複数の第 1 内部電極層同士を接続している。但し、各左側面副電極層 5 5 b は、左側面主電極層 5 5 a と僅かな距離を隔てており、左側面主電極層 5 5 a には接続されていない。

【0070】

保護膜は、例えば、エポキシ樹脂からなる。保護膜は、圧電素子 5 0 の正面に設けられた正面保護膜 5 6 a と、圧電素子の裏面に設けられた裏面保護膜 5 6 b と、を備える。正面保護膜 5 6 a 及び裏面保護膜 5 6 b は互いに同じ形状を有している。

【0071】

例えば、図 9 に示したように、裏面保護膜 5 6 b の Y 軸方向両端部は、圧電素子 5 0 の Y 軸方向両端部に到達している。裏面保護膜 5 6 b の Z 軸方向両端部のそれぞれは、圧電素子 5 0 の Z 軸方向両端部のそれぞれから所定距離離れた部分に到達している。即ち、裏面保護膜 5 6 b の Z 軸正方向端部は、圧電素子 5 0 の上端辺には到達していない。裏面保護膜 5 6 b の Z 軸負方向端部は、圧電素子 5 0 の下端辺には到達していない。裏面保護膜 5 6 b は、圧電素子 5 0 の裏面に露呈した「第 1 内部電極層及び第 2 内部電極層」の端部を完全に覆っている。同様に、正面保護膜 5 6 a は、圧電素子 5 0 の正面に露呈した「第

10

20

30

40

50

1 内部電極層及び第2内部電極層」の端部を完全に覆っている。

【0072】

右側面堰部及び左側面堰部は、ノボラック型エポキシ樹脂を主成分とする材料からなる。但し、その材料（堰部を構成する材料）には、導電性材料が添加され、それにより、右側面堰部及び左側面堰部は半導電性を有する。この添加される導電性材料には、カーボン、Ag、Au及びCu若しくはこれらの合金等を用いる。特に、所望の抵抗率に調整しやすいカーボンを用いることが好ましい。半導電性の膜の抵抗は、絶縁膜の抵抗よりもかなり小さく、導体膜の抵抗よりもかなり大きい。

【0073】

右側面堰部は、図10に示したように、右側面上部堰部57a及び右側面下部堰部57bを備える。右側面上部堰部57a及び右側面下部堰部57bは、圧電素子50の右側面
10
の上部及び下部にそれぞれ形成されている。右側面上部堰部57a及び右側面下部堰部57bは、平面視において互いに略同形の長方形状を有している。

【0074】

より具体的に述べると、右側面上部堰部57aのX軸方向両端部は、圧電素子50のX軸方向両端部に到達している。右側面上部堰部57aのZ軸正方向端部（上端）は、「圧電素子50の上端辺と、圧電素子50の右側面において最も上端辺に近い位置に露呈している内部電極層であるタイプB1電極層53b1と、の間の位置」にまで到達している。但し、右側面上部堰部57aの上端は、圧電素子50の上端辺には到達していない。即ち、右側面上部堰部57aは、圧電素子50の右側面において最も上端辺に近い位置に露呈
20
しているタイプB1電極層53b1を覆っている。右側面上部堰部57aのZ軸負方向端部（下端）は、圧電素子50のZ軸方向中央部よりも僅かにZ軸正方向に離れた部分に到達している。

【0075】

従って、右側面上部堰部57aは、右側面の上部に存在する「右側面主電極層54aと一対の右側面副電極層54bと」を繋げる。換言すると、右側面上部堰部57aは、右側面主電極層54aと一対の右側面副電極層54bとに跨るように形成される。その結果、第1内部電極層と第2内部電極層とが、半導電性を有する膜（右側面上部堰部57a）を通して接続される。

【0076】

右側面下部堰部57bのX軸方向両端部は、圧電素子50のX軸方向両端部に到達している。右側面下部堰部57bのZ軸正方向端部（上端）は、圧電素子50のZ軸方向中央部よりも僅かにZ軸負方向に離れた部分に到達している。右側面下部堰部57bのZ軸負方向端部（下端）は、「圧電素子50の下端辺と、圧電素子50の右側面において最も下端辺に近い位置に露呈している内部電極層であるタイプB1電極層53b1と、の間の位置」にまで到達している。但し、右側面上部堰部57aの下端は、圧電素子50の下端辺には到達していない。即ち、右側面下部堰部57bは、圧電素子50の右側面において最も下端辺に近い位置に露呈しているタイプB1電極層53b1を覆っている。

【0077】

従って、右側面下部堰部57bは、右側面の下部に存在する「右側面主電極層54aと一対の右側面副電極層54bと」を繋げる。換言すると、右側面下部堰部57bは、右側面主電極層54aと一対の右側面副電極層54bとに跨るように形成される。その結果、第1内部電極層と第2内部電極層とが、半導電性を有する膜（右側面下部堰部57b）を通して接続される。

【0078】

更に、右側面上部堰部57aと右側面下部堰部57bとは、圧電素子50の右側面のZ軸方向中央部近傍において所定の距離を隔てるように配置されている。従って、圧電素子50の右側面のZ軸方向中央部近傍において、右側面主電極層54aが露呈する。この右側面主電極層54aの露呈部に、図示しない外部配線が半田付けされる。

【0079】

10

20

30

40

50

この右側面主電極層 54 a の露呈部と、圧電素子 50 の上面 50 a と、の間には、右側面上部堰部 57 a が延在している。従って、上面 50 a にエポキシ樹脂系の接着剤 S が塗布された場合であっても、その接着剤 S のエポキシブリードアウトは右側面上部堰部 57 a により阻止される。その結果、右側面主電極層 54 a の露呈部に接着剤 S の成分の一部が到達することが回避されるので、右側面主電極層 54 a の露呈部への外部配線の半田付けを強固に行うことができる。

【0080】

左側面堰部は、図 11 に示したように、左側面上部堰部 58 a 及び左側面下部堰部 58 b を備える。左側面上部堰部 58 a 及び左側面下部堰部 58 b は、圧電素子 50 の左側面 10 の上部及び下部にそれぞれ形成されている。左側面上部堰部 58 a 及び左側面下部堰部 58 b は、平面視において互いに略同形の長形状を有している。

【0081】

より具体的に述べると、左側面上部堰部 58 a の X 軸方向両端部は、圧電素子 50 の X 軸方向両端部に到達している。左側面上部堰部 58 a の Z 軸正方向端部（上端）は、「圧電素子 50 の上端辺と、圧電素子 50 の左側面において最も上端辺に近い位置に露呈している内部電極層であるタイプ B1 電極層 53 b 1 と、の間の位置」にまで到達している。但し、左側面上部堰部 58 a の上端は、圧電素子 50 の上端辺には到達していない。即ち、左側面上部堰部 58 a は、圧電素子 50 の左側面において最も上端辺に近い位置に露呈しているタイプ B1 電極層 53 b 1 を覆っている。左側面上部堰部 58 a の Z 軸負方向端部（下端）は、圧電素子 50 の Z 軸方向中央部よりも僅かに Z 軸正方向に離れた部分に到達している。 20

【0082】

従って、左側面上部堰部 58 a は、左側面の上部に存在する「左側面主電極層 55 a と一対の左側面副電極層 55 b と」を繋げる。換言すると、左側面上部堰部 58 a は、左側面主電極層 55 a と一対の左側面副電極層 55 b とに跨るように形成される。その結果、第 1 内部電極層と第 2 内部電極層とが半導電性を有する膜（左側面上部堰部 58 a）を通して接続される。

【0083】

左側面下部堰部 58 b の X 軸方向両端部は、圧電素子 50 の X 軸方向両端部に到達している。左側面下部堰部 58 b の Z 軸正方向端部（上端）は、圧電素子 50 の Z 軸方向中央部よりも僅かに Z 軸負方向に離れた部分に到達している。左側面下部堰部 58 b の Z 軸負方向端部（下端）は、「圧電素子 50 の下端辺と、圧電素子 50 の左側面において最も下端辺に近い位置に露呈している内部電極層であるタイプ B1 電極層 53 b 1 と、の間の位置」にまで到達している。但し、左側面下部堰部 58 b の下端は、圧電素子 50 の下端辺には到達していない。即ち、左側面下部堰部 58 b は、圧電素子 50 の左側面において最も下端辺に近い位置に露呈しているタイプ B1 電極層 53 b 1 を覆っている。 30

【0084】

従って、左側面下部堰部 58 b は、右側面下部堰部 57 b と同様に、左側面の下部に存在する「左側面主電極層 55 a と一対の左側面副電極層 55 b と」を繋げる。その結果、第 1 内部電極層と第 2 内部電極層とが、半導電性を有する膜（左側面下部堰部 58 b）を通して接続される。 40

【0085】

更に、左側面上部堰部 58 a と左側面下部堰部 58 b とは、圧電素子 50 の左側面の Z 軸方向中央部近傍において所定の距離を隔てるように配置されている。従って、圧電素子 50 の左側面の Z 軸方向中央部近傍において、左側面主電極層 55 a が露呈する。この左側面主電極層 55 a の露呈部に、図示しない外部配線が半田付けされる。

【0086】

この左側面主電極層 55 a の露呈部と、圧電素子 50 の上面 50 a と、の間には、左側面上部堰部 58 a が延在している。従って、上面 50 a にエポキシ樹脂系の接着剤 S が塗布された場合であっても、その接着剤 S のエポキシブリードアウトは左側面上部堰部 58 50

aにより阻止される。その結果、左側面主電極層55aの露呈部に接着剤Sの成分の一部が到達することが回避されるので、左側面主電極層55aの露呈部への外部配線の半田付けを強固に行うことができる。

【0087】

更に、第1内部電極層52と第2内部電極層53とが、半導電性を有する複数の堰部（即ち、右側面上部堰部57a、右側面下部堰部57b、左側面上部堰部58a及び左側面下部堰部58b）により接続される。この結果、圧電素子50に急激な温度変化が加わったときに発生する焦電効果を抑制することができるので、圧電素子50の脱分極の発生を回避することができる。即ち、第2装置40は、上述した堰部を設けることのみにより、接着剤Sのエポキシブリードアウトに起因する問題と、焦電効果の発生に起因する問題（脱分極の発生）と、を同時に解決することができる。

10

【0088】

（実施例及び比較例）

次に、第2装置40の実施例（実施例1、2）と、第2装置において堰部（右側面堰部及び左側面堰部）を設けない比較例と、を作成し、比較実験を行った。実験結果を表1に示す。

【0089】

【表 1】

	堰部の有無	堰部の幅 W1	堰部の材質	導電材料	側面電極層への エポキシ ブリアウト	ブリアウト幅 ※2	絶縁抵抗	熱衝撃試験後 容量変化率
比較例 1	無し	—	—	—	発生	0.4mm	—	-15%
実施例 1	有り	0.1mm	※1	未添加	無し	—	10GΩ	-15%
実施例 2	有り	0.1mm	※1	添加	無し	—	1MΩ	-2%

※1: ノボラック型エポキシ樹脂

※2: 上端辺から側面への変色幅

【0090】

表 1 の実施例 2 において、堰部を構成するノボラック型エポキシ樹脂に添加された導電材料はカーボンである。絶縁抵抗は、第 1 内部電極層と第 2 内部電極層との間の直流絶縁抵抗である。熱耐衝撃性試験は、室温から 80℃へサンプルを加熱し、その後、-40℃までサンプルを冷却することを 1 サイクルとし、このサイクルを複数回繰り返すことを言う。また、容量変化率は、熱耐衝撃性試験前の第 1 内部電極層と第 2 内部電極層との間の

静電容量を1（100%）としたときの、熱耐衝撃性試験後の第1内部電極層と第2内部電極層との間の静電容量の低下量である。

【0091】

表1に示した結果からも、ノボラック型エポキシ樹脂の堰部を設けることにより、接着剤Sのエポキシブリードアウトが効果的に抑制できることが確認された。更に、堰部の材料に導電性材料（本例では、カーボン）を添加しておくことにより、熱耐衝撃性試験の前後の圧電素子の容量低下量が非常に小さくなった。従って、焦電効果に起因する脱分極の発生を抑制できることが確認できた。

【0092】

以上、説明したように、本発明の各実施形態は、外表面の一部（例えば、圧電素子10又は50の右側面及び左側面）に配される外表面電極（例えば、側面電極24、右側面主電極層54a、右側面副電極層54b、左側面主電極層55a、左側面副電極層55b）を有する素子（20、50）と、前記素子にエポキシ樹脂系の接着剤を用いて接着される部材（例えば、被駆動子30）と、を備える電子装置において、前記接着剤は前記素子の外表面のうち前記外表面電極が存在する部分以外の部分（例えば、圧電素子の上面20a、50a）に配され、且つ、前記接着剤と前記外表面電極との間に前記接着剤のエポキシブリードアウトを防止する材料からなる堰部（例えば、堰部28、右側面上部堰部57a及び左側面上部堰部58a）を設けた電子装置である。従って、堰部がエポキシブリードアウトの進行を阻止するので、エポキシブリードアウトが「素子の外表面に配される電極（外表面電極）」に及ぼす悪影響を排除することができる。

【0093】

なお、素子は、積層型圧電素子のほか、「圧電層と、その圧電層を挟んで対向する第1電極層及び第2電極層と、を含む圧電体を備える圧電膜素子（積層されていない圧電素子）」であってもよい。

【0094】

また、半導電性を有する堰部（例えば、右側面上部堰部57a）により接続される圧電素子50の外表面電極は、第1電極層（第1内部電極層であるタイプA1電極層52a1及びタイプA2電極層52a2）の端部に接続された電極層である第1電極（例えば、右側面主電極層54a）と、前記第2電極層（第2内部電極層であるタイプB1電極層53b1）の端部に接続された電極層である第2電極（例えば、右側面副電極層54b）と、であった。しかしながら、右側面副電極層54bは設けられなくてもよい。この場合、半導電性を有する堰部（例えば、右側面上部堰部57a）により接続される圧電素子50の外表面電極は、前記第1電極層の端部に接続された電極層である第1電極（右側面主電極層54a）と、前記第2電極層の端部により構成される電極（例えば、第2内部電極層であるタイプB1電極層53b1の右側面に露呈した端部自体）と、であってもよい。

【0095】

加えて、半導電性を有する堰部（例えば、右側面上部堰部57a）により接続される圧電素子50の外表面電極は、第1電極層（第1内部電極層であるタイプA1電極層52a1及びタイプA2電極層52a2）の端部であって圧電素子50の右側面（外表面）に露呈した端部により構成される第1電極と、前記第2電極層（第2内部電極層であるタイプB1電極層53b1）の端部であって圧電素子50の右側面（外表面）に露呈した端部により構成される第2電極と、であってもよい。

【0096】

更に、圧電素子20及び圧電素子50は、直方体形状を有する多面体であったが、例えば、断面形状（X-Y平面に沿って切断した形状）が四角形以外の多角形（例えば、六角形及び八角形等）である多面体であってもよい。

【0097】

また、例えば、圧電素子50は、
「前記圧電体（活性圧電層）を複数個積層してなる多面体の積層型圧電素子であり、
前記素子に含まれる複数の前記第1電極層（タイプA1電極層52a1、タイプA2電

10

20

30

40

50

極層 5 2 a 2) のうちの二以上の端部は前記多面体の一つの側面 (例えば、右側面) に露呈し、

前記素子に含まれる複数の前記第 2 電極層 (タイプ B 1 電極層 5 3 b 1、タイプ B 2 電極層 5 3 b 2) のうちの二以上の端部は前記一つの側面 (例えば、右側面) に露呈し、

前記第 1 電極は前記一つの側面 (例えば、右側面) に露呈した前記二以上の第 1 電極層の端部同士を前記一つの側面上において接続する電極層 (右側面主電極層 5 4 a) であり、

前記第 2 電極は前記一つの側面に露呈した前記二以上の第 2 電極層 (タイプ B 1 電極層 5 3 b 1) の端部同士を前記一つの側面上において接続する電極層 (右側面副電極層 5 4 b) である、素子。」

とすることができる。

【0098】

なお、本発明は上記実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。例えば、本発明は圧電素子を素子として備える電子装置以外の電子装置 (例えば、半導体素子、ICチップ等を備える装置) にも適用することができる。

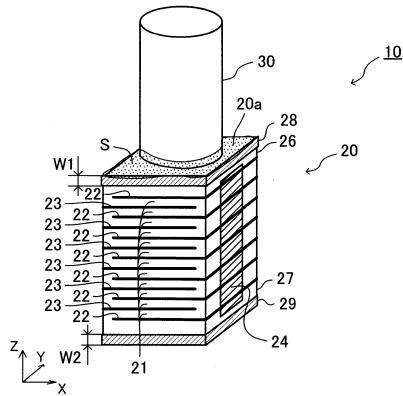
【0099】

即ち、例えば、図 1 2 に示した場合にも本発明を適用することができる。この例において、ICチップ 7 0 は基板 8 0 に接着剤 S を用いて接合されている。従って、基板 8 0 は、素子としての ICチップ 7 0 にエポキシ樹脂系の接着剤 S を用いて接着される部材である。ICチップ 7 0 は、その外表面 (図 1 2 に示した例においては上面) 7 0 a に電極 (外表面電極) 7 1 を備える。電極 7 1 は、基板 8 0 の上の電極 8 1 とワイヤ AL により半田付けにより接続される。この場合、本発明に従って、堰部 9 0 を「接着剤 S と電極 7 1 との間」に配設する。これにより、接着剤 S の成分の一部がブリードアウトにより電極 7 1 を覆うことが防止されるので、ワイヤ AL と電極 7 1 との接合部の信頼性を高くすることができる。

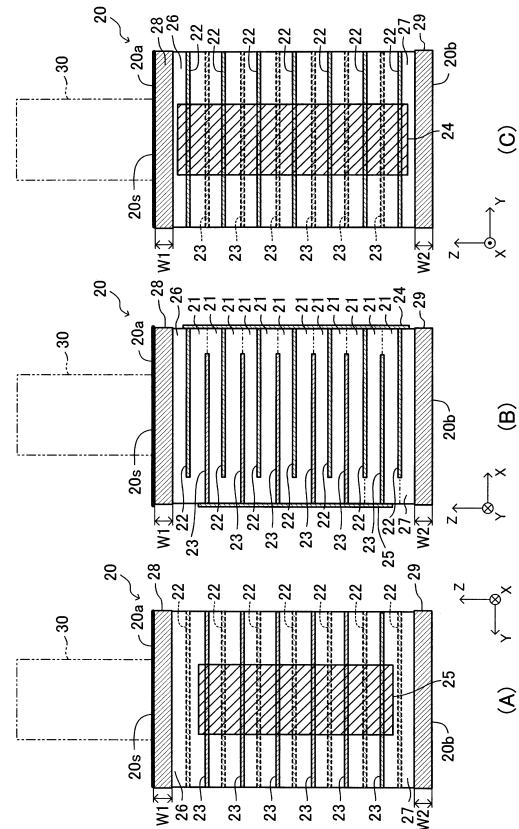
【0100】

更に、堰部は、外表面電極を取り囲むように設けられてもよい。

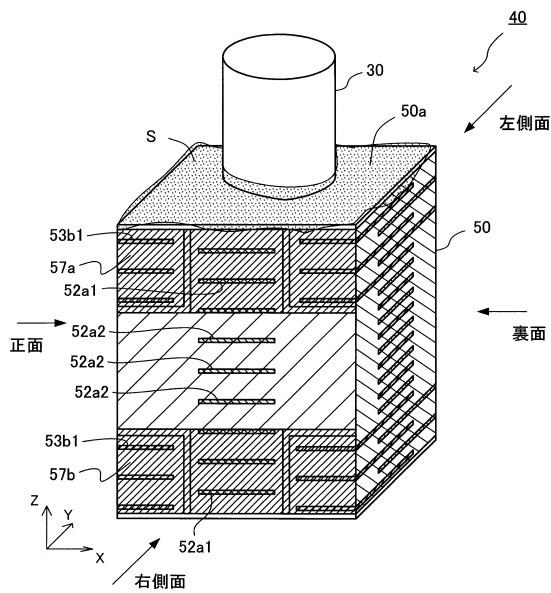
【図 1】



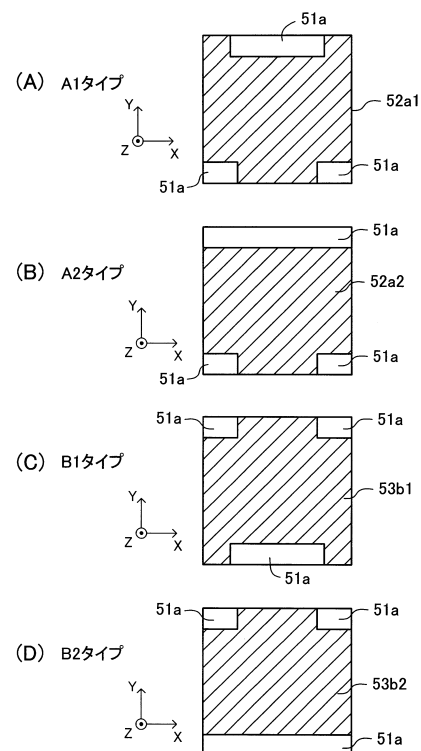
【図 2】



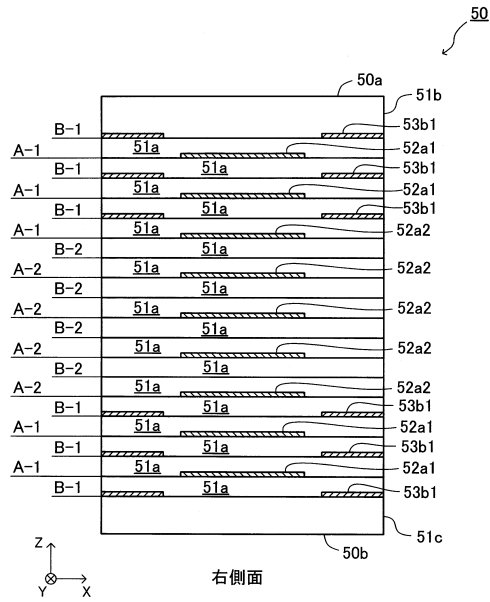
【図 3】



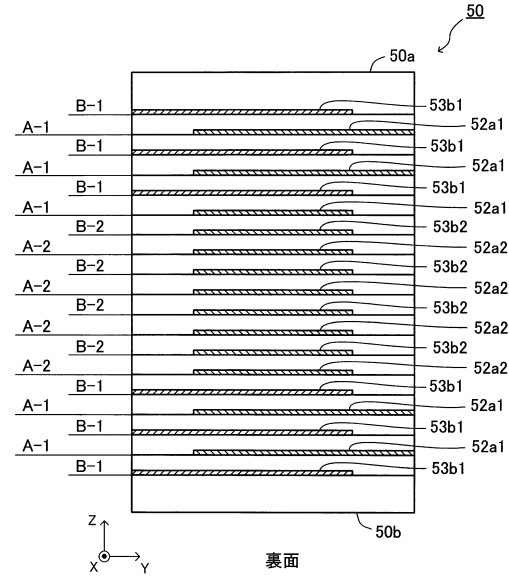
【図 4】



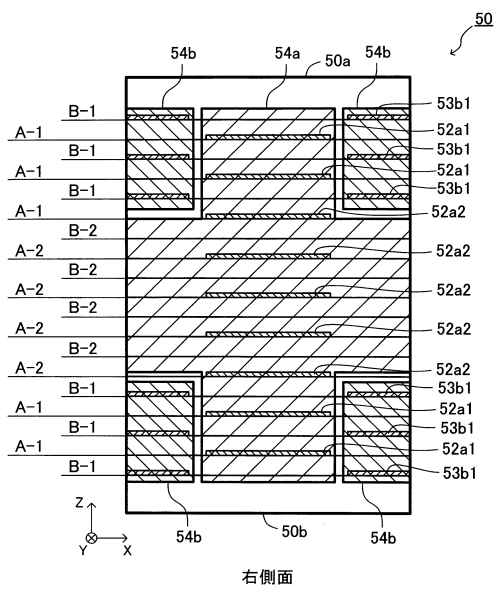
【図 5】



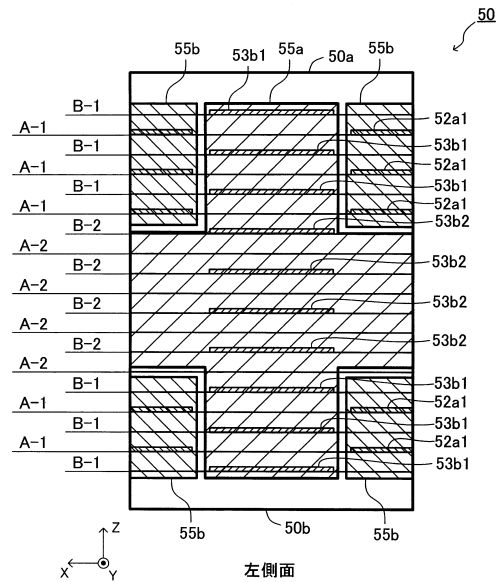
【図 6】



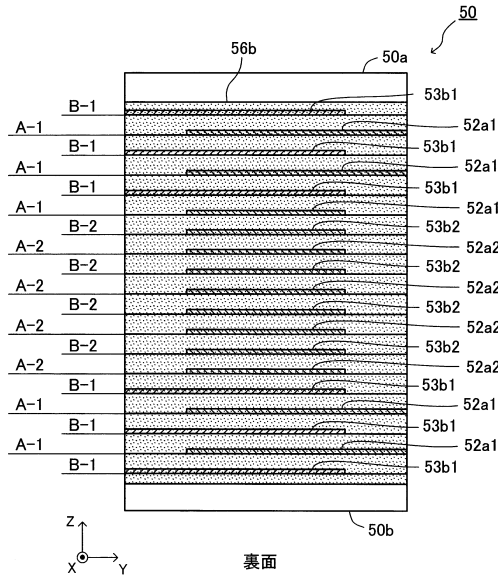
【図 7】



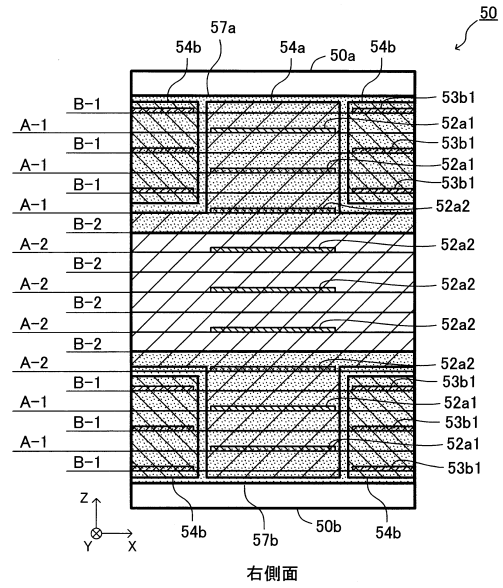
【図 8】



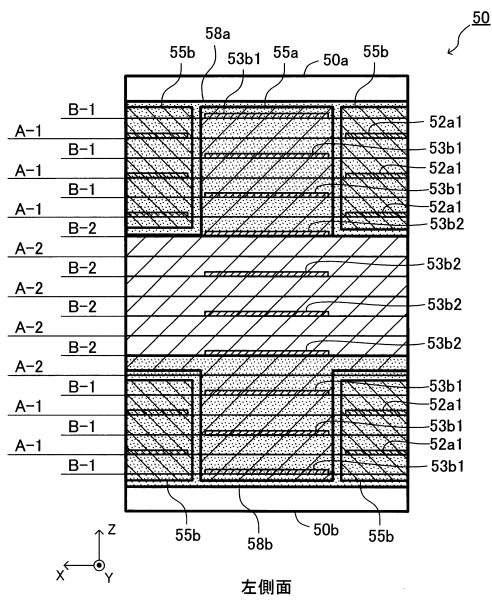
【図 9】



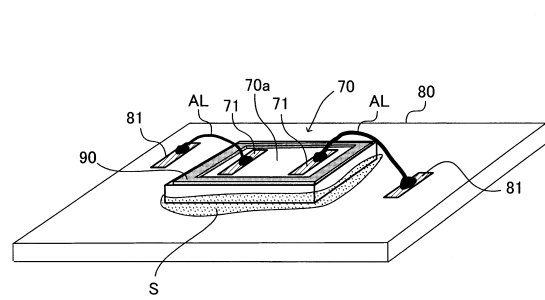
【図 10】



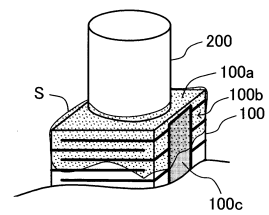
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-071436 (JP, A)
特開平05-316756 (JP, A)
特開平09-029966 (JP, A)
特開平11-054668 (JP, A)
特開2008-205263 (JP, A)
特開2009-171591 (JP, A)
特開2007-274777 (JP, A)
特開2008-048479 (JP, A)
国際公開第2011/077660 (WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 41/00-47
H02N 2/00