

明 細 書

発明の名称：

実装構造体の製造方法およびこれに用いられるシート

技術分野

[0001] 本発明は、内部に空間を備える実装構造体の製造方法であって、詳細には、シートを用いて封止された実装構造体の製造方法、および、これに用いられるシートに関する。

背景技術

[0002] 回路基板に搭載される電子部品（回路部材）は、回路基板との間に空間（内部空間）を必要とする場合がある。例えば、携帯電話などのノイズ除去に用いられるSAWチップは、圧電基板（圧電体）上を伝搬する表面波を利用して所望の周波数をフィルタリングするため、圧電体上の電極と、SAWチップが搭載される回路基板との間に内部空間が必要である。内部空間は、例えば、SAWチップ等の回路部材を、バンプを介して回路基板に搭載することにより、回路部材の機能面を収容するように形成される。このような内部空間を必要とする回路部材の封止には、樹脂シートが用いられる場合がある（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2015-65368号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 実装構造体を製造する際、封止材（硬化した樹脂シート）は熱によって膨張し得る。すると、封止材に密着している回路部材は、封止材が膨張する方向に引っ張られる。一方、封止材が冷却されると、回路部材は、封止材が収縮する方向に引っ張られる。回路部材自身は変形し難いため、回路部材にかかる引張り応力は、内部空間に配置されているバンプに働き、バンプを回路

基板から剥離させようとする。バンプが半田で形成されている場合、この応力によって、バンプが回路基板から剥離する場合がある。また、実装構造体の実使用時に、外部環境や自己発熱などによる温度変化に伴って、封止材の熱膨張および収縮が繰り返される場合がある。この場合も、半田バンプは、封止材が膨張および／または収縮する方向に繰り返し引っ張られるため、損傷を受け易い。

課題を解決するための手段

[0005] 上記に鑑み、本発明の一局面は、第1回路部材と、前記第1回路部材にバンプを介して搭載される複数の第2回路部材と、を備えるとともに、前記第1回路部材と前記第2回路部材との間に空間が形成された実装部材を準備する工程と、空間維持層を備えるシートを準備する工程と、前記空間維持層が前記第2回路部材に対向するように、前記シートを前記実装部材に配置する配置工程と、前記シートを前記第1回路部材に対して押圧するとともに、前記シートを加熱して、前記空間を維持しながら前記第2回路部材を封止し、前記シートを硬化させる封止工程と、を具備し、前記バンプが半田バンプであり、硬化後の前記空間維持層のガラス転移温度が 125°C より大きく、かつ、 125°C 以下における線膨張係数が 20 ppm/K 以下である、実装構造体の製造方法に関する。

[0006] 本発明の別の局面は、第1回路部材と、前記第1回路部材に半田バンプを介して搭載される複数の第2回路部材と、を備えるとともに、前記第1回路部材と前記第2回路部材との間に空間が形成された実装部材を封止するために用いられるシートであって、空間維持層を備え、硬化後の前記空間維持層のガラス転移温度が 125°C より大きく、かつ、 125°C 以下における線膨張係数が 20 ppm/K 以下である、シートに関する。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、第1回路部材と第2回路部材とを具備し、第1回路部材と第2回路部材との間に空間を有する実装構造体において、第1回路部材とこれに搭載される第2回路部材との接続信頼性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]本発明の一実施形態にかかる実装構造体を模式的に示す断面図である。
- [図2]本発明の一実施形態にかかるシートを模式的に示す断面図である。
- [図3]本発明の一実施形態にかかる製造方法を、実装部材あるいは実装構造体の断面により模式的に示す説明図である。

発明を実施するための形態

- [0009] 本実施形態に係る方法により製造される実装構造体の一例を、図1に示す。図1は、実装構造体10を模式的に示す断面図である。

実装構造体10は、第1回路部材1と、第1回路部材1に半田バンプ3を介して搭載される複数の第2回路部材2と、第2回路部材2を封止する封止材4と、を備える。第1回路部材1と第2回路部材2との間には、空間（内部空間S）が形成されている。封止材4は、シート4P（図2参照）の硬化物である。本発明は、このシート4Pを包含する。

- [0010] [シート]

シート4Pは、内部空間Sを維持しながら、第2回路部材2を封止する部材である。シート4Pは、図2に示すように、少なくとも空間維持層41Pを備える。図2は、シート4Pを模式的に示す断面図である。

- [0011] （空間維持層）

空間維持層41Pは、配置工程において第2回路部材2に対向するように配置され、第2回路部材2に密着するとともに、封止工程において内部空間Sを維持する層である。

- [0012] 硬化後の空間維持層（以下、硬化空間維持層41）のガラス転移温度は、125℃より大きい。さらに、硬化空間維持層41の125℃以下における線膨張係数は、20ppm/K以下である。

- [0013] 線膨張係数は、JIS K 7197に準拠して、熱機械的分析装置により測定することができる。線膨張係数は、例えば、2mm×5mm×20mmの試験片について、熱機械的分析装置（例えば、株式会社日立ハイテクサイエンス製、TMA7100）を用いて、圧縮モード、昇温速度2.5℃/分

、荷重 49 mN の条件で測定される。

- [0014] 実装構造体 10 には、実使用を想定し、ヒートサイクル試験において $-55^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ 等の広い温度範囲での耐久性が要求される場合がある。この場合にも、硬化空間維持層 41 のガラス転移温度および線膨張係数が上記範囲を満たすことにより、硬化空間維持層 41 の変形や膨張は抑制される。よって、硬化空間維持層 41 により内部空間 S の膨張は抑制されて、内部空間 S の膨張に伴う半田バンプ 3 の第 1 回路部材 1 からの剥離が抑制される。
- [0015] さらに、硬化空間維持層 41 の 125°C 以下における線膨張係数が 20 ppm/K 以下であるため、ヒートサイクル試験における硬化空間維持層 41 の膨張は、半田バンプ 3 の膨張と同程度かそれより小さい。そのため、半田バンプ 3 の変形が抑制されて、半田バンプ 3 の損傷が抑制される。特に、 $-55^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ において、硬化空間維持層 41 の線膨張係数は 20 ppm/K 以下であることが好ましい。上記硬化空間維持層 41 の線膨張係数は、 $-55^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ における平均の線膨張係数である。
- [0016] また、内部空間に水分が存在する場合、熱によって水が水蒸気になって、内部空間が膨張する。内部空間の膨張にバンプが耐え切れなくなると、バンプにクラックが生じる（いわゆるポップコーン現象）。上記クラックは、特に半田バンプを用いる場合に生じ易い。しかし、本実施形態によれば、内部空間 S の膨張が抑制されるため、半田バンプ 3 の上記クラックの発生も抑制される。
- [0017] 第 2 回路部材 2 が封止されるときに温度 t における空間維持層 41 P の損失正接 $\tan \delta_{1t}$ は、1 以下であることが好ましく、0.9 以下であることがより好ましく、0.7 以下であることが特に好ましい。損失正接 $\tan \delta_{1t}$ の下限は特に限定されないが、例えば、0.1 である。このような損失正接 $\tan \delta_{1t}$ を有する空間維持層 41 P は、単独で、内部空間 S を維持しながら、第 2 回路部材 2 を封止することができる。よって、シート 4 P が損失正接 $\tan \delta_t$ の大きい（粘性の高い）他の層を備えていても、内部空間 S は維持される。

[0018] 第2回路部材2が封止されるとき、温度 t とは、内部空間 S が維持された状態で、第2回路部材2の表面がシート4Pによって覆われたときのシート4Pの温度である。シート4Pの温度は、封止工程におけるシート4Pに対する加熱手段の設定温度に代替できる。シート4Pの加熱手段がプレス機である場合、加熱手段の温度とは、プレス機の設定温度である。シート4Pの加熱手段が第1回路部材1を加熱する加熱機である場合、加熱手段の温度とは、第1回路部材1の加熱機の設定温度である。温度 t は、シート4Pの材質等に応じて変更し得るが、例えば、室温+15℃（40℃）から、200℃までの間である。具体的には、温度 t は、例えば50～180℃である。第2回路部材2が封止されるとき、シート4Pは未硬化状態であってもよいし、半硬化状態であってもよい。

[0019] 損失正接 $\tan \delta_1$ は、温度 t における空間維持層41Pの貯蔵せん断弾性率 G_1' に対する損失せん断弾性率（ G_1'' ）の比： G_1'' / G_1' である。貯蔵せん断弾性率 G_1' および損失せん断弾性率 G_1'' は、例えば、貯蔵せん断弾性率 G_1' および損失せん断弾性率 G_1'' は、直径8mm×1mmの試験片について、粘弾性測定装置（例えば、TA Instruments社製、ARES-L S2）を用いて、周波数1Hz、昇温速度10℃/分の条件で測定される。後述する貯蔵せん断弾性率 G_2' および損失正接 $\tan \delta_2$ も、同様にして求められる。粘弾性測定装置には、JIS K 7244に準拠した装置を用いることができる。

[0020] 温度 t における貯蔵せん断弾性率 G_1' は、 $1.0 \times 10^7 \text{ Pa}$ 以下であることが好ましく、 $1.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ 以下であることがより好ましい。貯蔵せん断弾性率 G_1' の下限は特に限定されないが、例えば、 $1.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ である。温度 t における貯蔵せん断弾性率 G_1' がこの範囲であれば、空間維持層41Pの封止工程における内部空間 S への侵入が抑制されるとともに、第2回路部材2の表面および第2回路部材2同士の間の第1回路部材1の表面に密着できる程度に流動することが容易になる。

[0021] 絶縁性の観点から、空間維持層41Pの体積抵抗率は $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以

上であることが好ましく、 $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であることがより好ましい。

- [0022] 空間維持層41Pの厚みT1は、特に限定されない。厚みT1は $120 \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $100 \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $80 \mu\text{m}$ 以下であってもよい。これにより、低背化が可能になる。一方、内部空間Sの膨張が抑制され易くなる点で、 $1 \mu\text{m}$ 以上が好ましく、 $10 \mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。空間維持層41Pの厚みT1は、空間維持層41Pの主面間の距離である。主面間の距離は、任意の10箇所における距離を平均化して求めることができる。
- [0023] 空間維持層41Pは、例えば、熱硬化性樹脂および硬化剤を含む樹脂組成物（以下、第1樹脂組成物と称す。）により構成される。
- [0024] 熱硬化性樹脂としては、特に限定されないが、エポキシ樹脂、（メタ）アクリル樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、シリコーン樹脂、ユリア樹脂、ウレタン樹脂、ビニルエステル樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ジアリルフタレート樹脂、ポリイミド樹脂などが挙げられる。これらは1種を単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。なかでもエポキシ樹脂が好ましい。
- [0025] 封止前の熱硬化性樹脂は、未硬化状態でもよく、半硬化状態でもよい。半硬化状態とは、熱硬化性樹脂がモノマーおよび／またはオリゴマーを含む状態であり、熱硬化性樹脂の三次元架橋構造の発達が不十分な状態をいう。半硬化状態の熱硬化性樹脂は、室温（ 25°C ）では溶剤に溶解しないか、もしくは溶解しない成分を含むが、硬化は不完全な状態、いわゆるBステージにある。
- [0026] エポキシ樹脂は、特に限定されないが、例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビスフェノールAD型エポキシ樹脂、水添ビスフェノールA型エポキシ樹脂、水添ビスフェノールF型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、脂環式脂肪族エポキシ樹脂、有機カルボン酸類のグリシジルエーテル

などを用いることができる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせて用いてもよい。エポキシ樹脂は、プレポリマーであってもよく、ポリエーテル変性エポキシ樹脂、シリコーン変性エポキシ樹脂のようなエポキシ樹脂と他のポリマーとの共重合体であってもよい。なかでも、ビスフェノールA D型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、ビスフェノールA型エポキシ樹脂および／またはビスフェノールF型エポキシ樹脂が好ましい。特に、耐熱性および耐水性に優れ、かつ安価である点で、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂が好ましい。

[0027] エポキシ樹脂は、樹脂組成物の粘度調節のために、エポキシ基を分子中に1つ有する1官能エポキシ樹脂を、エポキシ樹脂全体に対して0.1～30質量%程度含むことができる。このような1官能エポキシ樹脂としては、フェニルグリシジルエーテル、2-エチルヘキシルグリシジルエーテル、エチルジエチレングリコールグリシジルエーテル、ジシクロペンタジエングリシジルエーテル、2-ヒドロキシエチルグリシジルエーテルなどを用いることができる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0028] 樹脂組成物は、熱硬化性樹脂の硬化剤を含む。硬化剤は、特に限定されないが、例えば、フェノール系硬化剤（フェノール樹脂等）、ジシアンジアミド系硬化剤（ジシアンジアミド等）、尿素系硬化剤、有機酸ヒドラジド系硬化剤、ポリアミン塩系硬化剤、アミンアダクト系硬化剤、酸無水物系硬化剤、イミダゾール系硬化剤などを用いることができる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。硬化剤の種類は、熱硬化性樹脂に応じて適宜選択される。なかでも、硬化時の低アウトガス性、耐湿性、耐ヒートサイクル性などの点から、フェノール系硬化剤を用いることが好ましい。

[0029] 硬化剤の量は、硬化剤の種類によって異なる。エポキシ樹脂を用いる場合、例えば、エポキシ基1当量あたり、硬化剤の官能基の当量数が0.001～2当量、さらには0.005～1.5当量となる量の硬化剤を用いること

が好ましい。

- [0030] なお、ジシアンジアミド系硬化剤、尿素系硬化剤、有機酸ヒドラジド系硬化剤、ポリアミン塩系硬化剤、アミンアダクト系硬化剤は、潜在性硬化剤である。潜在性硬化剤の活性温度は、60℃以上、更には80℃以上であるのが好ましい。また、活性温度は、250℃以下、更には180℃以下であるのが好ましい。これにより、活性温度以上で迅速に硬化する樹脂組成物を得ることができる。
- [0031] 樹脂組成物は、上記以外の第三成分を含んでもよい。第三成分としては、熱可塑性樹脂、無機充填剤、硬化促進剤、重合開始剤、イオンキャッチャー、難燃剤、顔料、シランカップリング剤、チキソ性付与剤などを挙げることができる。
- [0032] 熱可塑性樹脂は、シート化剤として配合され得る。樹脂組成物がシート化されることにより、封止工程における取り扱い性が向上するとともに、樹脂組成物のダレ等が抑制されて、内部空間Sが維持され易くなる。
- [0033] 熱可塑性樹脂の種類としては、例えば、アクリル樹脂、フェノキシ樹脂、ポリオレフィン、ポリウレタン、ブロックイソシアネート、ポリエーテル、ポリエステル、ポリイミド、ポリビニルアルコール、ブチラル樹脂、ポリアミド、塩化ビニル、セルロース、熱可塑性エポキシ樹脂、熱可塑性フェノール樹脂などが挙げられる。なかでも、シート化剤としての機能に優れる点で、アクリル樹脂が好ましい。熱可塑性樹脂の量は、熱硬化性樹脂100質量部あたり、5～200質量部が好ましく、10～100質量部が特に好ましい。
- [0034] 樹脂組成物に添加する際の熱可塑性樹脂の形態は、特に限定されない。熱可塑性樹脂は、例えば、重量平均粒子径0.01～200μm、好ましくは0.01～100μmの粒子であってもよい。上記粒子は、コアシェル構造を有していてもよい。この場合、コアは、例えば、n-、i-およびt-ブチル（メタ）アクリレートよりなる群から選択される少なくとも1つのモノマー由来のユニットを含む重合体であってもよいし、その他の（メタ）アク

リレート由来のユニットを含む重合体であってもよい。シェル層は、例えば、メチル（メタ）アクリレート、*n*-、*i*-または t -ブチル（メタ）アクリレート、（メタ）アクリル酸等の単官能モノマーと1,6-ヘキサジオールジアクリレート等の多官能モノマーとの共重合体であってもよい。また、溶剤に分散あるいは溶解させた高純度熱可塑性樹脂を、樹脂組成物に添加してもよい。

[0035] 樹脂組成物に含まれ得る無機充填剤としては、例えば、溶融シリカなどのシリカ、タルク、炭酸カルシウム、チタンホワイト、ベンガラ、炭化珪素、窒化ホウ素（BN）などを挙げることができる。なかでも、安価である点で、溶融シリカが好ましい。無機充填剤の平均粒径は、例えば0.01～100 μm である。無機充填剤の量は、熱硬化性樹脂100質量部あたり、1～5000質量部が好ましく、10～3000質量部がより好ましい。平均粒径は、体積粒度分布の累積体積50%における粒径（D50。以下同じ。）である。

[0036] 硬化促進剤は、特に限定されないが、変性イミダゾール系硬化促進剤、変性脂肪族ポリアミン系促進剤、変性ポリアミン系促進剤などが挙げられる。硬化促進剤は、エポキシ樹脂などの樹脂との反応生成物（アダクト）として使用することが好ましい。これらは単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。硬化促進剤の活性温度は、保存安定性の点から、60℃以上、更には80℃以上が好ましい。また、活性温度は、250℃以下、更には180℃以下であるのが好ましい。ここで、活性温度とは、潜在性硬化剤および／または硬化促進剤の作用により、熱硬化性樹脂の硬化が急速に早められる温度である。

[0037] 硬化促進剤の量は、硬化促進剤の種類によって異なる。通常、エポキシ樹脂100質量部あたり、0.1～20質量部が好ましく、1～10質量部がより好ましい。なお、硬化促進剤をアダクトとして使用する場合、硬化促進剤の量は、硬化促進剤以外の成分（エポキシ樹脂など）を除いた硬化促進剤の正味の量を意味する。

[0038] 重合開始剤は、光照射および／または加熱により、硬化性を発現する。重合開始剤としては、ラジカル発生剤、酸発生剤、塩基発生剤などを用いることができる。具体的には、ベンゾフェノン系化合物、ヒドロキシケトン系化合物、アゾ化合物、有機過酸化物、芳香族スルホニウム塩、脂肪族スルホニウム塩などのスルホニウム塩などを用いることができる。重合開始剤の量は、エポキシ樹脂 100 質量部あたり、0.1～20 質量部が好ましく、1～10 質量部がより好ましい。

[0039] (応力緩和層)

シート 4 P は、さらに、応力緩和層 4 2 P を備えることが好ましい。硬化された応力緩和層（以下、硬化応力緩和層 4 2 と称す。）によって、製造工程等において実装構造体 1 0 に加えられた応力（内部応力）が緩和されて、実装構造体 1 0 の反り等が抑制される。特に、実装構造体 1 0 は、硬化空間維持層 4 1 を備える封止材 4 により封止されるため、反りが生じ易い。また、第 1 回路部材 1 がセラミックス基板を含む場合、反りを矯正することは困難である。よって、硬化応力緩和層 4 2 を設けて、硬化空間維持層 4 1 やセラミックス基板の内部応力を緩和させることが好ましい。

[0040] 硬化応力緩和層 4 2 の損失正接 $\tan \delta$ は、ガラス転移温度以下の温度範囲において、40℃以上で 0.02 以上であることが好ましく、35℃以上でも 0.02 以上であることが好ましく、25℃以上でも 0.02 以上であることが好ましい。これにより、製造後に実装構造体が常温（20～30℃）にまで冷却される際に上記応力が緩和されて、反りが解消され易くなる。硬化応力緩和層 4 2 の損失正接 $\tan \delta$ は、ガラス転移温度以下の温度範囲において、40℃以上で 0.05 以上であってよく、35℃以上で 0.05 以上であってよく、25℃以上で 0.05 以上であってよい。

[0041] 硬化応力緩和層 4 2 の 40℃以上であってガラス転移温度以下の温度範囲における損失正接 $\tan \delta$ は、例えば、3 以下であり、1.5 以下であり、0.5 以下である。

[0042] また、例えば、25℃以上であってガラス転移温度以下の温度範囲におい

て、硬化応力緩和層42の損失正接 $\tan \delta_2$ は、硬化空間維持層41の損失正接 $\tan \delta_1$ より大きくてもよい。

[0043] 一方、硬化応力緩和層42のガラス転移温度は、特に限定されない。なかでも、硬化応力緩和層42のガラス転移温度は125℃以下であることが好ましい。この場合、125℃以下の温度での損失正接 $\tan \delta_2$ が大きくなり易い。

[0044] 応力緩和層42Pの温度 t における損失正接 $\tan \delta_{2t}$ は、0.3よりも大きいことが好ましく、0.4よりも大きいことが好ましい。損失正接 $\tan \delta_{2t}$ の上限は特に限定されないが、例えば、8である。また、応力緩和層42Pの損失正接 $\tan \delta_{2t}$ は、空間維持層41Pの損失正接 $\tan \delta_{1t}$ より大きくてもよい。

[0045] 温度 t における応力緩和層42Pの貯蔵せん断弾性率 G_2' は、 1×10^3 Pa以上であることが好ましく、 1×10^4 Pa以上であることがより好ましい。これにより、第2回路部材2が封止された後、第1回路部材1や第2回路部材2、さらには硬化空間維持層41に内在する応力（内部応力）が緩和され易くなる。貯蔵せん断弾性率 G_2' の上限は特に限定されないが、例えば、 1×10^7 Paであり、好ましくは 1×10^6 Paである。

[0046] 応力緩和層42Pは、熱硬化性樹脂および硬化剤を含む樹脂組成物（以下、第2樹脂組成物と称す。）により構成される。第2樹脂組成物の構成は、特に限定されないが、第1樹脂組成物と同様の構成であってもよい。なかでも、クリープ変形が大きくなる点で、ゴム成分などを含有するエポキシ樹脂（例えば、ゴム変性エポキシ樹脂）等を含むことが好ましい。

[0047] 粘弾性（つまり、損失正接 $\tan \delta$ ）は、例えば、空間維持層41Pおよび／または応力緩和層42Pの原料によって調整することができる。例えば、シート化剤である熱可塑性樹脂の量や種類を変更することにより、損失正接 $\tan \delta$ を変化させることができる。なかでも、フェノキシ樹脂を用いると、容易に貯蔵せん断弾性率 G_2' を小さくして、 $\tan \delta_2$ を大きくすることができる。第2樹脂組成物に含まれる熱可塑性樹脂の量は、熱硬化性樹

脂100質量部あたり、5～200質量部が好ましく、10～100質量部がより好ましい。

[0048] 応力緩和層42Pの厚みT2は、応力緩和の観点から、10 μ m以上であることが好ましく、50 μ m以上であることがより好ましい。この場合、実装構造体10の封止面をフラットになり易く、実装構造体10をダイシングし易くなる。一方、低背化の観点から、応力緩和層42Pの厚みT2は1400 μ m以下であることが好ましく、420 μ m以下であることがより好ましい。応力緩和層42Pの体積抵抗率は特に限定されず、例えば、空間維持層41Pと同程度であってもよいし、小さくてもよい。

[0049] シート4P全体の厚みTは特に限定されないが、第2回路部材2の表面に密着させ易い点で、11～1500 μ mであることが好ましく、20～1000 μ mであることがより好ましく、20～500 μ mであることが特に好ましい。

[0050] シート4Pは、さらに他の第3の層を備えていてもよい。ただし、一方の最外に空間維持層41Pを配置する。応力緩和層42Pの配置は特に限定されないが、空間維持層41Pに隣接して配置することが好ましい。つまり、第3の層を備える場合、応力緩和層42Pは、内部に配置されることが好ましい。第3の層は単層であってもよいし、複数の層の積層体であってもよい。

[0051] [実装構造体の製造方法]

本実施形態にかかる製造方法を、図3を参照しながら説明する。図3は、本実施形態にかかる製造方法を、実装部材あるいは実装構造体10の断面により模式的に示す説明図である。

[0052] 実装構造体10は、第1回路部材1と、第1回路部材1に半田バンプ3を介して搭載される複数の第2回路部材2と、を備えるとともに、第1回路部材1と第2回路部材2との間に内部空間Sが形成された実装部材を準備する第1準備工程と、シート4Pを準備する第2準備工程と、シート4Pの空間維持層41Pが第2回路部材2と対向するように、シート4Pを実装部材に

配置する配置工程と、シート4 Pを第1回路部材1に対して押圧するとともに、シート4 Pを加熱して、内部空間Sを維持しながら、第2回路部材2を封止し、シート4 Pを硬化させる封止工程と、を具備する方法により製造される。さらに、得られた実装構造体10を、第2回路部材2ごとにダイシングする個片化工程を行ってもよい。

[0053] (第1準備工程)

第1回路部材1と、第1回路部材1に半田バンプ3を介して搭載される複数の第2回路部材2と、を備えるとともに、第1回路部材1と第2回路部材2との間に内部空間Sが形成された実装部材を準備する(図3(a))。

[0054] 第1回路部材1は、例えば、半導体素子、半導体パッケージ、ガラス基板、樹脂基板、セラミック基板およびシリコン基板よりなる群から選択される少なくとも1種である。これら第1回路部材は、その表面に、ACF(異方性導電フィルム)やACP(異方性導電ペースト)のような導電材料層を形成したものであってもよい。樹脂基板は、リジッド樹脂基板でもフレキシブル樹脂基板でもよく、例えば、エポキシ樹脂基板(例えば、ガラスエポキシ基板)、ビスマレイミドトリアジン基板、ポリイミド樹脂基板、フッ素樹脂基板などが挙げられる。第1回路部材1は、内部に半導体チップ等を備える部品内蔵基板であってもよい。

[0055] 第2回路部材2は、第1回路部材1に半田バンプ3を介して搭載されている。これにより、第1回路部材1と第2回路部材2との間には内部空間Sが形成される。第2回路部材2は、この内部空間Sを維持した状態で封止(中空封止)されることを要する電子部品である。第2回路部材2としては、例えば、RFIC、SAW、センサーチップ(加速度センサー等)、圧電振動子チップ、水晶振動子チップ、MEMSデバイスなどが挙げられる。

[0056] すなわち、実装部材は、各種第1回路部材1上に第2回路部材2が搭載されたチップ・オン・ボード(CoB)構造(チップ・オン・ウエハ(CoW)、チップ・オン・フィルム(CoF)、チップ・オン・ガラス(CoG)を含む)、チップ・オン・チップ(CoC)構造、チップ・オン・パッケージ

(C o P) 構造およびパッケージ・オン・パッケージ (P o P) 構造を有することができる。実装部材は、第 2 回路部材 2 が搭載された第 1 回路部材 1 に、さらに第 1 回路部材 1 および／または第 2 回路部材 2 を積層したような多層実装部材であってもよい。

[0057] 半田バンプ 3 は導電性を有しており、第 1 回路部材 1 と第 2 回路部材 2 とは、半田バンプ 3 を介して電氣的に接続されている。半田バンプ 3 の高さは特に限定されないが、例えば、 $10 \sim 150 \mu\text{m}$ であってよく、 $40 \sim 70 \mu\text{m}$ であってよい。半田バンプ 3 の組成も特に限定されない。例えば、鉛を主成分として含む半田であってもよいし、主成分として錫を含む鉛フリーの半田であってもよい。半田バンプ 3 は、鉛、錫以外に、例えば、亜鉛、アンチモン、インジウム、銀、ビスマス、銅、アルミニウム等を含み得る。半田バンプ 3 の材料は、具体的には、鉛－錫、錫－銀－銅、錫－亜鉛－アルミニウム、錫－ビスマス－銀等の合金を挙げることができる。

[0058] (第 2 準備工程)

空間維持層 4 1 P と、必要に応じて応力緩和層 4 2 P とを備えるシート 4 P を準備する (図 3 (a))。

シート 4 P が複数の層を備える場合、その製造方法は特に限定されない。シート 4 P は、各層を別途作成した後、積層する (ラミネート法) ことにより形成されてもよいし、各層の材料を順次、コーティングする (コーティング法) ことにより形成されてもよい。

[0059] ラミネート法において、各層は、例えば、上記樹脂組成物を含む溶剤ペーストあるいは無溶剤ペースト (以下、単にペーストと総称する。) をそれぞれ調製する工程と、上記ペーストから各層を形成する工程 (形成工程) と、を含む方法により形成される。この方法により、空間維持層 4 1 P および応力緩和層 4 2 P をそれぞれ形成した後、この順に積層する。ペーストがプレゲル化剤を含む場合、形成工程の際にゲル化が行われる。ゲル化は、ペーストを薄膜化した後、薄膜を熱硬化性樹脂の硬化温度未満 (例えば、 $70 \sim 150^\circ\text{C}$) で、 $1 \sim 10$ 分間加熱することにより行われる。

[0060] 一方、コーティング法では、上記方法により、例えば空間維持層41Pを形成した後、この空間維持層41Pの表面に、第2樹脂組成物を含むペーストをコーティングして応力緩和層42Pを形成する。この場合も、形成工程の際にゲル化が行われ得る。ゲル化は、各ペーストからそれぞれの薄膜を形成した後、逐次実施されてもよく、薄膜の積層体を形成した後に実施されてもよい。

[0061] 各層（薄膜）は、例えば、ダイ、ロールコーター、ドクターブレードなどにより形成される。この場合、ペーストの粘度を、 $10 \sim 10000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ となるように調整することが好ましい。溶剤ペーストを用いた場合、その後、 $70 \sim 150^\circ\text{C}$ 、 $1 \sim 10$ 分間乾燥して、溶剤を除去してもよい。上記ゲル化と溶剤の除去とは、同時に実施され得る。

[0062] （配置工程）

空間維持層41Pが第2回路部材2に対向するように、シート4Pを実装部材に配置する（図3（a））。

このとき、複数の第2回路部材2を、一枚のシート4Pで覆ってもよい。これにより、シート4Pを一括して、複数の第2回路部材2の表面および第2回路部材2同士の間の第1回路部材1の表面に対向するように配置することができる。

[0063] （封止工程）

シート4Pを第1回路部材1に対して押圧するとともに（図3（b））、シート4Pを加熱して硬化させる（図3（c））。これにより、内部空間Sを維持しながら、第2回路部材2が封止される。

[0064] シート4Pの第1回路部材1に対する押圧は、例えば、シート4Pを、シート4Pに含まれる熱硬化性樹脂の硬化温度未満で加熱しながら行われる（熱プレス）。これにより、シート4Pは、第2回路部材2の表面に密着するとともに、第2回路部材2同士の間の第1回路部材1の表面に達するまで伸展することが容易となり、第2回路部材2の封止の信頼性を高めることができる。熱プレスは、大気圧下で行ってもよいし、減圧雰囲気（例えば 50 Pa 以

上、50,000Pa以下、好ましくは50Pa以上、3,000Pa以下）で行ってもよい。押圧時の加熱の条件は、特に限定されず、押圧方法や熱硬化性樹脂の種類に応じて適宜設定すればよい。上記加熱は、例えば、40～200℃（好ましくは50～180℃）で、1秒～300分間（好ましくは3秒～300分間）行われる。

[0065] シート4Pを上記硬化温度で加熱して熱硬化性樹脂を硬化させると、封止材4が形成される。これにより、第2回路部材2が封止される。シート4Pの加熱（熱硬化性樹脂の硬化）の条件は、熱硬化性樹脂の種類に応じて適宜設定すればよい。熱硬化性樹脂の硬化は、例えば、50～200℃（好ましくは120～180℃）で、1秒～300分間（好ましくは60分～300分間）行われる。

[0066] 熱プレスと熱硬化性樹脂の硬化とは、別々に実施してもよく、同時に実施してもよい。例えば、減圧雰囲気下、シート4Pに含まれる熱硬化性樹脂の硬化温度未満で熱プレスした後、減圧を解除して、大気圧下でさらに高温で加熱して、熱硬化性樹脂を硬化させてもよい。あるいは、大気圧下で、シート4Pに含まれる熱硬化性樹脂の硬化温度未満で熱プレスした後、さらに高温で加熱して、熱硬化性樹脂を硬化させてもよい。また、減圧雰囲気下、硬化温度で熱プレスすることにより、減圧中に熱硬化性樹脂を硬化させてもよい。

[0067] （個片化工程）

得られた実装構造体10を、第2回路部材2ごとにダイシングする個片化工程を行ってもよい（図3（d））。これにより、チップレベルの実装構造体（実装チップ20）が得られる。

[0068] [実施例]

次に、実施例に基づいて、本発明をより具体的に説明する。ただし、以下の実施例は、本発明を限定するものではない。

[0069] [実施例1]

（1）樹脂組成物の調製

下記材料を用いて、表 1 に記載の組成を有する樹脂組成物 A～H を調製した。表中の組成を示す数値は質量部である。

[0070] <熱硬化性樹脂>

E p : エポキシ樹脂 (エポキシ当量 1 8 3 g / e q)

[0071] <硬化剤>

H d - A : フェノールノボラック樹脂 A (水酸基当量 1 7 3 g / e q)

H d - B : フェノールノボラック樹脂 B (エポキシ当量 1 0 5 g / e q)

H d - C : フェノールノボラック樹脂 C (エポキシ当量 1 4 3 g / e q)

[0072] <熱可塑性樹脂>

A c R : アクリル樹脂

P h R : フェノキシ樹脂

[0073] <硬化促進剤>

I M Z : イミダゾール

[0074] <無機充填剤>

s - S i L : 溶融球状シリカ

[0075] [表1]

組 成	A	B	C	D	E	F	G	H
Ep	100	100	100	100	100	100	100	100
Hd-A	80	80	-	-	-	-	-	-
Hd-B	-	-	60	60	-	60	65	60
Hd-C	-	-	-	-	75	-	-	-
AcR	50	30	10	50	60	-	40	20
PhR	-	-	-	-	-	35	-	-
IMZ	4	4	3	2	4	3	3	3
s-SiL	325	325	1000	750	300	500	250	500

[0076] [評価 1]

<貯蔵せん断弾性率と $\tan \delta_t$ >

樹脂組成物 A～H をそれぞれ P E T フィルムに塗工し、1 0 0℃で5分間加熱して、厚み 1 m m の未硬化のシートを作製した。得られた未硬化のシートから直径 8 m m × 1 m m の試験片を作成し、J I S K 7 2 4 4 に準拠して、第 2 回路部材 2 が封止されるとき温度 t (8 0℃または 1 0 0℃) に

における貯蔵せん断弾性率 G' および損失せん断弾性率 G'' を求め、温度 t における損失正接 $\tan \delta_t (G'' / G')$ を求めた。なお、粘弾性測定装置には、ARES-LS2 (TA Instruments 社製) を用い、周波数 1 Hz 、昇温速度 $10^\circ\text{C}/\text{分}$ の条件で測定した。結果を表2に示す。

[0077] <ガラス転移温度 (T_g)>

樹脂組成物A～HをそれぞれPETフィルムに塗工し、 150°C で180分間加熱して、熱硬化性樹脂を硬化させて、厚み 1 mm の硬化シートを得た。得られた硬化シートから直径 $8\text{ mm} \times 1\text{ mm}$ の試験片を作成し、上記評価1と同様の条件で、 -55°C から 125°C における貯蔵せん断弾性率 G' および損失せん断弾性率 G'' を求め、損失正接 $\tan \delta (G'' / G')$ が最大値を示す温度をガラス転移温度として求めた。結果を表2に示す。

[0078] < $\tan \delta 2$ >

応力緩和層として用いた樹脂組成物の硬化シートについては、 40°C 以上、かつ T_g 以下の温度範囲における損失正接 $\tan \delta 2$ の最小値を求めた。結果を表2に示す。

[0079] <線膨張係数>

樹脂組成物A～Hを 150°C で180分間加熱し、塊状の熱硬化性樹脂の硬化物を得た。塊状硬化物から $2\text{ mm} \times 5\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ の試験片を作成し、JIS K 7197に準拠して、 -55°C から 125°C における線膨張係数の平均値を求めた。熱機械的分析装置には、TMA7100 (株式会社日立ハイテクサイエンス製) を用い、圧縮モード、昇温速度 $2.5^\circ\text{C}/\text{分}$ 、荷重 49 mN の条件で測定した。結果を表2に示す。

[0080] (2) シート4Pの作製

樹脂組成物A～Hを用いて、表2に記載の空間維持層(41P)と応力緩和層(42P)との組み合わせで、実施例に係るシート4P-X1、4P-X2、4P-X3および4P-X4と、比較例に係る4P-R1および4P-R2をそれぞれコーティング法により形成した。空間維持層(41P)の厚みは $100\text{ }\mu\text{m}$ 、応力緩和層(42P)の厚みは $200\text{ }\mu\text{m}$ とした。

[0081] [表2]

		4P-X1	4P-X2	4P-X3	4P-X4	4P-R1	4P-R2
空間維持層	樹脂組成物	C	D	C	C	G	E
未硬化物	Tan δ 1 t	0.50	0.73	0.50	0.50	0.59	0.45
硬化物	Tg (°C)	140	145	140	140	120	90
	線膨張係数 (ppm/K)	11	16	11	11	35	53
応力緩和層	樹脂組成物	A	B	D	H	F	A
未硬化物	Tan δ 2 t	0.54	0.49	0.60	0.71	1.24	0.49
	G2'	8×10^4	3×10^4	3×10^5	8×10^4	6×10^4	3×10^4
硬化物	最小 Tan δ 2	0.15	0.08	0.02	0.01	0.01	0.15
	Tg (°C)	60	64	145	143	143	60
	線膨張係数 (ppm/K)	41	38	16	19	19	41
封止温度 t (°C)		100	80	100	100	80	80
封止性		最良	良	最良	良	可	最良
ヒートサイクル試験		最良	最良	最良	良	不良	不良

[0082] (3) 実装構造体の作製

ガラス基板（第1回路部材、50mm角、厚み0.2mm）に同型のSAWチップ（第2回路部材、1.1mm×1.1mm、高さ0.2mm）を、金バンプ（直径100 μ m、高さ20 μ m）を介して3個並べて搭載することにより実装部材を得た。SAWチップ間の離間距離は0.4mmとした。

[0083] 得られた実装部材をシート4Pで封止して実装構造体を得た。具体的には、空間維持層41PがSAWチップに対向するようにシート4Pを実装部材に配置した後、減圧雰囲気下（400Pa）で、シート4Pをガラス基板に対して押圧するとともにシート4Pを所定の封止温度（t）で1分間加熱し、その後、150℃、約10,000Pa（1atm）で180分間加熱した。封止温度を表2に示す。

[0084] [評価2]

<封止性>

得られた実装構造体をガラス基板側からレーザー顕微鏡で観察し、以下の評価法に従って評価した。以下の表示を表2に示す。

全SAWチップとガラス基板との間に十分な内部空間が形成され、SAW

チップ間には封止材が隙間なく充填されている：最良

全SAWチップとガラス基板との間に十分な内部空間が形成され、SAWチップ間には封止材が隙間なく充填されているが、一部の内部空間に比較的大きな樹脂侵入が確認できる：良

全SAWチップとガラス基板との間に十分な内部空間が形成され、SAWチップ間には封止材が隙間なく充填されているが、特異的に大きな樹脂侵入がある等、各内部空間の大きさ（中空部への樹脂侵入量）にバラツキが認められる：可

[0085] <ヒートサイクル試験>

実装構造体を -55°C と $+125^{\circ}\text{C}$ の環境に交互に15分間ずつ放置するサイクルを250回繰り返すごとに、ガラス基板側から光学顕微鏡およびSAT（超音波映像装置）にて、不良（クラックおよび剥離）の有無を観察し、不良が発生するまでのサイクル数を求めた。以下の表示を表2に示す。

[0086] 800サイクルまで不良が確認されない：最良

800サイクル未満～500サイクル以上で不良が発生：良

500未満で不良が発生：不良

産業上の利用可能性

[0087] 本発明の実装構造体の製造方法は、第1回路部材と第2回路部材との間の空間を維持し、かつ内部空間の膨張を抑制することのできるシートを用いるため、半田バンプを用いる実装構造体の製造方法として有用である。また、この方法に用いられる本発明に係るシートも、半田バンプを用いる様々な実装構造体の製造に適している。

符号の説明

[0088] 10：実装構造体

1：第1回路部材

2：第2回路部材

3：半田バンプ

4P：シート

4 1 P : 空間維持層

4 2 P : 応力緩和層

4 : 封止材 (シートの硬化物)

4 1 : 硬化空間維持層

4 2 : 硬化応力緩和層

2 0 : 実装チップ

請求の範囲

- [請求項1] 第1回路部材と、前記第1回路部材にバンプを介して搭載される複数の第2回路部材と、を備えるとともに、前記第1回路部材と前記第2回路部材との間に空間が形成された実装部材を準備する工程と、空間維持層を備えるシートを準備する工程と、前記空間維持層が前記第2回路部材に対向するように、前記シートを前記実装部材に配置する配置工程と、前記シートを前記第1回路部材に対して押圧するとともに、前記シートを加熱して、前記空間を維持しながら前記第2回路部材を封止し、前記シートを硬化させる封止工程と、を具備し、前記バンプが半田バンプであり、硬化後の前記空間維持層のガラス転移温度が 125°C より大きく、かつ、 125°C 以下における線膨張係数が 20 ppm/K 以下である、実装構造体の製造方法。
- [請求項2] 前記第2回路部材が封止されるときにの温度 t において、前記空間維持層の損失正接 $\tan\delta_{1t}$ が1以下である、請求項1に記載の実装構造体の製造方法。
- [請求項3] 前記シートがさらに応力緩和層を備え、硬化後の前記応力緩和層の 40°C 以上であってガラス転移温度以下の温度範囲における損失正接 $\tan\delta_2$ が、 0.02 以上である、請求項1または2に記載の実装構造体の製造方法。
- [請求項4] 前記第2回路部材が封止されるときにの温度 t において、前記応力緩和層の損失正接 $\tan\delta_{2t}$ が 0.3 より大きく、かつ、貯蔵せん断弾性率が $1\times 10^3\text{ Pa}$ 以上である、請求項3に記載の実装構造体の製造方法。
- [請求項5] 前記第1回路部材がセラミック基板である、請求項1～4のいずれか一項に記載の実装構造体の製造方法。
- [請求項6] 請求項1に記載の製造方法により得られた実装構造体を、前記第2

回路部材ごとにダイシングして個片化する工程を具備する、個片化実装構造体の製造方法。

[請求項7] 第1回路部材と、前記第1回路部材に半田バンプを介して搭載される複数の第2回路部材と、を備えるとともに、前記第1回路部材と前記第2回路部材との間に空間が形成された実装部材を封止するために用いられるシートであって、

空間維持層を備え、

硬化後の前記空間維持層のガラス転移温度が 125°C より大きく、かつ、 125°C 以下における線膨張係数が 20 ppm/K 以下である、シート。

[請求項8] 前記第2回路部材が封止されるとききの温度 t において、

前記空間維持層の損失正接 $\tan\delta_1$ が1以下である、請求項7に記載のシート。

[請求項9] さらに応力緩和層を備え、

前記空間維持層が、少なくとも一方の最外に配置されており、

硬化後の前記応力緩和層の 40°C 以上であってガラス転移温度以下の温度範囲における損失正接 $\tan\delta_2$ が、 0.02 以上である、請求項7または8に記載のシート。

[請求項10] 前記第2回路部材が封止されるとききの温度 t において、

前記応力緩和層の損失正接 $\tan\delta_2$ が 0.3 より大きく、かつ、貯蔵せん断弾性率が $1 \times 10^3\text{ Pa}$ 以上である、請求項9に記載のシート。