

(43) 国際公開日
2016 年 1 月 7 日(07.01.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/002891 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 23/373 (2006.01) *C08L 101/00* (2006.01)
C08K 3/38 (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/069160

(22) 国際出願日: 2015 年 7 月 2 日(02.07.2015)

(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 2014-138075 2014 年 7 月 3 日(03.07.2014) JP

(71) 出願人: 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: 望月 俊佑(MOCHIZUKI Shunsuke); 〒
 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). 北川
 和哉(KITAGAWA Kazuya); 〒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). 白土 洋次(SHIRATO Yoji);
 〒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). 長橋
 啓太(NAGAHASHI Keita); 〒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). 津田 美香(TSUDA Mika); 〒
 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). 平沢
 憲也(HIRASAWA Kazuya); 〒4488661 愛知県刈谷

市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
Aichi (JP). 黒川 素美(KUROKAWA Motomi); 〒
4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株
式会社デンソー内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 速水 進治(HAYAMI Shinji); 〒1410031 東京都品川区西五反田7丁目9番2号 五反田TGビル9階 Tokyo (JP).

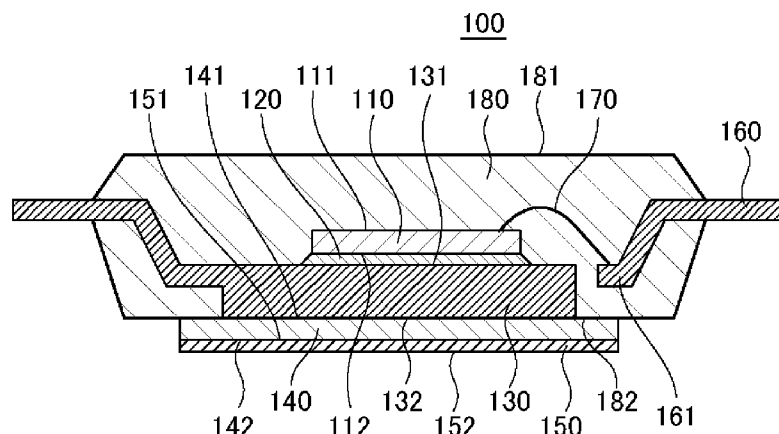
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: HEAT-CONDUCTIVE SHEET AND SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称：熱伝導性シートおよび半導体装置



(S7) Abstract: Provided is a heat-conductive sheet containing a heat-curable resin and a filler dispersed within the heat-curable resin, wherein the cured body of the heat-conductive sheet satisfies the belowmentioned (a): (a) when the thermal conductivity in the thickness direction of the cured body at 175°C is $\lambda_z(175^\circ\text{C})$ and the thermal conductivity in the thickness direction of the cured body at 25°C is $\lambda_z(25^\circ\text{C})$, $\lambda_z(175^\circ\text{C})/\lambda_z(25^\circ\text{C})$ is at least 0.8.

(57) 要約: 熱硬化性樹脂と、前記熱硬化性樹脂中に分散された充填材と、を含む熱伝導性シートであって、前記熱伝導性シートの硬化体が、以下の(a)を満たす。(a) 前記硬化体の175℃における厚み方向の熱伝導率を λ_z (175℃)とし、前記硬化体の25℃における厚み方向の熱伝導率を λ_z (25℃)として、 λ_z (175℃)/ λ_z (25℃)が0.8以上である

WO 2016/002891 A1

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：熱伝導性シートおよび半導体装置

技術分野

[0001] 本発明は、熱伝導性シートおよび半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体チップをモールドしたパッケージ構造では、半導体チップの発熱による故障を防止するため、放熱特性を向上させることが求められる。放熱特性の向上の手段として、半導体チップで発生した熱を冷却部材へ放熱することが一般に行われている。半導体チップを搭載する部材と冷却部材とは、高い熱伝導性の熱伝導材により接合される。

この熱伝導材の材料として、樹脂中に熱伝導性フィラーを含む構造の熱伝導性シートが広く利用されている。特許文献1および2には、こうした熱伝導性シートの例が記載されている。

[0003] 特許文献1には、高分子マトリックス材料と、主鎖に芳香族環を有する高分子材料を熱処理して黒鉛化させて得られる炭素粉末と、を含有する熱伝導性高分子組成物を成形してなる熱伝導性成形体が記載されている。また、特許文献2には、エポキシ樹脂モノマーと、ノボラック樹脂と、無機充填材と、を含有する樹脂組成物が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2002-363421号公報

特許文献2：国際公開第2011/040416号パンフレット

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 従来の熱伝導性シートの開発においては、熱伝導性を向上させる観点から、様々な検討が行われてきた。しかしながら、本発明者の検討によれば、高い熱伝導性の値を示す熱伝導性シートであっても、半導体パッケージ等のデ

バイスに適用した場合、必ずしも良好な放熱性を発揮するとは限らないことが判明した。

本発明は上記事情に鑑みなされたものであって、半導体パッケージ等のデバイスに適用した場合に十分な放熱性を安定的に発揮する熱伝導性シートを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 熱伝導性シートには樹脂と充填材が含まれている。通常、熱伝導性シートや、その硬化体である熱伝導材の熱伝導性の良否は、室温で測定された熱伝導率等を尺度として判断されてきた。

しかしながら、熱伝導材として優れた熱伝導性を示すものでも、パッケージに適用した場合、十分な熱伝導性が得られないことがある。これは、絶縁体の熱伝導性に起因しているフォノンの平均自由行程が温度上昇とともに低下することが一因として挙げられる。また、実際にパッケージに適用したとき、熱伝導材に温度サイクルがかかる結果、材料自体の熱伝導特性が十分に発揮されないことによっても考えられる。たとえば車載用途の半導体パッケージでは、その実車環境で温度サイクルにさらされ、この結果、熱伝導材は繰返し疲労応力を受ける。こうした疲労応力を受けることで、熱伝導性が顕著に低下することが考えられる。

このような使用による熱伝導性の低下を効果的に抑制する手段として、本発明者は、以下の構成を満たす熱伝導性シートを用いることが有効であることを見だし本発明に到達した。

[0007] すなわち、本発明によれば、

熱硬化性樹脂と、前記熱硬化性樹脂中に分散された充填材と、を含む熱伝導性シートであって、前記熱伝導性シートの硬化体が、以下の（a）を満たす熱伝導性シートが提供される。

（a）前記硬化体の 175°C における厚み方向の熱伝導率を $\lambda_z(175^{\circ}\text{C})$ とし、前記硬化体の 25°C における厚み方向の熱伝導率を $\lambda_z(25^{\circ}\text{C})$ とし、 $\lambda_z(175^{\circ}\text{C}) / \lambda_z(25^{\circ}\text{C})$ が 0.8 以上である

[0008] また、本発明によれば、熱伝導材と、前記熱伝導材の一方の面に接合した半導体チップと、前記熱伝導材の前記一方の面と反対側の面に接合した金属部材と、前記熱伝導材、前記半導体チップおよび前記金属部材を封止する封止材と、を備え、前記熱伝導材が、上述の熱伝導性シートにより形成された半導体装置が提供される。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、半導体パッケージ等のデバイスに適用した場合において、十分な放熱性を安定的に発揮する熱伝導性シートを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] 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。

[0011] [図1]本実施形態に係る半導体装置の模式的な断面図である。

[図2]本実施形態に係る半導体装置の変形例を示す模式的な断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、実施の形態について、図面を用いて説明する。尚、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略する。

[0013] 本実施形態に係る熱伝導性シートは、熱硬化性樹脂と、上記熱硬化性樹脂中に分散された充填材と、を含んでいる。また、熱伝導性シートの硬化体は、以下の（a）を満たす。

（a）上記硬化体の 175°C における厚み方向の熱伝導率を $\lambda_z(175^{\circ}\text{C})$ とし、上記硬化体の 25°C における厚み方向の熱伝導率を $\lambda_z(25^{\circ}\text{C})$ とし、 $\lambda_z(175^{\circ}\text{C}) / \lambda_z(25^{\circ}\text{C})$ が 0.8 以上である

このような熱伝導性シートの硬化体を、半導体パッケージ等のデバイスにおいて熱伝導材として適用することにより、十分な放熱性を安定的に実現することが可能となる。

[0014] 以下、本実施形態に係る熱伝導性シート、および半導体装置について詳細

に説明する。

[0015] まず、本実施形態に係る熱伝導性シートについて説明する。

本実施形態において、熱伝導性シートは、とくにBステージ状態のものを指す。熱伝導性シートを半導体パッケージに適用し、これを硬化させた硬化体は、半導体パッケージ内において熱伝導材として機能することとなる。

[0016] 熱伝導性シートを硬化して得られる熱伝導材は、たとえば半導体チップ等の発熱体、または当該発熱体を搭載するリードフレーム等の基板と、ヒートシンク等の放熱部材を構成する金属板と、の間に設けられる。これにより、上記発熱体から生じる熱を、半導体パッケージの外部へ効果的に放散させることができる。

本実施形態に係る熱伝導性シートを適用した半導体パッケージの一例としては、熱伝導材と、上記熱伝導材の一方の面に接合した半導体チップと、上記熱伝導材の上記一方の面と反対側の面に接合した金属部材と、上記熱伝導材、上記半導体チップおよび上記金属部材を封止する封止材と、を備えるものが挙げられる。このとき、上記熱伝導材として、熱伝導性シートを硬化させて得られる硬化体が用いられることとなる。

[0017] 熱伝導性シートの平面形状は、とくに限定されず、放熱部材や発熱体等の形状に合わせて適宜選択することが可能であるが、たとえば矩形とすることができる。熱伝導性シートの膜厚は、たとえば $50\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下である。これにより、機械的強度や耐熱性の向上を図りつつ、発熱体からの熱をより効果的に放熱部材へ伝えることができる。

[0018] 熱伝導性シートは、その硬化体が以下の(a)を満たす。

(a) 上記硬化体の 175°C における厚み方向の熱伝導率を $\lambda_z(175^{\circ}\text{C})$ とし、上記硬化体の 25°C における厚み方向の熱伝導率を $\lambda_z(25^{\circ}\text{C})$ として、 $\lambda_z(175^{\circ}\text{C})/\lambda_z(25^{\circ}\text{C})$ が0.8以上である

ここで、熱伝導性シートの硬化体とは、熱伝導性シートを 180°C 、1時間の条件下において熱硬化させて得られる硬化物を指す。また、熱伝導性シートの硬化体の熱伝導率は、たとえばレーザーフラッシュ法により測定する

ことが可能である。

[0019] $\lambda_z(175^\circ\text{C}) / \lambda_z(25^\circ\text{C})$ を上記下限値以上とすることにより、熱伝導性シートを硬化して得られる熱伝導材について、温度サイクルに起因した疲労応力を緩和することができる。このため、温度サイクル環境下においても、安定的な熱伝導特性を発揮することができる。したがって、半導体パッケージ等のデバイスに適用した場合に十分な放熱性を安定的に発揮する熱伝導性シートを実現することができる。また、より安定的な熱伝導性を実現する観点からは、 $\lambda_z(175^\circ\text{C}) / \lambda_z(25^\circ\text{C})$ は0.80以上が好ましく、0.85以上であることがより好ましく、0.9以上であることがさらに好ましい。なお、 $\lambda_z(175^\circ\text{C}) / \lambda_z(25^\circ\text{C})$ の上限値は、とくに限定されないが、たとえば1とすることができる。

[0020] 熱伝導性シートは、たとえばその硬化体が(b)を満たす。

(b) $\lambda_z(175^\circ\text{C})$ が $6\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である

[0021] 熱伝導率 $\lambda_z(175^\circ\text{C})$ を上記下限値以上とすることにより、高温環境下においても十分な熱伝導性を有する、熱伝導性シートの硬化体を実現することができる。このため、半導体装置の高温環境下における使用時の安定性を向上させることが可能となる。また、高温の熱履歴がかかることによる熱伝導性シートの絶縁破壊を抑制することもできる。なお、熱伝導率 $\lambda_z(175^\circ\text{C})$ の上限値は、とくに限定されないが、たとえば $20\text{ W/m}\cdot\text{K}$ とすることができる。本実施形態においては、高温環境下における半導体装置の安定性をより効果的に向上させる観点から、熱伝導率 $\lambda_z(175^\circ\text{C})$ は、 $6.5\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上が好ましく、 $7\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上がより好ましく、 $8\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上がさらに好ましく、 $9\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上が一層好ましい。

[0022] また、熱伝導性シートの硬化体の熱伝導率 $\lambda_z(25^\circ\text{C})$ は、たとえば $7.5\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上が好ましく、 $8.0\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上がより好ましく、 $9.0\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上がさらに好ましく、 $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上が一層好ましい。これにより、室温等の低温環境下における熱伝導率を向上させ、半導体装置の安定性をより効果的に向上させることができる。また、熱伝導性シートの

硬化体の $\lambda_z(175^\circ\text{C})/\lambda_z(25^\circ\text{C})$ を上述の範囲とすることが容易となる。なお、熱伝導率 $\lambda_z(25^\circ\text{C})$ の上限値は、とくに限定されないが、たとえば $50\text{ W/m}\cdot\text{K}$ とすることができる。

[0023] 熱伝導性シートの硬化体の熱伝導率 $\lambda_z(175^\circ\text{C})$ 、熱伝導率 $\lambda_z(25^\circ\text{C})$ および $\lambda_z(175^\circ\text{C})/\lambda_z(25^\circ\text{C})$ は、熱伝導性シートを構成する各成分の種類や配合割合、および熱伝導性シートの作製方法を適切に調節することにより制御することが可能である。本実施形態においては、とくに熱硬化性樹脂(A)および充填材(B)の種類を適切に選択することや、熱硬化性樹脂(A)と充填材(B)の混練を特定の条件により行うこと、充填材(B)を添加した樹脂ワニスに対し加熱処理(エージング)を行うこと、当該エージングにおける加熱条件等が、熱伝導率 $\lambda_z(175^\circ\text{C})$ 、熱伝導率 $\lambda_z(25^\circ\text{C})$ 、および $\lambda_z(175^\circ\text{C})/\lambda_z(25^\circ\text{C})$ を制御するための因子として挙げられる。

[0024] 熱伝導性シートは、熱硬化性樹脂(A)と、熱硬化性樹脂(A)中に分散された充填材(B)と、を含む。

[0025] (熱硬化性樹脂(A))

熱硬化性樹脂(A)としては、たとえば、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ベンゾオキサジン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、シリコーン樹脂、ビスマレイミド樹脂、アクリル樹脂、シアネート樹脂等が挙げられる。熱硬化性樹脂(A)として、これらの中の1種類を単独で用いてもよいし、2種類以上を併用してもよい。

熱硬化性樹脂(A)としては、エポキシ樹脂(A1)が好ましい。エポキシ樹脂(A1)を使用することで、ガラス転移温度を高くするとともに、熱伝導性シートの熱伝導性を向上させることができる。また、シアネート樹脂を使用することにより、ガラス転移温度を高めることができるので、熱伝導性シートの耐熱性を向上させることができる。

[0026] エポキシ樹脂(A1)としては、たとえば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビスフェノールE型エポキシ樹脂

、ビスフェノールS型エポキシ樹脂、ビスフェノールM型エポキシ樹脂（4，4'－（1，3－フェニレンジイソプリジエン）ビスフェノール型エポキシ樹脂）、ビスフェノールP型エポキシ樹脂（4，4'－（1，4－フェニレンジイソプリジエン）ビスフェノール型エポキシ樹脂）、ビスフェノールZ型エポキシ樹脂（4，4'－シクロヘキシジエンビスフェノール型エポキシ樹脂）等のビスフェノール型エポキシ樹脂；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、トリスフェノール基メタン型ノボラック型エポキシ樹脂、テトラフェノール基エタン型ノボラック型エポキシ樹脂、縮合環芳香族炭化水素構造を有する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；ビフェニル型エポキシ樹脂；キシリレン型エポキシ樹脂、ビフェニルアラルキル型エポキシ樹脂等のアリーラルアルキレン型エポキシ樹脂；ナフチレンエーテル型エポキシ樹脂、ナフトール型エポキシ樹脂、ナフタレンジオール型エポキシ樹脂、2官能ないし4官能エポキシ型ナフタレン樹脂、ビナフチル型エポキシ樹脂、ナフタレンアラルキル型エポキシ樹脂等のナフタレン型エポキシ樹脂；アントラセン型エポキシ樹脂；フェノキシ型エポキシ樹脂；ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂；ノルボルネン型エポキシ樹脂；アダマンタン型エポキシ樹脂；フルオレン型エポキシ樹脂等が挙げられる。

[0027] エポキシ樹脂（A1）として、これらの中の1種類を単独で用いてもよいし、2種類以上を併用してもよい。

[0028] エポキシ樹脂（A1）の中でも、得られる熱伝導性シートの耐熱性および絶縁信頼性をより一層向上できる観点から、ビスフェノール型エポキシ樹脂、ノボラック型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、アリーラルアルキレン型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、アントラセン型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂からなる群から選択される一種または二種以上が好ましい。これらの中でも、熱伝導性シートの熱伝導性を向上させる観点からは、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、またはノボラック型エポキシ樹脂を含むことがとくに好ましい。

[0029] 本実施形態において、シアネート樹脂としては、特に限定されないが、例えば、分子内に—O C N基を有する化合物であり、加熱により—O C N基が反応することで3次元的網目構造を形成し、硬化する樹脂である。具体的に例示すると、1, 3-ジシアナトベンゼン、1, 4-ジシアナトベンゼン、1, 3, 5-トリシアナトベンゼン、1, 3-ジシアナトナフタレン、1, 4-ジシアナトナフタレン、1, 6-ジシアナトナフタレン、1, 8-ジシアナトナフタレン、2, 6-ジシアナトナフタレン、2, 7-ジシアナトナフタレン、1, 3, 6-トリシアナトナフタレン、4, 4'-ジシアナトビフェニル、ビス(4-シアナトフェニル)メタン、ビス(3, 5-ジメチル-4-シアナトフェニル)メタン、2, 2-ビス(4-シアナトフェニル)プロパン、2, 2-ビス(3, 5-ジブromo-4-シアナトフェニル)プロパン、ビス(4-シアナトフェニル)エーテル、ビス(4-シアナトフェニル)チオエーテル、ビス(4-シアナトフェニル)スルホン、トリス(4-シアナトフェニル)ホスファイト、トリス(4-シアナトフェニル)ホスフェート、及びノボラック樹脂とハロゲン化シアンとの反応により得られるシアネート類などが挙げられ、これらの多官能シアネート樹脂のシアネート基を三量化することによって形成されるトリアジン環を有するプレポリマーも使用できる。このプレポリマーは、上記の多官能シアネート樹脂モノマーを、例えば、鉍酸、ルイス酸などの酸、ナトリウムアルコラート、第三級アミン類などの塩基、炭酸ナトリウムなどの塩類を触媒として重合させることにより得られる。

本実施形態において、熱硬化性樹脂としてシアネート樹脂（特にノボラック型シアネート樹脂）を用いる場合、エポキシ樹脂を併用してもよい。

[0030] 熱伝導性シート中に含まれる熱硬化性樹脂（A）の含有量は、その目的に応じて適宜調整されればよく特に限定されないが、当該熱伝導性シート100質量%に対し、1質量%以上30質量%以下が好ましく、2質量%以上28質量%以下がより好ましく、5質量%以上20質量%以下がさらに好ましい。熱硬化性樹脂（A）の含有量が上記下限値以上であると、ハンドリング

性が向上し、熱伝導性シートを形成するのが容易となる。熱硬化性樹脂（A）の含有量が上記上限値以下であると、熱伝導性シートの線膨張率や弾性率がより一層向上したり、熱伝導性シートの熱伝導性がより一層向上したりする。

[0031] また、本実施形態において、シアネート樹脂とエポキシ樹脂とを併用する場合、シアネート樹脂の含有量は、熱硬化性樹脂全体に対して、特に限定されないが、例えば、20質量%以上60質量%以下が好ましく、30質量%以上50質量%以下がより好ましい。これにより、ガラス転移温度が高められ、熱伝導性と耐熱性に優れた熱伝導シートを得ることができる。

[0032] （充填材（B））

充填材（B）としては、たとえばシリカ、アルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、炭化ケイ素等が挙げられる。これらは1種を単独で用いても、2種以上を併用してもよい。

本実施形態においては、熱伝導性シートの硬化体の熱伝導率、とくに高温環境における熱伝導率を向上させる観点から、充填材（B）として、鱗片状窒化ホウ素を凝集させることにより形成される二次粒子を含むことがより好ましい。ここでは、鱗片状窒化ホウ素の一次粒子と、当該一次粒子を凝集させてなる二次粒子をともに含む態様がとくに好ましい。

[0033] 鱗片状窒化ホウ素を凝集させることにより形成される二次粒子としては、たとえば鱗片状窒化ホウ素の粉末を樹脂ワニス中に投入し、これを粉体処理装置により処理することにより得られるものを用いることができる。この場合、樹脂成分をバインダとして、鱗片状窒化ホウ素を凝集させることにより、上記二次粒子を形成している。このため、充填材（B）の、熱硬化性樹脂（A）中における分散性を向上させることができる。したがって、熱伝導性シートの硬化体の熱伝導率を向上させることが可能となる。

[0034] 一方で、鱗片状窒化ホウ素を凝集させることにより形成される二次粒子は、鱗片状窒化ホウ素をスプレードライ法等の公知の方法により凝集させたあと、これを焼成することにより形成することもできる。焼成温度は、たとえ

ば1500～2500℃である。

このように、鱗片状窒化ホウ素を焼結させて得られる二次粒子を用いる場合には、熱硬化性樹脂（A）中における充填材（B）の分散性を向上させる観点から、熱硬化性樹脂（A）としてジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、ノボラック型エポキシ樹脂またはビフェニル型エポキシ樹脂を用いることがとくに好ましい。これにより、熱伝導性シートの硬化体の熱伝導率を向上させることが可能となる。

[0035] 鱗片状窒化ホウ素を凝集させることにより形成される二次粒子の平均粒径は、たとえば5 μm 以上180 μm 以下であることが好ましい。これにより、熱伝導性と電気絶縁性のバランスに優れた熱伝導性シートを実現することができる。

[0036] 熱伝導性シート全体に対する充填材（B）の含有量は、たとえば65質量%以上90質量%以下であることが好ましく、70質量%以上85質量%以下であることがより好ましい。充填材（B）の含有量を上記下限値以上とすることにより、熱伝導性シートにおける熱伝導性や機械的強度の向上をより効果的に図ることができる。一方で、充填材（B）の含有量を上記上限値以下とすることにより、樹脂組成物の成膜性や作業性を向上させ、熱伝導性シートの膜厚における均一性を良好なものとすることができる。

[0037] （硬化剤（C））

熱伝導性シートは、熱硬化性樹脂（A）としてエポキシ樹脂（A1）を用いる場合、さらに硬化剤（C）を含むのが好ましい。硬化剤（C）としては、硬化触媒（C-1）およびフェノール系硬化剤（C-2）から選択される1種以上を用いることができる。

硬化触媒（C-1）としては、たとえばナフテン酸亜鉛、ナフテン酸コバルト、オクチル酸スズ、オクチル酸コバルト、ビスアセチルアセトナートコバルト（I I）、トリスアセチルアセトナートコバルト（I I I）等の有機金属塩；トリエチルアミン、トリブチルアミン、1，4-ジアザビスクロ[2.2.2]オクタン等の3級アミン類；2-フェニル-4-メチルイミダ

ゾール、2-エチル-4-メチルイミダゾール、2,4-ジエチルイミダゾール、2-フェニル-4-メチル-5-ヒドロキシイミダゾール、2-フェニル-4,5-ジヒドロキシメチルイミダゾール等のイミダゾール類；トリフェニルホスフィン、トリ-p-トリルホスフィン、テトラフェニルホスホニウム・テトラフェニルボレート、トリフェニルホスフィン・トリフェニルボラン、1,2-ビス-(ジフェニルホスフィノ)エタン等の有機リン化合物；フェノール、ビスフェノールA、ノニルフェノール等のフェノール化合物；酢酸、安息香酸、サリチル酸、p-トルエンスルホン酸等の有機酸；等、またはこの混合物が挙げられる。硬化触媒(C-1)として、これらの中の誘導体も含めて1種類を単独で用いることもできるし、これらの誘導体も含めて2種類以上を併用したりすることもできる。

熱伝導性シート中に含まれる硬化触媒(C-1)の含有量は、特に限定されないが、熱伝導性シート100質量%に対し、0.001質量%以上1質量%以下が好ましい。

[0038] また、フェノール系硬化剤(C-2)としては、フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、トリスフェノールメタン型ノボラック樹脂、ナフトールノボラック樹脂、アミノトリアジンノボラック樹脂等のノボラック型フェノール樹脂；テルペン変性フェノール樹脂、ジシクロペンタジエン変性フェノール樹脂等の変性フェノール樹脂；フェニレン骨格及び／又はビフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル樹脂、フェニレン骨格及び／又はビフェニレン骨格を有するナフトールアラルキル樹脂等のアラルキル型樹脂；ビスフェノールA、ビスフェノールF等のビスフェノール化合物；レゾール型フェノール樹脂等が挙げられ、これらは1種類を単独で用いても2種類以上を併用してもよい。

これらの中でも、ガラス転移温度の向上及び線膨張係数の低減の観点から、フェノール系硬化剤(C-2)がノボラック型フェノール樹脂またはレゾール型フェノール樹脂であることが好ましい。

フェノール系硬化剤(C-2)の含有量は、特に限定されないが、熱伝導

性シート 100 質量%に対し、1 質量%以上 30 質量%以下が好ましく、3 質量%以上 20 質量%以下がより好ましく、5 質量%以上 15 質量%以下がさらに好ましい。

[0039] (カップリング剤 (D))

さらに、熱伝導性シートは、カップリング剤 (D) を含んでもよい。カップリング剤 (D) は、熱硬化性樹脂 (A) と充填材 (B) との界面の濡れ性を向上させることができる。

[0040] カップリング剤 (D) としては、通常用いられるものなら何でも使用できるが、具体的にはエポキシシランカップリング剤、カチオニックシランカップリング剤、アミノシランカップリング剤、チタネート系カップリング剤およびシリコンオイル型カップリング剤の中から選ばれる 1 種以上のカップリング剤を使用することが好ましい。

カップリング剤 (D) の添加量は充填材 (B) の比表面積に依存するので、特に限定されないが、充填材 (B) 100 質量%に対して 0.05 質量%以上 3 質量%以下が好ましく、特に 0.1 質量%以上 2 質量%以下が好ましい。

[0041] (フェノキシ樹脂 (E))

熱伝導性シートは、フェノキシ樹脂 (E) を含んでもよい。フェノキシ樹脂 (E) を含むことにより熱伝導性シートの耐屈曲性をより一層向上できる。また、フェノキシ樹脂 (E) を含むことにより、熱伝導性シートの弾性率を低下させることが可能となり、熱伝導性シートの応力緩和力を向上させることができる。また、フェノキシ樹脂 (E) を含むと、粘度上昇による流動性の低減に起因してボイド等が発生してしまうことを抑制できる。また、熱伝導性シートと放熱部材との密着性を向上できる。これらの相乗効果により、半導体装置の絶縁信頼性をより一層高めることができる。

[0042] フェノキシ樹脂 (E) としては、たとえば、ビスフェノール骨格を有するフェノキシ樹脂、ナフタレン骨格を有するフェノキシ樹脂、アントラセン骨格を有するフェノキシ樹脂、ビフェニル骨格を有するフェノキシ樹脂等が挙

げられる。また、これらの骨格を複数種有した構造のフェノキシ樹脂を用いることもできる。

[0043] フェノキシ樹脂（E）の含有量は、たとえば、熱伝導性シート100質量％に対し、3質量％以上10質量％以下である。

[0044] （その他の成分）

熱伝導性シートは、本発明の効果を損なわない範囲で、酸化防止剤、レベリング剤等を含むことができる。

[0045] 本実施形態に係る熱伝導性シートは、たとえば次のようにして作製することができる。

まず、上述の各成分を溶媒へ添加して、ワニス状の熱伝導性シート用樹脂組成物を得る。本実施形態においては、たとえば溶媒中に熱硬化性樹脂（A）等を添加して樹脂ワニスを作製したのち、当該樹脂ワニスへ充填材（B）を入れて混練することにより樹脂組成物を得ることができる。これにより、充填材（B）をより均一に、熱硬化性樹脂（A）中へ分散させることができる。熱硬化性樹脂（A）と充填材（B）の混練は、たとえば自転公転真空攪拌機を用いてせん断することなく行うことができる。これにより、脱泡しつつ、熱伝導性シート用樹脂組成物の生成が可能となる。このため、熱伝導性シートの硬化体の熱伝導率の向上に寄与することができる。とくに、充填材（B）として鱗片状窒化ホウ素を凝集させることにより形成される二次粒子を含む場合には、この凝集窒化ホウ素の形状を崩さずに混練を行うことができる。これにより、熱伝導性シートの硬化体の熱伝導率、とくに高温環境における熱伝導率を向上させることが可能となる。

[0046] 溶媒としては、とくに限定されないが、たとえばメタノール、エタノール、イソプロパノール、1-ブタノール、または2-ブタノール等のアルコール系溶媒、および／またはメチルエチルケトン、シクロヘキサノン、またはメチルイソブチルケトン等のケトン系溶媒を使用することができる。この中から1種または2種以上を使用してもよい。これにより、熱伝導性シートの硬化物の熱伝導率を向上させることができる。これは、樹脂組成物を構成す

る溶媒の種類と、当該樹脂組成物を用いて形成される熱導電性シート中における充填材（Ｂ）の配向性と、が相関しているためであると推定される。すなわち、熱伝導性シート内において充填材（Ｂ）が面内方向へ配向することを抑制し、より等方的に存在させることができるためであると考えられる。

[0047] 得られた熱伝導性シート用樹脂組成物に対して、加熱処理（エージング）を行ってもよい。これにより、得られる熱伝導性シートの硬化物について、とくに高温環境下における熱伝導率を向上させることができる。これは、エージングによって充填材（Ｂ）の熱硬化性樹脂（Ａ）に対する親和性が上昇すること等が要因として推定される。加熱処理は、たとえば３０～８０℃、５分～９６時間の条件により行うことができる。

[0048] 次いで、熱伝導性シート用樹脂組成物をシート状に成形して、熱伝導性シートを形成する。本実施形態においては、たとえば基材上にワニス状の上記熱伝導性シート用樹脂組成物を塗布した後、これを熱処理して乾燥することにより熱伝導性シートを得ることができる。基材としては、たとえば放熱部材やリードフレーム、剥離可能なキャリア材等を構成する金属箔が挙げられる。また、熱伝導性シート用樹脂組成物を乾燥するための熱処理は、たとえば８０～１５０℃、１分～１時間の条件において行われる。熱伝導性シートの膜厚は、たとえば５０μm以上５００μm以下である。

[0049] 本実施形態において、熱伝導性シート用樹脂組成物を、例えば、１８０℃で１時間熱処理して得られる硬化物のガラス転移温度が、特に限定されないが、例えば、１８０℃以上が好ましく、１９０℃以上がより好ましく、２００℃以上がさらに好ましい。上記ガラス転移温度の上限値は、特に限定されないが、例えば、２５０℃以下とすることができる。かかる熱伝導性シートの硬化体のガラス転移温度（ T_g ）の測定方法としては、例えば、まず、得られた熱伝導性シートを１８０℃、１時間の条件により硬化することにより、熱伝導性シートの硬化体を得る。次いで、得られた硬化体のガラス転移温度（ T_g ）を、DMA（動的粘弾性測定）により測定する。

[0050] 次に、本実施形態に係る半導体装置について説明する。

図１は、本実施形態に係る半導体装置１００の模式的な断面図である。なお、以下においては、説明を簡単にするため、半導体装置１００の各構成要素の位置関係（上下関係等）が各図に示す関係であるものとして説明を行う場合がある。ただし、この説明における位置関係は、半導体装置１００の使用時や製造時の位置関係とは無関係である。

[0051] 本実施形態に係る半導体装置１００は、ヒートシンク１３０と、ヒートシンク１３０の第１面１３１側に設けられた半導体チップ１１０と、ヒートシンク１３０の第１面１３１とは反対側の第２面１３２に貼り付けられた絶縁性の熱伝導性シート１４０と、半導体チップ１１０およびヒートシンク１３０を封止している封止樹脂１８０と、を備えている。熱伝導性シート１４０としては、上述した本実施形態に係る熱伝導性シートを用いることができる。

[0052] 半導体装置１００は、例えば、上記の構成の他に、導電層１２０、金属層１５０、リード１６０およびワイヤ（金属配線）１７０を有する。

[0053] 半導体チップ１１０の上面１１１には図示しない電極パターンが形成され、半導体チップ１１０の下面１１２には図示しない導電パターンが形成されている。半導体チップ１１０の下面１１２は、銀ペースト等の導電層１２０を介してヒートシンク１３０の第１面１３１に固着されている。半導体チップ１１０の上面１１１の電極パターンは、ワイヤ１７０を介してリード１６０の電極１６１に対して電氣的に接続されている。

[0054] ヒートシンク１３０は、金属により構成されている。

[0055] 封止樹脂１８０は、半導体チップ１１０およびヒートシンク１３０の他に、ワイヤ１７０と、導電層１２０と、リード１６０の一部分ずつと、を内部に封止している。各リード１６０の他の一部分ずつは、封止樹脂１８０の側面より、該封止樹脂１８０の外部に突出している。本実施形態の場合、例えば、封止樹脂１８０の下面１８２とヒートシンク１３０の第２面１３２とが互いに同一平面上に位置している。

[0056] 熱伝導性シート１４０の上面１４１は、ヒートシンク１３０の第２面１３

2と、封止樹脂180の下面182と、に対して貼り付けられている。つまり、封止樹脂180は、ヒートシンク130の周囲において熱伝導性シート140のヒートシンク130側の面（上面141）に接している。

[0057] 熱伝導性シート140の下面142には、金属層150の上面151が固着されている。すなわち、金属層150の一方の面（上面151）は、熱伝導性シート140におけるヒートシンク130側とは反対側の面（下面142）に対して固着されている。

[0058] 平面視において、金属層150の上面151の外形線と、熱伝導性シート140におけるヒートシンク130側とは反対側の面（下面142）の外形線と、が重なっていることが好ましい。

[0059] また、金属層150は、その一方の面（上面151）に対する反対側の面（下面152）の全面が封止樹脂180から露出している。なお、本実施形態の場合、上記のように、熱伝導性シート140は、その上面141が、ヒートシンク130の第2面132および封止樹脂180の下面182に貼り付けられているため、熱伝導性シート140は、その上面141を除き、封止樹脂180の外部に露出している。そして、金属層150は、その全体が封止樹脂180の外部に露出している。

[0060] なお、ヒートシンク130の第2面132および第1面131は、例えば、それぞれ平坦に形成されている。

[0061] 半導体装置100の実装床面積は、特に限定されないが、一例として、10mm×10mm以上100mm×100mm以下とすることができる。ここで、半導体装置100の実装床面積とは、金属層150の下面152の面積である。

[0062] また、一のヒートシンク130に搭載された半導体チップ110の数は、特に限定されない。1つであっても良いし、複数であっても良い。例えば、3つ以上（6個等）とすることもできる。すなわち、一例として、一のヒートシンク130の第1面131側に3つ以上の半導体チップ110が設けられ、封止樹脂180はこれら3つ以上の半導体チップ110を一括して封止

している。

[0063] 半導体装置 100 は、例えば、パワー半導体装置である。この半導体装置 100 は、例えば、封止樹脂 180 内に 2 つの半導体チップ 110 が封止された 2 in 1、封止樹脂 180 内に 6 つの半導体チップ 110 が封止された 6 in 1 または封止樹脂 180 内に 7 つの半導体チップ 110 が封止された 7 in 1 の構成とすることができる。

[0064] 次に、本実施形態に係る半導体装置 100 を製造する方法の一例を説明する。

まず、ヒートシンク 130 および半導体チップ 110 を準備し、銀ペースト等の導電層 120 を介して、半導体チップ 110 の下面 112 をヒートシンク 130 の第 1 面 131 に固着する。次に、リード 160 を含むリードフレーム（全体図示略）を準備し、半導体チップ 110 の上面の電極パターンとリード 160 の電極 161 とをワイヤ 170 を介して相互に電氣的に接続する。次に、半導体チップ 110 と、導電層 120 と、ヒートシンク 130 と、ワイヤ 170 と、リード 160 の一部分ずつと、を封止樹脂 180 により一括して封止する。

[0065] 次に、熱伝導性シート 140 を準備し、この熱伝導性シート 140 の上面 141 を、ヒートシンク 130 の第 2 面 132 と、封止樹脂 180 の下面 182 と、に対して貼り付ける。更に、金属層 150 の一方の面（上面 151）を、熱伝導性シート 140 におけるヒートシンク 130 側とは反対側の面（下面 142）に対して固着する。なお、熱伝導性シート 140 をヒートシンク 130 および封止樹脂 180 に対して貼り付ける前に、予め熱伝導性シート 140 の下面 142 に金属層 150 を固着しておいても良い。次に、各リード 160 をリードフレームの枠体（図示略）から切断する。こうして、図 1 に示すような構造の半導体装置 100 が得られる。

[0066] 図 2 は、本実施形態に係る半導体装置 100 の変形例を示す模式的な断面図である。本変形例に係る半導体装置 100 は、以下に説明する点で、図 1 に示す半導体装置 100 と相違し、その他の点では図 1 に示す半導体装置 1

00と同様に構成されている。

[0067] 本変形例の場合、熱伝導性シート140は、封止樹脂180内に封止されている。また、金属層150も、その下面152を除き、封止樹脂180内に封止されている。そして、金属層150の下面152と、封止樹脂180の下面182とが互いに同一平面上に位置している。

[0068] 図2には、ヒートシンク130の第1面131に少なくとも2つ以上の半導体チップ110が搭載されている例が示されている。これら半導体チップ110の上面111の電極パターンどうしが、ワイヤを介して相互に電氣的に接続されている。第1面131には、例えば、合計6つの半導体チップ110が搭載されている。すなわち、例えば、2つずつの半導体チップ110が、図2の奥行き方向において3列に配置されている。

なお、本実施形態において、ヒートシンク130は、ディプレスされたりード、または放熱板であってもよい。

実施例

[0069] 次に、本発明の実施例について説明する。

[0070] (凝集窒化ホウ素の作製)

ホウ酸メラミンと鱗片状窒化ホウ素粉末を混合して得られた混合物を、ポリアクリル酸アンモニウム水溶液へ添加し、2時間混合して噴霧用スラリーを調製した。次いで、このスラリーを噴霧造粒機に供給し、アトマイザーの回転数15000rpm、温度200℃、スラリー供給量5ml/minの条件で噴霧することにより、複合粒子を作製した。次いで、得られた複合粒子を、窒素雰囲気下、2000℃の条件で焼成することにより、凝集窒化ホウ素を得た。

[0071] (熱伝導性シートの作製)

実施例1～5について、以下のように熱伝導性シートを作製した。

まず、表1に示す配合に従い、熱硬化性樹脂と、硬化剤と、を溶媒であるメチルエチルケトンに添加し、これを攪拌して熱硬化性樹脂組成物の溶液を得た。次いで、この溶液に充填材を入れて予備混合した後、自転公転真空攪

拌機を用いてせん断することなく混練して、凝集窒化ホウ素の形状を崩さずに、脱泡かつ充填材を均一に分散させた熱伝導性シート用樹脂組成物を得た。次いで、熱伝導性シート用樹脂組成物を、膜厚500 μ mの銅箔上にドクターブレード法を用いて塗布した後、これを120℃、30分間の熱処理により乾燥して、膜厚が300 μ mであるBステージ状の熱伝導性シートを作製した。

[0072] 比較例1については、高速攪拌機（アズワン製）を用いて熱硬化性樹脂組成物と充填材の混練を行った点を除き、実施例1と同様にして熱伝導性シートを作製した。

[0073] 比較例2については、自転公転真空攪拌機に代えて、小型ニーダ（東洋精機製作所製）を用いて熱硬化性樹脂組成物と充填材の混練を行った点を除き、実施例1と同様にして熱伝導性シートを作製した。

なお、表1中における各成分の詳細は下記のとおりである。

[0074] （エポキシ樹脂）

エポキシ樹脂1：ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂（HP-7200、DIC（株）製）

エポキシ樹脂2：ビフェニル型エポキシ樹脂（YL6121、三菱化学（株）製）

エポキシ樹脂3：ナフタレンアラルキル骨格を有するエポキシ樹脂（NC-7000、日本化薬（株）製）

エポキシ樹脂4：ビフェニル骨格を有するエポキシ樹脂（YX-4000、三菱化学（株）製）

エポキシ樹脂5：ビスフェノールA型エポキシ樹脂（JER828、三菱化学（株）製）

（シアネート樹脂）

シアネート樹脂1：フェノールノボラック型シアネート樹脂（PT-30、ロンザジャパン（株）製）

[0075] （硬化剤）

(硬化触媒C-1)

硬化触媒1: 2-フェニル-4, 5-ジヒドロキシメチルイミダゾール (2PHZ-PW、四国化成工業(株)製)

硬化触媒2: トリフェニルホスフィン (北興化学工業(株)製)

(フェノール系硬化剤C-2)

硬化剤1: トリスフェノールメタン型ノボラック樹脂 (MEH-7500、明和化成(株)製)

[0076] (充填材)

充填材1: 上記作製例により作製された凝集窒化ホウ素

充填材2: アルミナ (DAM-45、電気化学工業(株)製)

充填材3: アルミナ (CB-P10、昭和電工(株)製)

充填材4: アルミナ (AA-04、住友化学(株)製)

[0077] (T_g (ガラス転移温度) の測定)

実施例1~5および比較例1、2のそれぞれについて、熱伝導性シートの硬化体のガラス転移温度を次のように測定した。まず、得られた熱伝導性シートを180℃、1時間の条件により硬化することにより、熱伝導性シートの硬化体を得た。次いで、得られた硬化体のガラス転移温度(T_g)を、DMA (動的粘弾性測定) により測定した。表1中におけるガラス転移温度の単位は、℃である。

[0078] (熱伝導率 λ_z (175℃) および熱伝導率 λ_z (25℃) の測定)

実施例1~5および比較例1、2のそれぞれについて、熱伝導性シートの硬化体のガラス転移温度を次のように測定した。まず、得られた熱伝導性シートを180℃、1時間の条件により硬化することにより、熱伝導性シートの硬化体を得た。次いで、得られた硬化体の、175℃における厚み方向の熱伝導率 λ_z (175℃) と、25℃における厚み方向の熱伝導率 λ_z (25℃) と、をレーザーフラッシュ法により測定した。表1中における λ_z (175℃) と λ_z (25℃) の単位は、W/m・Kである。

[0079] (温度サイクル試験)

実施例 1 ～ 5 および比較例 1、2 のそれぞれについて、銅箔上に設けられた熱伝導性シートを二つ用意し、これらをそれぞれの熱伝導性シートが二つの銅箔の内側に位置するように重ね合わせ、積層体を形成した。次いで、得られた積層体を 180℃、1 時間の条件により加熱して、熱伝導性シートを硬化させた。

次いで、積層体に対して、−40℃から 175℃の温度サイクル試験を 1000 サイクル行い、25℃における厚み方向の熱伝導率 λ_z (25℃) の維持率を確認した。ここでは、温度サイクル試験前後の厚み方向の熱伝導率 λ_z (25℃) を比較し、(温度サイクル後の熱伝導率 λ_z (25℃) / 温度サイクル前の熱伝導率 λ_z (25℃)) が 0.7 以上となるものを○、0.7 未満となるものを×とした。結果を表 1 に示す。

[0080]

[表1]

		単位	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
熱硬化性樹脂組成物	エポキシ樹脂1	g	19.0				12.9		19.0
	エポキシ樹脂2	g		17.2				5.8	
	エポキシ樹脂3	g			18.4				
	エポキシ樹脂4	g				9.0			
	エポキシ樹脂5	g						19.0	
	シアネート樹脂1	g					12.9		
	硬化剤1	g	7.1	8.9	7.8	17.2		3.0	7.1
	硬化触媒1	g	0.1	0.1	0.1	0.1		0.03	0.1
	硬化触媒2	g					0.4		
	充填材1	g	73.8	73.8	73.8	73.8	73.8		73.8
熱伝導率	充填材2	g						69.2	
	充填材3	g						13.7	
	充填材4	g						8.2	
	ガラス転移温度(T _g)	°C	215	210	190	185	245	206	213
熱伝導率 λ _z (175°C)		W/m・K	12.1	14.5	11.0	10.9	13.0	5.2	7.6
熱伝導率 λ _z (25°C)		W/m・K	13.4	15.8	12.6	12.8	14.4	8.0	9.8
λ _z (175°C)/λ _z (25°C)		-	0.90	0.92	0.87	0.85	0.90	0.65	0.78
冷熱サイクル		-	○	○	○	○	○	×	×

[0081] また、実施例1～5では、温度サイクル試験において、銅箔と熱伝導シートの硬化体との間に剥離は生じなかった。

[0082] この出願は、2014年7月3日に出願された日本出願特願2014-138075号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

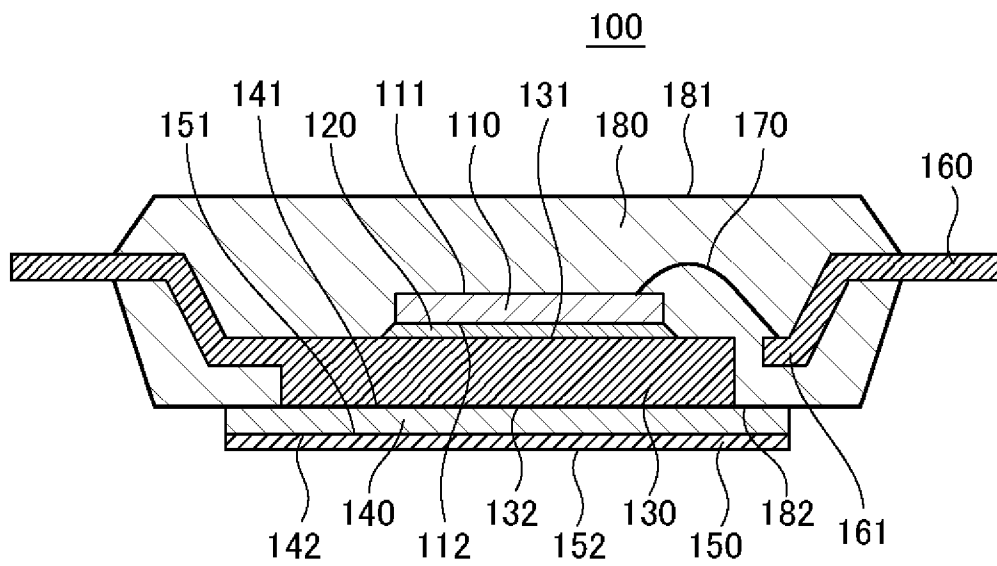
- [請求項1] 熱硬化性樹脂と、前記熱硬化性樹脂中に分散された充填材と、を含む熱伝導性シートであって、前記熱伝導性シートの硬化体が、以下の（a）を満たす熱伝導性シート。
- （a）前記硬化体の 175°C における厚み方向の熱伝導率を $\lambda_z(175^{\circ}\text{C})$ とし、前記硬化体の 25°C における厚み方向の熱伝導率を $\lambda_z(25^{\circ}\text{C})$ として、 $\lambda_z(175^{\circ}\text{C}) / \lambda_z(25^{\circ}\text{C})$ が 0.8 以上である
- [請求項2] 請求項1に記載の熱伝導性シートにおいて、前記硬化体が、以下の（b）を満たす熱伝導性シート。
- （b） $\lambda_z(175^{\circ}\text{C})$ が $6\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である
- [請求項3] 請求項1または2に記載の熱伝導性シートにおいて、前記充填材は、鱗片状窒化ホウ素を凝集させることにより形成される二次粒子を含む熱伝導性シート。
- [請求項4] 請求項1～3いずれか一項に記載の熱伝導性シートにおいて、 $\lambda_z(175^{\circ}\text{C}) / \lambda_z(25^{\circ}\text{C})$ が 0.9 以上である熱伝導性シート。
- [請求項5] 請求項1～4いずれか一項に記載の熱伝導性シートにおいて、前記硬化体が、以下の（c）を満たす熱伝導性シート。
- （c） $\lambda_z(25^{\circ}\text{C})$ が $7.5\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である
- [請求項6] 請求項1～5いずれか一項に記載の熱伝導性シートにおいて、前記熱伝導性シート全体に対する前記充填材の含有量が、 65 質量%以上 90 質量%以下である熱伝導性シート。
- [請求項7] 請求項1～6いずれか一項に記載の熱伝導性シートにおいて、前記熱伝導性シートの膜厚が、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下である熱伝導性シート。
- [請求項8] 請求項1～7いずれか一項に記載の熱伝導性シートにおいて、前記熱硬化性樹脂がエポキシ樹脂および／またはシアネート樹脂を

含む熱伝導性シート。

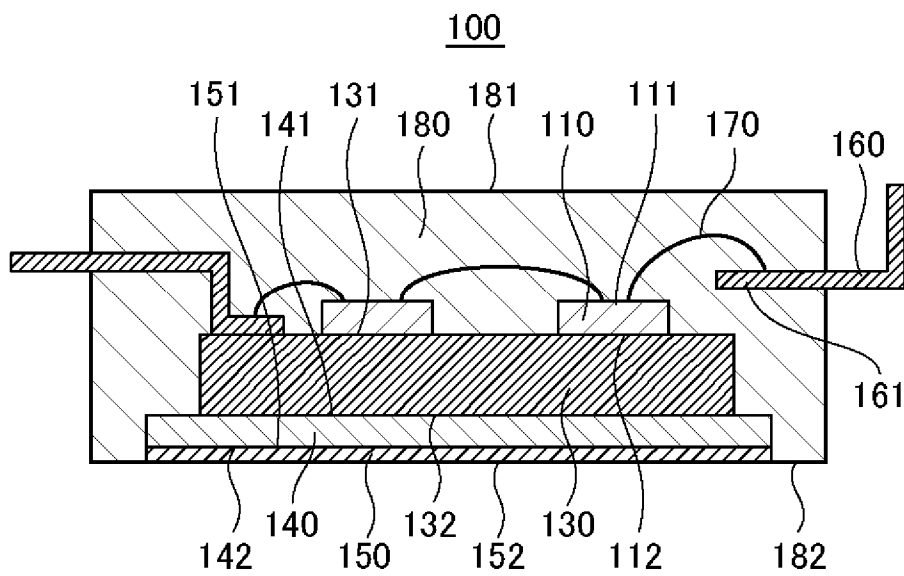
[請求項9] 請求項1～8いずれか一項に記載の熱伝導性シートにおいて、
前記熱伝導性シートに対して、180℃で1時間熱処理して得られる硬化体のガラス転移温度が180℃以上250℃以下である熱伝導性シート。

[請求項10] 熱伝導材と、
前記熱伝導材の一方の面に接合した半導体チップと、
前記熱伝導材の前記一方の面と反対側の面に接合した金属部材と、
前記熱伝導材、前記半導体チップおよび前記金属部材を封止する封止材と、
を備え、
前記熱伝導材が、請求項1～9いずれか一項に記載の熱伝導性シートにより形成された半導体装置。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/069160

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L23/373(2006.01)i, C08K3/38(2006.01)i, C08L101/00(2006.01)i, H05K7/20(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)

H01L23/373, C08K3/38, C08L101/00, H05K7/20

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X	JP 2013-131525 A (Mitsubishi Electric Corp.), 04 July 2013 (04.07.2013), paragraphs [0013], [0035], [0042] to [0048]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-10
X	JP 2010-157563 A (Mitsubishi Electric Corp.), 15 July 2010 (15.07.2010), paragraphs [0014], [0025], [0028] to [0035]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-10
A	JP 2009-167358 A (Techno Polymer Co., Ltd.), 30 July 2009 (30.07.2009), paragraphs [0010] to [0016], [0055] to [0069] (Family: none)	1-10

☒ 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
08 September 2015 (08.09.15)

Date of mailing of the international search report
15 September 2015 (15.09.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/069160

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-297429 A (KYOCERA Chemical Corp.), 11 December 2008 (11.12.2008), claim 1; paragraphs [0016], [0021] to [0035] (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L23/373(2006.01)i, C08K3/38(2006.01)i, C08L101/00(2006.01)i, H05K7/20(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. H01L23/373, C08K3/38, C08L101/00, H05K7/20

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
X	JP 2013-131525 A（三菱電機株式会社）2013.07.04, 段落 [0013], [0035], [0042]-[0048], 図 1-2（ファミリーなし）	1-10
X	JP 2010-157563 A（三菱電機株式会社）2010.07.15, 段落 [0014], [0025], [0028]-[0035], 図 1-2（ファミリーなし）	1-10
A	JP 2009-167358 A（テクノポリマー株式会社）2009.07.30, 段落 [0010]-[0016], [0055]-[0069]（ファミリーなし）	1-10

☒ 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

0 8 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 9 . 2 0 1 5

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）

多賀 和宏

5 D

4 4 5 1

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

C (続き) . 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 2008-297429 A (京セラケミカル株式会社) 2008.12.11, 請求項1, 段落[0016], [0021]-[0035] (ファミリーなし)	1-10