

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年6月17日(17.06.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/067538 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/29 (2006.01) H01L 21/56 (2006.01)
C08G 59/18 (2006.01) H01L 23/31 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/006532
- (22) 国際出願日: 2009年12月2日(02.12.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-314064 2008年12月10日(10.12.2008) JP
特願 2008-314065 2008年12月10日(10.12.2008) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 住友ベークライト株式会社(SUMITOMO BAKELITE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1400002 東京都品川区東品川2丁目5番8号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 水野恭宏(MIZUNO, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒1400002 東京都品川区東品川2丁目5番8号住友ベークライト株式会社内 Tokyo (JP). 滋野数也(SHIGENO,

Kazuya) [JP/JP]; 〒1400002 東京都品川区東品川2丁目5番8号住友ベークライト株式会社内 Tokyo (JP).

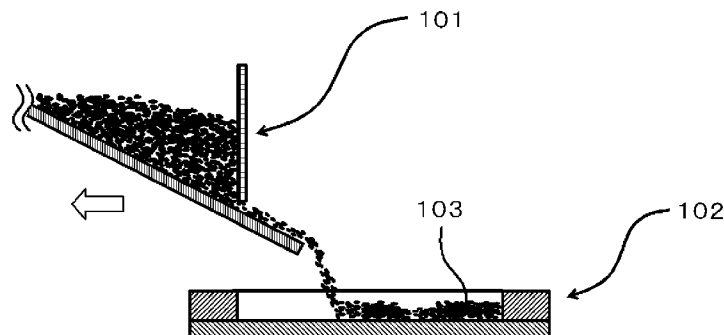
- (74) 代理人: 速水進治(HAYAMI, Shinji); 〒1410031 東京都品川区西五反田7-9-2 五反田TGビル9階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: GRANULATED EPOXY RESIN COMPOSITION FOR SEMICONDUCTOR ENCAPSULATION, SEMICONDUCTOR DEVICE USING SAME, AND METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物ならびにそれを用いた半導体装置及び半導体装置の製造方法

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a granulated epoxy resin composition for semiconductor encapsulation, which is used for a semiconductor device that is obtained by encapsulating a semiconductor element by compression molding. The granulated epoxy resin composition for semiconductor encapsulation is characterized in that, in the particle size distribution as determined by sieving the whole epoxy resin composition for semiconductor encapsulation using JIS standard sieves, the ratio of particles having a size of 2 mm or greater is not more than 3% by mass, the ratio of particles having a size of 1 mm or greater, but less than 2 mm is not less than 0.5% by mass but not more than 60% by mass, and the ratio of microfine particles having a size of less than 106 μ m is not more than 5% by mass.

(57) 要約: 圧縮成形により半導体素子を封止してなる半導体装置に用いる半導体封止用エポキシ樹脂組成物であって、当該半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、JIS標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における、2mm以上の粒子の割合が3質量%以下であり、1mm以上、2mm未満の粒子の割合が0.5質量%以上、60質量%以下であり、106 μ m未満の微粉の割合が5質量%以下であることを特徴とする顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。



WO 2010/067538 A1



(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物ならびにそれを用いた半導体装置及び半導体装置の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、圧縮成形により半導体素子を封止するのに適した顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物ならびにそれを用いた半導体装置及び半導体装置の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 半導体封止用エポキシ樹脂組成物（以下、「エポキシ樹脂組成物」、「樹脂組成物」とも称す。）を用いた半導体装置の封止成形方法は、固形のエポキシ樹脂組成物を円筒状に賦形したタブレットを用いるトランスファー成形が一般的であるが、近年、新たな成形法として、圧縮成形による封止が検討されている。これは従来のトランスファー成形に比べ熔融樹脂のマクロな流動が少ないため、ファインピッチのワイヤ、長ワイヤ又は小径ワイヤ等によりリードフレームや回路基板と半導体素子が接続された半導体装置に対して、ワイヤ流れを最小限にできる方法として注目されている。

[0003] 圧縮成形により半導体素子を封止した半導体装置に関する技術としては、金型内を減圧下にしつつ圧縮成形をして樹脂封止する方法（例えば、特許文献 1 参照。）や封止用の成形材料を厚さ 3.0 mm 以下のペレット状又はシート状としたものを用いる方法（例えば、特許文献 2 参照。）、顆粒状の樹脂組成物をキャビティに供給し、樹脂組成物を熔融させ、半導体素子を浸漬し、硬化して封止する方法（例えば、特許文献 3 参照。）等が開示されている。

[0004] 圧縮成形により顆粒状の樹脂組成物を用いて半導体素子を封止する方法の一例について、顆粒状の樹脂組成物の秤量及び金型キャビティへの供給方法の概念図を示した図 1、2 を用いてより詳細に説明する。樹脂組成物を瞬時

に下型キャビティ 104 内に供給することができるシャッター等の樹脂材料供給機構を備えた樹脂材料供給容器 102 上に、振動フィーダー 101 等の搬送手段を用いて顆粒状の樹脂組成物 103 を一定量搬送し、顆粒状の樹脂組成物 103 が入れられた樹脂材料供給容器 102 を準備する（図 1 参照。）。この際、樹脂材料供給容器 102 における顆粒状の樹脂組成物 103 の計量は、樹脂材料供給容器 102 の下に設置した計量手段により行うことができる。次に、圧縮成形金型の上型と下型の間に、顆粒状の樹脂組成物 103 が入れられた樹脂材料供給容器 102 を設置するとともに、半導体素子を搭載したリードフレーム又は回路基板を、クランプ、吸着等の固定手段により圧縮成形金型の上型に、半導体素子搭載面が下側になるようにして固定する（図示せず。）。尚、リードフレーム又は回路基板が貫通する部分のある構造の場合は、半導体素子搭載面の反対側の面にフィルム等を用いて裏打ちをする。

[0005] 次いで、樹脂材料供給容器 102 の底面を構成するシャッター等の樹脂材料供給機構により、秤量された顆粒状の樹脂組成物 103 を下型キャビティ 104 内へ供給すると（図 2 参照。）、顆粒状の樹脂組成物 103 は下型キャビティ 104 内で所定温度にて溶融される。さらに、樹脂材料供給容器 102 を金型外へ搬出したのち、必要に応じてキャビティ内を減圧下にしながら、圧縮成形機により型締めを行って、溶融した樹脂組成物が半導体素子を取り囲むようにキャビティ内に充填させ、さらに所定時間樹脂組成物を硬化させることにより、半導体素子を封止成形する。所定時間経過後、金型を開き、半導体装置の取り出しを行う。なお、キャビティ内を減圧下にして脱気成形することは必須ではないが、樹脂組成物の硬化物中のボイドを低減できるため好ましい。また、リードフレーム又は回路基板に搭載される半導体素子は、複数であってもよく、かつ積層又は並列して搭載されていてもよい。

[0006] このような圧縮成形の技術分野において、搬送、計量等における目詰まりやブロッキング（固着）を解決する方法として、粒度分布の検討（例えば、特許文献 4 参照。）、樹脂特性等の検討（例えば、特許文献 5 参照。）等が

提案されている。しかしながら、大雑把な粒度分布を規定したり、ブロッキングし難い樹脂を選択使用したりするだけでは、蒔きむらや搬送性などに起因する生産性の問題を解消するには不十分であり、またブロッキングの観点から使用可能な樹脂を限定すると、処方自由度が小さくなり、対象となる半導体装置の適応範囲が狭くなるといった問題があった。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：特開2000-021908号公報
特許文献2：特開2006-216899号公報
特許文献3：特開2004-216558号公報
特許文献4：特許第3135926号公報
特許文献5：特開2008-121003号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 本発明は、顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、圧縮成形により半導体素子を封止し半導体装置を得る場合において、生産性に優れた顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を提供するとともに、信頼性に優れた半導体装置を提供するものである。

課題を解決するための手段

- [0009] 本発明によれば、
圧縮成形により半導体素子を封止してなる半導体装置に用いる顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物であって、
前記顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、JIS標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における、2mm以上の粒子の割合が3質量%以下であり、1mm以上、2mm未満の粒子の割合が0.5質量%以上、60質量%以下であり、106 μ m未満の微粉の割合が5質量%以下であることを特徴とする顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物が提供

される。

[0010] また、本発明によれば、

圧縮成形により半導体素子を封止してなる半導体装置に用いる顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物であって、

前記顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、JIS標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における、2mm以上の粗粒の割合が3質量%以下であり、 $106\mu\text{m}$ 未満の微粉の割合が5質量%以下であり、

当該半導体封止用エポキシ樹脂組成物の顆粒密度 D_1 と当該半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化後の硬化物比重 D_2 との比 D_1/D_2 が、0.88以上、0.97以下の範囲であることを特徴とする顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物が提供される。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、圧縮成形により半導体素子を封止し半導体装置を得る場合において、生産性に優れた顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を実現するとともに、信頼性に優れた半導体装置を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0012] 上述した目的、およびその他の目的、特徴および利点は、以下に述べる好適な実施の形態、およびそれに付随する以下の図面によってさらに明らかになる。

[0013] [図1]顆粒状の樹脂組成物を用いて圧縮成形により半導体素子を封止して半導体装置を得る方法における、搬送から秤量までの一例の概略図である。

[図2]顆粒状の樹脂組成物を用いて圧縮成形により半導体素子を封止して半導体装置を得る方法における、金型の下型キャビティへの供給方法の一例の概略図である。

[図3] (a) 顆粒状の樹脂組成物の1粒子について、最も長い部分を真横から見た図である。(b) 顆粒状の樹脂組成物の1粒子について、最も短い部分

を真横から見た図である。

[図4] 顆粒状の樹脂組成物の屈曲した1粒子について、最も長い部分を示した図である。

[図5] 安息角 (ϕ)、崩壊角 (θ) の測定方法を示した概略図である。

[図6] 本発明の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を得るための、樹脂組成物の溶融混練から顆粒状の樹脂組成物の捕集までの一実施例の概略図である。

[図7] 本発明に使用する回転子及び回転子の円筒状外周部を加熱するための励磁コイルの一実施例の断面図である。

[図8] 溶融混練された樹脂組成物を回転子に供給する2重管式円筒体の一実施例の断面図である。

[図9] 本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、リードフレームに搭載した半導体素子を封止して得られる半導体装置の一例について、断面構造を示した図である。

[図10] 本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、回路基板に搭載した半導体素子を封止して得られる半導体装置の一例について、断面構造を示した図である。

[図11] 搬送性、蒔きむら及び固着性の評価方法を示した概略図である。

[図12] ワイヤ流れ率及び充填性の評価において、顆粒状の樹脂組成物を圧縮成形金型へ供給する方法を示す概略図である。

[図13] ワイヤ流れ率の評価における半導体素子上の封止材の厚み (t) を示す概略図である。

[図14] 充填性の評価において、回路基板に模擬素子を搭載した状態を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0014] [第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物]

第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、圧縮成形により半導体素子を封止してなる半導体装置に用いられ、以下の構成を備えるものであ

る。

A：当該顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、JIS標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における、2mm以上の粒子の割合が3質量%以下であり、

X1：1mm以上、2mm未満の粒子の割合が0.5質量%以上、60質量%以下であり、

B：106 μ m未満の微粉の割合が5質量%以下である。

[0015] また、第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、以下の構成を備えるものである。

X2：第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、JIS標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における106 μ m以上の粒子に対し、最長長さ（L）が5mm以下であり、かつ最短長さ（S）が1mm以下である粒子の割合が50質量%以上である。

X3：第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の崩壊角が35°以下である。

[0016] [第2の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物]

第2の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物圧縮成形により半導体素子を封止してなる半導体装置に用いられ、以下の構成を備えるものである。

A：当該顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、JIS標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における、2mm以上の粗粒の割合が3質量%以下であり、

B：106 μ m未満の微粉の割合が5質量%以下であり、

Y1：当該半導体封止用エポキシ樹脂組成物の顆粒密度D1と当該半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化後の硬化物比重D2との比D1/D2が、0.88以上、0.97以下の範囲である。

[0017] また、第2の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、以下の構成を備えるものである。

Y2：第2の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の顆粒密度D1が1

95以下である。

[0018] まず、第1および第2の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の共通の構成AおよびBについて、説明する。

[0019] [構成A]

本発明の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、圧縮成形金型への安定した供給性と良好な秤量精度を得るため、JIS標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における、2mm以上の粒子の割合が全樹脂組成物に対して3質量%以下であることが好ましく、1質量%以下であることがより好ましい。これは、粒子サイズが大きくなるほどその質量、体積とも大きくなることから、サイズの大きな粒子の割合が多いほど、秤量時の秤量精度が低下し、成形後の半導体装置における品質低下の一因となったり、搬送路への供給口での詰まり等の問題が生じたりするところ、上記上限値以下の範囲とすると、良好な秤量精度が得られることで半導体装置における品質の低下を引き起こす恐れが低くなり、また搬送路への供給口での詰まり等の問題を生じる恐れも低くなるためである。また、2mm以上の粒子（粗粒）の割合の下限値については、特に限定されるものではなく、0質量%であってもよい。

[0020] [構成B]

また、本発明の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、安定した搬送性、生産性、安定した秤量精度を得るため、JIS標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における、 $106\mu\text{m}$ 未満の微粉の割合が全樹脂組成物に対して5質量%以下であることが好ましく、3質量%以下であることがより好ましい。これは、 $106\mu\text{m}$ 未満の微粉が、顆粒状の樹脂組成物の保管中における固着、顆粒状の樹脂組成物の搬送経路上での粒子同士の固着や搬送装置への付着を生じ、搬送不良の原因となり、連続生産性や生産のタクトタイムに支障をきたしたりするところ、上記上限値以下の範囲とすると、粒子同士の固着や搬送装置への付着が殆どなく、良好な連続生産性や安定した生産性が得られるためである。また、粒径 $106\mu\text{m}$ 未満の微粉の割合の

下限値については、特に限定されるものではなく、0質量%であってもよい。

[0021] なお、顆粒状の樹脂組成物の粒度分布を測定する方法としては、ロータップ型篩振動機に備え付けた目開き2.00mm及び106 μ mのJIS標準篩を用い、これらの篩を20分間に亘って振動（ハンマー打数：120回／分）させながら40gの試料を篩に通して分級し、分級前の試料質量に対する2.00mmの篩に残る粗粒の質量%、106 μ mの篩を通過する微粉の質量%を求める方法が、実際の圧縮成形に必要な特性を体现できるので好ましい。なお、この方法の場合、アスペクト比の高い粒子（短径は篩の目開きより小さく、長径は大きいもの）は、それぞれの篩を通過する可能性があるが、便宜上、一定の方法により分級した成分の質量%により、顆粒状の樹脂組成物の粒度分布と定義する。

[0022] なお、従来用いられてきた圧縮成形用の半導体封止用樹脂組成物は、各原料成分をミキサーで予備混合後、ロール、ニーダー又は押出機等の混練機により加熱混練後、冷却、粉碎工程を経て粉碎物としたものであり、全樹脂組成物に対して、JIS標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における、106 μ m未満の微粉量は10質量%を越えるもの、2mm以上の粗粒量は4～6質量%程度のものであって、広い粒度分布を有するものであった。また、特開2000-021908（特許文献1）に記載されたエポキシ樹脂成形材料は、粉碎して微細粉をカットした粗粒、または微細粉を固めた顆粒状の樹脂組成物であり、例えば、ほぼ球状で平均粒径が約2mmのもの等であった。即ち、特許文献1に記載されたエポキシ樹脂成形材料については、2mm以上の粗粒を相当量含んでいるものであった。

[0023] 次に、第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の構成X1からX3について、説明する。

[0024] [構成X1]

また、第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、顆粒状の樹脂組成物の供給におけるばらつきによる圧縮成形金型への蒔きむらを低減させ

るために、J I S標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における、1 mm以上、2 mm未満の粒子の割合が全樹脂組成物に対して、下限値は0.5質量%以上であることが好ましく、5質量%以上であることがより好ましく、10質量%以上であることがさらに好ましい。また、上限値は、60質量%以下であることが好ましく、60質量%以下であることがより好ましく、55質量%以下であることがさらに好ましい。上記上限値以下の範囲とすると、供給ばらつきによる金型キャビティへの蒔きむらを抑えることができ、充填不良やワイヤ流れといった不具合を生じる恐れが低い。また、上記下限値以上の範囲とすると、小粒径成分が増大することによる粒子同士の固着や搬送路への付着を生じることがなく、搬送に支障をきたす恐れが低い。また、上記数値範囲内とすることにより、安定した生産性、成形性を得ることが可能となる。

[0025] なお、第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の粒度分布を測定する方法としては、ロータップ型篩振動機に備え付けた目開き2.00mm、1.00mm及び106 μ mのJ I S標準篩を用い、これらの篩を20分間に亘って振動（ハンマー打数：120回／分）させながら40gの試料を篩に通して分級し、分級前の全試料質量に対し、2.00mm、1.00mmの篩に残る粒子の質量%、及び106 μ mの篩を通過する微粉の質量%を求める方法が、実際の圧縮成形に必要な特性を体現できるので好ましい。なおこの方法の場合、アスペクト比の高い粒子は、それぞれの篩を通過する可能性があるが、便宜上、上記一定条件により分級した成分の質量%により、本発明の顆粒状の樹脂組成物の各粒度分布と定義する。

[0026] [構成X2]

また、第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、振動フィーダ一等の搬送手段による搬送性、及び圧縮成形時の熔融性の観点から、最長長さ（L）が5mm以下であり、かつ最短長さ（S）が1mm以下である粒子が、106 μ m以上の粒子全体の50質量%以上であることが好ましく、80質量%以上であることがより好ましい。上記数値範囲内にすることにより

、蒔きむらの原因となる搬送性と、溶融性とのバランスが取れ、安定した生産性、成形性が得られる。また、最長長さ（L）が5 mmを上回る粒子の割合が少なければ、搬送時の供給速度の減速、搬送路への供給口での詰まり等の不具合を招く恐れが少ない。また、最短長さ（S）が1 mmを上回る粒子の割合が少なければ、金型キャビティに投入されたときの溶解性にばらつきが生じる等の不具合を招く恐れが少ない。なお、最長長さ（L）、最短長さ（S）の測定方法としては、顆粒状の樹脂組成物を前述したJIS標準篩を用いた篩分により106 μ m以下の粒子を除去し、それ以上の粒子からランダムに100個の粒子を選び、ノギス、スケールが具備された顕微鏡等を用いて、1つ1つの粒子の最長長さ（L）と最短長さ（S）を測定して、最長長さ（L）が5 mm以下で、かつ最短長さ（S）が1 mm以下である粒子と、それ以外の粒子との仕分けをしたのち、最長長さ（L）が5 mm以下であり、かつ最短長さ（S）が1 mm以下である粒子の質量を測定し、測定サンプルの全質量に対する比率（質量%）を求めることで、全樹脂組成物における値として代表させることができる。なお、図3に示すように、1つ1つの粒子について、最も長い部分を最長長さ（L）とし、最も短い部分を最短長さ（S）とする。また、図4に示すように、粒子形状が屈曲しているような場合には、直線距離で最長の部分を測定すればよい。

[0027] [構成×3]

また、第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、振動フィーダー等の搬送手段による搬送性の観点から、崩壊角（「崩潰角」ともいう。）が35°以下であることが好ましく、30°以下であることがより好ましく、25°以下であることがさらに好ましい。上記数値範囲内であると、振動フィーダー等の搬送手段を用いて顆粒状の樹脂組成物が搬送される際、固着や目詰まり等を起こしにくく安定して搬送することができる。また、崩壊角は低いほど固着や目詰まり等を起こし難くなるため、その下限値については特に限定されるものではないが、例えば、1°以上、或いは10°以上とすることができる。崩壊角の測定方法としては、図5に示すように顆粒状の樹

脂組成物 202 を、漏斗 201 の孔から一定面積の水平板 205 の上に一定形状となるまで落下堆積させ、円錐状の顆粒体 204 を形成させる。次いで、水平板 205 と同じ台座 206 上にある一定の重さの分銅 203 を落下させることにより、該顆粒体 204 に一定の衝撃を与え、一部顆粒状の樹脂組成物が自然流動し水平板 205 から脱落した後、残った円錐状の顆粒体 207 について、底面外周の点から円錐の頂点までの仰角として、崩壊角を求めることができる。尚、衝撃を与える前の顆粒体 204 における仰角を安息角といい、安息角と崩壊角との差を差角という。差角は、振動フィーダー等の搬送装置からの振動等による顆粒状の樹脂組成物の崩れ易さを表す指標となるものであり、差角が大きいほど崩れ易いこととなるため、例えば、 10° 以上であることが好ましく、 15° 以上であることがより好ましい。崩壊角、安息角の測定装置としては、パウダーテスター（ホソカワミクロン（株）製）が挙げられる。

[0028] 第 1 の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物において、粒度分布、最長長さ（L）が 5 mm 以下であり、かつ最短長さ（S）が 1 mm 以下である粒子の割合、及び崩壊角等を上述の範囲となるようにするには、後述する顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を得る方法を用いたり、エポキシ樹脂と硬化剤及び硬化促進剤の種類と配合割合を調整することで達成される。

[0029] 圧縮成形法特有の課題に触れつつ、第 1 の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の作用効果について説明する。

上記図 1 および図 2 のように、顆粒状の樹脂組成物を用いて半導体素子を封止する圧縮成形法の場合、圧縮成形金型の下型キャビティの底面に対して顆粒状の樹脂組成物が均一に蒔かれている必要がある。しかしながら、上記の例に限らず、振動フィーダー等の搬送手段を用いて顆粒状の樹脂組成物を搬送する工程を含む方法の場合においては、振動フィーダー等の搬送手段の搬送路で、顆粒状の樹脂組成物の粒子同士が固着したり、顆粒状の樹脂組成物が搬送路へ付着したりする場合がある。また、搬送路への供給口で顆粒状の樹脂組成物が目詰まり（ホッパーブリッジ）したり、搬送路上で顆粒状の

樹脂組成物が滞留したりする場合もある。このような固着、付着、目詰まり、滞留等によって、振動フィーダー等の搬送手段による顆粒状の樹脂組成物の供給がばらつくと、圧縮成形金型の下型キャビティの底面に対して蒔きむらが発生することとなる。このような蒔きむらの発生により、下型キャビティの底面の場所によって顆粒状の樹脂組成物の量が少ない場所、多い場所が存在すると、半導体素子の封止成形時に顆粒状の樹脂組成物量の多い場所から少ない場所への横方向の流動が生じることとなり、これにより、半導体素子のワイヤ流れがおきたり、顆粒状の樹脂組成物の量が少ない場所において巣やボイド等の充填不良を起こしたりする可能性があった。また、顆粒状の樹脂組成物がある程度の粒度分布を有する場合には、その粒子形状（例えば球状）によっては粒子間の熔融速度のばらつきが起き易く、巣やボイド等の充填不良の問題が発生する場合があった。特に半導体素子上の封止材の厚みが薄い半導体装置の場合には、使用される樹脂組成物の量が少なくなるため、圧縮成形金型の下型キャビティへの蒔きむらの影響が顕著となり、ワイヤ流れや充填不足等の問題がより生じ易くなる。また、固着、付着、目詰まり、滞留等が起こると、搬送時間が長くなることとなり、生産性が低下することにもなる。

[0030] これに対して、第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、圧縮成形により半導体素子を封止してなる半導体装置に用いる半導体封止用エポキシ樹脂組成物であって、半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、JIS標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における、2mm以上の粒子の割合が3質量%以下であり、1mm以上、2mm未満の粒子の割合が5質量%以上、60質量%以下であり、106 μ m未満の微分の割合が0.5質量%以下であることを特徴とするものである。これにより、顆粒状の樹脂組成物の固着を防止し、蒔きむらを低減し、搬送性、生産性を向上させることができる。また、本発明の半導体装置の製造方法は、上述の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、圧縮成形により半導体素子を封止することを特徴とするものであり、これにより、充填不良やワイヤ流れとい

った不具合を回避して半導体装置を製造することができる。

[0031] また、供給ばらつきによる金型キャビティへの蒔きむらの問題に関しては、半導体装置が、リードフレーム又は回路基板と、リードフレーム又は回路基板上に積層又は並列して搭載された１以上の半導体素子と、リードフレーム又は回路基板と半導体素子とを電氣的に接続するボンディングワイヤと、半導体素子とボンディングワイヤを封止する封止材とを備えた半導体装置であって、封止材が本発明の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の圧縮成形による硬化物により構成されている半導体装置において、半導体素子上の封止材の厚みが０．０８mm以上、０．５mm以下の場合において効果的に、半導体素子上の封止材の厚みが０．１mm以上、０．３mm以下の場合において特に効果的に、充填不良やワイヤ流れの悪化等の不具合を低減させることができるものである。これは、半導体素子上の封止材の厚みが薄くなるほど、使用される樹脂組成物の量が極端に少なくなり、顆粒状の樹脂組成物が金型キャビティ内にまばらになり過ぎてしまい、未充填等の問題が生じる可能性が高まり、半導体素子上の封止材の厚みが厚くなるほど、使用される樹脂組成物の量が多くなるため、供給にばらつきが生じても影響が少なくなるからである。ここで、半導体素子上の封止材の厚みとは、半導体素子のリードフレーム又は回路基板搭載面とは反対側の表面を覆う封止材の厚みを意味するものであり、１以上の半導体素子がリードフレーム又は回路基板上に積層して搭載されている場合には、リードフレーム又は回路基板搭載面とは反対側の最上面の半導体素子の表面を覆う封止材の厚みを意味するものである。

[0032] 以上のように、本発明に従うと、第１の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、圧縮成形により半導体素子を封止して半導体装置を得る場合において、顆粒状の樹脂組成物の固着を防止し、蒔きむらを低減させ、搬送性を向上させることができ、さらには生産性の向上が可能となる顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を得ることができる。また、この顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、圧縮成形により半導体素子を

封止することにより、充填不良やワイヤ流れといった不具合を回避して、信頼性に優れた半導体装置を製造することができる。

[0033] また、第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、ファインピッチのワイヤ、長ワイヤ又は小径ワイヤ等によりリードフレームや回路基板と半導体素子が接続された半導体装置、特に半導体素子上の封止材の厚みが0.5 mm以下となる半導体装置に好適に用いることができる。

[0034] 次に、第2の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の構成Y1およびY2について、説明する。

[0035] [構成Y1、Y2]

第2の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、顆粒密度D1と硬化後の硬化物比重D2の比 $D1/D2$ の下限値は、0.88以上であることが好ましく、0.88以上であることがより好ましく、0.90以上であることがさらに好ましい。 $D1/D2$ の上限値は、0.97以下であることが好ましく、0.95以下であることがより好ましく、0.94以下であることがさらに好ましい。上記下限値以上とすると、粒子内部の空隙率が高くなり過ぎることがなく、成形時におけるボイドの発生等の問題が生じる恐れが低い。また、上記上限値以下とすると、顆粒密度が高くなり過ぎることがなく、振動フィーダー等の搬送手段による搬送時に顆粒の移動速度が遅くなる問題もない。移動速度が遅くなると停滞する恐れがあり、それによる固着、つまり等の問題が生じる。さらに、顆粒状の樹脂組成物の顆粒密度D1としては、1.95以下であることが好ましく、1.90以下であることがより好ましい。上記上限値以下とすると、良好な搬送性が得られる。また、顆粒状の樹脂組成物の顆粒密度D1の下限値としては、特に限定されるものではないが、粒子内部の空隙率が高くなり過ぎない範囲となる1.75以上とすることが望ましい。

[0036] 顆粒密度D1の測定方法としては、取扱し易いように顆粒状の樹脂組成物を32メッシュ（目開き500 μm ）のJIS標準篩にて篩分後、篩上の顆粒状の樹脂組成物約5 gを0.1 mgまで秤量したものを試料とした。ピク

ノメータ（容量 50 c c）を蒸留水で満たし、さらに界面活性剤を数滴添加した後、蒸留水と界面活性剤の入ったピクノメータの質量を測定した。次いで、ピクノメータに試料をいれ、蒸留水と界面活性剤と試料の入ったピクノメータ全体の質量を測定し、以下の式にしたがって算出する。

$$\text{顆粒密度 (g/ml)} = (M_p \times \rho_w) / (M_w + M_p - M_t)$$

ρ_w : 測定時の温度における蒸留水の密度 (g/ml)

M_w : 蒸留水を満たし、さらに界面活性剤を数滴添加したピクノメータの質量 (g)

M_p : 試料の質量 (g)

M_t : 蒸留水と界面活性剤と試料をいれたピクノメータの質量 (g)

ここで、界面活性剤は蒸留水と試料の濡れを高め、気泡の巻き込みを極小にするために用いる。使用可能な界面活性剤は特に制限がなく、気泡の巻き込みがなくなるような材料を選択すればよい。

[0037] 第2の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、圧縮成形により半導体素子を封止してなる半導体装置に用いるものではあるが、成形方法によって値が変わるものではないことから、本発明に係る硬化物比重 D_2 の測定方法としては、より簡便な方法であるトランスファー成形による硬化物比重の測定方法を用いる。具体的には、顆粒状の樹脂組成物を一旦所定の寸法のタブレットに打錠し、トランスファー成形機を用い、金型温度 $175 \pm 5^\circ\text{C}$ 、注入圧力 7 MPa、硬化時間 120 秒で、直径 50 mm × 厚さ 3 mm の円盤を成形し、質量、体積を求め成形材料の硬化物比重を算出する方法が挙げられる。

[0038] 第2の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物において、粒度分布、顆粒密度 D_1 と硬化後の硬化物比重 D_2 の比 D_1 / D_2 、及び顆粒密度 D_1 を上述の範囲となるようにするには、後述する顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を得る方法を用いたり、エポキシ樹脂と硬化剤及び硬化促進剤の種類と配合割合を調整することで達成される。

[0039] 圧縮成形法特有の課題に触れつつ、第2の顆粒状の半導体封止用エポキシ

樹脂組成物の作用効果について説明する。

上記図 1 および図 2 の例に限らず、顆粒状の樹脂組成物を用いて半導体素子を封止する圧縮成形法の場合、顆粒状の樹脂組成物は常に一定量を安定して供給することが必要である。搬送経路において顆粒状の樹脂組成物の搬送に乱れが生じる場合や、顆粒状の樹脂組成物の粒子同士の固着や搬送路への顆粒状の樹脂組成物の付着があると、詰まりや供給時間の延滞、金型への供給むらが起こり、生産性の大幅な低下、充填不足等の問題が生じる。

[0040] これに対して、第 2 の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、圧縮成形により半導体素子を封止してなる半導体装置に用いる半導体封止用エポキシ樹脂組成物であって、半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、JIS 標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における、2 mm 以上の粗粒の割合が 3 質量%以下であり、 $106\text{ }\mu\text{m}$ 未満の微粉の割合が 5 質量%以下であり、当該半導体封止用エポキシ樹脂組成物の顆粒密度 D_1 と当該半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化後の硬化物比重 D_2 との比 D_1/D_2 が、 $0.88\sim 0.97$ の範囲であることを特徴とするものである。これにより、顆粒状の樹脂組成物の固着を防止し、搬送性、生産性を向上させることができる。また、本発明の半導体装置の製造方法は、上述の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、圧縮成形により半導体素子を封止することを特徴とするものであり、これにより、充填不良等の不具合を回避して半導体装置を製造することができる。

[0041] 以上のように、本発明に従うと、第 2 の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、圧縮成形により半導体素子を封止して半導体装置を得る場合において、顆粒状の樹脂組成物の固着を防止し、搬送性を向上させ、さらには生産性の向上が可能となる顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を得ることができる。また、この顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、圧縮成形により半導体素子を封止することにより、充填不良等の不具合を回避して、信頼性に優れた半導体装置を製造することができる。

[0042] また、第 2 の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、ファインピッ

チのワイヤ、長ワイヤ又は小径ワイヤ等によりリードフレームや回路基板と半導体素子が接続された半導体装置に好適に用いることができる。

[0043] 第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、構成X1、X2またはX3を備える。なお、第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、第2の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の構成Y1やY2を備えてもよい。

一方、第2の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、構成Y1やY2を備える。なお、第2の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の構成X1、X2またはX3を備えてもよい。

[0044] [本発明に係る顆粒状の樹脂組成物の成分]

次に、本発明において、圧縮成形により半導体素子を封止してなる半導体装置に用いる顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の成分について説明する。本発明の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物には、エポキシ樹脂を用いることができる。用いられるエポキシ樹脂の例は、1分子内にエポキシ基を2個以上有するモノマー、オリゴマー、ポリマー全般であり、その分子量、分子構造を特に限定するものではないが、例えば、ビフェニル型エポキシ樹脂、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、スチルベン型エポキシ樹脂、ハイドロキノン型エポキシ樹脂等の結晶性エポキシ樹脂；クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、ナフトールノボラック型エポキシ樹脂等のノボラック型エポキシ樹脂；フェニレン骨格含有フェノールアラルキル型エポキシ樹脂、ビフェニレン骨格含有フェノールアラルキル型エポキシ樹脂、フェニレン骨格含有ナフトールアラルキル型エポキシ樹脂等のフェノールアラルキル型エポキシ樹脂；トリフェノールメタン型エポキシ樹脂、アルキル変性トリフェノールメタン型エポキシ樹脂等の3官能型エポキシ樹脂；ジシクロペンタジエン変性フェノール型エポキシ樹脂、テルペン変性フェノール型エポキシ樹脂等の変性フェノール型エポキシ樹脂；トリアジン核含有エポキシ樹脂

等の複素環含有エポキシ樹脂等が挙げられ、これらは1種類を単独で用いても2種類以上を組み合わせ用いてもよい。

[0045] 本発明の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物には、硬化剤を用いることができる。用いられる硬化剤としては、エポキシ樹脂と反応して硬化させるものであれば特に限定されず、例えば、エチレンジアミン、トリメチレンジアミン、テトラメチレンジアミン、ヘキサメチレンジアミン等の炭素数2～20の直鎖脂肪族ジアミン、メタフェニレンジアミン、パラフェニレンジアミン、パラキシレンジアミン、4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、4, 4'-ジアミノジフェニルプロパン、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、4, 4'-ジアミノジシクロヘキサン、ビス(4-アミノフェニル)フェニルメタン、1, 5-ジアミノナフタレン、メタキシレンジアミン、パラキシレンジアミン、1, 1'-ビス(4-アミノフェニル)シクロヘキサン、ジシアノジアミド等のアミノ類；アニリン変性レゾール樹脂やジメチルエーテルレゾール樹脂等のレゾール型フェノール樹脂；フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、tert-ブチルフェノールノボラック樹脂、ノニルフェノールノボラック樹脂等のノボラック型フェノール樹脂；フェニレン骨格含有フェノールアラルキル樹脂、ビフェニレン骨格含有フェノールアラルキル樹脂等のフェノールアラルキル樹脂；ナフタレン骨格やアントラセン骨格のような縮合多環構造を有するフェノール樹脂；ポリパラオキシスチレン等のポリオキシスチレン；ヘキサヒドロ無水フタル酸(HHPA)、メチルテトラヒドロ無水フタル酸(MTHPA)などの脂環族酸無水物、無水トリメリット酸(TMA)、無水ピロメリット酸(PMDA)、ベンゾフェノンテトラカルボン酸(BTDA)などの芳香族酸無水物などを含む酸無水物等；ポリサルファイド、チオエステル、チオエーテルなどのポリメルカプタン化合物；イソシアネートプレポリマー、ブロック化イソシアネートなどのイソシアネート化合物；カルボン酸含有ポリエステル樹脂などの有機酸類が例示される。これらは1種類を単独で用いても2種類以上を組み合わせ用いてもよい。また、これら

の内、半導体封止材料に用いる硬化剤としては、耐湿性、信頼性等の点から、1分子内に少なくとも2個のフェノール性水酸基を有する化合物が好ましく、フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、*tert*-ブチルフェノールノボラック樹脂、ノニルフェノールノボラック樹脂等のノボラック型フェノール樹脂；レゾール型フェノール樹脂；ポリパラオキシステレン等のポリオキシステレン；フェニレン骨格含有フェノールアラルキル樹脂、ビフェニレン骨格含有フェノールアラルキル樹脂等が例示される。

[0046] 本発明の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物には、無機充填材を用いることができる。用いられる無機充填材としては、一般に半導体封止材料に用いられているものであれば、特に制限はなく、熔融破碎シリカ、熔融球状シリカ、結晶シリカ、2次凝集シリカ等のシリカ；アルミナ；チタンホワイト；水酸化アルミニウム；タルク；クレー；マイカ；ガラス繊維等が挙げられる。これらの中でも、特に熔融球状シリカが好ましい。また、粒子形状は限りなく真球状であることが好ましい。また、粒子の大きさの異なるものを混合することにより無機充填量を多くすることができるが、その粒径としては、金型キャビティ内での半導体素子周辺への充填性を考慮すると0.01 μm 以上、150 μm 以下であることが望ましい。

[0047] 本発明の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物には、硬化促進剤を用いることができる。用いられる硬化促進剤としては、エポキシ基と硬化剤との硬化反応を促進させるものであればよく、一般に半導体封止材料に使用するものを用いることができる。例えば、1,8-ジアザビシクロ(5,4,0)ウンデセン-7等のジアザビシクロアルケン及びその誘導体；トリブチルアミン、ベンジルジメチルアミン等のアミン系化合物；2-メチルイミダゾール等のイミダゾール化合物；トリフェニルホスフィン、メチルジフェニルホスフィン等の有機ホスフィン類；テトラフェニルホスホニウム・テトラフェニルボレート、テトラフェニルホスホニウム・テトラ安息香酸ボレート、テトラフェニルホスホニウム・テトラナフトイックアシッドボレート、テトラフェニルホスホニウム・テトラナフトイルオキシボレート、テトラフェ

ニルホスホニウム・テトラナフチルオキシボレート等のテトラ置換ホスホニウム・テトラ置換ボレート；ベンゾキノンをアダクトしたトリフェニルホスフィン等が挙げられる。これらは1種類を単独で用いても2種類以上を組み合わせ用いてもよい。より好ましいものとしては、顆粒状の樹脂組成物が金型キャビティ内で溶融した後の急激な増粘が少ない潜伏性を有する硬化促進剤が挙げられる。

[0048] 本発明の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物には、上記の成分以外に、必要に応じて、 γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン等のカップリング剤；カーボンブラック等の着色剤；天然ワックス、合成ワックス、高級脂肪酸もしくはその金属塩類、パラフィン、酸化ポリエチレン等の離型剤；シリコンオイル、シリコンゴム等の低応力剤；ハイドロタルサイト等のイオン捕捉剤；水酸化アルミニウム等の難燃剤；酸化防止剤等の各種添加剤を配合することができる。

[0049] [本発明に係る顆粒状の樹脂組成物の製造方法]

次に、本発明の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を得る方法について説明する。顆粒状の樹脂組成物を得る方法としては、本願発明の粒度分布や顆粒密度を満足すれば特に限定されるものではないが、例えば、複数の小孔を有する円筒状外周部と円盤状の底面から構成される回転子の内側に、溶融混練された樹脂組成物を供給し、その樹脂組成物を、回転子を回転させて得られる遠心力によって小孔を通過させて得る方法（以下、「遠心製粉法」とも言う。）；各原料成分をミキサーで予備混合後、ロール、ニーダー又は押出機等の混練機により加熱混練後、冷却、粉碎工程を経て粉碎物としたものを、篩を用いて粗粒と微粉の除去を行って得る方法（以下、「粉碎篩分法」とも言う。）；各原料成分をミキサーで予備混合後、スクリー先端部に小径を複数配置したダイを設置した押出機を用いて、加熱混練を行うとともに、ダイに配置された小孔からストランド状に押し出されてくる溶融樹脂をダイ面に略平行に摺動回転するカッターで切断して得る方法（以下、「ホットカット法」とも言う。）等が挙げられる。いずれの方法でも混練条件、

遠心条件、篩分条件、切断条件等を選ぶことにより本発明の粒度分布や顆粒密度を得ることができる。特に好ましい製法としては、遠心製粉法であり、これにより得られる顆粒状の樹脂組成物は、本発明の粒度分布や顆粒密度を安定して発現させることができるため、搬送路上での搬送性や固着防止に対して好ましい。また、遠心製粉法では、粒子表面をある程度滑らかにすることができるため、粒子同士が引っかかったり、搬送路面との摩擦抵抗が大きくなったりすることもなく、搬送路への供給口でのブリッジ（詰まり）の防止、搬送路上での滞留の防止に対しても好ましい。また、遠心製粉法では、溶融した状態から遠心力を用いて形成させるため、粒子内に空隙がある程度含まれた状態となり、顆粒密度をある程度低くできるため、圧縮成形における搬送性に関して有利である。

[0050] 一方、粉碎篩分法は、篩分により発生する多量の微粉及び粗粒の処理方法を検討する必要があるものの、篩分装置等は樹脂組成物の既存製造ラインで使用されているものであるため、従来の製造ラインをそのまま使用できる点で好ましい。また、粉碎篩分法は、粉碎前に溶融樹脂をシート化する際のシート厚の選択、粉碎時の粉碎条件やスクリーンの選択、篩分時の篩の選択等、本発明の粒度分布を発現させるための独立して制御可能な因子が多いため、所望の粒度分布に調整するための手段の選択肢が多い点で好ましい。また、ホットカット法も、例えば、押出機の先端にホットカット機構を付加する程度で、従来の製造ラインをそのまま利用できる点で好ましい。

[0051] 次に、本発明の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を得るための製法の一例である遠心製粉法について、図面を用いてより詳細に説明する。図6に顆粒状の半導体封止用樹脂組成物を得るための、樹脂組成物の溶融混練から顆粒状の樹脂組成物の捕集までの一実施例の概略図を、図7に回転子及び回転子の円筒状外周部を加熱するための励磁コイルの一実施例の断面図を、図8に溶融混練された樹脂組成物を回転子に供給する2重管式円筒体の一実施例の断面図を、それぞれ示す。

[0052] 二軸押出機309で溶融混練された樹脂組成物は、内壁と外壁の間に冷媒

を通し冷却された２重管式円筒体３０５を通して回転子３０１の内側に供給される。この時、２重管式円筒体３０５は、熔融混練された樹脂組成物が２重管式円筒体３０５の壁に付着しないよう、冷媒を用いて冷却されていることが好ましい。２重管式円筒体３０５を通して、樹脂組成物を回転子３０１に供給することにより、樹脂組成物が連続した糸状で供給された場合であっても、回転子３０１が高速回転していることにより、樹脂組成物が回転子３０１から溢れ出すことなく安定した供給が可能となる。尚、二軸押出機３０９における混練条件により熔融樹脂の吐出温度等を制御することにより、顆粒状の樹脂組成物の粒子形状や粒度分布を調整することができる。また、二軸押出機３０９に脱気装置を組み込むことにより、粒子中の気泡の巻き込みを制御させることもできる。

- [0053] 回転子３０１はモーター３１０と接続されており、任意の回転数で回転させることができ、回転数を適宜選択することにより、顆粒状の樹脂組成物の粒子形状や粒度分布を調整することができる。回転子３０１の外周上に設置した複数の小孔を有する円筒状外周部３０２は磁性材料３０３を備えており、その近傍に備えられた励磁コイル３０４に交流電源発生装置３０６により発生させた交流電源を通電させることによって発生する交番磁束の通過に伴う、渦電流損やヒステリシス損により加熱される。なお、この磁性材料３０３としては、例えば鉄材や珪素鋼等が挙げられ、１種類又は２種類以上の磁性材料３０３を複合して使用することができる。複数の小孔を有する円筒状外周部３０２の小孔付近は、磁性材料３０３と同一の材質で形成されていなくてもよく、たとえば熱伝導率の高い非磁性材料をもって形成され、その上下に磁性材料３０３を備えることにより、加熱された磁性材料３０３を熱源として熱伝導により円筒状外周部３０２の小孔付近を加熱することもできる。非磁性材料としては銅やアルミ等が挙げられ、１種類又は２種類以上の非磁性材料を複合して使用することができる。樹脂組成物は回転子３０１の内側に供給された後、モーター３１０により回転子３０１を回転させて得られる遠心力によって、加熱された円筒状外周部３０２に飛行移動する。

[0054] 加熱された複数の小孔を有する円筒状外周部 302 に接触した樹脂組成物は、熔融粘度が上昇することなく、容易に円筒状外周部 302 の小孔を通過し吐出される。加熱する温度は、適用する樹脂組成物の特性により任意に設定することができる。加熱温度を適宜選択することによって、顆粒状の樹脂組成物の粒子形状や粒度分布を調整することができる。一般的には、加熱温度を上げすぎると樹脂組成物の硬化が進み、流動性が低下したり、円筒状外周部 302 の小孔に詰まったりすることがあるが、適切な温度条件の場合においては、樹脂組成物と円筒状外周部 302 の接触時間が極めて短いために流動性への影響は極めて少ない。また、複数の小孔を有する円筒状外周部 302 は均一に加熱されているため、局所的な流動性の変化は極めて少ない。また、円筒状外周部 302 の複数の小孔は、孔径を適宜選択することによって、顆粒状の樹脂組成物の粒子形状や粒度分布を調整することができる。

[0055] 円筒状外周部 302 の小孔を通過し吐出された顆粒状の樹脂組成物は、例えば、回転子 301 の周囲に設置した外槽 308 で捕集される。外槽 308 は顆粒状の樹脂組成物の内壁への付着、顆粒状の樹脂組成物同士の融着を防止するために、円筒状外周部 302 の小孔を通過して飛行してくる顆粒状の樹脂組成物が衝突する衝突面が、顆粒状の樹脂組成物の飛行方向に対して 10°～80°、好ましくは 25°～65°の傾斜をもって設置されていることが好ましい。樹脂組成物の飛行方向に対する衝突面の傾斜が上記上限値以下であると、顆粒状の樹脂組成物の衝突エネルギーを充分分散させることができ、壁面への付着を生じる恐れが少ない。また、樹脂組成物の飛行方向に対する衝突面の傾斜が上記下限値以上であると、顆粒状の樹脂組成物の飛行速度を充分に減少させることができるため、外槽壁面に 2 次衝突した場合でもその外装壁面に付着する恐れが少ない。

[0056] また、顆粒状の樹脂組成物が衝突する衝突面の温度が高くなると、顆粒状の樹脂組成物が付着しやすくなるため、衝突面外周には冷却ジャケット 307 を設けて、衝突面を冷却することが好ましい。外槽 308 の内径は、顆粒状の樹脂組成物が充分に冷却され、顆粒状の樹脂組成物の内壁への付着や、

顆粒状の樹脂組成物同士の融着が生じない程度の大きさとするのが望ましい。一般には、回転子 301 の回転により空気の流れが生じ、冷却効果が得られるが、必要に応じて冷風を導入しても良い。外槽 308 の大きさは処理する樹脂量にもよるが、例えば回転子 301 の直径が 20 cm の場合、外槽 308 の内径は 100 cm 程度あれば付着や融着を防ぐことができる。

[0057] [本発明に係る半導体装置]

次に、顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて圧縮成形により半導体素子を封止してなる本発明の半導体装置について説明する。なお、本発明の顆粒状の樹脂組成物を用いて圧縮成形により半導体素子を封止して半導体装置を得る方法は前述したとおりである。本発明の半導体装置で封止される半導体素子としては、特に限定されるものではなく、例えば、集積回路、大規模集積回路、トランジスタ、サイリスタ、ダイオード、固体撮像素子等が挙げられる。

[0058] 本発明の半導体装置の形態としては、特に限定されないが、例えば、ボール・グリッド・アレイ (BGA)、MAP タイプの BGA 等が挙げられる。又、チップ・サイズ・パッケージ (CSP)、クワッド・フラット・ノンリーデッド・パッケージ (QFN)、スモールアウトライン・ノンリーデッド・パッケージ (SON)、リードフレーム・BGA (LF-BGA) 等にも適用可能である。

[0059] 圧縮成形で樹脂組成物の硬化物により半導体素子を封止した本発明の半導体装置は、そのまま、或いは 80℃ から 200℃ 程度の温度で、10 分から 10 時間程度の時間をかけて完全硬化させた後、電子機器等に搭載される。

[0060] 以下に、リードフレーム又は回路基板と、リードフレーム又は回路基板上に積層又は並列して搭載された 1 以上の半導体素子と、リードフレーム又は回路基板と半導体素子とを電氣的に接続するボンディングワイヤと、半導体素子とボンディングワイヤを封止する封止材とを備えた半導体装置について、図を用いて詳細に説明するが、本発明はボンディングワイヤを用いたものに限定されるものではない。

[0061] 図9は、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、リードフレームに搭載した半導体素子を封止して得られる半導体装置の一例について、断面構造を示した図である。ダイパッド403上に、ダイボンダ材硬化体402を介して半導体素子401が固定されている。半導体素子401の電極パッドとリードフレーム405との間はワイヤ404によって接続されている。半導体素子401は、半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化体で構成される封止材406によって封止されている。

[0062] 図10は、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、回路基板に搭載した半導体素子を封止して得られる半導体装置の一例について、断面構造を示した図である。回路基板408上にダイボンダ材硬化体402を介して半導体素子401が固定されている。半導体素子401の電極パッド407と回路基板408上の電極パッド407との間はワイヤ404によって接続されている。半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化体で構成される封止材406によって、回路基板408の半導体素子401が搭載された片面側のみが封止されている。回路基板408上の電極パッド407は回路基板408上の非封止面側の半田ボール409と内部で接合されている。

実施例

[0063] 本発明を実施例によりさらに詳しく説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[第1の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物]

実施例1-1

<樹脂組成物の配合(質量部)>

エポキシ樹脂1：フェニレン骨格含有フェノールアラルキル型エポキシ樹脂(日本化薬(株)製、NC-3000。軟化点58℃、エポキシ当量277。) 8.0質量部

エポキシ樹脂2：ビスフェノールA型エポキシ樹脂(ジャパンエポキシレジン(株)製、YL6810。融点45℃、エポキシ当量172。)

2.0質量部

フェノール樹脂 1 : フェニレン骨格含有フェノールアラルキル樹脂 (三井化学 (株) 製、XLC-4L。軟化点 65℃、水酸基当量 165。)

2. 6 質量部

フェノール樹脂 2 : フェノールノボラック樹脂 (住友ベークライト (株) 製、PRHF-3。軟化点 80℃、水酸基当量 105。)

2. 6 質量部

硬化促進剤 (トリフェニルホスフィン) 0.2 質量部

無機充填材 (平均粒径 16 μ m の溶融球状シリカ) 84.0 質量部

カルナバワックス 0.1 質量部

カーボンブラック 0.3 質量部

カップリング剤 0.2 質量部

[0064] <マスターバッチの準備>

上記配合の樹脂組成物の原材料をスーパーミキサーにより 5 分間粉碎混合したのち、この混合原料を準備した。

[0065] <顆粒状の樹脂組成物の製造>

図 6 に示す円筒状外周部 302 の素材として孔径 2.5mm の小孔を有している鉄製の打ち抜き金網を使用した。直径 20cm の回転子 301 の外周上に円筒状に加工した高さ 25mm、厚さ 1.5mm の打ち抜き金網を取り付け、円筒状外周部 302 を形成した。回転子 301 を 3000RPM で回転させ、円筒状外周部 302 を励磁コイルで 115℃ に加熱した。回転子 301 の回転数と、円筒状外周部 302 の温度が定常状態になった後、脱気装置により脱気しつつ二軸押出機 309 により上記マスターバッチを溶融混練して得られた溶融物を、回転子 301 の上方より 2 重管式円筒体 305 を通して 2kg/hr の割合で回転子 301 の内側に供給して、回転子 301 を回転させて得られる遠心力によって円筒状外周部 302 の複数の小孔を通過させることで、顆粒状の樹脂組成物を得た。製造条件の詳細は表 1 に記載した。

[0066] <顆粒状の樹脂組成物の評価>

得られた顆粒状の樹脂組成物を下記の方法で評価し、その評価結果を表 1 に示した。

[0067] 2 mm以上の粒子量、1 mm以上、2 mm未満の粒子量、及び $106\text{ }\mu\text{m}$ 未満の微粉量：得られた顆粒状の樹脂組成物40 gを、1 mgまで秤量したものを試料とした。ロータップ型篩振動機（丸菱科学機械製作所製、型式—SS—100A）に備え付けた目開き2.00 mm、1.00 mm及び $106\text{ }\mu\text{m}$ のJIS標準篩を用い、これらの篩を20分間に亘って振動（ハンマー打数：120回／分）させながら試料を篩に通して分級した。次いで、 $106\text{ }\mu\text{m}$ の篩を通過した微粉の質量、2 mmの篩を通過し、1 mmの篩上の残った粒子の質量、及び2 mmの篩上に残った粒子の質量を測定し、分級前の全試料質量に対する質量比を求めた。

[0068] 最長長さ（L）5 mm以下、最短長さ（S）1 mm以下の粒子の割合：得られた顆粒状の樹脂組成物をロータップ型篩振動機（丸菱科学機械製作所製、型式—SS—100A）に備え付けた目開き $106\text{ }\mu\text{m}$ のJIS標準篩を用い、篩を20分間に亘って振動（ハンマー打数：120回／分）させながら試料を篩に通して分級し、 $106\text{ }\mu\text{m}$ 未満の微粉を除去した。次いで、 $106\text{ }\mu\text{m}$ の篩上に残った粒子からランダムに100個を選び、1つ1つの粒子の最長長さ（L）と最短長さ（S）を測定して、最長長さ（L）が5 mm以下で、かつ最短長さ（S）が1 mm以下である粒子と、それ以外の粒子との仕分けを行った。次いで、最長長さ（S）が5 mm以下で、かつ最短長さが1 mm以下である粒子の総質量の、仕分け前の100個の総質量に対する比率を求めて、最長長さ（L）5 mm以下、最短長さ（S）1 mm以下の粒子の割合とした。

[0069] 安息角、崩壊角、差角：図5に示したとおり、パウダーテスター（ホソカワミクロン（株）製、型式—PT—E）に備え付けた直径80 mmの円板状水平板205の中心に向けて、漏斗201を用いて垂直方向から顆粒状の樹脂組成物を投入し、水平板205上に円錐状の顆粒体204を形成させた。顆粒状の樹脂組成物の投入は円錐が一定形状を保つまで行い、分度器を用い

て図5のように仰角（ ϕ ）を求め安息角とした。次に、水平板205と同じ台座206上にある109gの分銅を高さ160mmのところから三回落下させ、衝撃によって一部の顆粒状の樹脂組成物が崩壊して脱落した後、分度器を用いて図5のように仰角（ θ ）を求め崩壊角を測定した。また、測定した安息角と崩壊角との差を求め差角とした。崩壊角の判定基準は、 25° 以下の場合を◎、 25° より高く、 30° 以下の場合を○、 30° より高い場合を△、 35° より高い場合を×とした。

[0070] 蒔きむら及び固着性：図11に示したとおり、振動フィーダー500（A&D社製、トラフ503の寸法：450mm長×55mm幅）のホッパー501に顆粒状の樹脂組成物120gを投入し、ゲート502の隙間を0.4mmに調整し、初期搬送速度が10g／分になるように一定振動させて顆粒状の樹脂組成物を搬送し、はかり513に載せた容器512で顆粒状の樹脂組成物511を受け、1分毎に質量を測定し、その質量増加を調べた。また、測定終了後、樹脂粒子同士が固着したり、フィーダー内面に付着したり、途中で詰まったりしている粒子や微粉の有無を目視で調べ、固着、付着、詰まりの無いものを◎、固着、付着又は詰まりはあるが続けての搬送に支障の無いものを○、固着、付着又は詰まりが多数存在し、それらにより続けての搬送性がやや劣るものを△、固着、付着又は詰まりが著しく、それらにより続けての搬送性にかなり影響するものを×とした。蒔きむらの判定基準は、1分後、3分後、5分後、7分後、10分後に質量増加量を調べ、10分後における質量増加量の理論質量増加量に対する差が ± 1 gの範囲に入っている場合を◎、 ± 2 gの範囲に入っている場合を○、それ以外を×とした。

[0071] ワイヤ流れ率：図12に示すとおり、振動フィーダーを用いて一定量搬送することで、顆粒状の樹脂組成物606が入れられた樹脂材料供給容器607を準備し、圧縮成形金型の上型601と下型609の間に配置するとともに、耐熱性グレードがFR-4のガラス基材エポキシ樹脂銅張り積層板からなる、厚み0.5mm、幅50mm、長さ210mmの回路基板603上に、厚み0.25mm、10mm角の半導体素子604を銀ペーストにて接着

し、幅 $25\mu\text{m}$ 、長さ約 5mm の金線ワイヤ605をピッチ間隔 $60\mu\text{m}$ で半導体素子604と回路基板603に接合したもの12個を、半導体素子604を搭載した面が下向きになるようにして、基板固定手段602により上型601に固定した。次いで、樹脂材料供給容器607の底面を構成するシャッター608を横方向にスライドさせることで、顆粒状の樹脂組成物606を下型キャビティ610内に供給したのち、樹脂材料供給容器607を金型外へ搬出した。次いで、キャビティ内を減圧下にしながら、圧縮成形機（TOWA株式会社製）により、12個の半導体素子604を一括で封止成形し、MAP成形品を得た。この際の成形条件は、金型温度 175°C 、成形圧力 3.9MPa 、硬化時間120秒で行った。次いで、得られたMAP成形品をダイシングにより個片化し、図13に示すような模擬半導体装置（半導体素子604及び金線ワイヤ605が、樹脂組成物の硬化体である封止材611によって封止され、半導体素子604上の封止材611の厚み（ t ）が 0.5mm となっている。）を得た。得られた模擬半導体装置におけるワイヤ流れ量を、軟X線装置（ソフテックス株式会社製、PRO-TEST-100）を用いてパッケージの対角線上にある最も長い金ワイヤ4本（長さ 5mm ）の平均の流れ率を測定し、ワイヤ流れ率（ワイヤ流れ量／ワイヤ長 $\times 100$ （％））を算出した。判断基準は、ワイヤ流れ率が3％以上になった場合を不良とした。また、ワイヤ流れ率が3％未満、2％以上のものを○と判定し、ワイヤ流れ率が2％未満のものを◎と判定した。

[0072] 充填性：図14に示すとおり、耐熱性グレードがFR-4のガラス基材エポキシ樹脂銅張り積層板からなる、厚み 0.5mm 、幅 50mm 、長さ 210mm の回路基板701上に、厚み 0.2mm 、 $5\times 10\text{mm}$ 角の第一の半導体素子702を12個等間隔で銀ペーストを用いて接着し、さらに同寸法の第二の半導体素子703を第一の半導体素子702に対してXY平面で 90° 回転させた位置で、それぞれの対応する第一の半導体素子702上に前記銀ペーストで接着した模擬素子704を準備した。次いで、ワイヤ流れ率の評価と同様の圧縮成形金型を用いて、ワイヤ流れ率の評価と同様にして圧

縮成形機（TOWA株式会社製）により、12個の模擬素子704を一括で封止成形し、模擬素子704上の封止材の厚み（t）が0.3mmである模擬半導体装置のMAP成形品を得た。この際の成形条件は、金型温度175℃、成形圧力3.9MPa、硬化時間120秒で行った。得られたMAP成形品を個片化せず、そのまま、超音波探傷装置（日立建機ファインテック株式会社製、microscope hyper II）を用いて充填性を評価した。12個の模擬素子のうち、全ての模擬素子の周辺を完全に充填しているものを○、1～5個の模擬素子の周辺において巣やボイド等の充填不良が起きているものを△、6個以上の模擬素子の周辺において巣やボイド等の充填不良が起きているものを×と判定した。得られた結果を表1に示した。

[0073] 実施例1-2～1-8、1-12～1-15、比較例1-1～1-3

表1の条件に従い、実施例1-1と同様に顆粒状の樹脂組成物を得、同様に各試験を行った。得られた結果を表1に示した。

[0074] 比較例1-4

樹脂組成物の原材料をスーパーミキサーにより5分間粉碎混合したのち、二軸押出機309により混練温度100℃で溶融混練し、さらにクーリングベルトで冷却後、ハンマーミルにて粗粉碎を行って、平均粒径800μm、粒度分布40μm～10mmの粗粉碎物を得た。これをさらにパルペライザーにて4000回転で粉碎して、顆粒状の樹脂組成物を得、実施例1-1と同様の試験を行った。得られた結果を表2に示した。

[0075] 実施例1-9～1-11、比較例1-5～1-7

比較例1-4で得られた顆粒状の樹脂組成物を、さらにロータップ型篩振動機に備え付けた目開き2.00mm、1.00mm及び106μmのJIS標準篩を用い、これらの篩を20分間に亘って振動（ハンマー打数：120回／分）させながら試料を篩に通して分級し、表2に示すような粒度分布になるように顆粒状の樹脂組成物の各分級成分を調合し、所定の粒度分布の樹脂組成物を得、実施例1-1と同様の試験を行った。得られた結果を表2に示した。

[0076] [表1]

		実 施 例															比較例		
		1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-12	1-13	1-14	1-15	1-1	1-2	1-3			
製造方法		法																	
製造条件	二軸押出機混練温度	[℃]	95	100	110	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100
	回転子回転数	[RPM]	3000	3000	3000	3000	2000	3500	3000	3000	3000	3000	2000	3500	3000	3500	3000	3000	3500
	円筒状外周部温度	[℃]	115	115	115	115	115	115	100	120	115	115	115	115	115	115	115	115	120
	小孔の孔径	[mm]	2.5	2.5	2.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	3.0	2.0
粒度分布	2mm以上の粒子の割合	[質量%]	16	10	08	01	12	03	10	10	00	00	01	00	15	52	08	08	
	1mm以上、2mm未満の粒子の割合	[質量%]	56.0	33.0	18.0	28.0	38.0	22.0	42.0	13.0	28	08	38	12	68.0	60.0	18.0	18.0	
	106μm未満の微粉の割合	[質量%]	24	22	20	36	20	26	18	20	18	22	25	35	27	12	72	72	
	最長長さ5mm以下、最短長さ1mm以下の粒子の割合	[質量%]	72	82	86	82	80	84	76	80	82	86	80	84	56	36	76	76	
崩壊角	安息角	[°]	38	37	36	30	38	39	38	40	39	40	40	38	42	39	39	39	
	崩壊角	[°]	22	15	18	24	18	15	16	21	25	25	26	24	25	25	29	29	
	判定	[—]	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
	差角	[°]	16	22	18	15	20	24	22	17	15	14	14	16	13	17	10	10	
評価	1分後の質量増加量	[g]	99	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	100	100	
	3分後の質量増加量	[g]	296	302	302	302	301	301	301	300	301	302	301	302	299	298	302	302	
	5分後の質量増加量	[g]	498	502	503	503	502	502	501	501	502	503	501	502	498	494	494	494	
	7分後の質量増加量	[g]	697	703	702	699	701	702	701	699	703	702	702	703	692	687	687	687	
評価	10分後の質量増加量	[g]	989	1001	1003	992	1002	1001	1002	1001	1002	1002	1002	1002	979	956	978	978	
	判定	[—]	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
	樹脂粒子同士の固着の有無	[—]	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
	フィーター内面への付着の有無	[—]	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
評価結果	詰まりの有無	[—]	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
	ワイヤロイヤ流れ率	[%]	24	12	14	22	14	12	18	21	23	25	25	22	36	32	32	32	
	流れ	[—]	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
	充填性	[—]	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	

表1

[0077]

[表2]

表2

			比較例	実 施 例			比 較 例		
			1—4	1—9	1—10	1—11	1—5	1—6	1—7
製造方法			粉碎品	粉 碎 篩 分 法					
粒度分布	2mm以上の粒子の割合	[質量%]	4.2	0.8	1.0	1.2	1.6	1.2	4.3
	1mm以上、2mm未満の粒子の割合	[質量%]	40.0	18.0	33.0	56.0	66.0	50.4	55.0
	106 μ m未満の微粉の割合	[質量%]	11.2	2.0	2.2	2.4	2.8	8.0	1.0
	最長長さ5mm以下、 最短長さ1mm以下の粒子の割合	[質量%]	44	64	60	62	46	63	42
崩壊角	安息角	[°]	42	37	39	40	40	39	42
	崩壊角	[°]	36	18	20	23	24	25	30
	判定	[—]	×	◎	◎	◎	◎	◎	○
	差角	[°]	6	19	19	17	16	14	12
評価結果	蒔きむら	1分後の質量増加量	[g]	9.8	10.0	10.0	10.0	9.9	10.0
		3分後の質量増加量	[g]	29.2	30.2	30.2	29.9	29.8	30.1
		5分後の質量増加量	[g]	49.4	50.0	50.1	49.6	49.7	49.6
		7分後の質量増加量	[g]	68.9	69.8	69.9	69.6	69.2	69.0
		10分後の質量増加量	[g]	93.2	99.6	99.7	98.9	97.6	95.3
		判定	[—]	×	◎	◎	○	×	×
	固着性	樹脂粒子同士の固着の有無	[—]	×	○	○	○	○	×
		フィーダー内面への付着の有無	[—]	×	○	○	○	△	×
		詰まりの有無	[—]	×	○	○	○	△	×
	ワイヤ流れ	ワイヤ流れ率	[%]	3.4	1.8	1.5	2.2	3.8	3.2
		判定	[—]	×	◎	◎	○	×	×
	充填性		[—]	×	○	○	○	×	△

[0078] 実施例 1—1～1—15の樹脂組成物は、いずれも、全樹脂組成物に対して、JIS標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における、2mm以上の粒子の割合が3質量%以下、1mm以上、2mm未満の粒子の割合が0.5質量%以上、60質量%以下、106 μ m未満の微粉の割合が5質量%以下のものであり、蒔きむらや固着等の発生が殆どなく、ワイヤ流れが小さく、充填性も良好な結果が得られた。

[0079] [第2の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物]

実施例 2—1

<樹脂組成物の配合（質量部）>

エポキシ樹脂 1：ビフェニレン骨格含有フェノールアラルキル型エポキシ樹脂（日本化薬（株）製、NC-3000。軟化点58℃、エポキシ当量277。） 8.0質量部

エポキシ樹脂 2：ビスフェノールA型エポキシ樹脂（ジャバンエポキシレジジン（株）製、YL6810。融点45℃、エポキシ当量172。）

2.0質量部

フェノール樹脂 1：ビフェニレン骨格含有フェノールアラルキル樹脂（日

本化薬（株）製、GPL-65。軟化点65℃、水酸基当量198。）

8. 0質量部

硬化促進剤（トリフェニルホスフィン）	0.2質量部
無機充填材（平均粒径16μmの溶融球状シリカ）	81.2質量部
カルナバワックス	0.1質量部
カーボンブラック	0.3質量部
カップリング剤	0.2質量部

[0080] <マスターバッチの準備>

上記配合の樹脂組成物の原材料をスーパーミキサーにより5分間粉碎混合したのち、この混合原料を準備した。

[0081] <顆粒状の樹脂組成物の製造>

図6に示す円筒状外周部302の素材として孔径2.5mmの小孔を有している鉄製の打ち抜き金網を使用した。直径20cmの回転子301の外周上に円筒状に加工した高さ25mm、厚さ1.5mmの打ち抜き金網を取り付け、円筒状外周部302を形成した。回転子301を3000RPMで回転させ、円筒状外周部302を励磁コイルで115℃に加熱した。回転子301の回転数と、円筒状外周部302の温度が定常状態になった後、脱気装置により脱気しつつ二軸押出機309により上記マスターバッチを溶融混練して得られた溶融物を、回転子301の上方より2重管式円筒体305を通して2kg/hrの割合で回転子301の内側に供給して、回転子301を回転させて得られる遠心力によって円筒状外周部302の複数の小孔を通過させることで、顆粒状の樹脂組成物を得た。製造条件の詳細は表3に記載した。

[0082] <評価方法>

顆粒密度（D1）：得られた顆粒状の樹脂組成物をロータップ型篩振動機（丸菱科学機械製作所製、型式-SS-100A）に備え付けた目開き106μmのJIS標準篩を用い、篩を20分間に亘って振動（ハンマー打数：120回/分）させながら試料を篩に通して分級し、106μm未満の微粉

を除去した。次いで、前述のピクノメータ法により、顆粒密度を求めた。

硬化物比重（D2）：得られた顆粒状の樹脂組成物を一旦所定の寸法のタブレットに打錠し、トランスファー成形機を用い、金型温度 $175 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、注入圧力 7MPa 、硬化時間 120 秒で、直径 50mm ×厚さ 3mm の円盤を成形し、質量、体積を求め硬化物比重を計算した。

[0083] 搬送性、固着性：顆粒状の樹脂組成物の試料 300g を図11に示す振動フィーダー500（A&D社製、ゲート502の隙間： 0.4mm 、トラフ503の寸法： 450mm 長× 55mm 幅）のホッパー501に供給した後、初期搬送速度が $10\text{g}/\text{分}$ となる振動の強さに調整し、 300g 搬送した時間を測定した。搬送後に、粒子同士の固着、振動フィーダー500への付着、途中で詰まり等の状況を観察した。搬送性の判断基準は、搬送時間として（29分）以内をA、（29分）～（30分）の範囲をB、（30分）～（31分）の範囲をC、（31分）～（32分）の範囲をD、（32分）以上をEとし、A、B、Cを合格とした。尚、搬送性の試験における振動数は他の実施例、比較例でも変えずに、同じ振動数で測定を行った。固着性の判断基準は、固着、付着、詰まりの無いものを◎、固着、付着又は詰まりはあるが続けての搬送に支障の無いものを○、固着、付着又は詰まりが多数存在し、それらによる続けての搬送性がやや劣るものを△、固着、付着又は詰まりが著しく、それらによる続けての搬送性にかなり影響するものを×とした。

[0084] 充填性：図12に示すとおり、振動フィーダーを用いて一定量搬送することで、顆粒状の樹脂組成物606が入れられた樹脂材料供給容器607を準備し、圧縮成形金型の上型601と下型609の間に配置するとともに、耐熱性グレードがFR-4のガラス基材エポキシ樹脂銅張り積層板からなる、厚み 0.5mm 、幅 50mm 、長さ 210mm の回路基板603上に、厚み 0.25mm 、 10mm 角の半導体素子604を銀ペーストにて接着したもの12個を、半導体素子604を搭載した面が下向きになるようにして、基板固定手段602により上型601に固定した。次いで、樹脂材料供給容器607の底面を構成するシャッター608を横方向にスライドさせることで

、顆粒状の樹脂組成物606を下型キャビティ610内に供給したのち、樹脂材料供給容器607を金型外へ搬出した。次いで、キャビティ内を減圧下にしながら、圧縮成形機（TOWA株式会社製）により、12個の半導体素子604を一括で封止成形し、MAP成形品を得た。この際の成形条件は、金型温度175℃、成形圧力3.9MPa、硬化時間120秒で行った。得られたMAP成形品を個片化せず、そのまま、超音波探傷装置（日立建機ファインテック株式会社製、microscope hyper II）を用いて充填性を評価した。12個の模擬素子のうち、全ての模擬素子の周辺を完全に充填しているものを○、1～5個の模擬素子の周辺において巣やボイド等の充填不良が起きているものを△、6個以上の模擬素子の周辺において巣やボイド等の充填不良が起きているものを×と判定した。得られた結果を表3に示した。

[0085] 実施例2-2～2-14、比較例2-1

実施例2-1において、無機充填材の量及び顆粒状の樹脂組成物の製造条件を表3のとおりとした以外は、実施例2-1と同様にして顆粒状の樹脂組成物を作製した。尚、比較例2-1においては、二軸押出機による熔融混練時に脱気しないで混練を行った。実施例2-1と同様の試験を行い、得られた結果を表3に示した。

[0086] 比較例2-2

実施例2-1の組成の原材料をスーパーミキサーにより5分間粉碎混合したのち、脱気装置により脱気しつつ二軸押出機309により混練温度100℃で熔融混練し、さらにクーリングベルトで冷却後、ハンマーミルにて粗粉碎を行って、平均粒径800μm、粒度分布40μm～10mmの粗粉碎物を得た。得られた粗粉碎物をさらにパルペライザーにて4000回転で粉碎して、顆粒状の樹脂組成物を得た。実施例2-1と同様の試験を行い、得られた結果を表4に示した。

[0087] 比較例2-3、2-4

比較例2-2で得られた顆粒状の樹脂組成物をさらにロータップ型篩振動

機（丸菱科学機械製作所製、型式－ＳＳ－１００Ａ）に備え付けた目開き 106 μm 、2 mm の J I S 標準篩を用い、篩を 20 分間に亘って振動（ハンマー打数：120 回／分）させながら試料を篩に通して分級し、106 μm 未満、106 μm 以上 2 mm 未満、2 mm 以上の成分に分級し、表 4 の分布になるように各成分を調整し顆粒状の樹脂組成物を作製した。実施例 2－1 と同様の試験を行い、得られた結果を表 4 に示した。

[0088] 比較例 2－5

実施例 2－1 の組成において、無機充填材の量を表 4 に記載のとおりとした原材料を、スーパーミキサーにより 5 分間粉碎混合したのち、脱気装置により脱気しつつ二軸押出機 309 により混練温度 100℃で溶融混練し、さらにクーリングベルトで冷却後、ハンマーミルにて粗粉碎を行って、平均粒径 800 μm 、粒度分布 40 μm ～10 mm の粗粉碎物を得た。得られた粗粉碎物をさらにパルペライザーにて 4000 回転で粉碎したのち、ロータップ型篩振動機（丸菱科学機械製作所製、型式－ＳＳ－１００Ａ）に備え付けた目開き 106 μm 、2 mm の J I S 標準篩を用い、篩を 20 分間に亘って振動（ハンマー打数：120 回／分）させながら試料を篩に通して分級し、106 μm 未満、106 μm 以上 2 mm 未満、2 mm 以上の成分に分級し、表 4 の分布になるように各成分を調整し顆粒状の樹脂組成物を作製した。実施例 2－1 と同様の試験を行い、得られた結果を表 4 に示した。

[0089]

[表3]

表3

		実 施 例																比較例	
		2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	2-11	2-12	2-13	2-14	2-1	2-1		
樹脂組成物中における無機充填材含有量 [質量%]		81.2	85	88	75	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2	85	88	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2		
製造方法		遠 心 粉 法																	
製 造 条 件	二軸押出機混練温度	100	100	100	100	100	115	100	100	100	100	100	115	100	100	100	95		
	二軸押出機脱気有無	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	無		
	回転子回転数 [RPM]	3000	3000	3000	3000	3000	3000	2000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	2000	3000	2000		
	円筒状外周部温度 [°C]	115	115	115	115	115	115	100	120	115	115	115	115	115	100	120	110		
粒 度 分 布	小孔の孔径 [mm]	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5		
	2mm以上の粒子の割合 [質量%]	12	10	08	01	12	03	21	10	01	00	00	00	00	01	00	24		
顆 粒 密 度	106μm未満の微粉の割合 [質量%]	16	22	20	20	24	26	18	20	26	28	26	30	26	28	28	16		
	顆粒密度(D1) [g/cm ³]	178	180	188	180	184	183	176	184	186	189	19	187	186	186	186	166		
	真比重(D2) [g/cm ³]	1.93	1.94	2.01	1.91	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.94	2.01	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93		
	D1/D2	0.92	0.93	0.94	0.90	0.95	0.95	0.91	0.95	0.96	0.97	0.95	0.97	0.96	0.96	0.96	0.86		
評 価 結 果	搬送性(搬送時間)	B	B	B	A	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	B		
	樹脂同士の固着の有無	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
	ファイダー内面への付着の有無	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
	性 詰まりの有無	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
充填性		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×		

[表4]

表4

			比 較 例			
			2—2	2—3	2—4	2—5
樹脂組成物中における無機充填材含有量 [質量%]			81.2	81.2	81.2	88
製造方法			粉碎品	粉 碎 篩 分 法		
粒度分布	2mm以上の粒子の割合	[質量%]	5.2	5.2	0.8	0.2
	106 μ m未満の微粉の割合	[質量%]	12.3	1.2	7.2	2.2
顆粒密度	顆粒密度(D1)	[g/cm ³]	1.85	1.85	1.85	1.97
	真比重(D2)	[g/cm ³]	1.93	1.93	1.93	2.01
	D1/D2	[—]	0.96	0.96	0.97	0.98
評価結果	搬送性(搬送時間)	[—]	E	D	E	D
	固着性	樹脂同士の固着の有無	[—]	×	○	△
		フィーダー内面への付着の有無	[—]	△	○	△
	詰まりの有無	[—]	×	△	△	○
	充填性	[—]	×	△	△	○

[0091] 実施例2—1～2—14の樹脂組成物は、いずれも、全樹脂組成物に対して、JIS標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における、2mm以上の粗粒の割合が3質量%以下、106 μ m未満の微粉の割合が5質量%以下であり、かつ、顆粒密度D1と硬化後の硬化物比重D2との比D1/D2が0.88～0.97の範囲であるものであり、搬送時間が長くなりすぎることがなく、蒔きむらや固着等の発生が殆どなく、かつ、充填性も良好な結果が得られた。

この出願は、平成20年12月10日に出願された日本特許出願特願2008-314064および平成20年12月10日に出願された日本特許出願特願2008-314065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。

請求の範囲

- [請求項1] 圧縮成形により半導体素子を封止してなる半導体装置に用いる顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物であって、
- 前記顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、JIS標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における、2mm以上の粒子の割合が3質量%以下であり、1mm以上、2mm未満の粒子の割合が0.5質量%以上、60質量%以下であり、106 μ m未満の微粉の割合が5質量%以下であることを特徴とする顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。
- [請求項2] 前記顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物が、前記JIS標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における106 μ m以上の粒子に対し、最長長さ（L）が5mm以下であり、かつ最短長さ（S）が1mm以下である粒子の割合が50質量%以上である、請求項1に記載の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。
- [請求項3] 前記顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の崩壊角が35°以下である、請求項1または請求項2に記載の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。
- [請求項4] 圧縮成形により半導体素子を封止してなる半導体装置に用いる顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物であって、
- 前記顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、JIS標準篩を用いて篩分により測定した粒度分布における、2mm以上の粗粒の割合が3質量%以下であり、106 μ m未満の微粉の割合が5質量%以下であり、
- 前記半導体封止用エポキシ樹脂組成物の顆粒密度D1と前記半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化後の硬化物比重D2との比D1/D2が、0.88以上、0.97以下の範囲である、顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。
- [請求項5] 前記顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の前記顆粒密度D1

が1.95以下である、請求項4に記載の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。

[請求項6] 前記顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物が、複数の小孔を有する円筒状外周部と円盤状の底面とから構成される回転子の内側に、溶融された樹脂組成物を供給し、その組成物を、前記回転子を回転させて得られる遠心力によって前記小孔を通過させて得られたものである、請求項1から5のいずれか1項に記載の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。

[請求項7] 請求項1から6のいずれか1項に記載の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、圧縮成形により半導体素子を封止することを特徴とする半導体装置の製造方法。

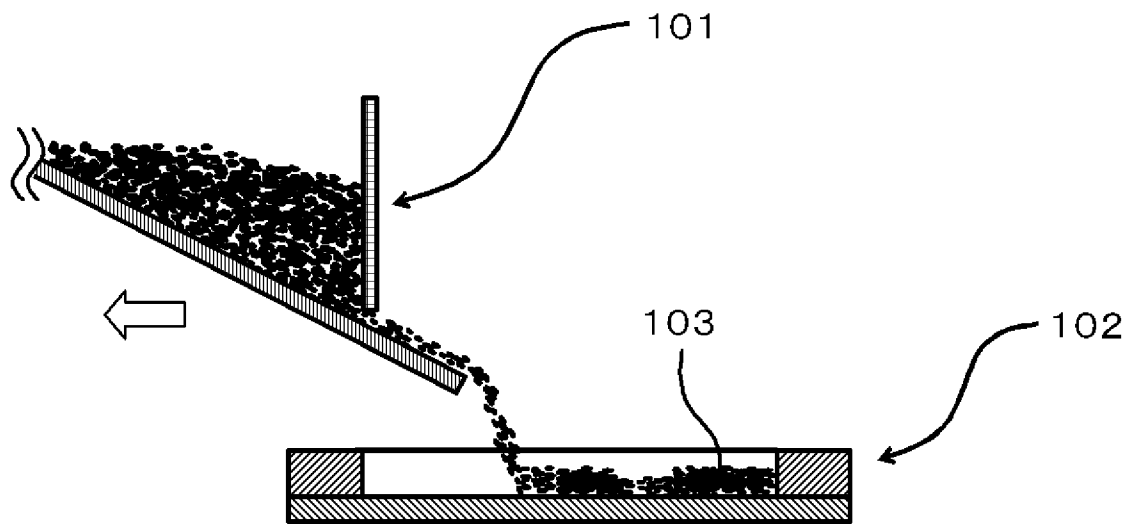
[請求項8] 請求項1から6のいずれか1項に記載の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、圧縮成形により半導体素子を封止してなることを特徴とする半導体装置。

[請求項9] リードフレーム又は回路基板と、前記リードフレーム又は前記回路基板上に積層又は並列して搭載された1以上の半導体素子と、前記リードフレーム又は前記回路基板と前記半導体素子とを電氣的に接続するボンディングワイヤと、前記半導体素子と前記ボンディングワイヤを封止する封止材とを備えた半導体装置であって、

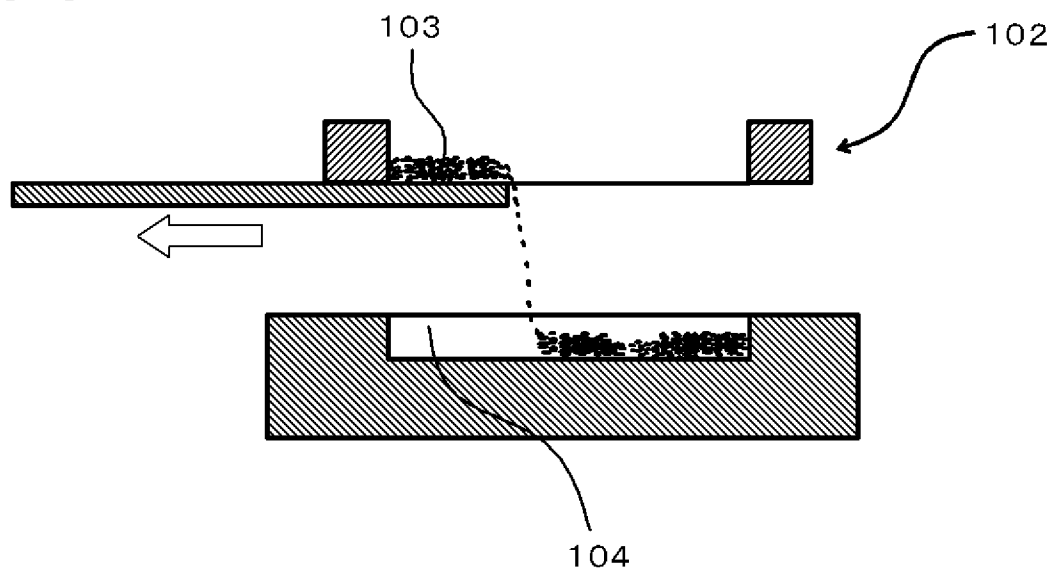
前記半導体素子上の前記封止材の厚みが0.08mm以上、0.5mm以下であり、

前記封止材が、請求項1から6のいずれか1項に記載の顆粒状の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の圧縮成形による硬化物により構成されている、半導体装置。

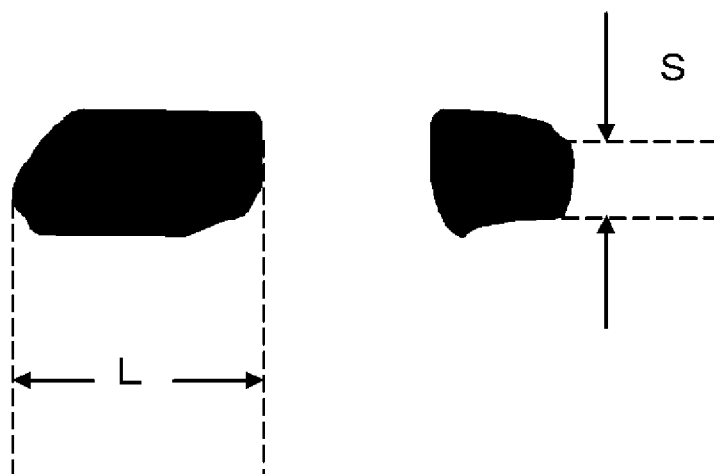
[図1]



[図2]



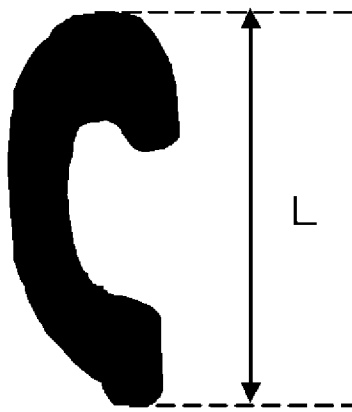
[図3]



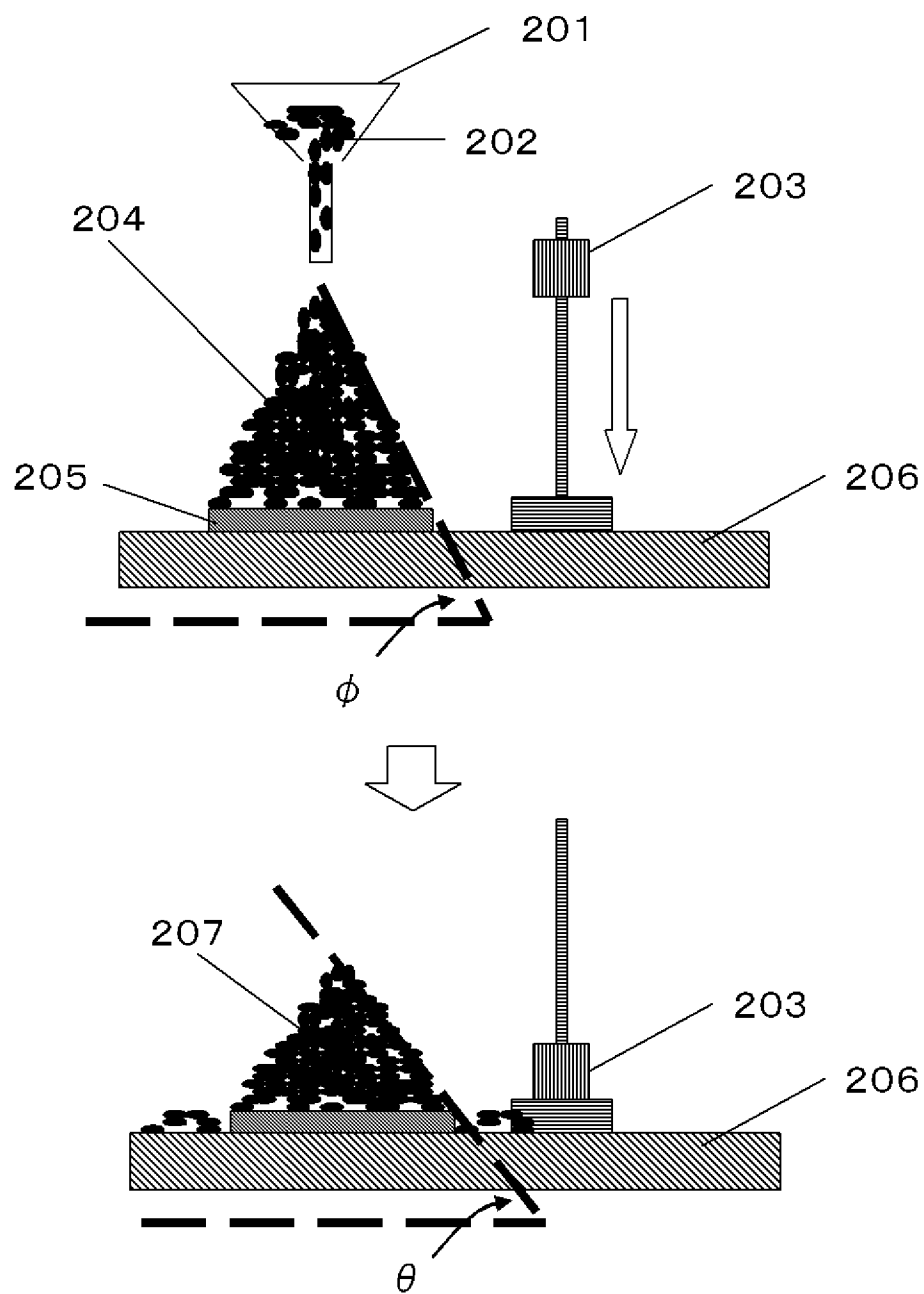
(a) 最長長さ (L)

(b) 最短長さ (S)

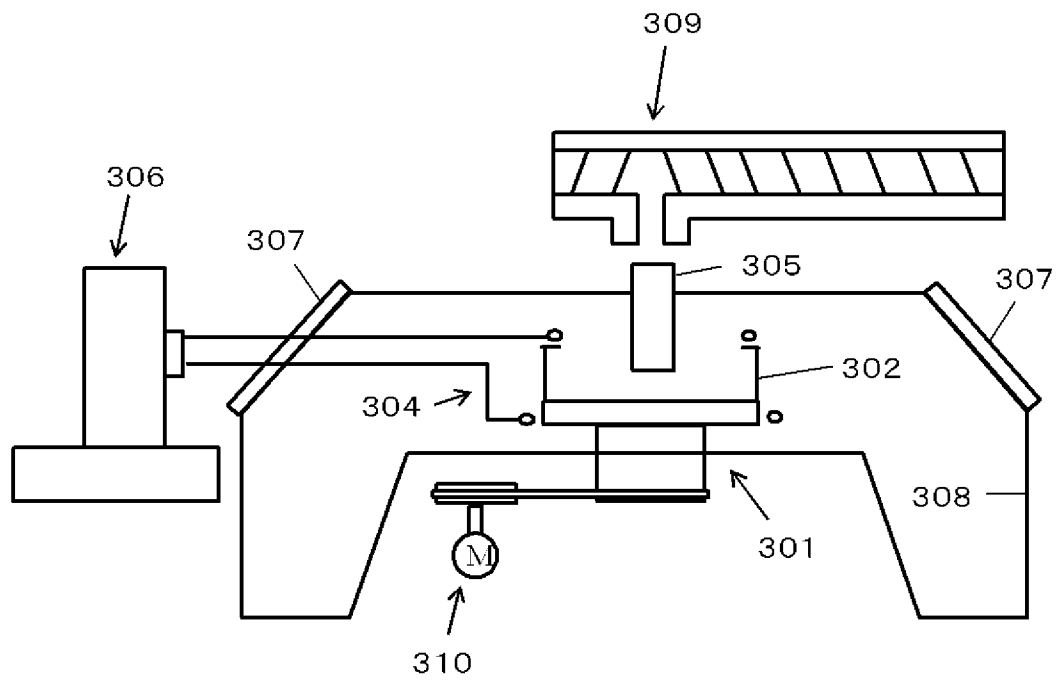
[図4]



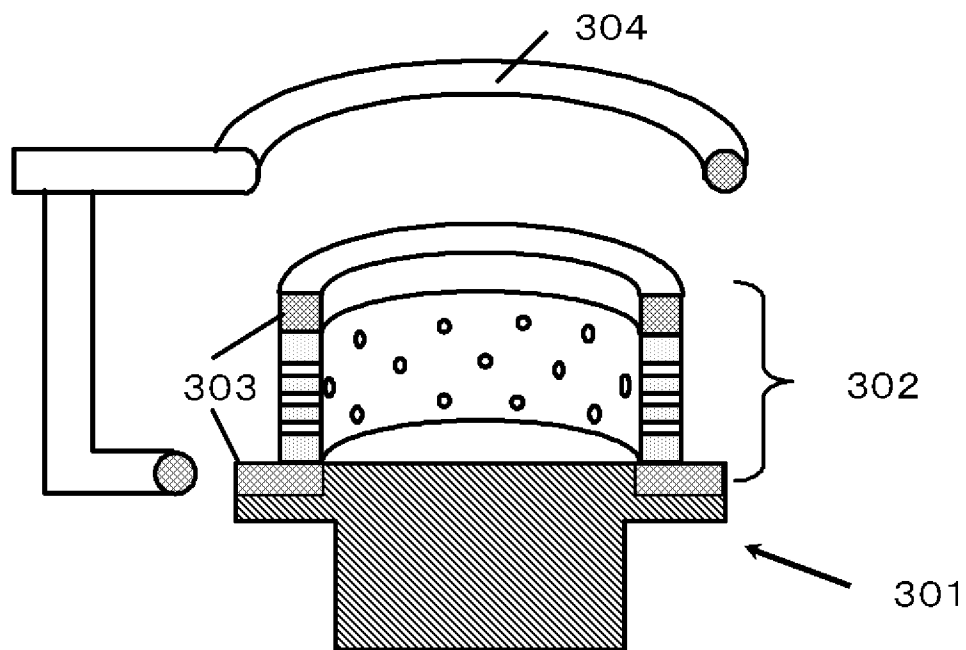
[図5]



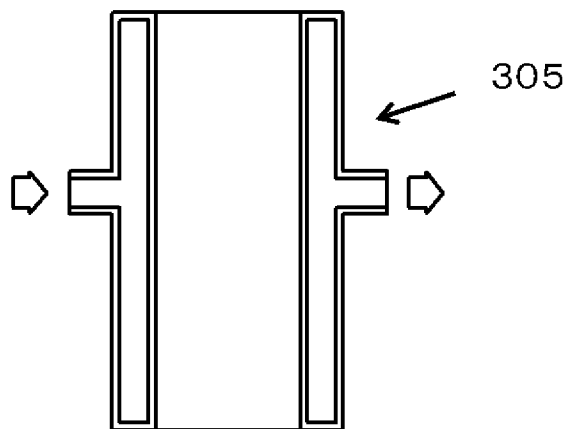
[図6]



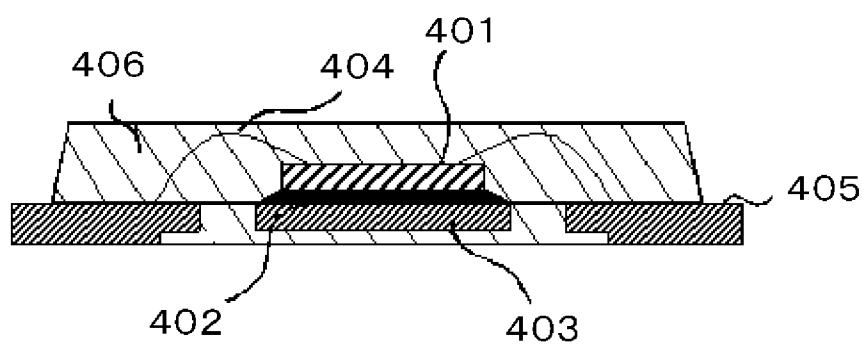
[図7]



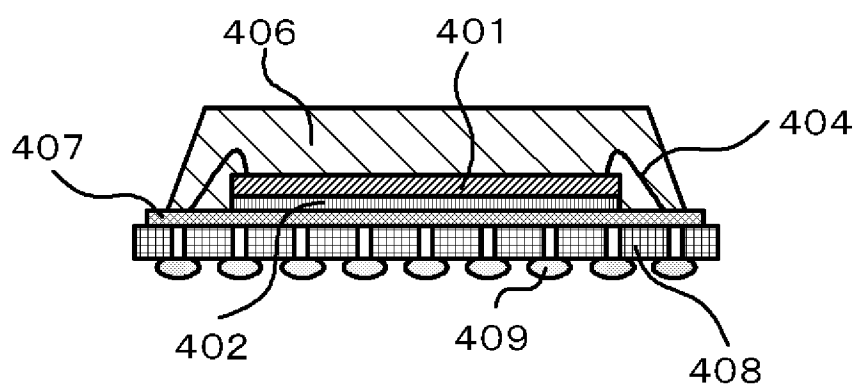
[図8]



[図9]

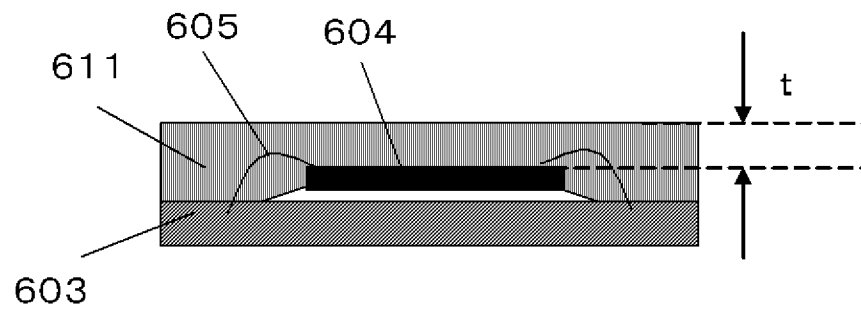


[図10]

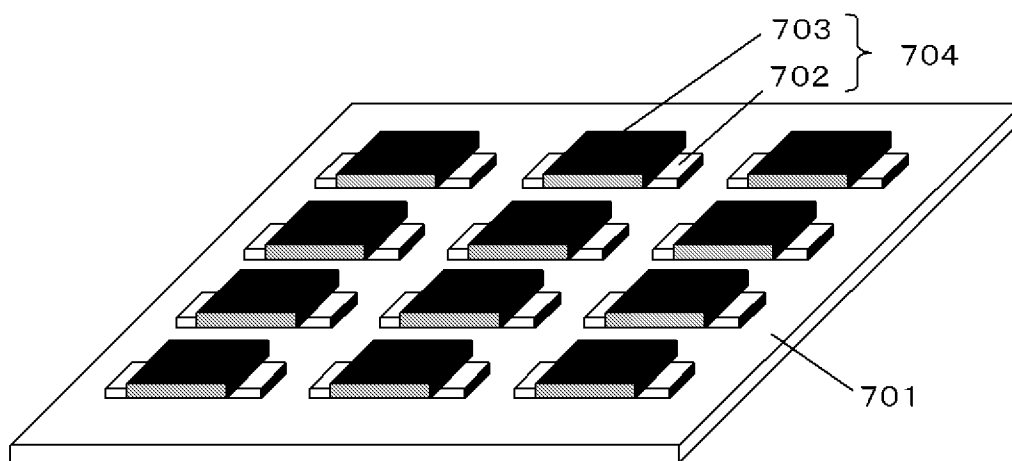


[図13]

t : 半導体素子上の封止材の厚み



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006532

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L23/29(2006.01)i, C08G59/18(2006.01)i, H01L21/56(2006.01)i, H01L23/31(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L23/29, C08G59/18, H01L21/56, H01L23/31

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-21908 A (Toshiba Chemical Corp.), 21 January 2000 (21.01.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 3135926 B2 (Matsushita Electric Works, Ltd.), 01 December 2000 (01.12.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2003-285319 A (Sumitomo Bakelite Co., Ltd.), 07 October 2003 (07.10.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 January, 2010 (27.01.10)

Date of mailing of the international search report
09 February, 2010 (09.02.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L23/29(2006.01)i, C08G59/18(2006.01)i, H01L21/56(2006.01)i, H01L23/31(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L23/29, C08G59/18, H01L21/56, H01L23/31

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2000-21908 A (東芝ケミカル株式会社) 2000.01.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 3135926 B2 (松下電工株式会社) 2000.12.01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2003-285319 A (住友ベークライト株式会社) 2003.10.07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 7 . 0 1 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 2 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

宮崎 園子

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1

4 R

9 2 7 7