

## 明 細 書

発明の名称：封止用樹脂シート

### 技術分野

[0001] 本発明は、封止用樹脂シート、詳しくは、素子を封止するための封止用樹脂シートに関する。

### 背景技術

[0002] 従来、熱硬化性樹脂を含む封止用シートを用いて、基板に実装された半導体素子や電子部品を、プレスにより封止し、その後、熱硬化性樹脂を熱硬化させて、封止用シートから硬化体を形成することが知られている（例えば、下記特許文献1参照。）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-162909号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 近年、電子機器の高機能化に伴い、それに備えられる半導体素子や電子部品にも小型化が要求されている。それに伴い、半導体素子や電子部品を保護する樹脂（硬化体）に対しても、硬化時の寸法精度の向上が要求されている。具体的には、半導体素子や電子部品の側端縁から、半導体素子や電子部品、および、基板間に侵入する硬化体の侵入量をより低減したい要求がある。

[0005] 本発明は、素子を十分に封止することができ、かつ、半導体素子や電子部品に代表される素子および基板間への硬化体の侵入を低減できる封止用樹脂シートを提供する。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 本発明[1]は、せん断速度 $0.01\text{ rad/秒}$ における、 $85^{\circ}\text{C}$ の粘度 $(\nu_{0.01})$ が、 $8 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上であり、せん断速度 $0.1\text{ rad/秒}$ における、 $85^{\circ}\text{C}$ の粘度 $(\nu_{0.1})$ が、 $8 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 未満である、封止

用樹脂シートである。

[0007] 本発明 [2] は、せん断速度  $0.01 \text{ rad/秒}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{0.01}$ ) と、せん断速度  $10 \text{ rad/秒}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{10}$ ) とが、下記式 (1) を満足する、上記 [1] に記載の封止用樹脂シートを含んでいる。

$$\nu_{0.01} / \nu_{10} \geq 70 \quad (1)$$

本発明 [3] は、せん断速度  $10 \text{ rad/秒}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{10}$ ) が、 $0.4 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  以下である、上記 [1] または [2] に記載の封止用樹脂シートを含んでいる。

### 発明の効果

[0008] 本発明の封止用樹脂シートにおいて、せん断速度  $0.01 \text{ rad/秒}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{0.01}$ ) が、 $8 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  以上であり、せん断速度  $0.1 \text{ rad/秒}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{0.1}$ ) が、 $8 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  未満である。

[0009] そのため、素子を十分に封止することができ、かつ、この封止用樹脂シートを加熱して硬化体を形成するときに、素子および基板間への硬化体の侵入量を低減できる。

### 図面の簡単な説明

[0010] [図1] 図1 A～図1 Dは、本発明の封止用樹脂シートの第1実施形態を用いて、複数の電子素子を封止して、電子素子パッケージを製造する工程断面図であり、図1 Aが、封止用樹脂シートを準備する工程、図1 Bが、電子素子を準備する工程、図1 Cが、封止用樹脂シートをプレスして封止体を形成する工程、図1 Dが、封止体を加熱して硬化体を形成する工程である。

[図2] 図2 A～図2 Dは、本発明の封止用樹脂シートの第2実施形態を用いて、複数の電子素子を封止して、電子素子パッケージを製造する工程断面図であり、図2 Aが、封止用多層樹脂シートを準備する工程、図2 Bが、電子素子を準備する工程、図2 Cが、封止用多層樹脂シートをプレスして封止体を形成する工程、図2 Dが、封止体を加熱して、硬化体を形成する工程である。

。

[図3]図3 A～図3 Dは、実施例における硬化体侵入長さYを測定する方法の工程断面図であり、図3 Aが、封止用多層樹脂シートを準備する工程（ステップA）、図3 Bが、電子素子（ダミー素子）を準備する工程（ステップB）、図3 Cが、封止用多層樹脂シートをプレスして封止体を形成する工程（ステップC）、図3 Dが、封止体を加熱して、硬化体を形成する工程（ステップD）である。

### 発明を実施するための形態

- [0011] 本発明の封止用樹脂シートは、後述する粘弾性測定において、所定のせん断速度における、85℃の粘度が、所定の値である。
- [0012] 以下、このような封止用樹脂シートの第1実施形態（1層の封止用樹脂シート）を説明する。
- [0013] 封止用樹脂シートは、素子を封止するための樹脂シートであって、厚み方向に直交する面方向に延びる略板形状（フィルム形状）を有する。
- [0014] 封止用樹脂シートの材料は、例えば、熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂を含有する。
- [0015] 熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、ウレタン樹脂、ポリイミド樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂などが挙げられる。
- [0016] 熱硬化性樹脂は、単独または2種以上併用することができる。
- [0017] 熱硬化性樹脂として、好ましくは、エポキシ樹脂が挙げられる。なお、エポキシ樹脂は、主剤、硬化剤および硬化促進剤を含有するエポキシ樹脂組成物として調製される。
- [0018] 主剤としては、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、変性ビスフェノールA型エポキシ樹脂、変性ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂などの2官能エポキシ樹脂、例えば、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、トリスヒドロキシフェニルメタン型エポキシ樹脂、テト

ラフェニロールエタン型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂などの3官能以上の多官能エポキシ樹脂などが挙げられる。これら主剤は、単独で使用または2種以上を併用することができる。主剤として、好ましくは、2官能エポキシ樹脂、より好ましくは、ビスフェノールF型エポキシ樹脂が挙げられる。

- [0019] 主剤のエポキシ当量の下限は、例えば、 $10\text{ g/eq.}$ 、好ましくは、 $100\text{ g/eq.}$ である。主剤のエポキシ当量の上限は、例えば、 $300\text{ g/eq.}$ 、好ましくは、 $250\text{ g/eq.}$ である。
- [0020] 主剤の軟化点の下限は、例えば、 $50^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは、 $70^{\circ}\text{C}$ 、より好ましくは、 $72^{\circ}\text{C}$ 、さらに好ましくは、 $75^{\circ}\text{C}$ である。主剤の軟化点の上限は、例えば、 $130^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは、 $110^{\circ}\text{C}$ 、より好ましくは、 $90^{\circ}\text{C}$ である。
- [0021] 主剤の軟化点が上記した下限以上であれば、図1Cに示す工程において、封止用樹脂シート1が流動できる。従って、図1Cに示す工程の時間短縮、および、図2Cに示す工程における封止用樹脂シート1の厚み方向一方向を平坦にできる。
- [0022] 材料における主剤の割合の下限は、例えば、1質量%、好ましくは、2質量%である。材料における主剤の割合の上限は、例えば、30質量%、好ましくは、15質量%である。エポキシ樹脂組成物における主剤の割合の下限は、例えば、30質量%、好ましくは、50質量%である。エポキシ樹脂組成物における主剤の割合の上限は、例えば、80質量%、好ましくは、70質量%である。
- [0023] 硬化剤は、加熱によって、上記した主剤を硬化させる潜在性硬化剤である。硬化剤としては、例えば、フェノールノボラック樹脂などのフェノール樹脂が挙げられる。硬化剤がフェノール樹脂であれば、フェノール樹脂が主剤とともに、それらの硬化体が、高い耐熱性と高い耐薬品性とを有する。従って、硬化体は、封止信頼性に優れる。
- [0024] 硬化剤の割合は、下記の当量比となるように設定される。具体的には、主

剤中のエポキシ基 1 当量に対する、フェノール樹脂中の水酸基の合計の下限が、例えば、0.7 当量、好ましくは、0.9 当量である。主剤中のエポキシ基 1 当量に対する、フェノール樹脂中の水酸基の合計の上限が、例えば、1.5 当量、好ましくは、1.2 当量である。具体的には、主剤 100 質量部に対する硬化剤の含有部数の下限は、例えば、20 質量部、好ましくは、40 質量部である。主剤 100 質量部に対する硬化剤の含有部数の上限は、例えば、80 質量部、好ましくは、60 質量部である。

[0025] 硬化促進剤は、加熱によって、主剤の硬化を促進する触媒（熱硬化触媒）である。硬化促進剤としては、例えば、有機リン系化合物、例えば、2-フェニル-4,5-ジヒドロキシメチルイミダゾール（2PHZ-PW）などのイミダゾール化合物などが挙げられる。好ましくは、イミダゾール化合物が挙げられる。主剤 100 質量部に対する硬化促進剤の含有部数の下限は、例えば、0.05 質量部である。主剤 100 質量部に対する硬化促進剤の含有部数の上限は、例えば、5 質量部である。

[0026] 材料（封止用樹脂シート）における熱硬化性樹脂の含有割合の下限は、例えば、5 質量%、好ましくは、10 質量%、より好ましくは、13 質量%である。材料（封止用樹脂シート）における熱硬化性樹脂の含有割合の上限は、例えば、30 質量%、好ましくは、25 質量%、より好ましくは、20 質量%である。

[0027] 熱可塑性樹脂としては、例えば、天然ゴム、ブチルゴム、イソプレンゴム、クロロプレンゴム、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-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、ポリアミド樹脂（6-ナイロンや 6,6-ナイロンなど）、フェノキシ樹脂、アクリル樹脂、飽和ポリエステル樹脂（PET など）、ポリアミドイミド樹脂、フッ素樹脂、スチレン-イソブチレン-スチレンブロック共重合体などが挙げられる。これら熱可塑性樹脂は、単独使用または 2 種以上併用することができる。

[0028] 熱可塑性樹脂として、好ましくは、熱硬化性樹脂との分散性を向上させる

観点から、アクリル樹脂が挙げられる。

[0029] アクリル樹脂としては、例えば、直鎖または分岐のアルキル基を有する（メタ）アクリル酸アルキルエステルと、その他のモノマー（共重合性モノマー）とを含むモノマー成分を重合してなる（メタ）アクリル酸エステルコポリマー（好ましくは、カルボキシル基含有アクリル酸エステルコポリマー）などが挙げられる。

[0030] アルキル基としては、例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、*n*-ブチル、*t*-ブチル、イソブチル、ペンチル、ヘキシルなどの炭素数1～6のアルキル基などが挙げられる。

[0031] その他のモノマーとしては、例えば、アクリル酸、メタクリル酸、カルボキシエチルアクリレート、カルボキシペンチルアクリレート、イタコン酸、マレイン酸、フマル酸、クロトン酸などのカルボキシル基含有モノマー、例えば、グリシジルアクリレート、グリシジルメタクリレートなどのグリシジル基含有モノマー、例えば、無水マレイン酸、無水イタコン酸などの酸無水物モノマー、例えば、（メタ）アクリル酸2-ヒドロキシエチル、（メタ）アクリル酸2-ヒドロキシプロピル、（メタ）アクリル酸4-ヒドロキシブチル、（メタ）アクリル酸6-ヒドロキシヘキシル、（メタ）アクリル酸8-ヒドロキシオクチル、（メタ）アクリル酸10-ヒドロキシデシル、（メタ）アクリル酸12-ヒドロキシラウリルまたは（4-ヒドロキシメチルシクロヘキシル）-メチルアクリレートなどのヒドロキシル基含有モノマー、例えば、スチレンスルホン酸、アリルスルホン酸、2-（メタ）アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸、（メタ）アクリルアミドプロパンスルホン酸、スルホプロピル（メタ）アクリレート、（メタ）アクリロイルオキシナフタレンスルホン酸などのスルホン酸基含有モノマー、2-ヒドロキシエチルアクリロイルホスフェートなどリン酸基含有モノマー、例えば、スチレンモノマー、例えば、アクリロニトリルなどが挙げられる。これらは単独使用または2種以上を併用することができる。

好ましくは、カルボキシル基含有モノマー、ヒドロキシル基含有モノマーが

挙げられ、より好ましくは、カルボキシル基含有モノマーが挙げられる。

[0032] その他のモノマーは単独使用または2種以上を併用することができる。

[0033] 熱可塑性樹脂として、より好ましくは、カルボキシル基を含有するアクリル樹脂が挙げられ、さらに好ましくは、熱可塑性樹脂は、カルボキシル基を含有するアクリル樹脂からなる。

[0034] カルボキシル基を含有するアクリル樹脂の酸価の下限は、例えば、18、好ましくは、25である。アクリル樹脂の酸価の上限は、50、好ましくは、40である。

[0035] 上記の酸価が、上記下限以上であれば、封止用樹脂シートを加熱して硬化体を形成するとき（後述する硬化工程）に、封止用樹脂シートの流動性を低減することができ、封止用樹脂シートを加熱して硬化体を形成するとき（後述する硬化工程）に、硬化体の侵入量が所定の範囲となる素子や基板を得ることができる。

[0036] また、上記の酸価が、上記上限以下であれば、封止用樹脂シートを加熱して硬化体を形成するとき（後述する硬化工程）に、封止用樹脂シートの流動性を適度に低減することができ、硬化体の侵入量が所定の範囲となる素子や基板を得ることができる。

[0037] なお、上記の酸価は、従来公知の水酸化カリウムを用いた指示薬滴定法を用いて測定することができる。

[0038] 熱可塑性樹脂のガラス転移温度 $T_g$ の下限は、例えば、 $-70^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは、 $-50^{\circ}\text{C}$ 、より好ましくは、 $-30^{\circ}\text{C}$ である。熱可塑性樹脂のガラス転移温度 $T_g$ の上限は、例えば、 $0^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは、 $5^{\circ}\text{C}$ 、より好ましくは、 $-5^{\circ}\text{C}$ である。ガラス転移温度 $T_g$ は、例えば、Fox式により求められる理論値であって、その具体的な算出手法は、例えば、特開2016-175976号公報などに記載される。

[0039] 熱可塑性樹脂の重量平均分子量の下限は、例えば、100,000、好ましくは、300,000、より好ましくは、1,000,000、さらに好ましくは、1,100,000である。熱可塑性樹脂の重量平均分子量の上限は、例

えば、1,400,000である。なお、重量平均分子量は、ゲル浸透クロマトグラフィー（GPC）により、標準ポリスチレン換算値に基づいて測定される。

[0040] 材料（封止用樹脂シート）における熱可塑性樹脂の割合の下限は、例えば、1質量%、好ましくは、5質量%、より好ましくは、15質量%である。材料における熱可塑性樹脂の割合の上限は、例えば、30質量%である。

[0041] また、熱可塑性樹脂および熱硬化性樹脂の総量に対する、熱可塑性樹脂の割合の下限は、例えば、10質量%、好ましくは、20質量%である。熱可塑性樹脂および熱硬化性樹脂の総量に対する、熱可塑性樹脂の割合の上限は、例えば、40質量%、好ましくは、30質量%である。

[0042] 材料には、さらに、層状ケイ酸塩化合物、無機フィラー（層状ケイ酸塩化合物を除く）、顔料、シランカップリング剤、その他の添加剤を添加することができる。

[0043] 層状ケイ酸塩化合物は、材料（封止用樹脂シート）において、熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂（樹脂マトリクス）に対して分散される。また、層状ケイ酸塩化合物は、封止用樹脂シートから封止体および硬化体（後述）を形成するときの流動調整剤である。具体的には、封止用樹脂シートを加熱して硬化体を形成するときに、硬化体の流動性を低減する、硬化時流動低減剤である。

[0044] 層状ケイ酸塩化合物は、例えば、二次元（面方向に）に広がった層が、厚み方向に積み重なった構造（三次元構造）を有するケイ酸塩であって、フィロケイ酸塩と称される。

[0045] 具体的には、層状ケイ酸塩化合物としては、例えば、モンモリロナイト、バイデライト、ノントロナイト、サポナイト、ヘクトライト、ソーコナイト、スチーブンスサイトなどのスメクタイト、例えば、カオリナイト、例えば、ハロイサイト、例えば、タルク、例えば、マイカなどが挙げられる。層状ケイ酸塩化合物として、好ましくは、熱硬化性樹脂との混合性を向上させる観点からスメクタイトが挙げられ、より好ましくは、モンモリロナイトが挙げ

られる。

[0046] 層状ケイ酸塩化合物は、表面が変性されていない未変性物であってもよく、また、表面が有機成分により変性された変性物でもよい。好ましくは、熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂との優れた親和性を得る観点から、層状ケイ酸塩化合物は、表面が有機成分により変性されている。具体的には、層状ケイ酸塩化合物として、表面が有機成分で変性された有機化スメクタイト、さらに好ましくは、表面が有機成分で変性された有機化ベントナイトが挙げられる。

[0047] 有機成分として、アンモニウム、イミダゾリウム、ピリジニウム、フォスフォニウムなどの有機カチオン（オニウムイオン）が挙げられる。

[0048] アンモニウムとしては、例えば、ジメチルジステアリルアンモニウム、ジステアリルアンモニウム、オクタデシルアンモニウム、ヘキシルアンモニウム、オクチルアンモニウム、2-ヘキシルアンモニウム、ドデシルアンモニウム、トリオクチルアンモニウムなどが挙げられる。イミダゾリウムとしては、例えば、メチルステアリルイミダゾリウム、ジステアリルイミダゾリウム、メチルヘキシルイミダゾリウム、ジヘキシルイミダゾリウム、メチルオクチルイミダゾリウム、ジオクチルイミダゾリウム、メチルドデシルイミダゾリウム、ジドデシルイミダゾリウムなどが挙げられる。ピリジニウムとしては、例えば、ステアリルピリジニウム、ヘキシルピリジニウム、オクチルピリジニウム、ドデシルピリジニウムなどが挙げられる。フォスフォニウムとしては、例えば、ジメチルジステアリルフォスフォニウム、ジステアリルフォスフォニウム、オクタデシルフォスフォニウム、ヘキシルフォスフォニウム、オクチルフォスフォニウム、2-ヘキシルフォスフォニウム、ドデシルフォスフォニウム、トリオクチルフォスフォニウムなどが挙げられる。有機カチオンは、単独使用または2種以上併用することができる。好ましくは、アンモニウム、より好ましくは、ジメチルジステアリルアンモニウムが挙げられる。

[0049] 有機化層状ケイ酸塩化合物として、好ましくは、表面がアンモニウムで変

性された有機化スメクタイト、より好ましくは、表面がジメチルジステアリルアンモニウムで変性された有機化ベントナイトが挙げられる。

[0050] 層状ケイ酸塩化合物の平均粒子径の下限は、例えば、1 nm、好ましくは、5 nm、より好ましくは、10 nmである。層状ケイ酸塩化合物の平均粒子径の上限は、例えば、100  $\mu$ m、好ましくは、50  $\mu$ m、より好ましくは、10  $\mu$ mである。なお、層状ケイ酸塩化合物の平均粒子径は、例えば、レーザー散乱法における粒度分布測定法によって求められた粒度分布に基づいて、D50値（累積50%メジアン径）として求められる。

[0051] 層状ケイ酸塩化合物としては、市販品を用いることができる。例えば、有機化ベントナイトの市販品として、エスペンシリーズ（ホーゲン社製）などが用いられる。

[0052] 材料（封止用樹脂シート）における層状ケイ酸塩化合物の含有割合の下限は、例えば、0.1質量%、好ましくは、1質量%、より好ましくは、2質量%、さらに好ましくは、3質量%である。材料（封止用樹脂シート）における層状ケイ酸塩化合物の含有割合の上限は、例えば、25質量%、好ましくは、15質量%、より好ましくは、10質量%、さらに好ましくは、7質量%である。

[0053] 無機フィラーとしては、例えば、オルトケイ酸塩、ソロケイ酸塩、イノケイ酸塩などの層状ケイ酸塩化合物以外のケイ酸塩化合物、例えば、石英（ケイ酸）、シリカ（無水ケイ酸）、窒化ケイ素などのケイ素化合物（層状ケイ酸塩化合物以外のケイ素化合物）などが挙げられる。また、無機フィラーとして、例えば、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化ホウ素なども挙げられる。これらは、単独使用または2種以上併用することができる。好ましくは、層状ケイ酸塩化合物以外のケイ素化合物、より好ましくは、シリカが挙げられる。

[0054] 無機フィラーの形状は、特に限定されず、例えば、略球形状、略板形状、略針形状、不定形状などが挙げられる。好ましくは、略球形状が挙げられる。

- [0055] 無機フィラーの最大長さの平均値（略球形状であれば、平均粒子径と同義。）の上限は、例えば、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 、より好ましくは、 $10\text{ }\mu\text{m}$ である。無機フィラーの最大長さの平均値の下限は、また、例えば、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ である。なお、無機フィラーの平均粒子径は、例えば、レーザー散乱法における粒度分布測定法によって求められた粒度分布に基づいて、 $D50$ 値（累積 $50\%$ メジアン径）として求められる。
- [0056] また、無機フィラーは、第1フィラーと、第1フィラーの最大長さの平均値より小さい最大長さの平均値を有する第2フィラーと、第2フィラーの最大長さの平均値より小さい最大長さの平均値を有する第3フィラーとを含むことができる。
- [0057] 第1フィラーの最大長さの平均値の下限は、例えば、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは、 $3\text{ }\mu\text{m}$ である。第1フィラーの最大長さの平均値の上限は、例えば、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは、 $30\text{ }\mu\text{m}$ である。
- [0058] 第2フィラーの最大長さの平均値の上限は、例えば、 $0.9\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは、 $0.8\text{ }\mu\text{m}$ である。第2フィラーの最大長さの平均値の下限は、例えば、 $0.02\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ である。
- [0059] 第3フィラーの最大長さの平均値の上限は、例えば、 $0.015\text{ }\mu\text{m}$ である。第2フィラーの最大長さの平均値の下限は、例えば、 $0.001\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは、 $0.01\text{ }\mu\text{m}$ である。
- [0060] 第1フィラーの最大長さの平均値の、第2フィラーの最大長さの平均値に対する比の下限は、例えば、2、好ましくは、5である。第1フィラーの最大長さの平均値の、第2フィラーの最大長さの平均値に対する比の上限は、例えば、50、好ましくは、20である。
- [0061] 第2フィラーの最大長さの平均値の、第3フィラーの最大長さの平均値に対する比の下限は、例えば、10、好ましくは、20である。第2フィラーの最大長さの平均値の、第3フィラーの最大長さの平均値に対する比の上限は、例えば、60、好ましくは、50である。

- [0062] 第1フィラー、第2フィラーおよび第3フィラーの材料は、ともに同一あるいは相異っていてもよい。
- [0063] さらに、無機フィラーは、その表面が、部分的あるいは全体的に、シランカップリング剤などで表面処理されていてもよい。
- [0064] 材料（封止用樹脂シート）における無機フィラーの含有割合の下限は、例えば、30質量%、好ましくは、40質量%である。材料（封止用樹脂シート）における無機フィラーの含有割合の上限は、例えば、70質量%、好ましくは、60質量%である。
- [0065] 無機フィラーの含有割合および／または含有部数が上記した下限以上であれば、図1Cに示す工程における封止用樹脂シート1が流動できる。
- [0066] 無機フィラーが第1フィラーと第2フィラーとを含む場合（第3フィラーを含まない場合）には、材料（封止用樹脂シート）における第1フィラーの含有割合の下限は、例えば、20質量%、好ましくは、30質量%である。材料（封止用樹脂シート）における第1フィラーの含有割合の上限は、例えば、60質量%、好ましくは、50質量%である。材料（封止用樹脂シート）における第2フィラーの含有割合の下限は、例えば、10質量%、好ましくは、15質量%である。材料（封止用樹脂シート）における第2フィラーの含有割合の上限は、例えば、30質量%、好ましくは、25質量%である。第1フィラー100質量部に対する第2フィラーの含有部数の下限は、例えば、30質量部、好ましくは、40質量部、より好ましくは、50質量部である。第1フィラー100質量部に対する第2フィラーの含有部数の上限は、例えば、70質量部、好ましくは、60質量部、より好ましくは、55質量部である。
- [0067] 無機フィラーが第1フィラーと第2フィラーと第3フィラーとを含む場合には、材料（封止用樹脂シート）における第1フィラーの含有割合の下限は、例えば、20質量%、好ましくは、30質量%である。材料（封止用樹脂シート）における第1フィラーの含有割合の上限は、例えば、60質量%、好ましくは、50質量%である。材料（封止用樹脂シート）における第2フ

ィラーの含有割合の下限は、例えば、10質量%、好ましくは、15質量%である。材料（封止用樹脂シート）における第2フィラーの含有割合の上限は、例えば、30質量%、好ましくは、25質量%である。材料（封止用樹脂シート）における第3フィラーの含有割合の下限は、例えば、1質量%、好ましくは、3質量%である。材料（封止用樹脂シート）における第3フィラーの含有割合の上限は、例えば、10質量%、好ましくは、5質量%である。第1フィラー100質量部に対する第2フィラーの含有部数の下限は、例えば、30質量部、好ましくは、40質量部、より好ましくは、50質量部である。第1フィラー100質量部に対する第2フィラーの含有部数の上限は、例えば、70質量部、好ましくは、60質量部、より好ましくは、55質量部である。第2フィラー100質量部に対する第3フィラーの含有部数の下限は、例えば、10質量部、好ましくは、15質量部である。第2フィラー100質量部に対する第3フィラーの含有部数の上限は、例えば、40質量部、好ましくは、30質量部である。

[0068] 顔料としては、例えば、カーボンブラックなどの黒色顔料が挙げられる。顔料の粒子径の下限は、例えば、0.001  $\mu\text{m}$  である。顔料の粒子径の上限は、例えば、1  $\mu\text{m}$  である。顔料の粒子径は、顔料を電子顕微鏡で観察して求めた算術平均径である。材料に対する顔料の割合の下限は、例えば、0.1質量%である。材料に対する顔料の割合の上限は、例えば、2質量%である。

[0069] シランカップリング剤としては、例えば、エポキシ基を含有するシランカップリング剤が挙げられる。エポキシ基を含有するシランカップリング剤としては、例えば、3-グリシドキシプロピルメチルジメトキシシラン、3-グリシドキシプロピルメチルジエトキシシランなどの3-グリシドキシジアルキルジアルコキシシラン、例えば、3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、3-グリシドキシプロピルトリエトキシシランなどの3-グリシドキシアルキルトリアルコキシシランが挙げられる。好ましくは、3-グリシドキシアルキルトリアルコキシシランが挙げられる。材料におけるシラン

カップリング剤の含有割合の下限は、例えば、0.1質量%、好ましくは、0.5質量%である。材料におけるシランカップリング剤の含有割合の上限は、例えば、10質量%、好ましくは、5質量%、より好ましくは、2質量%である。

[0070] この封止用樹脂シートを得るには、上記した各成分を上記した割合で配合して、材料を調製する。また、材料に、層状ケイ酸塩化合物を配合する場合には、好ましくは、上記した成分を十分に攪拌して、層状ケイ酸塩化合物を熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂に対して均一に分散させる。

[0071] また、必要により、溶媒（メチルエチルケトンなどのケトン系など）をさらに配合して、ワニス調製する。その後、ワニスを、図示しない剥離シートに塗布し、その後、加熱により乾燥させて、シート形状を有する封止用樹脂シートを製造する。一方、ワニスを調製せず、混練押出によって、材料から封止用樹脂シートを形成することもできる。

[0072] なお、形成される封止用樹脂シートは、Bステージ（半硬化状態）であって、具体的には、Cステージ前の状態である。つまり、完全硬化前の状態である。封止用樹脂シートは、上記した乾燥における加熱や、押出混練における加熱によって、Aステージの材料から、Bステージシートに形成される。

[0073] 封止用樹脂シートの厚みの下限は、例えば、10  $\mu\text{m}$ 、好ましくは、25  $\mu\text{m}$ 、より好ましくは、50  $\mu\text{m}$ である。封止用樹脂シートの厚みの上限は、例えば、3000  $\mu\text{m}$ 、好ましくは、1000  $\mu\text{m}$ 、より好ましくは、500  $\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは、300  $\mu\text{m}$ である。

[0074] 次いで、封止用樹脂シートによって、素子の一例としての電子素子を封止して、電子素子パッケージ51を製造する方法を、図1A～図1Dを参照して説明する。

[0075] この方法では、図1Aに示すように、まず、封止用樹脂シート1を準備する（準備工程）。封止用樹脂シート1は、厚み方向に互いに対向する厚み方向一方向および他方向を有する。

[0076] 別途、図1Bに示すように、電子素子21を準備する。

- [0077] 電子素子 2 1 は、電子部品を含んでおり、例えば、基板 2 2 に複数実装されている。複数の電子素子 2 1 と、基板 2 2 とは、素子実装基板 2 4 に、バンプ 2 3 とともに、備えられる。つまり、この素子実装基板 2 4 は、複数の電子素子 2 1 と、基板 2 2 と、バンプ 2 3 とを備える。
- [0078] 基板 2 2 は、面方向に延びる略平板形状を有する。基板 2 2 の厚み方向一方向 2 5 には、電子素子 2 1 の電極（図示せず）と電氣的に接続される端子（図示せず）が設けられている。
- [0079] 複数の電子素子 2 1 のそれぞれは、面方向に延びる略平板形状（チップ形状）を有する。複数の電子素子 2 1 は、互いに面方向に間隔を隔てて配置されている。複数の電子素子 2 1 の厚み方向他方面 2 8 は、基板 2 2 の厚み方向一方向 2 5 に平行する。複数の電子素子 2 1 のそれぞれの厚み方向他方面 2 8 には、電極（図示せず）が設けられている。電子素子 2 1 の電極は、次に説明するバンプ 2 3 を介して、基板 2 2 の端子と電氣的に接続されている。なお、電子素子 2 1 の厚み方向他方面 2 8 は、基板 2 2 の厚み方向一方向 2 5 との間の隙間（空間） 2 6 が隔てられる。
- [0080] 隣接する電子素子 2 1 の間隔の下限は、例えば、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 、より好ましくは、 $200\text{ }\mu\text{m}$ である。隣接する電子素子 2 1 の間隔の上限は、例えば、 $10\text{ mm}$ 、好ましくは、 $5\text{ mm}$ 、より好ましくは、 $1\text{ mm}$ である。隣接する電子素子 2 1 の間隔が上記上限以下であれば、基板 2 2 により多くの電子素子 2 1 を実装でき、省スペース化できる。
- [0081] バンプ 2 3 は、複数の電子素子 2 1 のそれぞれの電極（図示せず）と、基板 2 2 のそれぞれの端子とを電氣的に接続する。バンプ 2 3 は、電子素子 2 1 の電極と、基板 2 2 の端子の間に配置される。バンプ 2 3 の材料としては、例えば、半田、金などの金属などが挙げられる。バンプ 2 3 の厚みは、隙間 2 6 の厚み（高さ）に相当する。バンプ 2 3 の厚みは、素子実装基板 2 4 の用途および目的に応じて適宜設定される。
- [0082] 次いで、図 1 B に示すように、封止用樹脂シート 1 を、複数の電子素子 2 1 に配置する（配置工程）。具体的には、封止用樹脂シート 1 の厚み方向他

方面を、複数の電子素子 2 1 の厚み方向一方向に接触させる。

[0083] 次いで、図 1 C に示すように、封止用樹脂シート 1 および素子実装基板 2 4 を、プレスする（封止工程）。好ましくは、封止用樹脂シート 1 および素子実装基板 2 4 を、熱プレスする。

[0084] 例えば、2 つの平板を備えるプレス 2 7 により、封止用樹脂シート 1 および素子実装基板 2 4 を厚み方向に挟みながら、それらをプレスする。なお、プレス 2 7 の平板には、例えば、図示しない熱源が備えられる。

[0085] プレス条件（圧力、時間、さらには、温度など）は、特に限定されず、複数の電子素子 2 1 間に封止用樹脂シート 1 が侵入できる一方、素子実装基板 2 4 が損傷しない条件が選択される。より具体的には、プレス条件は、封止用樹脂シート 1 が流動して、隣接する電子素子 2 1 間に侵入し、複数の電子素子 2 1 のそれぞれの周側面を被覆しつつ、電子素子 2 1 と平面視で重複しない基板 2 2 の厚み方向一方向 2 5 に接触できるように、設定される。

[0086] 具体的には、プレス圧の下限は、例えば、0.01 MPa、好ましくは、0.05 MPa である。プレス圧の上限は、例えば、10 MPa、好ましくは、5 MPa である。プレス時間の下限は、例えば、0.3 分、好ましくは、0.5 分である。プレス時間の上限は、例えば、10 分、好ましくは、5 分である。

[0087] 具体的には、加熱温度の下限は、例えば、40℃、好ましくは、60℃である。加熱温度の上限は、例えば、100℃、好ましくは、95℃である。

[0088] 封止用樹脂シート 1 のプレスによって、封止用樹脂シート 1 は、電子素子 2 1 の外形に対応して塑性変形する。封止用樹脂シート 1 の厚み方向他方面は、複数の電子素子 2 1 の厚み方向一方向および周側面に対応する形状に変形する。

[0089] なお、封止用樹脂シート 1 は、B ステージを維持しながら、塑性変形する。

[0090] これによって、封止用樹脂シート 1 は、複数の電子素子 2 1 のそれぞれの周側面を被覆しつつ、平面視において、電子素子 2 1 と重複しない基板 2 2

の厚み方向一方向 25 に接触する。

[0091] これによって、電子素子 21 を封止する封止体 31 が、封止用樹脂シート 1 から形成（作製）される。封止体 31 の厚み方向一方向は、平坦面になる。

[0092] このとき、封止体 31 は、隙間（電子素子 21 および基板 22 間の隙間）26 にわずかに侵入することが許容される。具体的には、封止体 31 は、電子素子 21 の側端縁 75 を基準として、封止体 31 が隙間 26 に侵入する封止体侵入長さ X（図 3C 参照）を有することが許容される。

[0093] 具体的には、封止体侵入長さ X の上限は、例えば、 $20\ \mu\text{m}$ 、好ましくは、 $10\ \mu\text{m}$ 、より好ましくは、 $5\ \mu\text{m}$ 、さらに好ましくは、 $3\ \mu\text{m}$ 、とりわけ好ましくは、 $1\ \mu\text{m}$  である。

[0094] その後、図 1D に示すように、封止体 31 を加熱して、封止体 31 から硬化体 41 を形成する（硬化工程）。

[0095] 具体的には、封止体 31 および素子実装基板 24 をプレス 27 から取り出し、続いて、封止体 31 および素子実装基板 24 を乾燥機で、大気圧下で、加熱する。

[0096] 加熱温度（キュア温度）の下限は、例えば、 $100^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは、 $120^{\circ}\text{C}$  である。加熱温度（キュア温度）の上限は、例えば、 $200^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは、 $180^{\circ}\text{C}$  である。加熱時間の下限は、例えば、10 分、好ましくは、30 分である。加熱時間の上限は、例えば、180 分、好ましくは、120 分である。

[0097] 上記した封止体 31 の加熱によって、封止体 31 から、C ステージ化（完全硬化）した硬化体 41 が形成される。硬化体 41 の厚み方向一方向は、露出面である。

[0098] なお、隙間へのわずかな侵入が許容された封止体 31 の端縁が、隙間 26 の内部にさらにわずかに侵入して、硬化体 41 となることが許容されるが、その程度は、可及的に小さく抑制される。具体的には、硬化体 41 は、電子素子 21 の側端縁 75 を基準として、硬化体 41 が隙間 26 に侵入する硬化

体侵入長さ $Y$ （図3D参照）から、封止体侵入長さ $X$ を差し引いた値（ $Y-X$ ）（以下、封止体侵入量（ $Y-X$ ）とする。）を小さくすることができる。

[0099] 具体的には、硬化体侵入長さ $Y$ の上限は、例えば、 $45\mu\text{m}$ 、好ましくは、 $25\mu\text{m}$ 、より好ましくは、 $20\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは、 $10\mu\text{m}$ 、とりわけ好ましくは、 $5\mu\text{m}$ 、最も好ましくは、 $1\mu\text{m}$ である。硬化体侵入長さ $Y$ の下限は、例えば、 $-25\mu\text{m}$ 、好ましくは、 $-10\mu\text{m}$ 、より好ましくは、 $-5\mu\text{m}$ である。

[0100] また、封止体侵入量（ $Y-X$ ）の上限は、例えば、 $30\mu\text{m}$ 、好ましくは、 $15\mu\text{m}$ 、より好ましくは、 $10\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは、 $5\mu\text{m}$ 、とりわけ好ましくは、 $3\mu\text{m}$ 、最も好ましくは、 $1\mu\text{m}$ である。

[0101] そして、この封止用樹脂シート1は、後述する実施例で詳述する粘弾性測定において、所定のせん断速度における、 $85^\circ\text{C}$ の粘度が、所定の値である。

[0102] 具体的には、せん断速度 $0.01\text{rad}/\text{秒}$ における、 $85^\circ\text{C}$ の粘度（ $\nu_{0.01}$ ）の下限は、 $8\times 10^5\text{Pa}\cdot\text{s}$ 、好ましくは、 $10\times 10^5\text{Pa}\cdot\text{s}$ である。せん断速度 $0.01\text{rad}/\text{秒}$ における、 $85^\circ\text{C}$ の粘度（ $\nu_{0.01}$ ）の上限は、例えば、 $25\times 10^5\text{Pa}\cdot\text{s}$ 、好ましくは、 $18\times 10^5\text{Pa}\cdot\text{s}$ である。

[0103] また、せん断速度 $0.1\text{rad}/\text{秒}$ における、 $85^\circ\text{C}$ の粘度（ $\nu_{0.1}$ ）の上限は、 $8\times 10^5\text{Pa}\cdot\text{s}$ 未満、好ましくは、 $5\times 10^5\text{Pa}\cdot\text{s}$ 未満である。せん断速度 $0.1\text{rad}/\text{秒}$ における、 $85^\circ\text{C}$ の粘度（ $\nu_{0.1}$ ）の下限は、例えば、 $1\times 10^5\text{Pa}\cdot\text{s}$ である。

[0104] せん断速度 $0.01\text{rad}/\text{秒}$ における、 $85^\circ\text{C}$ の粘度（ $\nu_{0.01}$ ）が、上記下限以上であり、かつ、せん断速度 $0.1\text{rad}/\text{秒}$ における、 $85^\circ\text{C}$ の粘度（ $\nu_{0.1}$ ）が、上記上限未満であれば、この封止用樹脂シート1を電子素子21に配置し、封止用樹脂シート1（封止体31）を加熱して、図1Dに示すように、硬化体41を形成するときに、電子素子21および基板22間

である隙間26への硬化体41の侵入量を低減することができる。

- [0105] 詳しくは、封止用樹脂シート1は、せん断力（せん断速度）が低い場合には高粘度（具体的には、せん断速度0.01rad/秒における、85℃の粘度（ $\nu_{0.01}$ ）が、上記下限以上）を示し、せん断力（せん断速度）が高い場合には低粘度（具体的には、せん断速度0.1rad/秒における、85℃の粘度（ $\nu_{0.1}$ ）が、上記上限未満）を示すチキソトロピック性を有する。
- [0106] このようなチキソトロピック性によれば、封止工程（せん断力（せん断速度）が高い場合）では、封止用樹脂シート1の粘度を低くできるため、複数の電子素子21間に封止用樹脂シート1を侵入させることができる一方、硬化工程（せん断力（せん断速度）が低い場合）では、封止用樹脂シート1の粘度を高くできるため、電子素子21および基板22間である隙間26への硬化体41の侵入量を低減できる。
- [0107] 一方、せん断速度0.01rad/秒における、85℃の粘度（ $\nu_{0.01}$ ）が、上記下限未満であれば、封止用樹脂シートを加熱して硬化体を形成するとき（硬化工程）に、封止用樹脂シート1の流動性を低減することができない。その結果、封止用樹脂シートを加熱して硬化体を形成するとき（硬化工程）に、素子および基板間への硬化体の侵入量を低減することができない。
- [0108] また、せん断速度0.1rad/秒における、85℃の粘度（ $\nu_{0.1}$ ）が、上記上限以上であれば、複数の電子素子21間に封止用樹脂シート1を十分に侵入させることができない。
- [0109] せん断速度0.01rad/秒における、85℃の粘度（ $\nu_{0.01}$ ）と、せん断速度0.1rad/秒における、85℃の粘度（ $\nu_{0.1}$ ）とが、好ましくは、下記式（2）を満足し、より好ましくは、下記式（3）を満足し、さらに好ましくは、下記式（4）を満足する。
- $$\nu_{0.01} / \nu_{0.1} \geq 2 \quad (2)$$
- $$\nu_{0.01} / \nu_{0.1} \geq 3 \quad (3)$$
- $$\nu_{0.01} / \nu_{0.1} \geq 4 \quad (4)$$
- また、せん断速度0.01rad/秒における、85℃の粘度（ $\nu_{0.01}$ ）

と、せん断速度  $0.1 \text{ rad/秒}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{0.1}$ ) とが、好ましくは、下記式 (5) を満足し、より好ましくは、下記式 (6) を満足する。

$$\nu_{0.01} / \nu_{0.1} \leq 6 \quad (5)$$

$$\nu_{0.01} / \nu_{0.1} \leq 5 \quad (6)$$

せん断速度  $0.01 \text{ rad/秒}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{0.01}$ ) と、せん断速度  $0.1 \text{ rad/秒}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{0.1}$ ) とが、上記式 (2) または上記式 (3) または上記式 (4) を満足すれば、上記した効果を奏するのに十分なチキソトロピック性を発現することができる。

[0110] また、せん断速度  $10 \text{ rad/秒}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{10}$ ) の上限は、例えば、 $0.4 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 、好ましくは、 $0.2 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  である。せん断速度  $10 \text{ rad/秒}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{10}$ ) の下限は、例えば、 $0.01 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 、好ましくは、 $0.05 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  である。

[0111] せん断速度  $10 \text{ rad/秒}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{10}$ ) の上限以下であれば、封止工程 (せん断力 (せん断速度) が高い場合) において、封止用樹脂シート 1 の粘度を低くできるため、複数の電子素子 21 間に封止用樹脂シート 1 を侵入させることができる。

[0112] また、せん断速度  $0.01 \text{ rad/秒}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{0.01}$ ) と、せん断速度  $10 \text{ rad/秒}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{10}$ ) とが、好ましくは、下記式 (7) を満足し、より好ましくは、下記式 (8) を満足し、さらに好ましくは、下記式 (9) を満足し、とりわけ好ましくは、下記式 (10) を満足する。

$$\nu_{0.01} / \nu_{10} \geq 40 \quad (7)$$

$$\nu_{0.01} / \nu_{10} \geq 70 \quad (8)$$

$$\nu_{0.01} / \nu_{10} \geq 100 \quad (9)$$

$$\nu_{0.01} / \nu_{10} \geq 120 \quad (10)$$

また、せん断速度  $0.01 \text{ rad/秒}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{0.01}$ )

と、せん断速度  $10 \text{ rad/sec}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{10}$ ) とが、好ましくは、下記式 (11) を満足し、より好ましくは、下記式 (12) を満足する。

$$\nu_{0.01} / \nu_{10} \leq 200 \quad (11)$$

$$\nu_{0.01} / \nu_{10} \leq 150 \quad (12)$$

せん断速度  $0.01 \text{ rad/sec}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{0.01}$ ) と、せん断速度  $10 \text{ rad/sec}$  における、 $85^\circ\text{C}$  の粘度 ( $\nu_{10}$ ) とが、上記式 (7) または上記式 (8) または上記式 (9) または上記式 (10) を満足すれば (好ましくは、上記式 (8) を満足すれば)、上記した効果を奏するのに十分なチキソトロピック性を発現することができる。

[0113] 続いて、本発明の封止用樹脂シートの第2実施形態 (多層の封止用樹脂シート) を説明する。

[0114] 第2実施形態では、図2A～図2Dに示すように、封止用樹脂シート1と、第2封止用樹脂シート12とを厚み方向一方側に順に備える封止用多層樹脂シート11とによって、電子素子21を封止し、続いて、硬化体41を形成する。

[0115] 封止用多層樹脂シート11は、封止用樹脂シート1と、その厚み方向一方全面に配置される第2封止用樹脂シート12とを備える。好ましくは、封止用多層樹脂シート11は、封止用樹脂シート1と、第2封止用樹脂シート12とのみを備える。

[0116] 第2封止用樹脂シート12の材料は、封止用樹脂シート1の材料 (熱硬化性樹脂組成物) と同様であるが、層状ケイ酸塩化合物を含有しない。封止用樹脂シート1の厚みに対する第2封止用樹脂シート12の厚みの割合の下限は、例えば、0.5、好ましくは、1、より好ましくは、2である。封止用樹脂シート1の厚みに対する第2封止用樹脂シート12の厚みの割合の上限は、例えば、10、好ましくは、5である。

[0117] 封止用多層樹脂シート11によって、複数の電子素子21を封止し、続いて、硬化体41を形成して、電子素子硬化体パッケージ50を製造する方法

を、図 2 A～図 2 D を参照して説明する。

[0118] 図 2 A に示すように、封止用多層樹脂シート 1 1 を準備する。具体的には、封止用樹脂シート 1 と第 2 封止用樹脂シート 1 2 とを貼り合わせる。

[0119] 図 2 B に示すように、基板 2 2 に実装される複数の電子素子 2 1 を準備する。

[0120] 続いて、封止用樹脂シート 1 の厚み方向他方面が電子素子 2 1 の厚み方向一方向に接触するように、封止用多層樹脂シート 1 1 を電子素子 2 1 に配置する。

[0121] 図 2 C に示すように、その後、封止用樹脂シート 1 および素子実装基板 2 4 を、プレスする。

[0122] プレスによって、封止用樹脂シート 1 は、上記したチキソトロピック性を有するため、流動し、隣接する電子素子 2 1 間に侵入する。一方、第 2 封止用樹脂シート 1 2 は、プレスされても、流動性が大きく変化せず、低いままであって、隣接する電子素子 2 1 間に侵入することが抑制される。

[0123] これにより、封止用多層樹脂シート 1 1 から、複数の電子素子 2 1 を封止する封止体 3 1 が形成される。

[0124] なお、封止用樹脂シート 1 が上記した下限以上の割合でフィラーを含有し、第 2 封止用樹脂シート 1 2 が上記した下限以上の割合でフィラーを含有すれば、図 2 C に示すプレスによって、封止用樹脂シート 1 と第 2 封止用樹脂シート 1 2 とが、流動できる。

[0125] このとき、封止用樹脂シート 1 は、電子素子 2 1 に接触する一方、第 2 封止用樹脂シート 1 2 は、封止用樹脂シート 1 に対して電子素子 2 1 の反対側に位置する。つまり、封止体 3 1 において隙間 2 6 に面する端縁は、封止用樹脂シート 1 から形成される。一方、封止体 3 1 の厚み方向一方向は、第 2 封止用樹脂シート 1 2 から形成される。

[0126] その後、図 2 D に示すように、封止体 3 1 を加熱して、封止体 3 1 から硬化体 4 1 を形成する。

[0127] そして、封止用多層樹脂シート 1 1 は、上記した封止用樹脂シート 1 を備

えるので、隙間26への硬化体41の侵入量を低減することができる。

[0128] とりわけ、封止用樹脂シート1および第2封止用樹脂シート12が、50℃以上、130℃以下の軟化点を有するエポキシ樹脂の主剤を含有すれば、図2Cに示す工程において、封止用樹脂シート1および第2封止用樹脂シート12が流動できる。従って、図2Cに示す工程の時間短縮、および、図2Cに示す工程における第2封止用樹脂シート12の厚み方向一方向を平坦にできる。

[0129] さらに、封止用樹脂シート1および第2封止用樹脂シート12が、エポキシ樹脂の主剤とともにフェノール樹脂を硬化剤として含有すれば、硬化体41が、高い耐熱性と高い耐薬品性とを有する。従って、硬化体41は、封止信頼性に優れる。

[0130] なお、図2Cに示す工程において、第2封止用樹脂シート12は、押圧力を受けて流動化し、厚み方向一方向が平坦になる。また、図2Cに示す工程において、封止用多層樹脂シート11では、上述のように、第2封止用樹脂シート12とともに封止用樹脂シート1が、押圧力を受けて軟化流動して、電子素子21の外形に追従して変形する。図2Cに示す工程では、封止用樹脂シート1が、隙間26にわずかに進入することが許容される。

[0131] 変形例

以下の各変形例において、上記した第1実施形態および第2実施形態と同様の部材および工程については、同一の参照符号を付し、その詳細な説明を省略する。また、各変形例は、特記する以外、第1実施形態および第2実施形態と同様の作用効果を奏することができる。さらに、第1実施形態および第2実施形態、その変形例を適宜組み合わせることができる。

[0132] 第1実施形態では、1層の封止用樹脂シート1で、電子素子21を封止している。しかし、図示しないが、複数の封止用樹脂シート1（の積層体シート）で、電子素子21を封止することもできる。

[0133] また、封止用多層樹脂シート11における第2封止用樹脂シート12は、多層であってもよい。

[0134] 素子の一例として、基板 22 の厚み方向一方向 25 に対して隙間 26 を隔てて配置される電子素子 21 を挙げ、これを封止用樹脂シート 1 で封止したが、例えば、図示しないが、基板 22 の厚み方向一方向 25 に接触する電子素子 21 を挙げることができ、これを封止用樹脂シート 1 で封止することができる。

[0135] また、素子の一例として、電子素子 21 を挙げたが、半導体素子を挙げることもできる。

### 実施例

[0136] 以下に調製例、比較調製例、実施例および比較例を示し、本発明をさらに具体的に説明する。なお、本発明は、何ら調製例、比較調製例、実施例および比較例に限定されない。また、以下の記載において用いられる配合割合（含有割合）、物性値、パラメータなどの具体的数値は、上記の「発明を実施するための形態」において記載されている、それらに対応する配合割合（含有割合）、物性値、パラメータなど該記載の上限（「以下」、「未満」として定義されている数値）または下限（「以上」、「超過」として定義されている数値）に代替することができる。

[0137] 調製例および比較調製例で使用した各成分を以下に示す。

[0138] 層状ケイ酸塩化合物：ホーゲン社製のエスペン NX（表面がジメチルジステアリルアンモニウムで変性された有機化ベントナイト）

主剤：新日鐵化学社製の YSLV-80XY（ビスフェノール F 型エポキシ樹脂、高分子量エポキシ樹脂、エポキシ当量 200 g / eq.、固体、軟化点 80℃）

硬化剤：群栄化学社製の LVR-8210DL（ノボラック型フェノール樹脂、潜在性硬化剤、水酸基当量：104 g / eq.、固体、軟化点：60℃）

アクリル樹脂 1：根上工業社製の HME-2006M、カルボキシル基含有のアクリル酸エステルコポリマー（アクリル樹脂）、酸価：32、官能基数：736、重量平均分子量：1290000、ガラス転移温度（T<sub>g</sub>）

：－13、9℃、固形分濃度20質量%のメチルエチルケトン溶液

アクリル樹脂2：根上工業社製のHME-2000M、カルボキシル基含有のアクリル酸エステルコポリマー（アクリル樹脂）、酸価：20、官能基数：367、重量平均分子量：1030000、ガラス転移温度（T<sub>g</sub>）

：3、7℃、固形分濃度20質量%のメチルエチルケトン溶液

アクリル樹脂3：根上工業社製のHME-2004M、アクリル酸エステルコポリマー（アクリル樹脂）、酸価：0、官能基数：0、重量平均分子量：1180000、ガラス転移温度（T<sub>g</sub>）：－3℃、固形分濃度20質量%のメチルエチルケトン溶液

シランカップリング剤：信越化学社製のKBM-403（3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン）

第1フィラー：FB-8SM（球状溶融シリカ粉末（無機フィラー）、平均粒子径7.0μm）

第2フィラー：アドマテックス社製のSC220G-SMJ（平均粒径0.5μm）を3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン（信越化学社製の製品名：KBM-503）で表面処理した無機フィラー（非晶質シリカおよび表面処理された非晶質シリカ）、無機フィラーの100質量部に対して1質量部のシランカップリング剤で表面処理した無機粒子

第3フィラー：日本アエロジル社製のAEROSIL200（平均粒径12nm）、親水性シリカ微粒子

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）

溶媒：メチルエチルケトン（MEK）

カーボンブラック：三菱化学社製の#20、粒子径50nm

調製例1～調製例3および比較調製例1～比較調製例3

表1に記載の配合処方に従って、材料のワニス調製した。ワニスを剥離シートの表面に塗布した後、120℃で、2分間乾燥させて、厚み65μmの封止用樹脂シート1を作製した。封止用樹脂シート1は、Bステージであ

った。

[0139] 調製例 4

表 2 に記載の配合処方に従って、材料のワニスを調製した。ワニスを剥離シートの上に塗布した後、 $120^{\circ}\text{C}$  で、2 分間乾燥させて、厚み  $195\ \mu\text{m}$  の第 2 封止用樹脂シート 12 を作製した。第 2 封止用樹脂シート 12 は、B ステージであった。

[0140] 実施例 1 ～ 3 および比較例 1 ～ 比較例 3

表 3 に示すような調製例の組合せで、封止用樹脂シートと第 2 封止用樹脂シートとを張り合わせて、厚み  $260\ \mu\text{m}$  の封止用多層樹脂シートを作製した。

[0141] 評価

<硬化体侵入長さの測定>

下記のステップ A ～ ステップ E を実施して、硬化体侵入長さ Y を測定した。

[0142] ステップ A : 図 3 A に示すように、各実施例および各比較例の封止用多層樹脂シート 11 から、縦  $10\text{mm}$ 、横  $10\text{mm}$ 、厚み  $260\ \mu\text{m}$  のサンプルシート 61 を準備する。

[0143] ステップ B : 図 3 B に示すように、縦  $3\text{mm}$ 、横  $3\text{mm}$ 、厚み  $200\ \mu\text{m}$  のダミー素子 71 が、厚み  $20\ \mu\text{m}$  のバンプ 23 を介してガラス基板 72 に実装されたダミー素子実装基板 74 を準備する。

[0144] ステップ C : 図 3 C に示すように、サンプルシート 61 によって、ダミー素子実装基板 74 におけるダミー素子 71 を、真空平板プレスにより、温度  $65^{\circ}\text{C}$ 、圧力  $0.1\text{MPa}$ 、真空度  $1.6\text{kPa}$ 、プレス時間 1 分で封止して、サンプルシート 61 から封止体 31 を形成する。

[0145] ステップ D : 図 3 D に示すように、封止体 31 を、 $150^{\circ}\text{C}$ 、大気圧下、1 時間加熱により熱硬化させて、封止体 31 から硬化体 41 を形成する。

[0146] ステップ E : 図 3 D の拡大図に示すように、ダミー素子 71 の側端縁 75 を基準として、側端縁 75 からダミー素子 71 とガラス基板 72 との隙間 2

6に硬化体41が侵入する硬化体侵入長さYを測定する。

[0147] そして、下記の基準に従って、硬化体侵入長さYを評価した。その結果を表3に示す。

◎：硬化体侵入長さYが、 $0\mu\text{m}$ 以上、 $25\mu\text{m}$ 以下であった。

○：硬化体侵入長さYが、 $25\mu\text{m}$ 超過、 $45\mu\text{m}$ 以下、または、 $0\mu\text{m}$ 未満、 $-25\mu\text{m}$ 以上であった。

×：硬化体侵入長さYが、 $45\mu\text{m}$ 超過、または、 $-25\mu\text{m}$ 未満であった。

[0148] なお、評価中、「マイナス」は、ダミー素子71の側端縁75より外側に突出する空間（図2Dの太い破線参照）が形成されることを意味する。「マイナス」の絶対値が、その空間の突出長さに相当する。

[0149] <封止体侵入長さの測定>

各実施例および各比較例の封止用多層樹脂シート11に関し、上記したステップCとステップDとの間に下記のステップFをさらに実施して、封止体侵入長さXを測定した。結果を表3に示す。

[0150] ステップF：ダミー素子71の側端縁75を基準として、側端縁75からダミー素子22とガラス基板72との隙間26に封止体31が侵入する封止体侵入長さXを測定した。その結果を表3に示す。

◎：封止体侵入長さXが、 $0\mu\text{m}$ 以上、 $10\mu\text{m}$ 以下であった。

○：封止体侵入長さXが、 $10\mu\text{m}$ 超過 $20\mu\text{m}$ 以下であった。

×：封止体侵入長さXが、 $20\mu\text{m}$ 超過下であった。

[0151] <封止体侵入量>

上記した方法により得られた硬化体侵入長さYから、上記した方法により得られた封止体侵入長さXを差し引くことにより、封止体侵入量（ $Y-X$ ）を算出した。その結果を表3に示す。

◎：封止体侵入量（ $Y-X$ ）が、 $0\mu\text{m}$ 以上、 $15\mu\text{m}$ 以下であった。

○：封止体侵入量（ $Y-X$ ）が、 $15\mu\text{m}$ 超過 $30\mu\text{m}$ 以下であった。

×：封止体侵入量（ $Y-X$ ）が、 $30\mu\text{m}$ 超過であった。

[0152] <粘弾性測定>

実施例1～実施例3、比較例1～比較例3の封止用樹脂シート1（Bステージ）について、粘弾性を測定した。

[0153] 具体的には、粘弾性測定は、レオメーター（マーズ111）（測定条件：8mmφプレートを用いて温度85℃、ひずみ量0.005%）を用いて実施した。その結果を表3に示す。

[0154] 考察

せん断速度0.01rad/秒における、85℃の粘度（ $\nu_{0.01}$ ）が、 $8 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上であり、かつ、せん断速度0.1rad/秒における、85℃の粘度（ $\nu_{0.1}$ ）が、 $8 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 未満である実施例1～実施例3は、せん断速度0.01rad/秒における、85℃の粘度（ $\nu_{0.01}$ ）が、 $8 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 未満である比較例1および比較例2に比べて、封止体侵入長さおよび封止体侵入量が小さいことがわかる。また、せん断速度0.1rad/秒における、85℃の粘度（ $\nu_{0.1}$ ）が、 $8 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上である比較例3は、複数のダミー素子間に封止用樹脂シートを十分に侵入させることができなかった。

[0155] このことから、せん断速度0.01rad/秒における、85℃の粘度（ $\nu_{0.01}$ ）が、 $8 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上であり、かつ、せん断速度0.1rad/秒における、85℃の粘度（ $\nu_{0.1}$ ）が、 $8 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 未満とすれば、素子を十分に封止することができ、かつ、素子および基板間への硬化体の侵入量を低減することができると思われる。

[0156]

[表1]

| 表1         | 調製例No.                               |                   |                   | 調製例1 | 調製例2 | 調製例3 | 比較調製例1 | 比較調製例2 | 比較調製例3 |
|------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|------|------|------|--------|--------|--------|
|            | 熱硬化性樹脂                               | エポキシ樹脂            | YSLV-80XY<br>(部)  | 7.5  | 7.5  | 7.5  | 7.5    | 9.1    | 7      |
|            |                                      | フェノール樹脂           | LVR-8210DL<br>(部) | 4.1  | 4.1  | 4.1  | 4.1    | 4.9    | 3.8    |
| 熱可塑性樹脂     | アクリル樹脂(20%)                          |                   | HME-2008M<br>(部)  | 18.5 | -    | 18.5 | -      | 22.2   | 22.5   |
|            |                                      |                   | HME-2000M<br>(部)  | -    | 18.5 | -    | -      | -      | -      |
|            |                                      |                   | HME-2004M<br>(部)  | -    | -    | -    | 18.5   | -      | -      |
| 層状ケイ酸塩化合物  | 有機ベンツナイト<br>(ジメチルジステアリルア<br>ンモニウム修飾) | エスベンNX<br>(部)     | 3.3               | 3.3  | -    | -    | 3.3    | -      | -      |
| シランカップリング剤 | グリシジル基含有                             | KBM-403<br>(部)    | 0.7               | 0.7  | 0.7  | 0.7  | 0.7    | 0.7    | 0.7    |
| 第1プライヤー    | シリカ                                  | FB-8SM<br>(部)     | 30.2              | 30.2 | 30.2 | 30.2 | 30.2   | 30.2   | 30.2   |
| 第2プライヤー    | シリカ                                  | SC220G-SMJ<br>(部) | 16.2              | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2   | 16.2   | 16.2   |
| 第3プライヤー    | シリカ                                  | AEROSIL200<br>(部) | -                 | -    | 3.3  | -    | -      | -      | 3.3    |
| 硬化促進剤      | イミダゾール系                              | 2PHZ-PW<br>(部)    | 0.1               | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1    | 0.1    | 0.1    |
| 溶媒         | 有機溶剤                                 | MEK<br>(部)        | 3.9               | 3.9  | 3.9  | 3.9  | 3.9    | 1      | 0.7    |
| 顔料         | カーボンブラック                             | #20<br>(部)        | 0.5               | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5    | 0.6    | 0.5    |
| 厚み         |                                      |                   | (μm)              | 65   | 65   | 65   | 65     | 65     | 65     |

[0157]

[表2]

表2

| 調製例No.                |             |            |                   | 調製例4 |
|-----------------------|-------------|------------|-------------------|------|
| 熱硬化性樹脂                | エポキシ樹脂      | YSLV-80XY  | 材料に対する比率(%)       | 5.3  |
|                       | フェノール樹脂     | LVR-8210DL | 材料に対する比率(%)       | 2.9  |
| 熱可塑性樹脂                | アクリル樹脂(20%) | HME-2006M  | 材料に対する比率(%)       | 2.5  |
| シランカップリング剤            | グリシジル基含有    | KBM-403    | 材料に対する比率(%)       | 1.0  |
| 第1フィラー                | シリカ         | FB-8SM     | 材料に対する比率(%)       | 44.1 |
| 第2フィラー                | シリカ         | SC220G-SMJ | 材料に対する比率(%)       | 23.8 |
| 硬化促進剤                 | イミダゾール系     | 2PHZ-PW    | 材料に対する比率(%)       | 0.1  |
| 溶媒                    | 有機溶剤        | MEK        | 材料に対する比率(%)       | 20.0 |
| 顔料                    | カーボンブラック    | #20        | 材料に対する比率(%)       | 0.3  |
| 樹脂厚み[ $\mu\text{m}$ ] |             |            | ( $\mu\text{m}$ ) | 195  |

[0158] [表3]

表3

| 実施例・比較例No.         |             |                  |                                       | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 比較例1   | 比較例2   | 比較例3   |
|--------------------|-------------|------------------|---------------------------------------|------|------|------|--------|--------|--------|
| 封止用<br>多層樹脂<br>シート | 封止用樹脂シート    |                  |                                       | 調製例1 | 調製例2 | 調製例3 | 比較調製例1 | 比較調製例2 | 比較調製例3 |
|                    | 第2封止用樹脂シート  |                  |                                       | 調製例4 | 調製例4 | 調製例4 | 調製例4   | 調製例4   | 調製例4   |
| 評価                 | 85°C粘度      | せん断速度0.01[rad/s] | $\times 10^5[\text{Pa}\cdot\text{s}]$ | 11.7 | 11.5 | 20   | 6      | 1.2    | 30     |
|                    |             | せん断速度0.1[rad/s]  | $\times 10^5[\text{Pa}\cdot\text{s}]$ | 2.8  | 3    | 7    | 1.4    | 0.4    | 9      |
|                    |             | せん断速度10[rad/s]   | $\times 10^5[\text{Pa}\cdot\text{s}]$ | 0.09 | 0.1  | 0.4  | 0.12   | 0.02   | 0.6    |
|                    |             | 0.01/10比         | -                                     | 130  | 115  | 50   | 50     | 60     | 50     |
|                    | 硬化体侵入長さY    |                  |                                       | ◎    | ◎    | ◎    | ×      | ×      | ※      |
|                    | 封止体侵入長さX    |                  |                                       | ◎    | ◎    | ○    | ○      | ○      |        |
|                    | 封止体侵入量(Y-X) |                  |                                       | ◎    | ◎    | ○    | ×      | ×      |        |

※複数のダメージ素子間に封止用樹脂シートを十分に侵入させることができなかった

[0159] なお、上記発明は、本発明の例示の実施形態として提供したが、これは単なる例示にすぎず、限定的に解釈してはならない。当該技術分野の当業者によって明らかな本発明の変形例は、後記請求の範囲に含まれるものである。

## 産業上の利用可能性

[0160] 封止用樹脂シートは、素子の封止に用いられる。

## 符号の説明

[0161] 1 封止用樹脂シート