

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4892780号
(P4892780)

(45) 発行日 平成24年3月7日(2012.3.7)

(24) 登録日 平成24年1月6日(2012.1.6)

(51) Int.Cl.	F 1
HO 1 L 41/22	(2006.01)
HO 1 L 41/09	(2006.01)
B 41 J 2/16	(2006.01)
B 41 J 2/045	(2006.01)
B 41 J 2/055	(2006.01)
HO 1 L 41/22	Z
HO 1 L 41/08	U
B 41 J 3/04	103H
B 41 J 3/04	103A

請求項の数 22 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2001-2183 (P2001-2183)
 (22) 出願日 平成13年1月10日 (2001.1.10)
 (65) 公開番号 特開2002-205408 (P2002-205408A)
 (43) 公開日 平成14年7月23日 (2002.7.23)
 審査請求日 平成19年12月21日 (2007.12.21)

(73) 特許権者 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100109667
 弁理士 内藤 浩樹
 (74) 代理人 100109151
 弁理士 永野 大介
 (74) 代理人 100120156
 弁理士 藤井 兼太郎
 (72) 発明者 三木 勝政
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内
 (72) 発明者 中谷 将也
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電子部品の製造方法および電子部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基体の上面に第1の電極層、圧電薄膜及び第2の電極層を順に備えてなる機能性素子の前記第2の電極層の上面に第1の樹脂層を塗布して硬化する工程と、前記第1の樹脂層の上面に第2の樹脂層を塗布した後、接着体をこの第2の樹脂層に重畳し、前記第2の樹脂層を硬化させる工程と、前記基体を除去してなる電子部品の製造方法。

【請求項 2】

接着体は単一材料あるいは複数の材料からなる積層体のいずれかであって、少なくとも接着表面に位置する部材には貫通孔が設けられている請求項1に記載の電子部品の製造方法。

10

【請求項 3】

第2の樹脂層を塗布する前に、基体を薄層化する工程を有する請求項1に記載の電子部品の製造方法。

【請求項 4】

基体は酸化マグネシアとし、前記基体の薄層化あるいは除去を少なくとも磷酸を含む溶液を用いたエッティングによって行う請求項3に記載の電子部品の製造方法。

【請求項 5】

第1の樹脂層と第2の樹脂層と同じ材料とした請求項1に記載の電子部品の製造方法。

【請求項 6】

20

第1の樹脂層の厚みは、第2の樹脂層の厚み以上とする請求項1に記載の電子部品の製造方法。

【請求項7】

第1の樹脂層と第2の樹脂層は、主として主剤と、この主剤を固溶しつつ自然放置あるいは加熱して蒸発する溶剤との混合した材料である請求項5に記載の電子部品の製造方法。

【請求項8】

第1の樹脂層と第2の樹脂層は、少なくとも同一の主剤とこの主剤を固溶する同一の溶剤とからなり、前記主剤と前記溶剤の混合比率が互いに異なり、前記第1の樹脂層の主剤の割合を前記第2の樹脂層の主剤の割合より高くしつつ、前記第1の樹脂層は前記第2の樹脂層よりも厚みを厚くする請求項1に記載の電子部品の製造方法。

【請求項9】

第1の樹脂層を塗布し硬化する工程は、前記第1の樹脂を塗布し半硬化状態とし、その上面に第2の樹脂層を塗布する請求項1に記載の電子部品の製造方法。

【請求項10】

第1の樹脂層と第2の樹脂層は同じ材料であって、前記第1の樹脂層を硬化させる際に、前記第2の樹脂層の硬化温度以下の熱処理を行うかあるいは前記第2の樹脂層の硬化時間以下で放置する請求項9に記載の電子部品の製造方法。

【請求項11】

第2の樹脂層を第1の樹脂層の上面に塗布する工程の前に、前記第1、第2の樹脂層の材料中に含まれる溶剤を前記第1の樹脂層上に塗布した後、前記第2の樹脂層を塗布する請求項1に記載の電子部品の製造方法。

【請求項12】

基体を薄層化する工程は、前記基体の厚みを接着体中の最も接着面側の部材の厚みよりも薄くする請求項3に記載の電子部品の製造方法。

【請求項13】

少なくとも第1の樹脂層は紫外線あるいは加熱によって硬化する材料であって、第1の樹脂層を紫外線によって硬化した後、第2の樹脂層を加熱硬化する請求項1に記載の電子部品の製造方法。

【請求項14】

第1の電極層、圧電薄膜及び第2の電極層を順に備えてなる機能性素子と、
前記第2の電極層の上面に設けられ、硬化された第1の樹脂層と、
この第1の樹脂層の上面に設けられ、硬化された第2の樹脂層と、
この第2の樹脂層の上面に設けられた接着体とからなる電子部品。

【請求項15】

前記第2の樹脂層は、前記第1の樹脂層の弾性定数以下でかつ前記第1の樹脂の破断伸び以上である請求項14に記載の電子部品。

【請求項16】

機能性素子と接着体とは、それぞれ第1の樹脂層または第2の樹脂層と接する面は互いに同材料で構成している請求項14に記載の電子部品。

【請求項17】

第2の樹脂層はシリコンを主剤としたゴム材料である請求項14に記載の電子部品。

【請求項18】

機能性素子は、第1の樹脂層の厚みよりも薄い請求項14に記載の電子部品。

【請求項19】

第1の樹脂層または第2の樹脂層のいずれか一方は、少なくともポリイミド系またはエポキシアクリレート系の材料からなる請求項14に記載の電子部品。

【請求項20】

第1の樹脂層の厚みは、第2の樹脂層の厚み以上とする請求項14に記載の電子部品。

【請求項21】

10

20

30

40

50

前記接着体は、

前記機能性素子上に位置する孔形状の加圧室と、

この加圧室の一方側と、前記接着体の外部へ開口する液体噴射口とを連結する溝部と、

前記加圧室の他方側に連結された液体供給路とを有し、

前記機能性素子の前記圧電薄膜の厚みは、前記加圧室の一方側と他方側の方向に直交する幅寸法よりも小さいものとした請求項 1 4 に記載の電子部品。

【請求項 2 2】

前記加圧室上の前記機能性素子が加圧室側に湾曲した請求項 2 1 に記載の電子部品。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、機能性素子を用い、例えばプリンタ等に用いる液体噴射装置をはじめとする、電子部品の製造方法および電子部品に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来の機能性素子を用いた電子部品の製造方法において、機能性素子は接着によって他の構造体に接合されることで、様々な用途に応用されてきた。例えば、特開平 6 - 155731 号公報にあるようにインクジェットヘッド（液体噴射装置）の製造においては、機能性素子である圧電素子を、ガラスの上にワックスで仮固定して位置決めした後に、インク流路部材との間の 1 層の接着剤をもって接着している。その後ワックスを溶かしてガラスを剥離すれば、圧電素子は底面部の接着剤によって保持される。

20

【0 0 0 3】

この液体噴射装置の圧力室（加圧室）内部にインクを導入し、圧電素子に電界を加えて変位させれば、インクは圧電素子とその底面部の樹脂層によって押圧されてノズル孔（液体噴射口）より外部へ吐出される。

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、近年のデバイスの軽薄短小化の流れもあって、機能性素子もまた小型、薄型化がますます進んでいる。このような機能性素子は一般に非常に脆弱であって、実装の際の取り扱いが非常に困難であった。すなわち薄膜単体で搬送することは、実装の際の位置決めが困難であり、加えて破壊しやすいといった問題があった。また、この問題を解決するためにガラス等の基板に仮固定を行う場合は、基板と機能性素子を剥離する際に破壊しやすい。加えて、接着時に外部から伝えられる熱応力等によって、簡単に破壊してしまうといった問題を有していた。

30

【0 0 0 5】

本発明は、上記従来の問題点を解決するもので、脆弱な機能性素子を破壊することなく効率的に他の部材に接着して生産性を向上させることを目的とする。

【0 0 0 6】

【課題を解決するための手段】

そしてこの目的を達成するために本発明は、基体の上面に第 1 の電極層、圧電薄膜及び第 2 の電極層を順に備えてなる機能性素子の前記第 2 の電極層の上面に第 1 の樹脂層を塗布して硬化する工程と、第 1 の樹脂層の上面に第 2 の樹脂層を塗布した後、接着体をこの第 2 の樹脂層に重畳し、前記第 2 の樹脂層を硬化させる工程と、基体を除去してなる電子部品の製造方法とした。これにより本発明は、機能性素子を第 1 の樹脂層で補強しているので破壊を防止できる。さらに圧電薄膜の上面は第 1 の電極層が覆っているので、基体除去のための薬液から圧電薄膜を防護でき、基体除去後に電子部品の電極としてそのまま用いることができ、信頼性、生産性がよいという作用を有する。

40

【0 0 0 7】

また機能性素子を MgO（酸化マグネシア）基板上で形成した後に、この MgO 基板をそのまま機能性素子を実装するまでの保持部材として用い、この MgO 基板を弱酸である

50

磷酸でのエッティングによって除去することで、機能性素子に外力を加えることなく保持部材の剥離が行える。さらに、接着に先立ってMgO基板を磷酸によって薄層化すれば、接着後のエッティング時間を短縮できてより接着層や他の部材へのダメージが軽減できるだけでなく、加熱接着時に接着体とMgO基板との間に発生する応力差を軽減でき、接着体や機能性素子の破壊を防止できる。

【0008】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項1に記載の発明は、基体の一方の面に設けた機能性素子の上面に第1の樹脂層を塗布して硬化する工程と、前記第1の樹脂層の上面に第2の樹脂層を塗布した後、接着体をこの第2の樹脂層に重畠し、前記第2の樹脂層を硬化させる工程と、前記基体を除去してなる電子部品の製造方法であって、機能性素子を第1の樹脂層で補強しているので破壊を防止できるという作用を有するものである。

【0009】

また本発明は、基体の上面に第1の電極層、圧電薄膜及び第2の電極層を順に備えてなる機能性素子の前記第2の電極層の上面に第1の樹脂層を塗布して硬化する工程と、前記第1の樹脂層の上面に第2の樹脂層を塗布した後、接着体をこの第2の樹脂層に重畠し、前記第2の樹脂層を硬化させる工程と、前記基体を除去してなる電子部品の製造方法であり、基体除去後に圧電薄膜の上面は第1の電極層が覆っているので、基体除去のための薬液から圧電薄膜を防護でき、その後電子部品の電極としてそのまま用いることができ、信頼性、生産性がよいという作用を有するものである。

【0010】

請求項2に記載の発明は、接着体は単一材料あるいは複数の材料からなる積層体のいずれかであって、少なくとも接着表面に位置する部材には貫通孔が設けられているもので、接着樹脂は貫通孔に入り込んで貫通孔の側壁との間で接着が行われるので、より強い接着力が得られるという作用を有するものである。

【0011】

請求項3に記載の発明は、第2の樹脂層を塗布する前に、基体を薄層化する工程を有するもので、基体を薬剤によって溶かす場合には、薬液への浸漬時間が短縮できるので、接着層を始めとする各部位が薬液にさらされる時間も短くなり、各部の信頼性を損なう事がなくなる。また加熱接着の際には基体と接着体との間で応力が発生し、応力が大きい場合には基体あるいは接着体が破壊に至るが、基体をあらかじめ薄層化しておくことでこうした応力を小さくできるという作用を有するものである。

【0012】

請求項4に記載の発明は、基体は酸化マグネシアとし、前記基体の薄層化あるいは除去を少なくとも磷酸を含む溶液を用いたエッティングによって行うもので、磷酸溶液によって酸化マグネシア(MgO)は速やかにエッティングされるので生産効率が良く、また比較的弱い酸であるので接着層を始めとする他の各部材への影響が小さいという作用を有するものである。

【0013】

請求項5に記載の発明は、第1の樹脂層と第2の樹脂層と同じ材料としたもので、第1の樹脂層と第2の樹脂層とが同じ材料であるので、硬化のための最終的な加熱温度は同一であり、いずれか一方の材料が熱によって劣化することがなくなる。また接着界面は同一の材料の重ね合わせであって、互いの材料が相手に対して悪影響を及ぼさず、加えて加熱時の拡散によって微視的に成分の交換が行われたり、第1の樹脂層のごく表層部分が第2の樹脂層によって溶解されて両者が部分的に混合され、混合された部分は第1、第2の両樹脂層と同じ材料であるので、接着界面が連続的につながったような状態となって、界面の存在が希薄になり、第1の樹脂層と第2の樹脂層とがより強い接着力で結ばれるという作用を有するものである。

【0014】

請求項6に記載の発明は、第1の樹脂層の厚みは、第2の樹脂層の厚みとほぼ同等また

10

20

30

40

50

はそれ以上とするもので、第1の樹脂層は厚みが大きいので機能性素子等を効果的に補強が行え、逆に第2の樹脂層の役目は接着であるので必要以上に厚い必要はなく、薄いことで余分な樹脂のはみ出しを押さえ、機能性素子の特性をばらつかせないという作用を有するものである。

【0015】

請求項7に記載の発明は、第1の樹脂層と第2の樹脂層は、主として主剤と、この主剤を固溶しかつ自然放置あるいは加熱して蒸発する溶剤との混合した材料であるもので、第1の樹脂層は第2の樹脂層中の溶剤によって極微量に溶解あるいは軟化がなされ、両者の界面の間で成分の混合箇所が容易に得られ、界面を微視的にこの混合箇所に置き換えることによってより強い接合力が得られ、またこの種の樹脂材料はスピンドル等で均一な厚みにした後に溶剤の一部を蒸発させれば、容易に均一な厚みの樹脂層が得られ、第1の樹脂層の厚みや、第2の樹脂層による接着剤の量のコントロールがしやすく、電子部品の特性の安定化が得られやすいという作用を有するものである。

10

【0016】

請求項8に記載の発明は、第1の樹脂層と第2の樹脂層は、少なくとも同一の主剤との主剤を固溶する同一の溶剤とからなり、前記主剤と前記溶剤の混合比率が互いに異なり、前記第1の樹脂層の主剤の割合を前記第2の樹脂層の主剤の割合より高くしかつ、前記第1の樹脂層は前記第2の樹脂層よりも厚みを厚くするもので、主剤の割合を変えることで容易に樹脂層の厚みを制御でき、かつ機能性素子は厚みの大きい第1の樹脂層によって強固な補強がなされ、接着は厚みの小さい第2の樹脂層によって成されることで余分な樹脂の残留を防ぎ、機能性素子の特性が安定化するという作用を有するものである。

20

【0017】

請求項9に記載の発明は、第1の樹脂層を塗布し硬化する工程は、前記第1の樹脂を塗布し半硬化状態とし、その上面に第2の樹脂層を塗布するもので、第1の樹脂層は半硬化状態であるので可塑性に富み、外部からの応力に対して柔軟に対応できるので機能性素子への応力が伝達を効率的に防止でき、また重畳後の加圧によって樹脂層は平坦化されやすく、全面で均一な接着が行えるようになる。また加えて、第1の樹脂層は半硬化状態であるので第2の樹脂層と接触面でなじみやすく、より強固な接着が得られるという作用を有するものである。

【0018】

30

請求項10に記載の発明は、第1の樹脂層と第2の樹脂層は同じ材料であって、前記第1の樹脂層を硬化させる際に、前記第2の樹脂層の硬化温度以下の熱処理を行うかあるいは、前記第2の樹脂層の硬化時間以下で放置するもので、第1の樹脂層は硬化温度以下の過熱あるいは加熱時間が短いので完全硬化にはいたらず、半硬化状態を容易に作り出すことができ、第1の樹脂層と第2の樹脂層を同じ材料とすることによって、両者の接触面において微視的に混合が行われてもその部分はやはり同じ材料の樹脂層であるので、樹脂本来の特性を損なうことなくより強い接着強度が得られるようになり、その後の第2の樹脂層の加熱の際に所定の加熱温度で処理されることによって、第1、第2の両樹脂層は同時に本来の硬化が得られるという作用を有するものである。

【0019】

40

請求項11に記載の発明は、第2の樹脂層を第1の樹脂層の上面に塗布する工程の前に、前記第1、第2の樹脂層の材料中に含まれる溶剤を前記第1の樹脂層上に塗布した後、前記第2の樹脂層を塗布するもので、塗布された溶剤によって第1の樹脂層の表面は、微視的に膨潤あるいは溶解し、これによって第2の樹脂層を塗布した状態において、両者の接触面では成分が混在し、かつ第1の樹脂層表面の凹凸を吸収して、強固でかつ全面で均一な接着が行え、また使用する溶剤は樹脂材料が本来溶解していたものであるので、これが接着に悪影響を及ぼすことがないという作用を有するものである。

【0020】

請求項12に記載の発明は、基体を薄層化する工程は、前記基体の厚みを接着体中の最も接着面側の部材の厚みよりも薄くするもので、基体の厚み減少によって接着面側の部材

50

が基体から受ける熱応力を低下でき、接着面側の部材の割れや、その他の部材からの剥離を防止できるという作用を有するものである。

【0021】

請求項13に記載の発明は、少なくとも第1の樹脂層は紫外線あるいは加熱によって硬化する材料であって、第1の樹脂層を紫外線によって硬化した後、第2の樹脂層を加熱硬化するもので、第1の樹脂層を機能性素子上面に形成する際には加熱を必要としないので、樹脂の硬化収縮に伴う応力や、基体と機能性素子の間の熱膨張率の差によって発生する熱応力等によって、基体が割れたり機能性素子が基体から剥離するといった事態を防止でき、また第2の樹脂層を熱硬化する際に第1の樹脂層も加熱されるので、硬化が紫外線のみによる状態から更に進んで、強固な樹脂層を形成できるという作用を有するものである。

10

【0022】

請求項14に記載の発明は、第1の電極層、圧電薄膜及び第2の電極層を順に備えてなる機能性素子と、第2の電極層の上面に設けられ、硬化された第2の樹脂層と、この第2の樹脂層の上面に設けられた接着体とからなる電子部品であって、あらかじめ第1の樹脂層を硬化させることができ、第2の樹脂層による接着時の加圧によってもその厚みが全体的に、あるいは局所的に減少することなく、確実に機能性素子を保護できるという作用を有するものである。

【0023】

請求項15に記載の発明は、機能性素子と、この機能性素子の上面に設けられた第1の樹脂層と、この第1の樹脂層の上面に設けられた、前記第1の樹脂の弾性定数以下でかつ前記第1の樹脂の破断伸び以上である第2の樹脂層と、この第2の樹脂層の上面に設けられた接着体とからなるもので、機能性素子は第1の樹脂層によって補強されているのでぐれた強度を有し、同時に柔らかい第2の樹脂層によって弾性的に保持されるので、振動などを始めとする機能性素子の振動を阻害せず、加えて接着時に余分に残留している樹脂は柔らかい第2の樹脂層の材料であるので、機能性素子の特性ばらつきが小さく、さらに熱衝撃等によって外部から加わる応力を第2の樹脂層で吸収出来るので、破壊が起こりにくいという作用を有するものである。

20

【0024】

請求項16に記載の発明は、機能性素子と接着体とは、それぞれ第1の樹脂層または第2の樹脂層と接する面は互いに同材料で構成しているもので、第1、第2の樹脂層の材料を同じ材料として、この材料と密着性の良い材料を機能性素子及び接着体の両方の面上に形成することで、より密着性を向上させて接着強度を上げることが出来、また機能性素子の面上に形成する材料が導電性であれば、そのまま電極などに応用することが出来る。加えて、同じ材料とすれば両者の間にイオン化傾向等の差がなく、長期的に見て腐食等の問題が発生しにくいという作用を有するものである。

30

【0025】

請求項17に記載の発明は、第2の樹脂層はシリコンを主剤としたゴム材料であるもので、シリコンゴムは弾性定数が低くかつ破断伸びも大きく、またシリコンゴムは常温で硬化する性質のものも存在し、これを用いることで接着時に熱を用いる必要がなくなり、機能性素子や接着体の熱応力による破壊を防ぐことが出来るという作用を有するものである。

40

【0026】

請求項18に記載の発明は、機能性素子は第1の樹脂層の厚みよりも薄いもので、厚い第1の樹脂層によって機能性素子がもっている内部応力を第1の樹脂層内部において効率よく吸収し、かつ強度も増すために機能性素子の破壊を防止でき、特に薄膜で形成した機能性素子などは脆弱であるが、こうした方法を取ることで破壊を防ぐことができるという作用を有するものである。

【0027】

請求項19に記載の発明は、第1の樹脂層または第2の樹脂層のいずれか一方は、少な

50

くともポリイミド系またはエポキシアクリレート系の材料からなるもので、これらの材料を用いて形成した第1の樹脂層は強固な膜となって機能性素子の面上を覆うため、薄膜などの脆弱な機能性素子全体を機械的に補強し、また工程中において使用される溶剤や大気中の水分等から、機能性素子を保護することが出来、これらの材料は主剤と溶剤成分とで作成が可能であるので、請求項8の効果にあるように樹脂層の厚みの制御がしやすく、機能性素子を破壊から防ぎかつ必要な特性を満足するための、樹脂層の作成が容易である。また第2の樹脂層の材料として用いた場合には、同様の理由で樹脂層の厚み制御がしやすく、余分な樹脂の残留を防止でき、機能性素子に余分な負荷を与えないで特性が安定する。これら第1、第2の樹脂層を用いることによって、機能性素子の補強と、特性の安定化を実現できるという作用を有するものである。

10

【0028】

請求項20に記載の発明は、第1の樹脂層の厚みは、第2の樹脂層の厚み以上とするものであり、第1の樹脂層は厚みが大きいので機能性素子等を効果的に補強が行え、逆に第2の樹脂層の役目は接着であるので必要以上に厚い必要はなく、薄いことで余分な樹脂のはみ出しを押さえ、機能性素子の特性をばらつかせないという作用を有するものである。

【0029】

請求項21に記載の発明は、接着体に設けられた加圧室とこの加圧室の一方側に連結した液体噴射口と、前記加圧室の他方側に連結した液体供給口と、前記加圧室の一方側と他方側の間に設けられた機能性素子としての加圧体とを備えた電子部品において、前記加圧体は前記加圧室の一方側と他方側の方向に直交する幅寸法よりも小さい厚みの圧電材料部分を有し、前記加圧体と加圧室を構成する部材とを接着するもので、加圧体としてより薄い圧電材料を用いることが出来、加圧室と加圧体との構成上、加圧体は加圧室上で中空に保持されるようになるが、加圧体として圧電薄膜のように薄い厚みの圧電材料を用いた場合には、その内部応力や外部から加わる応力によって簡単に破壊が起こる。そこで本発明にある方法を用いることにより、加圧体を機械的に補強しつつ接着が行え、また2つの樹脂層によって外部からの応力を吸収するので、加圧体が破壊することを防止できるのである。こうして加圧体を薄く作成することで、より小さい面積で大きな可動部を得ることができ、加圧室の体積変化を大きくできるので、効率よく加圧室内部の液体を加圧し、外部に噴射できるようになるのである。加えて、加圧室内に液体が流入した場合においては、2層の樹脂層は液体から加圧体を保護する役目を果たすという作用を有するものである。

20

【0030】

請求項22に記載の発明は、加圧室上の加圧体が加圧室側に湾曲したもので、加圧体全体を加圧室側に湾曲させることによって、樹脂層を挟んで加圧室と逆側にある加圧体に対して圧縮方向の応力を加えられるようになり、圧電材料は引っ張りに対してよりも圧縮に対しての方が破壊しにくく、駆動を行わない初期状態において圧縮方向の応力を加えておくことで、駆動時において圧電材料に加わる応力は全体として圧縮の傾向となるので、初期状態において全く応力のない場合と比較して破壊が発生しにくいという作用を有するものである。

30

【0031】

(実施の形態1)

40

以下、本発明の一実施の形態における電子部品を、図面を参照しながら説明する。

【0032】

図1は本発明の一実施の形態における電子部品の工程を説明する断面図である。

【0033】

まず、図1(a)に示すように、厚み0.5mm程度の酸化マグネシアを材料とする基体11の面上に、機能性素子12を形成する。この機能性素子12は例えば圧電材料等であって、スパッタ法等を用いることによって基体11の面上に均一な薄膜として形成される。この時、基体11として酸化マグネシアを用いる理由としては、圧電材料の特性をよくできることと、後に述べるように製造上非常に都合がよいからである。

【0034】

50

次に、図1(b)に示すように、機能性素子12の面上に第1の樹脂層13を形成する。第1の樹脂層13の形成には、例えば材料を機能性素子12の面上に適量塗布した後に、スキージによって全面を均一な膜厚とする。このあと加熱処理などの方法によって第1の樹脂層13を硬化させる。

【0035】

次に、図1(c)に示すように、基体11の薄層化の処理を行う。この方法は、例えば30%程度の磷酸水溶液を80程度に加熱したものに、全体を浸漬することである。これによって基体11を約半分の厚みまで薄層化する。この時、磷酸を用いることによって、酸化マグネシアの薄層化を効率よく全面均一に行えると同時に、比較的弱酸である磷酸を用いているので機能性素子12や、機能性素子12を覆っている電極材料等に対するダメージが小さい。

10

【0036】

次に、図1(d)に示すように、第1の樹脂層13の面上に第2の樹脂層14を、第1の樹脂層13の時と同様の方向で塗布する。

【0037】

次に、図1(e)に示すように、接着体15を第2の樹脂層14の上に重ね合わせ、適当な加圧を加えながら加熱を行って第2の樹脂層14を硬化させる。この時、基体11と接着体15との間に熱膨張率の差がある場合、硬化後に両者の間で応力が残る。この応力が大きい場合には、基体11あるいは接着体15が破壊に至る。しかしながら本工程にあるように、基体11をあらかじめ薄層化しておくことによって、例え熱膨張に差が生じた場合でも残留する応力を低下でき、基体11あるいは接着体15が破壊することを防ぐことができる。また、基体11の薄層化による方法を用いれば、より高温で接着することができる。接着力が向上して機能性素子12の剥がれを防止できる。この基体11の薄層化は、接着体15の厚み、あるいは接着体が複数の層状の形態を有している場合、接着体15の厚みあるいは接着体の中で接着剤に直接触れる部位の厚みよりも薄層化することで、より大きな効果がある。すなわち応力の大小を決定する大きな要因は各種材料定数や、厚み等の寸法であるが、例えば曲げ応力の場合には材料定数の寄与率よりも厚み寸法の寄与率の方がはるかに大きい。よって上記のように基体11を接着体15や接着体15の接着面を形成する部位の厚みよりも薄くすることで、より確実に接着後の接着体15に加わる応力を低減でき、接着体15やこれに接着される基体11や機能性素子12の破壊を防止できる。

20

【0038】

最後に、図1(f)に示すように、先程の基体11の薄層化の方法と同様にして、基体11を完全に除去して機能性素子12のみを接着体15上に残す。この状態においては、これまで基体11が受けている応力が解放され、全て機能性素子12に加わるため、機能性素子12が薄膜等であれば脆弱であるので破壊されてしまう。しかし本実施の形態の工程によれば、第1の樹脂層13が接着体15から加わる応力を吸収して和らげ、同時に機能性素子12の補強剤としての役目も果たすので、機能性素子12が破壊に至るのを防ぐことが出来る。また、本実施の形態のように樹脂層を2層にすることによってより確実に得られる。すなわち、樹脂が一層だけである場合、接着時の加圧によって樹脂層の厚みが変化し、加圧が強い場合は樹脂層が薄くなるため上記の効果が得られず、また加圧に傾きが生じた場合等は樹脂層の厚みが全体的に不均一になり、樹脂層の厚みの薄い箇所から破壊が起こる。しかしながら、本実施の形態による方法によれば、第1の樹脂層13はあらかじめ硬化がなされているので、第2の樹脂層14による接着時の加圧によってもその厚みが全体的に、あるいは局所的に減少することがなく、確実に機能性素子12を保護できる。また本実施の形態によれば、第1の樹脂層13の厚みを容易に制御できるので最適な厚みの樹脂層が得られ、機能性素子を有効に補強しつつ、その特性を劣化させない最適な条件が簡単に得られる。そして第2の樹脂層14は接着時の加圧によって厚みが減少するので、接着剤としての効果を有しながら同時に、機能性素子12に特性的に大きな影響を及ぼすことを防ぐことが出来る。

40

50

【0039】

さらに、第2の樹脂層14は接着の役目だけを果たせばよいので、その厚みは接着剤として機能する程度でよく、あらかじめ第1の樹脂層13と比較して厚みを薄くしておけば、第2の樹脂層14が機能性素子12へ及ぼす特性ばらつきをさらに押さえ込むことが出来る。

【0040】

また接着層の材料として主剤とこれを固溶する溶剤とからなるものを用いれば、主剤と溶剤との混合比の変更によって粘度を調整でき、塗布後の膜厚も容易に制御できる。更に、第1、第2の樹脂層13, 14の材料として、同じ主剤及び溶剤であって、互いに混合比の異なる材料を用いれば、溶剤が揮発した後では同じ材料で異なる厚みの樹脂層が得られる。この同じ材料の樹脂層を重ね合わせることによって、異なる材料を用いる場合よりも強い接着強度が得られる。すなわち、同一の材料であるので両樹脂層の接触部においては互いになじみやすく、また第1の樹脂層13が硬化したとはいえ第2の樹脂層14中の溶剤によって微視的にでも溶解、あるいは膨潤すれば、接触面で互いに材料の交換が行われてより強い結びつきとなる。そして材料の交換が行われた部位もまた第1、第2の樹脂層13, 14と同じ材料であるので、対極的にみれば接触部が失われて第1、第2の樹脂層13, 14が1つの層とみなせるような状態に近づくのである。この効果をより積極的に得ようとする場合には、第1の樹脂層13の面上にまず溶剤のみを塗布して表面を溶解させた後、第2の樹脂層14を塗布すればよい。あるいは、第1の樹脂層13を硬化させる際、硬化温度を十分に上げないかあるいは、硬化時間を短くするなどして、基体11の薄層化の工程に耐えられる程度の半硬化状態としておくことで、前述の効果をより得易くなる。なおこの場合、半硬化状態の第1の樹脂層13は、第2の樹脂層14の硬化時に所定の熱処理が加えられて、完全硬化に至る。あるいは樹脂材料として加熱と紫外線によって硬化が進む特性を有するものを用いても、同様の効果が得られる。すなわち第1の樹脂層13を紫外線の照射のみによって仮硬化させた状態にしておき、基体11の薄層化の後に第2の樹脂層14を塗布し、加熱硬化させる方法である。この方法によれば、第1の樹脂層13の硬化の際に熱が加わらないので、基体11と機能性素子12の間で応力が発生せず、よって内部の残留応力発生を防ぎ、あるいはこの応力によって機能性素子12が基体11から剥がれたりするようなこともなくなる。

【0041】

10

(実施の形態2)

20

図2は本発明の実施の形態2を示す電子部品の工程を説明する断面図である。概略はほぼ実施の形態1と同様であるが、異なるのは接着体15に貫通孔26が設けられている点である。この方法による効果としては実施の形態1に記載のものに加え、貫通孔26が設けられていることで樹脂材料中の溶剤やガス成分が外部に逃げやすい点が挙げられる。すなわち実施の形態1においては貫通孔が存在しなかつたため、第2の樹脂層14を硬化させる際に発生する揮発溶剤やガス等は基体11と機能性素子12の端面部分のみから外部へ流出せねばならず、そのために硬化に時間がかかったり、溶剤が十分に抜けきらないことによって未硬化部が発生し、接着の信頼性を損なう場合があった。そこで本実施の形態にある方法を用いることにより、こうした問題を解決できるのである。更に、第2の樹脂層24の硬化の際に貫通孔26の内部に若干の樹脂が入り込んで、貫通孔26の壁面と第2の樹脂層24との間でフィレット27が形成され、この効果によって機能性素子22と接着体25との間で、より強い接着力が得られるのである。

40

【0042】

また図3は図2とほぼ同じ工程断面図であるが、図3(d)において第2の樹脂層34の厚みを薄くしているところが異なっている。図3の方法によれば、図2で説明した効果に加え、第2の樹脂層の厚みを薄くすることによって実施の形態1で説明したような効果も同時に得られる。また第2の樹脂層34を薄くしたことによって、貫通孔36の内部へ進入する樹脂が減少し、図2にあったフィレットが目立たなくなっているが(図示せず)、効果は同様に得られることはいうまでもない。逆にこの方法によれば、機能性素子32

50

の貫通孔上で中空に保持されている部分について、樹脂による負荷が減少して特性の劣化やばらつきが小さく抑えられる。また加えていえば、貫通孔 3 6 を設けることにより、機能性素子を中空に保持して、機能性素子単体の振動等が得られるのである。

【 0 0 4 3 】

図 4 は図 3 に類似する方法を用いた、電子部品の製造方法の一例を示す工程の断面図である。また図 5 はその電子部品の一例を示す斜視図であり、これは液体噴射装置の一例を示すものである。図 3 (d) の工程に引き続いて図 3 (e) が図 4 (a) 、図 3 (f) が図 4 (b) に対応しており、最後に図 4 (c) が加わっている。

【 0 0 4 4 】

図 4 (a) は接着体 3 5 に基体 3 1 、機能性素子 3 2 が、第 1 の樹脂層 3 3 、第 2 の樹脂層 3 4 によって接着された状態である。基体 3 1 の上面には第 1 の電極層、圧電薄膜及び第 2 の電極層が順に備えられており、これがアクチュエータ部として用いられる機能性素子 3 2 となっている。接着体 3 5 はガラス 3 7 とシリコン 3 8 の積層体であって、シリコン 3 8 側に接着部が設けられる。シリコン 3 8 には加圧室 3 9 が貫通孔形状で設けられ、その一方側には加圧室 3 9 よりも深さ、奥行き、長さともに小さい溝部 4 1 が連結している。ガラス 3 7 はその一部に溝加工が行われ、液体供給路 4 2 が設けられている。このシリコン 3 8 とガラス 3 7 が重畠された状態において、加圧室 3 9 の溝部 4 1 と連結する側の他方側において、加圧室 3 9 と液体供給路 4 2 との一部が連結して液体供給口 4 0 が形成されている。図 4 (b) において基体 3 1 を除去して、アクチュエータ部は加圧体 4 3 となる。そして最後に図 4 (c) において、溝部 4 1 にかかる部分を切断することで外部に対する開口部が生まれ、液体噴射口 4 4 となる。

【 0 0 4 5 】

このようにしてできた電子部品が、図 5 に示す液体噴射装置である。図 5 において、複数の加圧体 5 6 と共通電極 5 8 は 1 つの圧電薄膜および電極をパターニングすることによって形成される。加圧体 5 6 は圧電薄膜を上下の電極で挟み込んで形成されており、下側の電極はパターニングされておらず、共通電極 5 8 と導通している。また上側の電極は加圧体 5 6 上と、必要に応じて電極を外部に引きのばすためのパターン部にのみ設けられる。そして各加圧体 5 6 は、それぞれ独立して並列に並んだ加圧室 5 3 の直上に位置している。このような状態において、加圧体 5 6 の上側電極と共通電極 5 8 の間に電界を加えると圧電薄膜が歪み、下側電極とユニモルフの構成となっているので加圧体 5 6 が屈曲変形する。これによって加圧室 5 3 内部の体積を可変出来るのである。各加圧室 5 3 の一方側にはそれぞれ液体噴射口 5 7 が連結され、また他方側には液体供給路 5 5 が連結して液体供給口 5 4 が設けられる。液体供給路 5 5 は全ての加圧室 5 3 で共通である。ガラス 5 1 に設けられた液体導入口 5 9 から液体が内部に流入し、加圧室 5 3 内部に液体が満たされる。この時に加圧体 5 6 を変形させて液体を押圧することによって、液体を外部に噴射するのである。

【 0 0 4 6 】

液体を効率よく噴射するためには、加圧体で十分な変形が行われることが重要である。同じ加圧体の面積及び駆動電圧で変形量をより多くする場合には、加圧体を薄くすれば良い。そのために圧電材料や電極を薄膜で形成することは非常に有効であるが、反面圧電薄膜は脆弱であるし中空で保持する必要があるため、これをいかにして効率よく他の部材に接着するかがポイントとなる。前述したように本発明にある工程は、薄膜などの脆弱な部材を 2 層の樹脂層を用いることによって、これを破壊することなく他の部材に接着することが出来る。

【 0 0 4 7 】

シリコンはドライエッティング等の方法によって微細加工が可能で、微小な加圧室を精度良く形成することが容易である。しかしシリコンには多数の加圧室が設けられ、しかも加圧室が貫通孔である都合上シリコンは厚みを多く取ることに限界があり、ガラスなどに比較して強度を確保しにくい。そこで前述にあるように、圧電薄膜が形成されている基体を薄層化する工程を用いることによって、接着時の応力によってシリコンが破壊することを

10

20

30

40

50

防止することができる所以である。

【0048】

図6は本実施の形態における要部である加圧室周辺の液体噴射口側から見た断面図である。シリコン62はガラス61と接合されており、またシリコン62は加圧室63が複数並列に設けられている。シリコン62の上には順に、樹脂層64によって共通電極65が接着されている。この樹脂層64は図示はしていないが、本実施の形態にある2層構造となっている。共通電極65上には圧電薄膜駆動部66と圧電薄膜67が互いに分離して設けられ、更に圧電薄膜駆動部66の面上には上部電極個別部68が、また圧電薄膜67の面上には上部電極69が設けられている。圧電薄膜駆動部66と圧電薄膜67、及び上部電極個別部68と上部電極69は、もともとは一体であって、共通電極65とともにシリコン62に接着後にパターニングされて、個別に分割されている。

【0049】

ここで共通電極65、圧電薄膜駆動部66、上部電極個別部68によって加圧体が形成されるわけであるが、この加圧体は樹脂層64の作用によって加圧室側に湾曲した形状となっている。これは樹脂層64が硬化の際に収縮を起こし、加圧室63の壁面に向かって引力が作用することによる。このような状態においては、加圧体中の共通電極の厚みが圧電薄膜駆動部の厚みと同程度以上であり、また共通電極の弾性定数が圧電薄膜駆動部の弾性定数と同程度以上であれば、圧電薄膜駆動部中に圧縮応力を恒常に発生させることが可能となる。これら圧電薄膜は一般には、引っ張りに対してよりも圧縮に対しての方が耐久性がよいので、加圧体の駆動を圧縮応力時と応力の無い時の間で行うようにすれば、圧電薄膜駆動部には引っ張り応力が加わらないので、長期的な耐久性を維持できるのである。また、共通電極や上部電極個別部は導電性が必要なことから金属材料などが用いられるが、これらの材料は圧電材料よりも一般には疲労限度が高いので、こうした応力によって極端に長期的な耐久性が低下することはない。よって本電子部品の長期信頼性が確保できるのである。

【0050】

【発明の効果】

以上のように本発明は、基体の上面に第1の電極層、圧電薄膜及び第2の電極層を順に備えてなる機能性素子の前記第2の電極層の上面に第1の樹脂層を塗布して硬化する工程と、第1の樹脂層の上面に第2の樹脂層を塗布した後、接着体をこの第2の樹脂層に重畠し、前記第2の樹脂層を硬化させる工程と、基体を除去してなる電子部品の製造方法とした。これにより本発明は、機能性素子を第1の樹脂層で補強しているので破壊を防止できる。さらに圧電薄膜の上面は第1の電極層が覆っているので、基体除去のための薬液から圧電薄膜を防護でき、基体除去後に電子部品の電極としてそのまま用いることができ、信頼性、生産性がよいという作用を有する。

【0051】

また接着体と第2の樹脂層を重畠する前に基体を薄層化する工程を設けたので、機能性素子や接着体を破壊することなく接着が行え、生産の効率が向上するとともに、薄膜等の脆弱な機能性素子を用いた電子部品の製造が可能となるといった効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1における電子部品の工程を説明する断面図

【図2】 本発明の実施の形態2における電子部品の工程を説明する断面図

【図3】 本発明の他の実施の形態2における電子部品の工程を説明する断面図

【図4】 本発明の他の実施の形態2における電子部品の工程を説明する断面図

【図5】 本発明の他の実施の形態2における電子部品の斜視図

【図6】 同要部である加圧室周辺の液体噴出口側から見た断面図

【符号の説明】

11, 31 基体

12, 22, 32 機能性素子

13, 33 第1の樹脂層

10

20

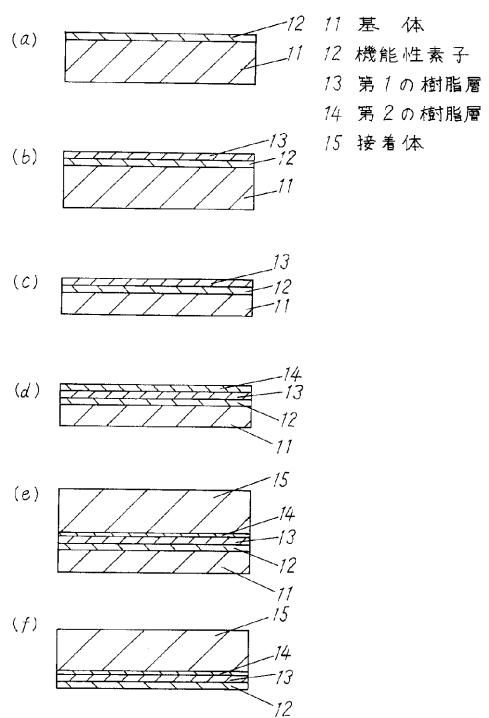
30

40

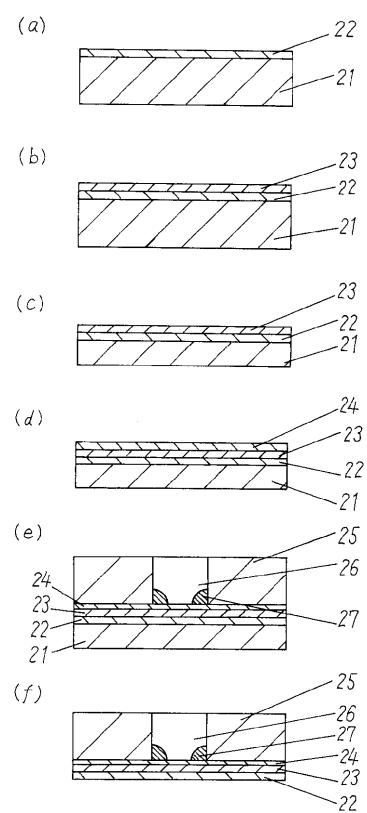
50

- 1 4 , 2 4 , 3 4 第2の樹脂層
 1 5 , 2 5 , 3 5 接着体
 3 9 , 5 3 , 6 3 加圧室
 4 3 , 5 6 加圧体
 5 8 , 6 5 共通電極
 6 4 樹脂層
 6 6 圧電薄膜駆動部
 6 8 上部電極個別部

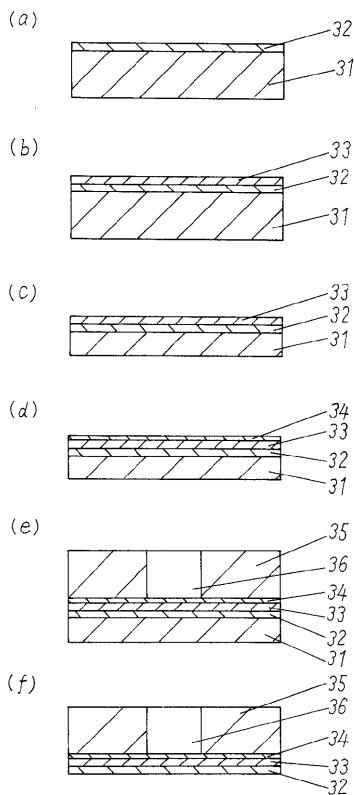
【図1】



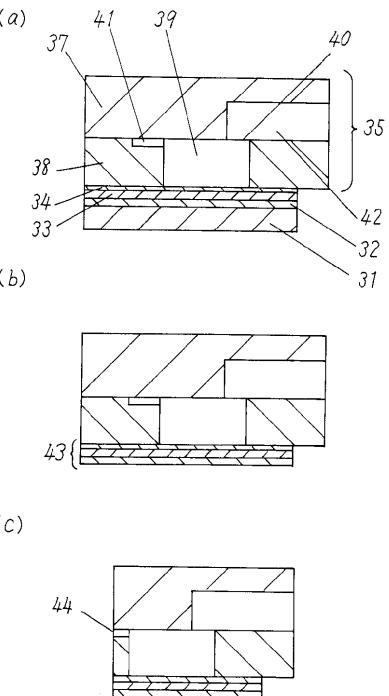
【図2】



【図3】

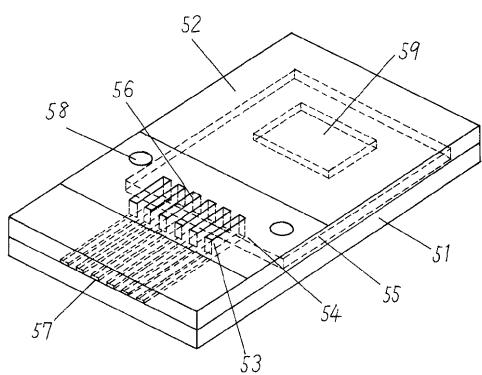


【図4】

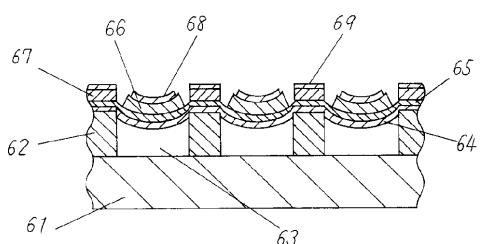


【図5】

51 ガラス
 52 シリコン
 53 加圧室
 54 液体供給口
 55 液体供給路
 56 加圧体
 57 液体噴射口
 58 共通電極
 59 液体導入口



【図6】



フロントページの続き

審査官 河合 俊英

(56)参考文献 特開2000-272136(JP,A)

特開2000-141654(JP,A)

特開平09-167744(JP,A)

特開平10-272774(JP,A)

特開平06-316071(JP,A)

特開平05-212863(JP,A)

特開平11-343465(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 41/22

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16

H01L 41/09