

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B1)

(11) 特許番号
特許第5114597号
(P5114597)

(45) 発行日 平成25年1月9日 (2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日 (2012.10.19)

(51) Int.Cl.	F I
B 3 2 B 7/02 (2006.01)	B 3 2 B 7/02 1 0 5
B 3 2 B 7/06 (2006.01)	B 3 2 B 7/06
H O 1 L 23/373 (2006.01)	H O 1 L 23/36 M
H O 1 L 23/36 (2006.01)	H O 1 L 23/36 Z

請求項の数 12 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2012-70545 (P2012-70545)	(73) 特許権者	000002174
(22) 出願日	平成24年3月27日 (2012.3.27)		積水化学工業株式会社
(62) 分割の表示	特願2012-69472 (P2012-69472) の分割	(74) 代理人	大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号 110001232
原出願日	平成24年3月26日 (2012.3.26)		特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所
審査請求日	平成24年3月27日 (2012.3.27)	(72) 発明者	前中 寛
早期審査対象出願			大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学 工業株式会社内
		(72) 発明者	近藤 峻右
			大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学 工業株式会社内
		(72) 発明者	▲高▼橋 駿夫
			大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学 工業株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層体及び切断積層体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱伝導率が $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である熱伝導体と、
前記熱伝導体の表面に積層されている絶縁層と、
前記絶縁層の前記熱伝導体側と反対の表面に積層されている保護フィルム層とを備え、
前記保護フィルム層が、基材と前記基材の表面に積層された粘着部とを有し、前記保護
フィルム層が、前記粘着部側から前記絶縁層の表面に積層されており、
前記保護フィルム層が、前記粘着部の前記絶縁層側の表面に凹凸形状を有する、積層体
。

【請求項 2】

前記粘着部の前記絶縁層側の表面がエンボス加工されている、請求項 1 に記載の積層体
。

【請求項 3】

前記保護フィルム層が、前記基材の前記粘着部側とは反対の表面に凹凸形状を有さない
、請求項 1 又は 2 に記載の積層体。

【請求項 4】

前記保護フィルム層の厚みの前記絶縁層の厚みに対する比が 0.2 以上、 1 以下である
、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の積層体。

【請求項 5】

前記粘着部の前記絶縁層側の表面の十点平均粗さ R_z が $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下であ

る、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の積層体。

【請求項 6】

前記保護フィルム層が着色している、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の積層体。

【請求項 7】

前記絶縁層が、熱伝導率が $10 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上である無機フィラーを含む、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の積層体。

【請求項 8】

前記絶縁層が、硬化率が異なる複数の層を有し、多層である、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の積層体。

【請求項 9】

前記絶縁層の前記保護フィルム層側の表面の硬化率が 20 % 以上、80 % 以下である、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の積層体。

【請求項 10】

前記基材の材料が、ポリエステル樹脂である、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の積層体。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の積層体を、前記熱伝導体と前記絶縁層と前記保護フィルム層とが積層された状態で、切断することにより得られる、切断積層体。

【請求項 12】

前記積層体を、プレス打ち抜きで切断することにより得られる、請求項 11 に記載の切断積層体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱伝導率が $10 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上である熱伝導体と絶縁層とを備える積層体に関する。また、本発明は、該積層体を用いた切断積層体に関する。また、本発明は、該積層体を用いたパワー半導体モジュール用部品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電気機器の小型化及び高性能化が進行している。これに伴って、電子部品の実装密度が高くなってきており、電子部品から発生する熱を放散させる必要が高まっている。熱を放散させる方法として、高い放熱性を有しかつ熱伝導率が $10 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上である熱伝導体を、発熱源に接着する方法が広く採用されている。また、この熱伝導体を発熱源に接着するために、絶縁性を有する絶縁接着材料が用いられている。

【0003】

上記絶縁接着材料を用いた電気機器の一例が、下記の特許文献 1 に開示されている。特許文献 1 には、板状金属のヒートシンクの一方の主面に、熱伝導率が $1.0 \sim 7.5 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ であり、厚さが $50 \sim 150 \mu\text{m}$ である絶縁樹脂層を備えて構成した金属絶縁板と、該金属絶縁板の上記絶縁樹脂層上に設けられたリードフレームとを有する半導体パワーモジュール用回路基板が開示されている。上記リードフレームは、段差状の屈曲部を有する。上記屈曲部は、上記ヒートシンクの主面の端部から 2 mm 以上内側に位置し、かつ、上記ヒートシンク端部での上記リードフレームの浮き上がり寸法が 1 mm 以上となるように屈曲している。上記金属絶縁板と上記リードフレームとが、厚さ $10 \sim 50 \mu\text{m}$ である接着樹脂層を介してプレス接着されている。

【0004】

下記の特許文献 1 には、上記金属絶縁板の作製方法として、酸化珪素フィラーを分散させたエポキシ樹脂をシート成形した後に、ヒートシンクとなる厚さ 2 mm のアルミニウム板の上にプレス積層し、次に打抜き加工して上記金属絶縁板を作製する方法が記載されている。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第3846699号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1では、上記金属絶縁板を作製する際に、周囲のゴミや、加工時に発生する金属摩耗粉が、絶縁層に付着することがある。

【0007】

本発明の目的は、保護フィルム層を備えるために絶縁層に対する異物の付着を抑えることができ、更に保護フィルム層を絶縁層から容易に剥離することができる積層体、並びに該積層体を用いた切断積層体を提供することである。

【0008】

また、本発明の目的は、保護フィルム層を備えるために絶縁層に対する異物の付着を抑えることができ、更に保護フィルム層を絶縁層から良好に剥離することができるパワー半導体モジュール用部品の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の広い局面によれば、熱伝導率が $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である熱伝導体と、前記熱伝導体の表面に積層されている絶縁層と、前記絶縁層の前記熱伝導体側と反対の表面に積層されている保護フィルム層とを備え、前記保護フィルム層が、基材と前記基材の表面に積層された粘着部とを有し、前記保護フィルム層が、前記粘着部側から前記絶縁層の表面に積層されており、前記保護フィルム層が、前記粘着部の前記絶縁層側の表面に凹凸形状を有する、積層体が提供される。

【0010】

また、本発明の広い局面によれば、上述した積層体を用いたパワー半導体モジュール用部品の製造方法が提供される。

【0011】

すなわち、本発明の広い局面によれば、熱伝導率が $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である熱伝導体と、前記熱伝導体の表面に積層されている絶縁層と、前記絶縁層の前記熱伝導体側と反対の表面に積層されている保護フィルム層とを備える積層体であって、前記保護フィルム層が、基材と前記基材の表面に積層された粘着部とを有し、前記保護フィルム層が、前記粘着部側から前記絶縁層の表面に積層されており、前記保護フィルム層が、前記粘着部の前記絶縁層側の表面に凹凸形状を有する積層体を用いて、前記絶縁層の表面から前記保護フィルム層を剥離して、露出した前記絶縁層の表面に導電層を積層する工程と、前記絶縁層を硬化させる工程と、前記熱伝導体と前記絶縁層と前記導電層とをモールド樹脂内に埋め込む工程とを備える、パワー半導体モジュール用部品の製造方法が提供される。

【0012】

本明細書では、上述した積層体に関する発明と、上述したパワー半導体装置用モジュール用部品の製造方法に関する発明との双方が開示される。

【0013】

前記粘着部の前記絶縁層側の表面がエンボス加工されていることが好ましい。前記保護フィルム層が、前記基材の前記粘着部側とは反対の表面に凹凸形状を有さないことが好ましい。前記保護フィルム層の厚みの前記絶縁層の厚みに対する比が 0.2 以上、 1 以下であることが好ましい。前記粘着部の前記絶縁層側の表面の十点平均粗さ R_z が $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。前記保護フィルム層が着色していることが好ましい。

【0014】

前記絶縁層が、熱伝導率が $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である無機フィラーを含むことが好ましい。前記絶縁層が、硬化率が異なる複数の層を有し、多層であることが好ましい。前記絶

10

20

30

40

50

縁層の前記保護フィルム層側の表面の硬化率が20%以上、80%以下であることが好ましい。

【0015】

前記基材の材料が、ポリエステル樹脂であることが好ましい。

【0016】

本発明の広い局面によれば、上述した積層体を、前記熱伝導体と前記絶縁層と前記保護フィルム層とが積層された状態で、切断することにより得られる、切断積層体が提供される。

【0017】

本発明に係る切断積層体は、上述した積層体を、プレス打ち抜きで切断することにより得られることが好ましい。

10

【0018】

本発明に係るパワー半導体モジュール用部品の製造方法のある特定の局面では、前記積層体を、前記熱伝導体と前記絶縁層と前記保護フィルム層とが積層された状態で、切断することにより得られる切断積層体を用いて、前記絶縁層の表面から前記保護フィルム層を剥離して、露出した前記絶縁層の表面に導電層を積層する。この場合に、前記積層体を、プレス打ち抜きで切断することが好ましい。

【発明の効果】

【0019】

本発明に係る積層体は、熱伝導率が $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である熱伝導体と、該熱伝導体の表面に積層されている絶縁層と、該絶縁層の上記熱伝導体側と反対の表面に積層されている保護フィルム層とを備えているので、絶縁層に異物が付着するのを抑えることができる。

20

【0020】

さらに、上記保護フィルム層が、基材と該基材の表面に積層された粘着部とを有し、上記保護フィルム層が、上記粘着部側から上記絶縁層の表面に積層されており、更に上記保護フィルム層が、上記粘着部の上記絶縁層側の表面に凹凸形状を有するので、保護フィルム層を絶縁層から良好に剥離することができる。

【0021】

本発明に係るパワー半導体モジュールの製造方法では、上記積層体がいわれているので、絶縁層に対する異物の付着を抑えることができ、更に保護フィルム層を絶縁層から良好に剥離することができる。また、保護フィルム層を絶縁層から良好に剥離することができる結果、良好なパワー半導体モジュール用部品を得ることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る積層体を模式的に示す断面図である。

【図2】図2は、本発明の一実施形態に係る積層体を用いて得られるパワー半導体モジュール用部品の模式的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

40

本発明に係る積層体は、熱伝導率が $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である熱伝導体と、該熱伝導体の表面に積層されている絶縁層と、該絶縁層の上記熱伝導体側と反対の表面に積層されている保護フィルム層とを備える。上記保護フィルム層は、基材と該基材の表面に積層された粘着部とを有する。上記保護フィルム層は、上記粘着部側から上記絶縁層の表面に積層されている。上記保護フィルム層は、上記粘着部の上記絶縁層側の表面に凹凸形状を有する。

【0024】

本発明に係る積層体における上記構成の採用により、上記絶縁層の表面に上記保護フィルム層が積層されていることによって、絶縁層に異物が付着するのを抑えることができる。例えば、周囲のゴミや、加工時に発生する金属摩耗粉などの異物の絶縁層への付着を抑

50

えることができる。特に、上記熱伝導体と上記絶縁層と上記保護フィルム層とが積層された状態で、積層体を所定の大きさに切断したときに、切断片や、切断時に使用される切断刃の破片などの異物の付着が抑えられる。

【 0 0 2 5 】

さらに、本発明に係る積層体では、上記保護フィルム層が上記粘着部の上記絶縁層側の表面に凹凸形状を有するので、保護フィルム層を絶縁層から良好に剥離することができる。特に、上記熱伝導体と上記絶縁層と上記保護フィルム層とが積層された状態で、積層体をプレス打ち抜きで所定の大きさに切断すると、圧力により保護フィルム層が絶縁層に強く貼り付きやすいという問題がある。これに対して、上記保護フィルム層が、上記粘着部の上記絶縁層側の表面に凹凸形状を有することによって、積層体をプレス打ち抜きで切断した後であっても、保護フィルム層を絶縁層から良好に剥離することができる。

10

【 0 0 2 6 】

本発明に係るパワー半導体モジュール用部品の製造方法では、上述した積層体が用いられる。本発明に係るパワー半導体モジュール用部品の製造方法は、上述した積層体を用いて、上記絶縁層の表面から上記保護フィルム層を剥離して、露出した上記絶縁層の表面に導電層を積層する工程と、上記絶縁層を硬化させる工程と、上記熱伝導体と上記絶縁層と上記導電層とをモールド樹脂内に埋め込む工程とを備える。

【 0 0 2 7 】

本発明に係るパワー半導体モジュール用部品の製造方法における上記構成の採用により、絶縁層に異物が付着するのを抑えることができる。例えば、周囲のゴミや、加工時に発生する金属摩耗粉などの異物の絶縁層への付着を抑えることができる。特に、上記熱伝導体と上記絶縁層と上記保護フィルム層とが積層された状態で、積層体を所定の大きさに切断したときに、切断片や、切断時に使用される切断刃の破片などの異物の付着が抑えられる。

20

【 0 0 2 8 】

さらに、本発明に係るパワー半導体モジュール用部品の製造方法では、上記保護フィルム層が上記粘着部の上記絶縁層側の表面に凹凸形状を有するので、保護フィルム層を絶縁層から良好に剥離することができる。特に、上記熱伝導体と上記絶縁層と上記保護フィルム層とが積層された状態で、積層体をプレス打ち抜きで所定の大きさに切断した後であっても、保護フィルム層を絶縁層から良好に剥離することができる。また、保護フィルム層を絶縁層から良好に剥離することができる結果、良好なパワー半導体モジュール用部品を得ることができる。

30

【 0 0 2 9 】

本発明では、基材と粘着部とを有し、かつ上記粘着部の表面に凹凸形状を有する保護フィルム層を、上記熱伝導体と上記絶縁層との積層状態において上記絶縁層の表面に積層して用いるという従来採用されていなかった新規な構成が採用されている。なお、保護フィルム層を絶縁層の表面から容易に剥離するためには、粘着部の表面に凹凸形状を形成するのではなく、粘着部の粘着力を低くすることが考えられる。しかしながら、保護フィルム層における粘着部の粘着力を低くすると、積層体の切断時などに保護フィルム層が絶縁層から剥離しやすくなる。上記粘着部の表面に凹凸形状を有する保護フィルム層を用いることによって、積層体の使用時に、保護フィルム層を絶縁層から良好に剥離することができるだけでなく、積層体の加工時などに、保護フィルム層の絶縁層からの意図しない剥離を抑制することもできる。

40

【 0 0 3 0 】

また、本発明者らは、上記保護フィルム層が上記粘着部の上記絶縁層側の表面に凹凸形状を有することで、積層体を用いて複数のパワー半導体モジュール用部品などの電子部品を製造したときに、複数の絶縁層における耐電圧性のばらつきも小さくすることができることを見出した。本発明では、複数の絶縁層における耐電圧性のばらつきが小さくなる結果、均質なパワー半導体モジュール用部品などの電子部品を製造することができる。

【 0 0 3 1 】

50

上記積層体において、上記絶縁層の上記熱伝導体側とは反対の表面は、導電層に積層される表面であることが好ましい。上記積層体は、上記絶縁層の上記熱伝導体側とは反対の表面に導電層を積層して用いられる積層体であることが好ましい。

【0032】

上記積層体は、上記熱伝導体と上記絶縁層と上記保護フィルム層とが積層された状態で、切断して用いられる積層体であることが好ましい。上記積層体は、上記熱伝導体と上記絶縁層と上記保護フィルム層とが積層された状態で、プレス打ち抜きで切断して用いられる積層体であることが好ましい。

【0033】

本発明に係る切断積層体は、上記熱伝導体と上記絶縁層と上記保護フィルム層とが積層された状態で、上記積層体を切断することにより得られる。このとき、積層体は所定の大きさに切断される。本発明に係る切断積層体は、上記熱伝導体と上記絶縁層と上記保護フィルム層とが積層された状態で、上記積層体をプレス打ち抜きで切断することにより得られることが好ましい。このような切断を行ったとしても、絶縁層に異物が付着するのを抑えることができ、更に切断後に保護フィルム層を絶縁層から良好に剥離することができる。

10

【0034】

また、本発明に係るパワー半導体モジュール用部品の製造方法では、上記積層体を、上記熱伝導体と上記絶縁層と上記保護フィルム層とが積層された状態で、切断することにより得られる切断積層体を用いて、上記絶縁層の表面から上記保護フィルム層を剥離して、露出した上記絶縁層の表面に導電層を積層することが好ましい。この場合に、上記積層体を、プレス打ち抜きで切断することが好ましい。

20

【0035】

上記凹凸形状を形成する方法としては特に限定されず、例えば、エンボスロール法、カレンダーロール法、及び異形押出法等が挙げられる。中でも定量的に一定の凹凸模様である多数の凹凸形状のエンボスを形成することができることから、エンボスロール法が好ましい。上記粘着部の上記絶縁層側の表面が、エンボス加工されていることが好ましい。すなわち、エンボス加工により上記凹凸形状が付与されていることが好ましい。

【0036】

上記凹凸形状の形成方法は特に限定されず、所定の温度に加熱したエンボスロールの間に、所定の温度に加熱した保護フィルムを通過させ、表面に凹凸形状を付与する方法、未硬化状態の粘着部をエンボス構造を有するロール又はシートに密着させた状態で硬化を行い、エンボス構造を転写する方法などが挙げられる。

30

【0037】

上記保護フィルム層が、上記基材層の上記粘着部側とは反対の表面に凹凸形状を有さないことが好ましい。この場合には、絶縁層の表面から保護フィルム層をより一層良好に剥離することができ、更に積層体をプレス打ち抜きなどで切断した後であっても、保護フィルム層を絶縁層からより一層良好に剥離することができる。但し、上記保護フィルム層が、上記基材層の上記粘着部側とは反対の表面に凹凸形状を有していてもよい。

【0038】

40

上記保護フィルム層の厚み (T_1) の上記絶縁層の厚み (T_2) に対する比 (T_1 / T_2) は好ましくは 0.05 以上、より好ましくは 0.1 以上、更に好ましくは 0.2 以上、好ましくは 2.0 以下、より好ましくは 1.0 以下、更に好ましくは 1 以下である。上記比 (T_1 / T_2) は 0.2 以上、1 以下であることが特に好ましい。上記比 (T_1 / T_2) が上記下限以上及び上記上限以下であると、保護フィルム層の剥離性がより一層良好になる。上記保護フィルム層の厚み (T_1) は、基材と粘着部との合計の厚みである。

【0039】

上記保護フィルム層の上記絶縁層側の表面の十点平均粗さ R_z 、並びに上記粘着部の上記絶縁層側の表面の十点平均粗さ R_z はそれぞれ、好ましくは $1 \mu m$ 以上、好ましくは $100 \mu m$ 以下、より好ましくは $70 \mu m$ 以下、更に好ましくは $60 \mu m$ 以下、特に好まし

50

くは50 μ m以下である。上記十点平均粗さR_zは、1 μ m以上、50 μ m以下であることが特に好ましい。上記十点平均粗さR_zが上記下限以上及び上記上限以下であると、絶縁層の表面から保護フィルム層をより一層良好に剥離することができ、更に積層体をプレス打ち抜きなどで切断した後であっても、保護フィルム層を絶縁層からより一層良好に剥離することができ、更に耐電圧の安定性をより一層高めることができる。上記十点平均粗さR_zは、JIS B0601-1994に準拠して測定される。

【0040】

上記保護フィルム層は、着色していることが好ましい。この場合に、保護フィルムの視認性がよくなり、製造工程時における剥離不良や打ち抜き時に保護フィルム層の脱落が発生した場合などに、不良が発見しやすくなる。上記保護フィルム層が着色している場合に、基材が着色していてもよく、粘着部が着色していてもよく、基材と粘着部との双方が着色していてもよい。

10

【0041】

上記基材の材料としては、ポリエチレンテレフタレート(PET)樹脂などのポリエステル樹脂、ポリテトラフルオロエチレン樹脂、ポリエチレン(PE)樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリメチルペンテン樹脂、ポリビニルアセテート樹脂などのポリオレフィン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、及びポリイミド樹脂等が挙げられる。上記基材の材料は、ポリエステル樹脂であることが好ましい。ポリエステル樹脂により形成された基材の使用により、保護フィルム層の剥離性がより一層良好になる。

【0042】

20

上記粘着部の材料は特に限定されない。粘着部の材料としては、アクリル系粘着剤、特殊合成ゴム系粘着剤、合成樹脂系粘着剤、シリコン系粘着剤、及びゴム系粘着剤等が挙げられる。

【0043】

上記保護フィルム層の厚みは、好ましくは10 μ m以上、より好ましくは20 μ m以上、好ましくは200 μ m以下、より好ましくは150 μ m以下である。上記粘着部の厚みは、好ましくは1 μ m以上、より好ましくは3 μ m以上、好ましくは100 μ m以下、より好ましくは50 μ m以下である。上記粘着部の厚みは、凹凸形状における凹部深さ又は凸部高さを超えることが好ましい。

【0044】

30

上記絶縁層が、硬化率が異なる複数の層を有し、多層であることが好ましい。但し、上記絶縁層は単層であってもよい。上記絶縁層は、上記熱伝導体側に配置された第1の絶縁層と、上記保護フィルム層側に配置された第2の絶縁層とを有することが好ましい。上記積層体は、上記熱伝導体と、上記熱伝導体の表面に積層された第1の絶縁層と、上記第1の絶縁層の上記熱伝導体側とは反対の表面に積層された第2の絶縁層と、上記第2の絶縁層の上記第1の絶縁層側とは反対の表面に積層された保護フィルム層とを備えることが好ましい。このように、絶縁層を多層にすることで、絶縁層に部分的に異なる性質を付与することが可能である。

【0045】

上記絶縁層の上記保護フィルム層側の表面の硬化率は、1%以上であることが好ましく、10%以上であってもよい。上記第2の絶縁層の硬化率は、1%以上であることが好ましく、10%以上であってもよい。

40

【0046】

上記絶縁層の上記保護フィルム層側の表面の硬化率が20%以上、80%以下であることが好ましい。上記絶縁層の導電層に積層される表面の硬化率が20%以上、80%以下であることが好ましい。上記第2の絶縁層の硬化率が20%以上、80%以下であることが好ましい。この場合には、絶縁層と導電層との接着性を効果的に高めることができる。また、上記絶縁層の上記保護フィルム層側の表面が一定の硬度と柔軟性とを有する結果、上記保護フィルム層の上記絶縁層側の凹凸形状の影響により、絶縁層の表面から保護フィルム層をより一層良好に剥離することができ、更に積層体をプレス打ち抜きなどで切断し

50

た後であっても、保護フィルム層を絶縁層からより一層良好に剥離することができ、更に複数の絶縁層における耐電圧性のばらつきをより一層小さくすることができる。

【0047】

上記絶縁層の上記熱伝導体側の表面の硬化率が、上記絶縁層の上記保護フィルム層側の表面の硬化率よりも大きいことが好ましい。上記第1の絶縁層の硬化率が上記第2の絶縁層の硬化率よりも大きいことが好ましい。この場合には、絶縁層の耐電圧性をより一層効果的に高めることができる。

【0048】

上記絶縁層の上記保護フィルム層側の表面の硬化率は、70%未満であってもよく、60%未満であってもよく、50%未満であってもよい。上記第2の絶縁層の硬化率は、10%以上であることが好ましく、70%未満であってもよく、60%未満であってもよく、50%未満であってもよい。

10

【0049】

上記絶縁層の上記熱伝導体側の表面の硬化率は、好ましくは50%以上、より好ましくは60%以上、更に好ましくは70%以上であり、80%以上であってもよく、90%以上であってもよく、95%以上であってもよく、100%であってもよい。上記第1の絶縁層の硬化率は、好ましくは50%以上、より好ましくは60%以上、更に好ましくは70%以上であり、80%以上であってもよく、90%以上であってもよく、95%以上であってもよく、100%であってもよい。

【0050】

20

上記第2の絶縁層は、未硬化物又は半硬化物であることが好ましい。上記第2の絶縁層は、全く硬化されておらずかつ硬化可能である未硬化物であってもよく、硬化が進行されておりかつ更に硬化可能である半硬化物であってもよい。上記第1の絶縁層は、半硬化物又は硬化物であることが好ましい。上記第1の絶縁層は、硬化が進行されておりかつ更に硬化可能である半硬化物であってもよく、硬化を終えた硬化物であってもよい。

【0051】

絶縁層全体での熱伝導性と、絶縁層と導電層との接着性との双方をバランスよく高める観点からは、上記絶縁層の上記熱伝導体側の表面の硬化率は、上記絶縁層の上記保護フィルム層側の表面の硬化率よりも1%以上大きいことが好ましく、5%以上大きいことがより好ましく、10%以上大きいことが更に好ましく、20%以上大きくてもよく、30%以上大きくてもよい。絶縁層全体での熱伝導性と、絶縁層と導電層との接着性との双方をバランスよく高める観点からは、上記第1の絶縁層の硬化率は、上記第2の絶縁層の硬化率よりも1%以上大きいことが好ましく、5%以上大きいことがより好ましく、10%以上大きいことが更に好ましく、20%以上大きくてもよく、30%以上大きくてもよい。

30

【0052】

上記絶縁層の硬化率は、未硬化状態の絶縁層を加熱する際の硬化発熱を測定することにより求められる。硬化率を測定する際には、例えば、示差走査型熱量分析(DSC)装置(SIIナノテクノロジー社製「DSC7020」)等が用いられる。上記絶縁層の硬化率は、具体的には、以下のようにして測定される。

【0053】

40

測定開始温度30℃及び昇温速度3℃/分で、絶縁層(第1の絶縁層又は第2の絶縁層など)を300℃まで昇温し1時間保持する。この昇温で絶縁層を硬化させた時に発生する熱量(以下熱量Aとする)を測定する。また、厚み50μmの離型PET(ポリエチレンテレフタレート)シートに、絶縁層を形成するための硬化性組成物を厚み80μmとなるように塗工し、23℃及び0.01気圧の常温真空下において1時間乾燥すること以外は上記積層体における絶縁層と同様に、非加熱で乾燥された未硬化状態の絶縁層を用意する。この絶縁層を用いて、上記の熱量Aの測定と同様に、昇温硬化させたときに発生する熱量(以下、熱量Bとする)を測定する。得られた熱量A及び熱量Bから、下記の式により上記第1、第2の絶縁層の硬化率を求める。

【0054】

50

硬化率(%) = [1 - (熱量 A / 熱量 B)] × 100

上記第2の絶縁層の厚みの上記第1の絶縁層の厚みに対する比(第2の絶縁層の厚み / 第1の絶縁層の厚み)は、好ましくは0.03以上、より好ましくは0.1以上、更に好ましくは0.3以上、好ましくは10以下、より好ましくは3以下、更に好ましくは1以下である。

【0055】

絶縁層全体での熱伝導性と、硬化物である第2の絶縁層と導電層との接着性との双方をバランスよく高める観点からは、上記第2の絶縁層の厚みの上記第1の絶縁層の厚みに対する比は、0.3以上、1以下であることが特に好ましい。

【0056】

絶縁層(絶縁層全体)の厚みは特に限定されない。絶縁層の厚みは、好ましくは80 μm以上、より好ましくは100 μm以上、好ましくは200 μm以下、より好ましくは170 μm以下である。絶縁層の厚みが上記下限以上であると、絶縁層全体での放熱性、硬化物である絶縁層と導電層との接着性、及び絶縁層全体での耐電圧性がバランスよく高くなる。

【0057】

上記絶縁層は、硬化性化合物(A)と硬化剤(B)とを用いて形成されていることが好ましい。上記第1の絶縁層は、硬化性化合物(A)と硬化剤(B)とを含む第1の硬化性組成物を用いて形成されていることが好ましい。上記第2の絶縁層は、硬化性化合物(A)と硬化剤(B)とを含む第2の硬化性組成物を用いて形成されていることが好ましい。硬化性が良好な絶縁層を形成する観点からは、絶縁層は、環状エーテル基を有する硬化性化合物(A1)と硬化剤(B)とを用いて形成されていることが好ましい。上記絶縁層及び上記硬化性組成物はそれぞれ、無機フィラー(C)を含むことが好ましい。第1の絶縁層及び第1の硬化性組成物はそれぞれ、無機フィラー(C)を含むことが好ましい。第2の絶縁層及び第2の硬化性組成物はそれぞれ、無機フィラー(C)を含むことが好ましい。無機フィラー(C)は、熱伝導率が10 W/m・K以上である無機フィラーであることが好ましい。

【0058】

上記絶縁層は、熱伝導率が10 W/m・K以上である無機フィラーを含むことが好ましい。この場合には、絶縁層の熱伝導性が高くなり、かつ放熱性が高くなる。但し、上記絶縁層、上記第1の絶縁層及び上記第2の絶縁層はそれぞれ、熱伝導率が10 W/m・K未満である無機フィラーを含んでいてもよい。

【0059】

以下、先ず、上記絶縁層に用いられる各成分の詳細を説明する。

【0060】

(硬化性化合物(A))

上記絶縁層は、硬化性化合物(A)を用いて形成されていることが好ましい。上記硬化性組成物は、硬化性化合物(A)を含む。硬化性化合物(A)は、熱硬化性化合物であることが好ましい。硬化性化合物(A)は、環状エーテル基を有する硬化性化合物(A1)であることが好ましい。該環状エーテル基としては、エポキシ基及びオキセタニル基等が挙げられる。環状エーテル基を有する硬化性化合物(A1)は、エポキシ基又はオキセタニル基を有する硬化性化合物であることが好ましい。硬化性化合物(A)は、硬化剤(B)の作用により硬化する。絶縁層に用いる硬化性化合物(A)は、1種のみが用いられてもよく、2種以上が併用されてもよい。第1の絶縁層に用いる硬化性化合物(A)と第2の絶縁層に用いる硬化性化合物(A)とは同一であってもよく、異なってもよい。

【0061】

硬化性化合物(A1)は、エポキシ基を有するエポキシ化合物(A1a)を含んでいてもよく、オキセタニル基を有するオキセタン化合物(A1b)を含んでいてもよい。

【0062】

硬化物である絶縁層(以下、単に硬化物と記載することがある)の耐熱性及び耐電圧性

10

20

30

40

50

をより高める観点からは、硬化性化合物（Ａ）は芳香族骨格を有することが好ましい。硬化物の熱伝導性及び耐電圧性をより一層高める観点からは、上記硬化性化合物（Ａ）は、多環式芳香族骨格を有する硬化性化合物を含むことが好ましく、環状エーテル基及び多環式芳香族骨格を有する硬化性化合物を含むことがより好ましい。多環式芳香族骨格としては、ナフタレン骨格、アントラセン骨格、キサンテン骨格、フルオレン骨格及びビフェニル骨格等が挙げられる。硬化物の熱伝導性および耐電圧性をより一層高める観点からは、上記多環式芳香族骨格は、ビフェニル骨格であることが好ましい。

【 0 0 6 3 】

硬化性化合物（Ａ）の合計 1 0 0 重量％中、多環式芳香族骨格を有する硬化性化合物の含有量は、好ましくは 3 0 重量％以上、より好ましくは 5 0 重量％以上、更に好ましくは 6 0 重量％以上である。硬化性化合物（Ａ）の全量が多環式芳香族骨格を有する硬化性化合物であってもよい。

10

【 0 0 6 4 】

エポキシ基を有するエポキシ化合物（Ａ１ａ）の具体例としては、ビスフェノール骨格を有するエポキシモノマー、ジシクロペンタジエン骨格を有するエポキシモノマー、ナフタレン骨格を有するエポキシモノマー、アダマンタン骨格を有するエポキシモノマー、フルオレン骨格を有するエポキシモノマー、ビフェニル骨格を有するエポキシモノマー、バイ（グリシジルオキシフェニル）メタン骨格を有するエポキシモノマー、キサンテン骨格を有するエポキシモノマー、アントラセン骨格を有するエポキシモノマー、及びピレン骨格を有するエポキシモノマー等が挙げられる。これらの水素添加物又は変性物を用いてもよい。エポキシ化合物（Ａ１ａ）は、１種のみが用いられてもよく、２種以上が併用されてもよい。

20

【 0 0 6 5 】

上記ビスフェノール骨格を有するエポキシモノマーとしては、例えば、ビスフェノールＡ型、ビスフェノールＦ型又はビスフェノールＳ型のビスフェノール骨格を有するエポキシモノマー等が挙げられる。

【 0 0 6 6 】

上記ジシクロペンタジエン骨格を有するエポキシモノマーとしては、ジシクロペンタジエンジオキド、及びジシクロペンタジエン骨格を有するフェノールノボラックエポキシモノマー等が挙げられる。

30

【 0 0 6 7 】

上記ナフタレン骨格を有するエポキシモノマーとしては、１ - グリシジルナフタレン、２ - グリシジルナフタレン、１，２ - ジグリシジルナフタレン、１，５ - ジグリシジルナフタレン、１，６ - ジグリシジルナフタレン、１，７ - ジグリシジルナフタレン、２，７ - ジグリシジルナフタレン、トリグリシジルナフタレン、及び１，２，５，６ - テトラグリシジルナフタレン等が挙げられる。

【 0 0 6 8 】

上記アダマンタン骨格を有するエポキシモノマーとしては、１，３ - ビス（４ - グリシジルオキシフェニル）アダマンタン、及び２，２ - ビス（４ - グリシジルオキシフェニル）アダマンタン等が挙げられる。

40

【 0 0 6 9 】

上記フルオレン骨格を有するエポキシモノマーとしては、９，９ - ビス（４ - グリシジルオキシフェニル）フルオレン、９，９ - ビス（４ - グリシジルオキシ - ３ - メチルフェニル）フルオレン、９，９ - ビス（４ - グリシジルオキシ - ３ - クロロフェニル）フルオレン、９，９ - ビス（４ - グリシジルオキシ - ３ - ブロモフェニル）フルオレン、９，９ - ビス（４ - グリシジルオキシ - ３ - フルオロフェニル）フルオレン、９，９ - ビス（４ - グリシジルオキシ - ３ - メトキシフェニル）フルオレン、９，９ - ビス（４ - グリシジルオキシ - ３，５ - ジメチルフェニル）フルオレン、９，９ - ビス（４ - グリシジルオキシ - ３，５ - ジクロロフェニル）フルオレン、及び９，９ - ビス（４ - グリシジルオキシ - ３，５ - ジブロモフェニル）フルオレン等が挙げられる。

50

【 0 0 7 0 】

上記ビフェニル骨格を有するエポキシモノマーとしては、4, 4' - ジグリシジルビフェニル、及び4, 4' - ジグリシジル - 3, 3', 5, 5' - テトラメチルビフェニル等が挙げられる。

【 0 0 7 1 】

上記バイ（グリシジルオキシフェニル）メタン骨格を有するエポキシモノマーとしては、1, 1' - バイ（2, 7 - グリシジルオキシナフチル）メタン、1, 8' - バイ（2, 7 - グリシジルオキシナフチル）メタン、1, 1' - バイ（3, 7 - グリシジルオキシナフチル）メタン、1, 8' - バイ（3, 7 - グリシジルオキシナフチル）メタン、1, 1' - バイ（3, 5 - グリシジルオキシナフチル）メタン、1, 8' - バイ（3, 5 - グリシジルオキシナフチル）メタン、1, 2' - バイ（2, 7 - グリシジルオキシナフチル）メタン、1, 2' - バイ（3, 7 - グリシジルオキシナフチル）メタン、及び1, 2' - バイ（3, 5 - グリシジルオキシナフチル）メタン等が挙げられる。

10

【 0 0 7 2 】

上記キサンテン骨格を有するエポキシモノマーとしては、1, 3, 4, 5, 6, 8 - ヘキサメチル - 2, 7 - ビス - オキシラニルメトキシ - 9 - フェニル - 9 H - キサンテン等が挙げられる。

【 0 0 7 3 】

オキシタニル基を有するオキシタン化合物（A 1 b）の具体例としては、例えば、4, 4' - ビス〔（3 - エチル - 3 - オキシタニル）メトキシメチル〕ビフェニル、1, 4 - ベンゼンジカルボン酸ビス〔（3 - エチル - 3 - オキシタニル）メチル〕エステル、1, 4 - ビス〔（3 - エチル - 3 - オキシタニル）メトキシメチル〕ベンゼン、及びオキシタン変性フェノールノボラック等が挙げられる。オキシタン化合物（A 1 b）は、1 種のみが用いられてもよく、2 種以上が併用されてもよい。

20

【 0 0 7 4 】

硬化物である絶縁層の耐熱性をより一層良好にする観点からは、硬化性化合物（A）は、環状エーテル基を2 つ以上有することが好ましい。

【 0 0 7 5 】

硬化物の耐熱性をより一層良好にする観点からは、硬化性化合物（A）の合計100重量%中、環状エーテル基を2 つ以上有する硬化性化合物の含有量は、好ましくは70重量%以上、より好ましくは80重量%以上、100重量%以下である。硬化性化合物（A）の合計100重量%中、環状エーテル基を2 つ以上有する硬化性化合物の含有量は10重量%以上、100重量%以下であってもよい。また、硬化性化合物（A）の全体が、環状エーテル基を2 つ以上有する硬化性化合物であってもよい。

30

【 0 0 7 6 】

硬化性化合物（A）の分子量は、10000未満であることが好ましい。硬化性化合物（A）の分子量は、好ましくは200以上、より好ましくは1200以下、更に好ましくは600以下、特に好ましくは550以下である。硬化性化合物（A）の分子量が上記下限以上であると、絶縁層の表面の粘着性が低くなり、積層体の取扱い性がより一層高くなる。硬化性化合物（A）の分子量が上記上限以下であると、硬化物の接着性がより一層高くなる。さらに、硬化物が固くかつ脆くなり難く、硬化物の接着性がより一層高くなる。

40

【 0 0 7 7 】

なお、本明細書において、硬化性化合物（A）における分子量とは、重合体ではない場合、及び構造式が特定できる場合は、当該構造式から算出できる分子量を意味し、重合体である場合は、重量平均分子量を意味する。

【 0 0 7 8 】

硬化性組成物（絶縁層に用いられる硬化性組成物全体）に含まれている全樹脂成分（以下、全樹脂成分Xと略記することがある）の合計100重量%中、硬化性化合物（A）の含有量は好ましくは50重量%以上、より好ましくは60重量%以上、好ましくは99.5重量%以下、より好ましくは99重量%以下、更に好ましくは98重量%以下である。

50

第1の硬化性組成物に含まれている全樹脂成分（以下、全樹脂成分X1と略記することがある）の合計100重量%中、硬化性化合物（A）の含有量は好ましくは50重量%以上、より好ましくは60重量%以上、好ましくは99.5重量%以下、より好ましくは99重量%以下、更に好ましくは98重量%以下である。第2の硬化性組成物に含まれている全樹脂成分（以下、全樹脂成分X2と略記することがある）の合計100重量%中、硬化性化合物（A）の含有量は好ましくは50重量%以上、より好ましくは60重量%以上、好ましくは99.5重量%以下、より好ましくは99重量%以下、更に好ましくは98重量%以下である。硬化性化合物（A）の含有量が上記下限以上であると、硬化物の接着性及び耐熱性がより一層高くなる。硬化性化合物（A）の含有量が上記上限以下であると、硬化性組成物の塗工性がより一層高くなる。なお、全樹脂成分X、X1、X2とは、硬化性化合物（A）、硬化剤（B）及び必要に応じて添加される他の樹脂成分の総和をいう。全樹脂成分X、X1、X2に、無機フィラー（C）は含まれない。

10

【0079】

（硬化剤（B））

上記絶縁層は、硬化剤（B）を用いて形成されていることが好ましい。上記第1、第2の硬化性組成物はそれぞれ、硬化剤（B）を含むことが好ましい。硬化剤（B）は、硬化性組成物を硬化させることが可能であれば特に限定されない。硬化剤（B）は、熱硬化剤であることが好ましい。絶縁層に用いる硬化剤（B）は、1種のみが用いられてもよく、2種以上が併用されてもよい。第1の絶縁層に用いる硬化剤（B）と第2の絶縁層に用いる硬化剤（B）とは同一であってもよく、異なってもよい。

20

【0080】

硬化物の耐熱性をより一層高める観点からは、硬化剤（B）は、芳香族骨格又は脂環式骨格を有することが好ましい。硬化剤（B）は、アミン硬化剤（アミン化合物）、イミダゾール硬化剤、フェノール硬化剤（フェノール化合物）又は酸無水物硬化剤（酸無水物）を含むことが好ましく、アミン硬化剤を含むことがより好ましい。上記酸無水物硬化剤は、芳香族骨格を有する酸無水物、該酸無水物の水添加物もしくは該酸無水物の変性物を含むか、又は、脂環式骨格を有する酸無水物、該酸無水物の水添加物もしくは該酸無水物の変性物を含むことが好ましい。

【0081】

無機フィラー（C）の分散性を良好にし、更に硬化物の耐電圧性及び熱伝導性をより一層高める観点からは、硬化剤（B）は塩基性の硬化剤を含むことが好ましい。また、無機フィラー（C）の分散性をより一層良好にし、更に硬化物の耐電圧性及び熱伝導性をより一層高める観点からは、硬化剤（B）は、アミン硬化剤又はイミダゾール硬化剤を含むことがより好ましく、アミン硬化剤を含むことがより好ましく、ジシアンジアミドを含むことが特に好ましい。また、硬化剤（B）は、ジシアンジアミドとイミダゾール硬化剤との双方を含むことも好ましい。これらの好ましい硬化剤の使用により、無機フィラー（C）の硬化性組成物中での分散性が高くなり、更に耐熱性、耐湿性及び電気物性のバランスに優れた硬化物が得られる。この結果、無機フィラー（C）の含有量が多くても、熱伝導性がかなり高くなる。特にジシアンジアミドを用いた場合、硬化物と熱伝導体及び導電層との接着性がかなり高くなる。

30

40

【0082】

上記アミン硬化剤としては、ジシアンジアミド、イミダゾール化合物及びジアミノジフェニルメタン及びジアミノジフェニルスルホン等が挙げられる。硬化物と熱伝導体及び導電層との接着性をより一層高める観点からは、上記アミン硬化剤は、ジシアンジアミド又はイミダゾール化合物を含むことがより一層好ましい。硬化前の絶縁層の貯蔵安定性をより一層高める観点からは、上記硬化剤（B）は、融点が180℃以上である硬化剤を含むことが好ましく、融点が180℃以上であるアミン硬化剤を含むことがより好ましい。

【0083】

上記イミダゾール硬化剤としては、2-ウンデシルイミダゾール、2-ヘプタデシルイミダゾール、2-メチルイミダゾール、2-エチル-4-メチルイミダゾール、2-フェ

50

ニルイミダゾール、2 - フェニル - 4 - メチルイミダゾール、1 - ベンジル - 2 - メチルイミダゾール、1 - ベンジル - 2 - フェニルイミダゾール、1, 2 - ジメチルイミダゾール、1 - シアノエチル - 2 - メチルイミダゾール、1 - シアノエチル - 2 - エチル - 4 - メチルイミダゾール、1 - シアノエチル - 2 - ウンデシルイミダゾール、1 - シアノエチル - 2 - フェニルイミダゾール、1 - シアノエチル - 2 - ウンデシルイミダゾリウムトリメリテイト、1 - シアノエチル - 2 - フェニルイミダゾリウムトリメリテイト、2, 4 - ジアミノ - 6 - [2' - メチルイミダゾリル - (1')] - エチル - s - トリアジン、2, 4 - ジアミノ - 6 - [2' - ウンデシルイミダゾリル - (1')] - エチル - s - トリアジン、2, 4 - ジアミノ - 6 - [2' - エチル - 4' - メチルイミダゾリル - (1')] - エチル - s - トリアジン、2, 4 - ジアミノ - 6 - [2' - メチルイミダゾリル - (1')] - エチル - s - トリアジンイソシアヌル酸付加物、2 - フェニルイミダゾールイソシアヌル酸付加物、2 - メチルイミダゾールイソシアヌル酸付加物、2 - フェニル - 4, 5 - ジヒドロキシメチルイミダゾール及び2 - フェニル - 4 - メチル - 5 - ジヒドロキシメチルイミダゾール等が挙げられる。

10

【 0 0 8 4 】

上記フェノール硬化剤としては、フェノールノボラック、o - クレゾールノボラック、p - クレゾールノボラック、t - ブチルフェノールノボラック、ジシクロペンタジエンクレゾール、ポリパラビニルフェノール、ビスフェノールA型ノボラック、キシリレン変性ノボラック、デカリン変性ノボラック、ポリ(ジ - o - ヒドロキシフェニル)メタン、ポリ(ジ - m - ヒドロキシフェニル)メタン、及びポリ(ジ - p - ヒドロキシフェニル)メタン等が挙げられる。硬化物の柔軟性及び硬化物の難燃性をより一層高める観点からは、メラミン骨格を有するフェノール樹脂、トリアジン骨格を有するフェノール樹脂、又はアリル基を有するフェノール樹脂が好ましい。

20

【 0 0 8 5 】

上記フェノール硬化剤の市販品としては、MEH - 8 0 0 5、MEH - 8 0 1 0 及びMEH - 8 0 1 5 (以上いずれも明和化成社製)、YLH 9 0 3 (三菱化学社製)、LA - 7 0 5 2、LA - 7 0 5 4、LA - 7 7 5 1、LA - 1 3 5 6 及びLA - 3 0 1 8 - 5 0 P (以上いずれもDIC社製)、並びにPS 6 3 1 3 及びPS 6 4 9 2 (以上いずれも群栄化学社製) 等が挙げられる。

【 0 0 8 6 】

上記芳香族骨格を有する酸無水物、該酸無水物の水添加物又は該酸無水物の変性物としては、例えば、スチレン/無水マレイン酸コポリマー、ベンゾフェノンテトラカルボン酸無水物、ピロメリット酸無水物、トリメリット酸無水物、4, 4' - オキシジフタル酸無水物、フェニルエチニルフタル酸無水物、グリセロールビス(アンヒドロトリメリテート)モノアセテート、エチレングリコールビス(アンヒドロトリメリテート)、メチルテトラヒドロ無水フタル酸、メチルヘキサヒドロ無水フタル酸、及びトリアルキルテトラヒドロ無水フタル酸等が挙げられる。

30

【 0 0 8 7 】

上記芳香族骨格を有する酸無水物、該酸無水物の水添加物又は該酸無水物の変性物の市販品としては、SMAレジンEF 3 0、SMAレジンEF 4 0、SMAレジンEF 6 0 及びSMAレジンEF 8 0 (以上いずれもサートマー・ジャパン社製)、ODPA - M及びPEPA (以上いずれもマナック社製)、リカシッドMTA - 1 0、リカシッドMTA - 1 5、リカシッドTMTA、リカシッドTMEG - 1 0 0、リカシッドTMEG - 2 0 0、リカシッドTMEG - 3 0 0、リカシッドTMEG - 5 0 0、リカシッドTMEG - S、リカシッドTH、リカシッドHT - 1 A、リカシッドHH、リカシッドMH - 7 0 0、リカシッドMT - 5 0 0、リカシッドDSDA及びリカシッドTDA - 1 0 0 (以上いずれも新日本理化社製)、並びにEPICLON B 4 4 0 0、EPICLON B 6 5 0、及びEPICLON B 5 7 0 (以上いずれもDIC社製) 等が挙げられる。

40

【 0 0 8 8 】

上記脂環式骨格を有する酸無水物、該酸無水物の水添加物又は該酸無水物の変性物は、

50

多脂環式骨格を有する酸無水物、該酸無水物の水添加物もしくは該酸無水物の変性物、又はテルペン系化合物と無水マレイン酸との付加反応により得られる脂環式骨格を有する酸無水物、該酸無水物の水添加物又は該酸無水物の変性物であることが好ましい。これらの硬化剤の使用により、硬化物の柔軟性、並びに硬化物の耐湿性及び接着性がより一層高くなる。

【0089】

上記脂環式骨格を有する酸無水物、該酸無水物の水添加物又は該酸無水物の変性物としては、メチルナジック酸無水物、ジシクロペンタジエン骨格を有する酸無水物又は該酸無水物の変性物等も挙げられる。

【0090】

上記脂環式骨格を有する酸無水物、該酸無水物の水添加物又は該酸無水物の変性物の市販品としては、リカシッドHNA及びリカシッドHNA-100（以上いずれも新日本理化学社製）、並びにエピキュアYH306、エピキュアYH307、エピキュアYH308H及びエピキュアYH309（以上いずれも三菱化学社製）等が挙げられる。

【0091】

硬化剤（B）は、メチルナジック酸無水物又はトリアルキルテトラヒドロ無水フタル酸であることも好ましい。メチルナジック酸無水物又はトリアルキルテトラヒドロ無水フタル酸の使用により、硬化物の耐水性が高くなる。

【0092】

上記全樹脂成分Xの合計100重量%中、硬化剤（B）の含有量は好ましくは0.5重量%以上、より好ましくは1重量%以上、好ましくは50重量%以下、より好ましくは40重量%以下である。上記全樹脂成分X1の合計100重量%中、硬化剤（B）の含有量は好ましくは0.5重量%以上、より好ましくは1重量%以上、好ましくは50重量%以下、より好ましくは40重量%以下である。上記全樹脂成分X2の合計100重量%中、硬化剤（B）の含有量は好ましくは0.5重量%以上、より好ましくは1重量%以上、好ましくは50重量%以下、より好ましくは40重量%以下である。硬化剤（B）の含有量が上記下限以上であると、硬化性組成物全体を十分に硬化させることが容易である。硬化剤（B）の含有量が上記上限以下であると、硬化に関与しない余剰な硬化剤（B）が発生し難くなる。このため、硬化物の耐熱性及び接着性がより一層高くなる。

【0093】

（無機フィラー（C））

上記絶縁層は、無機フィラー（C）を含むことが好ましい。上記第1、第2の絶縁層は、熱伝導率が10W/m・K以上である無機フィラーを含むことが好ましい。上記硬化性組成物は、無機フィラー（C）を含むことが好ましい。上記第1、第2の硬化性組成物はそれぞれ、無機フィラー（C）を含むことが好ましい。無機フィラー（C）の使用により、硬化物の熱伝導性が高くなる。この結果、硬化物の熱伝導性が高くなる。上記無機フィラー（C）は、1種のみが用いられてもよく、2種以上が併用されてもよい。上記第1の絶縁層に用いる無機フィラー（C）と上記第2の絶縁層に用いる無機フィラー（C）とは同一であってもよく、異なってもよい。

【0094】

硬化物の熱伝導性をより一層高める観点からは、無機フィラー（C）の熱伝導率は、好ましくは10W/m・K以上、より好ましくは15W/m・K以上、更に好ましくは20W/m・K以上である。無機フィラー（C）の熱伝導率の上限は特に限定されない。熱伝導率が300W/m・K程度である無機フィラーは広く知られており、また熱伝導率が200W/m・K程度である無機フィラーは容易に入手できる。

【0095】

無機フィラー（C）は、アルミナ、合成マグネサイト、結晶性シリカ、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、炭化ケイ素、酸化亜鉛及び酸化マグネシウムからなる群から選択された少なくとも1種であることが好ましく、アルミナ、結晶性シリカ、窒化ホウ素及び窒化アルミニウムからなる群から選択された少なくとも1種であることがより好ま

10

20

30

40

50

しい。これらの好ましい無機フィラーの使用により、硬化物の熱伝導性がより一層高くなる。

【 0 0 9 6 】

無機フィラー（Ｃ）は、球状アルミナ、破碎アルミナ、結晶性シリカ、窒化ホウ素、凝集粒子及び球状窒化アルミニウムからなる群から選択された少なくとも１種であることがより好ましい。これらの好ましいフィラーの使用により、硬化物の熱伝導性がより一層高くなる。上記窒化ホウ素と上記凝集粒子とは、凝集粒子ではない窒化ホウ素と窒化ホウ素凝集粒子とであることが好ましい。

【 0 0 9 7 】

無機フィラー（Ｃ）は、新モース硬度が１２以下である無機フィラーを含むことが好ましい。上記新モース硬度が１２以下である無機フィラーの新モース硬度は、より好ましくは９以下である。新モース硬度が上記上限以下である無機フィラーの使用により、硬化物の加工性がより一層高くなる。

10

【 0 0 9 8 】

硬化物の加工性をより一層高める観点からは、無機フィラー（Ｃ）は、合成マグネサイト、結晶シリカ、酸化亜鉛、及び酸化マグネシウムからなる群から選択された少なくとも１種であることが好ましい。これらの無機フィラーの新モース硬度は９以下である。

【 0 0 9 9 】

無機フィラー（Ｃ）は、球状のフィラー（球状フィラー）を含んでいてもよく、破碎されたフィラー（破碎フィラー）を含んでいてもよく、板状のフィラー（板状フィラー）を含んでいてもよい。無機フィラー（Ｃ）は、球状フィラーを含むことが特に好ましい。球状フィラーは高密度で充填可能であるため、球状フィラーの使用により硬化物の熱伝導性がより一層高くなる。

20

【 0 1 0 0 】

上記破碎フィラーとしては、破碎アルミナ等が挙げられる。破碎フィラーは、例えば、一軸破碎機、二軸破碎機、ハンマークラッシャー又はボールミル等を用いて、塊状の無機物質を破碎することにより得られる。破碎フィラーの使用により、絶縁層中のフィラーが、橋掛け又は効率的に近接された構造となりやすい。従って、硬化物の熱伝導性がより一層高くなる。また、破碎フィラーは、一般的に、通常のフィラーに比べて安価である。このため、破碎フィラーの使用により、積層体のコストが低くなる。

30

【 0 1 0 1 】

上記破碎フィラーの平均粒子径は、好ましくは１２ μ m以下、より好ましくは１０ μ m以下、好ましくは１ μ m以上である。破碎フィラーの平均粒子径が上記上限以下であると、硬化性組成物中に、破碎フィラーを高密度に分散させることが可能であり、硬化物の耐電圧性がより一層高くなる。破碎フィラーの平均粒子径が上記下限以上であると、破碎フィラーを高密度に充填させることが容易になる。

【 0 1 0 2 】

破碎フィラーのアスペクト比は特に限定されない。破碎フィラーのアスペクト比は、好ましくは１．５以上、好ましくは２０以下である。アスペクト比が１．５未満のフィラーは、比較的高価であり、積層体のコストが高くなる。上記アスペクト比が２０以下であると、破碎フィラーの充填が容易である。

40

【 0 1 0 3 】

上記破碎フィラーのアスペクト比は、例えば、デジタル画像解析方式粒度分布測定装置（日本ルフト社製「ＦＰＡ」）を用いて、フィラーの破碎面を測定することにより求めることが可能である。

【 0 1 0 4 】

無機フィラー（Ｃ）が球状フィラーである場合には、球状フィラーの平均粒子径は、好ましくは０．１ μ m以上、好ましくは４０ μ m以下である。平均粒子径が０．１ μ m以上であると、無機フィラー（Ｃ）を高密度で容易に充填できる。平均粒子径が４０ μ m以下であると、硬化物の耐電圧性がより一層高くなる。

50

【 0 1 0 5 】

上記「平均粒子径」とは、レーザー回折式粒度分布測定装置により測定した体積平均での粒度分布測定結果から求められる平均粒子径である。

【 0 1 0 6 】

硬化物の厚みばらつきを抑制し、硬化物の熱伝導性を効果的に高める観点からは、無機フィラー（Ｃ）の最大粒子径は、好ましくは $70\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $50\mu\text{m}$ 以下である。なお、上記破砕フィラー及び上記板状フィラーの最大粒子径は、最大粒子の長径を意味する。

【 0 1 0 7 】

絶縁層１００重量％中、無機フィラー（Ｃ）の含有量は好ましくは７０重量％以上、より好ましくは７５重量％以上、更に好ましくは８０重量％以上、特に好ましくは８５重量％以上、最も好ましくは８６重量％以上、好ましくは９７重量％未満、より好ましくは９５重量％未満である。硬化性組成物（絶縁層に用いる硬化性組成物の全体）１００重量％中、無機フィラー（Ｃ）の含有量は７０重量％以上、より好ましくは７５重量％以上、更に好ましくは８０重量％以上、特に好ましくは８５重量％以上、最も好ましくは８６重量％以上、好ましくは９７重量％未満、より好ましくは９５重量％未満である。絶縁層及び硬化性組成物における無機フィラー（Ｃ）の含有量が上記下限以上及び上記上限以下であると、硬化物である絶縁層の硬化状態が良好になり、かつ熱伝導性がかなり高くなる。

【 0 1 0 8 】

第１の絶縁層１００重量％中及び第１の硬化性組成物１００重量％中、無機フィラー（Ｃ）の含有量は７０重量％以上、より好ましくは７５重量％以上、更に好ましくは８０重量％以上、特に好ましくは８５重量％以上、最も好ましくは８６重量％以上、好ましくは９７重量％未満、より好ましくは９５重量％未満である。第１の絶縁層及び第１の硬化性組成物における無機フィラー（Ｃ）の含有量が上記下限以上及び上記上限以下であることで、硬化物である第１の絶縁層の硬化状態が良好になり、かつ熱伝導性がかなり高くなる。

【 0 1 0 9 】

第２の絶縁層１００重量％中及び第２の硬化性組成物１００重量％中、無機フィラー（Ｃ）の含有量は好ましくは６７重量％以上、好ましくは９７重量％未満、より好ましくは９５重量％未満である。第２の絶縁層及び第２の硬化性組成物における無機フィラー（Ｃ）の含有量が上記下限以上及び上記上限以下であることで、硬化物である第２の絶縁層の硬化状態が良好になり、かつ硬化物である第２の絶縁層と導電層との接着性がかなり高くなる。

【 0 1 1 0 】

絶縁層全体での熱伝導性と、硬化物である第２の絶縁層と導電層との接着性との双方をバランスよく高める観点からは、上記絶縁層の上記銅板側の表面に位置する絶縁層部分の無機フィラーの含有量が、上記絶縁層の上記銅板側とは反対の表面に位置する絶縁層部分の無機フィラーの含有量よりも多いことが好ましく、１重量％以上多いことがより好ましく、５重量％以上多いことがより好ましく、１０重量％以上多いことが好ましい。絶縁層全体での熱伝導性と、硬化物である第２の絶縁層と導電層との接着性との双方をバランスよく高める観点からは、第１の絶縁層１００重量％中の無機フィラー（Ｃ）の含有量は、第２の絶縁層１００重量％中の無機フィラー（Ｃ）の含有量よりも多いことが好ましく、１重量％以上多いことがより好ましく、５重量％以上多いことがより好ましく、１０重量％以上多いことが好ましい。

【 0 1 1 1 】

絶縁層全体での熱伝導性と、硬化物である第２の絶縁層と導電層との接着性との双方をバランスよく高める観点からは、第２の絶縁層１００重量％中の無機フィラー（Ｃ）の含有量の、第１の絶縁層１００重量％中の無機フィラー（Ｃ）の含有量に対する比（第２の絶縁層１００重量％中の無機フィラー（Ｃ）の含有量／第１の絶縁層１００重量％中の無機フィラー（Ｃ）の含有量）は、好ましくは０．７以上、好ましくは０．９５以下である

10

20

30

40

50

。

【 0 1 1 2 】

(他の成分)

上記絶縁層及び上記硬化性組成物は、重量平均分子量が10000以上であるポリマーを含んでいてもよい。該ポリマーは、1種のみが用いられてもよく、2種以上が併用されてもよい。

【 0 1 1 3 】

上記ポリマーとして、熱可塑性樹脂及び熱硬化性樹脂などの硬化性樹脂等が使用可能である。上記ポリマーは硬化性樹脂であることが好ましい。

【 0 1 1 4 】

上記熱可塑性樹脂及び熱硬化性樹脂は、特に限定されない。上記熱可塑性樹脂としては特に限定されず、スチレン樹脂、フェノキシ樹脂、フタレート樹脂、熱可塑性ウレタン樹脂、ポリアミド樹脂、熱可塑性ポリイミド樹脂、ケトン樹脂及びノルボルネン樹脂等が挙げられる。上記熱硬化性樹脂としては特に限定されず、アミノ樹脂、フェノール樹脂、熱硬化性ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、熱硬化性ポリイミド樹脂及びアミノアルキド樹脂等が挙げられる。上記アミノ樹脂としては、尿素樹脂及びメラミン樹脂等が挙げられる。

【 0 1 1 5 】

硬化物の酸化劣化を抑え、硬化物の耐冷熱サイクル特性及び耐熱性をより一層高め、更に硬化物の吸水率をより一層低くする観点からは、ポリマーは、スチレン樹脂、フェノキシ樹脂又はエポキシ樹脂であることが好ましく、フェノキシ樹脂又はエポキシ樹脂であることがより好ましく、フェノキシ樹脂であることが更に好ましい。特に、フェノキシ樹脂又はエポキシ樹脂の使用により、硬化物の耐熱性がより一層高くなる。また、フェノキシ樹脂の使用により、硬化物の弾性率がより一層低くなり、かつ硬化物の耐冷熱サイクル特性がより一層高くなる。なお、ポリマーはエポキシ基などの環状エーテル基を有していなくてもよい。

【 0 1 1 6 】

上記スチレン樹脂として、具体的には、スチレン系モノマーの単独重合体、及びスチレン系モノマーとアクリル系モノマーとの共重合体等が使用可能である。中でも、スチレン-メタクリル酸グリシジルの構造を有するスチレン重合体が好ましい。

【 0 1 1 7 】

上記スチレン系モノマーとしては、例えば、スチレン、o-メチルスチレン、m-メチルスチレン、p-メチルスチレン、p-メトキシスチレン、p-フェニルスチレン、p-クロロスチレン、p-エチルスチレン、p-n-ブチルスチレン、p-tert-ブチルスチレン、p-n-ヘキシルスチレン、p-n-オクチルスチレン、p-n-ノニルスチレン、p-n-デシルスチレン、p-n-ドデシルスチレン、2,4-ジメチルスチレン及び3,4-ジクロロスチレン等が挙げられる。

【 0 1 1 8 】

上記フェノキシ樹脂は、具体的には、例えばエピハロヒドリンと2価のフェノール化合物とを反応させて得られる樹脂、又は2価のエポキシ化合物と2価のフェノール化合物とを反応させて得られる樹脂である。

【 0 1 1 9 】

上記フェノキシ樹脂は、ビスフェノールA型骨格、ビスフェノールF型骨格、ビスフェノールA/F混合型骨格、ナフタレン骨格、フルオレン骨格、ビフェニル骨格、アントラセン骨格、ピレン骨格、キサンテン骨格、アダマンタン骨格及びジシクロペンタジエン骨格からなる群から選択された少なくとも1つの骨格を有することが好ましい。中でも、上記フェノキシ樹脂は、ビスフェノールA型骨格、ビスフェノールF型骨格、ビスフェノールA/F混合型骨格、ナフタレン骨格、フルオレン骨格及びビフェニル骨格からなる群から選択された少なくとも1種の骨格を有することがより好ましく、フルオレン骨格及びビフェニル骨格の内の少なくとも1種の骨格を有することが更に好ましい。これらの好ましい骨格を有するフェノキシ樹脂の使用により、硬化物の耐熱性が更に一層高くなる。

【 0 1 2 0 】

上記エポキシ樹脂は、上記フェノキシ樹脂以外のエポキシ樹脂である。上記エポキシ樹脂としては、スチレン骨格含有エポキシ樹脂、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、ビスフェノール S 型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、ピフェノール型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、フルオレン型エポキシ樹脂、フェノールアラルキル型エポキシ樹脂、ナフトールアラルキル型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、アントラセン型エポキシ樹脂、アダマンタン骨格を有するエポキシ樹脂、トリシクロデカン骨格を有するエポキシ樹脂、及びトリアジン核を骨格に有するエポキシ樹脂等が挙げられる。

【 0 1 2 1 】

上記全樹脂成分 X の合計 1 0 0 重量 % 中、上記全樹脂成分 X 1 の合計 1 0 0 重量 % 中、及び上記全樹脂成分 X 2 の合計 1 0 0 重量 % 中、上記ポリマーの含有量はそれぞれ、好ましくは 2 0 重量 % 以上、より好ましくは 3 0 重量 % 以上、好ましくは 6 0 重量 % 以下、更に好ましくは 5 0 重量 % 以下である。ポリマーの含有量が上記下限以上であると、硬化性組成物の取扱い性が良好になる。ポリマーの含有量が上記上限以下であると、無機フィラー (C) の分散が容易になる。なお、上記全樹脂成分 X , X 1 , X 2 には、ポリマーが含まれる。

【 0 1 2 2 】

上記絶縁層及び上記硬化性組成物は、ゴム粒子を含んでいてもよい。該ゴム粒子の使用により、硬化物の応力緩和性及び柔軟性が高くなる。上記絶縁層及び上記硬化性組成物は、分散剤を含んでいてもよい。該分散剤の使用により、硬化物の熱伝導性及び耐電圧性がより一層高くなる。

【 0 1 2 3 】

上記絶縁層及び上記硬化性組成物は、ガラスクロス、ガラス不織布、アラミド不織布等の基材物質を含んでいてもよい。上記絶縁層及び上記硬化性組成物は、基材物質を含まないことが好ましく、特にガラスクロスを含まないことが好ましい。上記絶縁層及び上記硬化性組成物が上記基材物質を含まない場合には、絶縁層全体の厚みが薄くなり、硬化物の熱伝導性がより一層高くなり、更に必要に応じて絶縁層にレーザー加工又はドリル穴開け加工等の各種加工を容易に行うことができる。上記絶縁層はプリプレグでなくてもよい。

【 0 1 2 4 】

さらに、上記絶縁層及び上記硬化性組成物は、必要に応じて、シランカップリング剤、酸化防止剤、イオン捕捉剤、粘着性付与剤、可塑剤、チキソ性付与剤、光増感剤及び着色剤などを含んでいてもよい。なお、上記全樹脂成分 X , X 1 , X 2 には、シランカップリング剤が含まれる。

【 0 1 2 5 】

(積層体の詳細)

上記積層体の製造方法は特に限定されない。この製造方法として、例えば、熱伝導体上に、上記硬化性組成物を溶剤キャスト法等で塗工して、必要に応じて上記硬化性組成物の硬化を進行させて絶縁層を形成した後、絶縁層上に保護フィルムを積層する方法、並びに離型フィルム上に上記硬化性組成物を溶剤キャスト法等で塗工し上記硬化性組成物シートを形成した後に、熱伝導体上に上記硬化性組成物シートをラミネートし、その後必要に応じて上記硬化性組成物の硬化を進行させて絶縁層を形成し、その絶縁層上に保護フィルムを積層する方法などが挙げられる。上記硬化性組成物の硬化は、絶縁層が熱伝導体に積層される前に行われてもよく、積層された後に行われてもよく、絶縁層に保護フィルムが積層される前に行われてもよく、積層された後に行われてもよい。また上記積層体の製造方法は、この方法に限定されない。

【 0 1 2 6 】

また、絶縁層が多層である場合に、上記積層体の製造方法は特に限定されない。この製造方法として、例えば、熱伝導体上に、上述した硬化性組成物を溶剤キャスト法等で塗工して、第 1 の硬化性組成物の硬化を進行させて第 1 の絶縁層を形成した後、該第 1 の絶縁

10

20

30

40

50

層上に、上述した第2の硬化性組成物を溶剤キャスト法等で塗工して、必要に応じて第2の硬化性組成物の硬化を進行させて第2の絶縁層を形成した後、絶縁層上に保護フィルムを積層する方法、並びに離型フィルム上に、上述した第1の硬化性組成物を溶剤キャスト法等で塗工して上記硬化性組成物シートを形成した後に、熱伝導体上に上記硬化性組成物シートをラミネート、その後必要に応じて、第1の硬化性組成物の硬化を進行させて第1の絶縁層を形成した後、同様に形成した第2の硬化性組成物シートを第1の絶縁層上にラミネートし、必要に応じて第2の硬化性組成物の硬化を進行させて第2の絶縁層を形成した後、絶縁層上に保護フィルムを積層する方法等が挙げられる。また、第1の硬化性組成物の硬化は、第2の硬化性組成物のラミネートや塗工の後に行われてもよい。第1の硬化性組成物の硬化は、第1の絶縁層が熱伝導体に積層される前に行われてもよく、積層された後に行われてもよい。また、第1、第2の絶縁層を、押出成形法により形成してもよい。また上記積層体の製造方法は、これらの方法に限定されない。

10

【0127】

絶縁層（絶縁層全体）の熱伝導率は、好ましくは $2\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上、より好ましくは $3\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上、更に好ましくは $4\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上、特に好ましくは $5\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である。絶縁層の熱伝導率が高いほど、絶縁層全体での熱伝導性が十分に高くなる。

【0128】

硬化物である絶縁層（絶縁層全体）の絶縁破壊電圧は、好ましくは 30 kV 以上、より好ましくは 40 kV 以上、更に好ましくは 50 kV 以上、特に好ましくは 80 kV 以上、最も好ましくは 100 kV 以上である。絶縁破壊電圧が高いほど、積層体が例えば電力素

20

【0129】

図1に、本発明の一実施形態に係る積層体の一例を断面図で示す。

【0130】

図1に示す積層体1は、熱伝導率が $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である熱伝導体2と、絶縁層3と、保護フィルム層4とを備える。絶縁層3は、第1の絶縁層3Aと第2の絶縁層3Bとを有する。保護フィルム層4は、基材4Aと粘着部4Bとを有する。

【0131】

絶縁層3は、熱伝導体2の表面に積層されている。第1の絶縁層3Aは、熱伝導体2の表面に積層されている。第2の絶縁層3Bは、第1の絶縁層3Aの熱伝導体2側とは反対の表面に積層されている。保護フィルム層4は、絶縁層3の熱伝導体2側とは反対の表面に積層されている。保護フィルム層4は、第2の絶縁層3Bの第1の絶縁層3A側とは反対の表面に積層されている。粘着部4Bは、絶縁層3の熱伝導体2側とは反対の表面に積層されている。基材4Aは、粘着部4Bの絶縁層3側とは反対の表面に積層されている。

30

【0132】

図2に、本発明の一実施形態に係る積層体を用いて得られるパワー半導体モジュール用部品の一例を断面図で示す。

【0133】

図2に示すパワー半導体モジュール用部品11は、上述した積層体1を用いて形成されている。但し、積層体1における絶縁層3は硬化されている。また、積層体1の使用時に保護フィルム層4は絶縁層3の表面から剥離されており、パワー半導体モジュール用部品11は、保護フィルム層4を有さない。

40

【0134】

パワー半導体モジュール用部品11は、熱伝導率が $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である熱伝導体2と、硬化物である絶縁層3と、導電層12と、モールド樹脂13とを備える。硬化物である絶縁層3は、硬化物である第1の絶縁層3Aと、硬化物である第2の絶縁層3Bとを有する。

【0135】

導電層12は、絶縁層3の熱伝導体2側とは反対の表面に積層されている。導電層12は、第2の絶縁層3Bの第1の絶縁層3A側とは反対の表面に積層されている。熱伝導体

50

2と絶縁層3と導電層12とは、モールド樹脂13内に埋め込まれている。導電層12の一部は、モールド樹脂13から露出していることが好ましい。

【0136】

パワー半導体モジュール用部品11は、積層体1における絶縁層3の表面から保護フィルム層4を剥離して、露出した絶縁層3の表面に導電層12を積層し、次に絶縁層3を硬化させ、更に熱伝導体2と絶縁層3と導電層12とをモールド樹脂13内に埋め込むことにより得られる。このとき、導電層12の一部が露出するように、熱伝導体2と絶縁層3と導電層12とをモールド樹脂13内に埋め込むことが好ましい。また、熱伝導体2と絶縁層3と導電層12とをモールド樹脂13内に埋め込んだ後に、絶縁層3を硬化させてもよい。例えば、モールド樹脂13の硬化時に、絶縁層3を硬化させてもよい。

10

【0137】

また、上記積層体の用途は、上述したパワー半導体モジュール用部品に限定されない。上記積層体を用いて、例えば、両面に銅回路が設けられた積層板又は多層配線板、銅箔、銅板、半導体素子又は半導体パッケージ等の各導電層に、絶縁層を介して金属体が接着されている各種の電気部品を得てもよい。上記積層体は、基板上に半導体素子を実装されている半導体装置の導電層に、熱伝導体を接着するために好適に用いられる。さらに、上記積層体は、半導体素子以外の電子部品素子が基板上に搭載されている電子部品装置の導電層に、熱伝導率が $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である熱伝導体を接着するためにも好適に用いられる。

【0138】

20

上記熱伝導率が $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である熱伝導体は特に限定されない。上記熱伝導率が $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である熱伝導体としては、例えば、アルミニウム、銅、アルミナ、ベリリア、炭化ケイ素、窒化ケイ素、窒化アルミニウム及びグラファイトシート等が挙げられる。中でも、上記熱伝導率が $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である熱伝導体は、銅又はアルミニウムであることが好ましい。銅又はアルミニウムは、放熱性に優れている。

【0139】

以下、本発明の具体的な実施例及び比較例を挙げることにより、本発明を明らかにする。なお、本発明は以下の実施例に限定されない。

【0140】

絶縁層を形成するために、以下の材料を用意した。

30

【0141】

[ポリマー]

(1)ビスフェノールA型フェノキシ樹脂(三菱化学社製「E1256」、 $M_w = 51000$)

(2)ポリスチレン(東洋スチレン社製「HRM26」、 $M_w = 30$ 万)

【0142】

[硬化性化合物(A)]

(1)ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂(三菱化学社製「エピコート828US」、 $M_w = 370$)

(2)ビスフェノールF型液状エポキシ樹脂(三菱化学社製「エピコート806L」、 $M_w = 370$)

40

(3)ナフタレン骨格液状エポキシ樹脂(DIC社製「EPICLON HP-4032D」、 $M_w = 304$)

(4)ビフェニル骨格エポキシ樹脂(三菱化学社製「エピコートYX4000」、 $M_w = 368$)

【0143】

[硬化剤(B)]

(1)脂環式骨格酸無水物(新日本理化社製「MH-700」)

(2)ビフェニル骨格フェノール樹脂(明和化成社製「MEH-7851-S」)

(3)ジアミノジフェニルメタン(融点 90°C)

50

(4) ジシアンジアミド (融点 208)

(5) イソシアヌル変性固体分散型イミダゾール (四国化成社製「2MZA-PW」、融点 253)

【0144】

[無機フィラー (C)]

(1) 5 μ m 破砕アルミナ (破砕フィラー、日本軽金属社製「LT300C」、平均粒子径 5 μ m、最大粒子径 15 μ m、熱伝導率 36 W/m $\cdot$ K、新モース硬度 12)

(2) 球状アルミナ (デンカ社製「DAM-10」、平均粒子径 10 μ m、最大粒子径 30 μ m、熱伝導率 36 W/m $\cdot$ K、新モース硬度 12)

(3) 窒化アルミニウム (東洋アルミニウム社製「TOYALNITE-FLX」、平均粒子径 14 μ m、最大粒子径 30 μ m、熱伝導率 200 W/m $\cdot$ K、新モース硬度 11)

(4) 結晶性シリカ (龍森社製「クリスタライトCMC-12」、平均粒子径 5 μ m、最大粒子径 20 μ m、熱伝導率 10 W/m $\cdot$ K、新モース硬度 9)

(5) 窒化ホウ素凝集粒子 (モーメンティブ社製「TPX25」、平均粒子径 25 μ m、最大粒子径 100 μ m、熱伝導率 60 W/m $\cdot$ K、新モース硬度 2)

(6) 溶融シリカ (トクヤマ社製「SE15」、平均粒子径 15 μ m、最大粒子径 60 μ m、熱伝導率 2 W/m $\cdot$ K、新モース硬度 7)

【0145】

[添加剤]

(1) エポキシシランカップリング剤 (信越化学工業社製「KBE403」)

【0146】

[溶剤]

(1) メチルエチルケトン

保護フィルム層を形成するために、以下の保護フィルムを用意した。

【0147】

[凹凸形状を表面に有する保護フィルム]

(1) 種類 1: 保護フィルム 1 (基材及び粘着部の双方の表面がエンボス加工により凹凸形状を有する、厚み 50 μ m、基材: PET、粘着部の十点平均粗さ Rz 5 μ m)

(2) 種類 2: 保護フィルム 2 (基材の表面は凹凸形状を有さない、粘着部の表面はエンボス加工により凹凸形状を有する、保護フィルムの厚み 50 μ m、粘着部の厚み 30 μ m、基材: PET、粘着部の十点平均粗さ Rz 30 μ m)

(3) 種類 3: 保護フィルム 3 (基材の表面は凹凸形状を有さない、粘着部の表面はエンボス加工により凹凸形状を有する、保護フィルムの厚み 40 μ m、粘着部の厚み 30 μ m、基材: PET、粘着部の十点平均粗さ Rz 30 μ m)

(4) 種類 4: 保護フィルム 4 (基材の表面は凹凸形状を有さない、粘着部の表面はエンボス加工により凹凸形状を有する、保護フィルムの厚み 80 μ m、粘着部の厚み 40 μ m、基材: PET、粘着部の十点平均粗さ Rz 30 μ m)

(5) 種類 5: 保護フィルム 5 (基材の表面は凹凸形状を有さない、粘着部の表面はエンボス加工により凹凸形状を有する、保護フィルムの厚み 150 μ m、粘着部の厚み 40 μ m、基材: PET、粘着部の十点平均粗さ Rz 30 μ m)

(6) 種類 6: 保護フィルム 6 (基材の表面は凹凸形状を有さない、粘着部の表面はエンボス加工により凹凸形状を有する、保護フィルムの厚み 180 μ m、粘着部の厚み 40 μ m、基材: PET、粘着部の十点平均粗さ Rz 30 μ m)

(7) 種類 7: 保護フィルム 7 (基材の表面は凹凸形状を有さない、粘着部の表面はエンボス加工により凹凸形状を有する、保護フィルムの厚み 180 μ m、粘着部の厚み 80 μ m、基材: PET、粘着部の十点平均粗さ Rz 60 μ m)

(8) 種類 8: 保護フィルム 8 (基材の表面は凹凸形状を有さない、粘着部の表面はエンボス加工により凹凸形状を有する、保護フィルムの厚み 80 μ m、粘着部の厚み 60 μ m、基材: PET、粘着部の十点平均粗さ Rz 50 μ m)

(9) 種類 9 : 保護フィルム 9 (基材の表面は凹凸形状を有さない、粘着部の表面はエンボス加工により凹凸形状を有する、保護フィルムの厚み 5 0 μ m、粘着部の厚み 1 0 μ m、基材 : P E T、粘着部の十点平均粗さ R_z 1 0 μ m)

(1 0) 種類 1 0 : 保護フィルム 1 0 (基材の表面は凹凸形状を有さない、粘着部の表面はエンボス加工により凹凸形状を有する、保護フィルムの厚み 2 0 μ m、粘着部の厚み 3 μ m、基材 : P E T、粘着部の十点平均粗さ R_z 3 μ m)

(1 1) 種類 1 1 : 保護フィルム 1 1 (基材の表面は凹凸形状を有さない、粘着部の表面はエンボス加工により凹凸形状を有する、保護フィルムの厚み 2 0 μ m、粘着部の厚み 1 μ m、基材 : P E T、粘着部の十点平均粗さ R_z 0 . 5 μ m)

(1 2) 種類 1 2 : 保護フィルム 1 2 (基材の表面は凹凸形状を有さない、粘着部の表面はエンボス加工により凹凸形状を有する、保護フィルムの厚み 1 5 μ m、粘着部の厚み 3 μ m、基材 : P E T、粘着部の十点平均粗さ R_z 3 μ m)

(1 3) 種類 1 3 : 保護フィルム 1 3 (基材の表面は凹凸形状を有さない、粘着部の表面はエンボス加工により凹凸形状を有する、保護フィルムの厚み 5 0 μ m、粘着部の厚み 3 μ m、基材 : P E、粘着部の十点平均粗さ R_z 3 μ m)

【 0 1 4 8 】

[凹凸形状を表面に有さない保護フィルム]

(1) 種類 A : 保護フィルム A (基材と粘着部を有する、基材及び粘着部の双方の表面は凹凸形状を有さない、保護フィルムの厚み 5 0 μ m、粘着部の厚み 3 0 μ m、基材 : P E T)

(2) 種類 B : 保護フィルム B (非粘着性の基材のみ、粘着部を有さない、基材の表面は凹凸形状を有さない、保護フィルムの厚み 5 0 μ m、基材 : P E T)

【 0 1 4 9 】

(実施例 1)

ホモディスパー型攪拌機を用い、下記の表 1 に示す割合 (配合単位は重量部) で各成分を配合し、混練し、第 1 の絶縁層を形成するための第 1 の硬化性組成物、及び第 2 の絶縁層を形成するための第 2 の硬化性組成物を調製した。

【 0 1 5 0 】

上記第 1 の硬化性組成物を厚み 5 0 μ m の離型 P E T シート上に塗工し、9 0 ° オープン内で 3 0 分乾燥して、P E T シート上に厚み 8 0 μ m の第 1 の絶縁層を作製した。また、上記第 2 の硬化性組成物を厚み 5 0 μ m の離型 P E T シート上に塗工し、9 0 ° オープン内で 3 0 分乾燥して、P E T シート上に厚み 8 0 μ m の第 2 の絶縁層を作製した。

【 0 1 5 1 】

得られた第 1 の絶縁層を厚さ 0 . 5 mm の銅板 (C u) 上に熱ラミネーターを用いて貼り合せた後に 2 0 0 ° で 1 時間 (第 1 の硬化性組成物の硬化条件) 硬化させた。その後、第 1 の絶縁層上に第 2 の絶縁層を熱ラミネーターを用いて貼り合せた後に、1 3 0 ° で 3 分間硬化 (第 2 の硬化性組成物の硬化条件) させた。次に、第 2 の絶縁層の表面に保護フィルムを粘着部側から、2 5 ° で 2 k g のゴムローラーを 1 往復させて圧着し、保護フィルム層を形成して、積層体を作製した。

【 0 1 5 2 】

(実施例 2 ~ 3 0)

第 1 , 第 2 の硬化性組成物に用いた各成分の種類及び配合量、第 2 の硬化性組成物の硬化条件、並びに積層体を得る際に用いた保護フィルムの種類を下記の表 1 ~ 4 に示すようにしたこと以外は、実施例 1 と同様にして硬化性組成物を調製し、積層体を得た。

【 0 1 5 3 】

(比較例 1)

保護フィルムを保護フィルム A に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、積層体を得た。

【 0 1 5 4 】

(比較例 2)

保護フィルムを保護フィルム B に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、積層体を得た。

【 0 1 5 5 】

(比較例 3)

厚さ 0 . 5 mm の銅板を、厚さ 0 . 5 μ m の F R - 4 基板 (F R - 4) に変更したこと、並びに保護フィルムを保護フィルム B に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、積層体を得た。

【 0 1 5 6 】

(評価)

(1) 保護フィルム層の剥離性

10

得られた積層体を、45 t o n プレス機で 1 c m $\times$ 5 c m の大きさにプレス打ち抜きで切断し、評価サンプルを得た。得られた評価サンプルの保護フィルム層に粘着テープ (ニチバン製「 C T 2 4 」) を 2 5 で 2 k g のゴムローラーを 1 往復させて圧着した後に、絶縁層の表面から保護フィルム層を剥離した。保護フィルム層の剥離性を下記の基準で判定した。

【 0 1 5 7 】

[保護フィルム層の剥離性]

- ○ : 評価サンプル 2 0 個中、全てで剥離不良なし
- : 評価サンプル 2 0 個中、剥離不良の発生個数が 1 ~ 2 個
- : 評価サンプル 2 0 個中、剥離不良の発生個数が 3 ~ 4 個
- × : 評価サンプル 2 0 個中、剥離不良の発生個数が 5 個以上

20

【 0 1 5 8 】

(2) プレス打ち抜き前後での接着性の変化

得られた積層体を、45 t o n プレス機で 5 c m $\times$ 5 c m の大きさにプレス打ち抜きで切断し、評価サンプルを得た。得られた評価サンプルにおける保護フィルム層と絶縁層との打ち抜き加工後の剥離強度を、9 0 ° 剥離試験により測定した。

【 0 1 5 9 】

別途、保護フィルムを備えていない積層体を用意し、プレスを行わずに 5 c m $\times$ 5 c m の大きさに切断した。その後、第 2 の絶縁層の表面に保護フィルムを、2 5 で 2 k g のゴムローラーを 1 往復させて圧着し、保護フィルム層を形成して、評価サンプルを用意した。得られた評価サンプルにおける保護フィルム層と絶縁層との打ち抜き加工前の剥離強度を、9 0 ° 剥離試験により測定した。プレス打ち抜き前後での接着性の変化を下記の基準で判定した。

30

【 0 1 6 0 】

[プレス打ち抜き前後での接着性の変化の判定基準]

- : 打抜き加工後の剥離強度が、打抜き前の剥離強度の 1 3 0 % 未満
- : 打抜き加工後の剥離強度が、打抜き前の剥離強度の 1 3 0 % 以上、2 0 0 % 未満
- × : 打抜き加工後の剥離強度が、打抜き前の剥離強度の 2 0 0 % 以上

【 0 1 6 1 】

(3) 絶縁破壊電圧 (耐電圧性)

40

得られた積層体を、45 t o n プレス機で 5 c m $\times$ 5 c m の大きさにプレス打ち抜きで切断した。その後、5 c m $\times$ 5 c m の大きさの絶縁層 (絶縁層全体) を取り出して、評価サンプルを得た。得られた評価サンプルを 2 0 0 のオープン内で 1 時間硬化させ、硬化物である絶縁層を得た。耐電圧試験器 (E X T E C H E l e c t r o n i c s 社製「 M O D E L 7 4 7 3 」) を用いて、絶縁層間に 1 k V / 秒の速度で電圧が上昇するように、交流電圧を印加した。絶縁層が破壊した電圧を、絶縁破壊電圧とした。1 0 0 個の絶縁層について絶縁破壊電圧を評価し、平均値を求めた。

【 0 1 6 2 】

(4) 絶縁破壊電圧 (耐電圧性) の安定性

上記 (3) 絶縁破壊電圧 (耐電圧性) の評価結果から、絶縁破壊電圧の安定性を下記の

50

基準で判定した。

【 0 1 6 3 】

[絶縁破壊電圧 (耐電圧性) の安定性]

○ : 1 0 0 個の絶縁層の絶縁破壊電圧の平均値よりも、絶縁破壊電圧が 3 k V 以上低い絶縁層の数が 0 ~ 1 個

： 1 0 0 個の絶縁層の絶縁破壊電圧の平均値よりも、絶縁破壊電圧が 3 k V 以上低い絶縁層の数が 2 ~ 4 個

× : 1 0 0 個の絶縁層の絶縁破壊電圧の平均値よりも、絶縁破壊電圧が 3 k V 以上低い絶縁層の数が 5 個以上

【 0 1 6 4 】

10

(5) 放熱性

得られた積層体を、4 5 t o n プレス機で 5 c m × 5 c m の大きさにプレス打抜きで切断し、評価サンプルを得た。得られた評価サンプルを用いて、絶縁層の表面から保護フィルムを剥離して、露出した絶縁層の表面を、同じサイズの 6 0 に制御された表面平滑な発熱体に 1 9 6 N / c m ² の圧力で押し付けた。銅板の表面の温度を熱伝対により測定した。放熱性を下記の基準で判定した。

【 0 1 6 5 】

[放熱性の判定基準]

○ : 発熱体と銅板の表面の温度差が 3 を超え、6 以内

： 発熱体と銅板の表面の温度差が 6 を超え、1 0 以内

× : 発熱体を銅板の表面の温度差が 1 0 を超える

20

【 0 1 6 6 】

(6) 接着性

得られた積層体を、4 5 t o n プレス機で 5 c m × 5 c m の大きさにプレス打抜きで切断し、評価サンプルを得た。得られた評価サンプルを用いて、絶縁層の表面から保護フィルムを剥離して、露出した絶縁層の表面に、厚み 3 5 μ m の電解銅箔を 1 M P a の圧力で押し付けながら、2 0 0 で 1 時間加熱した。その後、硬化物である絶縁層と銅箔との剥離強度を、9 0 ° 剥離試験により測定した。

【 0 1 6 7 】

配合成分及び結果を下記の表 1 ~ 4 に示す。

30

【 0 1 6 8 】

【表 1】

			実施例									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
第2の硬化性組成物の配合成分（重量部）	ポリマー	ビスフェノールA型フェノキシ樹脂	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		ポリスチレン										
	硬化性化合物（A）	ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		ビスフェノールF型液状エポキシ樹脂										
		ナフタレン骨格液状エポキシ樹脂										
		ビフェニル骨格エポキシ樹脂										
	硬化剤（B）	脂環式骨格酸無水物	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		ビフェニル骨格フェノール樹脂										
		ジアミノジフェニルメタン										
		ジシアンジアミド										
	無機フィラー（C）	イソシアヌル変性固体分散型イミダゾール	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5 μm 破砕アルミナ										
		球状アルミナ	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
		窒化アルミニウム										
		結晶性シリカ										
第1の硬化性組成物の配合成分（重量部）	ポリマー	ビスフェノールA型フェノキシ樹脂	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		ポリスチレン										
	硬化性化合物（A）	ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		ビスフェノールF型液状エポキシ樹脂										
		ナフタレン骨格液状エポキシ樹脂										
		ビフェニル骨格エポキシ樹脂										
	硬化剤（B）	脂環式骨格酸無水物	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		ビフェニル骨格フェノール樹脂										
		ジアミノジフェニルメタン										
		ジシアンジアミド										
	無機フィラー（C）	イソシアヌル変性固体分散型イミダゾール	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		5 μm 破砕アルミナ										
		球状アルミナ	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
		窒化アルミニウム										
		結晶性シリカ										
第1の絶縁層の硬化条件	ポリマー	ビスフェノールA型フェノキシ樹脂	130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min
		ポリスチレン										
	硬化性化合物（A）	ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		ビスフェノールF型液状エポキシ樹脂										
		ナフタレン骨格液状エポキシ樹脂										
		ビフェニル骨格エポキシ樹脂										
	硬化剤（B）	脂環式骨格酸無水物	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		ビフェニル骨格フェノール樹脂										
		ジアミノジフェニルメタン										
		ジシアンジアミド										
	無機フィラー（C）	イソシアヌル変性固体分散型イミダゾール	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5 μm 破砕アルミナ										
		球状アルミナ	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
		窒化アルミニウム										
		結晶性シリカ										
第2の絶縁層の硬化率（%）	ポリマー	ビスフェノールA型フェノキシ樹脂	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		ポリスチレン										
	硬化性化合物（A）	ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		ビスフェノールF型液状エポキシ樹脂										
		ナフタレン骨格液状エポキシ樹脂										
		ビフェニル骨格エポキシ樹脂										
	硬化剤（B）	脂環式骨格酸無水物	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		ビフェニル骨格フェノール樹脂										
		ジアミノジフェニルメタン										
		ジシアンジアミド										
	無機フィラー（C）	イソシアヌル変性固体分散型イミダゾール	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5 μm 破砕アルミナ										
		球状アルミナ	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
		窒化アルミニウム										
		結晶性シリカ										
第2の絶縁層100重量%中の無機フィラー（C）の含有量（重量%）	ポリマー	ビスフェノールA型フェノキシ樹脂	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
		ポリスチレン										
	硬化性化合物（A）	ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
		ビスフェノールF型液状エポキシ樹脂										
		ナフタレン骨格液状エポキシ樹脂										
		ビフェニル骨格エポキシ樹脂										
	硬化剤（B）	脂環式骨格酸無水物	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		ビフェニル骨格フェノール樹脂										
		ジアミノジフェニルメタン										
		ジシアンジアミド										
	無機フィラー（C）	イソシアヌル変性固体分散型イミダゾール	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5 μm 破砕アルミナ										
		球状アルミナ	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
		窒化アルミニウム										
		結晶性シリカ										
保護フィルムの種類	ポリマー	ビスフェノールA型フェノキシ樹脂	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		ポリスチレン										
	硬化性化合物（A）	ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		ビスフェノールF型液状エポキシ樹脂										
		ナフタレン骨格液状エポキシ樹脂										
		ビフェニル骨格エポキシ樹脂										
	硬化剤（B）	脂環式骨格酸無水物	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		ビフェニル骨格フェノール樹脂										
		ジアミノジフェニルメタン										
		ジシアンジアミド										
	無機フィラー（C）	イソシアヌル変性固体分散型イミダゾール	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5 μm 破砕アルミナ										
		球状アルミナ	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
		窒化アルミニウム										
		結晶性シリカ										
熱伝導体の種類	ポリマー	ビスフェノールA型フェノキシ樹脂	19	19	19	19	19	19	15	18	21	22
		ポリスチレン										
	硬化性化合物（A）	ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂	19	19	19	19	19	19	15	18	21	22
		ビスフェノールF型液状エポキシ樹脂										
		ナフタレン骨格液状エポキシ樹脂										
		ビフェニル骨格エポキシ樹脂										
	硬化剤（B）	脂環式骨格酸無水物	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		ビフェニル骨格フェノール樹脂										
		ジアミノジフェニルメタン										
		ジシアンジアミド										
	無機フィラー（C）	イソシアヌル変性固体分散型イミダゾール	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5 μm 破砕アルミナ										
		球状アルミナ	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
		窒化アルミニウム										
		結晶性シリカ										
評価	保護フィルム層の剥離性	保護フィルム層の剥離性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		プレス打ち抜き前後での接着性の変化	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	絶縁破壊電圧の安定性	絶縁破壊電圧の安定性	5.1	5.2	5.1	5.2	5.1	5.1	4	4.7	5.3	5.5
		絶縁破壊電圧の安定性	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○
	放熱性	放熱性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		放熱性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	接着性（N/cm）	接着性（N/cm）	19	19	19	19	19	19	15	18	21	22
		接着性（N/cm）	19	19	19	19	19	19	15	18	21	22

【表 2】

			実施例									
			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
第2の硬化性組成物の配合成分（重量部）	ポリマー	ビスフェノールA型フェノキシ樹脂	6	6	6	6	6	6	6	6		6
		ポリスチレン									6	
	硬化性化合物（A）	ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
		ビスフェノールF型液状エポキシ樹脂										10
		ナフタレン骨格液状エポキシ樹脂										
		ビフェニル骨格エポキシ樹脂										
	硬化剤（B）	脂環式骨格酸無水物	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		ビフェニル骨格フェノール樹脂										
		ジアミノジフェニルメタン										
		ジシアンジアミド										
	無機フィラー（C）	イソシアヌル変性固体分散型イミダゾール	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5 μm破砕アルミナ										
		球状アルミナ	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
		窒化アルミニウム										
		結晶性シリカ										
第1の硬化性組成物の配合成分（重量部）	ポリマー	窒化ホウ素凝集粒子										
		熔融シリカ										
	添加剤	エポキシシランカップリング剤	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	溶剤	メチルエチルケトン	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	第2の硬化性組成物の硬化条件		130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min	90℃ 3min	100℃ 3min	140℃ 3min	150℃ 3min	160℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min
	第2の絶縁層の硬化率（%）		40	40	40	10	20	60	80	85	40	40
	第2の絶縁層100重量%中の無機フィラー（C）の含有量（重量%）		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	ポリマー	ビスフェノールA型フェノキシ樹脂	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		ポリスチレン										
	硬化性化合物（A）	ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		ビスフェノールF型液状エポキシ樹脂										
		ナフタレン骨格液状エポキシ樹脂										
		ビフェニル骨格エポキシ樹脂										
	硬化剤（B）	脂環式骨格酸無水物	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		ビフェニル骨格フェノール樹脂										
		ジアミノジフェニルメタン										
		ジシアンジアミド										
	無機フィラー（C）	イソシアヌル変性固体分散型イミダゾール	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		5 μm破砕アルミナ										
		球状アルミナ	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
		窒化アルミニウム										
		結晶性シリカ										
評価	窒化ホウ素凝集粒子	窒化ホウ素凝集粒子										
		熔融シリカ										
	添加剤	エポキシシランカップリング剤	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	溶剤	メチルエチルケトン	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	第1の絶縁層の硬化率（%）		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	第1の絶縁層100重量%中の無機フィラー（C）の含有量（重量%）		90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	保護フィルムの種類		11	12	13	2	2	2	2	2	2	2
	熱伝導体の種類		Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu
	評価	保護フィルム層の剥離性	〇〇	〇	〇	〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
		プレス打ち抜き前後での接着性の変化	△	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇
		絶縁破壊電圧の平均値（kV）	5.7	5.5	5.4	4.6	4.8	5.3	5.6	5.8	5	6
		絶縁破壊電圧の安定性	〇	〇	〇	△	〇	〇	〇	〇	〇	〇
		放熱性	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇
		接着性（N/cm）	23	22	20	25	23	19	18	12	18	22

【 0 1 7 0 】

【表 3】

			実施例									
			21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
第2の硬化性組成物の配合成分（重量部）	ポリマー	ビスフェノールA型フェノキシ樹脂	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		ポリスチレン										
	硬化性化合物（A）	ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂			10	10	10	10	10	10	10	10
		ビスフェノールF型液状エポキシ樹脂										
		ナフタレン骨格液状エポキシ樹脂	10									
		ビフェニル骨格エポキシ樹脂		10								
	硬化剤（B）	脂環式骨格酸無水物	2	2				2	2	2	2	2
		ビフェニル骨格フェノール樹脂			2							
		ジアミノジフェニルメタン				2						
		ジシアンジアミド					2					
		イソシアヌル変性固体分散型イミダゾール	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	無機フィラー（C）	5 μm 破碎アルミナ						50				
		球状アルミナ	80	80	80	80	80	30				
		窒化アルミニウム							80		50	
		結晶性シリカ								80		
		窒化ホウ素凝集粒子									30	
		溶融シリカ										80
	添加剤	エポキシシランカップリング剤	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	溶剤	メチルエチルケトン	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
第2の硬化性組成物の硬化条件			130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min	130℃ 3min
第2の絶縁層の硬化率（%）			40	40	50	55	35	40	40	40	40	40
第2の絶縁層100重量%中の無機フィラー（C）の含有量（重量%）			80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
第1の硬化性組成物の配合成分（重量部）	ポリマー	ビスフェノールA型フェノキシ樹脂	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		ポリスチレン										
	硬化性化合物（A）	ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		ビスフェノールF型液状エポキシ樹脂										
		ナフタレン骨格液状エポキシ樹脂										
		ビフェニル骨格エポキシ樹脂										
	硬化剤（B）	脂環式骨格酸無水物	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		ビフェニル骨格フェノール樹脂										
		ジアミノジフェニルメタン										
		ジシアンジアミド										
		イソシアヌル変性固体分散型イミダゾール	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	無機フィラー（C）	5 μm 破碎アルミナ						60				
		球状アルミナ	90	90	90	90	90	30				
		窒化アルミニウム							90		50	
		結晶性シリカ								90		
		窒化ホウ素凝集粒子									30	
		溶融シリカ										90
	添加剤	エポキシシランカップリング剤	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	溶剤	メチルエチルケトン	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
第1の絶縁層の硬化率（%）			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
第1の絶縁層100重量%中の無機フィラー（C）の含有量（重量%）			90	90	90	90	90	90	90	90	80	0
保護フィルムの種類			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
熱伝導体の種類			Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu
評価	保護フィルム層の剥離性		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	プレス打ち抜き前後での接着性の変化		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	絶縁破壊電圧の平均値（kV）		6.1	6.2	5.7	5.8	6	6.1	4.8	5.7	5	5.7
	絶縁破壊電圧の安定性		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	放熱性		○	○	○	○	○	○	○	○	○	△
	接着性（N/cm）		23	23	20	23	25	25	18	19	20	19

【 0 1 7 1 】

10

20

30

【表 4】

			比較例		
			1	2	3
第2の硬化性組成物の配合成分（重量部）	ポリマー	ビスフェノールA型フェノキシ樹脂	6	6	6
		ポリスチレン			
	硬化性化合物（A）	ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂	10	10	10
		ビスフェノールF型液状エポキシ樹脂			
		ナフタレン骨格液状エポキシ樹脂			
		ビフェニル骨格エポキシ樹脂			
	硬化剤（B）	脂環式骨格酸無水物	2	2	2
		ビフェニル骨格フェノール樹脂			
		ジアミノジフェニルメタン			
		ジシアンジアミド			
	無機フィラー（C）	イソシアヌル変性固体分散型イミダゾール	1	1	1
		5 μm 破碎アルミナ			
		球状アルミナ	80	80	80
		窒化アルミニウム			
		結晶性シリカ			
	添加剤	窒化ホウ素凝集粒子			
		溶融シリカ			
	溶剤	エポキシシランカップリング剤	1	2	2
		メチルエチルケトン	10	10	10
第2の硬化性組成物の硬化条件			130°C 3min	130°C 3min	130°C 3min
第2の絶縁層の硬化率（%）			40	40	40
第2の絶縁層100重量%中の無機フィラー（C）の含有量（重量%）			80	80	80
第1の硬化性組成物の配合成分（重量部）	ポリマー	ビスフェノールA型フェノキシ樹脂	3	3	3
		ポリスチレン			
	硬化性化合物（A）	ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂	5	5	5
		ビスフェノールF型液状エポキシ樹脂			
		ナフタレン骨格液状エポキシ樹脂			
		ビフェニル骨格エポキシ樹脂			
	硬化剤（B）	脂環式骨格酸無水物	1	1	1
		ビフェニル骨格フェノール樹脂			
		ジアミノジフェニルメタン			
		ジシアンジアミド			
	無機フィラー（C）	イソシアヌル変性固体分散型イミダゾール	0.5	0.5	0.5
		5 μm 破碎アルミナ			
		球状アルミナ	90	90	90
		窒化アルミニウム			
		結晶性シリカ			
	添加剤	窒化ホウ素凝集粒子			
		溶融シリカ			
	溶剤	エポキシシランカップリング剤	0.5	0.5	0.5
		メチルエチルケトン	10	10	10
第1の絶縁層の硬化率（%）			100	100	100
第1の絶縁層100重量%中の無機フィラー（C）の含有量（重量%）			90	90	90
保護フィルムの種類			A	B	B
熱伝導体の種類			Cu	Cu	FR-4
評価	保護フィルム層の剥離性		×	△	×
	プレス打ち抜き前後での接着性の変化		×	×	×
	絶縁破壊電圧の平均値（kV）		5.1	5.1	10.2
	絶縁破壊電圧の安定性		△	△	×
	放熱性		○	○	×
	接着性（N/cm）		21	21	21

【符号の説明】

【0172】

- 1 ... 積層体
- 2 ... 熱伝導体
- 3 ... 絶縁層
- 3 A ... 第1の絶縁層
- 3 B ... 第2の絶縁層
- 4 ... 保護フィルム層
- 4 A ... 基材
- 4 B ... 粘着部

1 1 ... パワー半導体モジュール用部品

1 2 ... 導電層

1 3 ... モールド樹脂

【要約】

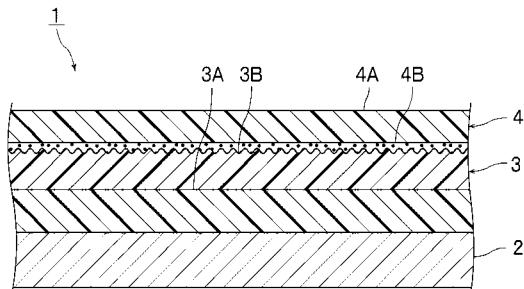
【課題】絶縁層に対する異物の付着を抑えることができ、更に保護フィルム層を絶縁層から容易に剥離することができる積層体を提供する。

【解決手段】本発明に係る積層体 1 は、熱伝導率が $10 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上である熱伝導体 2 と、熱伝導体 2 の表面に積層されている絶縁層 3 と、絶縁層 3 の熱伝導体 2 側と反対の表面に積層されている保護フィルム層 4 とを備える。保護フィルム層 4 は、基材 4 A と基材 4 A の表面に積層された粘着部 4 B とを有する。保護フィルム層 4 は、粘着部 4 B 側から絶縁層 3 の表面に積層されている。保護フィルム層 4 は、粘着部 4 B の絶縁層 3 側の表面に凹凸形状を有する。

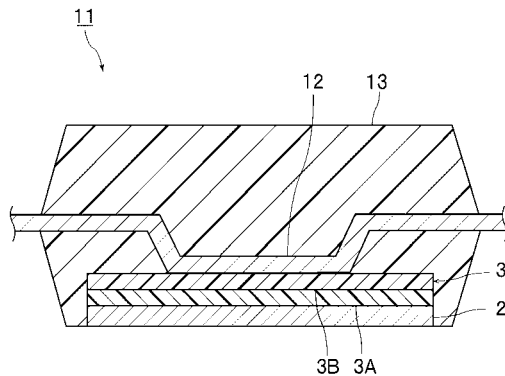
10

【選択図】図 1

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 渡邊 貴志
大阪府三島郡島本町百山 2 - 1 積水化学工業株式会社内

審査官 ▲吉▼澤 英一

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 1 5 6 7 2 7 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 5 6 9 3 5 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 2 3 0 4 7 2 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 3 1 5 2 4 4 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 5 8 3 9 5 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 3 3 6 0 1 7 (J P , A)
実開平 0 6 - 0 2 0 0 4 3 (J P , U)
特開 2 0 0 8 - 2 1 4 5 6 0 (J P , A)
特許第 3 8 4 6 6 9 9 (J P , B 2)
特開 2 0 0 4 - 1 2 8 4 2 0 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 2 2 4 1 1 0 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 1 6 5 7 9 2 (J P , A)
特開昭 5 2 - 1 0 2 6 7 8 (J P , A)
特開昭 5 8 - 0 5 7 0 3 0 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 1 / 0 4 0 4 1 5 (W O , A 1)
特表 2 0 0 8 - 5 0 9 0 2 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 3 2 B 1 / 0 0 - 4 3 / 0 0
H 0 1 L 2 3 / 2 9
H 0 1 L 2 3 / 3 4 - 2 3 / 4 7 3