

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-100213

(P2009-100213A)

(43) 公開日 平成21年5月7日(2009.5.7)

(51) Int.Cl.
H03H 3/02 (2006.01)F I
H03H 3/02テーマコード (参考)
5 J 1 0 8

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2007-269329 (P2007-269329)
(22) 出願日 平成19年10月16日 (2007.10.16)(71) 出願人 000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(74) 代理人 100084548
弁理士 小森 久夫
(72) 発明者 上坂 健一
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
株式会社村田製作所内
(72) 発明者 伊藤 是清
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
株式会社村田製作所内
(72) 発明者 神藤 始
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
株式会社村田製作所内
Fターム(参考) 5J108 AA04 CC11 EE03 EE04 EE07
KK04 KK07

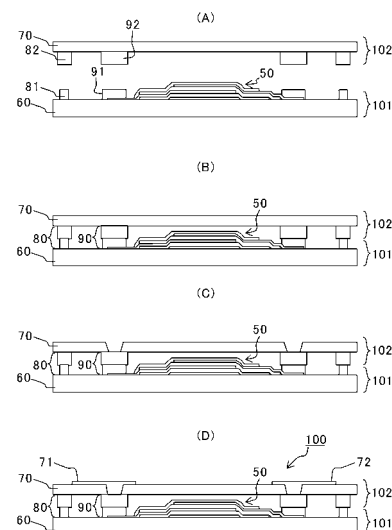
(54) 【発明の名称】 圧電振動装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 屈曲振動モードを抑制でき、輪郭振動モードを利用する圧電振動装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 圧電振動装置100の製造方法は、高圧雰囲気下熱接着工程を含む。高圧雰囲気下熱接着工程は、基体部101と蓋体部102とを熱接着する工程である。基体部101は、一対の電極間に圧電薄膜が設けられた圧電体素子50を配設したものである。蓋体部102は、圧電体素子50を封入するように基体部101上に配置されたものである。この高圧雰囲気下熱接着工程によって、圧電体素子50を封入する気密空間を基体部101と蓋体部102との間に構成する。また、高圧雰囲気下熱接着工程は、加圧雰囲気下で実施する。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

輪郭振動する圧電体素子を配設した基体と、前記圧電体素子を封入するように前記基体上に配置された蓋体と、を熱接着して、前記圧電体素子を封入する気密空間を前記基体と前記蓋体との間に構成する熱接着工程を含む、圧電振動装置の製造方法であって、

前記熱接着工程は、加圧雰囲気下で実施することを特徴とする圧電振動装置の製造方法。

【請求項 2】

前記熱接着工程は、以下の条件式を満たす加圧雰囲気下で実施する請求項 1 に記載の圧電振動装置の製造方法。

$$\text{式： } P' \geq P \times (T' / T)$$

ただし、式中の記号 P' は熱接着工程中の制御気圧であり、式中の記号 T' は熱接着工程中の制御温度であり、式中の記号 T は圧電振動装置の使用時の標準温度であり、式中の記号 P は前記標準温度での標準気圧である。

【請求項 3】

前記熱接着工程は、大気圧よりも加圧した雰囲気下で実施する請求項 2 に記載の圧電振動装置の製造方法。

【請求項 4】

前記基体および前記蓋体は、それぞれリジッドな基板を備える請求項 1～3 のいずれかに記載の圧電振動装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、圧電薄膜を有する圧電体素子をパッケージ内に封入した圧電振動装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、F B A R フィルタや M E M S などの素子をパッケージ内に封入した素子装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0003】

図 1 は、従来の素子装置の断面図である。

素子装置 160 は、素子構造部 161 とキャップ部 162 とを備える。素子構造部 161 は、基板 163 と素子部 164 と電極 165、166 と素子側金属封止部 167 とを備える。素子部 164 は、F B A R フィルタや M E M S を構成する。電極 165、166 は素子部 164 に接続される。素子側金属封止部 167 は、素子部 164 と電極 165、166 を囲むように基板 163 の上面に形成される。キャップ部 162 は、キャップ用基板 168 と接続パッド 171 と接続プラグ 169、170 とキャップ側金属封止部 177 とを備える。接続パッド 171 は、素子構造部 161 の電極 165、166 に接続される。接続プラグ 169、170 は接続パッド 171 に導通し、キャップ用基板 168 の上面に外部接続用の電極を設ける。キャップ側金属封止部 177 は、接続パッド 171 を囲み、素子側金属封止部 167 と対向するように、キャップ用基板 168 の下面に形成される。キャップ部 162 を素子構造部 161 にかぶせ、キャップ側金属封止部 177 と素子側金属封止部 167 とが接続され、素子装置 160 が構成される。

【0004】

このように素子をパッケージ内に封入する構成では、一般に、真空雰囲気や大気圧の不活性ガス雰囲気下での熱圧着により、部材の接続がおこなわれていた。

【0005】

また、輪郭振動モードを利用する圧電体素子が素子として利用されることがある。このような圧電体素子をパッケージ内に封入した圧電振動装置でも、従来、上述のように真空雰囲気や大気圧の不活性ガス雰囲気下での熱圧着により、部材の接続がおこなわれていた

10

20

30

40

50

。

【特許文献1】特開2006-173557号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

図2は、圧電体素子の振動モードを説明する図である。

この圧電体素子200は同図(A)に示す輪郭振動モードを主モードとして利用するものである。輪郭振動モードでは、圧電体素子200は輪郭振動し、圧電体素子200の奥行き寸法と長さ寸法とに応じた共振周波数で振幅が最大になる。また、圧電体素子200には同図(B)に示す屈曲振動モードも副次的に生じる。屈曲振動モードでは、圧電体素子200は屈曲振動する。圧電体素子200を輪郭振動モードの共振周波数付近で利用した場合、圧電体素子200には微小な屈曲振動も生じ、厳密には輪郭振動モードに屈曲振動モードが結合して本来の輪郭振動による変形に屈曲振動の変形が重畳されたモードで立体振動する。この立体振動は、圧電体素子200にとって問題となることがある。

【0007】

図3は、従来の圧電体素子におけるインピーダンスの周波数特性を例示する図である。同図のグラフの横軸は交番電圧の周波数であり、縦軸はインピーダンスである。図中に示す実線は実効電圧が0.1Vrmsの例を、図中に示す点線は実効電圧が1.0Vrmsの例を示す。実効電圧が0.1Vrmsの場合、輪郭振動モードの共振周波数(約18.32MHz)から反共振周波数(約18.43MHz)にかけて、インピーダンスが連続的に変化する。一方、実効電圧が1.0Vrmsの場合、輪郭振動モードの共振周波数から反共振周波数の間でインピーダンスが不連続に変化する。

【0008】

輪郭振動モードの共振周波数付近では本来の輪郭振動の振幅が大きくなるが、実効電圧1.0Vrmsの場合のように実効電圧が高いと立体振動が大きくなり過ぎてインピーダンスの周波数特性に悪影響を与える。すなわち、輪郭振動モードと屈曲振動モードの共振が結合する関係にあると、印加電圧を或る電圧より高くした状態では立体振動が、メカニカルな振動の振幅と電圧の振幅との関係が非線形に変化する領域にまで達し、図3に示したようなインピーダンスの周波数特性に不連続な部分が生じる。

【0009】

そこで、本発明は、印加電圧を比較的高くしても、屈曲振動を抑制して、輪郭振動本来の特性を利用できるようにした圧電体振動装置の製造方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の圧電振動装置の製造方法は、熱接着工程を含む。熱接着工程は、基体と蓋体とを熱接着する工程である。基体は、一対の電極間に圧電薄膜が設けられた圧電体素子を配設したものである。蓋体は、圧電体素子を封入するように基体上に配置されたものである。この熱接着工程によって、圧電体素子を封入する気密空間を基体と蓋体との間に構成する。また、熱接着工程は、加圧雰囲気下で実施する。

【0011】

加熱環境下では気体が膨張するため、従来のように真空雰囲気や大気圧の不活性ガス雰囲気下で熱接着工程を行った場合、圧電振動装置の冷却後の気密空間の内部気圧が低下してしまう。そこで、本発明のように加圧雰囲気下で熱接着工程を実施することにより、圧電振動装置の冷却後の気密空間内の気圧を高められる。

【0012】

これにより、気密空間に封入される圧電体素子に従来よりも大きな気圧がかかり、圧電体素子の屈曲振動モードでの振幅は抑制されたものになる。一方、圧電体素子の輪郭振動モードでの振幅は、気圧による影響が屈曲振動モードよりも小さく、ほとんど変化しない。したがって、気密空間を高気圧に維持することで屈曲振動が小さくなり、圧電体素子はほぼ輪郭振動モードと見なせるモードで振動する。

【0013】

このため、実効電圧が大きい場合でも、圧電体素子の変形をインピーダンスが線形に変化する範囲に留めることができ、インピーダンスの周波数特性において共振周波数から反共振周波数までの間でのインピーダンスの不連続な変化を無くすることができる。

【0014】

熱接着工程は、以下の条件式を満たす加圧雰囲気下で実施すると好適である。

$$\text{式： } P' \geq P \times (T' / T)$$

ただし、式中の記号 T' は熱接着工程中の制御温度であり、式中の記号 T は圧電振動装置の使用時の標準温度であり、式中の記号 P' は熱接着工程中の制御気圧であり、式中の記号 P は前記標準温度での標準気圧である。

10

【0015】

このような制御温度と制御気圧の環境下で熱接着工程を実施することにより、標準温度への冷却後の圧電振動装置の気密空間の気圧が標準気圧と等しいか、それよりも高圧になる。なお、熱接着工程は、大気圧よりも加圧した雰囲気下で実施すると好適である。

【0016】

基体および蓋体は、それぞれリジッドな基板を備えると好適である。圧電振動装置の気密空間の気圧が標準気圧よりも高圧でも、基体と蓋体との変形を抑制でき、パッケージの強度と封止の信頼性とが高まるためである。

【発明の効果】

【0017】

この発明によれば、圧電振動装置の冷却後の気密空間内の気圧が、従来よりも高くなるので、気密空間に封入される圧電体素子に従来よりも高い気圧がかかる。これにより、圧電体素子の屈曲振動は抑制されたものになる。一方、圧電体素子の輪郭振動モードでの振幅は、気圧による影響が屈曲振動モードよりも小さく、ほとんど変化しない。したがって、屈曲振動が小さくなり、圧電体素子は、ほぼ輪郭振動モードと見なせるモードで振動する。したがって、圧電体素子への印加電圧を比較的高くしても、輪郭振動モード本来の特性を利用できる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

まず、本発明の実施により製造される圧電振動装置の形態を説明する。

30

【0019】

図4はこの圧電振動装置の構成を説明する図である。同図(A)は圧電振動装置の平面図、同図(B)は圧電振動装置の断面図であり、同図(C)は圧電体素子の構造を説明する図である。

【0020】

圧電振動装置100は、基体部101と蓋体部102とを備える。基体部101は本発明の基体に相当し、蓋体部102は本発明の蓋体に相当する。基体部101は、基体側基板60と圧電体素子50と基体側封止部材81と基体側導電部材91とを備える。蓋体部102は蓋体側基板70と蓋体側封止部材82と蓋体側導電部材92と外部接続端子71と接地端子73とを備える。基体側封止部材81と蓋体側封止部材82とは封止部80を構成する。基体側導電部材91と蓋体側導電部材92とは導電部90を構成する。基体側封止部材81と蓋体側封止部材82とは熱接着され、基体部101と蓋体部102との間に気密空間を構成する。この気密空間に、圧電体素子50と導電部90とが封入される。基体側導電部材91と蓋体側導電部材92とは接触していて、圧電体素子50の電極と外部接続端子71とを導通させる。

40

【0021】

基体側基板60と蓋体側基板70とはSiを主成分とする。なお、基板60、70は素子との間で絶縁されることが望ましく、他の材料からなる基板にSiO₂層を形成したり、絶縁性の高い他の材料の基板、例えばガラス基板、水晶基板、LiTaO₃、LiNbO₃などのセラミック基板を採用したりしても良い。

50

【0022】

封止部材 8 1 および導電部材 9 1 は、Cu 等の金属材料からなり、封止部材 8 2 および導電部材 9 2 は、Cu や Sn 等の金属材料からなる。好ましくは、封止部材 8 1、8 2 および導電部材 9 1、9 2 の接触部分で Cu と Sn とが接触した積層構造とし、Cu と Sn とを合金化して接着させるとよい。封止部材 8 1、8 2 および導電部材 9 1、9 2 は、蓋体側基板 7 0 に形成したコンタクトホールを介して外部接続端子 7 1 や接地端子 7 3 に導通する。封止部 8 0 は、基体側基板 6 0 と蓋体側基板 7 0 との外周から所定間隔へだてた内側に外周に沿って設けられ、気密空間を囲む。

【0023】

圧電体素子 5 0 は、両端間でアーチ状に構成されていて、基体側基板 6 0 との間、および蓋体側基板 7 0 との間に空隙を介して中央部が保持される。また圧電体素子 5 0 は積層構造を有し、基体側から蓋体側にかけて順に下部温度特性補償膜 5 1、下部電極膜 5 2、圧電薄膜 5 3、上部電極膜 5 4、および上部温度特性補償膜 5 5 を備えている。下部温度特性補償膜 5 1 および上部温度特性補償膜 5 5 は、 SiO_2 を主成分とし、圧電体素子 5 0 の絶縁と温度特性補償とを担う。下部電極膜 5 2 および上部電極膜 5 4 は、Pt を主成分とする。圧電薄膜 5 3 は、AlN を主成分とする。外部接続端子 7 1 に、輪郭振動モードの共振周波数の交番電圧が入力されることで、圧電体素子 5 0 は、輪郭振動モードを主モードとして振動する。

【0024】

次に圧電振動装置 1 0 0 の製造方法を図 5 および図 6 に基づいて説明する。ここでは、圧電振動装置 1 0 0 の基体側基板 6 0 と蓋体側基板 7 0 とが、それぞれウェハから予め分断されている例を説明するが、以下に説明する各工程をウェハに施し、その後にウェハから個別の圧電振動装置 1 0 0 を分断するようにしてもよい。

【0025】

図 5 は、圧電振動装置 1 0 0 の製造工程のフローであり、図 6 は、製造工程での圧電振動装置 1 0 0 の断面図である。

【0026】

ステップ S 1 およびステップ S 2 では、蓋体部形成工程と基体部形成工程とが実施され、基体部 1 0 1 と蓋体部 1 0 2 とのそれぞれが形成される。具体的には、基板 6 0、7 0 上に、圧電体素子 5 0 が形成され、且つ、封止部材 8 1、8 2 や導電部材 9 1、9 2 となる金属層が印刷され、基体部 1 0 1 と蓋体部 1 0 2 とのそれぞれが形成される。なお、ステップ S 1、S 2 は並列して実施しても、逆順に実施しても良い。

【0027】

ステップ S 3 では、配置工程が実施される。図 6 (A) に示す同工程では、ハンドル装置により基体部 1 0 1 上に蓋体部 1 0 2 が配置される。これにより、封止部材 8 1 に封止部材 8 2 が接触し、導電部材 9 1 に導電部材 9 2 が接触する。

【0028】

ステップ S 4 では、高圧雰囲気下熱接着工程が実施される。図 6 (B) に示す同工程では、基体部 1 0 1 と蓋体部 1 0 2 とが高圧加熱炉内に配置される。高圧加熱炉は、まず炉内に所定気圧の不活性ガスが注入され、その後、所定温度に加熱される。加熱条件は、Sn と Cu との合金が得られるように設定する。これにより、封止部材 8 1 と封止部材 8 2 とが熱接着し、導電部材 9 1 と導電部材 9 2 とが熱接着する。その後、圧電振動装置 1 0 0 は冷却される。

【0029】

ステップ S 5 では、コンタクトホール形成工程が実施される。図 6 (C) に示す同工程では、蓋体部 1 0 2 にコンタクトホールとなる孔が形成される。

【0030】

ステップ S 6 では、電極形成工程が実施される。図 6 (D) に示す同工程では、蓋体部 1 0 2 の孔に電極材が充填され、且つ、外部接続端子 7 1 および接地端子 7 3 となる電極が成膜される。

10

20

30

40

50

【0031】

以上の製造工程を経て圧電振動装置100は製造される。

【0032】

高圧雰囲気下熱接着工程では、高圧加熱炉内に所定気圧の不活性ガスが注入される。そしてこの雰囲気下で、圧電振動装置100の加熱が行われる。圧電振動装置100の気密空間の内部気体は、加熱環境下では膨張し、その後の冷却により収縮する。したがって、冷却後の気密空間の内部気圧は、加熱環境下の気圧よりも大きく低下する。

【0033】

そこで、冷却後の気密空間の内部気圧を標準気圧（例えば、大気圧）より大きくするため、高圧雰囲気下熱接着工程では、以下の条件式を満たす気圧まで、不活性ガスを加圧し

10

式： $P' \geq P \times (T' / T)$

この条件式を満足する制御気圧 P' 下で高圧雰囲気下熱接着工程を実施することにより、冷却後の気密空間の内部気圧を標準気圧 P よりも高圧にできる。

【0034】

例えば、SnとCuとの合金を得るために高圧加熱炉内を制御温度 $T' = 568\text{ K}$ （ $= 295^\circ\text{C}$ ）に加熱する場合、制御気圧を約 1.93 気圧に加圧した不活性ガス環境下で、約1時間、制御温度 $T' = 568\text{ K}$ の加熱を行うと、気密空間の内部気圧が標準温度 $T = 293\text{ K}$ （ $= 20^\circ\text{C}$ ）において標準気圧 $P = 1$ 気圧になる。

20

【0035】

したがって、圧電振動装置100の気密空間に封入される圧電体素子50に従来の大きな気圧がかかり、圧電体素子50の屈曲振動モードでの振幅は抑制されたものになる。一方、圧電体素子50の輪郭振動モードでの振幅は、気圧による影響が屈曲振動モードよりも小さく、ほとんど変化しない。したがって、気密空間を高気圧に維持することで屈曲振動が小さくなり、圧電体素子はほぼ輪郭振動モードと見なせるモードで振動する。このため、実効電圧が大きい場合でも圧電体素子50の変形を、インピーダンスが線形に変化する範囲に留めることができ、インピーダンスの周波数特性において共振周波数から反共振周波数までの間でのインピーダンスの不連続な変化を無くすることができる。

30

【0036】

次に、本発明の実施により製造される圧電振動装置の他の形態を説明する。

【0037】

図7は、圧電振動装置300の構成を説明する図である。圧電振動装置300は、圧電体素子350が蓋体部302側に設けられている点で圧電振動装置100と相違する。このような構成の圧電振動装置300は、その製造工程において、基体部301と蓋体部302とを高圧加熱炉内に配置し、高圧加熱炉の炉内に所定気圧の不活性ガスを注入し、その後、所定温度に加熱される。これにより、基体部301と蓋体部302とが熱接着される。

【0038】

40

これにより、圧電振動装置300の気密空間に封入される圧電体素子350に従来の大きな気圧がかかり、圧電体素子350の屈曲振動モードでの振幅は抑制されたものになる。

【0039】

図8は、圧電振動装置400の製造工程を説明する図である。圧電振動装置400は、封止部480にコンタクトホールを設けて、外部接続端子471と圧電体素子450の電極とを導通させる点で圧電振動装置100と相違する。このような構成の圧電振動装置400は、その製造工程において、基体部401と蓋体部402とを高圧加熱炉内に配置し、高圧加熱炉の炉内に所定気圧の不活性ガスを注入し、その後、所定温度に加熱される。これにより、基体部401と蓋体部402とが熱接着される。

50

【0040】

これにより、圧電振動装置400の気密空間に封入される圧電体素子450に従来よりも大きな気圧がかかり、圧電体素子450の屈曲振動モードでの振幅は抑制されたものになる。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】従来の素子装置の断面図である。

【図2】圧電体素子の振動モードを説明する図である。

【図3】従来の圧電体素子のインピーダンスの周波数特性を説明する図である。

【図4】本発明の実施により製造される圧電振動装置の構成を説明する図である。

10

【図5】同圧電振動装置の製造フローを示す図である。

【図6】同圧電振動装置の製造工程での断面図である。

【図7】本発明の実施により製造される圧電振動装置の他の構成を説明する図である。

【図8】本発明の実施により製造される圧電振動装置の他の構成を説明する図である。

【符号の説明】

【0042】

50…圧電体素子

51…下部温度特性補償膜

52…下部電極膜

53…圧電薄膜

20

54…上部電極膜

55…上部温度特性補償膜

60…基体側基板

70…蓋体側基板

71, …外部接続端子

73, …接地端子

80…封止部

81, 82…封止部材

90…導電部

91, 92…導電部材

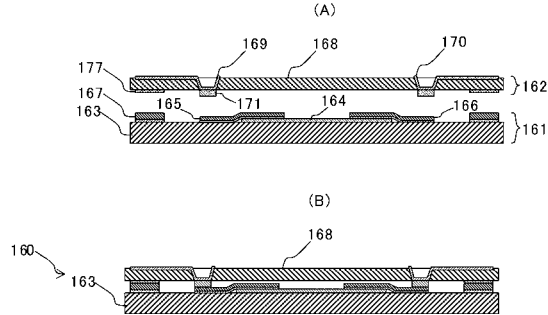
30

100, 300, 400…圧電振動装置

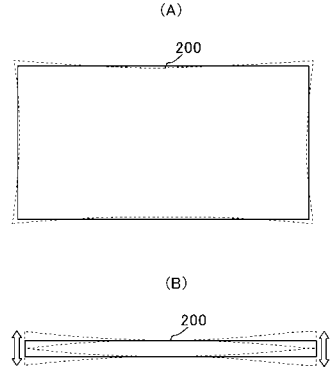
101…基体部

102…蓋体部

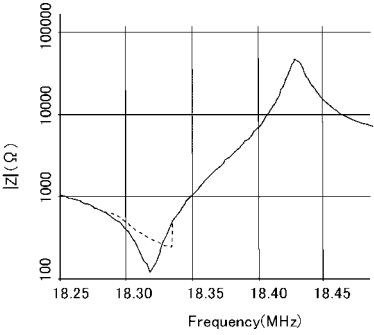
【図 1】



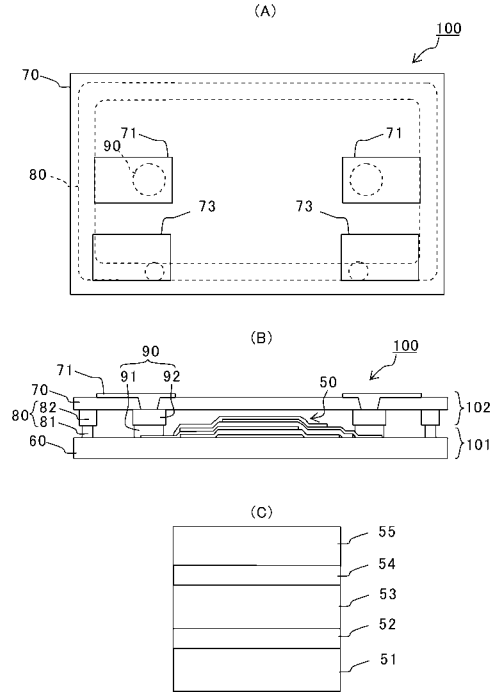
【図 2】



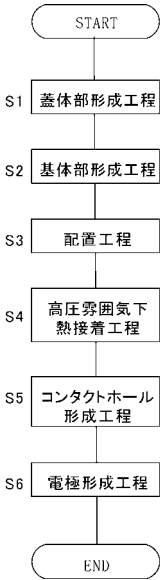
【図 3】



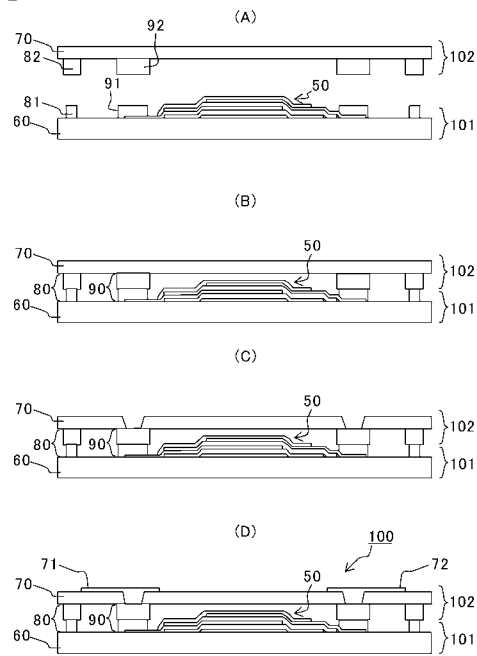
【図 4】



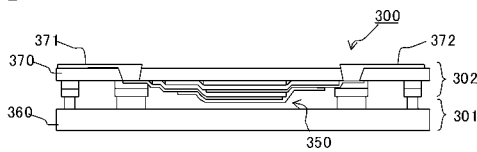
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

