

(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
2016 年 11 月 3 日(03.11.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/175295 A1

- (51) 国際特許分類:
C08G 59/40 (2006.01) C08K 5/13 (2006.01)
C08K 3/28 (2006.01) C08K 5/18 (2006.01)
C08K 3/32 (2006.01) C08L 63/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/063397
- (22) 国際出願日: 2016 年 4 月 28 日(28.04.2016)
- (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 2015-091605 2015 年 4 月 28 日(28.04.2015) JP
特願 2016-086709 2016 年 4 月 25 日(25.04.2016) JP
- (71) 出願人: T D K 株式会社(TDK CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目 9 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 桑嶋 隆義(KUWAJIMA, Takayoshi); 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目 9 番 1 号 T D K 株式会社内 Tokyo (JP). 杉山 強(SUGIYAMA, Tsuyoshi); 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目 9 番 1 号 T D K 株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人つばさ国際特許事務所 (TSUBASA PATENT PROFESSIONAL CORPORATION); 〒1600022 東京都新宿区新宿 1 丁目 1 5 番 9 号 さわだビル 3 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), ユーロパ (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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: RESIN COMPOSITION, RESIN SHEET, RESIN CURED PRODUCT AND RESIN SUBSTRATE

(54) 発明の名称: 樹脂組成物、樹脂シート、樹脂硬化物および樹脂基板

[図1]



(57) Abstract: This resin composition contains an epoxy compound, a triphenylbenzene compound, inorganic particles containing magnesium oxide (MgO) or the like, and phosphorus (P). The triphenylbenzene compound comprises, as a skeleton, 1, 3, 5-triphenylbenzene, and a reactive group has been introduced into the skeleton. The phosphorus content (mass%), which is expressed by (mass of phosphorus)/(mass of nonvolatile content excluding inorganic particles) × 100, is from 0.5 mass% to 4.3 mass% (inclusive).

(57) 要約: 樹脂組成物は、エポキシ化合物と、トリフェニルベンゼン化合物と、酸化マグネシウム (MgO) などを含む無機粒子と、リン (P) とを含む。トリフェニルベンゼン化合物は、骨格として 1, 3, 5-トリフェニルベンゼンを含むと共にその骨格に反応基が導入された化合物である。(リンの質量/無機粒子を除いた不揮発分の質量) × 100 で表されるリンの含有量 (質量%) は、0.5 質量%以上 4.3 質量%以下である。

WO 2016/175295 A1

明 細 書

発明の名称：

樹脂組成物、樹脂シート、樹脂硬化物および樹脂基板

技術分野

[0001] 本発明は、エポキシ化合物を含む樹脂組成物、ならびにその樹脂組成物を用いた樹脂シート、樹脂硬化物および樹脂基板に関する。

背景技術

[0002] 自動車などの高温環境用途に、各種の電子部品が広く用いられる傾向にある。このため、電子部品に用いられる樹脂基板の熱的特性に関して、研究および開発が盛んに行われている。

[0003] 樹脂基板の製造工程では、樹脂組成物をシート状に成形したのち、そのシート状の樹脂組成物（樹脂シート）を硬化反応させる。これにより、樹脂組成物の硬化反応物（樹脂硬化物）を含む樹脂基板が製造される。

[0004] この樹脂組成物の組成などに関しては、既にさまざまな提案がなされている。具体的には、熱伝導性を向上させるために、酸化アルミニウムおよび酸化マグネシウムなどの無機粒子が樹脂組成物に含有されている。この場合には、発火燃焼性を抑制するために、臭素含有エポキシ化合物が用いられている（例えば、特許文献 1 参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1：特許第 5 4 2 3 7 8 3 号明細書

発明の概要

[0006] しかしながら、樹脂基板に関して未だ十分な熱的特性が得られていないため、改善の余地がある。

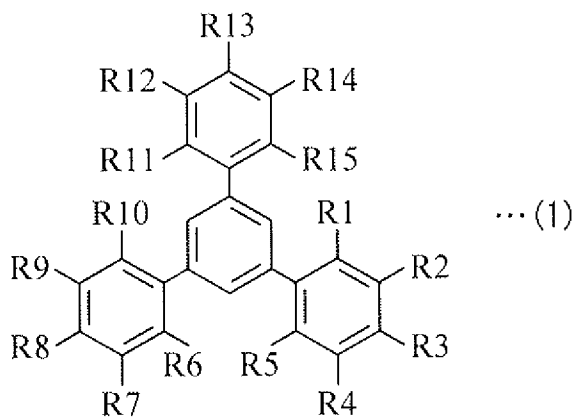
[0007] したがって、優れた熱的特性を得ることが可能な樹脂組成物、樹脂シート、樹脂硬化物および樹脂基板を提供することが望まれている。

[0008] 本発明の一実施形態の樹脂組成物は、エポキシ化合物と、下記の式（1）

で表されるトリフェニルベンゼン化合物と、酸化マグネシウム（MgO）および窒化アルミニウム（AlN）のうちの少なくとも一方を含む無機粒子と、リン（P）とを含み、下記の数式（A）で表されるリンの含有量（質量％）が0.5質量％以上4.3質量％以下のものである。

[0009] リンの含有量（質量％）＝（リンの質量／無機粒子を除いた不揮発分の質量）×100・・・（A）

[0010] [化1]



（R1～R15のそれぞれは、水素基（－H）および反応基のうちのいずれかであり、その反応基は、水酸基（－OH）およびアミノ基（－NH₂）のうちのいずれかである。ただし、R1～R15のうちの少なくとも1つは、反応基である。）

[0011] 本発明の一実施形態の樹脂シートは、上記した本発明の一実施形態の樹脂組成物を含むものである。

[0012] 本発明の一実施形態の樹脂硬化物は、上記した本発明の一実施形態の樹脂組成物の硬化反応物を含むものである。

[0013] 本発明の一実施形態の樹脂基板は、上記した本発明の一実施形態の樹脂シートの硬化反応物を含むものである。

[0014] ここで、リンの含有量を算出するために用いられる「無機粒子を除いた不揮発分の質量」は、樹脂組成物に含まれている全不揮発成分のうち、無機粒子を除いた残りの不揮発成分の質量を意味する。このため、「リンの含有量

（質量％）」は、上記した無機粒子を除いた残りの不揮発成分の質量に対するリンの質量の割合（百分率）である。

[0015] なお、リンは、樹脂組成物中のどこかに存在していればよい。すなわち、リンは、エポキシ化合物に構成元素として含まれていてもよいし、後述する他の材料のうちのいずれか１種類または２種類以上に構成元素として含まれていてもよい。この他の材料とは、上記したエポキシ化合物、トリフェニルベンゼン化合物および無機粒子と一緒に樹脂組成物に含まれる可能性がある任意の成分である。

[0016] 本発明の一実施形態の樹脂組成物によれば、エポキシ化合物と、式（１）に示したトリフェニルベンゼン化合物と、無機粒子（酸化マグネシウムおよび窒化アルミニウムのうちの少なくとも一方を含む。）と、リンとを含み、そのリンの含有量が０．５質量％以上４．３質量％以下であるので、優れた熱的特性を得ることができる。また、本発明の一実施形態の樹脂シート、樹脂硬化物および樹脂基板においても、同様の効果を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図１]本発明の樹脂組成物を用いた樹脂シートの構成を表す断面図である。

[図２]本発明の樹脂組成物を用いた樹脂シートの他の構成を表す断面図である。

[図３]本発明の樹脂組成物を用いた樹脂シートのさらに他の構成を表す断面図である。

[図４]本発明の樹脂硬化物を用いた樹脂基板の構成を表す断面図である。

[図５]本発明の樹脂硬化物を用いた樹脂基板の他の構成を表す断面図である。

[図６]本発明の樹脂硬化物を用いた樹脂基板のさらに他の構成を表す断面図である。

[図７]本発明の樹脂硬化物を用いた樹脂基板のさらに他の構成を表す断面図である。

[図８]図７に示した樹脂基板の製造方法を説明するための断面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の一実施形態に関して、図面を参照して詳細に説明する。なお、説明する順序は、下記の通りである。

1. 樹脂組成物

1-1. 構成

1-2. 製造方法

1-3. 作用および効果

1-4. 詳細な理由

2. 樹脂シート

2-1. 構成

2-2. 製造方法

2-3. 作用および効果

3. 樹脂硬化物

3-1. 構成

3-2. 製造方法

3-3. 作用および効果

4. 樹脂基板

4-1. 構成

4-2. 製造方法

4-3. 作用および効果

[0019] 以下で説明する本発明の一実施形態は、その本発明を説明するための例示である。このため、本発明は、ここで説明する一実施形態だけに限定されない。本発明の一実施形態は、その本発明の要旨を逸脱しない限り、種々の実施形態に変更可能である。

[0020] <1. 樹脂組成物>

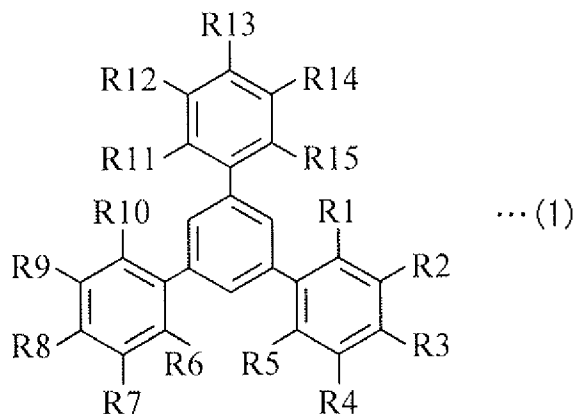
まず、本発明の一実施形態の樹脂組成物に関して説明する。

[0021] 樹脂組成物は、後述する樹脂シート、樹脂硬化物および樹脂基板などを製造するために用いられる。ただし、樹脂組成物の用途は、他の用途でもよい。

[0022] <1-1. 構成>

この樹脂組成物は、エポキシ化合物と、下記の式（１）で表されるトリフェニルベンゼン化合物と、無機粒子と、リンとを含んでおり、その無機粒子は、酸化マグネシウムおよび窒化アルミニウムのうち的一方または双方を含んでいる。

[0023] [化2]



（R 1 ～ R 1 5 のそれぞれは、水素基および反応基のうちのいずれかであり、その反応基は、水酸基およびアミノ基のうちのいずれかである。ただし、R 1 ～ R 1 5 のうちの少なくとも1つは、反応基である。）

[0024] ここで説明する樹脂組成物は、上記したように、樹脂シートなどの中間生成物を製造すると共に、樹脂基板などの最終生成物（樹脂硬化物）を製造するために用いられる。この「中間生成物」とは、後述するように、樹脂組成物の硬化反応（架橋反応）が実質的に完了していない状態の物質を意味している。また、「最終生成物」とは、後述するように、樹脂組成物の硬化反応が実質的に完了した状態の物質を意味している。

[0025] 熱硬化性樹脂であるエポキシ化合物は、いわゆる主剤である。一方、エポキシ化合物と一緒に用いられると共に反応基を含むトリフェニルベンゼン化合物は、いわゆる硬化剤である。この硬化剤は、反応基を用いてエポキシ化合物の架橋反応を進行させるために用いられる。無機粒子は、樹脂組成物の熱伝導性を向上させるための熱伝導材である。リンは、樹脂組成物の難燃性

を向上させるための難燃剤である。

[0026] 以下では、主剤であるエポキシ化合物と硬化剤であるトリフェニルベンゼン化合物とを総称して、単に「樹脂成分」とも呼称する。ただし、樹脂組成物が後述する他の材料として高分子化合物のうちのいずれか1種類または2種類以上を含む場合には、その高分子化合物も「樹脂成分」に含まれる。

[0027] 樹脂組成物がエポキシ化合物と共にトリフェニルベンゼン化合物、無機粒子およびリンを含んでいるのは、樹脂硬化物などにおいて、高い熱伝導性を維持しつつ、難燃性および耐トラッキング性が向上するからである。このような利点を得られる詳細な理由に関しては、後述する。

[0028] ただし、下記の数式（A）で表されるリンの含有量（質量％）は、0.5質量％～4.3質量％である。

[0029] リンの含有量（質量％）＝（リンの質量／無機粒子を除いた不揮発分の質量）×100・・・（A）

[0030] 上記したように、「無機粒子を除いた不揮発分の質量」とは、樹脂組成物に含まれている全不揮発成分のうち、無機粒子を除いた残りの不揮発成分の質量であるため、「リンの含有量（質量％）」とは、無機粒子を除いた残りの不揮発成分の質量に対するリンの質量の割合（百分率）である。

[0031] リンの含有量が上記した範囲内であるのは、樹脂成分であるエポキシ化合物およびトリフェニルベンゼン化合物と、熱伝導材である無機粒子とを含む系において、難燃剤であるリンの含有量が適正化されるからである。これにより、樹脂硬化物において、高い熱伝導性が得られると共に、難燃性および耐トラッキング性が向上する。

[0032] この「耐トラッキング性」とは、トラッキング現象に対する耐性である。トラッキング現象とは、有機絶縁体（樹脂硬化物）の表面が水分、電解質および埃などにより汚染された状態において、その樹脂硬化物に電圧が印加された際に、微小電圧（シンチレーション）の発生に起因して樹脂硬化物の表面が発熱するため、その樹脂硬化物の表面に炭化物（燃焼物および分解物）が形成される現象である。これにより、樹脂硬化物の表面に意図せずに導通

路が形成されてしまう。

[0033] 詳細には、リンの含有量が0.5質量%よりも小さいと、難燃剤として機能するリンの数が少なすぎるため、樹脂硬化物が燃焼しやすくなる。

[0034] 一方、リンの含有量が4.3質量%よりも大きいと、樹脂組成物中に占めるリンの割合が多すぎるため、樹脂硬化物は燃焼しにくくなるが、その樹脂硬化物において熱伝導率が低下する。しかも、架橋密度の低下に起因して樹脂硬化物の熱分解開始温度が低下するため、その樹脂硬化物においてトラッキング現象が発生しやすくなる。

[0035] これに対して、リンの含有量が0.5質量%～4.3質量%であると、樹脂硬化物が燃焼しにくくなると共に、その樹脂硬化物において高い熱伝導率が得られる。しかも、架橋密度が低下しないため、樹脂硬化物においてトラッキング現象が発生しにくくなる。よって、高い熱伝導性が得られると共に、難燃性および耐トラッキング性が向上する。

[0036] 中でも、リンの含有量は、0.8質量%～4質量%であることが好ましい。リンの含有量がより適正化されるため、より高い効果が得られるからである。

[0037] また、リンの含有量は、0.8質量%～2質量%であることがより好ましい。リンの含有量がさらに適正化されることに伴い、特に、耐トラッキング性が著しく向上するため、さらに高い効果が得られるからである。

[0038] なお、リンの含有量を求める手順は、例えば、以下の通りである。ここでは、例えば、後述する固体状の樹脂組成物を用いる場合に関して説明する。

[0039] 最初に、オープン中において樹脂組成物を乾燥（温度＝100℃，時間＝2時間）させる。続いて、乾燥後の樹脂組成物の質量Aを測定する。続いて、るつぽに樹脂組成物を投入したのち、電気炉を用いて樹脂組成物を加熱（温度＝700℃，時間＝4時間）する。これにより、無機粒子以外の不揮発分（主に樹脂成分）が除去されるため、その無機粒子の質量Bを測定する。続いて、質量Aから質量Bを差し引いて、無機粒子を除いた残りの不揮発分の質量Cを算出する。続いて、質量Aと同量の樹脂組成物を同様に乾燥（温

度＝100℃，時間＝2時間）させたのち、誘導結合高周波プラズマ発光分光分析（ICP分析）法を用いて樹脂組成物を分析して、その樹脂組成物に含まれているリンの質量Dを測定する。最後に、質量C，Dに基づいて、上記した数式（A）を用いてリンの含有量（質量％）を算出する。

[0040] この樹脂組成物は、粉体状および塊状などの固体状でもよいし、液体状でもよいし、双方が混在する状態でもよい。この樹脂組成物の状態は、用途などに応じて適宜決定される。

[0041] なお、エポキシ化合物とトリフェニルベンゼン化合物との混合比は、特に限定されない。ただし、エポキシ基を含むエポキシ化合物と反応基を含むトリフェニルベンゼン化合物とが架橋反応する場合には、一般的に、1つのエポキシ基と反応基中の1つの活性水素とが反応する。よって、エポキシ化合物とトリフェニルベンゼン化合物との反応効率を高くするためには、エポキシ化合物に含まれているエポキシ基の総数とトリフェニルベンゼン化合物に含まれている活性水素の総数とが1：1となるように、混合比を設定することが好ましい。

[0042] [エポキシ化合物]

主剤であるエポキシ化合物は、1つの分子の中に1つ以上のエポキシ基（ $-C_3H_5O$ ）を含む化合物のうちのいずれか1種類または2種類以上である。中でも、エポキシ化合物は、1つの分子の中に2つ以上のエポキシ基を含んでいることが好ましい。エポキシ化合物とトリフェニルベンゼン化合物とが反応しやすくなるからである。

[0043] エポキシ化合物の種類は、特に限定されないが、例えば、グリシジルエーテル型エポキシ化合物、グリシジルエステル型エポキシ化合物、グリシジリアミン型エポキシ化合物、ノボラック型エポキシ化合物、環状脂肪族型エポキシ化合物および長鎖脂肪族型エポキシ化合物などである。

[0044] グリシジルエーテル型エポキシ化合物は、例えば、ビスフェノールA型エポキシ化合物およびビスフェノールF型エポキシ化合物などである。ノボラック型エポキシ化合物は、例えば、クレゾールノボラック型エポキシ化合物

およびフェノールノボラック型エポキシ化合物などである。この他、エポキシ化合物の種類は、例えば、難燃性エポキシ化合物、ヒダントイン系エポキシ樹脂およびイソシアヌレート系エポキシ化合物などでもよい。

[0045] なお、グリシジルエーテル型エポキシ化合物の具体例は、グリシジルエーテル型の構造（基）を含んでいる化合物であれば、特に限定されない。このように特定の構造を含んでいれば種類が限定されないことは、グリシジルエステル型エポキシ化合物などの他のエポキシ化合物の具体例に関しても同様である。

[0046] 中でも、エポキシ化合物は、1つの分子の中にメソゲン骨格を含んでいることが好ましい。その理由は、以下の通りである。

[0047] 第1に、エポキシ化合物の分子同士において、ベンゼン環同士が重なりやすくなるため、そのベンゼン環間の距離が小さくなる。これにより、樹脂組成物では、エポキシ化合物の密度が向上する。また、樹脂硬化物では、分子の格子振動が散乱しにくくなるため、高い熱伝導率を得られる。

[0048] 特に、上記した分子の格子振動の散乱現象は、熱伝導率を低下させる大きな要因であるため、その分子の格子振動の散乱現象が抑制されることで、熱伝導率の低下が著しく抑制される。

[0049] 第2に、エポキシ化合物およびトリフェニルベンゼン化合物において、エポキシ化合物のメソゲン骨格に含まれているベンゼン環と、トリフェニルベンゼン化合物の骨格（1，3，5-トリフェニルベンゼン）に含まれているベンゼン環とが重なりやすくなる。よって、上記したエポキシ化合物の分子同士においてベンゼン環同士が重なりやすくなる場合と同様の理由により、高い熱伝導率を得られる。

[0050] この「メソゲン骨格」とは、2つ以上の芳香環を含むと共に剛直性および配向性を有する原子団の総称である。具体的には、メソゲン骨格は、例えば、2つ以上のベンゼン環を含むと共にベンゼン環同士が単結合および非単結合のうちのいずれかを介して結合された骨格である。

[0051] なお、3つ以上のベンゼン環が結合される場合、その結合の方向性は、特

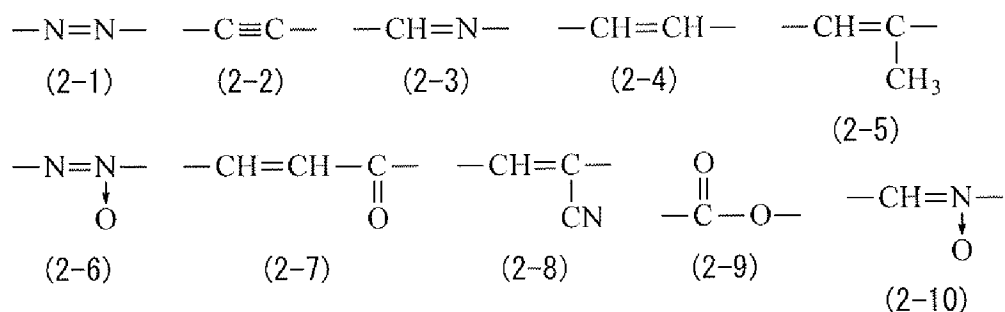
に限定されない。すなわち、3つ以上のベンゼン環は、直線状となるように結合されてもよいし、途中で1回以上折れ曲がるように結合されてもよいし、2つ以上の方向に分岐するように結合されてもよい。

[0052] 「非単結合」とは、1または2以上の構成元素を含むと共に1または2以上の多重結合を含む2価の基の総称である。具体的には、非単結合は、例えば、炭素(C)、窒素(N)、酸素(O)および水素(H)などの構成元素のうちのいずれか1種類または2種類以上を含んでいる。また、非単結合は、多重結合として、二重結合および三重結合のうち的一方または双方を含んでいる。

[0053] メソゲン骨格は、ベンゼン環同士の結合の種類として、単結合だけを含んでいてもよいし、非単結合だけを含んでいてもよいし、単結合および非単結合の双方を含んでいてもよい。また、非単結合の種類は、1種類だけでもよいし、2種類以上でもよい。

[0054] 非単結合の具体例は、下記の式(2-1)～式(2-10)のそれぞれで表される結合などである。なお、式(2-6)および式(2-10)のそれぞれに示した矢印は、配位結合を表している。

[0055] [化3]



[0056] メソゲン骨格の具体例は、ビフェニルおよびターフェニルなどである。なお、ターフェニルは、o-ターフェニルでもよいし、m-ターフェニルでもよいし、p-ターフェニルでもよい。

[0057] なお、エポキシ化合物は、例えば、後述するように、1つの分子の中にリンを構成元素として含んでいてもよい。リンを構成元素として含むエポキシ

化合物は、いわゆるリン含有エポキシ化合物である。

[0058] [トリフェニルベンゼン化合物]

硬化剤であるトリフェニルベンゼン化合物は、骨格（1，3，5-トリフェニルベンゼン）と反応基とを含む化合物のうちのいずれか1種類または2種類以上である。すなわち、トリフェニルベンゼン化合物では、1つの分子の中に骨格として1，3，5-トリフェニルベンゼンが含まれていると共に、その骨格に反応基が導入されている。

[0059] この骨格（1，3，5-トリフェニルベンゼン）は、中心に位置する1つのベンゼン環（中心ベンゼン環）と、その中心ベンゼン環の周囲に位置する3つのベンゼン環（周辺ベンゼン環）とを含んでいる。

[0060] 以下では、R1～R5が導入されている周辺ベンゼン環を「第1周辺ベンゼン環」、R6～R10が導入されている周辺ベンゼン環を「第2周辺ベンゼン環」、R11～R15が導入されている周辺ベンゼン環を「第3周辺ベンゼン環」とする。

[0061] R1～R15のそれぞれの種類は、水素基および反応基のうちのいずれかであれば、特に限定されない。すなわち、R1～R15のそれぞれは、水素基でもよいし、反応基でもよい。

[0062] この反応基は、水酸基およびアミノ基のうちのいずれかである。すなわち、トリフェニルベンゼン化合物は、反応基として、水酸基だけを含んでいてもよいし、アミノ基だけを含んでいてもよいし、水酸基およびアミノ基の双方を含んでいてもよい。

[0063] ただし、R1～R15のうちの1つ以上は、反応基である。トリフェニルベンゼン化合物が硬化剤として機能するためには、そのトリフェニルベンゼン化合物は1つ以上の反応基を含んでいなければならないからである。この条件が満たされていれば、反応基の数および導入位置などは、特に限定されない。中でも、R1～R15のうちの2つ以上は、水酸基であることが好ましい。エポキシ化合物と第1トリフェニルベンゼン化合物とが反応しやすくなるからである。

[0064] 特に、R 1 ～ R 1 5 の種類に関しては、以下の3つの条件のうちの1つまたは2つ以上が満たされていることが好ましい。

[0065] 第1条件として、R 1 ～ R 5 のうちの1つ以上は反応基であり、R 6 ～ R 1 0 のうちの1つ以上は反応基であり、R 1 1 ～ R 1 5 のうちの1つ以上は反応基であることが好ましい。反応基の総数が3つ以上である場合において、その3つ以上の反応基の導入位置が第1～第3周辺ベンゼン環のそれぞれに分散されるため、エポキシ化合物とトリフェニルベンゼン化合物とが反応しやすくなるからである。

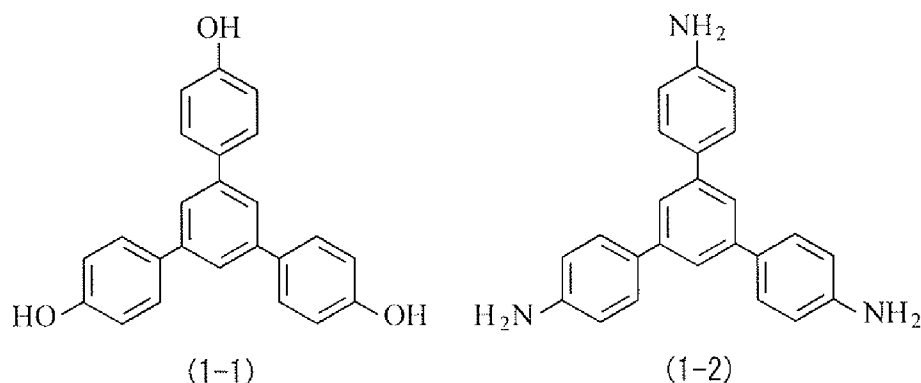
[0066] 第2条件として、R 1 ～ R 5 のうちの1つは反応基であり、R 6 ～ R 1 0 のうちの1つは反応基であり、R 1 1 ～ R 1 5 のうちの1つは反応基であることが好ましい。反応基の総数が3つである場合において、その3つの反応基の導入位置が第1～第3周辺ベンゼン環のそれぞれに分散されるため、エポキシ化合物とトリフェニルベンゼン化合物とが反応しやすくなるからである。

[0067] 第3条件として、R 1 ～ R 1 5 のそれぞれは水素基および水酸基のうちのいずれかであるか、R 1 ～ R 1 5 のそれぞれは水素基およびアミノ基のうちのいずれかであることが好ましい。すなわち、トリフェニルベンゼン化合物は、反応基として、水酸基およびアミノ基のうちのいずれか一方だけを含んでいることが好ましい。トリフェニルベンゼン化合物において十分な反応性が得られると共に、そのトリフェニルベンゼン化合物を容易に合成できるからである。

[0068] トリフェニルベンゼン化合物の具体例は、下記の式(1-1)および式(1-2)のそれぞれで表される化合物などである。上記した第1～第3条件が満たされているからである。

[0069]

[化4]



[0070] 式(1-1)に示した化合物は、1, 3, 5-トリス(4-ヒドロキシフェニル)ベンゼンである。この化合物は、反応基として水酸基だけを含んでおり、その水酸基の数は、3つである。式(1-2)に示した化合物は、1, 3, 5-トリス(4-アミノフェニル)ベンゼンである。この化合物は、反応基としてアミノ基だけを含んでおり、そのアミノ基の数は、3つである。

[0071] [無機粒子]

熱伝導材である無機粒子は、上記したように、酸化マグネシウム(真比重 = 3.65 g/cm^3)および窒化アルミニウム(真比重 = 3.26 g/cm^3)のうちの一方または双方を含んでいる。このため、無機粒子は、酸化マグネシウムだけを含んでいてもよいし、窒化アルミニウムだけを含んでいてもよいし、双方を含んでいてもよい。以下では、酸化マグネシウムおよび窒化アルミニウムのうちの一方または双方を単に「酸化マグネシウムなど」と呼称する。無機粒子である複数の酸化マグネシウムなどの粒子は、樹脂成分(エポキシ化合物およびトリフェニルベンゼン化合物を含む。)中に分散されている。

[0072] 無機粒子が酸化マグネシウムを含んでいるのは、酸化マグネシウムの熱伝導率($40 \text{ W/(m} \cdot \text{K)} \sim 62 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$)および体積抵抗率($> 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$)がいずれも高いため、樹脂組成物の絶縁性および熱伝導性が向上するからである。

- [0073] 同様に、無機粒子が窒化アルミニウムを含んでいるのは、窒化アルミニウムの熱伝導率 ($90\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K}) \sim 200\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) および体積抵抗率 ($> 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$) がいずれも高いため、樹脂組成物の絶縁性および熱伝導性が向上するからである。
- [0074] 無機粒子の構成は、特に限定されない。具体的には、無機粒子の形状は、例えば、球状、略球状、繊維状および不定形状などのうちのいずれか1種類または2種類以上である。中でも、球状および略球状が好ましい。無機粒子の平均粒径（メジアン径 D_{50} ）は、例えば、 $1\text{ }\mu\text{m} \sim 100\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは $3\text{ }\mu\text{m} \sim 70\text{ }\mu\text{m}$ である。なお、上記した形状および平均粒径などが異なる2種類以上の無機粒子を用いてもよい。
- [0075] 樹脂組成物中における無機粒子の含有量は、特に限定されない。中でも、無機粒子の含有量は、40体積%～70体積%であることが好ましい。高い熱伝導性を維持しつつ、樹脂硬化物の強度が十分に高くなるからである。
- [0076] 詳細には、無機粒子の含有量が40体積%よりも小さいと、上記した酸化マグネシウムなどの優れた熱伝導性が十分に活用されないため、樹脂硬化物の熱伝導性が低くなる可能性がある。一方、無機粒子の含有量が70体積%よりも大きいと、樹脂成分（エポキシ化合物およびトリフェニルベンゼン化合物を含む。）の含有量が相対的に減少するため、樹脂組成物自体の結合力が不足すると共に、樹脂硬化物の強度が不足する可能性がある。
- [0077] なお、無機粒子は、酸化マグネシウムなどと一緒に、他の無機材料のうちのいずれか1種類または2種類以上を含んでいてもよい。この他の無機材料は、例えば、酸化アルミニウム (Al_2O_3) および窒化ホウ素 (BN) などである。
- [0078] 無機粒子が酸化マグネシウムなどと一緒に他の無機材料を含んでいる場合、その無機粒子中における酸化マグネシウムなどの含有量は、特に限定されない。中でも、無機粒子中における酸化マグネシウムなどの含有量は、70質量%～100質量%であることが好ましい。高い熱伝導性が得られるからである。

[0079] [リン]

難燃剤であるリンは、主に、燃焼時において、樹脂成分の表面に、そのリンを構成元素として含む被膜（粘着膜）を形成する。この被膜により燃焼が抑制されるため、リンは、難燃性を発揮する。

[0080] このリンは、上記したように、樹脂組成物中に含まれていれば、その樹脂組成物中にどのような形態で含まれていてもよい。

[0081] 具体的には、リンは、上記したように、エポキシ化合物に構成元素として含まれていてもよい。または、後述するように、樹脂組成物が他の材料のうちの1種類または2種類以上を含む場合には、リンは、その他の材料のうちの1種類または2種類以上に構成元素として含まれていてもよい。

[0082] 中でも、リンは、エポキシ化合物に構成元素（いわゆる難燃元素）として含まれていることが好ましい。エポキシ化合物が主剤（熱硬化性樹脂）としての役割とリン含有成分（難燃剤）として役割とを兼ねるため、樹脂組成物中にリンを含有させるために他の材料（リンを構成元素として含む添加剤など）を用いる必要がないからである。

[0083] [他の材料]

この樹脂組成物は、上記したエポキシ化合物、トリフェニルベンゼン化合物、無機粒子およびリンと共に、他の材料のうちのいずれか1種類または2種類以上を含んでいてもよい。

[0084] 他の材料の種類は、特に限定されないが、例えば、添加剤、溶媒および他の硬化剤などである

[0085] 添加剤は、例えば、硬化触媒およびカップリング剤などである。硬化触媒の具体例は、ホスフィン、イミダゾールおよびそれらの誘導体などであり、そのイミダゾールの誘導体は、例えば、2-エチル-4-メチルイミダゾールなどである。カップリング剤の具体例は、シランカップリング剤およびチタネートカップリング剤などである。

[0086] 溶媒は、液体状の樹脂組成物において、エポキシ化合物およびトリフェニルベンゼン化合物を分散または溶解させるために用いられる。この溶媒は、

有機溶剤などのうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上であり、その有機溶剤の具体例は、メチルエチルケトン、メチルセロソルブ、メチルイソブチルケトン、ジメチルホルムアミド、プロピレングリコールモノメチルエーテル、トルエン、キシレン、アセトン、1, 3-ジオキソラン、N-メチルピロリドンおよびγ-ブチロラクトンなどである。

[0087] 他の硬化剤は、骨格として 1, 3, 5-トリフェニルベンゼンを含んでいないが、1 つ以上の反応基を含んでいる化合物である。この他の硬化剤の具体例は、フェノール、アミンおよび酸無水物などである。

[0088] <1-2. 製造方法>

この樹脂組成物は、例えば、以下の手順により製造される。以下では、例えば、エポキシ化合物としてリン含有エポキシ化合物を用いる場合に関して説明する。

[0089] 固体状の樹脂組成物を得る場合には、リン含有エポキシ化合物と、トリフェニルベンゼン化合物と、無機粒子とを混合する。塊状などのリン含有エポキシ化合物を用いる場合には、混合前にリン含有エポキシ化合物を粉砕してもよい。このように混合前に粉砕してもよいことは、トリフェニルベンゼン化合物に関しても同様である。これにより、リン含有エポキシ化合物とトリフェニルベンゼン化合物と無機粒子とを含む固体状の樹脂組成物が得られる。

[0090] なお、固体状の樹脂組成物を得たのち、必要に応じて、金型などを用いて樹脂組成物を成形してもよい。

[0091] 液体状の樹脂組成物を得る場合には、上記したリン含有エポキシ化合物とトリフェニルベンゼン化合物と無機粒子との混合物に溶媒を加えたのち、ミキサなどの攪拌装置を用いて溶媒を攪拌する。これにより、溶媒中にリン含有エポキシ化合物、トリフェニルベンゼン化合物および無機粒子が分散または溶解される。よって、リン含有エポキシ化合物とトリフェニルベンゼン化合物と無機粒子とを含む液体状の樹脂組成物が得られる。

[0092] この他、液体状の樹脂組成物を得る場合には、固体状の樹脂組成物を加熱

して、その樹脂組成物を溶融させてよい。この場合には、必要に応じて、金型などを用いて樹脂組成物の溶融物を成形したのち、その溶融物を冷却してもよい。

[0093] なお、リン含有エポキシ化合物などのエポキシ化合物としては、粉体状および塊状などの固体状の化合物を用いてもよいし、液体状の化合物を用いてもよいし、双方を併用してもよい。同様に、トリフェニルベンゼン化合物などの硬化剤としては、粉体状および塊状などの固体状の化合物を用いてもよいし、液体状の化合物を用いてもよいし、双方を併用してもよい。ここで説明したことは、上記した他の材料に関しても同様である。

[0094] <1-3. 作用および効果>

この樹脂組成物によれば、エポキシ化合物と、式(1)に示したトリフェニルベンゼン化合物と、無機粒子(酸化マグネシウムおよび窒化アルミニウムのうちの一方または双方を含む。)と、リンとを含んでいると共に、そのリンの含有量は、0.5質量%~4.3質量%である。この場合には、上記したように、樹脂硬化物が燃焼しにくくなると共に、その樹脂硬化物において高い熱伝導率を得られる。しかも、樹脂硬化物においてトラッキング現象が発生しにくくなる。よって、優れた熱的特性を得ることができる。

[0095] 特に、リンの含有量が0.8質量%~4質量%であれば、より高い効果を得ることができる。この場合には、リンの含有量が0.8質量%~2質量%であれば、耐トラッキング性が著しく向上するため、さらに高い効果を得ることができる。また、リンがエポキシ化合物に構成元素として含まれていれば、そのエポキシ化合物が主剤および難燃剤の双方の役割を果たすため、より高い効果を得ることができる。

[0096] また、式(1)において、R1~R5のうちの1つ以上が反応基であり、R6~R10のうちの1つ以上が反応基であり、R11~R15のうちの1つ以上が反応基であれば、エポキシ化合物とトリフェニルベンゼン化合物とが反応しやすくなるため、より高い効果を得ることができる。この場合には、R1~R5のうちの1つが反応基であり、R6~R10のうちの1つが反

応基であり、R 1 1 ~ R 1 5 のうちの 1 つが反応基であれば、同様により高い効果を得ることができる。

[0097] また、式 (1) において、R 1 ~ R 1 5 のそれぞれが水素基および水酸基のうちのいずれかであり、または R 1 ~ R 1 5 のそれぞれが水素基およびアミノ基のうちのいずれかであれば、より高い効果を得ることができる。

[0098] また、トリフェニルベンゼン化合物が式 (1 - 1) および式 (1 - 2) のそれぞれに示した化合物のうち的一方または双方を含んでいれば、より高い効果を得ることができる。

[0099] < 1 - 4 . 詳細な理由 >

本発明の樹脂組成物に関して上記した作用および効果が得られる詳細な理由は、以下の通りである。

[0100] 上記したように、熱伝導性を向上させると共に発火燃焼性を抑制するために、樹脂組成物は、臭素含有エポキシ化合物と、酸化アルミニウムおよび酸化マグネシウムなどの無機粒子とを含む場合がある。臭素は、リンと同様に難燃剤（難燃元素）として機能し得るため、その臭素を構成元素として含むエポキシ化合物（臭素含有エポキシ化合物）は、リン含有エポキシ化合物と同様に難燃性を発揮する。

[0101] しかしながら、臭素含有エポキシ化合物を用いた場合には、難燃性を向上させるために、樹脂組成物中における臭素含有エポキシ化合物の含有量を多くすると、樹脂硬化物の熱分解開始温度が低下するため、トラッキング現象が発生しやすくなる。また、臭素含有エポキシ化合物の熱伝導率はそれほど高くないため、樹脂硬化物の熱伝導率は十分に高くない。

[0102] しかも、無機粒子である酸化マグネシウムは、高い熱伝導率および高い体積抵抗率を有する反面、高温において水および塩化アンモニウム溶液などに溶解しやすい性質を有する。これにより、上記した臭素含有エポキシ化合物と酸化マグネシウムとを組み合わせると、樹脂硬化物においてトラッキング現象が発生しやすくなる。

[0103] これらのことから、臭素含有エポキシ化合物と無機粒子（酸化マグネシウ

ム)とを一緒に用いた場合には、有機絶縁性材料である樹脂硬化物に要求される重要な特性の1つである耐トラッキング性が十分でないため、熱伝導性、難燃性および耐トラッキング性という三者の特性を同時に向上させることが困難である。

[0104] これに対して、本発明の樹脂組成物は、リン含有エポキシ化合物と、無機粒子（酸化マグネシウムなど）とを含んでいる。

[0105] リン含有エポキシ化合物を用いた場合には、難燃性を向上させるために、樹脂組成物中におけるリン含有エポキシ化合物の含有量を多くしても、樹脂硬化物の熱分解開始温度が低下しないため、トラッキング現象が発生しにくくなる。

[0106] しかも、リン含有エポキシ化合物と酸化マグネシウムなどとを組み合わせても、樹脂硬化物においてトラッキング現象が発生しやすくない。

[0107] これらのことから、リン含有エポキシ化合物と無機粒子（酸化マグネシウムなど）とを一緒に用いた場合には、有機絶縁性材料である樹脂硬化物に要求される重要な特性の1つである耐トラッキング性が十分に高くなるため、熱伝導性、難燃性および耐トラッキング性という三者の特性を同時に向上させることができる。

[0108] ここで、上記した耐トラッキング性に関する差異は、臭素が難燃性を発揮するメカニズムと、リンが難燃性を発揮するメカニズムとの違いに起因していると考えられる。

[0109] 具体的には、難燃剤として臭素を用いるために、その臭素を構成元素として含む材料（臭素含有エポキシ化合物）を用いた場合には、燃焼時に樹脂成分が分解すると、臭素化物を含むガスが発生する。このガスにより燃焼が抑制されるため、臭素は難燃性を発揮する。しかしながら、ガスは、飛散しやすい性質を有する。よって、臭素による難燃効果を持続させるためには、上記したように、臭素含有エポキシ化合物の使用量を多くしなければならない。

[0110] これに対して、難燃剤としてリンを用いるために、そのリンを構成元素と

して含む材料（リン含有エポキシ化合物）を用いた場合には、上記したように、燃焼時に樹脂成分が分解すると、そのリンを構成元素として含む被膜が樹脂成分の表面に形成される。この被膜により燃焼が抑制されるため、リンは難燃性を発揮する。この被膜は、上記したガスとは異なり、定着しやすい性質を有する。よって、リンによる難燃効果を持続させるためには、リン含有エポキシ化合物の使用量は少なくともよく、より具体的には、被膜を形成するために必要な量だけでよい。

[0111] これらのことから、臭素とリンとでは難燃性を発揮するメカニズムが全く異なるため、臭素含有エポキシ化合物の必要量とリン含有エポキシ化合物の必要量とに大きな違いが生じる。ただし、リン含有エポキシ化合物を用いた場合において難燃性を向上させるためには、上記したように、リンの含有量はいくらでもよいというわけではなく、適正な範囲内（＝0.5質量％～4.3質量％）でなければならない。すなわち、上記した適正なリンの含有量は、そのリンによる難燃性を実質的に発揮させるために、難燃剤であるリンと無機粒子である酸化マグネシウムなどとを組み合わせた系にだけ適用される特別な条件であり、それ以外の系には適用されない条件である。「それ以外の系」とは、例えば、上記したように難燃剤である臭素と無機粒子である酸化マグネシウムなどとを組み合わせた系などである。

[0112] <2. 樹脂シート>

次に、本発明の一実施形態の樹脂シートに関して説明する。以下では、既に説明した樹脂組成物を「本発明の樹脂組成物」という。

[0113] 樹脂シートは、本発明の樹脂組成物を含んでいる。この樹脂シートの構成は、本発明の樹脂組成物を含んでいれば、特に限定されない。すなわち、樹脂シートは、樹脂組成物と一緒に他の構成要素を備えていなくてもよいし、その樹脂組成物と一緒に他の構成要素を備えていてもよい。

[0114] <2-1. 構成>

図1は、樹脂シート10の断面構成を表している。この樹脂シート10は、シート状に成形された樹脂組成物（樹脂組成物層1）であり、より具体的

には、1つの樹脂組成物層1からなる単層体である。樹脂シート10の厚さなどは、特に限定されない。樹脂組成物層1の構成は、シート状に成形されていることを除き、本発明の樹脂組成物の構成と同様である。

[0115] 図2は、樹脂シート20の断面構成を表している。この樹脂シート20は、複数の樹脂組成物層1が積層された積層体である。樹脂シート20において、樹脂組成物層1が積層される数（積層数）は、2層以上であれば、特に限定されない。図2では、例えば、樹脂組成物層1の積層数が3層である場合を示している。なお、樹脂シート20において、各樹脂組成物層1の構成は、特に限定されない。すなわち、各樹脂組成物層1における樹脂組成物の構成は、同じでもよいし、異なってもよい。もちろん、複数の樹脂組成物層1のうち、一部の樹脂組成物層1における樹脂組成物の構成が同じでもよい。

[0116] 図3は、樹脂シート30の断面構成を表している。この樹脂シート30は、シート状に成形された樹脂組成物（樹脂組成物層1）と一緒に芯材2を備えており、例えば、2つの樹脂組成物層1により芯材2が挟まれた3層構造を有している。

[0117] 芯材2は、例えば、繊維状物質および非繊維状物質などのうちのいずれか1種類または2種類以上を含んでおり、シート状に成形されている。繊維状物質は、例えば、ガラス繊維、炭素繊維、金属繊維、天然繊維および合成繊維などであり、シート状に成形された繊維状物質は、例えば、織布および不織布などである。合成繊維の具体例は、ポリエステル繊維およびポリアミド繊維などである。非繊維状物質は、例えば、高分子化合物などであり、シート状に成形された非繊維状物質は、例えば、高分子フィルムなどである。高分子化合物の具体例は、ポリエチレンテレフタレート（PET）などである。

[0118] 芯材2の厚さは、特に限定されないが、機械的強度および寸法安定性などの観点から、例えば、0.03mm～0.2mmであることが好ましい。

[0119] なお、樹脂シート30に用いられる樹脂組成物層1は、1層だけでもよい。

し、2層以上でもよい。このように1層でも2層以上でもよいことは、芯材2に関しても同様である。

[0120] また、樹脂シート30は、2つの樹脂組成物層1により芯材2が挟まれた3層構造に限らず、樹脂組成物層1と芯材2とが積層された2層構造を有していてもよい。なお、2つ以上の樹脂シート30が積層されていてもよい。

[0121] <2-2. 製造方法>

樹脂シート10を製造する場合には、例えば、本発明の樹脂組成物の製造方法と同様の手順を用いる。

[0122] 具体的には、固体状の樹脂組成物を用いる場合には、シート状となるように樹脂組成物を成形して、樹脂組成物層1を形成する。この場合には、固体状の樹脂組成物をそのまま成形してもよいし、固体状の樹脂組成物の溶融物を成形してもよい。溶融物を成形する場合には、まず、固体状の樹脂組成物を加熱して、その樹脂組成物を溶融させる。続いて、樹脂組成物の溶融物を成形したのち、その成形物を冷却する。

[0123] 液体状の樹脂組成物を用いる場合には、高分子フィルムなどの支持体の表面に液体状の樹脂組成物を塗布したのち、その液体状の樹脂組成物を乾燥させる。これにより、液体状の樹脂組成物に含まれていた溶媒が揮発するため、支持体の表面において樹脂組成物がシート状に成形される。すなわち、支持体の表面において樹脂組成物が膜化する。よって、樹脂組成物層1が形成される。こののち、支持体から樹脂組成物層1を剥離する。

[0124] 樹脂シート20を製造する場合には、上記した樹脂組成物層1の形成手順を繰り返して、複数の樹脂組成物層1を積層させる。この場合には、複数の樹脂組成物層1が積層された積層体を形成したのち、必要に応じて加熱しながら、積層体を加圧してもよい。これにより、樹脂組成物層1同士が密着する。

[0125] 3層構造を有する樹脂シート30を製造する場合には、例えば、液体状の樹脂組成物を芯材2の両面に塗布したのち、その液体状の樹脂組成物を乾燥させる。これにより、芯材2を挟むように2つの樹脂組成物層1が形成され

る。この液体状の樹脂組成物の塗布工程では、芯材 2 が繊維状物質を含んでいる場合には、その液体状の樹脂組成物により芯材 2 の表面が被覆されると共に、その液体状の樹脂組成物の一部が芯材 2 の内部に含浸する。芯材 2 が非繊維状物質を含んでいる場合には、その液体状の樹脂組成物により芯材 2 の表面が被覆される。

[0126] もちろん、2 層構造を有する樹脂シート 30 を製造する場合には、液体状の樹脂組成物を芯材 2 の片面だけに塗布すればよい。

[0127] なお、樹脂シート 30 を製造する場合には、例えば、固体状の樹脂組成物を加熱して、その樹脂組成物を溶融させたのち、その溶融物中に芯材 2 を浸漬させてもよい。この場合には、溶融物中から芯材 2 を取り出したのち、その芯材 2 を冷却する。これにより、芯材 2 の両面に樹脂組成物層 1 が形成される。

[0128] ここで、樹脂シート 10, 20, 30 を製造するために液体状の樹脂組成物を用いる場合には、上記したように、乾燥工程において液体状の樹脂組成物が膜化（固体化）する。ただし、ここで説明する「膜化（固体化）」とは、流動性を有する状態（液体状態）の物質が自立可能な状態（固体状態）に変化することを意味しており、いわゆる半硬化状態も含む。すなわち、液体状の樹脂組成物が膜化する場合には、硬化反応が実質的に完了していないため、その樹脂組成物が実質的に未硬化の状態にある。このため、液体状の樹脂組成物を膜化させる際の乾燥条件は、硬化反応を実質的に完了させない条件であることが好ましい。具体的には、乾燥温度は 60℃～150℃であると共に乾燥時間は 1 分間～120 分間であることが好ましく、乾燥温度は 70℃～120℃であると共に乾燥時間は 3 分間～90 分間であることがより好ましい。

[0129] このように硬化反応を実質的に完了させない条件が好ましいことは、樹脂シート 10, 20, 30 を製造するために固体状の樹脂組成物の溶融物を用いる場合に関しても同様である。すなわち、固体状の樹脂組成物を溶融させる際の加熱条件（加熱温度および加熱時間）は、硬化反応を実質的に完了さ

せない条件であることが好ましい。

[0130] ＜２－３．作用および効果＞

この樹脂シートによれば、上記した本発明の樹脂組成物を含んでいるので、その樹脂組成物と同様の理由により、優れた熱的特性を得ることができる。これ以外の作用および効果は、本発明の樹脂組成物と同様である。

[0131] ＜３．樹脂硬化物＞

次に、本発明の一実施形態の樹脂硬化物に関して説明する。

[0132] ＜３－１．構成＞

樹脂硬化物は、上記した本発明の樹脂組成物の硬化反応物を含んでおり、より具体的には、エポキシ化合物とトリフェニルベンゼン化合物との硬化反応物を含んでいる。この硬化反応物では、エポキシ化合物に含まれているエポキシ基と、トリフェニルベンゼン化合物に含まれている反応基とが架橋反応しているため、いわゆる架橋ネットワークが形成されている。

[0133] なお、樹脂硬化物の形状は、特に限定されない。具体的には、樹脂硬化物は、所望の形状となるように成型されていてもよし、成型されていなくてもよい。

[0134] また、樹脂硬化物の物性は、特に限定されない。具体的には、樹脂硬化物は、外力に応じて変形しにくい性質（剛性）を有していてもよいし、外力に応じて変形しやすい性質（可撓性または柔軟性）を有していてもよい。

[0135] ＜３－２．製造方法＞

この樹脂硬化物を製造する場合には、樹脂組成物を加熱する。これにより、樹脂組成物が硬化反応するため、硬化反応物である樹脂硬化物が得られる。

[0136] 加熱温度および加熱時間などの加熱条件は、特に限定されないが、上記した樹脂シートの製造方法とは異なり、硬化反応を実質的に進行させる条件であることが好ましい。

[0137] ＜３－３．作用および効果＞

この樹脂硬化物によれば、上記した本発明の樹脂組成物の硬化反応物を含

んでいるので、その樹脂組成物と同様の理由により、優れた熱的特性を得ることができる。これ以外の作用および効果は、本発明の樹脂組成物と同様である。

[0138] <4. 樹脂基板>

次に、本発明の一実施形態の樹脂基板に関して説明する。以下では、既に説明した樹脂シートを「本発明の樹脂シート」、樹脂硬化物を「本発明の樹脂硬化物」とそれぞれ呼称する。

[0139] 樹脂基板は、上記した本発明の樹脂硬化物の適用例の1つであり、その本発明の樹脂硬化物を含んでいる。ここで説明する樹脂基板は、例えば、本発明の樹脂シートの硬化反応物を含んでおり、その樹脂基板の構成は、本発明の樹脂シートの硬化反応物を含んでいれば、特に限定されない。

[0140] なお、樹脂硬化物の物性（剛性の有無）に関して説明したことは、樹脂基板の物性に関しても同様である。

[0141] すなわち、樹脂基板は、剛性を有していてもよいし、可撓性または柔軟性を有していてもよい。このため、ここで説明する樹脂基板には、例えば、樹脂シートの硬化反応物であれば、剛性を有する硬化反応物だけでなく、可撓性または柔軟性を有する硬化反応物も含まれる。この可撓性または柔軟性を有する硬化反応物は、例えば、シート状の接着剤である接着テープなどである。

[0142] また、樹脂基板が含んでいる樹脂シートの硬化反応物の数は、特に限定されない。すなわち、樹脂シートの硬化反応物の数は、1つだけでもよいし、2つ以上でもよい。なお、樹脂シートの硬化反応物の数が2つ以上である場合、その2つ以上の樹脂シートの硬化反応物は、積層されていてもよい。

[0143] <4-1. 構成>

図4は、樹脂基板40の断面構成を表している。この樹脂基板40は、図1に示した樹脂シート10の硬化反応物である。すなわち、樹脂基板40は、樹脂組成物層1の硬化反応物（樹脂硬化物層3）であり、より具体的には、1つの樹脂硬化物層3からなる単層体である。

[0144] 図5は、樹脂基板50の断面構成を表している。この樹脂基板50は、図2に示した樹脂シート20の硬化反応物であり、より具体的には、複数の樹脂組成物層1の硬化反応物（樹脂硬化物層3）が積層された積層体である。樹脂硬化物層3が積層される数（積層数）は、2層以上であれば、特に限定されない。図5では、例えば、樹脂硬化物層3の積層数が3層である場合を示している。

[0145] 図6は、樹脂基板60の断面構成を表している。この樹脂基板60は、図3に示した樹脂シート30の硬化反応物であり、より具体的には、2つの樹脂硬化物層3により1つの芯材2が挟まれた3層構造を有している。

[0146] 図7は、樹脂基板70の断面構成を表している。この樹脂基板70では、2つ以上の樹脂シート30の硬化反応物が積層されている。ここでは、例えば、3つの樹脂シート30の硬化反応物が積層されている。すなわち、2つの樹脂硬化物層3により1つの芯材2が挟まれた3層構造が形成されており、その3層構造が3段重ねられている。

[0147] なお、上記した3層構造が重ねられる数（段数）は、3段に限らず、2段でもよいし、4段以上でもよい。この段数は、樹脂基板70の厚さおよび強度などの条件に基づいて適宜設定可能である。

[0148] ここでは図示していないが、樹脂基板70は、金属層を備えていてもよい。この金属層は、例えば、最上層の樹脂硬化物層3の表面に設けられると共に、最下層の樹脂硬化物層3の表面に設けられる。

[0149] 金属層は、例えば、銅、ニッケルおよびアルミニウムなどのうちのいずれか1種類または2種類以上を含んでいる。また、金属層は、例えば、金属箔および金属板などのうちのいずれか1種類または2種類以上を含んでおり、単層でもよいし、多層でもよい。金属層の厚さは、特に限定されないが、例えば、 $3\mu\text{m}$ ～ $150\mu\text{m}$ である。この金属層を備えた樹脂基板70は、いわゆる金属張り基板である。

[0150] なお、金属層は、最上層の樹脂硬化物層3の表面だけに設けられてもよいし、最下層の樹脂硬化物層3の表面だけに設けられてもよい。

[0151] この金属層を備えた樹脂基板 70 には、必要に応じて、エッチング処理および穴開け処理などの各種処理のうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上が施されていてもよい。この場合には、樹脂基板 70 と、上記した各種処理が施された金属層と、樹脂シート 10, 20, 30 のうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上とを重ねることで、多層基板としてもよい。

[0152] このように、金属層を設けてもよいと共に、多層基板としてもよいことは、樹脂基板 70 に限らず、上記した樹脂基板 40, 50, 60 に関しても同様である。

[0153] <4-2. 製造方法>

樹脂基板 40 を製造する場合には、樹脂シート 10 を加熱する。これにより、上記したように、樹脂組成物層 1 中において樹脂組成物の硬化反応が実質的に完了するため、図 4 に示したように、樹脂組成物層 1 の硬化反応物である樹脂硬化物層 3 が形成される。

[0154] 樹脂基板 50 を製造する場合には、樹脂シート 20 を加熱する。これにより、上記したように、各樹脂組成物層 1 中において樹脂組成物の硬化反応が実質的に完了するため、図 5 に示したように、複数の樹脂組成物層 1 の硬化反応物である複数の樹脂硬化物層 3 が形成される。

[0155] 樹脂基板 60 を製造する場合には、樹脂シート 30 を加熱する。これにより、上記したように、各樹脂組成物層 1 中において樹脂組成物の硬化反応が実質的に完了するため、図 6 に示したように、芯材 2 の両面に樹脂組成物層 1 の硬化反応物である樹脂硬化物層 3 が形成される。

[0156] 図 8 は、樹脂基板 70 の製造方法を説明するために、図 7 に対応する断面構成を表している。この樹脂基板 70 を製造する場合には、まず、図 8 に示したように、3 つの樹脂シート 30 を積層させる。これにより、3 つの樹脂シート 30 の積層体を得られる。こののち、積層体を加熱する。これにより、各樹脂シート 30 では、各樹脂組成物層 1 中において樹脂組成物の硬化反応が実質的に完了するため、図 7 に示したように、各芯材 2 の両面に、樹脂組成物層 1 の硬化反応物である樹脂硬化物層 3 が形成される。

[0157] ここで、樹脂シート 10、20、30を製造するために樹脂組成物の溶融物を用いる場合には、上記したように、樹脂組成物の溶融時において硬化反応が実質的に完了することを回避する。このため、樹脂組成物の硬化反応が実質的に完了する温度よりも、溶融物を得るために樹脂組成物を加熱する温度を低くすることが好ましい。言い替えれば、樹脂組成物の溶融温度は、その樹脂組成物の硬化反応が実質的に完了する温度よりも低いことが好ましい。

[0158] 一例を挙げると、金型を用いた成形工程では、一般的に、成形時の加熱温度の最高値（最高温度）が250℃程度になる。このため、樹脂組成物の溶融温度は、250℃よりも低い温度であることが好ましく、200℃以下であることがより好ましい。

[0159] ここで説明する「溶融温度」とは、樹脂組成物の硬化反応が実質的に完了することを回避しつつ、その樹脂組成物が固体状態から流動（溶融）状態に変化する温度である。この溶融温度を特定するためには、例えば、ホットプレートなどの加熱器具を用いて樹脂組成物を加熱しながら、その樹脂組成物の状態を目視で観察する。この場合には、へらなどを用いて樹脂組成物を混ぜ合わせながら、加熱温度を次第に上昇させる。これにより、樹脂組成物が溶融し始めた温度を溶融温度とする。

[0160] 上記したように、成形時の最高温度が250℃程度である場合には、例えば、その成形時の加熱温度を樹脂組成物の溶融温度よりも50℃以上高い温度、具体的には100℃～250℃とすると共に、加熱時間を1分間～300分間程度とする。これにより、硬化反応が実質的に完了する温度において樹脂組成物が十分に加熱されるため、その硬化反応が均一に進行する。

[0161] なお、金型を用いた成形工程では、必要に応じて、プレス機などを用いて樹脂組成物を加圧してもよいし、その樹脂組成物が存在する環境中の圧力を増減してもよい。

[0162] 特に、樹脂基板70を製造する場合には、樹脂シート30の積層方向において積層体を加圧しながら、その積層体を加熱することが好ましい。樹脂シ

ート30同士の密着性などが向上するからである。この場合の加熱条件および加圧条件は、特に限定されない。一例を挙げると、加熱温度は100℃～250℃、加熱時間は1分間～300分間であると共に、加圧圧力は0.5MPa～8MPaである。

[0163] <4-3. 作用および効果>

この樹脂基板によれば、本発明の樹脂硬化物を含んでいるので、その樹脂硬化物と同様の理由により、優れた熱的特性を得ることができる。これ以外の作用および効果は、本発明の樹脂硬化物と同様である。

実施例

[0164] 本発明の実施例に関して、詳細に説明する。

[0165] (実験例1～21)

以下で説明する手順により、図6および図7に示したように、複数の樹脂基板60が積層された積層体からなる樹脂基板70を製造した。なお、以下で説明する含有量(質量部)は、不揮発分に換算した値である。

[0166] 樹脂基板70を製造する場合には、最初に、エポキシ化合物と、硬化剤と、添加剤(硬化触媒)とを混合した。この場合には、エポキシ化合物に含まれているエポキシ基の数と硬化剤に含まれている活性水素の数との比が1:1になるように、エポキシ化合物と硬化剤との混合比を調整した。

[0167] エポキシ化合物および硬化剤のそれぞれの種類および混合物中の含有量(質量部)と、難燃元素の種類および混合物中の含有量(質量%)とは、表1および表2に示した通りである。この難燃元素の含有量は、上記したリンの含有量を求める手順と同様の手順により求められる。

[0168] エポキシ化合物として、以下の5種類の化合物を用いた。なお、表1および表2では、一連の化合物の記載を簡略化するために、化合物Aを「化A」、化合物Bを「化B」、化合物Cを「化C」、化合物Dを「化D」、化合物Eを「化E」とそれぞれ記載している。

[0169] 化合物A(非リン含有エポキシ化合物)：

3, 3', 5, 5'-テトラメチル-4, 4'-ビス(グリシジルオキシ

) - 1, 1' - ビフェニルと 4, 4' - ビフェニルジイルビス (グリシジルエーテル) との混合物 (三菱化学株式会社製の Y L 6 1 2 1 H, 質量比 = 1 : 1, 平均エポキシ当量 = 1 7 5)

[0170] 化合物 B (リン含有エポキシ化合物) :

新日鉄住金化学株式会社製の F X - 2 8 9 Z (平均リン含有率 = 2 質量%, 平均エポキシ当量 = 2 2 5)

[0171] 化合物 C (リン含有エポキシ化合物) :

化合物 B の変性物 (平均リン含有率 = 5 質量%, 平均エポキシ当量 = 7 4 5)

[0172] 化合物 D (リン含有エポキシ化合物) :

化合物 B の変性物 (平均リン含有率 = 3 質量%, 平均エポキシ当量 = 4 8 5)

[0173] 化合物 E (臭素含有エポキシ化合物) :

D I C 株式会社製の E P I C L O N 1 5 2 (平均臭素含有率 = 4 6 質量%, 平均エポキシ当量 = 3 6 0)

[0174] 硬化剤として、以下の 3 種類の化合物を用いた。表 1 および表 2 に示した「TPB 骨格」の有無は、硬化剤が骨格として 1, 3, 5 - トリフェニルベンゼンを含んでいるか否かを表している。

[0175] T H P B :

トリフェニルベンゼン化合物である式 (1 - 1) に示した化合物 (重量平均分子量 = 3 5 4, 平均活性水素当量 = 1 1 8)

[0176] T A P B :

トリフェニルベンゼン化合物である式 (1 - 2) に示した化合物 (重量平均分子量 = 3 5 1, 平均活性水素当量 = 5 8. 6)

[0177] B M B H :

4, 4' - ビス (メトキシメチル) ビフェニルフェノール重縮合物 (平均活性水素当量 = 2 0 5)

[0178] 硬化触媒として、2 - エチル - 4 - メチルイミダゾール (四国化成株式会

社製のイミダゾール化合物 2 E 4 M Z) を用いた。この硬化触媒の含有量は、エポキシ化合物と硬化剤との合計に対して 1 質量部とした。

[0179] 続いて、溶媒（メチルエチルケトン）に混合物を投入したのち、その溶媒を攪拌した。これにより、溶媒中においてエポキシ化合物および硬化剤が溶解されたため、エポキシ化合物および硬化剤を含む溶液が得られた。この場合には、不揮発分の濃度を 90 質量%とした。

[0180] 続いて、溶液に無機粒子を投入したのち、その溶液を攪拌した。この場合には、無機粒子として、酸化マグネシウム (MgO , 宇部マテリアルズ株式会社製, 平均粒径 = $50\ \mu m$) と、窒化アルミニウム (AlN , 株式会社トクヤマ製, 平均粒径 = $50\ \mu m$) と、酸化アルミニウム (Al_2O_3 , 電気化学工業株式会社製, 平均粒径 = $40\ \mu m \sim 50\ \mu m$) とを用いた。この平均粒径は、メジアン径 D_{50} である。なお、無機粒子の種類および溶液中の含有量（質量部）は、表 1 および表 2 に示した通りである。これにより、溶液中において無機粒子が分散されたため、液体状の樹脂組成物が得られた。

[0181] 続いて、芯材 2（ガラス繊維織布, 厚さ = $0.05\ mm$, 布重量 = $50\ g/m^2$ ）の両面に液体状の樹脂組成物を塗布したのち、その液体状の樹脂組成物を乾燥（温度 = $100^\circ C$ ）させた。これにより、芯材 2 の両面に樹脂組成物層 1 が形成されたため、図 3 に示した樹脂シート 30（布重量 = $350\ g/m^2$ ）が得られた。

[0182] 続いて、6 枚の樹脂シート 30 を重ねて、図 8 に示した積層体（樹脂シート 30 の段数 = 6 段）を作製した。最後に、平板プレス機を用いて積層体を加熱（温度 = $170^\circ C$ ）および加圧（圧力 = $1\ MPa$, 時間 = 20 分間）したのち、さらに積層体を加熱（温度） = $200^\circ C$ および加圧（圧力 = $4\ MPa$, 時間 = 1 時間）した。この加熱工程では、各樹脂組成物層 1 中において樹脂組成物の反応が実質的に完了したため、その樹脂組成物の硬化反応物を含む樹脂硬化物層 3 が形成された。これにより、図 7 に示した樹脂基板 70（樹脂基板 60 の段数 = 6 段）が完成した。

[0183] この樹脂基板 70（樹脂硬化物層 3）の熱的特性を調べたところ、表 1 お

よび表 2 に示した結果が得られた。ここでは、耐トラッキング性、難燃性および熱伝導性を調べた。

[0184] 耐トラッキング性を調べる場合には、J I S C 2 1 3 4 に準拠した耐トラッキング性試験を実施して、測定用試料が破壊されない最大電圧 (V) を比較トラッキング指数 (C T I) とした。この場合には、5 つの測定用試料を用いて、その 5 つの測定用試料を 1 組として耐トラッキング性試験を実施した。

[0185] 難燃性を調べる場合には、U L 9 4 に準拠した燃焼性試験を実施して、難燃性クラスを判定した。この場合には、耐トラッキング性を調べる場合と同様に、5 つの測定用試料を用いた。

[0186] 熱伝導性を調べる場合には、測定用試料の熱伝導率 ($W / (m \cdot K)$) を測定した。具体的には、最初に、樹脂基板 7 0 を切断して、円形状の測定用試料 (直径 = 1 0 m m, 厚さ = 0. 9 m m) を作製した。続いて、熱伝導率測定装置 (アドバンス理工株式会社製 (旧アルバック理工株式会社) の T C シリーズ) を用いて測定用試料を分析して、熱拡散係数 α (m^2 / s) を測定した。また、サファイアを標準試料として、示差走査熱量分析 (D S C) を用いて測定用試料の比熱 C_p を測定した。さらに、アルキメデス法を用いて測定用試料の密度 r を測定した。最後に、下記の数式 (B) に基づいて、熱伝導率 λ ($W / (m \cdot K)$) を算出した。

[0187] $\lambda = \alpha \times C_p \times r \quad \dots (B)$

(λ は熱伝導率 ($W / (m \cdot K)$)、 α は熱拡散率 (m^2 / s)、 C_p は比熱 ($J / k g \cdot K$)、 r は密度 ($k g / m^3$) である。)

[0188]

[表1]

実験 例	エポキシ化合物		硬化剤		無機粒子		難燃元素		CTI (V)	難燃性 クラス	熱伝導率 (W/(m・K))
	種類	含有量 (質量部)	種類	TPB 骨格	含有量 (質量部)	種類	含有量 (質量部)	種類	含有量 (質量%)		
1	化 A+化 B	36+27	THPB	含む	36	MgO	230	P	0.5	V-1	3.2
2	化 A+化 B	22+41	THPB	含む	36	MgO	230	P	0.8	V-0	3.2
3	化 B	65	THPB	含む	34	MgO	230	P	1.3	V-0	3.2
4	化 A+化 C	52+11	THPB	含む	36	MgO	230	P	0.5	V-1	3.2
5	化 A+化 C	45+20	THPB	含む	34	MgO	230	P	1.0	V-0	3.2
6	化 A+化 C	32+40	THPB	含む	27	MgO	230	P	2.0	V-0	3.1
7	化 A+化 C	4+80	THPB	含む	15	MgO	230	P	4.0	V-0	3.0
8	化 C	86	THPB	含む	13	MgO	230	P	4.3	V-0	2.9
9	化 A+化 D	35+32	THPB	含む	32	MgO	230	P	1.0	V-0	3.2
10	化 A+化 B	27+50	TAPB	含む	22	MgO	230	P	1.0	V-0	3.2
11	化 A+化 C	58+20	TAPB	含む	21	MgO	230	P	1.0	V-0	3.2
12	化 A+化 C	32+40	THPB	含む	27	AlN	230	P	2.0	V-0	4.0

化 A : 非リン含有エポキシ化合物

化 B, 化 C, 化 D : リン含有エポキシ化合物

[表2]

実験 例	エポキシ化合物		硬化剤		無機粒子		難燃元素		CTI (V)	難燃性 クラス	熱伝導率 (W/(m・K))
	種類	含有量 (質量部)	種類	TPB 骨格	含有量 (質量部)	種類	含有量 (質量部)	種類	含有量 (質量%)		
13	化 A	59	THPB	含む	40	MgO	230	—	—	燃焼	3.1
14	化 A+化 B	40+21	THPB	含む	38	MgO	230	P	0.4	燃焼	3.2
15	化 C	92	TAPB	含む	7	MgO	230	P	4.6	V-0	2.3
16	化 A+化 E	56+4	THPB	含む	39	MgO	230	Br	1.8	燃焼	3.0
17	化 A+化 E	54+6	THPB	含む	39	MgO	230	Br	2.8	V-1	2.9
18	化 A+化 E	51+10	THPB	含む	38	MgO	230	Br	4.6	V-0	2.8
19	化 A+化 E	47+15	THPB	含む	37	MgO	230	Br	7.0	V-0	2.7
20	化 A+化 C	34+20	BMBH	含まない	45	MgO	230	P	1.0	V-0	2.0
21	化 A+化 C	32+40	THPB	含む	27	Al ₂ O ₃	230	P	2.0	V-0	1.5

化 A : 非リン含有エポキシ化合物

化 B, 化 C : リン含有エポキシ化合物

化 E : 臭素含有エポキシ化合物

[0190] C T I、難燃性クラスおよび熱伝導率は、樹脂組成物の組成に応じて大きく変動した。

- [0191] 詳細には、樹脂組成物がリンも臭素も含んでいない場合（実験例 13）には、CTI および熱伝導率はいずれも高くなったが、測定用試料は燃焼した。
- [0192] 樹脂組成物が臭素を含んでいる場合（実験例 16～19）には、CTI および熱伝導率はいずれも低くなった。しかも、難燃性クラスに関しては、良好な判定（V-0 および V-1）が得られる場合もあったが、測定用試料が燃焼する場合もあった。
- [0193] 硬化剤が TPB 骨格を含んでいない場合（実験例 20）には、難燃性クラスに関しては良好な判定（V-0）が得られたが、CTI および熱伝導率はいずれも低くなった。
- [0194] 無機粒子として酸化アルミニウムを用いた場合（実験例 21）には、CTI は高くなると共に、難燃性クラスに関して良好な判定（V-0）が得られたが、熱伝導率が著しく低くなった。
- [0195] 硬化剤が TPB 骨格を含んでいると共に、無機粒子として酸化マグネシウムまたは窒化アルミニウムを用いた場合において、樹脂組成物がリンを含んでいると（実験例 1～12, 14, 15）、そのリンの含有量に応じて、CTI、難燃性クラスおよび熱伝導率に差異が生じた。
- [0196] 具体的には、リンの含有量が 0.5 質量% よりも小さい場合（実験例 14）には、CTI および熱伝導率はいずれも高くなったが、測定用試料が燃焼した。また、リンの含有量が 4.3 質量% よりも大きい場合（実験例 15）には、CTI は高くなると共に、難燃性クラスに関して良好な判定（V-0）が得られたが、熱伝導率は低くなった。
- [0197] これに対して、リンの含有量が 0.5 質量%～4.3 質量%である場合（実験例 1～12）には、CTI および熱伝導率はいずれも高くなると共に、難燃性クラスに関して良好な判定（V-0 および V-1）が得られた。
- [0198] この場合には、リンの含有量が 0.8 質量%以上であると、難燃性クラスに関してより良好な判定（V-0）が得られた。また、リンの含有量が 4 質量%以下であると、CTI および熱伝導率はいずれもより高くなると共に、

リンの含有量が2質量%以下であると、CTIおよび熱伝導率はいずれもさらに高くなった。

[0199] 表1および表2に示した結果から、樹脂組成物がエポキシ化合物と式(1)に示したトリフェニルベンゼン化合物と無機粒子(酸化マグネシウムおよび窒化アルミニウムのうち的一方または双方を含む。)とリンとを含む場合において、そのリンの含有量が0.5質量%~4.3質量%であると、樹脂硬化物において耐トラッキング性、難燃性および熱伝導性がいずれも改善された。よって、優れた熱的特性が得られた。

[0200] 以上、一実施形態および実施例を挙げながら本発明を説明したが、本発明は一実施形態および実施例において説明した態様に限定されず、種々の変形が可能である。

[0201] 本出願は、日本国特許庁において2015年4月28日に出願された日本特許出願番号第2015-091605号および2016年4月25日に出願された日本特許出願番号第2016-086709を基礎として優先権を主張するものであり、この出願のすべての内容を参照によって本出願に援用する。

[0202] 当業者であれば、設計上の要件や他の要因に応じて、種々の修正、コンビネーション、サブコンビネーション、及び変更を想到し得るが、それらは添付の請求の範囲の趣旨やその均等物の範囲に含まれるものであることが理解される。

請求の範囲

[請求項1]

エポキシ化合物と、

下記の式（１）で表されるトリフェニルベンゼン化合物と、

酸化マグネシウム（MgO）および窒化アルミニウム（AlN）の
うちの少なくとも一方を含む無機粒子と、

リン（P）と

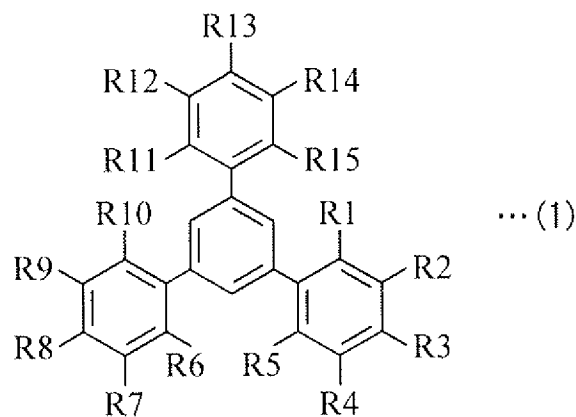
を含み、

下記の数式（A）で表される前記リンの含有量（質量％）は、0.5
質量％以上4.3質量％以下である、

樹脂組成物。

リンの含有量（質量％）＝（リンの質量／無機粒子を除いた不揮発
分の質量）×100・・・（A）

[化1]



（R1～R15のそれぞれは、水素基（－H）および反応基のうちの
いずれかであり、その反応基は、水酸基（－OH）およびアミノ基（
－NH₂）のうちのいずれかである。ただし、R1～R15のうちの
少なくとも1つは、反応基である。）

[請求項2]

前記リンの含有量は、0.8質量％以上4質量％以下である、
請求項1記載の樹脂組成物。

[請求項3]

前記リンの含有量は、0.8質量％以上2質量％以下である、

請求項 1 または請求項 2 に記載の樹脂組成物

[請求項4] 前記リンは、前記エポキシ化合物に構成元素として含まれている、
請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の樹脂組成物。

[請求項5] 前記 R 1 ～ R 5 のうちの少なくとも 1 つは、前記反応基であり、
前記 R 6 ～ R 10 のうちの少なくとも 1 つは、前記反応基であり、
前記 R 11 ～ R 15 のうちの少なくとも 1 つは、前記反応基である

、

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の樹脂組成物。

[請求項6] 前記 R 1 ～ R 5 のうちの 1 つは、前記反応基であり、
前記 R 6 ～ R 10 のうちの 1 つは、前記反応基であり、
前記 R 11 ～ R 15 のうちの 1 つは、前記反応基である、
請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の樹脂組成物。

[請求項7] 前記 R 1 ～ R 15 のそれぞれは、水素基および水酸基のうちのいずれかであり、

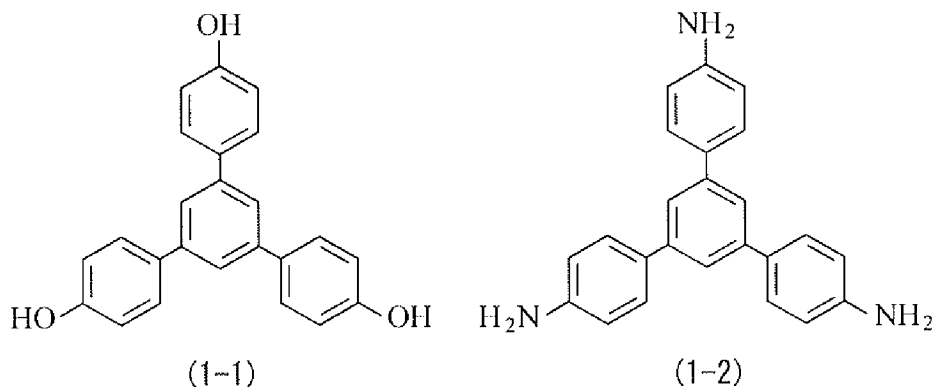
または、前記 R 1 ～ R 15 のそれぞれは、水素基およびアミノ基のうちのいずれかである、

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の樹脂組成物。

[請求項8] 前記トリフェニルベンゼン化合物は、下記の式 (1-1) および式 (1-2) のそれぞれで表される化合物のうちの少なくとも一方を含む、

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の樹脂組成物。

[化2]

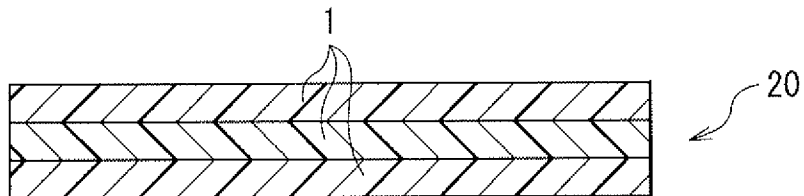


- [請求項9] 請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか 1 項に記載の樹脂組成物を含む、
樹脂シート。
- [請求項10] 請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか 1 項に記載の樹脂組成物の硬化
反応物を含む、
樹脂硬化物。
- [請求項11] 請求項 9 に記載の樹脂シートの硬化反応物を含む、
樹脂基板。
- [請求項12] 2 以上の前記樹脂シートの硬化反応物を含み、
前記 2 以上の樹脂シートの硬化反応物は、積層されている、
請求項 1 1 記載の樹脂基板。

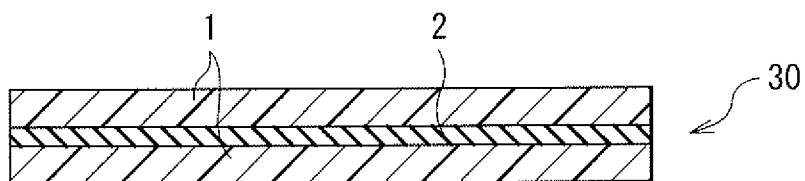
[図1]



[図2]



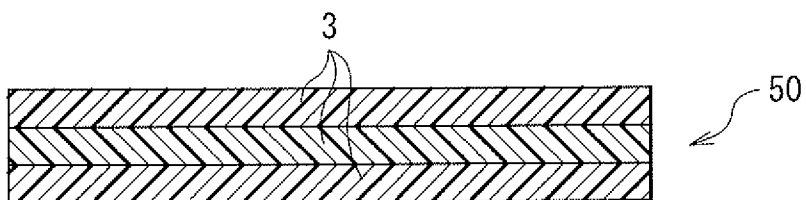
[図3]



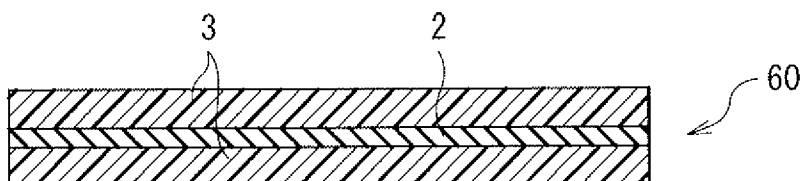
[図4]



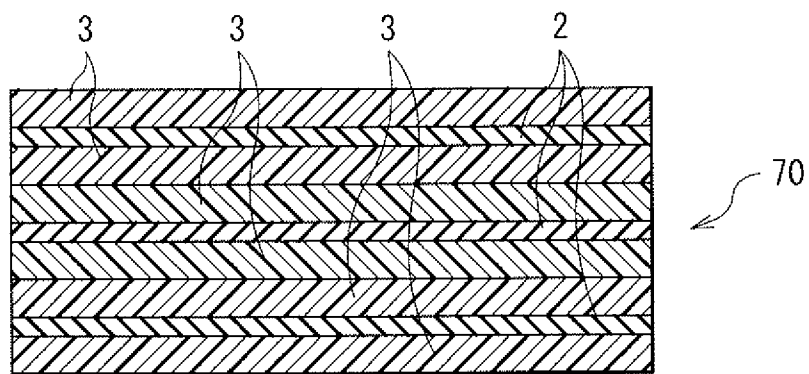
[図5]



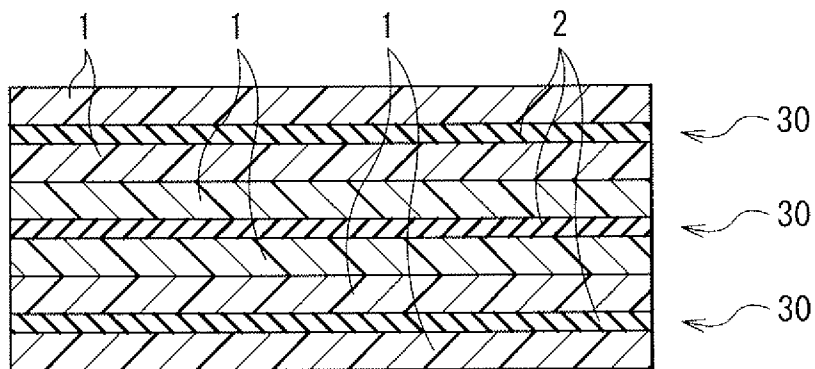
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/063397

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C08G59/40(2006.01)i, C08K3/28(2006.01)i, C08K3/32(2006.01)i, C08K5/13(2006.01)i, C08K5/18(2006.01)i, C08L63/00(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)

C08G59/40, C08K3/28, C08K3/32, C08K5/13, C08K5/18, C08L63/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/098066 A1 (Panasonic Corp.), 02 September 2010 (02.09.2010), the entire description & US 2012/0025132 A1 the entire specification & CN 102333823 A & JP 5423783 B	1-12
A	WO 93/14140 A1 (Hoechst Celanese Corp.), 22 July 1993 (22.07.1993), the entire description (Family: none)	1-12

☒ 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
20 May 2016 (20.05.16)

Date of mailing of the international search report
31 May 2016 (31.05.16)

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/JP2016/063397

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2015-232116 A (TDK Corp.), 24 December 2015 (24.12.2015), the entire specification & US 2015/0329695 A1 the entire specification & EP 2944670 A1 & CN 105086362 A & KR 10-2015-0132010 A	1-12
P, A	JP 2015-86278 A (TDK Corp.), 07 May 2015 (07.05.2015), the entire specification & US 2015/0118498 A1 the entire specification & EP 2871196 A1 & CN 104592712 A & KR 10-2015-0050437 A & TW 201527403 A	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C08G59/40(2006.01)i, C08K3/28(2006.01)i, C08K3/32(2006.01)i, C08K5/13(2006.01)i,
C08K5/18(2006.01)i, C08L63/00(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. C08G59/40, C08K3/28, C08K3/32, C08K5/13, C08K5/18, C08L63/00

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

CAplus/REGISTRY (STN)

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	WO 2010/098066 A1 (パナソニック株式会社) 2010.09.02, 明細書全体 & US 2012/0025132 A1, 明細書全体 & CN 102333823 A & JP 5423783 B	1-12
A	WO 93/14140 A1 (Hoechst Celanese Corporation) 1993.07.22, 明細書全体 ファミリーなし	1-12

☑ 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 0 . 0 5 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

3 1 . 0 5 . 2 0 1 6

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)

繁田 えい子

4 J

9 3 4 2

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

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
PA	JP 2015-232116 A (T D K株式会社) 2015. 12. 24, 明細書全体 & US 2015/0329695 A1, 明細書全体 & EP 2944670 A1 & CN 105086362 A & KR 10-2015-0132010 A	1-12
PA	JP 2015-86278 A (T D K株式会社) 2015. 05. 07, 明細書全体 & US 2015/0118498 A1, 明細書全体 & EP 2871196 A1 & CN 104592712 A & KR 10-2015-0050437 A & TW 201527403 A	1-12