

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6285788号
(P6285788)

(45) 発行日 平成30年2月28日 (2018. 2. 28)

(24) 登録日 平成30年2月9日 (2018. 2. 9)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 B 1/22 (2006. 01)

H O 1 B 1/22 A

H O 1 B 1/00 (2006. 01)

H O 1 B 1/00 D

H O 1 R 11/01 (2006. 01)

H O 1 R 11/01 5 O 1 A

H O 1 R 43/00 (2006. 01)

H O 1 R 11/01 5 O 1 C

H O 1 R 43/00 H

請求項の数 15 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2014-84549 (P2014-84549)
 (22) 出願日 平成26年4月16日 (2014. 4. 16)
 (65) 公開番号 特開2014-225441 (P2014-225441A)
 (43) 公開日 平成26年12月4日 (2014. 12. 4)
 審査請求日 平成29年1月17日 (2017. 1. 17)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-85682 (P2013-85682)
 (32) 優先日 平成25年4月16日 (2013. 4. 16)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000002174
 積水化学工業株式会社
 大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号
 (74) 代理人 110001232
 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所
 (72) 発明者 上野山 伸也
 滋賀県甲賀市水口町泉1259 積水化学
 工業株式会社内
 (72) 発明者 真原 茂雄
 滋賀県甲賀市水口町泉1259 積水化学
 工業株式会社内

審査官 牟田 博一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光硬化性導電材料、接続構造体の製造方法及び接続構造体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電極間の電気的な接続に用いられ、光硬化性を有する導電材料であり、
 導電性粒子と、
 屈折率が1.6以上である材料により形成されている光反射粒子と、
 光硬化性を有するバインダー樹脂とを含み、
前記光反射粒子の少なくとも一部が、前記導電性粒子の表面上に付着しており、
前記導電性粒子の表面積全体に占める前記光反射粒子により被覆されている部分の面積
である被覆率が10%以上である、光硬化性導電材料。

【請求項 2】

前記導電性粒子の表面上に付着していない光反射粒子を含む、請求項1に記載の光硬化性導電材料。

【請求項 3】

光硬化性導電材料100重量%中、前記導電性粒子の含有量が5重量%以上、かつ20重量%以下である、請求項1又は2に記載の光硬化性導電材料。

【請求項 4】

光硬化性導電材料100重量%中、前記光反射粒子の含有量が5重量%以上、かつ80重量%以下である、請求項1～3のいずれか1項に記載の光硬化性導電材料。

【請求項 5】

前記光反射粒子の材料が、 TiO_2 、 ZnO 又は Al_2O_3 を含む、請求項1～4のい

ずれか 1 項に記載の光硬化性導電材料。

【請求項 6】

前記導電性粒子が、導電性の表面上に配置された絶縁粒子を備える、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の光硬化性導電材料。

【請求項 7】

前記絶縁粒子の材料が、有機物質又は有機無機ハイブリッド物質である、請求項 6 に記載の光硬化性導電材料。

【請求項 8】

前記導電性粒子の表面上に付着している絶縁物質を備え、
前記導電性粒子の表面積全体に占める前記絶縁物質及び前記光反射粒子により被覆されている部分の面積である被覆率が 50 % 以上である、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の光硬化性導電材料。 10

【請求項 9】

前記導電性粒子における導電部の外表面の材料が、銅、銀又は金である、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の光硬化性導電材料。

【請求項 10】

前記バインダー樹脂が、熱硬化性及び光硬化性を有する、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の光硬化性導電材料。

【請求項 11】

熱の付与後に光の照射が行われ、熱の付与及び光の照射により前記バインダー樹脂を硬化させて用いられる、請求項 10 に記載の光硬化性導電材料。 20

【請求項 12】

請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の光硬化性導電材料を用いて、かつ、
第 1 の電極を表面に有する第 1 の接続対象部材と、第 2 の電極を表面に有する第 2 の接続対象部材とを用いて、
前記第 1 の接続対象部材の表面上に、前記光硬化性導電材料を配置する工程と、
前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に前記導電性粒子が位置するように、前記光硬化性導電材料の前記第 1 の接続対象部材側とは反対の表面上に、前記第 2 の接続対象部材を配置する工程と、
前記第 2 の接続対象部材の配置前、配置時又は配置後に、前記光硬化性導電材料に光を照射する工程とを備え、
前記バインダー樹脂を硬化させることで、前記第 1 の接続対象部材と前記第 2 の接続対象部材とを接続している接続部を前記光硬化性導電材料により形成して、かつ前記第 1 の電極と前記第 2 の電極とを前記導電性粒子により電氣的に接続する、接続構造体の製造方法。 30

【請求項 13】

前記バインダー樹脂が、熱硬化性及び光硬化性を有し、
前記第 2 の接続対象部材の配置前、配置時又は配置後に、前記光硬化性導電材料に熱を付与し、かつ熱の付与後に前記光硬化性導電材料に光を照射し、
前記接続部が、前記光硬化性導電材料に熱を付与及び光を照射して、前記バインダー樹脂を硬化させることで形成されている、請求項 12 に記載の接続構造体の製造方法。 40

【請求項 14】

第 1 の電極を表面に有する第 1 の接続対象部材と、
第 2 の電極を表面に有する第 2 の接続対象部材と、
前記第 1 の接続対象部材と前記第 2 の接続対象部材とを接続している接続部とを備え、
前記接続部が、請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の光硬化性導電材料に光を照射して、かつ前記バインダー樹脂を硬化させることで形成されており、
前記第 1 の電極と前記第 2 の電極とが前記導電性粒子により電氣的に接続されている、接続構造体。

【請求項 15】

前記バインダー樹脂が、熱硬化性及び光硬化性を有し、

前記接続部が、前記光硬化性導電材料に熱を付与及び光を照射して、前記バインダー樹脂を硬化させることで形成されている、請求項14に記載の接続構造体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、導電性粒子と、光硬化性を有するバインダー樹脂とを含む光硬化性導電材料に関する。また、本発明は、上記光硬化性導電材料を用いた接続構造体の製造方法及び接続構造体に関する。

【背景技術】

10

【0002】

異方性導電ペースト及び異方性導電フィルム等の異方性導電材料が広く知られている。該異方性導電材料では、バインダー樹脂中に導電性粒子が分散されている。

【0003】

上記異方性導電材料は、各種の接続構造体を得るために、例えば、フレキシブルプリント基板とガラス基板との接続（FOG（Film on Glass））、半導体チップとフレキシブルプリント基板との接続（COF（Chip on Film））、半導体チップとガラス基板との接続（COG（Chip on Glass））、並びにフレキシブルプリント基板とガラスエポキシ基板との接続（FOB（Film on Board））等を使用されている。

20

【0004】

上記異方性導電材料により、例えば、半導体チップの電極とガラス基板の電極とを電氣的に接続する際には、ガラス基板上に、導電性粒子を含む異方性導電材料を配置する。次に、半導体チップを積層して、加熱及び加圧する。これにより、異方性導電材料を硬化させて、導電性粒子を介して電極間を電氣的に接続して、接続構造体を得る。

【0005】

上記異方性導電材料の一例として、下記の特許文献1には、光反射導電性粒子と、バインダー樹脂とを含む異方性導電材料が開示されている。上記光反射導電性粒子は、金属材料で被覆されているコア粒子と、該コア粒子の表面上に光反射層とを有する。上記光反射層は、屈折率が1.52以上である光反射無機粒子により形成されている。

30

【0006】

上記接続構造体の一例として、下記の特許文献2には、複数の第1の電極を有する透光性基板と第2の電極を有する電子部品とが、異方性導電材料により接続されている接続構造体が開示されている。上記透光性基板では、上記第1の電極間に凹部が形成されており、かつ該凹部にポリマーが配置されている。上記接続構造体の製造時には、透光性基板の外側から光を照射して、照射した光を上記ポリマーに至らせている。上記ポリマーにより、光の方向が変換され、電極間にも光が照射されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

40

【特許文献1】特開2011-86823号公報

【特許文献2】特開2011-82582号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

導電性粒子と、光硬化性を有するバインダー樹脂とを含む従来の異方性導電材料を用いて、接続対象部材の電極間を電氣的に接続した場合には、光の照射時に電極間に光が直接照射されずに、電極間に配置されたバインダー樹脂が十分に硬化しないことがある。このため、異方性導電材料が光硬化した硬化物と、接続対象部材との接着性が低いことがある。すなわち、接続対象部材の接続信頼性が十分に高くないという問題がある。

50

【0009】

また、特許文献1に記載の異方性導電材料を用いて電極間を電氣的に接続した場合には、コア粒子の表面上の光反射層が、コア粒子と電極との間に挟み込まれやすく、電極間の導通不良が生じたり、電極間の接続抵抗が高くなったりする。

【0010】

特許文献2では、ポリマーが配置されている透光性基板を用いなければならず、得られる接続構造体が限定される。また、特許文献2に記載のようなポリマーが配置されている透光性基板の作製には手間がかかり、得られる接続構造体の製造コストが高くなる。

【0011】

本発明の目的は、接続対象部材の電極間を電氣的に接続した場合に、接続対象部材の接続信頼性を高め、かつ電極間の導通信頼性を高めることができる光硬化性導電材料を提供することである。また、本発明の目的は、上述した光硬化性導電材料を用いた接続構造体の製造方法及び接続構造体を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の広い局面によれば、電極間の電氣的な接続に用いられ、光硬化性を有する導電材料であり、導電性粒子と、屈折率が1.6以上である材料により形成されている光反射粒子と、光硬化性を有するバインダー樹脂とを含む、光硬化性導電材料が提供される。

【0013】

本発明に係る光硬化性導電材料のある特定の局面では、前記光硬化性導電材料は、前記導電性粒子の表面上に付着していない光反射粒子を含む。

【0014】

本発明に係る光硬化性導電材料のある特定の局面では、前記光反射粒子の少なくとも一部が、前記導電性粒子の表面上に付着している。

【0015】

本発明に係る光硬化性導電材料のある特定の局面では、前記光硬化性導電材料100重量%中、前記導電性粒子の含有量が5重量%以上、かつ20重量%以下である。

【0016】

本発明に係る光硬化性導電材料のある特定の局面では、前記光硬化性導電材料100重量%中、前記光反射粒子の含有量が5重量%以上、かつ80重量%以下である。

【0017】

本発明に係る光硬化性導電材料のある特定の局面では、前記光反射粒子の材料が、 TiO_2 、 ZnO 又は Al_2O_3 を含む。

【0018】

本発明に係る光硬化性導電材料のある特定の局面では、前記導電性粒子が、導電性の表面上に配置された絶縁粒子を備える。

【0019】

本発明に係る光硬化性導電材料のある特定の局面では、前記絶縁粒子の材料が、有機物質又は有機無機ハイブリッド物質である。

【0020】

本発明に係る光硬化性導電材料のある特定の局面では、前記光反射粒子の少なくとも一部が、前記導電性粒子の表面上に付着しており、前記導電性粒子の表面積全体に占める前記光反射粒子により被覆されている部分の面積である被覆率が10%以上である。

【0021】

本発明に係る光硬化性導電材料のある特定の局面では、前記光硬化性導電材料は、前記導電性粒子の表面上に付着している絶縁物質を備え、前記光反射粒子の少なくとも一部が、前記導電性粒子の表面上に付着しており、前記導電性粒子の表面積全体に占める前記絶縁物質及び前記光反射粒子により被覆されている部分の面積である被覆率が50%以上である。

【0022】

10

20

30

40

50

本発明に係る光硬化性導電材料のある特定の局面では、前記導電性粒子における導電部の外表面の材料が、銅、銀又は金である。

【0023】

本発明に係る光硬化性導電材料のある特定の局面では、前記バインダー樹脂が、熱硬化性及び光硬化性を有する。

【0024】

本発明に係る光硬化性導電材料は、熱の付与後に光の照射が行われ、熱の付与及び光の照射により前記バインダー樹脂を硬化させて用いられることが好ましい。

【0025】

本発明の広い局面によれば、上述した光硬化性導電材料を用いて、かつ、第1の電極を表面に有する第1の接続対象部材と、第2の電極を表面に有する第2の接続対象部材とを用いて、前記第1の接続対象部材の表面上に、前記光硬化性導電材料を配置する工程と、前記第1の電極と前記第2の電極との間に前記導電性粒子が位置するように、前記光硬化性導電材料の前記第1の接続対象部材側とは反対の表面上に、前記第2の接続対象部材を配置する工程と、前記第2の接続対象部材の配置前、配置時又は配置後に、前記光硬化性導電材料に光を照射する工程とを備え、前記バインダー樹脂を硬化させることで、前記第1の接続対象部材と前記第2の接続対象部材とを接続している接続部を前記光硬化性導電材料により形成して、かつ前記第1の電極と前記第2の電極とを前記導電性粒子により電氣的に接続する、接続構造体の製造方法が提供される。

【0026】

本発明に係る接続構造体の製造方法のある特定の局面では、前記バインダー樹脂が、熱硬化性及び光硬化性を有し、前記第2の接続対象部材の配置前、配置時又は配置後に、前記光硬化性導電材料に熱を付与し、かつ熱の付与後に前記光硬化性導電材料に光を照射し、前記接続部が、前記光硬化性導電材料に熱を付与及び光を照射して、前記バインダー樹脂を硬化させることで形成されている。

【0027】

本発明の広い局面によれば、第1の電極を表面に有する第1の接続対象部材と、第2の電極を表面に有する第2の接続対象部材と、前記第1の接続対象部材と前記第2の接続対象部材とを接続している接続部とを備え、前記接続部が、上述した光硬化性導電材料に光を照射して、かつ前記バインダー樹脂を硬化させることで形成されており、前記第1の電極と前記第2の電極とが前記導電性粒子により電氣的に接続されている、接続構造体が提供される。

【0028】

本発明に係る接続構造体のある特定の局面では、前記バインダー樹脂が、熱硬化性及び光硬化性を有し、前記接続部が、前記光硬化性導電材料に熱を付与及び光を照射して、前記バインダー樹脂を硬化させることで形成されている。

【発明の効果】

【0029】

本発明に係る光硬化性導電材料は、導電性粒子と、屈折率が1.6以上である材料により形成されている光反射粒子と、光硬化性を有するバインダー樹脂とを含むので、接続対象部材の電極間を電氣的に接続した場合に、接続対象部材の接続信頼性を高め、かつ電極間の導通信頼性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】図1は、本発明の第1の実施形態に係る光硬化性導電材料を用いた接続構造体を模式的に示す断面図である。

【図2】図2は、本発明の第2の実施形態に係る光硬化性導電材料を用いた接続構造体を模式的に示す断面図である。

【図3】図3(a)～(c)は、本発明の第1の実施形態に係る光硬化性導電材料を用いた接続構造体の製造方法の一例を説明するための断面図である。

【図４】図４は、本発明の第１の実施形態に係る光硬化性導電材料に用いられる、導電性粒子の表面上に光反射粒子が付着している導電性粒子複合体を示す断面図である。

【図５】図５は、本発明の第２の実施形態に係る光硬化性導電材料に用いられる導電性粒子を示す断面図である。

【図６】図６は、導電性粒子複合体の第１の変形例を示す断面図である。

【図７】図７は、導電性粒子複合体の第２の変形例を示す断面図である。

【図８】図８は、導電性粒子複合体の第３の変形例を示す断面図である。

【図９】図９は、導電性粒子の第１の変形例を示す断面図である。

【図１０】図１０は、導電性粒子の表面積全体に占める光反射粒子により被覆されている部分の面積である被覆率の評価方法を説明するための模式図である。

10

【発明を実施するための形態】

【００３１】

以下、本発明の詳細を説明する。

【００３２】

本発明に係る光硬化性導電材料は、電極間の電氣的な接続に用いられ、光硬化性を有する導電材料である。本発明に係る光硬化性導電材料は、導電性粒子と、屈折率が１．６以上である材料により形成されている光反射粒子と、光硬化性を有するバインダー樹脂とを含む。

【００３３】

本発明に係る光硬化性導電材料における上述した構成の採用により、接続対象部材の電極間を電氣的に接続した場合に、接続対象部材の接続信頼性を高め、かつ電極間の導通信頼性を高めることができる。

20

【００３４】

導電性粒子を用いただけでは、電極間などに位置していることで光が直接照射されなかったバインダー樹脂部分を、十分に硬化させることはできないことがある。また、光反射層を表面に有する光反射導電性粒子を用いただけでは、光反射層が電極間の導通を妨げることによって、電極間の導通不良が生じたり、電極間の接続抵抗が高くなったりすることがある。

【００３５】

これに対して、本発明では、新規な構成が初めて採用されている。特に、光硬化性導電材料が、導電性粒子と、屈折率が１．６以上である材料により形成されている光反射粒子との双方を含むので、光硬化性を有するバインダー樹脂を硬化させる際に、光反射粒子によって光を反射させることで、電極間などに位置することで光が直接照射されにくいバインダー樹脂部分にも、光を照射させることができ、バインダー樹脂を十分に硬化させることができる。

30

【００３６】

次に、図１を参照しつつ、本発明の第１の実施形態に係る光硬化性導電材料を用いた接続構造体について、具体的に説明する。

【００３７】

図１は、本発明の第１の実施形態に係る光硬化性導電材料を用いた接続構造体を模式的に示す断面図である。

40

【００３８】

図１に示す接続構造体１は、第１の電極２ａを表面に有する第１の接続対象部材２と、第２の電極３ａを表面に有する第２の接続対象部材３と、第１の接続対象部材２と第２の接続対象部材３とを接続している接続部４とを備える。第１の電極２ａと第２の電極３ａとは、導電性粒子２２の表面上に光反射粒子２３が付着している導電性粒子複合体２１における導電性粒子２２により電氣的に接続されている。第１の実施形態では、導電性粒子２２の表面上に光反射粒子２３が付着している導電性粒子複合体２１（後述する図４に示す導電性粒子複合体２１）が用いられている。

【００３９】

50

接続部 4 は、導電性粒子複合体 2 1 と、光硬化性を有するバインダー樹脂とを含む光硬化性導電材料に光を照射して、かつバインダー樹脂を硬化させることで形成されている。接続部 4 は、硬化したバインダー樹脂 1 1 を含む。

【0040】

図 2 は、本発明の第 2 の実施形態に係る光硬化性導電材料を用いた接続構造体を模式的に示す断面図である。

【0041】

図 2 に示す接続構造体 1 X は、第 1 の電極 2 a を表面に有する第 1 の接続対象部材 2 と、第 2 の電極 3 a を表面に有する第 2 の接続対象部材 3 と、第 1 の接続対象部材 2 と第 2 の接続対象部材 3 とを接続している接続部 4 X とを備える。第 1 の電極 2 a と第 2 の電極 3 a とは、導電性粒子 2 2 により電氣的に接続されている。第 2 の実施形態では、導電性粒子 2 2 （後述する図 5 に示す導電性粒子 2 2 ）と、導電性粒子 2 2 の表面上に付着していない光反射粒子 5 とが用いられている。

10

【0042】

接続部 4 X は、導電性粒子 2 2 と、光反射粒子 5 と、光硬化性を有するバインダー樹脂とを含む光硬化性導電材料に光を照射して、かつバインダー樹脂を硬化させることで形成されている。接続部 4 X は、硬化したバインダー樹脂 1 1 X を含む。

【0043】

図 1 に示す接続構造体 1 は、具体的には、例えば、図 3 (a) ～ (c) に示す状態を経て、以下のようにして得ることができる。ここでは、上記光硬化性導電材料として、導電性粒子複合体 2 1 と、熱硬化性及び光硬化性を有するバインダー樹脂 1 1 A とを含む光硬化性導電材料を用いている。この光硬化性導電材料は、光硬化性及び熱硬化性導電材料である。バインダー樹脂 1 1 A は、硬化前のバインダー樹脂である。なお、熱硬化性を有さず、光硬化性のみを有するバインダー樹脂を用いてもよい。

20

【0044】

図 3 (a) に示すように、第 1 の電極 2 a を表面（上面）に有する第 1 の接続対象部材 2 を用意する。また、複数の導電性粒子複合体 2 1 とバインダー樹脂 1 1 A とを含む光硬化性導電材料を用意する。次に、第 1 の接続対象部材 2 の第 1 の電極 2 a 側の表面上に、上記光硬化性導電材料を用いて、光硬化性導電材料層 4 A を配置する。このとき、第 1 の電極 2 a 上に、1 つ又は複数の導電性粒子複合体 2 1 が配置されていることが好ましい。ここでは、上記光硬化性導電材料として、導電ペーストを用いているので、導電ペーストの配置は、導電ペーストの塗布により行われている。光硬化性導電材料層 4 A は、導電ペースト層である。

30

【0045】

次に、図 3 (b) に示すように、光硬化性導電材料層 4 A の第 1 の接続対象部材 2 側とは反対の表面上に、第 2 の電極 3 a を表面に有する第 2 の接続対象部材 3 を、第 2 の電極 3 a 側から配置する。すなわち、第 1 の接続対象部材 2 と第 2 の接続対象部材 3 との間に、光硬化性導電材料層 4 A を配置する。また、第 1 の電極 2 a と第 2 の電極 3 a とが対向するように、第 2 の接続対象部材 3 を配置する。このとき、第 1 の電極 2 a と第 2 の電極 3 a との間に導電性粒子複合体 2 1 が位置するように、上記光硬化性導電材料を配置する。

40

【0046】

次に、第 2 の接続対象部材 3 の配置時又は配置後に、第 1 の接続対象部材 2 と第 2 の接続対象部材 3 とを熱圧着させる。それによって、バインダー樹脂 1 1 A に熱を付与して、バインダー樹脂 1 1 A 及び光硬化性導電材料層 4 A の硬化を進行させる。この結果、図 3 (c) に示すように、バインダー樹脂 1 1 B 及び光硬化性導電材料層 4 B を形成する。バインダー樹脂 1 1 B 及び光硬化性導電材料層 4 B は、例えば、B ステージ化されたバインダー樹脂及び B ステージ化された光硬化性導電材料層である。

【0047】

上記光硬化性導電材料層に熱を付与することにより硬化を進行させる場合には、上記光

50

硬化性導電材料層を適度に硬化させるための加熱温度は好ましくは80℃以上、好ましくは130℃以下、より好ましくは110℃以下である。

【0048】

なお、熱の付与は、上記第2の接続対象部材の配置前、配置時又は配置後に行われ、配置前に行われてもよく、配置時に行われてもよく、配置後に行われてもよい。但し、熱の付与は、配置時又は配置後に行われることが好ましく、配置後に行われることがより好ましい。なお、熱の付与は必ずしも行われなくてもよい。バインダー樹脂11A及び光硬化性導電材料層4Aに、熱を付与せずに、光を照射してもよい。

【0049】

さらに、熱の付与後に、光硬化性導電材料層4Bに光を照射する。本実施形態では、第1の接続対象部材2が透光性を有する。このため、第1の接続対象部材2の光硬化性導電材料層4B側とは反対の表面側からバインダー樹脂11Bに、矢印Y1、Y2、Y3で示す方向に光を照射している。光の照射により、バインダー樹脂11B及び光硬化性導電材料層4Bを硬化させる。それによって、第1の接続対象部材2と第2の接続対象部材3とを接続している接続部4を、光硬化性導電材料層4Bにより形成する。

【0050】

光を照射すると、矢印Y1で示す光は、バインダー樹脂11B内を通過し、第2の接続対象部材3に至る。矢印Y2で示す光は、バインダー樹脂11B内の導電性粒子複合体21の表面に至る。矢印Y3で示す光は、第1の接続対象部材2内を部分的に通過するが、第1の電極2aにより通過が妨げられる。導電性粒子複合体21の表面に至った光は、導電性粒子複合体21における光反射粒子23の表面により反射される。すなわち、導電性粒子複合体21を含む光硬化性導電材料層4Bに光を照射すると、光反射粒子23によって矢印Zで示す方向に反射される光がある。矢印Zで示す方向に反射された光は、第1の電極2a及び第2の電極3a間のバインダー樹脂11Bを硬化させる。この結果、第1、第2の電極2a、3a間に位置するバインダー樹脂11Bを十分に硬化させることができ、それによって全体が良好に硬化したバインダー樹脂11を含む接続部4が形成される。

【0051】

光を照射する際に用いる光源は特に限定されない。該光源としては、例えば、波長420nm以下に十分な発光分布を有する光源や、波長420nm以下の特定波長に強い発光を有する光源等が挙げられる。波長420nm以下に十分な発光分布を有する光源の具体例としては、例えば、低圧水銀灯、中圧水銀灯、高圧水銀灯、超高圧水銀灯、ケミカルランプ、ブラックライトランプ、マイクロウェーブ励起水銀灯、及びメタルハライドランプ等が挙げられる。また、波長420nm以下の特定波長に強い発光を有する光源の具体例としては、LEDランプ等が挙げられる。なかでもLEDランプが好ましい。LEDランプを用いた場合には、被照射物自身の発熱が非常に少なくなり、発熱による上記光硬化性導電材料の過度の熱劣化を防ぐことができる。

【0052】

光の照射により上記光硬化性導電材料層を硬化させるために、上記光硬化性導電材料層を適度に硬化させるための光照射強度は、例えば、波長365nmにピークを有するLEDランプ光源を用いる場合は、好ましくは100～3000mJ/cm²程度である。また、上記光硬化性導電材料層を適度に硬化させるための光の照射エネルギーは、好ましくは500mJ/cm²以上、より好ましくは2000mJ/cm²以上、好ましくは10000mJ/cm²以下、より好ましくは20000mJ/cm²以下である。

【0053】

なお、光の照射は、上記第2の接続対象部材の配置前、配置時又は配置後に行われ、配置前に行われてもよく、配置時に行われてもよく、配置後に行われてもよい。但し、光の照射は、配置時又は配置後に行われることが好ましく、配置後に行われることがより好ましい。また、熱の付与後に、光の照射が行われることが好ましい。

【0054】

上記のようにして、図1に示す接続構造体1が得られる。ここでは、導電性粒子22の

10

20

30

40

50

表面上に光反射粒子 2 3 が付着している導電性粒子複合体 2 1 と、光硬化性を有するバインダー樹脂 1 1 A とを含む光硬化性導電材料が用いられているので、第 1, 第 2 の電極 2 a, 3 a 間のバインダー樹脂 1 1 B を十分に硬化させることができる。この結果、接続部 4 と、第 1, 第 2 の接続対象部材 2, 3 との接続信頼性が高くなる。また、導電性粒子 2 2 により電氣的に接続される第 1, 第 2 の電極 2 a, 3 a 間の導通信頼性を高くし、かつ第 1, 第 2 の電極 2 a, 3 a 間の接続抵抗を低くすることができる。なお、導電性粒子 2 2 と導電性粒子 2 2 の表面上に付着していない光反射粒子 5 との双方を用いた場合でも、導通信頼性を高めることができる。導電性粒子 2 2 と導電性粒子 2 2 の表面上に付着していない光反射粒子 5 との双方を用いることで、上述した接続構造体 1 X を得ることができる。

10

【0055】

次に、本発明に係る光硬化性導電材料に用いられる、導電性粒子の表面上に光反射粒子が付着している導電性粒子複合体、並びに、導電性粒子について、具体的に説明する。

【0056】

図 4 は、本発明の第 1 の実施形態に係る光硬化性導電材料に用いられる、導電性粒子 2 2 の表面上に光反射粒子 2 3 が付着している導電性粒子複合体 2 1 を示す断面図である。

【0057】

図 4 に示す導電性粒子複合体 2 1 は、導電性粒子 2 2 と、導電性粒子 2 2 の表面上に付着している複数の光反射粒子 2 3 とを備える。光反射粒子 2 3 は、無機物質を含むことが好ましく、金属物質を除く無機物質を含むことが好ましい。光反射粒子 2 3 は、屈折率が 1.6 以上である材料により形成されている。

20

【0058】

導電性粒子 2 2 は、基材粒子 3 1 と、基材粒子 3 1 の表面上に配置された導電部 3 2 とを有する。導電性粒子 2 2 では、導電部 3 2 は導電層である。導電部 3 2 は、基材粒子 3 1 の表面を覆っている。導電性粒子 2 2 は、基材粒子 3 1 の表面が導電部 3 2 により被覆された被覆粒子である。導電性粒子 2 2 は表面に導電部 3 2 を有する。

【0059】

上記導電性粒子は、少なくとも表面に導電部を有していればよい。導電性粒子 2 2 のように、中心部が導電部とは異なる基材粒子であってもよい。導電性粒子の全体が、導電部であってもよい。

30

【0060】

導電性粒子複合体 2 1 は、導電性の表面に複数の突起 2 1 a を有する。導電性粒子 2 2 は、基材粒子 3 1 の表面上に複数の芯物質 3 3 を有する。導電部 3 2 は、基材粒子 3 1 と芯物質 3 3 とを被覆している。芯物質 3 3 を導電部 3 2 が被覆していることにより、導電性粒子 2 2 は表面に複数の突起 2 2 a を有する。また、導電部 3 2 は表面（外表面）に複数の突起 3 2 a を有する。芯物質 3 3 により導電部 3 2 の表面が隆起されており、複数の突起 2 1 a, 2 2 a, 3 2 a が形成されている。

【0061】

導電性粒子 2 2 では、突起 2 2 a の平均高さは、光反射粒子 2 3 の平均粒子径よりも大きい。従って、導電性粒子複合体 2 1 全体でみたときに、突起 2 2 a の先端は、光反射粒子 2 3 の外表面よりも外側に突出している。突起 2 2 a の先端は、光反射粒子 2 3 よりも、導電性粒子複合体 2 1 及び導電性粒子 2 2 の中心から離れている。突起 2 2 a の先端が、光反射粒子 2 3 の外表面よりも外側に突出していることで、電極間の導通信頼性がより一層高くなる。

40

【0062】

図 5 は、本発明の第 2 の実施形態に係る光硬化性導電材料に用いられる導電性粒子を示す断面図である。

【0063】

図 5 に示す導電性粒子 2 2 は、基材粒子 3 1 と、基材粒子 3 1 の表面上に配置された導電部 3 2 とを有する。図 5 に示す導電性粒子 2 2 は、図 4 に示す導電性粒子複合体 2 1 に

50

おける光反射粒子 2 3 を用いていない粒子（導電性粒子 2 2）である。

【0064】

図 6 は、導電性粒子複合体の第 1 の変形例を示す断面図である。

【0065】

図 6 に示す導電性粒子複合体 4 1 は、導電性粒子 4 2 と、導電性粒子 4 2 の表面上に配置された複数の光反射粒子 2 3 とを備える。導電性粒子複合体 2 1 と導電性粒子複合体 4 1 とでは、芯物質 3 3 の有無のみが相違している。導電性粒子複合体 4 1 は、芯物質を有さない。

【0066】

導電性粒子複合体 4 1 は、導電性の表面に突起 4 1 a を有する。導電性粒子 4 2 は、基材粒子 3 1 と、基材粒子 3 1 の表面上に配置された導電部 3 2 A とを有する。導電部 3 2 A は導電層である。導電性粒子 4 2 は、導電性粒子 2 2 のように芯物質を有さない。導電部 3 2 A は、第 1 の部分と、該第 1 の部分よりも厚みが厚い第 2 の部分とを有する。従って、導電性粒子 4 2 は表面に複数の突起 4 2 a を有する。また、導電部 3 2 A は表面（外表面）に複数の突起 3 2 A a を有する。複数の突起 4 1 a, 4 2 a, 3 2 A a を除く部分が、導電部 3 2 A の上記第 1 の部分である。複数の突起 4 1 a, 4 2 a, 3 2 A a は、導電部 3 2 A の厚みが厚い上記第 2 の部分である。

【0067】

導電性粒子複合体 4 1 及び導電性粒子 4 2 のように、突起を形成するために、芯物質を必ずしも用いなくてもよい。また、図 6 に示す導電性粒子複合体 4 1 における光反射粒子 2 3 を用いていない粒子（導電性粒子 4 2）と、別の光反射粒子とを併用してもよい。

【0068】

図 7 は、導電性粒子複合体の第 2 の変形例を示す断面図である。

【0069】

図 7 に示す導電性粒子複合体 5 1 は、導電性粒子 5 2 と、導電性粒子 5 2 の表面上に配置された複数の光反射粒子 2 3 とを備える。

【0070】

導電性粒子 5 2 は、基材粒子 3 1 と、基材粒子 3 1 の表面上に配置された導電部 3 2 B とを有する。導電部 3 2 B は導電層である。導電部 3 2 B は、基材粒子 3 1 の表面上に配置された第 1 の導電部 3 2 B x と、第 1 の導電部 3 2 B x の表面上に配置された第 2 の導電部 3 2 B y とを有する。

【0071】

導電性粒子複合体 5 1 は、導電性の表面に複数の突起 5 1 a を有する。導電性粒子 5 2 は、第 1 の導電部 3 2 B x の表面上に複数の芯物質 3 3 を有する。第 2 の導電部 3 2 B y は、第 1 の導電部 3 2 B x と芯物質 3 3 とを被覆している。基材粒子 3 1 と芯物質 3 3 とは間隔を隔てて配置されている。基材粒子 3 1 と芯物質 3 3 との間には、第 1 の導電部 3 2 B x が存在する。芯物質 3 3 を第 2 の導電部 3 2 B y が被覆していることにより、導電性粒子 5 2 は表面に複数の突起 5 2 a を有する。また、導電部 3 2 B は表面（外表面）に突起 3 2 B a を有する。芯物質 3 3 により導電部 3 2 B 及び第 2 の導電部 3 2 B y の表面が隆起されており、複数の突起 5 1 a, 5 2 a, 3 2 B a が形成されている。

【0072】

導電性粒子複合体 5 1 及び導電性粒子 5 2 のように、導電部は、多層構造を有していてもよい。さらに、突起を形成するために、芯物質を内層の第 1 の導電部上に配置して、外層の第 2 の導電部により芯物質及び第 1 の導電部を被覆してもよい。また、図 7 に示す導電性粒子複合体 5 1 における光反射粒子 2 3 を用いていない粒子（導電性粒子 5 2）と、別の光反射粒子とを併用してもよい。

【0073】

図 8 は、導電性粒子複合体の第 3 の変形例を示す断面図である。

【0074】

図 8 に示す導電性粒子複合体 7 1 は、導電性の表面上に配置された絶縁物質 7 2 a を有

10

20

30

40

50

する導電性粒子 7 2 と、導電性粒子 7 2 の表面上に配置された複数の光反射粒子 2 3 とを備える。導電性粒子複合体 7 1 は、導電性の表面に突起 7 1 a を有する。導電性粒子 7 2 は、表面に複数の突起 7 2 b を有する。導電性粒子 2 2 と導電性粒子 7 2 とでは、絶縁物質 7 2 a の有無で相違する。なお、図 8 では、光反射粒子 2 3 と絶縁物質 7 2 a とは、ハッチングの斜線の方向が 90 度異なるように図示されている。

【0075】

導電性粒子 7 2 における導電部表面の少なくとも一部の領域が、絶縁物質 7 2 a により被覆されている。絶縁物質 7 2 a は絶縁性を有する材料により形成されており、絶縁粒子である。このように、上記導電性粒子複合体及び上記導電性粒子は、導電性の表面上に配置された絶縁物質を有していてもよい。該絶縁物質は絶縁粒子であることが好ましい。また、図 8 に示す導電性粒子複合体 7 1 における光反射粒子 2 3 を用いていない粒子（導電性の表面上に絶縁物質 7 2 a が配置されている導電性粒子 7 2）と、別の光反射粒子とを併用してもよい。

10

【0076】

図 9 は、導電性粒子の第 1 の変形例を示す断面図である。

【0077】

図 9 に示す導電性粒子 8 1 は、基材粒子 3 1 と、基材粒子 3 1 の表面上に配置された導電部 8 2 とを備える。導電性粒子 8 1 は球状である。

【0078】

導電性粒子 8 1 のように、上記導電性粒子は、球状であってもよく、導電性の表面に突起を有していなくてもよい。また、導電性粒子 8 1 の表面上に光反射粒子を付着させてもよく、導電性粒子 8 1 と光反射粒子とを備える導電性粒子複合体を用いてもよい。

20

【0079】

また、上記導電性粒子は、基材粒子を必ずしも有していなくてもよく、全体が導電部であってもよい。

【0080】

以下、導電性粒子、光反射粒子、光硬化性導電材料及び接統構造体の他の詳細を説明する。

【0081】

（導電性粒子）

30

上記基材粒子としては、樹脂粒子、金属粒子を除く無機粒子、有機無機ハイブリッド粒子及び金属粒子等が挙げられる。上記基材粒子は、金属粒子を除く基材粒子であることが好ましく、樹脂粒子、金属粒子を除く無機粒子又は有機無機ハイブリッド粒子であることがより好ましく、樹脂粒子又は有機無機ハイブリッド粒子が更に好ましい。

【0082】

上記基材粒子は、樹脂により形成された樹脂粒子であることが好ましい。電極間を接続する際には、上記導電性粒子を電極間に配置した後、一般的に上記導電性粒子を圧縮させる。基材粒子が樹脂粒子であると、圧縮により上記導電性粒子が変形しやすく、上記導電性粒子と電極との接触面積が大きくなる。このため、電極間の導通信頼性が高くなる。

【0083】

40

上記樹脂粒子の材料として、種々の有機物が好適に用いられる。上記樹脂粒子の材料としては、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリイソブチレン、ポリブタジエン等のポリオレフィン樹脂；ポリメチルメタクリレート、ポリメチルアクリレート等のアクリル樹脂；ポリアルキレンテレフタレート、ポリスルホン、ポリカーボネート、ポリアミド、フェノールホルムアルデヒド樹脂、メラミンホルムアルデヒド樹脂、ベンゾグアナミンホルムアルデヒド樹脂、尿素ホルムアルデヒド樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、ベンゾグアナミン樹脂、尿素樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、飽和ポリエステル樹脂、ポリスルホン、ポリフェニレンオキサイド、ポリアセタール、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルスルホン、及び、エチレン性不飽和基を有する種々の重合性

50

単量体を1種もしくは2種以上重合させて得られる重合体等が挙げられる。また、エチレン性不飽和基を有する種々の重合性単量体を1種もしくは2種以上重合させることにより、光硬化性導電材料に適した任意の圧縮時の物性を有する樹脂粒子を設計及び合成可能である。また、基材粒子の硬度を好適な範囲に容易に制御できるので、上記樹脂粒子の材料は、エチレン性不飽和基を複数有する重合性単量体を1種又は2種以上重合させた重合体であることが好ましい。

【0084】

上記樹脂粒子を、エチレン性不飽和基を有する単量体を重合させて得る場合には、該エチレン性不飽和基を有する単量体としては、非架橋性の単量体と架橋性の単量体とが挙げられる。

10

【0085】

上記非架橋性の単量体としては、例えば、スチレン、 α -メチルスチレン等のスチレン系単量体；(メタ)アクリル酸、マレイン酸、無水マレイン酸等のカルボキシル基含有単量体；メチル(メタ)アクリレート、エチル(メタ)アクリレート、プロピル(メタ)アクリレート、ブチル(メタ)アクリレート、2-エチルヘキシル(メタ)アクリレート、ラウリル(メタ)アクリレート、セチル(メタ)アクリレート、ステアリル(メタ)アクリレート、シクロヘキシル(メタ)アクリレート、イソボルニル(メタ)アクリレート等のアルキル(メタ)アクリレート類；2-ヒドロキシエチル(メタ)アクリレート、グリセロール(メタ)アクリレート、ポリオキシエチレン(メタ)アクリレート、グリシジル(メタ)アクリレート等の酸素原子含有(メタ)アクリレート類；(メタ)アクリロニトリル等のニトリル含有単量体；メチルビニルエーテル、エチルビニルエーテル、プロピルビニルエーテル等のビニルエーテル類；酢酸ビニル、酪酸ビニル、ラウリン酸ビニル、ステアリン酸ビニル等の酸ビニルエステル類；エチレン、プロピレン、イソブレン、ブタジエン等の不飽和炭化水素；トリフルオロメチル(メタ)アクリレート、ペンタフルオロエチル(メタ)アクリレート、塩化ビニル、フッ化ビニル、クロルスチレン等のハロゲン含有単量体等が挙げられる。

20

【0086】

上記架橋性の単量体としては、例えば、テトラメチロールメタンテトラ(メタ)アクリレート、テトラメチロールメタントリ(メタ)アクリレート、テトラメチロールメタンジ(メタ)アクリレート、トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールペンタ(メタ)アクリレート、グリセロールトリ(メタ)アクリレート、グリセロールジ(メタ)アクリレート、(ポリ)エチレングリコールジ(メタ)アクリレート、(ポリ)プロピレングリコールジ(メタ)アクリレート、(ポリ)テトラメチレングリコールジ(メタ)アクリレート、1,4-ブタンジオールジ(メタ)アクリレート等の多官能(メタ)アクリレート類；トリアリル(イソ)シアヌレート、トリアリルトリメリテート、ジビニルベンゼン、ジアリルフタレート、ジアリルアクリルアミド、ジアリルエーテル、 γ -(メタ)アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、トリメトキシシリスチレン、ビニルトリメトキシシラン等のシラン含有単量体等が挙げられる。

30

【0087】

上記エチレン性不飽和基を有する重合性単量体を、公知の方法により重合させることで、上記樹脂粒子が得られる。この方法としては、例えば、ラジカル重合開始剤の存在下で懸濁重合する方法、及び非架橋の種粒子を用いてラジカル重合開始剤とともに単量体を膨潤させて重合する方法等が挙げられる。

40

【0088】

上記基材粒子が金属粒子を除く無機粒子又は有機無機ハイブリッド粒子である場合には、基材粒子の材料である無機物としては、シリカ及びカーボンプラック等が挙げられる。上記シリカにより形成された粒子としては特に限定されないが、例えば、加水分解性のアルコキシシリル基を2つ以上有するケイ素化合物を加水分解して架橋重合体粒子を形成した後に、必要に応じて焼成を行うことにより得られる粒子が挙げられる。上記有機無機ハ

50

イブリッド粒子としては、例えば、架橋したアルコキシシリルポリマーとアクリル樹脂とにより形成された有機無機ハイブリッド粒子等が挙げられる。

【0089】

上記基材粒子が金属粒子である場合には、該金属粒子の材料である金属としては、銀、銅、ニッケル、ケイ素、金及びチタン等が挙げられる。但し、基材粒子は金属粒子ではないことが好ましい。

【0090】

上記基材粒子の平均粒子径は、好ましくは $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上、より一層好ましくは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上、更に好ましくは $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上、特に好ましくは $2\text{ }\mu\text{m}$ 以上、好ましくは $1000\text{ }\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下、より一層好ましくは $300\text{ }\mu\text{m}$ 以下、更に好ましくは $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下、更に好ましくは $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下、更に一層好ましくは $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下、特に好ましくは $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下、最も好ましくは $3\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。基材粒子の平均粒子径が上記下限以上であると、上記導電性粒子と電極との接触面積が大きくなるため、電極間の導通信頼性がより一層高くなり、上記導電性粒子を介して接続された電極間の接続抵抗がより一層低くなる。さらに、基材粒子の表面に導電部を無電解めっきにより形成する際に凝集し難くなり、凝集した上記導電性粒子が形成されにくくなる。基材粒子の平均粒子径が上記上限以下であると、上記導電性粒子が十分に圧縮されやすく、電極間の接続抵抗がより一層低くなり、更に電極間の間隔が狭くなる。

【0091】

上記基材粒子の平均粒子径は、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが特に好ましい。上記基材粒子の平均粒子径が $0.1\sim 5\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内であると、電極間の間隔が小さくなり、かつ導電部の厚みを厚くしても、小さい上記導電性粒子が得られる。電極間の間隔をより一層小さくしたり、導電部の厚みを厚くしても、より一層小さい上記導電性粒子を得たりする観点からは、上記基材粒子の平均粒子径は、好ましくは $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $2\text{ }\mu\text{m}$ 以上、好ましくは $3\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。

【0092】

上記基材粒子の上記平均粒子径は数平均粒子径を示す。該平均粒子径は、例えばコールターカウンター（ベックマンコールター社製）を用いて測定可能である。

【0093】

上記導電部の厚み（複数の導電部がある場合には、複数の導電部全体の厚み）は、好ましくは 5 nm 以上、より好ましくは 10 nm 以上、更に好ましくは 20 nm 以上、特に好ましくは 50 nm 以上、好ましくは 1000 nm 以下、より好ましくは 800 nm 以下、更に好ましくは 500 nm 以下、特に好ましくは 400 nm 以下、最も好ましくは 300 nm 以下である。上記導電部の厚みが上記下限以上であると、上記導電性粒子の導電性がより一層良好になる。上記導電部の厚みが上記上限以下であると、基材粒子と導電部との熱膨張率の差が小さくなり、基材粒子から導電部が剥離し難くなる。

【0094】

上記基材粒子の表面上に上記導電部を形成する方法としては、無電解めっきにより上記導電部を形成する方法、並びに電気めっきにより上記導電部を形成する方法等が挙げられる。

【0095】

上記導電部は、金属を含むことが好ましい。上記導電部の材料である金属は、特に限定されない。該金属としては、例えば、金、銀、銅、白金、パラジウム、亜鉛、鉛、アルミニウム、コバルト、インジウム、ニッケル、クロム、チタン、アンチモン、ビスマス、ゲルマニウム、モリブデン、タングステン及びカドミウム、並びにこれらの合金等が挙げられる。また、上記金属として、錫ドーパ酸化インジウム（ITO）を用いてもよい。上記金属は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。

【0096】

上記導電性粒子は表面に、複数の突起を有することが好ましい。特に、上記導電性粒子の表面上に光反射粒子が付着している場合に、上記導電性粒子は表面に、複数の突起を有

10

20

30

40

50

することが好ましい。上記芯物質が上記導電部中に埋め込まれていることによって、上記導電部の外表面に突起を容易に形成可能である。上記突起によって、上記光硬化性導電材料が光反射粒子を含んでいても、上記導電性粒子と上記電極とを効果的に接触させることができる。このため、上記接続信頼性及び上記導通信頼性の双方が高くなる。上記導電性粒子により接続される電極の表面には、酸化被膜が形成されていることが多い。突起を有する導電性粒子を用いた場合には、電極間に上記導電性粒子を配置して圧着させることにより、突起により上記酸化被膜が効果的に排除される。このため、電極と上記導電性粒子とがより一層確実に接触し、電極間の接続抵抗がより一層低くなる。さらに、突起によって、上記導電性粒子と電極との間のバインダー樹脂が効果的に排除される。このため、電極間の導通信頼性が高くなる。

10

【0097】

上記導電性粒子は導電性の表面に複数の突起を有することが好ましい。上記導電性粒子における上記突起の平均高さは好ましくは50nm以上、より好ましくは100nm以上、更に好ましくは200nm以上、好ましくは600nm以下、より好ましくは550nm以下、更に好ましくは500nm以下である。上記突起の平均高さが上記下限以上及び上記上限以下であると、電極間の導通信頼性がより一層高くなり、かつ電極間の接続抵抗がより一層低くなり、かつ接続対象部材の接続信頼性がより一層高くなる。

【0098】

上記導電性粒子の表面積1 μm^2 あたりの上記突起の数（平均個数）は好ましくは1個以上、より好ましくは2個以上、更に好ましくは5個以上、好ましくは40個以下、より好ましくは35個以下、更に好ましくは30個以下である。上記突起の数が上記下限以上及び上記上限以下であると、電極間の導通信頼性がより一層高くなり、かつ電極間の接続抵抗がより一層低くなり、かつ接続対象部材の接続信頼性がより一層高くなる。

20

【0099】

上記導電性粒子の全表面積100%中、上記突起がある部分の表面積は、好ましくは15%以上、より好ましくは20%以上、好ましくは80%以下、より好ましくは70%以下である。上記導電性粒子の全表面積100%中、上記突起がない部分の表面積は、好ましくは20%以上、より好ましくは30%以上、好ましくは85%以下、より好ましくは80%以下である。上記突起がある部分の表面積が相対的に多くなると、導通性がより一層良好になる。上記突起がない部分の表面積が相対的に多くなると、絶縁性がより一層良

30

【0100】

上記導電性粒子における上記突起の平均高さ、上記突起の個数、上記突起がある部分の表面積及び上記突起がない部分の表面積は、SEM観察写真を画像解析することにより、測定可能である。

【0101】

電極間の導通信頼性をより一層高める観点からは、上記導電性粒子の平均粒子径は、好ましくは1.5 μm 以上、より好ましくは2.5 μm 以上、好ましくは10 μm 以下、より好ましくは5 μm 以下である。

【0102】

上記導電性粒子の平均粒子径は、数平均粒子径を示す。上記平均粒子径は、粒度分布測定装置等を用いて求められる。

40

【0103】

上記導電性粒子の表面に突起を形成する方法としては、基材粒子の表面に芯物質を付着させた後、無電解めっきにより導電部を形成する方法、並びに基材粒子の表面に無電解めっきにより導電部を形成した後、芯物質を付着させ、更に無電解めっきにより導電部を形成する方法等が挙げられる。上記突起を形成する他の方法としては、基材粒子の表面上に、第1の導電部を形成した後、該第1の導電部上に芯物質を配置し、次に第2の導電部を形成する方法、並びに基材粒子の表面上に導電部を形成する途中段階で、芯物質を添加する方法等が挙げられる。

50

【0104】

上記基材粒子の表面に芯物質を付着させる方法としては、例えば、基材粒子の分散液中に、芯物質を添加し、基材粒子の表面に芯物質を、例えば、ファンデルワールス力により集積させ、付着させる方法、並びに基材粒子を入れた容器に、芯物質を添加し、容器の回転等による機械的な作用により基材粒子の表面に芯物質を付着させる方法等が挙げられる。なかでも、付着させる芯物質の量を制御しやすいため、分散液中の基材粒子の表面に芯物質を集積させ、付着させる方法が好ましい。

【0105】

上記芯物質の材料としては、導電性物質及び非導電性物質が挙げられる。上記導電性物質としては、金属、金属の酸化物、黒鉛等の導電性非金属及び導電性ポリマー等が挙げられる。上記導電性ポリマーとしては、ポリアセチレン等が挙げられる。上記非導電性物質としては、シリカ、アルミナ及びジルコニア等が挙げられる。なかでも、導電性を高めることができ、更に接続抵抗を効果的に低くすることができるので、金属が好ましい。上記芯物質は金属粒子であることが好ましい。

10

【0106】

上記金属としては、例えば、金、銀、銅、白金、亜鉛、鉄、鉛、錫、アルミニウム、コバルト、インジウム、ニッケル、クロム、チタン、アンチモン、ビスマス、ゲルマニウム及びカドミウム等の金属、並びに錫-鉛合金、錫-銅合金、錫-銀合金、錫-鉛-銀合金及び炭化タングステン等の2種類以上の金属で構成される合金等が挙げられる。なかでも、ニッケル、銅、銀又は金が好ましく、銅、銀又は金が更に好ましく、銀又は金が特に好ましい。導電部の外表面の材料がこれらの好ましい金属を含むことが好ましい。上記芯物質の材料である金属は、上記導電部の材料である金属と同じであってもよく、異なってもよい。上記芯物質の材料は、ニッケルを含むことが好ましい。また、上記金属の酸化物としては、アルミナ、シリカ及びジルコニア等が挙げられる。

20

【0107】

上記芯物質の形状は特に限定されない。芯物質の形状は塊状であることが好ましい。芯物質としては、例えば、粒子状の塊、複数の微小粒子が凝集した凝集塊、及び不定形の塊等が挙げられる。

【0108】

上記芯物質の平均径（平均粒子径）は、好ましくは0.001 μm 以上、より好ましくは0.05 μm 以上、好ましくは0.9 μm 以下、より好ましくは0.2 μm 以下である。上記芯物質の平均径が上記下限以上及び上記上限以下であると、電極間の接続抵抗が効果的に低くなる。

30

【0109】

上記芯物質の平均径（平均粒子径）は、数平均径（数平均粒子径）を示す。芯物質の平均径は、任意の芯物質50個を電子顕微鏡又は光学顕微鏡にて観察し、平均値を算出することにより求められる。

【0110】

上記導電性粒子は、上記導電性粒子の表面上に配置された絶縁物質を備えることが好ましい。この場合には、上記導電性粒子を電極間の接続に用いると、隣接する電極間の短絡を防止できる。具体的には、複数の上記導電性粒子が接触したときに、複数の導電性粒子間に絶縁物質が存在するので、上下の電極間ではなく横方向に隣り合う電極間の短絡を防止できる。なお、電極間の接続の際に、2つの電極で上記導電性粒子を加圧することにより、導電層と電極との間の絶縁物質を容易に排除できる。上記絶縁物質の材料の屈折率は1.6未満であってもよい。

40

【0111】

電極間の圧着時に上記絶縁物質をより一層容易に排除できることから、上記絶縁物質は、絶縁粒子であることが好ましい。

【0112】

上記絶縁物質の材料は、有機物質又は有機無機ハイブリッド物質であることが好ましい

50

。すなわち、上記絶縁物質（絶縁粒子など）は、有機物質又は有機無機ハイブリッド物質により形成されていることが好ましい。

【0113】

上記絶縁物質の材料である絶縁性樹脂の具体例としては、ポリオレフィン類、（メタ）アクリレート重合体、（メタ）アクリレート共重合体、ブロックポリマー、熱可塑性樹脂、熱可塑性樹脂の架橋物、熱硬化性樹脂及び水溶性樹脂等が挙げられる。

【0114】

上記ポリオレフィン類としては、ポリエチレン、エチレン-酢酸ビニル共重合体及びエチレン-アクリル酸エステル共重合体等が挙げられる。上記（メタ）アクリレート重合体としては、ポリメチル（メタ）アクリレート、ポリエチル（メタ）アクリレート及びポリブチル（メタ）アクリレート等が挙げられる。上記ブロックポリマーとしては、ポリスチレン、スチレン-アクリル酸エステル共重合体、S B型スチレン-ブタジエンブロック共重合体、及びS B S型スチレン-ブタジエンブロック共重合体、並びにこれらの水素添加物等が挙げられる。上記熱可塑性樹脂としては、ビニル重合体及びビニル共重合体等が挙げられる。上記熱硬化性樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂及びメラミン樹脂等が挙げられる。上記水溶性樹脂としては、ポリビニルアルコール、ポリアクリル酸、ポリアクリルアミド、ポリビニルピロリドン、ポリエチレンオキシド及びメチルセルロース等が挙げられる。なかでも、水溶性樹脂が好ましく、ポリビニルアルコールがより好ましい。

【0115】

上記導電性粒子の表面上に絶縁物質を配置する方法としては、化学的方法、及び物理的もしくは機械的方法等が挙げられる。上記化学的方法としては、例えば、界面重合法、粒子存在下での懸濁重合法及び乳化重合法等が挙げられる。上記物理的もしくは機械的方法としては、スプレードライ、ハイブリダイゼーション、静電付着法、噴霧法、ディッピング及び真空蒸着による方法等が挙げられる。なかでも、絶縁物質が脱離し難いことから、上記導電性粒子の表面に、化学結合を介して上記絶縁物質を配置する方法が好ましい。

【0116】

上記絶縁物質の平均径（平均粒子径）は、上記導電性粒子の粒子径及び上記導電性粒子の用途等によって適宜選択できる。上記絶縁物質の平均径（平均粒子径）は好ましくは0.005 μm 以上、より好ましくは0.01 μm 以上、好ましくは1 μm 以下、より好ましくは0.5 μm 以下である。絶縁物質の平均径が上記下限以上であると、上記導電性粒子がバインダー樹脂中に分散されたときに、複数の上記導電性粒子における導電性粒子同士が接触し難くなる。絶縁粒子の平均径が上記上限以下であると、電極間の接続の際に、電極と導電性粒子との間の絶縁物質を排除するために、圧力を高くしすぎる必要がなくなり、高温に加熱する必要もなくなる。

【0117】

上記絶縁物質の「平均径（平均粒子径）」は、数平均径（数平均粒子径）を示す。絶縁物質の平均径は、粒度分布測定装置等を用いて求められる。

【0118】

（光反射粒子）

上記光硬化性導電材料は、光反射粒子を有する。上記光反射粒子の材料の屈折率は、1.6以上である。従って、上記光反射粒子は、光反射性を有する。光反射効率をより一層高める観点からは、上記屈折率は高いほどよい。上記光反射粒子の材料の屈折率は、好ましくは1.7以上、より好ましくは1.8以上である。

【0119】

上記光反射粒子の材料は、屈折率が1.6以上であれば特に限定されない。上記光反射粒子の材料としては、 TiO_2 （酸化チタン）、 ZnO （酸化亜鉛）及び Al_2O_3 （アルミナ）等が挙げられる。

【0120】

上記光反射粒子は、無機物質を含むことが好ましく、金属物質を除く無機物質を含むこ

10

20

30

40

50

とが好ましい。上記光反射粒子は、無機粒子単独でもよいが、無機粒子が樹脂で被覆された粒子や、無機粒子が樹脂粒子内部に分散された粒子でもよい。

【0121】

光の反射効率をより一層高め、かつ接続対象部材の接続信頼性をより一層高める観点からは、上記光反射粒子の材料は、 TiO_2 、 ZnO 又は Al_2O_3 であることが好ましい。

【0122】

上記光硬化性導電材料は、上記導電性粒子の表面上に付着していない光反射粒子を含むことが好ましい。また、上記光反射粒子の少なくとも一部が、上記導電性粒子の表面上に付着していることが好ましい。

10

【0123】

上記導電性粒子の表面積全体に占める上記光反射粒子により被覆されている部分の面積である被覆率（被覆率X1と記載することがある）は、好ましくは10%以上、より好ましくは15%以上、更に好ましくは20%以上、特に好ましくは30%以上、最も好ましくは40%以上、好ましくは90%以下、より好ましくは80%以下、更に好ましくは70%以下である。上記被覆率X1が上記下限以上及び上記上限以下であると、電極間の導通信頼性がより一層高くなり、かつ電極間の接続抵抗がより一層低くなり、かつ接続対象部材の接続信頼性がより一層高くなる。

【0124】

上記導電性粒子の表面積全体に占める上記光反射粒子により被覆されている部分の面積である被覆率Xは、以下のようにして求められる。

20

【0125】

走査型電子顕微鏡（SEM）での観察により100個の導電性粒子を観察して、導電性粒子の被覆率X1（%）（付着率X1（%）ともいう）を求める。上記被覆率X1は、上記導電性粒子の表面積全体に占める光反射粒子により被覆されている部分の面積（投影面積）である。

【0126】

具体的には、図10に示すように、上記被覆率は、導電性粒子Aを一方向から走査型電子顕微鏡（SEM）で観察した場合、導電性粒子Aの導電部の外表面（外周縁）の円内に存在する光反射粒子B1を1個、導電性粒子Aの導電部の外表面（外周縁）の円周上に存在する光反射粒子B2を0.5個とカウントし、導電性粒子Aの投影面積に対する光反射粒子の投影面積の割合で示す。

30

【0127】

すなわち、上記被覆率X1は下記式（1）で表される。

【0128】

被覆率X1（%）＝（（円内の光反射粒子の数）×1＋（円周上の光反射粒子の数）×0.5）×光反射粒子の投影面積／（導電性粒子の投影面積）×100・・・式（1）

【0129】

光の反射効率をより一層高めるために、上記絶縁物質及び上記光反射粒子が、上記導電性粒子の表面上に付着していることが好ましい。上記絶縁物質及び上記光反射粒子による被覆によって、特にニッケル導電部などにおける光の吸収が抑えられる。光の反射効率を更に一層高めるために、上記導電性粒子の表面積全体に占める上記絶縁物質及び上記光反射粒子により被覆されている部分の面積である被覆率（被覆率X2と記載することがある）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%以上である。被覆率X2は、95%以下であってもよく、90%以下であってもよく、85%以下であってもよく、80%以下であってもよい。被覆率X2は、上記被覆率X1の求め方において、絶縁物質を光反射粒子と同様の方法でカウントすることで求められる。

40

【0130】

上記導電性粒子の表面上に光反射粒子を付着させる方法としては、化学的方法、及び物

50

理的もしくは機械的方法等が挙げられる。上記化学的方法としては、ファンデルワールス力又は静電気力によるヘテロ凝集法により、導電性粒子の表面上に光反射粒子を付着させ、さらに必要に応じて化学結合させる方法が挙げられる。上記物理的もしくは機械的方法としては、スプレードライ、ハイブリダイゼーション、静電付着法、噴霧法、ディッピング及び真空蒸着による方法等が挙げられる。なかでも、上記光反射粒子が脱離し難いことから、上記導電性粒子の表面上に、化学結合を介して上記光反射粒子を付着させる方法が好ましい。

【0131】

上記光反射粒子は、ヘテロ凝集によって導電性粒子の表面上に付着させるために極性官能基を有することが好ましい。該極性官能基としては、例えば、アンモニウム基、スルホニウム基、リン酸基及びヒドロキシシリル基等が挙げられる。上記極性官能基は、上記極性官能基と不飽和二重結合とを有する単量体を共重合することによって導入可能である。

10

【0132】

上記アンモニウム基を有する単量体としては、N，N－ジメチルアミノエチルメタクリレート、N，N－ジメチルアミノプロピルアクリルアミド、及びN，N，N－トリメチル－N－2－メタクリロイルオキシエチルアンモニウムクロライド等が挙げられる。上記スルホニウムを有する単量体としては、メタクリル酸フェニルジメチルスルホニウムメチル硫酸塩等が挙げられる。上記リン酸基を有する単量体としては、アシッドホスホオキシエチルメタクリレート、アシッドホスホオキシプロピルメタクリレート、アシッドホスホオキシポリオキシエチレングリコールモノメタクリレート、及びアシッドホスホオキシポリオキシプロピレングリコールモノメタクリレート等が挙げられる。上記ヒドロキシシリル基を有する単量体としては、ビニルトリヒドロキシシラン、及び3－メタクリロキシプロピルトリヒドロキシシラン等が挙げられる。

20

【0133】

上記光反射粒子の表面に極性官能基を導入する別の方法としては、上記不飽和二重結合を有する単量体を重合する際の開始剤として、極性基を有するラジカル開始剤を用いる方法が挙げられる。上記ラジカル開始剤としては、例えば、2，2’－アゾビス{2－メチル－N－[2－(1－ヒドロキシブチル)]－プロピオンアミド}、2，2’－アゾビス[2－(2－イミダゾリン－2－イル)プロパン]、及び2，2’－アゾビス(2－アミジノプロパン)及びこれらの塩等が挙げられる。

30

【0134】

接続対象部材の接続信頼性及び電極間の導通信頼性をより一層高める観点からは、上記導電性粒子における上記突起の平均高さが、上記光反射粒子の平均粒子径よりも大きいことが好ましい。本発明では、光反射粒子の平均粒子径は小さくてもよい。上記導電性粒子における上記突起の平均高さは、上記光反射粒子の平均粒子径の1.5倍以上であることが好ましく、2倍以上であることがより好ましく、2.5倍以上であることが更に好ましい。上記導電性粒子における上記突起の平均高さは、上記光反射粒子の平均粒子径の150倍以下であることが好ましく、100倍以下であることがより好ましい。

【0135】

上記光硬化性導電材料に含まれている光反射粒子の全個数100%中、導電性粒子の表面に付着している光反射粒子の個数の割合は、0%であってもよく、1%以上であってもよく、10%以上であってもよく、20%以上であってもよく、100%であってもよく、99%以下であってもよく、90%以下であってもよい。

40

【0136】

上記光反射粒子の平均粒子径は、好ましくは30nm以上、より好ましくは60nm以上、好ましくは600nm以下、より好ましくは400nm以下、更に好ましくは300nm以下である。

【0137】

電極間の導通信頼性をより一層高める観点からは、上記光反射粒子が上記導電性粒子の表面上に付着していない場合に、上記光反射粒子の平均粒子径は、好ましくは30nm以

50

上、より好ましくは60nm以上、好ましくは600nm以下、より好ましくは400nm以下である。

【0138】

電極間の導通信頼性をより一層高める観点からは、上記光反射粒子が上記導電性粒子の表面上に付着している場合に、上記光反射粒子の平均粒子径は、好ましくは30nm以上、より好ましくは60nm以上、好ましくは400nm以下、より好ましくは300nm以下である。

【0139】

上記光反射粒子の平均粒子径は、数平均粒子径を示す。上記平均粒子径は、粒度分布測定装置等を用いて求められる。

10

【0140】

(光硬化性導電材料)

上記光硬化性導電材料は、電極間の電気的な接続に用いられ、回路接続材料であることが好ましい。上記光硬化性導電材料は、上述した導電性粒子と、上記光反射粒子と、光硬化性を有するバインダー樹脂とを含む。上記光硬化性導電材料は、異方性導電材料であることが好ましい。該異方性導電材料には、上下の電極間を導通するための導電材料が含まれる。

【0141】

上記光硬化性導電材料は、導電ペースト及び導電フィルムとして使用され得る。上記光硬化性導電材料が導電フィルムである場合には、上記導電性粒子を含む導電フィルムに、上記導電性粒子及び導電性粒子を含まないフィルムが積層されていてもよい。上記導電ペーストは、異方性導電ペーストであることが好ましい。上記導電フィルムは、異方性導電フィルムであることが好ましい。

20

【0142】

接続構造体における接続部にボイドが発生するのを抑制し、導通信頼性をより一層高める観点からは、上記光硬化性導電材料は、導電ペーストであることが好ましい。上記光硬化性導電材料は、導電ペーストであり、かつペースト状の状態に塗工されることが好ましい。

【0143】

上記バインダー樹脂は光硬化性を有する。上記バインダー樹脂は、光硬化性化合物（光の照射により硬化可能な化合物）と、光硬化開始剤とを含むことが好ましい。上記バインダー樹脂は、熱硬化性及び光硬化性を有することが好ましい。上記バインダー樹脂は、光硬化性化合物（光の照射により硬化可能な化合物）と、光硬化開始剤と、熱硬化性化合物（熱の付与により硬化可能な化合物）と、熱硬化剤とを含むことも好ましい。

30

【0144】

上記バインダー樹脂は、熱硬化性及び光硬化性を有することが好ましい。この場合には、例えば、熱の付与により光硬化性導電材料の流動性を低下させた後に、光の照射により光硬化性導電材料を硬化させることができる。このため、光硬化性導電材料が過度に濡れ拡がるのを抑えることができる。

【0145】

本発明に係る光硬化性導電材料は、熱の付与後に光の照射が行われ、熱の付与及び光の照射により上記バインダー樹脂を硬化させて用いられることが好ましい。このようにバインダー樹脂を硬化させることで、本発明の効果がより一層効果的に得られる。

40

【0146】

上記バインダー樹脂中に上記導電性粒子を分散させる方法は、従来公知の分散方法を用いることができ特に限定されない。上記バインダー樹脂中に上記導電性粒子を分散させる方法としては、例えば、上記バインダー樹脂中に上記導電性粒子を添加した後、プラネタリーミキサー等で混練して分散させる方法、上記導電性粒子を水又は有機溶剤中にホモジナイザー等を用いて均一に分散させた後、上記バインダー樹脂中に添加し、プラネタリーミキサー等で混練して分散させる方法、並びに上記バインダー樹脂を水又は有機溶剤等で

50

希釈した後、上記導電性粒子を添加し、プラネタリーミキサー等で混練して分散させる方法等が挙げられる。上記光反射粒子についても、上記導電性粒子と同様の分散方法を適用可能である。

【0147】

上記光硬化性導電材料100重量%中、上記バインダー樹脂の含有量は好ましくは10重量%以上、より好ましくは30重量%以上、更に好ましくは50重量%以上、好ましくは90.98重量%以下である。上記バインダー樹脂の含有量が上記下限以上及び上記上限以下であると、電極間に上記導電性粒子が効率的に配置され、電極間の導通信頼性がより一層高くなる。

【0148】

上記光硬化性導電材料100重量%中、上記導電性粒子の含有量は好ましくは0.01重量%以上、より好ましくは0.1重量%以上、更に好ましくは1重量%以上、特に好ましくは5重量%以上、好ましくは80重量%以下、より好ましくは40重量%以下、更に好ましくは30重量%以下、特に好ましくは20重量%以下、最も好ましくは10重量%以下である。上記導電性粒子の含有量が上記下限以上及び上記上限以下であると、電極間の導通信頼性がより一層高くなる。

【0149】

上記光硬化性導電材料100重量%中、上記光反射粒子の含有量は好ましくは0.01重量%以上、より好ましくは0.1重量%以上、更に好ましくは1重量%以上、特に好ましくは5重量%以上、好ましくは95重量%以下、より好ましくは90重量%以下、更に好ましくは85重量%以下、特に好ましくは80重量%以下、最も好ましくは75重量%以下である。上記光反射粒子の含有量が上記下限以上及び上記上限以下であると、電極間の導通信頼性がより一層高くなる。

【0150】

光硬化性化合物：

光の照射によって硬化するように、上記光硬化性導電材料は、光硬化性化合物を含む。

【0151】

上記光硬化性化合物としては特に限定されず、(メタ)アクリロイル基を有する光硬化性化合物及び環状エーテル基を有する光硬化性化合物等が挙げられる。

【0152】

上記光硬化性化合物は、(メタ)アクリロイル基を有する光硬化性化合物であることが好ましい。(メタ)アクリロイル基を有する光硬化性化合物の使用により、電極間の導通信頼性がより一層高くなる。電極間の導通信頼性を効果的に高める観点からは、上記光硬化性化合物は、(メタ)アクリロイル基を1個又は2個有することが好ましい。

【0153】

上記(メタ)アクリロイル基を有する光硬化性化合物としては、エポキシ基及びチラン基を有さず、かつ(メタ)アクリロイル基を有する光硬化性化合物、及びエポキシ基又はチラン基を有し、かつ(メタ)アクリロイル基を有する光硬化性化合物が挙げられる。

【0154】

上記(メタ)アクリロイル基を有する光硬化性化合物として、(メタ)アクリル酸と水酸基を有する化合物とを反応させて得られるエステル化合物、(メタ)アクリル酸とエポキシ化合物とを反応させて得られるエポキシ(メタ)アクリレート、又はイソシアネートに水酸基を有する(メタ)アクリル酸誘導体を反応させて得られるウレタン(メタ)アクリレート等が好適に用いられる。上記「(メタ)アクリロイル基」は、アクリロイル基とメタクリロイル基とを示す。上記「(メタ)アクリル」は、アクリルとメタクリルとを示す。上記「(メタ)アクリレート」は、アクリレートとメタクリレートとを示す。

【0155】

上記(メタ)アクリル酸と水酸基を有する化合物とを反応させて得られるエステル化合物は特に限定されない。該エステル化合物として、単官能のエステル化合物、2官能のエ

10

20

30

40

50

ステル化合物及び3官能以上のエステル化合物のいずれも用いることができる。

【0156】

上記エポキシ基又はチイラン基を有し、かつ(メタ)アクリロイル基を有する光硬化性化合物は、エポキシ基を2個以上又はチイラン基を2個以上有する化合物の一部のエポキシ基又は一部のチイラン基を、(メタ)アクリロイル基に変換することにより得られた光硬化性化合物であることが好ましい。このような光硬化性化合物は、部分(メタ)アクリレート化エポキシ化合物又は部分(メタ)アクリレート化エピスルフィド化合物である。

【0157】

上記光硬化性化合物は、エポキシ基を2個以上又はチイラン基を2個以上有する化合物と、(メタ)アクリル酸との反応物であることが好ましい。この反応物は、エポキシ基を2個以上又はチイラン基を2個以上有する化合物と(メタ)アクリル酸とを、常法に従って触媒の存在下で反応することにより得られる。エポキシ基又はチイラン基の20%以上が(メタ)アクリロイル基に変換(転化率)されていることが好ましい。該転化率は、より好ましくは30%以上、好ましくは80%以下、より好ましくは70%以下である。エポキシ基又はチイラン基の40%以上、60%以下が(メタ)アクリロイル基に変換されていることが最も好ましい。

10

【0158】

上記部分(メタ)アクリレート化エポキシ化合物としては、ビスフェノール型エポキシ(メタ)アクリレート、クレゾールノボラック型エポキシ(メタ)アクリレート、カルボン酸無水物変性エポキシ(メタ)アクリレート、及びフェノールノボラック型エポキシ(メタ)アクリレート等が挙げられる。

20

【0159】

上記光硬化性化合物として、エポキシ基を2個以上又はチイラン基を2個以上有するフェノキシ樹脂の一部のエポキシ基又は一部のチイラン基を(メタ)アクリロイル基に変換した変性フェノキシ樹脂を用いてもよい。すなわち、エポキシ基又はチイラン基と(メタ)アクリロイル基とを有する変性フェノキシ樹脂を用いてもよい。

【0160】

また、上記光硬化性化合物は、架橋性化合物であってもよく、非架橋性化合物であってもよい。

【0161】

上記架橋性化合物の具体例としては、例えば、1,4-ブタンジオールジ(メタ)アクリレート、1,6-ヘキサンジオールジ(メタ)アクリレート、1,9-ノナンジオールジ(メタ)アクリレート、(ポリ)エチレングリコールジ(メタ)アクリレート、(ポリ)プロピレングリコールジ(メタ)アクリレート、ネオペンチルグリコールジ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールジ(メタ)アクリレート、グリセリンメタクリレートアクリレート、ペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリレート、トリメチロールプロパントリメタクリレート、(メタ)アクリル酸アリル、(メタ)アクリル酸ビニル、ジビニルベンゼン、ポリエステル(メタ)アクリレート、及びウレタン(メタ)アクリレート等が挙げられる。

30

【0162】

上記非架橋性化合物の具体例としては、エチル(メタ)アクリレート、n-プロピル(メタ)アクリレート、イソプロピル(メタ)アクリレート、n-ブチル(メタ)アクリレート、イソブチル(メタ)アクリレート、t-ブチル(メタ)アクリレート、ペンチル(メタ)アクリレート、ヘキシル(メタ)アクリレート、ヘプチル(メタ)アクリレート、2-エチルヘキシル(メタ)アクリレート、n-オクチル(メタ)アクリレート、イソオクチル(メタ)アクリレート、ノニル(メタ)アクリレート、デシル(メタ)アクリレート、ウンデシル(メタ)アクリレート、ドデシル(メタ)アクリレート、トリデシル(メタ)アクリレート及びテトラデシル(メタ)アクリレート等が挙げられる。

40

【0163】

光硬化開始剤：

50

上記光硬化開始剤は特に限定されない。上記光硬化開始剤として、従来公知の光硬化開始剤を使用可能である。上記光硬化開始剤は、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。

【0164】

上記光硬化開始剤としては、特に限定されず、アセトフェノン光硬化開始剤、ベンゾフェノン光硬化開始剤、チオキサントン、ケタール光硬化開始剤、ハロゲン化ケトン、カチオン光硬化開始剤、アシルホスフィノキシド及びアシルホスフォナート等が挙げられる。

【0165】

上記アセトフェノン光硬化開始剤の具体例としては、4-(2-ヒドロキシエトキシ)フェニル(2-ヒドロキシ-2-プロピル)ケトン、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン、メトキシアセトフェノン、2,2-ジメトキシ-1,2-ジフェニルエタン-1-オン、及び2-ヒドロキシ-2-シクロヘキシルアセトフェノン等が挙げられる。上記ケタール光硬化開始剤の具体例としては、ベンジルジメチルケタール等が挙げられる。

【0166】

上記光硬化開始剤は、光ラジカル開始剤であることが好ましい。該光ラジカル開始剤としては、特に限定されず、アセトフェノン光ラジカル開始剤、ベンゾフェノン光ラジカル開始剤、チオキサントン、ケタール光ラジカル開始剤、ハロゲン化ケトン、アシルホスフィノキシド及びアシルホスフォナート等が挙げられる。

【0167】

上記アセトフェノン光ラジカル開始剤の具体例としては、4-(2-ヒドロキシエトキシ)フェニル(2-ヒドロキシ-2-プロピル)ケトン、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン、メトキシアセトフェノン、2,2-ジメトキシ-1,2-ジフェニルエタン-1-オン、及び2-ヒドロキシ-2-シクロヘキシルアセトフェノン等が挙げられる。上記ケタール光ラジカル開始剤の具体例としては、ベンジルジメチルケタール等が挙げられる。

【0168】

上記カチオン光硬化開始剤としては、ヨードニウム系カチオン硬化剤、オキソニウム系カチオン硬化剤及びスルホニウム系カチオン硬化剤等が挙げられる。上記ヨードニウム系カチオン硬化剤としては、ビス(4-tert-ブチルフェニル)ヨードニウムヘキサフルオロホスファート等が挙げられる。上記オキソニウム系カチオン硬化剤としては、トリメチルオキソニウムテトラフルオロボラート等が挙げられる。上記スルホニウム系カチオン硬化剤としては、トリ-n-ブチルスルホニウムヘキサフルオロホスファート等が挙げられる。

【0169】

上記光硬化開始剤の含有量は特に限定されない。上記光硬化性化合物100重量部に対して、上記光硬化開始剤の含有量は、好ましくは0.05重量部以上、より好ましくは0.15重量部以上、好ましくは2重量部以下、より好ましくは1重量部以下である。上記光硬化開始剤の含有量が上記下限以上及び上記上限以下であると、光硬化性導電材料が適度に光硬化する。

【0170】

熱硬化性化合物：

上記熱硬化性化合物は熱硬化性を有する。上記熱硬化性化合物は、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。

【0171】

上記熱硬化性化合物としては、オキセタン化合物、エポキシ化合物、エピスルフィド化合物、(メタ)アクリル化合物、フェノール化合物、アミノ化合物、不飽和ポリエステル化合物、ポリウレタン化合物、シリコン化合物及びポリイミド化合物等が挙げられる。

【0172】

上記光硬化性導電材料の硬化を容易に制御したり、接続構造体における導通信頼性をよ

10

20

30

40

50

り一層高めたりする観点からは、上記熱硬化性化合物は、エポキシ基又はチイラン基を有する熱硬化性化合物を含むことが好ましく、チイラン基を有する熱硬化性化合物を含むことがより好ましい。エポキシ基を有する熱硬化性化合物は、エポキシ化合物である。チイラン基を有する熱硬化性化合物は、エピスルフィド化合物である。光硬化性導電材料の硬化性を高める観点からは、上記熱硬化性化合物 100 重量%中、上記エポキシ基又はチイラン基を有する化合物の含有量は、好ましくは 10 重量%以上、より好ましくは 20 重量%以上、100 重量%以下である。上記熱硬化性化合物の全量が上記エポキシ基又はチイラン基を有する化合物であってもよい。

【0173】

上記エピスルフィド化合物は、エポキシ基ではなくチイラン基を有するので、低温で速やかに硬化させることができる。すなわち、チイラン基を有するエピスルフィド化合物は、エポキシ基を有するエポキシ化合物と比較して、チイラン基に由来してより一層低い温度で硬化可能である。

【0174】

上記エポキシ基又はチイラン基を有する熱硬化性化合物は、芳香族環を有することが好ましい。上記芳香族環としては、ベンゼン環、ナフタレン環、アントラセン環、フェナントレン環、テトラセン環、クリセン環、トリフェニレン環、テトラフェン環、ピレン環、ペンタセン環、ピセン環及びペリレン環等が挙げられる。なかでも、上記芳香族環は、ベンゼン環、ナフタレン環又はアントラセン環であることが好ましく、ベンゼン環又はナフタレン環であることがより好ましい。また、平面構造を有するためにより一層速やかに硬化可能であるので、ナフタレン環が好ましい。

【0175】

上記熱硬化性化合物は、フェノキシ樹脂を含んでいてもよい。この場合に、フェノキシ樹脂と、上記エポキシ基又はチイラン基を有する熱硬化性化合物とを併用してもよい。この場合に、上記エポキシ基又はチイラン基を有する熱硬化性化合物は、フェノキシ樹脂ではないことが好ましい。

【0176】

接続構造体における電極間の導通信頼性をより一層高める観点からは、上記フェノキシ樹脂の重量平均分子量は、好ましくは 20000 以上、好ましくは 70000 以下である。

【0177】

上記重量平均分子量は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー（GPC）により測定されたポリスチレン換算での重量平均分子量を示す。

【0178】

上記フェノキシ樹脂と、上記エポキシ基又はチイラン基を有する熱硬化性化合物とを併用する場合には、上記バインダー樹脂は、上記フェノキシ樹脂と上記エポキシ基又はチイラン基を有する熱硬化性化合物とを重量比で、1：99～99：1で含むことが好ましく、10：90～90：10で含むことがより好ましく、20：80～80：20で含むことが更に好ましく、30：70～70：30で含むことが特に好ましい。

【0179】

熱硬化性化合物を用いる場合には、光硬化性化合物と熱硬化性化合物との配合比は、光硬化性化合物と熱硬化性化合物との種類に応じて適宜調整される。上記バインダー樹脂は、光硬化性化合物と熱硬化性化合物とを重量比で、1：99～90：10で含むことが好ましく、5：95～70：30で含むことがより好ましく、10：90～50：50で含むことが更に好ましい。上記バインダー樹脂は、光硬化性化合物と熱硬化性化合物とを重量比で、1：99～50：50で含むことが特に好ましい。

【0180】

熱硬化剤：

上記熱硬化剤は特に限定されない。上記熱硬化剤として、従来公知の熱硬化剤を使用可能である。上記熱硬化剤としては、イミダゾール硬化剤、アミン硬化剤、フェノール硬化

10

20

30

40

50

剤、ポリチオール硬化剤及び酸無水物等が挙げられる。上記熱硬化剤は、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。

【0181】

上記光硬化性導電材料を低温でより一層速やかに硬化可能であるので、上記熱硬化剤は、イミダゾール硬化剤、ポリチオール硬化剤又はアミン硬化剤であることが好ましい。また、光硬化性導電材料の保存安定性を高めることができるので、潜在性の硬化剤が好ましい。該潜在性の硬化剤は、潜在性イミダゾール硬化剤、潜在性ポリチオール硬化剤又は潜在性アミン硬化剤であることが好ましい。上記熱硬化剤は、ポリウレタン樹脂又はポリエステル樹脂等の高分子物質で被覆されていてもよい。

【0182】

10

上記イミダゾール硬化剤としては、特に限定されず、2-メチルイミダゾール、2-エチル-4-メチルイミダゾール、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-フェニルイミダゾリウムトリメリテート、2,4-ジアミノ-6-[2'-メチルイミダゾリル-(1')] -エチル-s-トリアジン及び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等が挙げられる。

【0183】

上記ポリチオール硬化剤としては、特に限定されず、トリメチロールプロパントリス-3-メルカプトプロピオネート、ペンタエリスリトールテトラキス-3-メルカプトプロピオネート及びジペンタエリスリトールヘキサ-3-メルカプトプロピオネート等が挙げられる。

20

【0184】

上記アミン硬化剤としては、特に限定されず、ヘキサメチレンジアミン、オクタメチレンジアミン、デカメチレンジアミン、3,9-ビス(3-アミノプロピル)-2,4,8,10-テトラスピロ[5.5]ウンデカン、ビス(4-アミノシクロヘキシル)メタン、メタフェニレンジアミン及びジアミノジフェニルスルホン等が挙げられる。

【0185】

上記熱硬化剤の含有量は特に限定されない。上記熱硬化性化合物100重量部に対して、上記熱硬化剤の含有量は、好ましくは5重量部以上、より好ましくは10重量部以上、好ましくは40重量部以下、より好ましくは30重量部以下、更に好ましくは20重量部以下である。上記熱硬化剤の含有量が上記下限以上及び上記上限以下であると、光硬化性導電材料が十分に熱硬化する。

30

【0186】

(接続構造体の他の詳細)

上記接続対象部材としては、具体的には、半導体チップ、コンデンサ及びダイオード等の電子部品、並びにプリント基板、フレキシブルプリント基板、ガラスエポキシ基板及びガラス基板等の回路基板である電子部品等が挙げられる。上記接続対象部材は電子部品であることが好ましい。

【0187】

本発明に係る接続構造体の製造方法及び本発明に係る接続構造体は、例えば、フレキシブルプリント基板とガラス基板との接続(FOG(Film on Glass))、半導体チップとフレキシブルプリント基板との接続(COF(Chip on Film))、半導体チップとガラス基板との接続(COG(Chip on Glass))、又はフレキシブルプリント基板とガラスエポキシ基板との接続(FOB(Film on Board))等に適用できる。なかでも、上記光硬化性導電材料は、FOG用途又はCOG用途に好適であり、COG用途により好適である。上記光硬化性導電材料は、フレキシブルプリント基板とガラス基板との接続、又は半導体チップとガラス基板との接続に適用することが好ましく、半導体チップとガラス基板との接続に適用することがより好ましい。

40

【0188】

50

本発明に係る接続構造体の製造方法及び本発明に係る接続構造体では、上記第1の接続対象部材と上記第2の接続対象部材との組み合わせが、ガラス基板とフレキシブルプリント基板又は半導体チップとの組み合わせであることが好ましく、ガラス基板と半導体チップとの組み合わせであることがより好ましい。上記第1の接続対象部材及び上記第2の接続対象部材のいずれが、ガラス基板であってもよく、フレキシブルプリント基板又は半導体チップであってもよい。

【0189】

上記接続対象部材に設けられている電極としては、金電極、ニッケル電極、錫電極、アルミニウム電極、銅電極、銀電極、モリブデン電極及びタングステン電極等の金属電極が挙げられる。上記接続対象部材がフレキシブルプリント基板である場合には、上記電極は金電極、ニッケル電極、錫電極又は銅電極であることが好ましい。上記接続対象部材がガラス基板である場合には、上記電極はアルミニウム電極、銅電極、モリブデン電極又はタングステン電極であることが好ましい。なお、上記電極がアルミニウム電極である場合には、アルミニウムのみで形成された電極であってもよく、金属酸化物層の表面にアルミニウム層が積層された電極であってもよい。上記金属酸化物層の材料としては、3価の金属元素がドーパされた酸化インジウム及び3価の金属元素がドーパされた酸化亜鉛等が挙げられる。上記3価の金属元素としては、Sn、Al及びGa等が挙げられる。

【0190】

以下、本発明について、実施例及び比較例を挙げて具体的に説明する。本発明は、以下の実施例のみに限定されない。

【0191】

(実施例1)

(1) 導電性粒子複合体

ジビニルベンゼン樹脂粒子（平均粒子径 $3\mu\text{m}$ ）の表面がニッケルめっき層（厚み $0.1\mu\text{m}$ ）により被覆されており、かつニッケルめっき層の外表面に突起を有する導電性粒子と、該導電性粒子の表面上に付着している複数の光反射粒子（材料：酸化チタン（屈折率 2.52 ））とを有する導電性粒子複合体を用意した。

【0192】

上記導電性粒子の表面積全体に占める上記光反射粒子により被覆されている部分の面積である被覆率X1は 60% であった。上記導電性粒子における突起の平均高さは、 350nm であった。上記光反射粒子の平均粒子径は 120nm であった。上記導電性粒子の全表面積 100% 中、突起がある部分の表面積は 50% であった。上記導電性粒子の全表面積 100% 中、突起がない部分の表面積は 50% であった。上記導電性粒子の表面積 $1\mu\text{m}^2$ あたりの上記突起の数は5個であった。

【0193】

(2) 異方性導電フィルム（光硬化性導電材料）の作製

フェノキシ樹脂（ユニオンカーバイド社製「PKHC」）45重量部と、ビスフェノールA型エポキシ樹脂（三菱化学社製「エピコート1009」）25重量部と、光カチオン重合開始剤（三新化学工業社製「サンエイドSI-80」）10重量部と、シランカップリング剤（東レダウコーニングシリコン社製「SH6040」）2重量部と、得られた導電性粒子複合体20重量部とをトルエンと混合し、固形分 50% の樹脂組成物を得た。得られた樹脂組成物を剥離処理されたポリエチレンテレフタレート上に塗布し、溶媒を乾燥させて、厚みが $20\mu\text{m}$ である異方性導電フィルムを得た。

【0194】

(3) 接続構造体の作製

L/Sが $15\mu\text{m}/15\mu\text{m}$ のTi-Al-Tiである複層電極パターンを上面に有する透明ガラス基板（第1の接続対象部材）を用意した。また、L/Sが $15\mu\text{m}/15\mu\text{m}$ であるニッケル電極パターンを下面に有する半導体チップ（第2の接続対象部材）を用意した。

【0195】

上記透明ガラス基板上のチップ搭載部分に、得られた異方性導電フィルムを貼り、次に、上記半導体チップを電極同士が対向するように積層した。その後、ヘッドの温度を調整しながら、半導体チップの上面に加圧加熱ヘッドを載せた。接続条件に関しては、 110°C 、 60MPa で5秒間の加熱及び押圧と、ガラス基板側からの紫外線照射とを同時に行った。具体的には、加熱及び押圧のみを開始して2秒経過後から紫外線照射を開始し、加熱押圧開始から10秒後に加熱及び押圧と紫外線照射とを同時に終了させた。その後、圧力を開放して、接続構造体を得た。なお、光源から異方性導電フィルムに照射する紫外線照射量は、 $10\text{J}/\text{cm}^2$ とした。

【0196】

(実施例2)

10

光反射粒子により被覆されている部分の面積である被覆率X1を10%に設定したこと以外は実施例1と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接続構造体を得た。

【0197】

(実施例3)

光反射粒子により被覆されている部分の面積である被覆率X1を90%に設定したこと以外は実施例1と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接続構造体を得た。

【0198】

(実施例4)

20

光反射粒子の平均粒子径を50nmに設定したこと以外は、実施例1と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接続構造体を得た。

【0199】

(実施例5)

有機物質により形成された絶縁粒子を導電性粒子の表面上に付着させたこと以外は実施例1と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接続構造体を得た。なお、導電性粒子複合体において、絶縁粒子及び光反射粒子により被覆されている部分の面積である被覆率X2は75%であった。

【0200】

(実施例6)

30

有機無機ハイブリッド物質により形成された絶縁粒子を導電性粒子の表面上に付着させたこと以外は実施例1と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接続構造体を得た。なお、導電性粒子複合体において、絶縁粒子及び光反射粒子により被覆されている部分の面積である被覆率X2は75%であった。

【0201】

(実施例7)

光反射粒子の材質を酸化亜鉛(屈折率1.95)に変更したこと、並びに光反射粒子の平均粒子径を110nmに設定したこと以外は実施例1と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接続構造体を得た。

【0202】

(実施例8)

40

光反射粒子の材質をアルミナ(屈折率1.76)に変更したこと以外は実施例1と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接続構造体を得た。

【0203】

(参考例9)

材質が酸化チタンである光反射粒子5重量%(光硬化性導電材料中での含有量)を、導電性粒子の表面に付着させずに、導電性粒子とは別にバインダー樹脂と混合したこと以外は実施例1と同様にして、異方性導電フィルム及び接続構造体を得た。

【0204】

(参考例10)

50

材質が酸化チタンである光反射粒子 40 重量%を、導電性粒子の表面に付着させずに、導電性粒子とは別にバインダー樹脂と混合したこと以外は実施例 1 と同様にして、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0205】

(参考例 11)

材質が酸化チタンである光反射粒子 75 重量%を、導電性粒子の表面に付着させずに、導電性粒子とは別にバインダー樹脂と混合したこと以外は実施例 1 と同様にして、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0206】

(参考例 12)

材質が酸化亜鉛（屈折率 1.95）である光反射粒子 40 重量%を、導電性粒子の表面に付着させずに、導電性粒子とは別にバインダー樹脂と混合したこと、並びに光反射粒子の平均粒子径を 110 nm に設定したこと以外は実施例 1 と同様にして、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0207】

(参考例 13)

材質がアルミナ（屈折率 1.76）である光反射粒子 40 重量%を、導電性粒子の表面に付着させずに、導電性粒子とは別にバインダー樹脂と混合したこと以外は実施例 1 と同様にして、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0208】

(参考例 14)

材質が酸化チタンである光反射粒子 50 重量%を、導電性粒子の表面に付着させずに、導電性粒子とは別にバインダー樹脂と混合したこと、並びに無機物質であるシリカにより形成された絶縁粒子を導電性粒子の表面上に付着させたこと以外は、実施例 1 と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。なお、導電性粒子複合体において、絶縁粒子及び光反射粒子（参考例 14 では絶縁粒子のみ）により被覆されている部分の面積である被覆率 X2 は 50 % であった。

【0209】

(実施例 15)

ニッケルめっき層の外表面上に金属（厚み 0.01 nm）を形成したこと以外は実施例 5 と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0210】

(実施例 16)

ニッケルめっき層の外表面上に銀層（厚み 0.01 nm）を形成したこと以外は実施例 5 と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0211】

(実施例 17)

ニッケルめっき層を銅層に変更したこと以外は実施例 5 と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0212】

(実施例 18)

絶縁粒子の材質を無機物質であるシリカに変更したこと以外は実施例 5 と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0213】

(実施例 19)

被覆率 X1 を 45 %、被覆率 X2 を 60 % に変更したこと以外は実施例 5 と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0214】

(実施例 20)

被覆率 X1 を 35 %、被覆率 X2 を 50 % に変更したこと以外は実施例 5 と同様にして

10

20

30

40

50

、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0215】

(実施例21)

被覆率X1を25%、被覆率X2を40%に変更したこと以外は実施例5と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0216】

(実施例22)

被覆率X1を25%、被覆率X2を50%に変更したこと以外は実施例5と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0217】

(実施例23)

被覆率X1を25%、被覆率X2を60%に変更したこと以外は実施例5と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0218】

(実施例24)

被覆率X1を25%に変更したこと以外は実施例5と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0219】

(実施例25)

ジビニルベンゼン樹脂粒子(平均粒子径3 μ m)をジビニルベンゼン樹脂粒子(平均粒子径2 μ m)に変更したこと以外は実施例1と同様にして、光硬化性導電材料用導電性粒子、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0220】

(比較例1)

光反射粒子の材質をシリカ(屈折率1.45)に変更したこと、並びに光反射粒子の平均粒子径を110nmに設定したこと、並びに光反射粒子により被覆されている部分の面積である被覆率X1を50%に設定したこと以外は実施例1と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0221】

(比較例2)

光反射粒子の材質をPMMA(ポリメチルメタクリレート(屈折率1.49))に変更したこと以外は実施例1と同様にして、導電性粒子複合体、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0222】

(比較例3)

導電性粒子の表面上に光反射粒子を配置しなかったこと以外は、実施例1と同様にして、異方性導電フィルム及び接統構造体を得た。

【0223】

(評価)

(1) バインダー樹脂の反応性

バインダー樹脂の反応性は、赤外分光光度計を用いて、接統構造体を得る際の実装前と実装後のエポキシ環の吸収波長の減衰量(%)から算出した。得られた接統構造体におけるバインダー樹脂の反応性を下記の基準で判定した。

【0224】

[バインダー樹脂の反応性の判定基準]

○○○：異方性導電フィルム中のバインダー樹脂であるエポキシ樹脂の95%以上が反応している

○○：異方性導電フィルム中のバインダー樹脂であるエポキシ樹脂の80%以上、95%未満が反応している

○：異方性導電フィルム中のバインダー樹脂であるエポキシ樹脂の60%以上、80%

10

20

30

40

50

未満が反応している

△：異方性導電フィルム中のバインダー樹脂であるエポキシ樹脂の45%以上、60%未満が反応している

△△：異方性導電フィルム中のバインダー樹脂であるエポキシ樹脂の30%以上、45%未満が反応している

×：異方性導電フィルム中のバインダー樹脂であるエポキシ樹脂の30%未満が反応している

【0225】

(2) 電極間の導通信頼性

4端子法により、得られた接統構造体における電極間の抵抗値を測定した。その後、85℃及び湿度85%の環境下で500時間処理した接統構造体における電極間の抵抗値を再度測定した。高温高湿環境下に放置した後の抵抗値の上昇倍率に従って、電極間の導通信頼性を下記の評価基準で評価した。

10

【0226】

[電極間の導通信頼性の判定基準]

○○：抵抗値上昇倍率が2倍未満

○：抵抗値上昇倍率が2倍以上、4倍未満

△：抵抗値上昇倍率が4倍以上、8倍未満

×：抵抗値上昇倍率が8倍以上

【0227】

結果を下記の表1に示す。

20

【0228】

【表 1】

	導電部の外表面の材料	光反射粒子の材料	屈折率	光反射粒子の平均粒子径		導電粒子と別に投入した光反射粒子の量 重量%	光反射粒子による被覆率X1		突起の平均高さ nm	絶縁粒子の材質	絶縁粒子及び光反射粒子による被覆率X2 %	バインダー樹脂の反応性の評価	電極間の導通信頼性の評価
				nm	nm		%	%					
実施例1	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	-	60	60	350	無し	-	〇〇	〇
実施例2	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	-	10	10	350	無し	-	〇	〇
実施例3	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	-	90	90	350	無し	-	〇〇	〇
実施例4	Ni	酸化チタン	2.52	50	50	-	60	60	350	無し	-	〇〇	〇〇
実施例5	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	-	60	60	350	有機物質	75	〇〇	〇
実施例6	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	-	60	60	350	有機無機ハイブリッド物質	75	〇〇	〇
実施例7	Ni	酸化亜鉛	1.95	110	110	-	60	60	350	無し	-	〇	〇
実施例8	Ni	アルミナ	1.76	120	120	-	60	60	350	無し	-	〇	〇
参考例9	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	5	-	-	350	無し	-	〇	〇
参考例10	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	40	-	-	350	無し	-	〇〇	〇
参考例11	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	75	-	-	350	無し	-	〇〇	〇
参考例12	Ni	酸化亜鉛	1.95	110	110	40	-	-	350	無し	-	〇〇	〇
参考例13	Ni	アルミナ	1.76	120	120	40	-	-	350	無し	-	〇〇	〇
参考例14	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	50	-	-	350	無機物質	50	〇〇	〇
実施例15	Au	酸化チタン	2.52	120	120	-	60	60	350	有機物質	75	〇〇	〇〇
実施例16	Ag	酸化チタン	2.52	120	120	-	60	60	350	有機物質	75	〇〇	〇〇
実施例17	Cu	酸化チタン	2.52	120	120	-	60	60	350	有機物質	75	〇〇	△
実施例18	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	-	60	60	350	無機物質	75	〇〇	〇
実施例19	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	-	45	45	350	有機物質	60	〇	〇
実施例20	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	-	35	35	350	有機物質	50	△	〇
実施例21	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	-	25	25	350	有機物質	40	△△	〇
実施例22	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	-	25	25	350	有機物質	50	△	〇
実施例23	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	-	25	25	350	有機物質	60	〇	〇
実施例24	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	-	25	25	350	有機物質	75	〇〇	〇
実施例25	Ni	酸化チタン	2.52	120	120	-	60	60	350	無し	-	〇〇	〇
比較例1	Ni	シリカ	1.45	110	110	-	50	50	350	無し	-	×	〇
比較例2	Ni	PMMA	1.49	120	120	-	60	60	350	無し	-	×	〇
比較例3	Ni	無し	-	-	-	-	-	-	350	無し	-	×	〇

【符号の説明】

【0 2 2 9】

- 1, 1 X…接続構造体
 2…第1の接続対象部材
 2 a…第1の電極

10

20

30

40

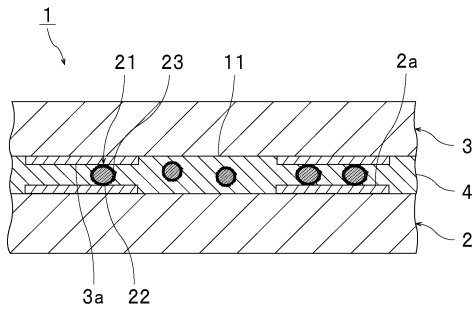
50

- 3…第2の接続対象部材
 3 a…第2の電極
 4, 4 X…接続部
 4 A, 4 B…光硬化性導電材料層
 5…光反射粒子
 1 1, 1 1 A, 1 1 B, 1 1 X…バインダー樹脂
 2 1…導電性粒子複合体
 2 1 a…突起
 2 2…導電性粒子
 2 2 a…突起
 2 3…光反射粒子
 3 1…基材粒子
 3 2, 3 2 A, 3 2 B…導電部
 3 2 B x…第1の導電部
 3 2 B y…第2の導電部
 3 2 a, 3 2 A a, 3 2 B a…突起
 3 3…芯物質
 4 1, 5 1, 7 1…導電性粒子複合体
 4 1 a, 5 1 a, 7 1 a…突起
 4 2, 5 2, 7 2…導電性粒子
 4 2 a, 5 2 a, 7 2 b…突起
 7 2 a…絶縁物質
 8 1…導電性粒子
 8 2…導電部

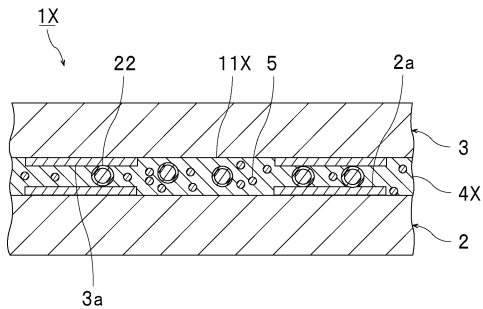
10

20

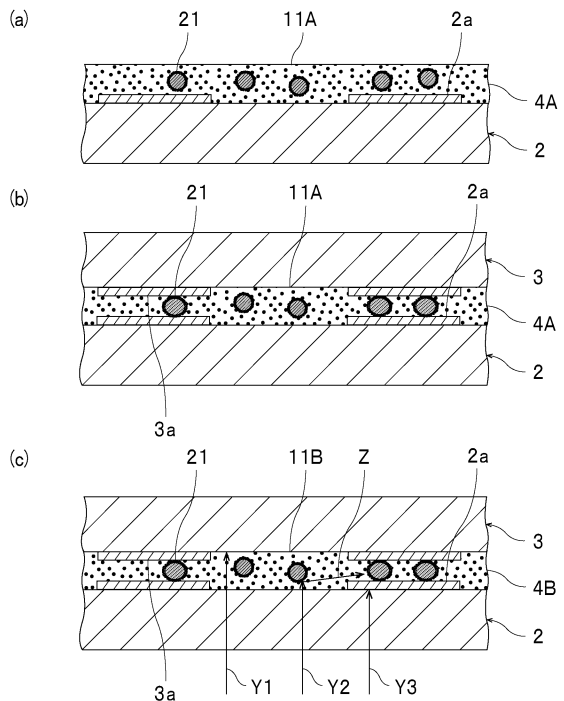
【図 1】



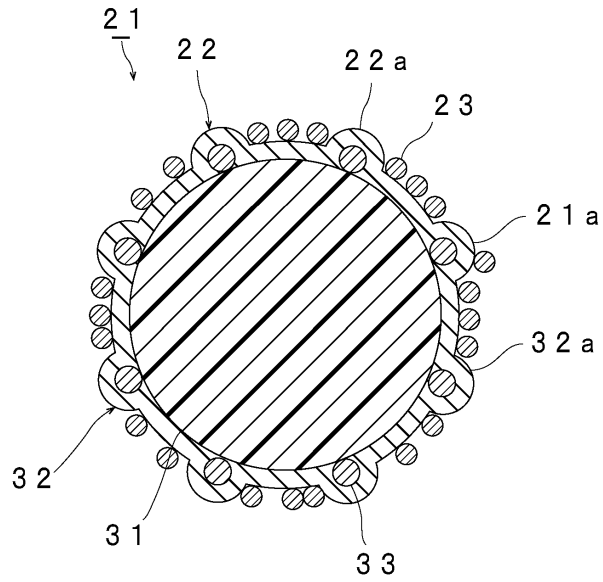
【図 2】



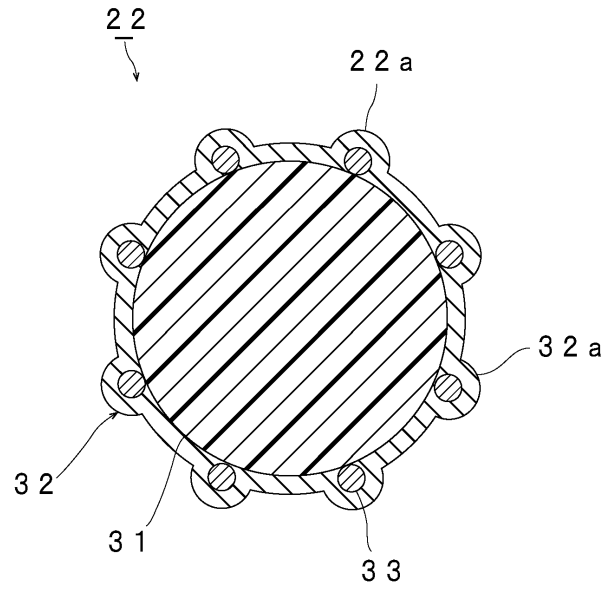
【図 3】



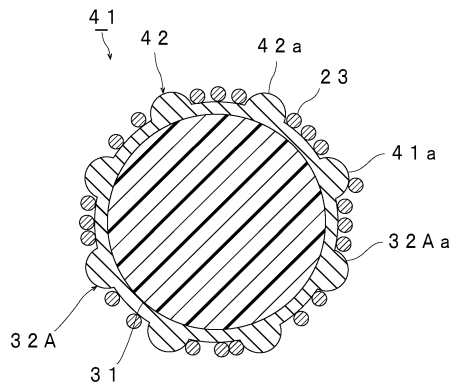
【図 4】



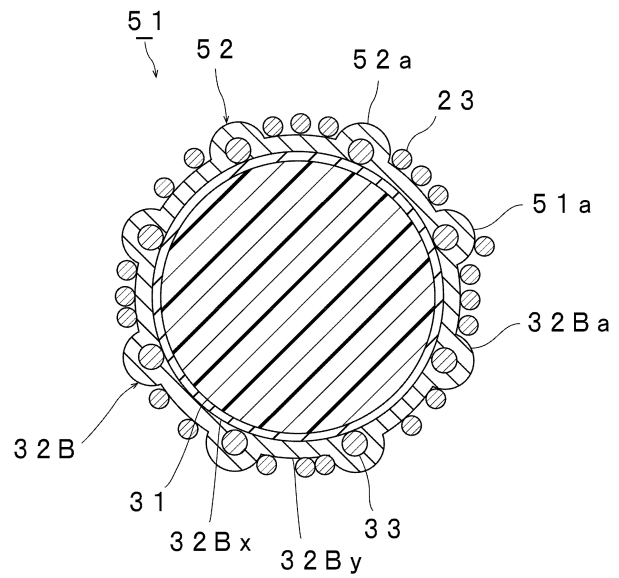
【図 5】



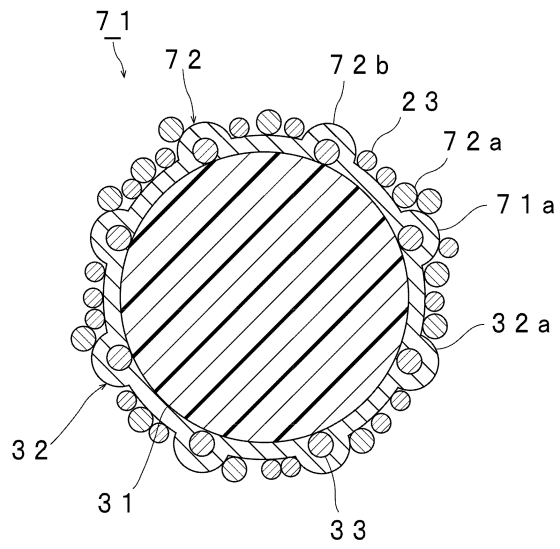
【図 6】



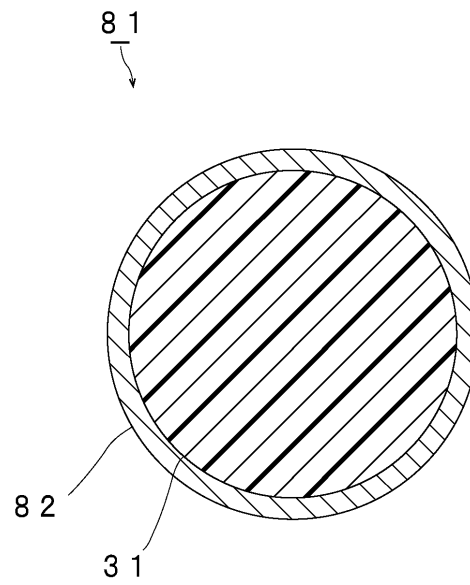
【図 7】



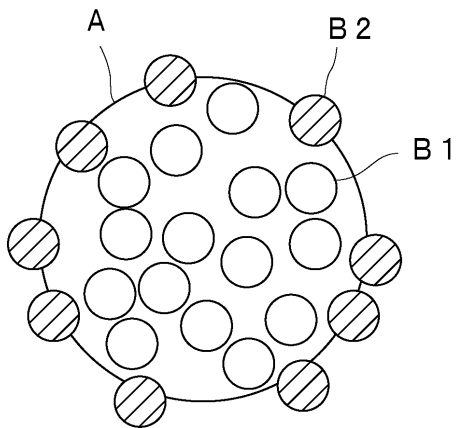
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-186161 (JP, A)
特開平10-226773 (JP, A)
特開2010-095633 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01B 1/00～1/24
5/00～5/16