

明 細 書

発明の名称：電子部品搭載基板及び電子機器

技術分野

[0001] 本開示は、電子部品搭載基板及び電子機器に関する。

背景技術

[0002] スマートフォン、ウェアラブル機器をはじめとする端末系の電子機器は多種多様な環境で使用されることから、過酷な条件下でも誤作動を生じることの無いよう、高い信頼性が求められている。更には、電子機器の小型化及び低背化が進んだことで、使用される電子部品搭載基板のサイズも小型化し、基板と電子部品の接地面積も縮小している。これに伴い、電子部品と基板との密着性が低下し、基板から電子部品が剥落する可能性が高まることから、物理的ダメージ、熱及び湿度から、電子部品の破損や滑落を防ぐ必要性が高まっている。

そこで、ＩＣチップやＭＬＣＣ（積層セラミックコンデンサ）といった電子部品を樹脂層で埋めることで電子部品を外部ダメージから保護する方法が知られている（特許文献１）。

しかし、電子部品搭載基板の低背化やコストカットの観点から、より薄く、加工後の厚みを抑えた保護層の形成が求められている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０２１－００４３１４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 前述のとおり、被覆保護された電子部品搭載基板に関する発明が開示されているが、保護層を薄膜化すると、以下に述べる多くの課題が生じる場合があり、これらの課題を一挙に解決できる電子部品搭載基板が望まれている。

[0005] 電子機器を組み立てる工程では、はんだや接着剤を用いて基板に種々の電

子部品を搭載する、いくつかの作業工程を挟む。電子部品搭載基板とした後に電子機器への組み立てや信頼性試験等の工程を経るが、当該作業中に、人の爪や他の部品と、搭載された電子部品とが引掛かることにより、基板から電子部品が剥落したり位置ずれが発生したりすることがある。近年では、積層セラミックコンデンサ（以下、MLCCと表記）等をはじめとした電子部品の小型化及び低背化が急速に進んでおり、それに伴って基板との接地面積も小さくなったことで、部品と基板との密着性が低下し、上記電子部品の剥落防止の重要性がより高まっている。

[0006] また、金属などの硬い部材と電子部品が接触したり、擦れたりした場合であっても、それに耐えうる耐摩擦性や耐傷性を持つ保護部材が求められている。さらに、高温高湿の環境下、長期間使用しても保護部材が剥離しない信頼性の高い電子部品搭載基板が求められている。

[0007] 本開示の課題は、小型化及び低背化した電子部品搭載基板においても、耐摩耗性、耐傷性に優れ、外部ダメージによって電子部品が落剥しにくく、高温高湿下で長期にわたり使用可能な信頼性の高い電子部品搭載基板を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示者らは、鋭意検討の結果、以下の特徴を有する物品（電子部品搭載基板、剥落防止層及び剥落防止シート）を用いることにより、前記課題を解決することを見出し、本開示を完成させるに至った。即ち、本開示は以下に示すことを特徴とする電子部品搭載基板、剥落防止層及び剥落防止シート、に関する。

[1]：基板と、前記基板の少なくとも一方の面に搭載された電子部品と、前記基板及び前記電子部品を被覆する剥落防止層とを備え、前記剥落防止層が、下記（１）及び（２）を全て満たすことを特徴とする、電子部品搭載基板。

（１）下記〔式１〕で求められる、静摩擦係数の変化率 X が、 -50% 以上 200% 以下である。

$$X = (\mu k_{300} - \mu k_{100}) / \mu k_{100} \times 100 \quad \text{[式1]}$$

(μk_{100} ; 前記剥落防止層の往復摩耗試験100回目での静摩擦係数、 μk_{300} ; 前記剥落防止層の往復摩耗試験300回目での静摩擦係数)

(2) 下記[式2]で求められる指数Yが、0.8以上20.0以下である。

$$Y = R_2 / (R_1 + A_1) \quad \text{[式2]}$$

(R_1 ; 前記電子部品搭載基板の断面における前記電子部品の角部の曲面の曲率半径、 R_2 ; 前記電子部品搭載基板の断面における前記剥落防止層の角部の曲率半径、 A_1 ; 前記電子部品搭載基板の断面における前記剥落防止層の角部厚み)

[2]: 前記剥落防止層は、バインダー(A)と、フィラー(B)とを含み、

前記フィラー(B)のBET比表面積[m²/g]と前記剥落防止層100質量%中の前記フィラー(B)の含有率[質量%]との積が、0.01~15[質量%・m²/g]である、[1]記載の電子部品搭載基板。

[3]: 前記剥落防止層の厚み A_2 が、5~300μmである、[1]または[2]記載の電子部品搭載基板。

[4]: [1]~[3]いずれかに記載の電子部品搭載基板が搭載された電子機器。

発明の効果

[0009] 本開示により、小型化及び低背化した電子部品搭載基板においても、長期にわたり外部ダメージによる電子部品の落剥が抑制された電子部品搭載基板及び、これを搭載する電子機器を提供できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本実施形態に係る電子部品搭載基板の模式的な断面図である。

[図2]指数Yを構成する電子部品角部曲面上の R_1 、 R_2 、 A_1 を明示した、本実施形態に係る電子部品搭載基板の模式的な断面図である。

[図3]本実施形態に係る電子部品搭載基板の製造工程のフローの一部を示した

図である。

[図4]本実施形態に係る電子部品搭載基板の一例を示す模式的断面図である。

[図5]実施例に係る電子部品搭載基板の評価方法を示した図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、発明の実施の形態を通じて本開示の内容を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせのすべてが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0012] 《電子部品搭載基板》

図1に示すように、本開示に係る電子部品搭載基板10は、基板1と、基板1上に実装された電子部品2と、基板1及び電子部品2を被覆保護する剥落防止層3、を含む。前記基板1または電子部品2は樹脂成分を含む領域を持ち（不図示）、剥落防止層3はその表面を被覆する。

[0013] 基板1は、電子部品2を搭載可能であり、且つ各用途の成形プロセスに耐え得る基板であればよく、任意に選択できる。基板1には、電極・配線パターン、ビア（不図示）等を任意に設けることができる。基板1は、リジッド性を有するものでも、フレキシブル性を有するものでもよい。基板1としては、例えば銅箔等からなる導電パターンが表面及び／又は内部に形成されたワークボード、実装モジュール基板、プリント配線板、ビルドアップ法等により形成されたビルドアップ基板が挙げられる。

[0014] 電子部品2は、例えば、コネクタ、フィルムコンデンサ、ICチップのようにウエハやワイヤーをモールドニングした部品、インダクタ、サーミスタ、MLCC、コイル、ダイオード、電解コンデンサ、水晶振動子等が挙げられる。これらの中でも、MLCC、ICチップの小型化が進んでいることから、電子部品2として、本開示に適用することが好ましい。

[0015] 電子部品2を複数搭載する場合、それぞれの形状及び高さは同一でも、異なってもよい。

[0016] 電子部品2の大きさや高さは特に限定されないが、昨今の小型化及び低背

化の背景から、高さは3 mm以下が好ましい。ICチップの形状は矩形の他、円筒形、コイン型、薄膜型などでもよい。MLCCは、主流パッケージサイズである0402（長さ0.4 mm、幅0.2 mm）、0603（長さ0.6 mm、幅0.3 mm）が好ましいが、他の1005や1608といった大型のものが搭載されていてもよい。インダクタの形状は、ソノレイド、ドーム型コイル、平板型コイルなどを含む。サーミスタは表面実装用の矩形や円柱形、リードタイプ等を含む。

[0017] 電子部品2は半田バンプ4を介して基板と電氣的に接続されていてもよく、電子部品から延長される接続端子と基板が直接接続されていてもよい。電子部品2が半田バンプ4を介して基板1と接続される場合、図1に示すように電子部品2と基板1の間には中空部分5が生じる。

[0018] 剥落防止層3は前記中空部分5を維持するようにして電子部品2と基板1を被覆保護してもよいし、中空部分5を埋めるように被覆保護してもよい。剥落防止層3は、後述する方法によって製造できる。

[0019] 剥落防止層3は、基板1及び前記電子部品2を被覆する。図1においては、電子部品2の上面から側面、更に、基板1の全面または一部の端面に亘り被覆されている。つまり、電子部品2の搭載によって形成された段差部（凹凸部）に追従するように被覆される被覆層（剥落防止層3）が設けられている。剥落防止層3は、剥落防止層3の前駆体である剥落防止シート（図3における符号6）を用いて形成される。剥落防止シート6から剥落防止層3を形成する方法は限定されないが、プレス成形法、3次元表面被覆工法であるTOM（Three dimension Overlay Method）成形法、真空成形法、圧空成形法、真空圧空成形法及び射出成形法のうちのいずれか一つの方法が好適である。これらの中でも、剥落防止シート6から剥落防止層3を形成する方法としては、プレス成形法が特に好適である。

[0020] 図1の例においては、基板1の片方の表面上に電子部品2を搭載する例を説明したが、基板1の両面に電子部品2を搭載し、基板1の両面を剥落防止層3により被覆してもよい。このように、本開示に係る電子部品搭載基板で

は、基板 1 の少なくとも一方の面に電子部品 2 が搭載され、基板 1 とこれらの電子部品 2 を被覆する剥落防止層 3 が設けられればよい。

[0021] 《剥落防止層》

次いで、本開示における剥落防止層についてより詳細に説明する。剥落防止層 3 は、上述の通り基板 1 上に配置された電子部品 2 群が搭載基板 1 上から剥落することを防止するためのものである。

[0022] 剥落防止層 3 は、以下の (1) 及び (2) を全て満たす。

(1) 下記 [式 1] で求められる、静摩擦係数の変化率 X が、 -50% 以上 200% 以下である。

(2) 下記 [式 2] で求められる指数 Y が、 0.8 以上 20.0 以下である。

なお、これらの数値 X 及び Y は下記に示す [式 1] 及び [式 2] で算出する値であり、 X 、 Y の測定はそれぞれ後述する実施例に記載の方法及び条件に従う。

[0023] 《静摩擦係数の変化率 X 》

剥落防止層の往復摩耗試験により得られる静摩擦係数の変化率 X (以下、静摩擦係数の変化率 X) は、以下の [式 1] で表すことができる。

$$X = (\mu k_{300} - \mu k_{100}) / \mu k_{100} \times 100 \quad \text{[式 1]}$$

[0024] ここで、 μk_{100} は、剥落防止層の往復摩耗試験 100 回目での静摩擦係数であり、 μk_{300} は剥落防止層の往復摩耗試験 300 回目での静摩擦係数である。

上記の静摩擦係数 μk_{100} 、 μk_{300} の測定方法は実施例で詳細を記載する。

[0025] 静摩擦係数の変化率 X は、摩耗試験機を用いて試験し、測定時の静摩擦係数が安定したときの回数と耐摩耗性の有無を判断する基準となる回数とで比較するため、100 回目の静摩擦係数 μk_{100} と、耐摩耗性の有無の指標となる 300 回目の静摩擦係数 μk_{300} を用いて算出する。静摩擦係数の変化率 X は、往復摩耗試験を続けたときに一定の静摩擦係数を保つ状態、すなわち耐

摩耗性を確認する指標となる。また静摩擦係数の変化率 X が正の場合は摩耗の進行を表し、大きい値程耐摩耗性が低いことを示す。負の場合は摩耗の進行が少なく剥落防止層表面での滑りが増したことを示すが、これは膜表面が削れた際に露出したフィラーや、剥落防止層表面の摩耗粉、摩擦熱の影響を受けていると考えられる。

[0026] なお、上記の摩耗試験機による試験は、安定的な測定値を得る観点から電子部品または基材の樹脂含有領域上に形成された剥落防止層の平滑な面に対して行う。前記樹脂領域とは、モールド樹脂やガラスエポキシ樹脂等の表面が樹脂によって覆われている部位を示す。

[0027] 本開示における静摩擦係数の変化率 X は、 -50% 以上 200% 以下であることで、電子部品搭載基板上の剥落防止層の耐摩耗性を良化できる。 X は、 -25% 以上 150% 以下が好ましく、 -5% 以上 100% 以下がより好ましい。剥落防止層上における、変化率 X を上記範囲とすることで、剥落防止層に傷が付きにくくなり、耐摩耗性及び耐傷性が向上する。

[0028] [制御の方法]

剥落防止層の静摩擦係数の変化率 X を制御する方法は、従来公知の方法を含めた、あらゆる方法を適用できる。例えば、剥落防止層に添加する配合成分の調整により剥落防止層表面を硬くすることで摩擦に対する耐性を向上させる方法、剥落防止層にワックス成分等を添加し補油面の滑り性を向上させる方法、添加する粒子状成分の低減や形状変更で表面の凹凸を減らす方法（表面の摩擦係数の低減）、剥落防止層の耐熱性を上げる方法、電子部品搭載基板上へ剥落防止層の前駆体となる剥落防止シートを形成する際に使用する保護フィルムの種類により表面の凹凸を低減させる方法、といった方法が挙げられる。剥落防止層表面の耐摩耗性を制御する方法としては、例示した方法に限定されるものではないが、剥落防止層中の硬化剤量を増やし表面を硬くする方法か、剥落防止層中の粒子状物質の量及び形状を調整し表面の凹凸を減らす方法であれば、特に前／後処理も行う必要がなくなるため、生産性の観点から好ましい。

[0029] 《指数Y》

本開示における剥落防止層は、下記〔式2〕で求められる、指数Yが0.8以上、20.0以下である。上記数値範囲とすることで電子部品搭載基板表面を滑らかに被覆し電子部品の剥落を防止する適度な形状が得られる。

剥落防止層厚みの均一性（部品への追従性）や電子部品角部の厚み担保の観点からは、Yは、0.9以上12.0が好ましく、1.0以上5.0以下がより好ましい。

$$Y = R_2 / (R_1 + A_1) \quad \text{〔式2〕}$$

なお、〔式2〕における R_2 、 R_1 、 A_1 は、図2に示す電子部品搭載基板11を基板面に対し垂直に断面を取った際の断面の測定値から求められ、電子部品搭載基板11の断面における電子部品2の角部の曲面の曲率半径を R_1 、その上に搭載された、電子部品搭載基板11の断面における剥落防止層3の角部の曲率半径を R_2 、電子部品搭載基板11の断面における剥落防止層3の角部厚みを A_1 （以下、剥落防止層の角部厚み A_1 ）とする。

電子部品搭載基板11の断面は、ダイシングや研磨法を用いて断面出しを行い、その断面を例えばデジタルマイクロスコープ VHX-7000（キーエンス社製）を用いた測長測定で R_2 、 R_1 、 A_1 を求めることができる。

なお、曲率半径 R_1 及び R_2 は各角部における最も引掛りが起きやすい箇所を示すため、各角部での測定時に最小値となるような曲率半径を指す。

[0030] 指数Yは、電子部品2の角部と、電子部品上の剥落防止層3の角部との、滑らかさの変化を表す値であって、指数Yを上記範囲とすることで、電子部品搭載基板11の検査時や後工程で電子部品搭載基板11を電子機器へ搭載する時などに発生する、電子部品2と爪や他の部品との引掛りによる電子部品2の剥落を防止できる。

[0031] 指数Yは、加工時の剥落防止シート6の電子部品2に対する追従性及び流動性を調整することにより制御できる。具体的には、後述の剥落防止シート6を構成するバインダー（A）及びフィラー（B）の選択により調整する方法、剥落防止シート6の加工時の加工条件（加工温度、加工時間、加圧条件

、真空度等)を調整することで基板1及び電子部品2への剥落防止シート6の追従性を調整する方法、剥落防止シート6加工時の積層構成の変更により剥落防止シート6の流動性を制御する方法、が挙げられる。剥落防止シート6を複数使用する場合、それぞれ異なった方法を適用することもでき、あるいは共通した方法を適用することもできる。

[0032] 《バインダー(A)》

剥落防止層3は、バインダー(A)を含む。バインダー(A)は剥落防止層の基体となり、後述するフィラー(B)やその他の任意成分を担持する機能をもつ。バインダー(A)は、熱可塑性樹脂、もしくは熱硬化性樹脂及び硬化性化合物、のいずれかをを用いることができる。

[0033] [熱可塑性樹脂]

熱可塑性樹脂としては、ポリオレフィン系樹脂、ビニル系樹脂、スチレン・アクリル系樹脂、ジエン系樹脂、テルペン樹脂、石油樹脂、セルロース系樹脂、ポリアミド樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリイミド樹脂、液晶ポリマー、フッ素樹脂等が挙げられる。特に限定するものではないが、耐熱性の観点から、ポリアミド樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリイミド樹脂、液晶ポリマー、フッ素樹脂がより好ましい。

熱可塑性樹脂は、単独または2種類以上併用できる。

[0034] [熱硬化性樹脂]

熱硬化性樹脂は、硬化性化合物と反応可能な官能基を複数有する樹脂である。官能基は、例えば、水酸基、フェノール性水酸基、酸無水物基、メトキシメチル基、カルボキシル基、アミノ基、エポキシ基、オキセタニル基、オキサゾリン基、オキサジン基、アジリジン基、チオール基、イソシアネート基、ブロック化イソシアネート基、ブロック化カルボキシル基、シラノール基等が挙げられる。熱硬化性樹脂は、例えば、アクリル樹脂、マレイン酸樹脂、ポリブタジエン系樹脂、ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリウレタンウレア樹脂、エポキシ樹脂、オキセタン樹脂、フェノキシ樹脂、ポリ

イミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、フェノール系樹脂、アルキド樹脂、アミノ樹脂、ポリ乳酸樹脂、オキサゾリン樹脂、ベンゾオキサジン樹脂、シリコーン樹脂、フッ素樹脂等の公知の樹脂が挙げられる。

熱硬化性樹脂は、単独または２種類以上併用できる。

[0035] これらの中でも耐熱性の点から、熱硬化性樹脂としては、ポリウレタン樹脂、ポリウレタンウレア樹脂、ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、フェノキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂が好ましい。

[0036] [硬化性化合物]

硬化性化合物は、熱硬化性樹脂の官能基と反応可能な官能基を複数有している。硬化性化合物は、例えば、エポキシ化合物、酸無水物基含有化合物、イソシアネート化合物、アジリジン化合物、アミン化合物、フェノール化合物、有機金属化合物等の公知の化合物が挙げられる。

硬化性化合物は、単独または２種類以上併用できる。

[0037] 硬化性化合物は、２官能以上であることが好ましく、３官能以上の硬化性化合物を含有することがより好ましい。架橋密度を調整し、後述の電子部品搭載基板成型時における加工適正と剥落防止シートの前駆体である組成物の経時安定性を両立させる観点では、２官能の硬化性化合物と３官能以上の硬化性化合物を併用させることが望ましい。

後述のように硬化性化合物の含有量を調整することで、剥落防止層に強固な架橋構造が形成されるようになり、剥落防止層と基材との密着性を上げ信頼性が向上する。このように、剥落防止層と基材との密着性は、前記組成物中の硬化性化合物の含有量によっても調整できる。

[0038] ２官能の硬化性化合物は、熱硬化性樹脂１００質量部に対して各種１～５０質量部含むことが好ましく、１５～３０質量部含むことがより好ましい。２官能の硬化性化合物量を１質量部以上にすることで、剥落防止層により強固な架橋構造を形成し、熱的ダメージへの耐性をより向上させる。更に、２官能の硬化性化合物量を１５質量部以上にすることで、剥落防止層の表面の

硬度や強度を調整し、耐摩耗性をより向上させることができる。一方、硬化性化合物量が50質量部以下であることで、剥落防止層の過剰な硬化を容易に抑制し、剥落防止シート硬化後の収縮による割れを容易に抑制する。

[0039] 3官能以上の硬化性化合物は、熱硬化性樹脂100質量部に対して各種0.2～20質量部含むことが好ましく、0.3～5質量部含むことがより好ましく、0.8～3質量部含むことが更に好ましい。3官能以上の硬化性化合物量が0.2質量部以上であることで、剥落防止層と基材との密着性が一層上がり、信頼性をより向上させることができる。

また、3官能以上の硬化性化合物が20質量部以下であることで、後述する電子部品搭載基板の製造工程において、加熱加圧時に剥落防止シート6を電子部品2の形状に追従して容易に変形させ、欠陥のない剥落防止層を容易に形成できる。

[0040] [滑剤]

剥落防止層3は、ワックス等の滑剤を含んでいてもよい。これらを添加することにより、剥落防止層表面の滑り性が増し、耐摩耗性が容易に改善できる。剥落防止層表面を割れにくくするために信頼性の更なる向上も期待できる。例えば、ワックスとしては、蜜蝋、ラノリンワックス、鯨蝋、キャンドリラワックス、カルナバワックス、ライスワックス、木蝋、ホホバ油、パーム油等の動植物系ワックス；モンタンワックス、オゾゲライト、セレシン、パラフィンワックス、マイクロクリスタリンワックス、ペトロラタム等の鉱物、石油系ワックス；フィッシャー・トロプシュワックス、ポリエチレンワックス、酸化ポリエチレンワックス、酸化ポリプロピレンワックス、モンタンワックス誘導体、パラフィンワックス誘導体、マイクロクリスタリンワックス誘導体、テフロン（登録商標）ワックス等の合成ワックス、等が挙げられる。

[0041] 《フィラー（B）》

剥落防止層3は、フィラー（B）を含む。フィラー（B）の種類、平均粒子径、及び添加量を適宜変更することにより、指数Y及び静摩擦係数の変化

率 X をコントロールできる。また、剥落防止層3中の凝集力を調整し、最大点応力 T 、といった機械的性質を良好な範囲とすることができる。

絶縁性が求められる場合には絶縁性フィラーを、導電性が求められる場合には導電性フィラーを、電磁波吸収性が求められる場合には電磁波吸収フィラーを用いる。フィラーの形状は適宜選定できる。例えば、フレーク状、針状、球状、デンドライト状、繊維状フィラーが挙げられる。形状の異なるフィラーを併用してもよい。好適例として、平均粒子径が10倍以上異なる球状フィラーの組み合わせや、フレーク状フィラーとデンドライト状フィラーの組合せが挙げられる。

[0042] 絶縁性フィラーは、例えば、シリカ、アルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、窒化ケイ素マグネシウム、炭化ケイ素、チタニア、ガラス、セラミック等の非金属無機フィラーが挙げられる。絶縁性フィラーは、1種単独又は2種以上を組み合わせで用いられる。

[0043] 導電性フィラーは、金属フィラー、導電性セラミックスフィラー及びそれらの混合物が例示できる。金属フィラーは、金、銀、銅、ニッケル等の金属粉、ハンダ等の合金粉、銀コート銅粉、金コート銅粉、銀コートニッケル粉、金コートニッケル粉のコアシェル型フィラーが例示できる。優れた導電特性を得る観点から、銀を含有する導電性フィラーが好ましい。コストの観点からは、銀コート銅粉が特に好ましい。

[0044] 電磁波吸収フィラーとして、例えば、鉄、Fe-Ni合金、Fe-Co合金、Fe-Cr合金、Fe-Si合金、Fe-Al合金、Fe-Cr-Si合金、Fe-Cr-Al合金、Fe-Si-Al合金等の鉄合金、Mg-Znフェライト、Mn-Znフェライト、Mn-Mgフェライト、Cu-Znフェライト、Mg-Mn-Srフェライト、Ni-Znフェライト等のフェライト系物質並びに、カーボンフィラーなどが挙げられる。カーボンフィラーは、アセチレンブラック、ケッチェンブラック、ファーネスブラック、カーボンブラック、カーボンファイバー、カーボンナノナノチューブからなるフィラー、グラフェンフィラー、グラファイトフィラー及びカーボンナノウ

オールが例示できる。

[0045] フィラー（B）の平均粒子径は、 $0.005 \sim 50 \mu\text{m}$ が好ましい。剥落防止層表面の平滑性を保ち、摩耗した際の摩耗粉の影響を低減させ、耐摩耗性を向上させる観点からは、フィラー（B）の平均粒子径は、 $0.02 \sim 20 \mu\text{m}$ がより好ましい。

[0046] 剥落防止層100質量%中のフィラー（B）の含有率は、 $0.1 \sim 80$ 質量%であることが好ましく、剥落防止層表面からフィラー（B）の脱落を抑えつつ表面特性を改善し耐傷性を向上させる観点からは、 $1.0 \sim 35$ 質量%であることがより好ましい。フィラー（B）の含有量が80質量%以下である場合、耐摩耗性がより一層良化する。

[0047] 剥落防止層中のフィラー（B）のBET比表面積 $[\text{m}^2/\text{g}]$ と剥落防止層100質量%中のフィラー（B）の含有率 $[\text{質量}\%]$ との積（以下、比表面積と含有率の積）は $0.01 \sim 15$ であることが好ましく、 $0.1 \sim 10$ であることがより好ましい。フィラー（B）を2種類以上用いる場合、この比表面積と含有率の積は、剥落防止層に含まれる各種フィラー（B）に求められる比表面積と含有率の積の総和とする。

比表面積と含有率の積が上記範囲内であると、フィラー（B）が剥落防止シート中で補強材となるように働くため、後述する電子部品搭載基板の製造工程において、加熱加圧時に剥落防止シート6の破断を容易に防ぎ、欠陥のない剥落防止層を容易に形成できる。

また、比表面積と含有量の積が15以下である場合、基材及び電子部品への剥落防止層の密着性を一層担保することで、耐傷性及び剥落防止性を容易に最適化できる。

[0048] フィラー（B）のBET比表面積 $[\text{m}^2/\text{g}]$ は $0.1 \sim 150$ が好ましい。

[0049] 剥落防止シート6は、柔軟性調整剤を含んでいてもよい。柔軟性調整剤により、剥落防止シート6の成形加工時の皺や破れを容易に改善できる。柔軟性調整剤としては、可塑剤、それ自体科学的に反応性の無い不活性な熱可塑

性樹脂が例示できる。

- [0050] 前記可塑剤として、例えば、脂肪酸エステル、フタル酸エステル、芳香族多価カルボン酸エステル、ポリエステルが挙げられる。

脂肪酸エステルとしては、トリメリット酸トリオクチル（TOTM）、三菱ガス化学トレーディング社製、ブチルステアレート、ユニスターM-9676、ユニスターM-2222SL、ユニスターH-476、ユニスターH-476D、パナセート800B、パナセート875、パナセート810（以上商品名、日油製）、DBA、DIBA、DBS、DOA、DINA、DIDA、DOS、BXA、DOZ、DESU（以上商品名、大八化学製）が例示できる。

フタル酸エステルとしては、DMP、DEP、DBP、#10、BBP、DOP、DINP、DIDP（以上商品名、大八化学製）、PL-200、DOIP（以上商品名、シージーエスター製）、サンソサイザーDUP（商品名、新日本理化製）が例示できる。

芳香族多価カルボン酸エステルとしては、TOTM（商品名、大八化学製）、モノサイザーW-705（商品名、大八化学製）、UL-80、UL-100（以上商品名、ADEKA製）が例示できる。

ポリエステルとしては、ポリサイザーTD-1720、ポリサイザーS-2002、ポリサイザーS-2010（以上商品名、DIC製）、BAA-15（商品名、大八化学製）が例示できる。

これらの中でも、DMP、DEP、DBP、DOP、DINP、DIDP、TOTM（以上商品名）がより好ましい。可塑剤は1種単独、若しくは2種以上を併用して用いられる。

- [0051] 前記不活性な熱可塑性樹脂として、ポリオレフィン系樹脂、ビニル系樹脂、スチレン・アクリル系樹脂、ジエン系樹脂、テルペン樹脂、石油樹脂、セルロース系樹脂、ポリアミド樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリイミド樹脂、液晶ポリマー、フッ素樹脂が例示できる。特に限定するものではないが、耐熱性の観点から、不活性な熱可塑

性樹脂として、ポリアミド樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリイミド樹脂、液晶ポリマー、フッ素樹脂がより好ましい。

[0052] 更に、剥落防止シート6は、基板1及び電子部品2との密着性向上のために粘着付与樹脂を含んでいてもよい。粘着付与樹脂とは、粘着力を補助的に向上させる成分であって、重量平均分子量が5,000未満であり、上記熱可塑性樹脂、バインダーとは区別されるものである。粘着付与樹脂としては、ロジン系樹脂、テルペン系樹脂、脂環式系石油樹脂、及び芳香族系石油樹脂が例示できる。

[0053] 剥落防止シート6は、更に、着色剤、UV発色剤、難燃剤、滑剤、ブロッキング防止剤等を含んでいてもよい。

着色剤としては、例えば、有機顔料、カーボンブラック、群青、弁柄、亜鉛華、酸化チタン、黒鉛、及び、染料等が挙げられる。

UV発色剤としては、例えば、蛍光顔料、蛍光染料、蛍光体等が挙げられる。

難燃剤としては、例えば、ハロゲン含有難燃剤、りん含有難燃剤、窒素含有難燃剤、無機難燃剤等が挙げられる。

滑剤としては、例えば、脂肪酸エステル、炭化水素樹脂、パラフィン、高級脂肪酸、脂肪酸アミド、脂肪族アルコール、金属石鹸、変性シリコーン等が挙げられる。

ブロッキング防止剤としては、例えば、炭酸カルシウム、シリカ、ポリメチルシルセスキオサン、ケイ酸アルミニウム塩等が挙げられる。

また、これらの添加剤のうちの1種類または複数種類を併用して用いてもよい。

[0054] 《剥落防止層の厚み A_2 》

剥落防止層3の厚み A_2 は、5～300 μm であることが、電子部品2の剥落防止性（耐摩耗性、耐傷性）と薄膜化を両立する観点から好ましく、15～200 μm であることがより好ましい。なお、図2に示すように、上記厚

み A_2 は電子部品 2 の断面画像において、電子部品 2 の上面領域に形成された最も厚みのある個所の測定値である。

[0055] 《剥落防止層の最大点応力 T 》

剥落防止層 3 の最大点応力 T とは、JIS K 7162 に準拠した引張試験で得られた値である。具体的には、 100°C の雰囲気下（大気中、 $50\% \text{RH}$ ）にて、有効引っ張りサイズ $20 \times 23 \text{ mm}$ の剥落防止層を 50 mm / 分で引っ張った際の最大時の応力 T のことである。

最大点応力 T は 1 MPa 以上 100 MPa 以下であることが好ましく、 15 MPa 以上 40 MPa 以下であることがより好ましい。

最大点応力 T が 1 MPa 以上である場合、耐摩耗性や耐傷性をより向上できる。一方、最大点応力 T が 100 MPa 以下である場合、電子部品へ剥落防止層を形成する際に、剥落防止シート 6 の電子部品 2 に対する追従性をより向上させる。更に、剥落防止層 3—基板 1 間、あるいは剥落防止層 3—電子部品 2 間での空隙の発生や、剥落防止層 3 の割れやクラックが生じやすくなるために電子部品 2 の剥落や角部での剥落防止層 3 の破断が発生、といった外観及び加工の不良を容易に抑制できる。

[0056] 剥落防止層 3 の最大点応力 T は、例えば、熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂の選択、本剥落防止層中の架橋密度、及びフィラーの選択により調整できる。架橋密度について、剥落防止層を形成するための組成物中の硬化性化合物の官能基数、当量を調整する方法が好適である。フィラーの選択については、フィラーの材質や形状、大きさ、表面状態、比表面積、添加量等の因子から選択できるが、フィラーの比表面積と添加量を考慮した選択が好適である。

[0057] 《剥落防止層の T_g 》

剥落防止層 3 の T_g は、動的粘弾性測定装置を用いて測定した値であり、剥落防止層の T_g が複数確認できる場合は $\tan \delta$ が最も高い値を示すものとする。剥落防止層 3 の T_g は、 5°C 以上 180°C 以下が好ましく、 20°C 以上 80°C 以下がより好ましい。 T_g を 5°C 以上 180°C 以下とし剥落防止

層の流動性を調整することで、剥落防止層を最適な形状に容易に加工でき、指数 Y を最適な範囲に容易にすることができる。また、当該 T_g を 20℃ 以上 80℃ 以下にすることで、摩耗による摩擦熱や後工程での検査における熱的ダメージへの耐性を容易に両立でき、信頼性を一層向上できる。

バインダー（A）が熱硬化性樹脂を含む場合、当該最大点応力 T₁ 及び T_g は加熱硬化後のものを指す。

[0058] 《剥落防止シート》

図 3 に示すように、剥落防止シート 6 は、剥落防止層 3 の前駆体である。剥落防止シート 6 が熱硬化性樹脂を含む場合、剥落防止シート 6 を所定以上の時間、温度で加熱し、硬化反応を起こすことによって剥落防止層 3 となる。剥落防止シート 6 は表面保護のために、片面あるいは両面に剥離性シートを具備していてもよい。また、後述する剥落防止シート 6 による被覆保護工程において用いられるクッション材 7 があらかじめ積層されていてもよい。

[0059] 《剥落防止シートの製造方法》

剥落防止シート 6 の製造方法は、特に限定されないが、例えば、剥落防止層 3 を形成する上記バインダー（A）等の材料を溶媒等に溶解させた組成物を、剥離性シートに塗布する方法等が挙げられる。塗布方法として、例えば、グラビアコート方式、キスコート方式、ダイコート方式、リップコート方式、コンマコート方式、ブレード方式、ロールコート方式、ナイフコート方式、スプレーコート方式、バーコート方式、スピコート方式、ディップコート方式、又は、各種印刷方式等が挙げられる。

[0060] 本開示における剥落防止シート 6 は、所望の厚みを実現するために 2 枚以上の剥落防止シートを積層してもよい。前述のように積層された構成物については、剥落防止シートのみから構成されていてもよく、中間層として特定の機能を有する層を含んでいてもよい。

[0061] 《剥落防止シートの用途》

本開示における剥落防止シート 6 は、各種基板 1、すなわち、リジッド基板、FPC 基板などの各種基板と、それに搭載された電子部品 2 の保護に好

適に用いることができる。

また、本開示における剥落防止シート6は、基板1が、金属、樹脂、繊維、セラミック、ガラス、及び導電性シリコンのいずれである場合にも、実用上十分な密着力を示す。金属としては、アルミニウム、銅、真鍮、ステンレス、鉄、クロムなどが使用できる。樹脂としては、エポキシ樹脂、ポリエチレンテレフタレート、ポリイミド、ポリアミド、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリオレフィン系グラフトポリマー、ポリスチレン、ポリ塩化ビニルなどが使用できる。このように、剥落防止シート6は、極性の異なる異種材料間の密着にも好適に用いることができる。

[0062] 《電子部品搭載基板の製造方法》

電子部品搭載基板の製造方法について説明する。

本開示に係る電子部品搭載基板の製造方法は、1つ以上の電子部品2を基板1上に実装する工程（工程i）、剥落防止シート6を用意する工程（工程ii）、前記電子部品2のうち、最も高さの高い電子部品と、剥落防止シート6が接するように剥落防止シート6を載置する工程（工程iii、仮張り工程ともいう）、加熱加圧により前記剥落防止シート6を個々の電子部品2の形状に沿うように変形させ、前記電子部品2及び基板1の少なくとも一部を被覆する工程（工程iv）、変形した剥落防止シート6を変形した状態で硬化させ剥落防止層3を形成する工程（工程v）により、電子部品搭載基板を本開示における剥落防止シート6から形成される剥落防止層3により被覆保護できる。なお、工程ivと工程vとは一連の工程とすることもできる。

[0063] 以下、工程iii～工程vについて図3を用いて、剥落防止シート6を用いた加熱加圧による電子部品搭載基板の被覆保護方法の一例を説明する。

[0064] （工程iii；剥落防止シート載置工程）

基板1に電子部品2が直接または半田バンプ4によって実装された実装基板100を用意する。電子部品2は半導体チップ、コンデンサ、トランジスタ、インダクタ、サーミスタ等であり基板1に半田バンプ4を介して実装されていてもよく、電子部品2と基板1に間隙が存在していてもよい。またそ

それぞれの電子部品 2 は高さが異なってもよい。

次いで、電子部品 2 の実装面上に、所定のサイズにカットした剥落防止シート 6 を載置する。剥落防止シート 6 は電子部品 2 の高さのあるものと接触し仮貼りされる。なお、剥落防止シート 6 がしなり、他の電子部品 2 と接触することもある（図 3 では図示せず）。

[0065] なお、剥落防止シート 6 にはクッション材 7 を積層しても良く、図 3 はクッション材 7 を使用した例を示す。クッション材 7 は剥落防止シート 6 を載置した後に積層しても良く、あらかじめ剥落防止シート 6 とクッション材 7 とを重ねた積層体を載置しても良い。上記クッション材 7 とは加熱加圧時に軟化もしくは溶融する材料であり、剥落防止シート 6 の電子部品 2 への、そして電子部品 2 同士の隙間への追随性を促す機能を有する。

クッション材 7 は、例えば、熱可塑性を有する素材であれば特に限定されないが、加圧時の温度よりも低い溶融温度及びガラス転移点（ T_g ）であることが好ましい。クッション材 7 の好適な例として、ポリオレフィン系フィルム、塩化ビニルフィルム、PVA フィルムが例示できる。溝の深さによるが、クッション材 7 の厚みは、通常、 $100\mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ 程度である。クッション材 7 を複数積層する場合には、それらの合計の厚みがこの範囲にあることが好ましい。

[0066] なお、本開示に係る電子部品搭載基板は、一例であって、電子部品と基板の構造は特に限定されるものではなく、電子部品 2 と基板 1 との間には隙間があってもなくともよい。実装する電子部品 2 の配置位置は限定されない。

[0067] （工程 i v ; 電子部品及び基板の少なくとも一部を被覆する工程）

次いで、加熱加圧機 20 により加熱加圧を行うことで、前記剥落防止シート 6 が変形し、個々の電子部品 2 の形状に沿うように、即ち電子部品 2 の上面と側面に沿うように変形させ、電子部品群及び基板 1 の少なくとも一部に追随させる。クッション材 7 は熱によって軟化もしくは溶融し剥落防止シート 6 の実装基板 100 の電子部品間の凹凸への追随を促す。

加熱加圧時において加熱加圧機 20 とクッション材 7 との間に、剥離性シ

ート（不図示）を介する方法も好ましい。剥離性シートは、紙やプラスチック等の基材に公知の剥離処理を行ったシートである。また、テフロン（登録商標）等の極性が低いプラスチックシートを用いることもできる。

[0068] 加熱温度は、剥落防止シート6が適度に軟化し、個々の電子部品2の形状に沿い、変形し、個々の電子部品同士の間隙に入り込める温度であればよく、 $100\sim 260^{\circ}\text{C}$ であることが好ましく、 $120\sim 240^{\circ}\text{C}$ であることがより好ましい。加熱温度が 100°C 以上であると、搭載された個々の電子部品同士の間隙への剥落防止シート6の入り込み性が低下するのを容易に防げる。一方、加熱温度が 260°C 以下であると、剥落防止シート6の熱硬化性樹脂の熱硬化反応が急速に進んで、搭載された電子部品間への剥落防止シートの入り込み性が低下するのを容易に防げる。

加熱加圧する場合の圧力は、 $0.01\sim 15\text{MPa}$ が好ましく、 $0.1\sim 6.0\text{MPa}$ がより好ましい。上記範囲の圧力で加熱加圧することで、電子部品を破損することなく、埋め込み性がより向上する。

加熱時間は、通常 $0.5\sim 30$ 分であり、 $1\sim 20$ 分の範囲が好ましい。加熱時間が 0.5 分以上であると搭載された電子部品間への剥落防止シート6の入り込み性が低下するのを容易に防げる。一方、加熱時間が 30 分以下であると、熱硬化性樹脂の熱分解や酸化が起こりやすくなり、反応生成物などによる接着部位の信頼性低下の可能性が増すのを容易に防げる。上記加熱加圧工程は真空状態で行うことが好ましい。

加熱加圧の方法として、加熱加圧機を用いる他に、所定の圧力になるよう適度な重量の金属板を積層し、この積層物をオープンに投入する方法も好ましい。

一方、加熱加圧機以外の加熱加圧方法としては、真空成形法または真空圧空成形も好ましい。

[0069]（工程v；変形した剥落防止シートの硬化工程）

剥落防止シート6が熱硬化性樹脂を含む場合、加熱加圧後、剥落防止シート6を変形した状態で、更に $150^{\circ}\text{C}\sim 230^{\circ}\text{C}$ の温度で 10 分から 60 分

加熱することにより、剥落防止シート 6 中の熱硬化性樹脂を熱硬化し、剥落防止層 3 を形成する。剥落防止層 3 は電子部品 2 及び基板 1 と強固に接着し、外部の衝撃や擦傷から電子部品 2 の破損を防止、保護するための剥落防止層 3 として機能する。なお、（工程 i v）の段階で、例えば、加熱加圧の温度を 150℃以上、時間を 30 分以上とすることで、熱硬化を完了させ剥落防止層 3 を形成することもできる。

[0070] 本開示に係る電子部品搭載基板は、剥落防止層が最外層であることが好ましい。また、内層側に他の機能層を積層してもよい。他の機能層とは、例えば、導電性、ハードコート性、水蒸気バリア性、酸素バリア性、熱伝導性、低誘電率、高誘電率性及び耐熱性等の機能を有する層である。なかでも、導電性を持つ機能層は被覆保護する電子部品を電磁波ノイズから保護する目的で用いられることがある。

[0071] 図 4 に、剥落防止層 3 上に導電性を持つ機能層 8 を有する電子部品搭載基板 12 の構成例を示す。導電性を持つ機能層 8 は剥落防止層 3 の紙面上側（上層）に形成され、グラウンド 9 に接続される。グラウンド 9 との接続点は基板 1 の表面上に存在していてもよく、基板 1 の側面に存在していてもよい。導電性を持つ機能層 8 は、剥落防止層 3 表面上にスパッタやメッキにより金属層（不図示）を形成する、あるいは導電性のある金属箔や不織布等を剥落防止層 3 上に積層させて形成する、といった方法によって形成できる。

[0072] 《電子機器》

本開示に係る電子部品搭載基板は、液晶ディスプレイ、タッチパネル等のほか、ノート PC、携帯電話、スマートフォン、タブレット端末等の電子機器に備えることが好ましい。

実施例

[0073] 以下、実施例、比較例を挙げて本開示を詳細に説明するが、本開示は以下の実施例のみに限定されるものではない。なお、以下の「部」は、特にことわりがない限り、それぞれ「質量部」に基づく値である。

[0074] 《原料》

実施例で使用した原料を以下に示す。

<熱硬化性樹脂>

熱硬化性樹脂 (r 1) : ポリウレタン樹脂 (分子量 (Mw) = 130000、酸価 10 mg KOH/g、Tg = 20℃)、トーヨーケム株式会社製

熱硬化性樹脂 (r 2) : ポリウレタン樹脂 (分子量 (Mw) = 125000、酸価 10 mg KOH/g、Tg = -6℃)、トーヨーケム株式会社製

熱硬化性樹脂 (r 3) : アクリル樹脂 (分子量 (Mw) = 55000、酸価 7 mg KOH/g、Tg = -20℃)、トーヨーケム株式会社製

[0075] <硬化性化合物>

硬化性化合物 (c 1) : 4官能エポキシ樹脂「TETRAD-X」(エポキシ当量 = 100 / eq)、三菱ケミカル株式会社製

硬化性化合物 (c 2) : 2官能エポキシ樹脂「JER828」(エポキシ当量 = 189 g / eq)、三菱ケミカル株式会社製

硬化性化合物 (c 3) : 2官能エポキシ樹脂「AER9000」(エポキシ当量 = 380 g / eq)、旭化成イーマテリアルズ株式会社製

[0076] <滑剤>

滑剤 (L 1) : カルナバワックス「CERACOL79」(不揮発分 20 質量%)、BYK社製

[0077] <フィラー (B)>

フィラー f 1 : カーボンブラック「MA100」(商品名、平均一次粒子径 : 24 nm、BET比表面積 : 120 m²/g) 三菱ケミカル社製

フィラー f 2 : シリカ「ウルトラシルU360」(商品名、平均一次粒子径 : 28 nm、BET比表面積 : 50 m²/g) NANOCYL社製

フィラー f 3 : シリカ「アドマファインSO-C5」(商品名、平均一次粒子径 : 2.0 μm、BET比表面積 : 2.1 m²/g)、アドマテックス社製

フィラー f 4 : プレート状窒化ホウ素「HP-1」(商品名、平均一次粒子径 : 9.0 μm、BET比表面積 : 3.1 m²/g)、JFEミネラル社製

フィラー f 5 : シリカ「エクセリカ S E - 3 0 K」(商品名、平均一次粒子径 : $25.1 \mu\text{m}$ 、B E T 比表面積 : $0.7 \text{m}^2/\text{g}$) トクヤマ社製

フィラー f 6 : フレーク状銀粉「F A - S - 1 8」(商品名、平均一次粒子径 : $3.1 \mu\text{m}$ 、B E T 比表面積 : $2.0 \text{m}^2/\text{g}$)、D O W A 社製

フィラー f 7 : デンドライト状銀コート銅粉「A C A X - 2 2 5 M」(商品名、平均一次粒子径 : $7.4 \mu\text{m}$ 、B E T 比表面積 : $0.86 \text{m}^2/\text{g}$)、三井金属鉱業社製

[0078] <<測定方法>>

<往復摩耗試験時の静摩擦係数の変化率 X>

各実施例及び比較例の剥落防止層について、剥落防止層の下が、樹脂含有領域のうち、モールド樹脂(封止樹脂)製のチップ(電子部品)または電子部品搭載基板上の $6 \text{mm} \times 6 \text{mm}$ 角以上の平滑部分を試験試料として測定した。連続加重式表面性測定機 H E I D O N トライボギア T Y P E : 2 2 H (新東科学株式会社製)を用い、十分に乾燥した試験試料を試験台の上に取り付け、摩擦子に 100g の荷重をかけ、往復回数が 100 回目及び 300 回目のときの静摩擦係数 μ_{k100} 、 μ_{k300} を記録した。なお、試験試料表面を往復する際の測定治具はボール圧子を用い、摩擦子に S U S 球 (ϕ (直径) 3.0mm) を使用した。得られた静摩擦係数 μ_{k100} 、 μ_{k300} を以下の[式1]に当てはめ、往復摩耗試験時の静摩擦係数の変化量 X を算出した。

$$[\text{式}1] \quad X = (\mu_{k300} - \mu_{k100}) / \mu_{k100} \times 100$$

[0079] <指数 Y>

図2に示すように、後述する方法で作製された各実施例及び比較例の剥落防止層3及び電子部品搭載基板12を、研磨法によって断面出しを行い、デジタルマイクロスコープ V H X - 7 0 0 0 (商品名、キーエンス社製)で電子部品及び被覆している剥落防止層角部の曲面の曲率半径 R_1 、 R_2 を求めた。同様にして、剥落防止層の角部のうち最も薄い部分の厚み(剥落防止層の角部厚み) A_1 を求めた。これら電子部品及び剥落防止層の評価では M L C

Cのうち短辺0.3mm、長辺0.6mmのサイズのもの（以下、0603MLCCともいう、0603MLCC30）を用いた。得られた曲率半径 R_1 、 R_2 、剥落防止層の角部厚み A_1 を以下の〔式2〕に当てはめ指数 Y を算出した。

$$〔式2〕 \quad Y = R_2 / (R_1 + A_1)$$

[0080] <剥落防止層の厚み A_2 >

電子部品搭載基板における剥落防止層の厚みは、研磨法によって断面出しを行い、デジタルマイクロスコプ VHX-7000（商品名、キーエンス社製）で観察した電子部品の上面領域における最も厚みのある箇所の膜厚とした。異なる電子部品搭載基板の断面出しのサンプル5つについて同様に測定し、その平均値を厚み A_2 とした。

[0081] <フィラー（B）の平均粒子径>

フィラー（B）の平均粒子径は、透過型電子顕微鏡（TEM）により5万倍～100万倍程度に拡大した画像から観察できる20個の一次粒子の平均値から求めた。なお、フィラー（B）の粒子形状が、1.5以上の平均アスペクト比（長軸長さ／短軸長さ）を有する場合、平均粒子径は、長軸長さを平均して求めた。

[0082] <剥落防止層の最大点応力 T >

各実施例・比較例の剥離フィルム付剥落防止シートを180℃の条件で2時間加熱し、これを幅20mm×長さ60mmの大きさに切断した。次いで、剥離フィルムを剥離することにより剥落防止シートからなる測定試料（剥落防止層）を得た。各測定試料（剥落防止層）を常温（例えば、25℃）から100℃の雰囲気下（大気中、50%RH（相対湿度））に投入した。その1分後に、当該温度で引張速度50mm／分、相対湿度50%の条件下、小型卓上試験機EZ-TEST（商品名、島津製作所社製）を用いて、有効引っ張りサイズ20×23mmで引っ張り試験を実施した。そして、引張速度50mm／分での最大時の応力 T （最大点応力 T ）を求めた。

[0083] <ガラス転移温度 T_g >

各実施例及び比較例の測定試料（剥落防止層）を、J I S K 7 1 9 8 に準拠して、動的粘弾性測定装置 D V A - 2 0 0 （商品名、アイティー計測制御株式会社製）にて T g を測定した。測定試料は、各例の剥落防止層を 0.5 c m × 3 c m にカットし、剥離フィルムを剥がしたものをを用いた。変形様式は引張で、歪み 0.08 %、周波数 10 H z、昇温速度 10 °C / m i n で測定される損失正接（t a n δ）の主分散ピークの現れる温度を T g とした。ただし、剥落防止層が脆いために測定途中で破断してしまうような場合の測定結果については T g を算出することができないため、実施例表には「測定不可」と表記した。

[0084] 《剥落防止シートの作製》

[実施例 1]

熱硬化性樹脂 r 1 （固形分）100 部と、硬化剤 c 1 を 2.0 部と、硬化剤 c 2 を 10 部と、フィラー f 1 を 2.9 部と、フィラー f 4 を 159 部と、を容器に仕込み、不揮発分濃度が 45 質量%になるようトルエン：イソプロピルアルコール（質量比 2：1）の混合溶剤を加えディスパーで 10 分攪拌することで組成物を得た。この組成物を乾燥厚みが 80 μm になるようにドクターブレードを使用して、離型性シートに塗工した。そして、100 °C で 2 分間乾燥することで実施例 1 の剥落防止シートを得た。

[0085] [実施例 2 ～ 21、比較例 1 ～ 4]

表 1 ～ 3 中の材料の種類及び配合量を変更した以外は同様の所作によって、実施例 2 ～ 21、及び比較例 1 ～ 4 に係る剥落防止シート（積層シート）をそれぞれ得た。各剥落防止シートに関し後述する評価結果も併せて記載した。

[0086] [電子部品搭載基板 1 の作製]

（実装基板の作製）

ガラスエポキシからなる基板上に、モールド封止された電子部品（1 c m × 1 c m）を 5 × 1 個、0603 M L C C （長さ 0.6 m m、幅 0.3 m m）を 8 × 2 個のアレイ状に搭載した基板（実装基板）を用意した。基板の厚

みは0.6 mmであり、モールド封止厚、即ち基板上面からモールド封止材の頂面までの高さ（部品高さ）Hは0.7 mmであった。0603MLCCの搭載間隔は200 μ mであった。

[0087] 上記実装基板に、各実施例及び比較例の剥落防止シートを2 MPa、180℃の条件で5分間熱圧着し、クッション材を手で剥離した。その後、180℃2時間加熱を行い、表1～表3に基づき、各実施例及び比較例の電子部品搭載基板を得た。

[0088] 《評価》

[耐摩耗性]

各実施例及び比較例の剥落防止層について、上記実装基板のうちモールド封止された電子部品上の剥落防止層を試験エリアとして測定した。連続加重式表面性測定機 HEIDON トライボギア TYPE: 22H（商品名、新東科学株式会社製）を用い、十分に乾燥した試験試料を試験台の上に取り付け、摩擦子に100 gの荷重をかけ、下記の評価基準の往復回数後に、試験試料の表面状態を観察した。そして、基材の露出及び剥落防止層の破れが発生していないかを確認した（往復摩耗試験）。これらの評価が目視で難しい場合には、デジタルマイクロスコープ VHX-7000（商品名、キーエンス社製）を用いて20倍で表面状態を観察した。なお、試験試料表面を往復する際の測定治具はボール圧子を用い、摩擦子にSUS球（ ϕ 3.0 mm）を使用した。またこの結果から以下の基準で耐摩耗性を評価した。

（評価基準）

+++：500回往復後に剥落防止層の下電子部品が露出していない。（極めて良好）

++：400回往復後には剥落防止層の下電子部品が露出していないが、500回往復後には剥落防止層の下電子部品が露出していた。（良好）

＋：300回往復後には剥落防止層の下電子部品が露出していないが、400回往復後には剥落防止層の下電子部品が露出していた。（実用レベル）

NG：往復回数が300回よりも少ない時点で（すなわち、300回往復後には）剥落防止層の下の子部品が露出していた。（不良）

[0089] [剥落防止性]

図5に示すように、前記の方法で作製した電子部品搭載基板上の電子部品2のうち0603MLCC30の角上の剥落防止層3に対して厚さNi-SUS板13（厚さ0.2mmの市販のSUS304板の表面に厚さ2μmのニッケル層を形成したもの）の端を45°に当て、各0603MLCC30の角の側面側から天面側に向かってはじいた。これを1部位につき各30回繰り返し、電子部品搭載基板12に搭載された16個すべての0603MLCC30上の剥落防止層3に行った後の、電子部品搭載基板上から剥落した電子部品30の個数を数え、剥落防止性として評価した（剥落試験）。ここで剥落防止層が被覆されていない0603MLCCは、同様の試験をした場合に10回前後の試験で部品が剥落した。

なお、剥落とは、試験前と比較して、電子部品搭載基板と電子部品の間または電子部品搭載基板と剥落防止層との間の破損により剥落または遊離が生じ、電子部品搭載基板と電子部品との間の接触が無くなった箇所がある状態を示す。

（評価基準）

+++：剥落したMLCCの数が0個である。（極めて良好）

++：剥落したMLCCの数が1個である。（良好）

＋：剥落したMLCCの数が2個または3個である。（実用レベル）

NG：剥落したMLCCの数が4個以上である。（不良）

[0090] [耐傷性]

30mm×80mmのNi-SUS板（厚さ0.2mmの市販のSUS304板の表面に厚さ2μmのニッケル層を形成したもの）を用意した。これに各実施例及び比較例の剥落防止シート（25mm×70mm）をそれぞれ2MPa、180℃の条件で5分間熱圧着し、クッション材を手で剥離した。その後、180℃2時間加熱を行い、測定試料（剥落防止層）を得た。測

定試料に対し、JIS K7317に準拠して、連続加重式表面性測定機 HEIDON トライボギア TYPE: 22H（商品名、新東科学株式会社製）を用い、基材に被覆した剥落防止シートが剥離する垂直荷重を50 mm/minで連続的に測定する引っ掻き試験を行った。試験試料表面の引っ掻く針としては、ダイヤモンド製（0.25 mm R）を使用し、測定試料から基材が露出する際の荷重に応じて以下の基準で耐傷性として評価した。

なお、耐傷性における傷とは、引っ掻き治具の先端が剥落防止層を引っ掻いた際に剥落防止層が割けたりや伸びたりすることで剥離し基材が露出する状態を指し、観察者によって観察結果が変わりやすいような針の痕のことではない。

（評価基準）

+++：基材が露出した際の垂直荷重 ≥ 350 g（極めて良好）

++：350 g > 基材が露出した際の垂直荷重 ≥ 250 g。（良好）

+: 250 g > 基材が露出した際の垂直荷重 ≥ 200 g。（実用可能）

NG: 200 g > 基材が露出した際の垂直荷重。（不良）

[0091] [信頼性]

モールド樹脂基板（60 mm×50 mm）を用意し、各実施例及び比較例の剥落防止シート（55 mm×45 mm）を、それぞれ2 MPa、180℃の条件で5分間熱圧着し、クッション材を手で剥離した。その後、180℃2時間加熱を行い、測定試料（剥落防止層）を得た。この測定試料にJIS K5600に準じてクロスカットガイドを使用し、間隔が1 mmの基盤目を電子部品上の剥落防止層面に25個作製した後、粘着テープを圧着させ、テープの端を45°の角度で一気に引き剥がしてクロスカット試験を行った。粘着テープは、幅18 mmのニチバン製粘着テープを用いた。

剥落防止層の基板目のうち、モールド樹脂基板上に残った剥落防止層の状態（クロスカット残存率）を、以下の基準で評価した。

（評価基準）

+++：100/100のクロスカット残存率を示した。（極めて良好）

++：95～99／100のクロスカット残存率を示した。（良好）
+：80～94／100のクロスカット残存率を示した。（実用可能）
NG：80／100未満のクロスカット残存率であった。（不良）

表1～3に示した含有率と厚さT aと保護フィルムに変更した以外は実施例1と同様の方法によって封止シートを作製し、同様に評価した。なお、いずれの架橋剤、オリゴマー、モノマー、重合開始剤、その他成分も同時に添加した。

[0092] [表1]

表 1		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10
組成	熱硬化性樹脂	r 1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		r 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		r 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	硬化性化合物	c 1	2.0	2.5	1.5	2.5	2.0	2.5	1.5	2.5	1.5
		c 2	10.0	12.5	20.0	20.0	20.0	20.0	0	20.0	5.0
		c 3	0	0	0	0	0	15.0	0	0	5.0
	溶剤	種類	L1	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	L1
		[質量部]	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0.50
	フィラー	バインダー分		113	115	122	123	122	123	117	121
		種類		f1	f1	f1	f1	f1	f1	-	f1
		[質量%]		1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	5.00%	1.00%	0%	1.00%
		平均粒子径 [μm]		0.024	0.024	0.024	0.024	9.0	0.024	0	0.024
		BET比表面積 [m ² /g]		120	120	120	120	3.1	120	0	120
		含有率×BET比表面積		1.20	1.20	1.20	1.20	0.155	1.20	0	1.21
		種類		f4	f4	f6	f4	-	f2	-	f3
		[質量%]		54.0%	35.0%	19.0%	9.00%	0%	9.00%	0%	19.0%
		平均粒子径 [μm]		9.0	9.0	3.1	9.0	0	0.028	0	2.0
		BET比表面積 [m ² /g]		3.1	3.1	2.0	3.1	0	50	0	2.1
		含有率×BET比表面積		1.67	1.09	0.380	0.279	0	4.50	0	0.399
		フィラー含有率の合計 [質量%]		55%	36%	20%	10%	5.0%	10%	1.0%	20%
		フィラー含有率×BET比表面積の合計		2.87	2.29	1.58	1.48	0.155	5.70	1.20	0
		全体 [質量部]		250	180	152	136	128	136	118	121
		100回試験後 μk ₃₀₀		0.36	0.38	0.41	0.39	0.48	0.58	0.31	0.55
		300回試験後 μk ₃₀₀		0.20	0.25	0.32	0.31	0.46	0.62	0.50	1.08
		変化率 X = (μk ₃₀₀ -μk ₁₀₀) / μk ₁₀₀ ×100		-44%	-34%	-22%	-21%	-4.2%	6.7%	61%	96%
		電子部品の曲率半径 R ₁ [μm]		14	15	12	10	10	6	8	11
物性	電子部品角部における剥離防止層の形状	シート加工後曲率半径 R ₂ [μm]		64	65	278	42	120	53	67	159
		角部の厚み A ₁ [μm]		56	64	22	39	17	38	5	3
		指数 Y = R ₂ / (R ₁ + A ₁)		0.914	0.823	8.18	0.857	4.44	1.20	5.15	11.4
	剥離防止層の厚み A ₂ [μm]	(基材：モールド)		68	70	38	44	35	51	31	25
		往復摩擦試験 (基材：モールド) [回]		330	390	470	470	500	500	500	470
		剥離試験時に剥離した電子部品の個数 [個]		1	3	1	2	0	0	1	3
	引張強度試験 (25℃) [MPa]	(基材：SU S)		290	260	330	350	350	410	315	320
		(25℃)		45	28	25	29	31	35	31	14.9
		T g [℃]		49.5	52.1	52.3	52.1	53.1	53.0	23.5	56.9
	評価	耐摩耗性		+	+	++	++	+++	+++	+++	++
		剥離防止性		++	+	++	+	+++	+++	++	+
		耐偏性		++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++
		信頼性		+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

[0093]

[表2]

表 2			実施例 11	実施例 12	実施例 13	実施例 14	実施例 15	実施例 16	実施例 17	実施例 18	実施例 19	実施例 20	実施例 21	
電子部品製造防止層	組成	熱硬化性樹脂	r 1	0	100	100	100	100	0	0	100	100	0	
			r 2	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	
			r 3	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
		硬化性化合物	c 1	1.5	2.5	0.25	1.5	0.5	0.8	3.0	3.0	2.0	3.5	1.5
			c 2	0	10.0	0	40.0	35.0	30.0	0	9.0	30.0	20.0	35.0
			c 3	20.0	0	40.0	0	0	0	15.0	0	0	0	0
		溶剤	種類	無し	無し	無し	無し	無し	L1	無し	L1	無し	無し	無し
			【質量部】	0	0	0	0	0	0.50	0	1	0	0	0
		バインダー分		122	113	140	142	136	131	118	113	132	124	124
		種類		f1	f1	f1	f1	f1	f1	f1	f1	f2	f2	f1
	フィルア	【質量%】		1.00%	1.00%	1.00%	17.5%	1.00%	1.00%	12.5%	12.0%	22.5%	18.0%	1.0%
		平均粒子径 [μm]		0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.028	0.028	0.024
		BET比表面積 [m ² /g]		120	120	120	120	120	120	120	120	50	50	120
		含有率×BET比表面積		1.20	1.19	1.21	21.0	1.20	1.20	15.0	14.4	11.2	9.00	1.20
		種類		f3	f5	f5	f5	f3	f3	f4	f7	f7	f5	f2
		【質量%】		9.00%	19.0%	39.0%	0%	9.00%	9.00%	30.0%	38.0%	7.49%	5.00%	29.00%
		平均粒子径 [μm]		2.0	25	14	25	2.0	2.0	9.0	7.4	7.4	25	0
		BET比表面積 [m ² /g]		2.1	0.70	2.2	0.70	2.1	2.1	3.1	0.86	0.86	0.70	50
		含有率×BET比表面積		0.189	0.133	0.859	0	0.189	0.189	0.930	0.327	0.0644	0.0350	14.5
		フィルア含有率の合計【質量%】		10%	20%	40%	17.5%	10.0%	10.0%	42.5%	50.0%	30.0%	23.0%	30.0%
フィルア含有率×BET比表面積の合計		1.39	1.33	2.06	21.0	1.38	1.39	15.9	14.7	11.3	9.04	15.7		
全体【質量部】		135	141	234	172	151	146	205	226	188	160	195		
往復摩擦試験時の 静摩擦係数μk （モールド上）		0.23	0.41	0.51	0.19	0.28	0.27	0.39	0.41	0.32	0.39	0.20		
変化率 X = (μk ₃₀₀ -μk ₁₀₀)/μk ₁₀₀ ×100		0.60	1.18	1.51	0.53	0.53	0.34	0.28	1.12	0.53	1.02	0.26		
157%		188%	196%	179%	89%	24%	-29%	173%	66%	159%	30%			
物性	電子部品の曲率半径 R ₁ [μm]		8	11	9	11	13	9	12	11	8	11	9	
	シート加工後曲率半径 R ₂ [μm]		82	61	197	49	345	234	52	61	81	94	121	
	角部の厚み A ₁ [μm]		6	51	7	41	5	3	47	51	22	28	56	
	指数 Y = R ₂ /（R ₁ +A ₁ ）		5.86	0.984	12.3	0.942	19.2	19.5	0.881	0.984	2.70	2.41	1.86	
	剥離防止層の厚み A ₂ [μm]		41	63	55	52	70	59	69	63	55	61	57	
	（基材：モールド）【回】		390	380	305	340	500	500	330	300	500	380	500	
	剥離試験時に剥離した電子部品の曲率【回】		1	1	2	3	2	2	2	1	0	0	0	
	（基材：SUS）【N】		380	370	320	220	230	420	210	330	360	420	240	
	引張強度試験 （25℃）【MPa】		31	37	39	42	13	15	21	27	38	43	23	
	T _g [℃]		15.4	49.2	18.2	49.5	53.3	52.5	39.0	86.3	46.3	57.6	29.3	
評価	耐腐食性		+	+	+	+	+++	+++	+	+++	+	+++	+	
	剥離防止性		++	++	++	++	+	+	++	+++	+++	+++	++	
	耐熱性		+++	+++	++	+	+++	+	++	+++	+++	+++	+	
	低毒性		++	+++	+	+++	+	+++	++	+++	++	+++	++	

[0094]

[表3]

表 3

				比較例1	比較例2	比較例3	比較例4
電子部品剥落防止層	組成	熱硬化性樹脂	r 1	0	100	100	0
			r 2	0	0	0	100
			r 3	100	0	0	0
		硬化性化合物	c 1	5.3	0.40	2.0	0.20
			c 2	50.0	20.0	25.0	40.0
			c 3	0	0	0	0
		滑剤	種類	無し	L1	L1	無し
			[質量部]	0	1.0	1.0	0
		バインダー分		155	121	128	140
		フィラー	種類	f1	f1	f6	f3
			[質量%]	1.00%	1.00%	70.0%	10.0%
			平均粒子径 [μm]	0.024	0.024	3.1	2.0
			BET比表面積 [m ² /g]	120	120	2.0	2.1
			含有率×BET比表面積	1.20	1.20	1.40	0.210
			種類	f6	f5	-	-
			[質量%]	39.0%	39.0%	0%	0%
			平均粒子径 [μm]	3.1	25	0	0
			BET比表面積 [m ² /g]	2.0	0.70	0	0
			含有率×BET比表面積	0.780	0.273	0	0
		フィラー含有率の合計 [質量%]		40.0%	40.0%	70.0%	10.0%
		フィラー含有率×BET比表面積の合計		1.98	1.47	1.40	0.210
		全体 [質量部]		259	202	427	156
	物性	往復摩耗試験時の 静摩擦係数μk (モールド上)	100回試験後 μk ₁₀₀	0.42	0.53	0.23	0.20
			300回試験後 μk ₃₀₀	0.20	1.62	0.51	0.41
			変化率 X = (μk ₃₀₀ -μk ₁₀₀) / μk ₁₀₀ ×100	-53%	206%	122%	105%
		電子部品角部 における 剥落防止層の形状	電子部品の曲率半径 R ₁ [μm]	8	9	7	10
			シート加工後曲率半径 R ₂ [μm]	85	157	58	289
			角部の厚み A ₁ [μm]	52	16	71	3
			指数 Y = R ₂ / (R ₁ +A ₁)	1.42	6.28	0.744	22.2
		剥落防止層の厚み A ₂ [μm]		62	55	73	64
		往復摩耗試験	(基材：モールド) [回]	280	80	470	420
		剥落試験時に剥落した電子部品の個数 [個]		1	3	9	4
		引掻強度試験	(基材：SUS) [N]	340	240	320	360
		最大点応力 T	(25℃) [MPa]	41	0.46	53	12
		Tg	[℃]	53.1	測定不可	58.7	48.1
	評価	耐摩耗性		NG	NG	+	++
		剥落防止性		+++	++	NG	NG
		耐傷性		++	+	++	+++
		信頼性		+++	+++	+++	++

[0095] 静摩擦係数の変化率 X が -50% 未満の、もしくは 200% を超えるような剥落防止層は、比較例 1 または 2 に示すように耐摩耗性及び剥落防止性に課題があることが確認された。指数 Y が 0.8 未満の、もしくは 20.0 を超えるような剥落防止層は、比較例 3 または 4 に示すように、剥落防止性に課題があることが確認された。これに対し、上述した請求項 1 の (1) と (2) の全てを満たす本実施例の剥落防止層は、耐摩耗性、剥落防止性、耐傷性、信頼性にも優れることが確認された。

[0096] この出願は、2023 年 11 月 30 日に出願された日本出願特願 2023

－ 2 0 2 3 4 9 を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

- [0097] 1 : 基板
2 : 電子部品
3 : 剥落防止層
4 : 半田バンプ
5 : 中空部分
6 : 剥落防止シート
7 : クッション材
8 : 機能層
9 : グランド
10 : 電子部品搭載基板
11 : 電子部品搭載基板
12 : 機能層を有する電子部品搭載基板
13 : N i - S U S 板
20 : 加熱加圧機
30 : 0 6 0 3 M L C C
100 : 実装基板

請求の範囲

- [請求項1] 基板と、
前記基板の少なくとも一方の面に搭載された電子部品と、
前記基板及び前記電子部品を被覆する剥落防止層とを備え、
前記剥落防止層が、下記（１）及び（２）を全て満たすことを特徴とする、電子部品搭載基板。
- （１）下記〔式１〕で求められる、静摩擦係数の変化率 X が、 -50% 以上 200% 以下である。
- $$X = (\mu_{k_{300}} - \mu_{k_{100}}) / \mu_{k_{100}} \times 100 \quad \text{〔式１〕}$$
- （ $\mu_{k_{100}}$ ；前記剥落防止層の往復摩耗試験 100 回目での静摩擦係数、 $\mu_{k_{300}}$ ；前記剥落防止層の往復摩耗試験 300 回目での静摩擦係数）
- （２）下記〔式２〕で求められる指数 Y が、 0.8 以上 20.0 以下である。
- $$Y = R_2 / (R_1 + A_1) \quad \text{〔式２〕}$$
- （ R_1 ；前記電子部品搭載基板の断面における前記電子部品の角部の曲面の曲率半径、 R_2 ；前記電子部品搭載基板の断面における前記剥落防止層の角部の曲率半径、 A_1 ；前記電子部品搭載基板の断面における前記剥落防止層の角部厚み）
- [請求項2] 前記剥落防止層は、バインダー（Ａ）と、フィラー（Ｂ）とを含み、
、
前記フィラー（Ｂ）のＢＥＴ比表面積〔 m^2/g 〕と前記剥落防止層 100 質量％中の前記フィラー（Ｂ）の含有率〔質量％〕との積が、 $0.01 \sim 15$ 〔質量％・ m^2/g 〕である、請求項１記載の電子部品搭載基板。
- [請求項3] 前記剥落防止層の厚み A_2 が、 $5 \sim 300 \mu\text{m}$ である、請求項１または２記載の電子部品搭載基板。
- [請求項4] 請求項１～３のいずれか一項に記載の電子部品搭載基板が搭載され

た電子機器。