

明 細 書

発明の名称：

中空封止用樹脂シート及び中空パッケージの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、中空封止用樹脂シート及び中空パッケージの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 電子デバイスパッケージの作製には、代表的に、 bumps等を介して基板などに固定された1又は複数の電子デバイスを封止樹脂にて封止し、必要に応じて封止体を電子デバイス単位のパッケージとなるようにダイシングするという手順が採用されている。このような封止樹脂として、シート状の封止樹脂が用いられることがある。

[0003] 近年、半導体パッケージと並んで、SAW (Surface Acoustic Wave) フィルタや、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) センサ、加速度センサ等のMEMSと称される微小電子デバイスの開発が進められている。これらの電子デバイスを封止したパッケージは、それぞれ一般的に表面弾性波の伝播、光学系の維持、電子デバイスの可動部材の可動性を確保するための中空構造を有している。この中空構造は、基板と素子との間の空隙として設けられることが多い。封止の際には、可動部材の作動信頼性や素子の接続信頼性を確保するよう中空構造を維持しつつ封止する必要がある。例えば、特許文献1には、ゲル状の硬化性樹脂シートを用いて機能素子を中空モールドする技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-19714号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記中空構造を与えるバンプはそのサイズが小さいほどコストが高くなるという事情や、上記可動部材の複雑化や複合化のための中空構造の拡大という要求に鑑み、今後はバンプ径を増加させて空隙を拡大するという方策が採られることが予想される。上記特許文献1に記載の技術では、素子と基板との間の中空構造として幅が数十 μm 程度の空隙までであれば所望の中空構造を維持しながら電子デバイスを封止することができる。しかしながら、中空構造として幅が100 μm 近い空隙を確保しながら封止すると、中空構造への樹脂流入が発生する等して対応が困難となり、パッケージ作製の歩留まりが低下する場合がある。

[0006] また、中空構造の拡大とパッケージ全体のダウンサイジングという相反する要求のためにチップの厚さを従来に比してより薄型化する必要が生じる。しかしながら、チップの厚さを薄くすると、チップ自体の強度が低下して基板の反りの影響を受けやすくなり、パッケージの信頼性が低下する場合がある。

[0007] 本発明の目的は、中空構造の空隙の幅が100 μm 程度であっても中空構造を維持可能であるとともに、パッケージの反りを防止して信頼性の高い中空パッケージを作製可能な中空封止用樹脂シート及び中空パッケージの製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者らは、鋭意検討した結果、下記構成を採用することにより上記課題を解決できることを見出し、本発明を完成させた。

[0009] すなわち、本発明の中空封止用樹脂シートは、無機充填剤を70体積%以上90体積%以下の含有量で含み、

動的粘弾性測定による60～130℃での最低溶融粘度が2000Pa・s以上20000Pa・s以下であり、

150℃で1時間熱硬化させた後の常温（20℃）における貯蔵弾性率が1GPa以上20GPa以下であり、

150℃で1時間熱硬化させた後のガラス転移温度以下における線膨張係数が5 ppm/K以上15 ppm/K以下である。

[0010] 当該中空封止用樹脂シートは、高含有量の無機充填剤により最低溶融粘度を2000 Pa・s以上20000 Pa・s以下としているので、中空構造への樹脂進入を抑制して信頼性の高い中空パッケージを製造することができる。また、熱硬化後の貯蔵弾性率及び線膨張係数をそれぞれ所定範囲としているので、硬化後のパッケージ強度を確保できるとともに、はんだリフロー工程等において高温が負荷されてもパッケージの反りを防止し、より信頼性の高いパッケージを製造することができる。なお、最低溶融粘度、貯蔵弾性率、ガラス転移温度及び線膨張係数の測定方法は実施例の記載による。

[0011] 本発明には、被着体上に配置された1又は複数の電子デバイスを覆うように当該中空封止用樹脂シートを前記電子デバイス上に前記被着体と前記電子デバイスとの間の中空部を維持しながら積層する積層工程、及び
前記中空封止用樹脂シートを硬化させて封止体を形成する封止体形成工程を含む中空パッケージの製造方法も含まれる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の一実施形態に係る樹脂シートを模式的に示す断面図である。
[図2A]本発明の一実施形態に係る中空パッケージの製造方法の一工程を模式的に示す図である。
[図2B]本発明の一実施形態に係る中空パッケージの製造方法の一工程を模式的に示す図である。
[図2C]本発明の一実施形態に係る中空パッケージの製造方法の一工程を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に実施形態を掲げ、本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらの実施形態のみに限定されるものではない。

[0014] 《第1実施形態》

〔中空封止用樹脂シート〕

- [0015] 図1は、本発明の一実施形態に係る中空封止用樹脂シート（以下、単に「樹脂シート」ともいう。）11を模式的に示す断面図である。樹脂シート11は、代表的に、ポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムなどの支持体11a上に積層された状態で提供される。なお、支持体11aには樹脂シート11の剥離を容易に行うために離型処理が施されていてもよい。
- [0016] 樹脂シート11の硬化前の動的粘弾性測定による60～130℃での最低溶融粘度は2000Pa・s以上20000Pa・s以下であればよく、3000Pa・s以上15000Pa・s以下であることが好ましく、5000Pa・s以上10000Pa・s以下であることがより好ましい。樹脂シート11の最低溶融粘度が上記範囲とすることにより、中空構造への樹脂の進入を効率的に防止し、信頼性の高い中空パッケージを得ることができる。上記最低溶融粘度が下限未満であると、中空構造への樹脂の進入が生じてしまい、パッケージの信頼性が低下するおそれがある。一方、上記上限を超えると、チップの埋まり込み性が低下してボイドが発生するおそれがある。
- [0017] 樹脂シート11では、150℃で1時間熱硬化させた後の20℃における貯蔵弾性率は1GPa以上20GPa以下であり、その下限としては1.5GPa以上が好ましく、2GPa以上がより好ましい。また、該貯蔵弾性率の上限としては10GPa以下が好ましく、5GPa以下がより好ましい。硬化後の貯蔵弾性率を上記範囲とすることによりパッケージの強度を確保することができる。上記貯蔵弾性率の下限未満であると、パッケージ強度が充分でなくなり信頼性が低下するおそれがある。一方、上記上限を超えた場合には、衝撃に対して脆くなってパッケージ強度が充分でなくなり、この場合も信頼性が低下するおそれがある。
- [0018] 当該封止樹脂シートでは、150℃で1時間熱硬化処理した後のガラス転移温度は70℃以上であることが好ましく、90℃以上であることがより好ましく、110℃以上であることがさらに好ましい。当該封止樹脂シートがこのような構成を備えることにより、耐熱性を向上させることができる。こ

れに対し、上記熱硬化処理後のガラス転移温度の上限は特に限定されないものの、熱硬化の際の硬化収縮低減の観点から、 250°C 以下が好ましく、 200°C 以下がより好ましい。

[0019] 樹脂シート11を 150°C で1時間熱硬化させた後のガラス転移温度以下における線膨張係数は 5 ppm/K 以上 15 ppm/K 以下であればよい。該線膨張係数の下限は 6 ppm/K 以上が好ましく、 7 ppm/K 以上がより好ましい。該線膨張係数の上限は 12 ppm/K 以下であることが好ましく、 9 ppm/K 以下がより好ましい。所定の熱処理後の熱処理物のガラス転移温度以下での線膨張係数を上記範囲とすることより、封止処理後にパッケージ構造に対して高温処理を施しても、樹脂シート11と、特に低線膨張係数を有する基板との線膨張係数の差を小さくすることができ、基板の反り等を防止することができる。上記線膨張係数が上記下限未満であるか、又は上記上限を超えると、樹脂シートと基板との線膨張係数の差が大きくなってパッケージに反りが生じる場合がある。

[0020] 樹脂シート11はエポキシ樹脂、及びフェノール樹脂を含むことが好ましい。これにより、良好な熱硬化性が得られる。

[0021] エポキシ樹脂としては、特に限定されるものではない。例えば、トリフェニルメタン型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、変性ビスフェノールA型エポキシ樹脂、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、変性ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、フェノキシ樹脂などの各種のエポキシ樹脂を用いることができる。これらエポキシ樹脂は単独で用いてもよいし2種以上併用してもよい。

[0022] エポキシ樹脂の硬化後の靱性及びエポキシ樹脂の反応性を確保する観点からは、エポキシ当量 $150\sim 250$ 、軟化点もしくは融点が $50\sim 130^{\circ}\text{C}$ の常温で固形のものが好ましく、なかでも、信頼性の観点から、トリフェニルメタン型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、ビフェニル

ル型エポキシ樹脂がより好ましい。

[0023] フェノール樹脂は、エポキシ樹脂との間で硬化反応を生起するものであれば特に限定されるものではない。例えば、フェノールノボラック樹脂、フェノールアラルキル樹脂、ビフェニルアラルキル樹脂、ジシクロペンタジエン型フェノール樹脂、クレゾールノボラック樹脂、レゾール樹脂などが用いられる。これらフェノール樹脂は単独で用いてもよいし、2種以上併用してもよい。

[0024] フェノール樹脂としては、エポキシ樹脂との反応性の観点から、水酸基当量が70～250、軟化点が50～110℃のものを用いることが好ましく、なかでも硬化反応性が高いという観点から、フェノールノボラック樹脂を好適に用いることができる。また、信頼性の観点から、フェノールアラルキル樹脂やビフェニルアラルキル樹脂のような低吸湿性のものも好適に用いることができる。

[0025] エポキシ樹脂とフェノール樹脂の配合割合は、硬化反応性という観点から、エポキシ樹脂中のエポキシ基1当量に対して、フェノール樹脂中の水酸基の合計が0.7～1.5当量となるように配合することが好ましく、より好ましくは0.9～1.2当量である。

[0026] 樹脂シート11中のエポキシ樹脂及びフェノール樹脂の合計含有量の下限は、2.0重量%以上が好ましく、3.0重量%以上がより好ましい。2.0重量%以上であると、電子デバイス、基板などに対する接着力が良好に得られる。一方、上記合計含有量の上限は20重量%以下が好ましく、10重量%以下がより好ましい。20重量%以下であると、樹脂シートの吸湿性を低減させることができる。

[0027] 樹脂シート11は、熱可塑性樹脂を含むことが好ましい。これにより、得られる中空封止用樹脂シートの耐熱性、可撓性、強度を向上させることができる。

[0028] 熱可塑性樹脂としては、天然ゴム、ブチルゴム、イソプレングム、クロロプレングム、エチレン-酢酸ビニル共重合体、エチレン-アクリル酸共重合

体、エチレンーアクリル酸エステル共重合体、ポリブタジエン樹脂、ポリカーボネート樹脂、熱可塑性ポリイミド樹脂、6-ナイロンや6,6-ナイロンなどのポリアミド樹脂、フェノキシ樹脂、アクリル樹脂、PETやPBTなどの飽和ポリエステル樹脂、ポリアミドイミド樹脂、フッ素樹脂、スチレンーイソブチレンーstyレンブロック共重合体などが挙げられる。これらの熱可塑性樹脂は単独で、又は2種以上を併用して用いることができる。なかでも、樹脂シートにおける低応力性、低吸水性という観点から、スチレンーイソブチレンーstyレンブロック共重合体が好ましい。

[0029] 樹脂シート11中の熱可塑性樹脂の含有量は、1.0重量%以上が好ましく、1.5重量%以上がより好ましい。1.0重量%以上であると、樹脂シートに柔軟性、可撓性を好適に付与することができる。樹脂シート11中の熱可塑性樹脂の含有量は、3.5重量%以下が好ましく、3.0重量%以下がより好ましい。3.5重量%以下であると、電子デバイスや基板に対する樹脂シートの接着性を向上させることができる。

[0030] 樹脂シート11は、無機質充填剤を70体積%以上90体積%以下の含有量で含む。上記含有量の下限は74体積%以上が好ましく、78体積%以上がより好ましい。また、上記含有量の上限は、85体積%以下が好ましく、83体積%以下がより好ましい。無機充填剤の含有量を上記範囲とすることにより、中空構造付近における樹脂へのダイラタンシー様作用を好適に付与して中空構造を維持することができるとともに、硬化後の線膨張係数を低下させてパッケージの反りを防止し、高信頼性の中空パッケージを得ることができる。無機充填剤の含有量が上記下限未満であると、十分なダイラタンシー様作用を得られなかったり、パッケージの反りが生じたりする場合があります。上記上限を超えると樹脂シートの流動性や柔軟性が低下して基板やチップへの接着性が低下する場合がある。なお、無機充填剤が複数種の粒子の混合物である場合は、その混合物の含有量が上記範囲を満たす。

[0031] 無機質充填剤の含有量は、「重量%」を単位としても説明できる。代表的にシリカの含有量について、「重量%」を単位として説明する。

シリカは通常、比重 2.2 g/cm^3 であるので、シリカの含有量（重量％）の好適範囲は以下のとおりである。すなわち、樹脂シート 11 中のシリカの含有量は、81 重量％以上が好ましく、84 重量％以上がより好ましい。樹脂シート 11 中のシリカの含有量は、94 重量％以下が好ましく、91 重量％以下がより好ましい。

[0032] アルミナは通常、比重 3.9 g/cm^3 であるので、アルミナの含有量（重量％）の好適範囲は以下のとおりである。すなわち、樹脂シート 11 中のアルミナの含有量は、88 重量％以上が好ましく、90 重量％以上がより好ましい。樹脂シート 11 中のアルミナの含有量は、97 重量％以下が好ましく、95 重量％以下がより好ましい。

[0033] 無機充填剤の形状は特に限定されず、球状（楕円体状を含む。）、多面体状、多角柱状、不定形状等の任意の形状であってもよいが、中空構造付近での高充填状態の達成や適度な流動性の観点から、球状が好ましい。

[0034] 無機質充填剤は、特に限定されるものではなく、従来公知の各種充填剤を用いることができ、例えば、石英ガラス、タルク、シリカ（溶融シリカや結晶性シリカなど）、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化ホウ素の粉末が挙げられる。これらは単独で用いてもよいし、2 種以上併用してもよい。なかでも、線膨張係数を良好に低減できるという理由から、シリカ、アルミナが好ましく、シリカがより好ましい。

[0035] シリカとしては、シリカ粉末が好ましく、溶融シリカ粉末がより好ましい。溶融シリカ粉末としては、球状溶融シリカ粉末、破碎溶融シリカ粉末が挙げられるが、流動性という観点から、球状溶融シリカ粉末が好ましい。

[0036] 無機充填剤の平均粒径は $50 \mu\text{m}$ 以下の範囲のものをを用いることが好ましく、 $0.1 \sim 30 \mu\text{m}$ の範囲のものをを用いることがより好ましく、 $0.5 \sim 25 \mu\text{m}$ の範囲のものをを用いることが特に好ましい。なお、平均粒径は、母集団から任意に抽出される試料を用い、レーザー回折散乱式粒度分布測定装置を用いて測定することにより導き出すことができる。

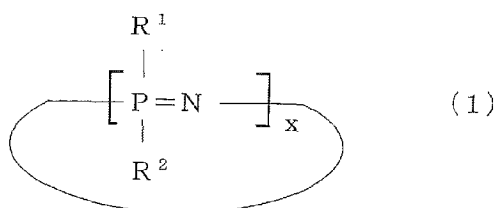
[0037] 樹脂シート 11 は、硬化促進剤を含むことが好ましい。

[0038] 硬化促進剤としては、エポキシ樹脂とフェノール樹脂の硬化を進行させるものであれば特に限定されず、例えば、トリフェニルホスフィン、テトラフェニルホスホニウムテトラフェニルボレートなどの有機リン系化合物；2-フェニル-4,5-ジヒドロキシメチルイミダゾール、2-フェニル-4-メチル-5-ヒドロキシメチルイミダゾールなどのイミダゾール系化合物；などが挙げられる。なかでも、混練時の温度上昇によっても硬化反応が急激に進まず、樹脂シート11を良好に作製できるという理由から、2-フェニル-4,5-ジヒドロキシメチルイミダゾールが好ましい。

[0039] 硬化促進剤の含有量は、エポキシ樹脂及びフェノール樹脂の合計100重量部に対して0.1～5重量部が好ましい。

[0040] 樹脂シート11は、難燃剤成分を含むことが好ましい。これにより、部品ショートや発熱などにより発火した際の、燃焼拡大を低減できる。難燃剤組成分としては、例えば水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、水酸化鉄、水酸化カルシウム、水酸化スズ、複合化金属水酸化物などの各種金属水酸化物；ホスファゼン系難燃剤などを用いることができる。なかでも、難燃性、硬化後の強度に優れるという理由から、ホスファゼン系難燃剤が好ましく、式(1)又は式(2)で表される化合物が好ましい。

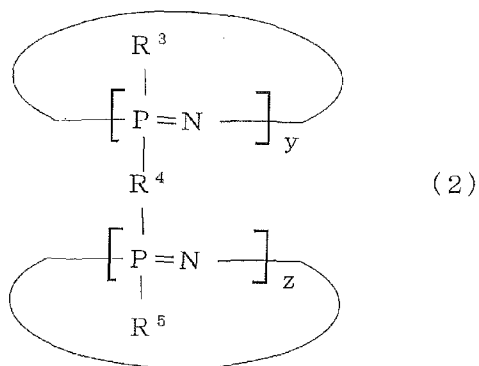
[0041] [化1]



(式中、 R^1 及び R^2 は、同一若しくは異なって、アルコキシ基、フェノキシ基、アミノ基、水酸基、アリル基又はこれらの基からなる群より選択される少なくとも1種の基を有する1価の有機基を表す。 x は3～25の整数を表す。)

[0042]

[化2]

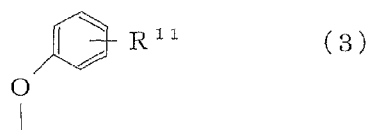


(式中、 R^3 及び R^5 は、同一若しくは異なって、アルコキシ基、フェノキシ基、アミノ基、水酸基、アリル基又はこれらの基からなる群より選択される少なくとも1種の基を有する1価の有機基を表す。 R^4 は、アルコキシ基、フェノキシ基、アミノ基、水酸基及びアリル基からなる群より選択される少なくとも1種の基を有する2価の有機基を表す。 y は3～25の整数を表す。 z は3～25の整数を表す。)

[0043] R^1 及び R^2 のアルコキシ基としては、例えば、メトキシ基、エトキシ基、 n -プロポキシ基、イソプロポキシ基、 n -ブトキシ基、 t -ブトキシ基などが挙げられる。なかでも、炭素数4～10のアルコキシ基が好ましい。

[0044] R^1 及び R^2 のフェノキシ基としては、例えば、式(3)で表される基が挙げられる。

[化3]



(式中、 R^{11} は、水素、水酸基、アルキル基、アルコキシ基、グリシジル基又はこれらの基からなる群より選択される少なくとも1種の基を有する1価の有機基を表す。)

- [0045] R^{11} のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*i*so-ブチル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、2-エチルヘキシル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ウンデシル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基、オクタデシル基などが挙げられる。 R^{11} のアルコキシ基としては、 R^1 及び R^2 のアルコキシ基と同様の基が挙げられる。
- [0046] R^1 及び R^2 としては、難燃性、硬化後の強度が良好に得られるという理由から、フェノキシ基が好ましく、式(3)で表される基がより好ましい。
- [0047] x は3~25の整数を表すが、難燃性、硬化後の強度が良好に得られるという理由から、3~10が好ましく、3~4がより好ましい。
- [0048] 式(2)において、 R^3 及び R^5 のアルコキシ基としては、例えば、メトキシ基、エトキシ基、*n*-プロポキシ基、イソプロポキシ基、*n*-ブトキシ基、*t*-ブトキシ基などが挙げられる。なかでも、炭素数4~10のアルコキシ基が好ましい。
- [0049] R^3 及び R^5 のフェノキシ基としては、例えば、前記式(3)で表される基が挙げられる。
- [0050] R^3 及び R^5 におけるアルコキシ基、フェノキシ基、アミノ基、水酸基及びアリル基からなる群より選択される少なくとも1種の基を有する1価の有機基としては特に限定されない。
- [0051] R^3 及び R^5 としては、難燃性、硬化後の強度が良好に得られるという理由から、フェノキシ基が好ましく、式(3)で表される基がより好ましい。
- [0052] R^4 の2価の有機基が有するアルコキシ基としては、例えば、メトキシ基、エトキシ基、*n*-プロポキシ基、イソプロポキシ基、*n*-ブトキシ基、*t*-ブトキシ基などが挙げられる。なかでも、炭素数4~10のアルコキシ基が好ましい。
- [0053] R^4 の2価の有機基が有するフェノキシ基としては、例えば、前記式(3)で表される基が挙げられる。

- [0054] yは3～25の整数を表すが、難燃性、硬化後の強度が良好に得られるという理由から、3～10が好ましい。
- [0055] zは3～25の整数を表すが、難燃性、硬化後の強度が良好に得られるという理由から、3～10が好ましい。
- [0056] 少量でも難燃効果を発揮するという観点から、ホスファゼン系難燃剤に含まれるリン元素の含有率は、12重量%以上であることが好ましい。
- [0057] 樹脂シート11中の難燃剤成分の含有量は、全有機成分中の10重量%以上が好ましく、15重量%以上がより好ましい。10重量%以上であると、難燃性が良好に得られる。樹脂シート11中の熱可塑性樹脂の含有量は、全有機成分中の30重量%以下が好ましく、25重量%以下がより好ましい。30重量%以下であると、硬化物の物性低下（具体的には、ガラス転移温度や高温樹脂強度などの物性の低下）が少ない傾向がある。
- [0058] 樹脂シート11は、シランカップリング剤を含むことが好ましい。シランカップリング剤としては特に限定されず、3-グリシドキシプロピルトリメトキシシランなどが挙げられる。
- [0059] 樹脂シート11中のシランカップリング剤の含有量は、0.1～3重量%が好ましい。上記含有量が0.1重量%以上であると、硬化後の樹脂シートの強度を高めることができるとともに、吸水率を低減させることができる。一方、上記含有量が3重量%以下であると、アウトガスの発生を抑制することができる。
- [0060] 樹脂シート11は、顔料を含むことが好ましい。顔料としては特に限定されず、カーボンブラックなどが挙げられる。
- [0061] 樹脂シート11中の顔料の含有量は、0.1～2重量%が好ましい。0.1重量%以上であると、良好なマーキング性が得られる。一方、2重量%以下であると、硬化後の樹脂シートの強度を確保することができる。
- [0062] なお、樹脂組成物には、上記の各成分以外に必要な応じて、他の添加剤を適宜配合できる。
- [0063] [中空封止用樹脂シートの製造方法]

樹脂シート 11 の製造方法は特に限定されないが、混練物を調製し、得られた混練物をシート状に加工する方法が好ましい。具体的には、上述の各成分をミキシングロール、加圧式ニーダー、押出機などの公知の混練機で熔融混練することにより混練物を調製し、得られた混練物をシート状に加工する。混練条件として、温度は、上述の各成分の軟化点以上であることが好ましく、例えば 30～150℃、エポキシ樹脂の熱硬化性を考慮すると、好ましくは 40～140℃、さらに好ましくは 60～120℃である。時間は、例えば 1～30 分間、好ましくは 5～15 分間である。

[0064] 混練は、減圧条件下（減圧雰囲気下）で行うことが好ましい。減圧条件下の圧力の上限は、好ましくは 0.1 kg/cm² 以下、より好ましくは 0.05 kg/cm² 以下である。減圧条件下の圧力の下限は低いほど好ましいが、生産性や物理的限界から、 1×10^{-4} kg/cm² 以上であってもよい。これにより、混練物への気体の混入を防止でき、得られる混練物における気孔の発生を抑制することができる。

[0065] 熔融混練後の混練物は、冷却することなく高温状態のままで加工することが好ましい。加工方法としては特に制限されず、平板プレス法、Tダイ押出法、ロール圧延法、ロール混練法、インフレーション押出法、共押出法、カレンダー成形法などなどが挙げられる。加工温度としては上述の各成分の軟化点以上が好ましく、エポキシ樹脂の熱硬化性および成形性を考慮すると、例えば 40～150℃、好ましくは 50～140℃、さらに好ましくは 70～120℃である。

[0066] 樹脂シート 11 の厚さは特に限定されないが、100～2000 μm であることが好ましい。上記範囲内であると、良好に電子デバイスを封止することができる。また、樹脂シートを薄型にすることで、発熱量を低減でき、硬化収縮が起こりにくくなる。この結果、パッケージ反り量を低減でき、より信頼性の高い中空パッケージが得られる。

[0067] 樹脂シート 11 は、単層構造であってもよいし、2 以上の樹脂シートを積層した多層構造であってもよいが、層間剥離のおそれがなく、シート厚の均

一性が高く、低吸湿化し易いという理由から、単層構造が好ましい。

[0068] 樹脂シート11は、SAW (Surface Acoustic Wave) フィルタ; 圧力センサ、振動センサなどのMEMS (Micro Electro Mechanical Systems); LSIなどのIC、トランジスタなどの半導体; コンデンサ; 抵抗; CMOSセンサなどの電子デバイスの封止に使用される。なかでも、中空封止が必要な電子デバイス (具体的には、SAWフィルタ、MEMS) の封止に好適に使用でき、SAWフィルタの封止に特に好適に使用できる。

[0069] [中空パッケージの製造方法]

図2A~2Cはそれぞれ、本発明の一実施形態に係る中空パッケージの製造方法の一工程を模式的に示す図である。中空封止方法としては特に限定されず、従来公知の方法で封止できる。例えば、被着体上の電子デバイスを覆うように未硬化の樹脂シート11を基板上に中空構造を維持しながら積層 (載置) し、次いで樹脂シート11を硬化させて封止する方法などが挙げられる。被着体としては特に限定されず、例えば、プリント配線基板、セラミック基板、シリコン基板、金属基板等が挙げられる。本実施形態では、プリント配線基板12上に搭載されたSAWチップ13を樹脂シート11により中空封止して中空パッケージを作製する。

[0070] (SAWチップ搭載基板準備工程)

SAWチップ搭載基板準備工程では、複数のSAWチップ13が搭載されたプリント配線基板12を準備する (図2A参照)。SAWチップ13は、所定の楕形電極が形成された圧電結晶を公知の方法でダイシングして個片化することにより形成できる。SAWチップ13のプリント配線基板12への搭載には、フリップチップボンダーやダイボンダーなどの公知の装置を用いることができる。SAWチップ13とプリント配線基板12とはバンプなどの突起電極13aを介して電氣的に接続されている。また、SAWチップ13とプリント配線基板12との間は、SAWフィルタ表面での表面弾性波の伝播を阻害しないように中空部分14を維持するようになっている。SAW

チップ13とプリント配線基板12との間の距離は適宜設定でき、一般的には10～100 μ m程度である。

[0071] (封止工程)

封止工程では、SAWチップ13を覆うようにプリント配線基板12へ樹脂シート11を積層し、SAWチップ13を樹脂シート11で樹脂封止する(図2B参照)。樹脂シート11は、SAWチップ13及びそれに付随する要素を外部環境から保護するための封止樹脂として機能する。

[0072] 樹脂シート11をプリント配線基板12上に積層する方法は特に限定されず、熱プレスやラミネータなど公知の方法により行うことができる。熱プレス条件としては、温度が、例えば、40～100℃、好ましくは50～90℃であり、圧力が、例えば、0.1～10MPa、好ましくは0.5～8MPaであり、時間が、例えば0.3～10分間、好ましくは0.5～5分間である。また、樹脂シート11のSAWチップ13及びプリント配線基板12への密着性および追従性の向上を考慮すると、減圧条件下(例えば0.1～5kPa)においてプレスすることが好ましい。

[0073] (封止体形成工程)

封止体形成工程では、樹脂シート11を熱硬化処理して封止体15を形成する(図2B参照)。熱硬化処理の条件として、加熱温度が好ましくは100℃以上、より好ましくは120℃以上である。一方、加熱温度の上限が、好ましくは200℃以下、より好ましくは180℃以下である。加熱時間が、好ましくは10分以上、より好ましくは30分以上である。一方、加熱時間の上限が、好ましくは180分以下、より好ましくは120分以下である。また、必要に応じて加圧してもよく、好ましくは0.1MPa以上、より好ましくは0.5MPa以上である。一方、上限は好ましくは10MPa以下、より好ましくは5MPa以下である。

[0074] (ダイシング工程)

続いて、封止体15のダイシングを行ってもよい(図2C参照)。これにより、SAWチップ13単位での中空パッケージ18を得ることができる。

[0075] (基板実装工程)

必要に応じて、中空パッケージ 18 に対して再配線及びバンプを形成し、これを別途の基板（図示せず）に実装する基板実装工程を行うことができる。中空パッケージ 18 の基板への実装には、フリップチップボンダーやダイボンダーなどの公知の装置を用いることができる。

[0076] 《第 2 実施形態》

第 1 実施形態では、各配合成分をニーダー等で混練して混練物を調製し、この混練物を押出成形してシート状に形成している。これに対し、本実施形態では、各成分を有機溶剤等に溶解又は分散したワニス塗工してシート状に形成する。

[0077] ワニスを用いる具体的な作製手順としては、上記成分及び必要に応じて他の添加剤を常法に準じて適宜混合し、有機溶剤に均一に溶解あるいは分散させ、ワニスを調製する。ついで、上記ワニスをポリエステル等の支持体上に塗布し乾燥させることにより中空封止用樹脂シート 11 を得ることができる。そして必要により、中空封止用樹脂シートの表面を保護するためにポリエステルフィルム等の剥離シートを貼り合わせてもよい。剥離シートは封止時に剥離する。

[0078] 上記有機溶剤としては、特に限定されるものではなく従来公知の各種有機溶剤、例えばメチルエチルケトン、アセトン、シクロヘキサノン、ジオキサン、ジエチルケトン、トルエン、酢酸エチル等を用いることができる。これらは単独で用いてもよいし、2 種以上併せて用いてもよい。また通常、ワニスの固形分濃度が 30～95 重量%の範囲となるように有機溶剤を用いることが好ましい。

[0079] 有機溶剤乾燥後のシートの厚みは、特に制限されるものではないが、厚みの均一性と残存溶剤量の観点から、通常、5～100 μm に設定することが好ましく、より好ましくは 20～70 μm である。

実施例

[0080] 以下に、この発明の好適な実施例を例示的に詳しく説明する。ただし、こ

の実施例に記載されている材料や配合量などは、特に限定的な記載がない限りは、この発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

[0081] 実施例で使用した成分について説明する。

エポキシ樹脂 1 : 新日鐵化学 (株) 製の Y S L V - 8 0 X Y (ビスフェノール F 型エポキシ樹脂、エポキシ当量 2 0 0 g / e q . 、軟化点 8 0 ° C)

エポキシ樹脂 2 : 日本化薬社製の E P P N - 5 0 1 H Y (エポキシ当量 1 6 9 g / e q . 、軟化点 6 0 ° C)

フェノール樹脂 1 : 明和化成社製の M E H - 7 8 5 1 - S S (ビスフェニルアラルキル骨格を有するフェノール樹脂、水酸基当量 2 0 3 g / e q . 、軟化点 6 7 ° C)

フェノール樹脂 2 : 明和化成社製の M E H - 7 5 0 0 (フェノール当量 9 7 g / e q . 、軟化点 1 1 1 ° C)

熱可塑性樹脂 : (株) カネカ製の S I B S T E R 0 7 2 T (スチレンーイソブチレンースチレンブロック共重合体)

無機充填剤 1 : 電気化学工業社製の F B - 9 4 5 4 F C (溶融球状シリカ、平均粒子径 2 0 μ m)

無機充填剤 2 : (株) トクヤマ製の S E - 4 0 (溶融球状シリカ、平均粒子径 3 8 μ m)

無機充填剤 3 : 電気化学工業社製の F B - 5 S D C (溶融球状シリカ、平均粒子径 5 μ m)

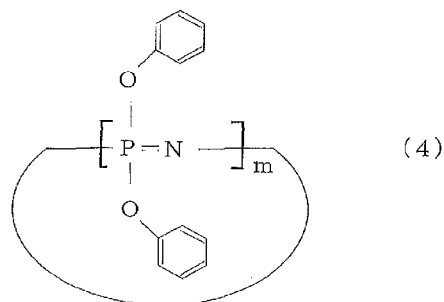
無機充填剤 4 : (株) アドマテックス製の S O - 2 5 R (溶融球状シリカ、平均粒子径 0 . 5 μ m)

シランカップリング剤 : 信越化学社製の K B M - 4 0 3 (3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン)

カーボンブラック : 三菱化学社製の # 2 0

難燃剤 : 伏見製薬所製の F P - 1 0 0 (ホスファゼン系難燃剤 : 式 (4) で表される化合物)

[化4]



(式中、 m は3～4の整数を表す。)

硬化促進剤：四国化成工業社製の2PHZ-PW（2-フェニル-4,5-ジヒドロキシメチルイミダゾール）

[0082] [実施例1～4及び比較例1～4]

表1に記載の配合比に従い、各成分を配合し、ロール混練機により60～120℃、10分間、減圧条件下（0.01kg/cm²）で熔融混練し、混練物を調製した。次いで、得られた混練物を平板プレス法によりシート状（50mm×50mm）に成形して、表1に示す厚さの中空封止用樹脂シートを作製した。

[0083] [実施例5]

表1に記載の配合比に従い、各成分をメチルエチルケトンとトルエンとの1：1混合溶剤に溶解ないし分散し、固形分40重量%のワニスを作製した。次に、離型処理を施したPETフィルム上に、溶剤乾燥後の塗膜の厚さが50μmになるようにワニスを塗工し、その後、乾燥条件を120℃、3分として塗膜を乾燥させて、厚さ50μmの樹脂シートを得た。得られた樹脂シートを、ラミネータを用いて厚み200μmになるまで積層し、厚さ200μmの中空封止用樹脂シートを作製した。

[0084] （最低熔融粘度）

各中空封止用樹脂シートの最低熔融粘度を、TAインスツルメント社製の粘弾性測定装置「ARES」（測定条件：測定温度範囲60～130℃、昇

温速度 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、周波数 0.1Hz ）で粘度変化を追跡した際、粘度の最低値を測定した結果を表1に示す。

[0085] （中空封止用樹脂シートの線膨張係数の測定）

線膨張係数の測定は、熱機械分析装置（（株）リガク社製：形式：TMA 8310）を用いて行った。具体的には、各中空封止用樹脂シートを 150°C で1時間加熱して熱硬化させ、この硬化物からサンプルサイズを長さ 25mm ×幅 4.9mm ×厚さ $200\mu\text{m}$ として測定試料を得た後、測定試料をフィルム引っ張り測定用治具にセットし、引張荷重 4.9mN 、昇温速度 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ の条件下で測定し、線膨張係数を得た。結果を表1に示す。

[0086] （中空封止用樹脂シートの貯蔵弾性率及びガラス転移温度（ T_g ）の測定）

各中空封止用樹脂シートを 150°C で1時間加熱して熱硬化させ、この硬化物からサンプルサイズを長さ 25mm ×幅 4.9mm ×厚さ $200\mu\text{m}$ として測定試料を得た。この測定試料の貯蔵弾性率をTAインスツルメント製RSA3で測定した。具体的には、 $-50\sim 300^{\circ}\text{C}$ の温度域での貯蔵弾性率及び損失弾性率を、周波数 1Hz 、昇温速度 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ の条件下で測定し、 20°C での貯蔵弾性率（ E' ）を読み取ることにより得た。また、当該測定における $\tan\delta$ （ G'' （損失弾性率）/ G' （貯蔵弾性率））の値を算出することによりガラス転移温度（ T_g ）を得た。それぞれの結果を表1に示す。

[0087] （パッケージ中空部への樹脂進入性及びパッケージの反りの評価）

アルミニウム楕形電極が形成された以下の仕様のSAWチップを下記ボンディング条件にて長さ 50mm ×幅 50mm ×厚さ 0.5mm のガラス基板に実装したSAWチップ実装基板を作製した。実施例1～3、5及び比較例1～4ではSAWチップとガラス基板との間のギャップ幅は $30\mu\text{m}$ 、実施例4では $90\mu\text{m}$ であった。

[0088] <SAWチップ>

チップサイズ： 1.2mm □（厚さ $150\mu\text{m}$ ）

バンプ材質（実施例１～３、５及び比較例１～４）：Auバンプ、高さ30 μm

バンプ材質（実施例４）：半田（鉛フリータイプ）バンプ、高さ90 μm

バンプ数：6バンプ

チップ数：100個（10個×10個）

[0089] <ボンディング条件>

装置：パナソニック電気（株）製

ボンディング条件：200℃、3N、1sec、超音波出力2W

[0090] 得られたSAWチップ実装基板上に、以下に示す加熱加圧条件下、各中空封止用樹脂シートを真空プレスにより貼付けた。

[0091] <貼り付け条件>

温度：60℃

加圧力：4MPa

真空度：1.6kPa

プレス時間：1分

[0092] 大気圧に開放した後、熱風乾燥機中、150℃、1時間の条件で中空封止用樹脂シートを熱硬化させ、封止体を得た。封止体を常温まで冷却した後、ガラス基板側から電子顕微鏡（KEYENCE社製、商品名「デジタルマイクロスコープ」、200倍）により、SAWチップとガラス基板との間の中空部への樹脂の進入量を測定した。樹脂進入量は、中空封止用樹脂シートによる封止前にガラス基板側から電子顕微鏡でSAWチップの端部の位置を確認及び記憶しておき、封止後に再度ガラス基板側から電子顕微鏡で観察し、封止前後での観察像を比較して、封止前に確認しておいたSAWチップの端部から中空部へ進入した樹脂の最大到達距離を測定し、これを樹脂進入量とした。樹脂進入量が20 μm 以下であった場合を「○」、20 μm を超えていた場合を「×」として評価した。結果を表1に示す。

[0093] また、常温まで冷却した封止体の最大反り量をレーザー3次元測定装置（ティーテック社製、「LS-220-MT50」）を用い、樹脂シート側の

表面を走査して計測し、反り量が1 mm以下の場合を「○」、1 mmを超えた場合を「×」として評価した。

[0094] [表1]

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4
	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	5.6	2.3	4.3	—
配合量 (重量部)	エポキシ樹脂1	—	—	—	—	—	—	—	7.5
	エポキシ樹脂2	3.5	3.5	3.5	3.5	5.8	2.5	4.5	—
	フェノール樹脂1	—	—	—	—	—	—	—	3.9
	フェノール樹脂2	3.0	3.0	3.0	3.0	5.0	6.0	10.0	5.0
	熱可塑性樹脂	88.0	58.0	58.0	88.0	80.0	28.0	70.0	80.0
	無機充填剤1	—	30.0	—	—	—	60.0	—	—
	無機充填剤2	—	—	25.0	25.0	—	—	—	—
	無機充填剤3	—	—	5.0	5.0	—	—	—	—
	無機充填剤4	—	—	—	—	—	—	—	—
	シランカップリング剤	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5
	カーボンブラック	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5
	難燃剤	1.5	1.5	1.5	1.5	2.4	0.5	1.5	2.4
	硬化促進剤	0.1	1.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2
	無機充填剤の含有量 [体積%]	80	80	80	80	69	80	80	69
評価	製造方法	混練	混練	混練	塗工	混練	混練	混練	混練
	シートの厚さ [μm]	200	200	200	200	200	200	200	200
	最低熔融粘度 [$\text{Pa}\cdot\text{s}$]	6000	9500	16000	16000	1800	22000	1000	1900
	硬化後の貯蔵弾性率 [GPa]	2.5	3.5	4	4	1.5	2.3	0.9	21
	硬化後の線膨張係数 [ppm/K]	7	7	6	6	15	8	30	18
	ガラス転移温度 [$^{\circ}\text{C}$]	110	113	115	115	100	111	95	195
	ギャップ幅 [μm]	30	30	30	90	30	30	30	30
	中空部への樹脂進入	18	13	10	18	50	35	45	47
	判定	○	○	○	○	×	×	×	×
	反り量 [mm]	0.5	0.5	0.7	0.7	1.8	0.8	3.9	2.6
	判定	○	○	○	○	×	○	×	×

[0095] 表 1 から分かるように、実施例 1 ～ 5 の S A Wチップパッケージでは、中空封止用樹脂シートの樹脂成分の中空部への進入及び反りが抑制されており、中空部が拡大しても高品質かつ高信頼性の中空パッケージを作製可能であることが分かる。比較例 1 ～ 4 では中空部への樹脂進入量がいずれも $20\mu\text{m}$ を超えており、また比較例 1、3 及び 4 では封止体の反りも発生していた。

符号の説明

[0096]

1 1	中空封止用樹脂シート
1 1 a	支持体
1 3	S A Wチップ
1 5	封止体
1 8	中空パッケージ

請求の範囲

- [請求項1] 無機充填剤を70体積%以上90体積%以下の含有量で含み、
動的粘弾性測定による60～130℃での最低熔融粘度が2000 Pa・s以上20000 Pa・s以下であり、
150℃で1時間熱硬化させた後の20℃における貯蔵弾性率が1 GPa以上20 GPa以下であり、
150℃で1時間熱硬化させた後のガラス転移温度以下における線膨張係数が5 ppm/K以上15 ppm/K以下である中空封止用樹脂シート。
- [請求項2] 被着体上に配置された1又は複数の電子デバイスを覆うように請求項1に記載の中空封止用樹脂シートを前記電子デバイス上に前記被着体と前記電子デバイスとの間の中空部を維持しながら積層する積層工程、及び
前記中空封止用樹脂シートを硬化させて封止体を形成する封止体形成工程
を含む中空パッケージの製造方法。