

(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  
2013年10月3日(03.10.2013)

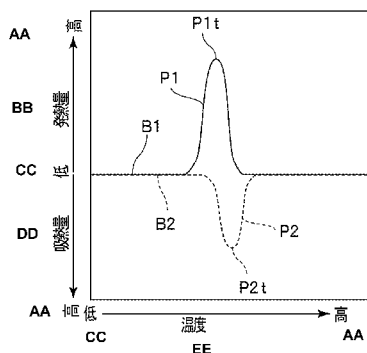


(10) 国際公開番号  
WO 2013/146604 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01B 1/22 (2006.01) C09J 201/00 (2006.01)  
C09J 9/02 (2006.01) H01B 1/00 (2006.01)  
C09J 11/04 (2006.01) H01R 11/01 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/058346
  - (22) 国際出願日: 2013年3月22日(22.03.2013)
  - (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 2012-069786 2012年3月26日(26.03.2012) JP
  - (71) 出願人: 積水化学工業株式会社(SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5308565 大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号 Osaka (JP).
  - (72) 発明者: 石澤 英亮 (ISHIZAWA, Hideaki); 〒6180021 大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学工業株式会社内 Osaka (JP). 久保田 敬士 (KUBOTA, Takashi); 〒6180021 大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学工業株式会社内 Osaka (JP).
  - (74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所(MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028 大阪府
  - (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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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: CONDUCTIVE MATERIAL AND CONNECTING STRUCTURE

(54) 発明の名称: 導電材料及び接続構造体



(57) Abstract: The present invention provides a conductive material capable of reducing the connection resistance in a connecting structure obtained when an electrical connection is established between electrodes to yield the connecting structure. This conductive material contains a binder resin, and conductive particles having solder on a conductive surface. The binder resin includes a curing compound that hardens through heating, and a thermosetting agent. When the binder resin and the solder in the conductive particles are heated at a rate of temperature rise of 10°C/minute and differential scanning calorimetry is performed, an exothermic peak top P1t temperature in the curing of the binder resin is lower than the endothermic peak top P2t temperature in the molten solder.

(57) 要約: 電極間を電氣的に接続して接続構造体を得た場合に、得られた接続構造体の接続抵抗を低くすることができる導電材料を提供する。本発明に係る導電材料は、バインダー樹脂と、はんだを導電性の表面に有する導電性粒子とを含有する。上記バインダー樹脂は、加熱により硬化可能な硬化性化合物と、熱硬化剤とを含む。上記バインダー樹脂と上記導電性粒子における上記はんだとをそれぞれ、10°C/分の昇温速度で加熱して示差走査熱量測定を行ったときに、上記

バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークトップP 1 t 温度が、上記はんだの溶融における吸熱ピークトップP 2 t 温度よりも低い。

WO 2013/146604 A1

## 明 細 書

発明の名称：導電材料及び接続構造体

### 技術分野

[0001] 本発明は、はんだを導電性の表面に有する導電性粒子を含む導電材料に関し、例えば、フレキシブルプリント基板、ガラス基板、ガラスエポキシ基板及び半導体チップなどの様々な接続対象部材の電極間を電氣的に接続するために用いることができる導電材料に関する。また、本発明は、該導電材料を用いた接続構造体に関する。

### 背景技術

[0002] ペースト状又はフィルム状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、バインダー樹脂に複数の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））等に使用されている。

[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、絶縁樹脂と、はんだ粒子成分とを含む異方性導電ペーストが開示されている。この異方性導電ペーストは、酸化膜破壊用粒子を含んでいてもよい。ここでは、上記はんだ粒子成分として、はんだ、樹脂、セラミック及び金属からなる群から選

ばれるいずれか一種の粒子である核を用い、該核の表面をはんだ成分で被覆した粒子が記載されている。但し、特許文献1の実施例には、はんだ粒子成分として、樹脂である核を用い、該核の表面をはんだ成分で被覆した粒子についての記載はない。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献1：特開2006-108523号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1に記載のような従来の異方性導電材料を用いて、上記接続構造体を得た場合には、得られた接続構造体において、電極間の接続抵抗が高くなることがある。このため、接続構造体における導通信頼性が低いという問題がある。

[0008] 本発明の目的は、電極間を電氣的に接続して接続構造体を得た場合に、得られた接続構造体の接続抵抗を低くすることができる導電材料、並びに該導電材料を用いた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

[0009] 本発明の広い局面によれば、バインダー樹脂と、はんだを導電性の表面に有する導電性粒子とを含有し、前記バインダー樹脂が、加熱により硬化可能な硬化性化合物と、熱硬化剤とを含み、前記バインダー樹脂と前記導電性粒子における前記はんだとをそれぞれ、10℃/分の昇温速度で加熱して示差走査熱量測定を行ったときに、前記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークトップ温度が、前記はんだの溶融における吸熱ピークトップ温度よりも低い、導電材料が提供される。

[0010] 本発明に係る導電材料のある特定の局面では、前記バインダー樹脂の本硬化における前記発熱ピークトップ温度と、前記はんだの溶融における前記吸熱ピークトップ温度との差が、30℃以下である。

- [0011] 本発明に係る導電材料の他の特定の局面では、前記示差走査熱量測定を行ったときに、前記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークの温度範囲と、前記はんだの溶融における吸熱ピークの温度範囲とに重複部分が存在する。
- [0012] 本発明に係る導電材料の他の特定の局面では、前記示差走査熱量測定を行ったときに、前記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークトップにおける発熱量の1/10以上の発熱量を示す前記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピーク部分の温度範囲と、前記はんだの溶融における吸熱ピークトップにおける吸熱量の1/10以上の吸熱量を示す前記はんだの溶融における吸熱ピーク部分の温度範囲とに重複部分が存在する。
- [0013] 本発明に係る導電材料のさらに他の特定の局面では、前記熱硬化剤が熱カチオン発生剤を含む。
- [0014] 本発明に係る導電材料の別の特定の局面では、前記熱硬化剤が熱ラジカル発生剤を含む。
- [0015] 本発明に係る導電材料の他の特定の局面では、前記導電性粒子が、基材粒子と、前記基材粒子の表面上に配置されたはんだ層とを備える。
- [0016] 本発明に係る導電材料の別の特定の局面では、上記バインダー樹脂がフラックスを含む。
- [0017] 本発明に係る接続構造体は、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、第2の接続対象部材を接続している接続部とを備え、該接続部が、上述した導電材料により形成されており、上記第1の電極と上記第2の電極とが上記導電性粒子により電氣的に接続されている。

### 発明の効果

- [0018] 本発明に係る導電材料は、バインダー樹脂とはんだを導電性の表面に有する導電性粒子とを含有し、上記バインダー樹脂が加熱により硬化可能な硬化性化合物と熱硬化剤とを含み、上記バインダー樹脂と上記導電性粒子における上記はんだとをそれぞれ、10℃/分の昇温速度で加熱して示差走査熱量

測定を行ったときに、上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークトップ温度が、上記はんだの溶融における吸熱ピークトップ温度よりも低いので、本発明に係る導電材料を用いて電極間を電氣的に接続して接続構造体を得た場合に、得られた接続構造体の接続抵抗を低くすることができる。

### 図面の簡単な説明

[0019] [図1]図1は、示差走査熱量測定におけるバインダー樹脂の本硬化における発熱ピークと導電性粒子のはんだの溶融における吸熱ピークとの関係の一例を示す模式図である。

[図2]図2は、本発明の一実施形態に係る導電材料に使用可能な導電性粒子を模式的に示す断面図である。

[図3]図3は、導電性粒子の変形例を示す断面図である。

[図4]図4は、導電性粒子の他の変形例を示す断面図である。

[図5]図5は、本発明の一実施形態に係る接続構造体を模式的に示す正面断面図である。

[図6]図6は、図5に示す接続構造体における導電性粒子と電極との接続部分を拡大して模式的に示す正面断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の詳細を説明する。

[0021] 本発明に係る導電材料は、バインダー樹脂と、導電性粒子とを含有する。上記導電性粒子は、はんだを導電性の表面に有する。上記バインダー樹脂は、加熱により硬化可能な硬化性化合物と、熱硬化剤とを含む。上記バインダー樹脂は、導電材料に含まれている上記導電性粒子以外の成分である。本発明に係る導電材料は、加熱により硬化可能な導電材料である。本発明に係る導電材料では、上記バインダー樹脂を硬化させる際の加熱により、上記導電性粒子におけるはんだを溶融させることができる。

[0022] 上記バインダー樹脂を10℃/分の昇温速度で加熱して、示差走査熱量測定(DSC)を行う。また、上記導電性粒子におけるはんだを10℃/分の昇温速度で加熱して、示差走査熱量測定(DSC)を行う。図1に模式的に

示すように、このDSCにおいて、本発明に係る導電材料では、上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークトップP1t温度が、上記はんだの溶融における吸熱ピークトップP2t温度よりも低い。上記発熱ピークトップP1t及び上記吸熱ピークトップP2tとは、発熱ピークP1又は吸熱ピークP2における発熱量又は吸熱量が最も高くなる温度を示す。上記発熱ピークP1とは、ベースラインB1から発熱量が上昇し始める部分から、上記発熱ピークトップP1tに至った後に発熱量が低下してベースラインB1に至るまでの部分を示す。上記吸熱ピークP2とは、ベースラインB2から吸熱量が上昇し始める部分から、上記吸熱ピークトップP2tに至った後に吸熱量が低下してベースラインB2に至るまでの部分を示す。上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークトップP1t温度を示す発熱ピークP1は、発熱量が最も高い主発熱ピークであることが好ましい。上記発熱ピークトップP1t温度と上記吸熱ピークトップP2t温度とが上述した関係を満足するようにするためには、バインダー樹脂中の硬化剤の種類、並びにはんだの組成などを適宜調整すればよい。

[0023] 本発明に係る導電材料における上述した構成の採用により、本発明に係る導電材料を用いて電極間を電氣的に接続して接続構造体を得た場合に、得られた接続構造体の接続抵抗を効果的に低くすることができる。また、接続構造体における接続不良が生じ難くなる。この理由は、接続構造体を得る際の加熱により、上記バインダー樹脂の硬化が始まった後に、上記はんだ（はんだ層など）が溶融し始めるため、はんだが大きく拡散しないために、はんだと電極とが十分に金属接続するためであると考えられる。これに対して、発熱ピークトップP1t温度が吸熱ピークトップP2t温度以上である場合には、接続構造体の接続抵抗が高くなる。

[0024] さらに、本発明に係る導電材料における上述した構成の採用により、接続構造体が高温高湿下や冷熱サイクルなどの熱衝撃に晒されても、電極間の接続抵抗が上昇し難くなる。接続構造体において、導電性粒子と電極との密着性が高くなるためであると考えられる。

- [0025] 上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークトップ P 1 t 温度と、上記はんだの溶融における吸熱ピークトップ P 2 t 温度との差は、0℃を超え、好ましくは30℃以下、より好ましくは20℃以下、更に好ましくは10℃以下である。上記の温度の差が上記下限以上及び上記上限以下であると、接続構造体における接続抵抗が効果的に低くなり、高温高湿下及び熱衝撃での接続構造体における接続信頼性がより一層高くなる。上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークトップ P 1 t 温度と、上記はんだの溶融における吸熱ピークトップ P 2 t 温度との差は、10℃を超えていてもよく、20℃を超えていてもよく、30℃を超えていてもよい。
- [0026] 上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピーク P 1 の温度範囲と、上記はんだの溶融における吸熱ピーク P 2 の温度範囲とに重複部分が存在することが好ましい。この場合には、接続構造体における加熱時に、バインダー樹脂とはんだとが溶融するタイミングをより一層近づけることができる。この結果、接続構造体における接続抵抗が効果的に低くなり、高温高湿下及び熱衝撃での接続構造体における接続信頼性がより一層高くなる。
- [0027] 上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークトップ P 1 t における発熱量の  $1/10$  以上の発熱量を示す上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピーク P 1 部分の温度範囲と、上記はんだの溶融における吸熱ピークトップ P 2 t における吸熱量の  $1/10$  以上の吸熱量を示す上記はんだの溶融における吸熱ピーク P 2 部分の温度範囲とに重複部分が存在することが好ましい。上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークトップ P 1 t における発熱量の  $1/5$  以上の発熱量を示す上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピーク P 1 部分の温度範囲と、上記はんだの溶融における吸熱ピークトップ P 2 t における吸熱量の  $1/5$  以上の吸熱量を示す上記はんだの溶融における吸熱ピーク P 2 部分の温度範囲とに重複部分が存在しないことがより好ましい。これらの場合には、接続構造体における加熱時に、バインダー樹脂とはんだとが溶融するタイミングを適度に近づけることができる。この結果、接続構造体における接続抵抗がより一層効果的に低くなり、高温高湿下で

の接続構造体における接続信頼性が更に一層高くなる。

[0028] 上記発熱ピークP1及び上記吸熱ピークP2の測定には、示差走査熱量測定装置が用いられる。上記示差走査熱量測定装置としては、TAインスツルメンツ社製「Q2000」等が挙げられる。測定条件は、室温（25℃）から、上記はんだが十分に溶融する温度（例えばはんだの溶融開始温度+50℃）まで、10℃/分の昇温速度で加熱する条件である。

[0029] 上記示差走査熱量測定の際には、導電材料を用いてもよい。但し、上記バインダー樹脂の発熱ピークP1と上記はんだの溶融における吸熱ピークP2とが重複する場合などには、上記導電材料中の上記導電性粒子を除く成分であるバインダー樹脂を用いて上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークP1を測定してもよく、更に上記導電性粒子又は上記導電性粒子におけるはんだを用いて上記はんだの溶融における吸熱ピークP2を測定してもよい。上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークP1と上記はんだの溶融における吸熱ピークP2とは別々に測定することが好ましい。

[0030] 本発明に係る導電材料は、光の照射と加熱との双方により硬化可能な導電材料であってもよい。この場合には、光の照射により導電材料を半硬化（Bステージ化）させ、導電材料の流動性を低下させた後、加熱により導電材料を硬化させることが可能である。また、反応温度が異なる2種類の熱硬化剤を用いてもよい。反応温度が異なる2種類の熱硬化剤を用いると、加熱により導電材料を半硬化（予備硬化）させ、更に加熱により半硬化した導電材料を本硬化させることが可能である。本発明では、導電材料を2段階で硬化させてもよい。導電材料を2段階で硬化させる場合に、1）1段階目の予備硬化を進行させるための加熱を行いつつ該加熱を中断した後に、2段階目の本硬化を進行させるための加熱を行ってもよく、2）1段階目の予備硬化を進行させるための加熱と2段階目の本硬化を進行させるための加熱とを、連続して行ってもよく、3）所定の温度に1回加熱することで、非加熱部材の温度を上昇させて、1段階目の予備硬化と2段階目の本硬化とを進行させてもよい。上記導電材料を予備硬化させ、次に本硬化させる場合に、上記バイン



ダー樹脂の予備硬化における発熱ピークトップ温度ではなく、上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークトップ P 1 t 温度が、上記はんだの熔融における吸熱ピークトップ P 2 t 温度よりも低く設定される。

[0031] 以下、先ず、本発明に係る導電材料に含まれている各成分、及び含まれることが好ましい各成分を詳細に説明する。

[0032] [導電性粒子]

上記導電性粒子は、はんだ粒子であってもよく、基材粒子と、該基材粒子の表面上に配置されたはんだ層とを備える導電性粒子であってもよい。上記はんだ粒子は、基材粒子をコアに有さず、コア-シェル粒子ではない。上記はんだ粒子は、中心部分及び外表面のいずれもはんだにより形成されている。

[0033] 上記導電性粒子は、基材粒子と、該基材粒子の表面上に配置されたはんだ層とを備えることが好ましい。上記導電性粒子は、上記基材粒子と、上記はんだ層との間にはんだ層以外の導電層を備えていてもよい。上記はんだ層は、はんだ層以外の導電層を介して、上記基材粒子の表面上に配置されていてもよい。はんだ層以外の導電層の表面上に、上記はんだ層が配置されていてもよい。接続構造体における耐熱衝撃特性をより一層高める観点からは、上記基材粒子は樹脂粒子であることが好ましい。上記基材粒子は、融点が 400°C 以上である金属粒子又は軟化点が 260°C 以上である樹脂粒子であることが好ましい。上記樹脂粒子の軟化点は、はんだ層の軟化点よりも高いことが好ましく、はんだ層の軟化点よりも 10°C 以上高いことが好ましい。

[0034] 上記基材粒子としては、樹脂粒子、金属を除く無機粒子、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、コア-シェル粒子であってもよい。上記基材粒子は、樹脂粒子又は有機無機ハイブリッド粒子であることが好ましく、樹脂粒子であることがより好ましい。上記樹脂粒子は、樹脂により形成されている。上記基材粒子は、融点が 400°C 未満である金属粒子であってもよく、融点が 400°C 以上である金属粒子であってもよく、軟化点が 260°C 未満である樹脂粒子であってもよく、軟化点が 2

60℃以上である樹脂粒子であってもよい。

[0035] 図2に、本発明の一実施形態に係る導電材料に使用可能な導電性粒子を断面図で示す。

[0036] 図2に示す導電性粒子1は、樹脂粒子2（基材粒子）と、樹脂粒子2の表面2a上に配置された導電層3とを有する。導電層3は、樹脂粒子2の表面2aを被覆している。導電性粒子1は、樹脂粒子2の表面2aが導電層3により被覆された被覆粒子である。従って、導電性粒子1は導電層3を表面1aに有する。樹脂粒子2にかえて、金属粒子などを用いてもよい。

[0037] 導電層3は、樹脂粒子2の表面2a上に配置された第1の導電層4と、該第1の導電層4の表面4a上に配置されたはんだ層5（はんだ、第2の導電層）とを有する。導電層3の外側の表面層が、はんだ層5である。従って、導電性粒子1は、導電層3の一部としてはんだ層5を有し、更に樹脂粒子2とはんだ層5との間に、導電層3の一部としてはんだ層5とは別に第1の導電層4を有する。このように、導電層3は、多層構造を有していてもよく、2層以上の積層構造を有していてもよい。

[0038] 上記のように、導電層3は2層構造を有する。図3に示す変形例のように、導電性粒子11は、単層の導電層として、はんだ層12を有していてもよい。導電性粒子における導電層の少なくとも外側の表面層（表面）が、はんだ層（はんだ）であればよい。ただし、導電性粒子の作製が容易であるので、導電性粒子1と導電性粒子11とのうち、導電性粒子1が好ましい。また、図4に示す変形例のように、基材粒子をコアに有さず、コアシェル粒子ではないはんだ粒子である導電性粒子16を用いてもよい。

[0039] 導電性粒子1、11、16は、本発明に係る導電材料に使用可能である。

[0040] 上記樹脂粒子を形成するための樹脂としては、例えば、ポリオレフィン樹脂、アクリル樹脂、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、ポリエチレンテレフタレート、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、ジビニルベンゼン重合体、並びにジビニルベンゼン系共重合体等が挙げられる。上記ジビニルベンゼン系共重合体等としては、ジビニルベンゼン-スチレン共重合体及びジビニルベンゼン-（メタ）アクリル酸エステル共重合体等が挙げられる。上記樹脂粒子の硬度を好適な範囲に容易に制御できるので、上記樹脂粒子を形成するための樹脂は、エチレン性不飽和基を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。

[0041] 上記基材粒子（樹脂粒子など）の表面上に導電層を形成する方法、並びに上記基材粒子（樹脂粒子など）の表面上又は第1の導電層の表面上にはんだ層を形成する方法は特に限定されない。上記導電層及び上記はんだ層を形成する方法としては、例えば、無電解めっきによる方法、電気めっきによる方法、物理的な衝突による方法、メカノケミカル反応による方法、物理的蒸着又は物理的吸着による方法、並びに金属粉末もしくは金属粉末とバインダーを含むペーストを基材粒子の表面にコーティングする方法等が挙げられる。なかでも、無電解めっき、電気めっき又は物理的な衝突による方法が好適である。上記物理的蒸着による方法としては、真空蒸着、イオンプレーティング及びイオンスパッタリング等の方法が挙げられる。また、上記物理的な衝突による方法では、例えば、シーターコンポーザ（徳寿工作所社製）等が用いられる。

[0042] 上記はんだ層を形成する方法は、物理的な衝突による方法であることが好ましい。上記はんだ層は、物理的な衝撃により、上記基材粒子の表面上に配置されていることが好ましい。

[0043] 上記はんだ（はんだ層）を構成する材料は、JIS Z3001：溶接用語に基づき、液相線が450℃以下である溶加材であることが好ましい。上記はんだの組成としては、例えば亜鉛、金、銀、鉛、銅、錫、ビスマス、インジウムなどを含む金属組成が挙げられる。なかでも低融点で鉛フリーである錫-インジウム系（117℃共晶）、又は錫-ビスマス系（139℃共晶）が好ましい。すなわち、上記はんだは、鉛を含まないことが好ましく、錫

とインジウムとを含むはんだ、又は錫とビスマスとを含むはんだであることが好ましい。

[0044] 上記はんだ（はんだ層）100重量%中、錫の含有量は、好ましくは90重量%未満、より好ましくは85重量%以下である。また、上記はんだ100重量%中の錫の含有量は、はんだの融点などを考慮して適宜決定される。上記はんだ100重量%中の錫の含有量は、好ましくは5重量%以上、より好ましくは10重量%以上、更に好ましくは20重量%以上である。

[0045] 上記第1の導電層及び上記はんだ層の厚みはそれぞれ、好ましくは0.5 $\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは1 $\mu\text{m}$ 以上、更に好ましくは2 $\mu\text{m}$ 以上、好ましくは20 $\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは10 $\mu\text{m}$ 以下、更に好ましくは6 $\mu\text{m}$ 以下である。第1の導電層及びはんだ層の厚みが上記下限以上であると、導電性が十分に高くなる。第1の導電層及びはんだ層の厚みが上記上限以下であると、基材粒子と第1の導電層及びはんだ層との熱膨張率の差が小さくなり、第1の導電層及びはんだ層の剥離が生じ難くなる。

[0046] 上記導電性粒子の平均粒子径は、好ましくは0.1 $\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは1 $\mu\text{m}$ 以上、好ましくは500 $\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは100 $\mu\text{m}$ 以下、更に好ましくは80 $\mu\text{m}$ 以下、特に好ましくは50 $\mu\text{m}$ 以下、最も好ましくは40 $\mu\text{m}$ 以下である。導電性粒子の平均粒子径が上記下限以上及び上記上限以下であると、導電性粒子と電極との接触面積が十分に大きくなり、かつ導電層を形成する際に凝集した導電性粒子が形成されにくくなる。また、導電性粒子を介して接続された電極間の間隔が大きくなりすぎず、かつ導電層が基材粒子の表面から剥離し難くなる。

[0047] 導電材料における導電性粒子に適した大きさであり、かつ電極間の間隔がより一層小さくなるので、導電性粒子の平均粒子径は、好ましくは0.1 $\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは100 $\mu\text{m}$ 以下、更に好ましくは50 $\mu\text{m}$ 以下である。

[0048] 上記導電性粒子の「平均粒子径」は、数平均粒子径を示す。導電性粒子の平均粒子径は、任意の導電性粒子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。

[0049] 上記導電性粒子における上記樹脂粒子は、実装する基板の電極サイズ又はランド径によって使い分けることができる。

[0050] 上下の電極間をより一層確実に接続し、かつ横方向に隣接する電極間の短絡をより一層抑制する観点からは、導電性粒子の平均粒子径Cの樹脂粒子の平均粒子径Aに対する比(C/A)は、1.0を超え、好ましくは3.0以下である。また、上記樹脂粒子と上記はんだ層との間に上記第1の導電層がある場合に、はんだ層を除く導電性粒子部分の平均粒子径Bの樹脂粒子の平均粒子径Aに対する比(B/A)は、1.0を超え、好ましくは2.0以下である。さらに、上記樹脂粒子と上記はんだ層との間に上記第1の導電層がある場合に、はんだ層を含む導電性粒子の平均粒子径Cのはんだ層を除く導電性粒子部分の平均粒子径Bに対する比(C/B)は、1.0を超え、好ましくは2.5以下である。上記比(B/A)が上記範囲内であったり、上記比(C/B)が上記範囲内であったりすると、上下の電極間をより一層確実に接続し、かつ横方向に隣接する電極間の短絡がより一層抑えられる。

[0051] FOB及びFOF用途向け導電材料：

本発明に係る導電材料は、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))、又はフレキシブルプリント基板とフレキシブルプリント基板との接続(FOF(Film on Film))に好適に用いられる。

[0052] FOB及びFOF用途では、電極がある部分(ライン)と電極がない部分(スペース)との寸法であるL&Sは、一般に100~500 $\mu$ mである。FOB及びFOF用途で用いる樹脂粒子の平均粒子径は3~100 $\mu$ mであることが好ましい。樹脂粒子の平均粒子径が3 $\mu$ m以上であると、電極間に配置される導電材料及び接続部の厚みが十分に厚くなり、接着力がより一層高くなる。樹脂粒子の平均粒子径が100 $\mu$ m以下であると、隣接する電極間で短絡がより一層生じ難くなる。

[0053] フリップチップ用途向け導電材料：

本発明に係る導電材料は、フリップチップ用途に好適に用いられる。

[0054] フリップチップ用途では、一般にランド径が15～80 $\mu\text{m}$ である。フリップチップ用途で用いる樹脂粒子の平均粒子径は1～15 $\mu\text{m}$ であることが好ましい。樹脂粒子の平均粒子径が1 $\mu\text{m}$ 以上であると、該樹脂粒子の表面上に配置されるはんだ層の厚みを十分に厚くすることができ、電極間をより一層確実に電氣的に接続することができる。樹脂粒子の平均粒子径が15 $\mu\text{m}$ 以下であると、隣接する電極間で短絡がより一層生じ難くなる。

[0055] COF向け導電材料：

本発明に係る導電材料は、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））に好適に用いられる。

[0056] COF用途では、電極がある部分（ライン）と電極がない部分（スペース）との寸法であるL&Sは、一般に10～50 $\mu\text{m}$ である。COF用途で用いる樹脂粒子の平均粒子径は1～10 $\mu\text{m}$ であることが好ましい。樹脂粒子の平均粒子径が1 $\mu\text{m}$ 以上であると、該樹脂粒子の表面上に配置されるはんだ層の厚みを十分に厚くすることができ、電極間をより一層確実に電氣的に接続することができる。樹脂粒子の平均粒子径が10 $\mu\text{m}$ 以下であると、隣接する電極間で短絡がより一層生じ難くなる。

[0057] 上記導電性粒子の表面は、絶縁性材料、絶縁性粒子、フラックス等により絶縁処理されていてもよい。絶縁性材料、絶縁性粒子、フラックス等は、接続時の熱により軟化、流動することで接続部から排除されることが好ましい。これにより、電極間での短絡が抑えられる。

[0058] 上記導電材料100重量%中、上記導電性粒子の含有量は好ましくは1重量%以上、より好ましくは2重量%以上、更に好ましくは10重量%以上、好ましくは50重量%以下、より好ましくは45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限以下であると、接続されるべき上下の電極間に導電性粒子を容易に配置できる。さらに、接続されてはならない隣接する電極間が複数の導電性粒子を介して電氣的に接続され難くなる。すなわち、隣り合う電極間の短絡をより一層防止できる。

[0059] [バインダー樹脂]

上記バインダー樹脂は、加熱により硬化可能な硬化性化合物と、熱硬化剤とを含む。

[0060] 上記加熱により硬化可能な硬化性化合物は、光の照射により硬化しない硬化性化合物（熱硬化性化合物）であってもよく、光の照射と加熱との双方により硬化可能な硬化性化合物（光及び熱硬化性化合物）であってもよい。

[0061] また、上記導電材料は、光の照射と加熱との双方により硬化可能な導電材料であり、上記バインダー樹脂として、光の照射により硬化可能な硬化性化合物（光硬化性化合物、又は光及び熱硬化性化合物）をさらに含むことが好ましい。上記光の照射により硬化可能な硬化性化合物は、加熱により硬化しない硬化性化合物（光硬化性化合物）であってもよく、光の照射と加熱との双方により硬化可能な硬化性化合物（光及び熱硬化性化合物）であってもよい。本発明に係る導電材料は、光硬化開始剤を含むことが好ましい。本発明に係る導電材料は、上記光硬化開始剤として、光ラジカル発生剤を含むことが好ましい。上記導電材料は、上記硬化性化合物として、熱硬化性化合物を含み、光硬化性化合物、又は光及び熱硬化性化合物をさらに含むことが好ましい。上記導電材料は、上記硬化性化合物として、熱硬化性化合物と光硬化性化合物とを含むことが好ましい。

[0062] また、上記導電材料は、反応開始温度が異なる2種以上の熱硬化剤を含むことが好ましい。また、反応開始温度が低温側の熱硬化剤が、熱ラジカル発生剤であることが好ましい。反応開始温度が高温側の熱硬化剤が、熱カチオン発生剤であることが好ましい。上記バインダー樹脂における発熱ピークトップ温度は、熱カチオン発生剤での硬化に由来することが好ましい。

[0063] 上記硬化性化合物としては特に限定されず、不飽和二重結合を有する硬化性化合物及びエポキシ基又はチラン基を有する硬化性化合物等が挙げられる。

[0064] また、上記導電材料の硬化性を高め、電極間の導通信頼性をより一層高める観点からは、上記硬化性化合物は、不飽和二重結合を有する硬化性化合物

を含むことが好ましく、(メタ)アクリロイル基を有する硬化性化合物を含むことが好ましい。上記不飽和二重結合は、(メタ)アクリロイル基であることが好ましい。上記不飽和二重結合を有する硬化性化合物としては、エポキシ基又はチラン基を有さず、かつ不飽和二重結合を有する硬化性化合物、及びエポキシ基又はチラン基を有し、かつ不飽和二重結合を有する硬化性化合物が挙げられる。

[0065] 上記(メタ)アクリロイル基を有する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。

[0066] 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使用可能である。

[0067] 上記導電材料の硬化性を高め、電極間の導通信頼性をより一層高め、更に硬化物の接着力をより一層高める観点からは、上記導電材料は、不飽和二重結合と熱硬化性官能基との双方を有する硬化性化合物を含むことが好ましい。上記熱硬化性官能基としては、エポキシ基、チラン基及びオキセタニル基等が挙げられる。上記不飽和二重結合と熱硬化性官能基との双方を有する硬化性化合物は、エポキシ基又はチラン基を有し、かつ不飽和二重結合を有する硬化性化合物であることが好ましく、熱硬化性官能基と(メタ)アクリロイル基との双方を有する硬化性化合物であることが好ましく、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硬化性化合



物であることが好ましい。

[0068] 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個以上有する硬化性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る硬化性化合物であることが好ましい。このような硬化性化合物は、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。

[0069] 上記硬化性化合物は、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（塩基性触媒など）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。

[0070] 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。

[0071] 上記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。

[0072] 上記「フェノキシ樹脂」は、一般的には、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。

[0073] また、上記硬化性化合物は、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。

[0074] 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。

[0075] 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。

[0076] さらに、上記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、シリコーン化合物及びポリイミド化合物等が挙げられる。

[0077] 上記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

をより一層高めたりする観点からは、上記硬化性化合物は、エポキシ基又はチラン基を有する硬化性化合物を含むことが好ましい。エポキシ基を有する硬化性化合物は、エポキシ化合物である。チラン基を有する硬化性化合物は、エピスルフィド化合物である。導電材料の硬化性を高める観点からは、上記硬化性化合物100重量%中、上記エポキシ基又はチ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。上記硬化性化合物の全量が上記エポキシ基又はチラン基を有する硬化性化合物であってもよい。取り扱い性を良好にし、かつ接続構造体における導通信頼性をより一層高める観点からは、上記エポキシ基又はチラン基を有する化合物は、エポキシ化合物であることが好ましい。

[0078] また、本発明に係る導電材料は、エポキシ基又はチラン基を有する硬化性化合物と、不飽和二重結合を有する硬化性化合物とを含むことが好ましい。

[0079] 上記エポキシ基又はチラン基を有する硬化性化合物は、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、ナフタレン環は、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ことから好ましい。

[0080] 熱硬化性化合物と光硬化性化合物とを併用する場合には、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。上記導電材料は、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、5：95～60：40で含むことがより好ましく、10：90～40：60で含むことが更に好ましい。

- [0081] 上記導電材料は、熱硬化剤を含む。該熱硬化剤は、上記加熱により硬化可能な硬化性化合物を硬化させる。該熱硬化剤として、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。
- [0082] 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、フェノール硬化剤、ポリチオール硬化剤、熱カチオン発生剤、酸無水物及び熱ラジカル発生剤等が挙げられる。なかでも、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、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が好ましい。また、加熱により硬化可能な硬化性化合物と上記熱硬化剤とを混合したときに保存安定性が高くなるので、潜在性の硬化剤が好ましい。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。これらの熱硬化剤は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。なお、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。
- [0083] 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。
- [0084] 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。
- [0085] 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。

[0086] 上記熱カチオン発生剤としては、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-p-トリ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。

[0087] はんだ表面又は電極表面に形成された酸化膜を除去し、上下電極との金属接合を形成しやすくし、接続信頼性をより一層高める観点からは、上記熱硬化剤は、熱カチオン発生剤を含むことが好ましい。

[0088] 上記熱硬化剤の含有量は特に限定されない。上記加熱により硬化可能な硬化性化合物 100 重量部に対して、上記熱硬化剤の含有量は、好ましくは 0.01 重量部以上、より好ましくは 1 重量部以上、好ましくは 200 重量部以下、より好ましくは 100 重量部以下、更に好ましくは 75 重量部以下である。熱硬化剤の含有量が上記下限以上であると、導電材料を十分に硬化させることが容易である。熱硬化剤の含有量が上記上限以下であると、硬化後に硬化に関与しなかった余剰の熱硬化剤が残存し難くなり、かつ硬化物の耐熱性がより一層高くなる。

[0089] 上記熱硬化剤が、熱カチオン発生剤を含む場合に、上記加熱により硬化可能な硬化性化合物 100 重量部に対して、上記熱カチオン発生剤の含有量は、好ましくは 0.01 重量部以上、より好ましくは 0.05 重量部以上、好ましくは 10 重量部以下、より好ましくは 5 重量部以下である。上記熱カチオン発生剤の含有量が上記下限以上及び上記上限以下であると、導電材料 (硬化性組成物) が十分に熱硬化する。

- [0090] 上記導電材料は、光硬化開始剤を含むことが好ましい。該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。電極間の導通信頼性及び接続構造体の接続信頼性をより一層高める観点からは、上記導電材料は、光ラジカル発生剤を含むことが好ましい。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。
- [0091] 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（アセトフェノン光ラジカル発生剤）、ベンゾフェノン光硬化開始剤（ベンゾフェノン光ラジカル発生剤）、チオキサントン、ケタール光硬化開始剤（ケタール光ラジカル発生剤）、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。
- [0092] 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。
- [0093] 上記光硬化開始剤の含有量は特に限定されない。光の照射により硬化可能な硬化性化合物100重量部に対して、上記光硬化開始剤の含有量（光硬化開始剤が光ラジカル発生剤である場合には光ラジカル発生剤の含有量）は、好ましくは0.1重量部以上、より好ましくは0.2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、導電材料を適度に光硬化させることができる。導電材料に光を照射し、Bステージ化することにより、導電材料の流動を抑制できる。
- [0094] 上記導電材料は、熱ラジカル発生剤を含むことが好ましい。該熱ラジカル発生剤は特に限定されない。上記熱ラジカル発生剤として、従来公知の熱ラ

ジカル発生剤を使用可能である。熱ラジカル発生剤の使用により、電極間の導通信頼性及び接続構造体の接続信頼性がより一層高くなる。上記熱ラジカル発生剤は、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。

[0095] 上記熱ラジカル発生剤としては、特に限定されず、アゾ化合物及び有機過酸化物等が挙げられる。上記アゾ化合物としては、アゾビスイソブチロニトリル（AIBN）等が挙げられる。上記有機過酸化物としては、ジ-tert-ブチルペルオキシド及びメチルエチルケトンペルオキシド等が挙げられる。

[0096] 上記加熱により硬化可能な硬化性化合物100重量部に対して、上記熱ラジカル発生剤の含有量は好ましくは0.1重量部以上、より好ましくは0.2重量部以上、好ましくは5重量部以下、より好ましくは3重量部以下である。上記熱ラジカル発生剤の含有量が上記下限以上及び上記上限以下であると、導電材料を適度に熱硬化させることができる。導電材料を、Bステージ化することにより、導電材料の流動を抑制でき、更に接合時のボイド発生を抑制できる。

[0097] 本発明に係る導電材料は、フラックスを含むことが好ましい。該フラックスの使用により、上記バインダー樹脂の発熱ピークを適宜調整可能である。また、該フラックスの使用により、はんだ表面に酸化膜が形成され難くなり、さらに、はんだ表面又は電極表面に形成された酸化膜を効果的に除去できる。この結果、接続構造体における導通信頼性がより一層高くなる。なお、上記導電材料は、フラックスを必ずしも含んでいなくてもよい。

[0098] 上記フラックスは特に限定されない。該フラックスとして、はんだ接合等に一般的に用いられているフラックスを使用可能である。上記フラックスとしては、例えば、塩化亜鉛、塩化亜鉛と無機ハロゲン化物との混合物、塩化亜鉛と無機酸との混合物、溶融塩、リン酸、リン酸の誘導体、有機ハロゲン化物、ヒドラジン、有機酸及び松脂等が挙げられる。上記フラックスは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。

[0099] 上記溶融塩としては、塩化アンモニウム等が挙げられる。上記有機酸とし

ては、乳酸、クエン酸、ステアリン酸及びグルタミン酸等が挙げられる。上記松脂としては、活性化松脂及び非活性化松脂等が挙げられる。上記フラックスは、松脂であることが好ましい。松脂の使用により、電極間の接続抵抗がより一層低くなる。また、上記フラックスは、カルボキシル基を有する有機酸であることが好ましい。カルボキシル基を有する化合物としては、アルキル鎖にカルボキシル基が結合した化合物、芳香環にカルボキシル基が結合した化合物等が挙げられる。これらのカルボキシル基を有する化合物では、アルキル鎖又は芳香環に水酸基がさらに結合していてもよい。アルキル鎖又は芳香環に結合しているカルボキシル基の数は1～3個であることが好ましく、1又は2個であることがより好ましい。アルキル鎖にカルボキシル基が結合した化合物におけるアルキル鎖の炭素数は、好ましくは3以上、好ましくは8以下、より好ましくは6以下である。アルキル鎖にカルボキシル基が結合した化合物の具体例としては、ヘキサン酸（炭素数5、カルボキシル基1個）、及びグルタル酸（炭素数4、カルボキシル基2個）等が挙げられる。カルボキシル基と水酸基とを有する化合物の具体例としては、リンゴ酸及びクエン酸等が挙げられる。芳香環にカルボキシル基が結合した化合物の具体例としては、安息香酸、フタル酸、無水安息香酸及び無水フタル酸等が挙げられる。

[0100] 上記松脂はアビエチン酸を主成分とするロジン類である。上記フラックスは、ロジン類であることが好ましく、アビエチン酸であることがより好ましい。この好ましいフラックスの使用により、電極間の接続抵抗がより一層低くなる。

[0101] 上記フラックスは、バインダー樹脂中に分散されていてもよく、上記導電性粒子の表面上に付着していてもよい。

[0102] 上記導電材料100重量%中、上記フラックスの含有量は好ましくは0.5重量%以上、好ましくは30重量%以下、より好ましくは25重量%以下である。上記フラックスの含有量が上記下限以上及び上限以下であると、はんだ表面に酸化膜がより一層形成され難くなり、さらに、はんだ表面又は電



極表面に形成された酸化膜をより一層効果的に除去できる。また、上記フラックスの含有量が上記下限以上であると、フラックスの添加効果がより一層効果的に発現する。上記フラックスの含有量が上記上限以下であると、硬化物の吸湿性がより一層低くなり、接続構造体の信頼性がより一層高くなる。

[0103] 上記導電材料は、フィラーを含むことが好ましい。フィラーの使用により、導電材料の硬化物の熱線膨張率が低くなる。上記フィラーの具体例としては、シリカ、窒化アルミニウム、アルミナ、ガラス、窒化ボロン、窒化ケイ素、シリコン、カーボン、グラファイト、グラフェン及びタルク等が挙げられる。フィラーは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。熱伝導率が高いフィラーを用いると、本硬化時間が短くなる。

[0104] 上記導電材料は、溶剤を含んでいてもよい。該溶剤の使用により、導電材料の粘度を容易に調整できる。上記溶剤としては、例えば、酢酸エチル、メチルセロソルブ、トルエン、アセトン、メチルエチルケトン、シクロヘキサン、*n*-ヘキサン、テトラヒドロフラン及びジエチルエーテル等が挙げられる。

[0105] (導電材料の詳細及び用途)

本発明に係る導電材料は、ペースト状又はフィルム状の導電材料であり、ペースト状の導電材料であることが好ましい。ペースト状の導電材料は、導電ペーストである。フィルム状の導電材料は、導電フィルムである。導電材料が導電フィルムである場合、導電性粒子を含む導電フィルムに、導電性粒子を含まないフィルムが積層されてもよい。本発明に係る導電材料は、異方性導電材料であることが好ましい。本発明に係る導電材料は、電極間の接続に用いられることが好ましい。

[0106] 本発明に係る導電材料は、導電ペーストであって、ペースト状の状態で接続対象部材上に塗布される導電ペーストであることが好ましい。

[0107] 上記導電ペーストの25℃での粘度は、好ましくは3 Pa・s以上、より好ましくは5 Pa・s以上、好ましくは500 Pa・s以下、より好ましくは300 Pa・s以下である。上記粘度が上記下限以上であると、導電ペー

スト中での導電性粒子の沈降を抑制できる。上記粘度が上記上限以下であると、導電性粒子の分散性がより一層高くなる。塗布前の上記導電ペーストの上記粘度が上記範囲内であれば、第1の接続対象部材上に導電ペーストを塗布した後に、硬化前の導電ペーストの流動をより一層抑制でき、さらにボイドがより一層生じ難くなる。

[0108] 上記はんだの溶融における吸熱ピークトップ $P_{2t}$ 温度での上記バインダー樹脂の粘度は、好ましくは $50\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上、より好ましくは $80\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上、好ましくは $800\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下、より好ましくは $600\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下である。上記粘度が上記下限以上であると、導電性粒子におけるはんだが効果的にかつ適度に電極表面を濡れ拡がる。上記粘度が上記上限以下であると、接続構造体におけるボイドが発生し難くなる。

[0109] 上記粘度は、レオメーターを用いて、最低複素粘度 $\eta^*$ を測定することにより求められる。測定条件は、歪制御 $1\text{ rad}$ 、周波数 $1\text{ Hz}$ 、昇温速度 $20^\circ\text{C}/\text{分}$ 、測定温度範囲 $60\sim$ (上記はんだの溶融における吸熱ピークトップ温度 $(^\circ\text{C})+50$ ) $^\circ\text{C}$ とする。

[0110] 本発明に係る導電材料は、銅電極を有する接続対象部材を接続するために用いられる導電材料であることが好ましい。銅電極の表面には酸化膜がかなり形成されやすい。これに対して、本発明に係る導電材料が熱カチオン発生剤やフラックスを含む場合には、銅電極の表面の酸化膜を効果的に除去でき、接続構造体における導通信頼性を高めることができる。

[0111] 本発明に係る導電材料は、様々な接続対象部材を接着するために使用できる。上記導電材料は、第1、第2の接続対象部材が電氣的に接続されている接続構造体を得るために好適に用いられる。

[0112] 図5に、本発明の一実施形態に係る導電材料を用いた接続構造体の一例を模式的に断面図で示す。

[0113] 図5に示す接続構造体21は、第1の接続対象部材22と、第2の接続対象部材23と、第1、第2の接続対象部材22、23を電氣的に接続している接続部24とを備える。接続部24は、導電性粒子1を含む導電材料(異

方性導電材料など)により形成されている。ここでは、導電性粒子1が用いられている。導電性粒子1にかえて、導電性粒子11及びはんだ粒子16などの他の導電性粒子を用いてもよい。

[0114] 第1の接続対象部材22は表面22aに、複数の第1の電極22bを有する。第2の接続対象部材23は表面23aに、複数の第2の電極23bを有する。第1の電極22bと第2の電極23bとが、1つ又は複数の導電性粒子1により電氣的に接続されている。従って、第1, 第2の接続対象部材22, 23が導電性粒子1により電氣的に接続されている。

[0115] 上記接続構造体の製造方法は特に限定されない。該接続構造体の製造方法の一例としては、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間に上記導電材料を配置し、積層体を得た後、該積層体を加熱及び加圧する方法等が挙げられる。加熱及び加圧により、導電性粒子1のはんだ層5が熔融して、該導電性粒子1により電極間が電氣的に接続される。さらに、バインダー樹脂は加熱により硬化可能な硬化性化合物を含むので、バインダー樹脂が硬化して、硬化したバインダー樹脂により第1, 第2の接続対象部材22, 23が接続される。上記加圧の圧力は $9.8 \times 10^4 \sim 4.9 \times 10^6$  Pa程度である。上記加熱の温度は、 $120 \sim 220$  °C程度である。

[0116] 図6に、図5に示す接続構造体21における導電性粒子1と第1, 第2の電極22b, 23bとの接続部分を拡大して正面断面図で示す。図6に示すように、接続構造体21では、上記積層体を加熱及び加圧することにより、導電性粒子1のはんだ層5が熔融した後、熔融したはんだ層部分5aが第1, 第2の電極22b, 23bと十分に接触する。すなわち、表面層がはんだ層5である導電性粒子1を用いることにより、導電層の表面層がニッケル、金又は銅等の金属である導電性粒子を用いた場合と比較して、導電性粒子1と電極22b, 23bとの接触面積を大きくすることができる。このため、接続構造体21の導通信頼性を高めることができる。なお、加熱により、一般にフラックスは次第に失活する。また、第1の導電層4を第1の電極22bと第2の電極23bとに接触させることができる。

- [0117] 上記第1, 第2の接続対象部材は、特に限定されない。上記第1, 第2の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などの電子部品等が挙げられる。上記導電材料は、電子部品の接続に用いられる導電材料であることが好ましい。上記導電材料は、液状であって、かつ液状の状態ですべて接続対象部材の上面に塗工される導電材料であることが好ましい。
- [0118] 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、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。
- [0119] 上記第1の電極又は上記第2の電極が、銅電極であることが好ましい。この場合に、上記第1の電極と上記第2の電極との双方が、銅電極であってもよい。上記第1の電極及び上記第2の電極の双方が、銅電極であることが好ましい。
- [0120] 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。
- [0121] 実施例及び比較例では、以下の材料を用いた。
- [0122] (バインダー樹脂)  
熱硬化性化合物1 (エポキシ基含有アクリル樹脂、三菱化学社製「ブレン

マーCP-30」)

熱硬化性化合物2 (ビスフェノールA型エポキシ化合物、三菱化学社製「YL980」)

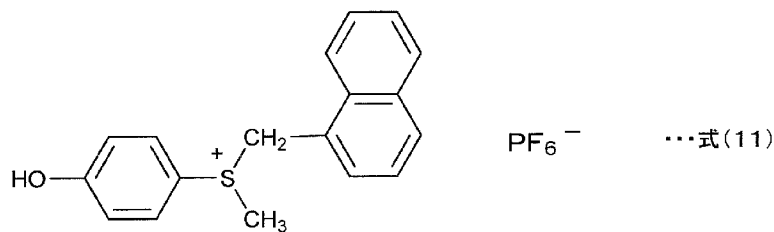
熱硬化性化合物3 (レゾルシノール型エポキシ化合物、ナガセケムテックス社製「EX-201」)

熱硬化性化合物4 (エポキシ樹脂 (DIC社製「EXA-4850-150」)

熱硬化剤A (イミダゾール化合物、四国化成工業社製「2P-4MZ」)

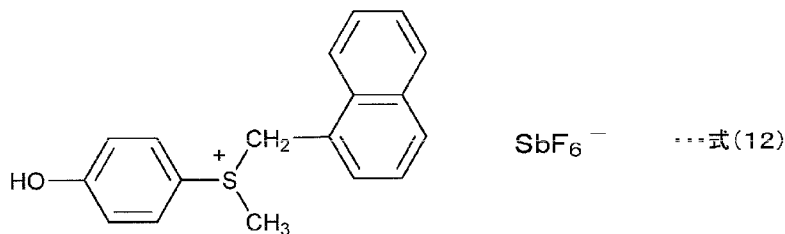
熱カチオン発生剤1 (下記式(11)で表される化合物、加熱によりリン原子を含む無機酸イオンを放出する化合物)

[0123] [化1]



[0124] 熱カチオン発生剤2 (下記式(12)で表される化合物、加熱によりアンチモン原子を含む無機酸イオンを放出する化合物)

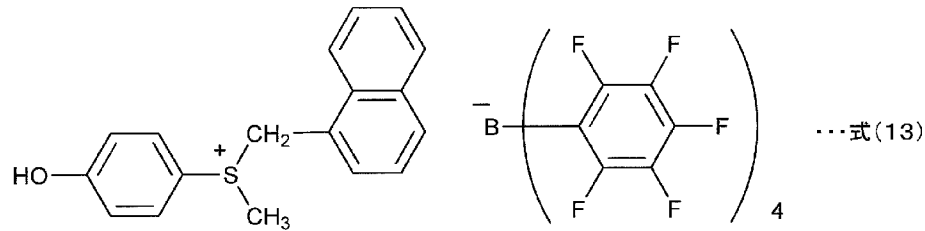
[0125] [化2]



[0126] 熱カチオン発生剤3 (下記式(13)で表される化合物、加熱によりホウ素原子を含む有機酸イオンを放出する化合物)

[0127]

[化3]



- [0128] 熱ラジカル発生剤 1 (アゾ系開始剤、和光純薬工業社製「V-70」)  
 熱ラジカル発生剤 2 (アゾ系開始剤、和光純薬工業社製「V-65」)  
 接着付与剤：信越化学工業社製「KBE-403」  
 フラックス：和光純薬工業社製「グルタル酸」

[0129] (導電性粒子)

導電性粒子 1 (樹脂コアはんだ被覆粒子、下記手順で作製)

ジビニルベンゼン樹脂粒子 (積水化学工業社製「マイクロパールSP-210」、平均粒子径  $10\ \mu\text{m}$ 、軟化点  $330^\circ\text{C}$ 、 $10\%$ K値 ( $23^\circ\text{C}$ )  $3.8\ \text{GPa}$ ) を無電解ニッケルめっきし、樹脂粒子の表面上に厚さ  $0.1\ \mu\text{m}$  の下地ニッケルめっき層を形成した。次いで、下地ニッケルめっき層が形成された樹脂粒子を電解銅めっきし、厚さ  $1\ \mu\text{m}$  の銅層を形成した。更に、錫及びビスマスを含む電解めっき液を用いて、電解めっきし、厚さ  $2\ \mu\text{m}$  のはんだ層を形成した。このようにして、樹脂粒子の表面上に厚み  $1\ \mu\text{m}$  の銅層が形成されており、該銅層の表面に厚み  $2\ \mu\text{m}$  のはんだ層 (錫：ビスマス =  $43\ \text{重量}\%$  :  $57\ \text{重量}\%$ ) が形成されている導電性粒子 (平均粒子径  $16\ \mu\text{m}$ 、CV値  $20\%$ 、樹脂コアはんだ被覆粒子) を作製した。

[0130] また、基材粒子の種類、基材粒子の平均粒子径、銅層の厚み及びはんだ層の厚みを変更したこと以外は導電性粒子 1 と同様にして、下記の導電性粒子 2, 3 を得た。

[0131] 導電性粒子 2 (ジビニルベンゼン樹脂粒子、樹脂粒子の平均粒子径  $10\ \mu\text{m}$ 、樹脂粒子の  $10\%$ K値 ( $23^\circ\text{C}$ )  $3.8\ \text{GPa}$ 、樹脂粒子の軟化点  $330^\circ\text{C}$ 、銅層の厚み  $3\ \mu\text{m}$ 、はんだ層の厚み  $4\ \mu\text{m}$ 、導電性粒子の平均粒子径

24  $\mu\text{m}$ 、CV値26%)

導電性粒子3 (ジビニルベンゼン樹脂粒子、樹脂粒子の平均粒子径20  $\mu\text{m}$ 、樹脂粒子の10%K値(23°C)3.6 GPa、樹脂粒子の軟化点330°C、銅層の厚み3  $\mu\text{m}$ 、はんだ層の厚み4  $\mu\text{m}$ 、導電性粒子の平均粒子径34  $\mu\text{m}$ 、CV値25%)

導電性粒子A : SnBiはんだ粒子(三井金属社製「DS-10」、平均粒径(メディアン径)12  $\mu\text{m}$ )

導電性粒子B : SnBiはんだ粒子(三井金属社製「10-25」、平均粒径(メディアン径)21  $\mu\text{m}$ )

導電性粒子C : SnBiはんだ粒子(三井金属社製「20-30」、平均粒径(メディアン径)29  $\mu\text{m}$ )

[0132] (実施例1~15及び比較例1~7)

下記の表1に示す成分を下記の表1に示す配合量で配合して、異方性導電材料(異方性導電ペースト)を得た。

[0133] (評価)

(1) DSCによる発熱ピークP1及び吸熱ピークP2の測定

上記異方性導電材料における導電性粒子を除く成分を配合して、バインダー樹脂を得た。示差走査熱量測定装置(TAインスツルメント社製「Q2000」)を用いて、得られたバインダー樹脂を10°C/分の昇温速度で加熱して、上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークP1を測定した。

[0134] また、示差走査熱量測定装置(TAインスツルメント社製「Q2000」)を用いて、導電性粒子を10°C/分の昇温速度で加熱して、上記はんだ層又は上記はんだ粒子の溶融における吸熱ピークP2を測定した。

[0135] 下記の表1に、1)上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークトップ温度P1tと、2)上記はんだ層又は上記はんだ粒子の溶融における吸熱ピークトップ温度P2tと、3)上記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークP1の温度範囲と上記はんだ層又は上記はんだ粒子の溶融における吸熱ピークP2の温度範囲との重複部分Aの有無と、4)バインダー樹脂の本

硬化における発熱ピークトップ P 1 t における発熱量の 1 / 1 0 以上の発熱量を示すバインダー樹脂の本硬化における発熱ピーク P 1 部分の温度範囲と、はんだ層又は上記はんだ粒子の溶融における吸熱ピークトップ P 2 t における吸熱量の 1 / 1 0 以上の吸熱量を示すはんだ層又は上記はんだ粒子の溶融における吸熱ピーク P 2 部分の温度範囲との重複部分 B の有無と、5) バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークトップ P 1 t における発熱量の 1 / 5 以上の発熱量を示すバインダー樹脂の本硬化における発熱ピーク P 1 部分の温度範囲と、はんだ層又は上記はんだ粒子の溶融における吸熱ピークトップ P 2 t における吸熱量の 1 / 5 以上の吸熱量を示すはんだ層又は上記はんだ粒子の溶融における吸熱ピーク P 2 部分との重複部分 C の温度範囲の有無とを示した。

[0136] (2) 接続構造体の作製

L / S が 1 0 0  $\mu$  m / 1 0 0  $\mu$  m の銅電極パターン (銅電極厚み 1 0  $\mu$  m) を上面に有するガラスエポキシ基板 (FR-4 基板) を用意した。また、L / S が 1 0 0  $\mu$  m / 1 0 0  $\mu$  m の銅電極パターン (銅電極厚み 1 0  $\mu$  m) を下面に有するフレキシブルプリント基板を用意した。

[0137] ガラスエポキシ基板とフレキシブル基板との重ね合わせ面積は、1. 5 c m  $\times$  4 m m とし、接続した電極数は 7 5 対とした。

[0138] 上記ガラスエポキシ基板の上面に、作製直後の異方性導電材料を厚さ 5 0  $\mu$  m となるように塗工し、異方性導電材料層を形成した。このとき、溶剤を含む異方性導電ペーストに関しては溶剤乾燥を行った。次に、異方性導電材料層の上面に上記フレキシブルプリント基板を、電極同士が対向するように積層した。その後、異方性導電材料層の温度が 1 8 5  $^{\circ}$  C となるように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、2. 0 M P a の圧力をかけて、はんだを溶融させ、かつ異方性導電材料層を 1 8 5  $^{\circ}$  C で硬化させ、接続構造体を得た。

[0139] (3) 上下の電極間の導通試験

得られた接続構造体の上下の電極間の接続抵抗をそれぞれ、4 端子法によ



り測定した。2つの接続抵抗の平均値を算出した。なお、電圧＝電流×抵抗の関係から、一定の電流を流した時の電圧を測定することにより接続抵抗を求めることができる。導通試験を下記の基準で判定した。

[0140] [導通試験の判定基準]

○ ○ : 接続抵抗の平均値が 8.0 Ω 以下

○ : 接続抵抗の平均値が 8.0 Ω を超え、10.0 Ω 以下

△ : 接続抵抗の平均値が 10.0 Ω を超え、15.0 Ω 以下

× 接続抵抗の平均値が 15.0 Ω を超える

[0141] (4) 耐湿熱性

バイアス試験により、耐湿熱性を評価した。具体的には、L/Sが100 μm / 100 μmの楕形銅電極パターン（銅電極厚み10 μm）を上面に有するガラスエポキシ基板（FR-4基板）を用意した。また、L/Sが100 μm / 100 μmの楕形銅電極パターン（銅電極厚み10 μm）を下面に有するフレキシブルプリント基板を用意した。上記（1）と同条件にて、接続構造体を得た。

[0142] ガラスエポキシ基板とフレキシブル基板との重ね合わせ面積は、1.5 cm × 4 mmとし、接続した電極数は75対とした。

[0143] 85℃及び相対湿度85%の条件で接続構造体を500時間放置した。その後、耐湿熱性を下記の基準で判定した。

[0144] [耐湿熱性のクラックの発生の判定基準]

○ : 電極間を接続している導電性粒子100個中、はんだにクラックが生じている導電性粒子が9個以下

△ : 電極間を接続している導電性粒子100個中、はんだにクラックが生じている導電性粒子が10個以上、19個以下

× : 電極間を接続している導電性粒子100個中、はんだにクラックが生じている導電性粒子が20個以上

[0145] [耐湿熱性の接続抵抗の判定基準]

○ : 放置後の接続構造体における接続抵抗が、放置前の接続構造体にお

る接続抵抗の1.05倍未満

△：放置後の接続構造体における接続抵抗が、放置前の接続構造体における接続抵抗の1.05倍以上、1.1倍未満

×：放置後の接続構造体における接続抵抗が、放置前の接続構造体における接続抵抗の1.1倍以上

[0146] (5) 耐熱衝撃試験

得られた接続構造体をそれぞれ20個用意し、 $-40^{\circ}\text{C}$ で10分間保持し、次に $85^{\circ}\text{C}$ まで昇温させて10分間保持した後、 $-40^{\circ}\text{C}$ まで降温する過程を1サイクルとし、1サイクル当たり1時間とする冷熱サイクル試験を実施した。500サイクル及び1000サイクル後に、それぞれ10個の接続構造体を取り出した。

[0147] 500サイクルの冷熱サイクル試験後の10個の接続構造体、並びに1000サイクルの冷熱サイクル試験後の10個の接続構造体について、上下の電極間の導通不良が生じているか否かを評価した。耐熱衝撃試験を下記の基準で判定した。

[0148] [耐熱衝撃試験の判定基準]

○：10個の接続構造体全てにおいて、冷熱サイクル試験前の接続抵抗からの接続抵抗の上昇率が5%以下である

△：10個の接続構造体全てにおいて、冷熱サイクル試験前の接続抵抗からの接続抵抗の上昇率が5%を超え、10%以下である

×：10個の接続構造体のうち、冷熱サイクル試験前の接続抵抗からの接続抵抗の上昇率が10%を超える接続構造体が1個以上ある

[0149] 結果を下記の表1に示す。

[0150]

[表1]

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8	実施例 9	実施例 10	実施例 11	実施例 12	実施例 13	実施例 14	比較例 1	比較例 2
熱硬化性化合物1	10				10	10	10	10	10	10						
熱硬化性化合物2		10								10				10		
熱硬化性化合物3			10								10	10	10		10	10
熱硬化性化合物4				10												
熱硬化剤A									2				2		2	2
熱カチオン発生剤1	0.6				0.6					0.6						
熱カチオン発生剤2		0.6				0.6		0.6			0.6					
熱カチオン発生剤3			0.6	0.6			0.6	0.6						0.6		
熱ラジカル発生剤1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05								
熱ラジカル発生剤2									0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
接着付与剤																
フラックス	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
導電性粒子1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
導電性粒子2	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4								
導電性粒子3										5.4						
導電性粒子A											5.4					
導電性粒子B												5.4				
導電性粒子C													5.4			5.4
1)発熱ピークトップP1:温度(°C)	108	102	98	95	105	102	95	96	124	108	102	94	128	98	151	147
2)吸熱ピークトップP2:温度(°C)	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145
3)重複部分Aの有無	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
4)重複部分Bの有無	有	有	有	有	有	有	有	有	無	有	有	有	無	有	有	有
5)重複部分Cの有無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
導電試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
耐湿熱性(クラックの発生)	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	△	○	○	○
耐湿熱性(接着抵抗)	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	△	○	○	○
耐熱衝撃性試験:500サイクル	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
耐熱衝撃性試験:1000サイクル	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	△	○	○	○
評価																

[0151] なお、実施例1～8, 10～12, 14の耐湿熱性(クラックの発生)の判定結果はいずれも「○」であるが、実施例14の耐湿熱性(クラックの発

生)の評価におけるクラックが生じている導電性粒子の個数は、実施例1～8, 10～12の耐湿熱性(クラックの発生)の評価におけるクラックが生じている導電性粒子の個数よりも少なかった。すなわち、実施例14の耐湿熱性(クラックの発生)の評価結果は、実施例1～8, 10～12の耐湿熱性(クラックの発生)の評価結果よりも良かった。

### 符号の説明

- [0152] 1…導電性粒子  
1 a…表面  
2…樹脂粒子  
2 a…表面  
3…導電層  
4…第1の導電層  
4 a…表面  
5…はんだ層  
5 a…溶融したはんだ層部分  
1 1…導電性粒子  
1 2…はんだ層  
1 6…はんだ粒子  
2 1…接続構造体  
2 2…第1の接続対象部材  
2 2 a…表面  
2 2 b…第1の電極  
2 3…第2の接続対象部材  
2 3 a…表面  
2 3 b…第2の電極  
2 4…接続部

## 請求の範囲

- [請求項1]           バインダー樹脂と、はんだを導電性の表面に有する導電性粒子とを含有し、  
                  前記バインダー樹脂が、加熱により硬化可能な硬化性化合物と、熱硬化剤とを含み、  
                  前記バインダー樹脂と前記導電性粒子における前記はんだとをそれぞれ、 $10^{\circ}\text{C}/\text{分}$ の昇温速度で加熱して示差走査熱量測定を行ったときに、前記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークトップ温度が、前記はんだの溶融における吸熱ピークトップ温度よりも低い、導電材料。
- [請求項2]           前記バインダー樹脂の本硬化における前記発熱ピークトップ温度と、前記はんだの溶融における前記吸熱ピークトップ温度との差が、 $30^{\circ}\text{C}$ 以下である、請求項1に記載の導電材料。
- [請求項3]           前記示差走査熱量測定を行ったときに、前記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークの温度範囲と、前記はんだの溶融における吸熱ピークの温度範囲とに重複部分が存在する、請求項1又は2に記載の導電材料。
- [請求項4]           前記示差走査熱量測定を行ったときに、前記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピークトップにおける発熱量の $1/10$ 以上の発熱量を示す前記バインダー樹脂の本硬化における発熱ピーク部分の温度範囲と、前記はんだの溶融における吸熱ピークトップにおける吸熱量の $1/10$ 以上の吸熱量を示す前記はんだの溶融における吸熱ピーク部分の温度範囲とに重複部分が存在する、請求項3に記載の導電材料。
- [請求項5]           前記熱硬化剤が熱カチオン発生剤を含む、請求項1～4のいずれか1項に記載の導電材料。
- [請求項6]           前記熱硬化剤が熱ラジカル発生剤を含む、請求項1～5のいずれか1項に記載の導電材料。
- [請求項7]           前記導電性粒子が、基材粒子と、前記基材粒子の表面上に配置され

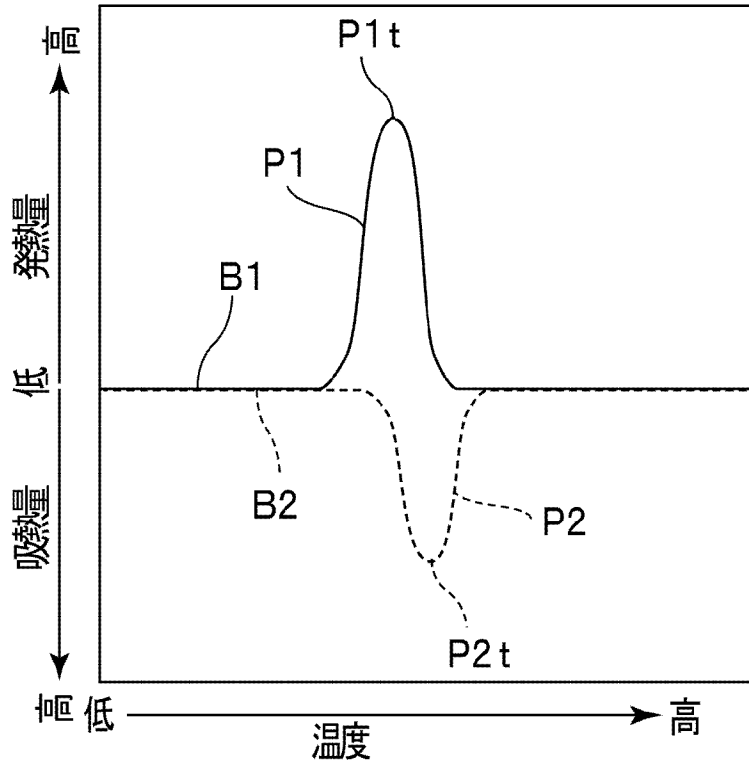
たはんだ層とを備える、請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の導電材料。

[請求項8] 上記バインダー樹脂がフラックスを含む、請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の導電材料。

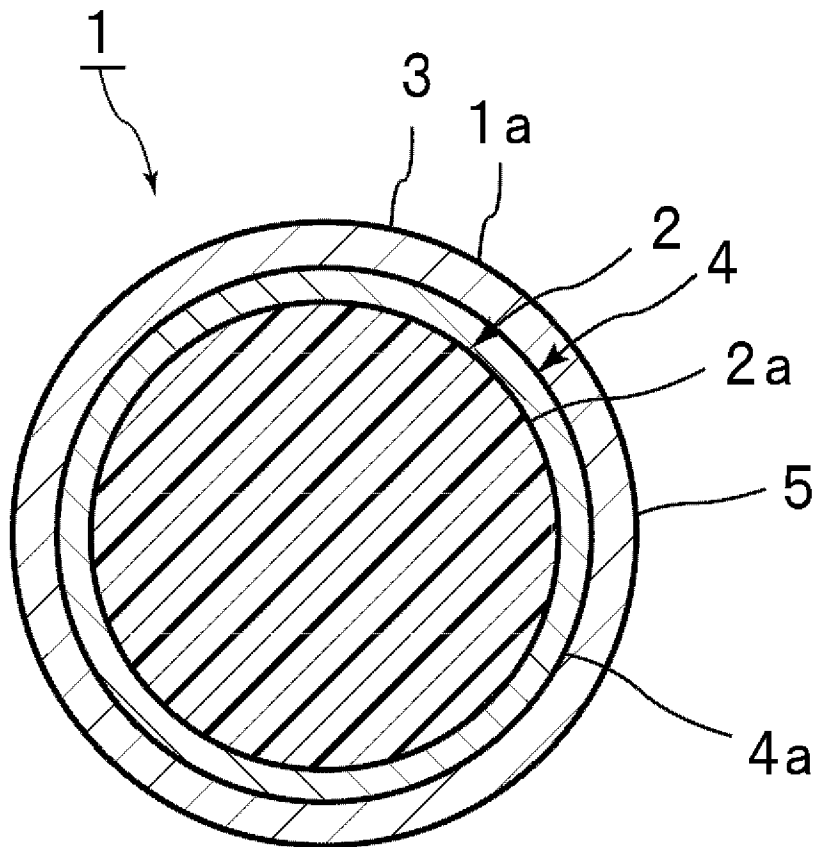
[請求項9] 異方性導電材料である、請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の導電材料。

[請求項10] 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、第 2 の接続対象部材を接続している接続部とを備え、  
前記接続部が、請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の導電材料により形成されており、  
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。

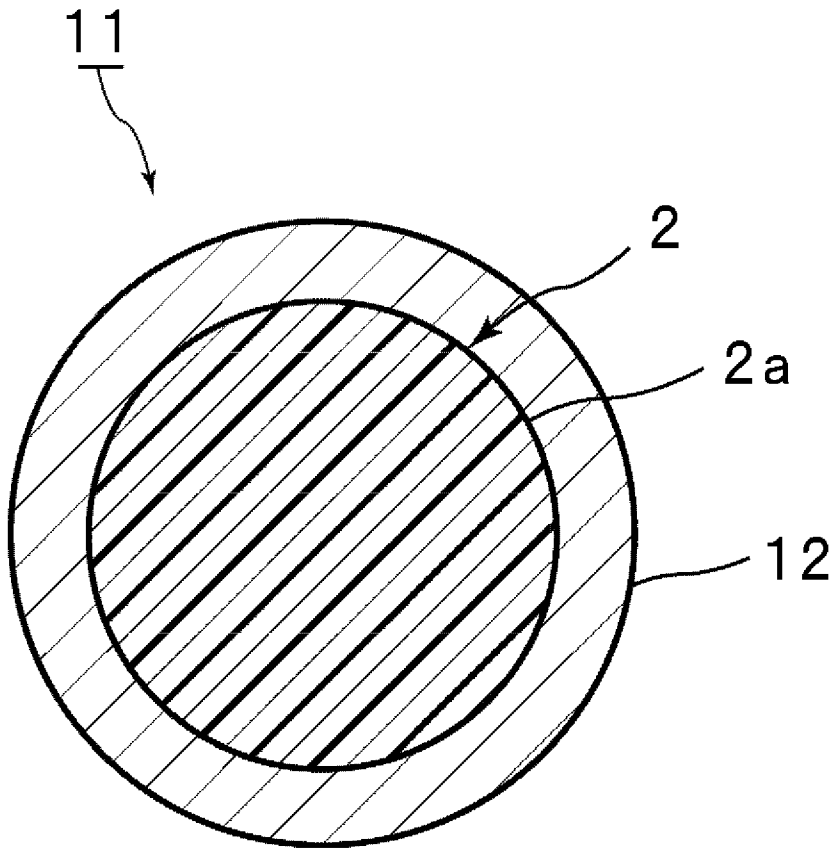
[図1]



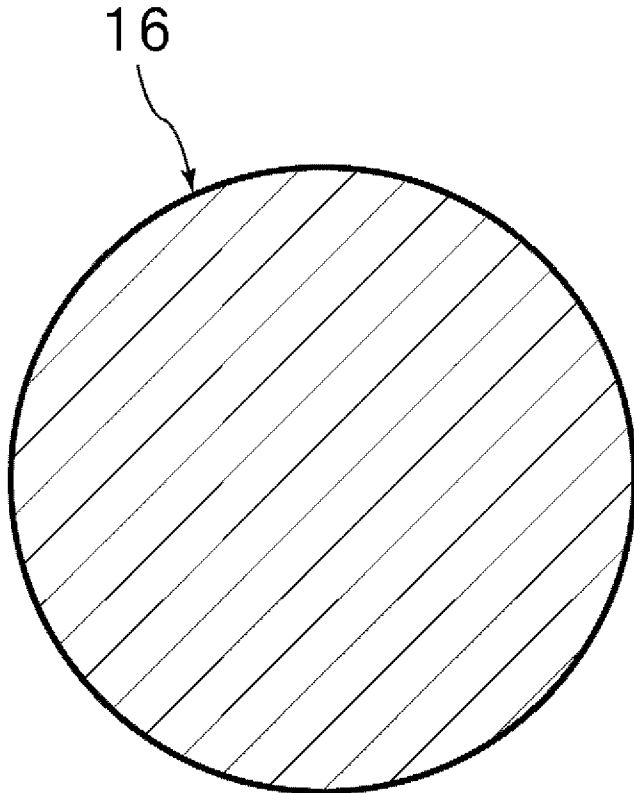
[図2]



[図3]

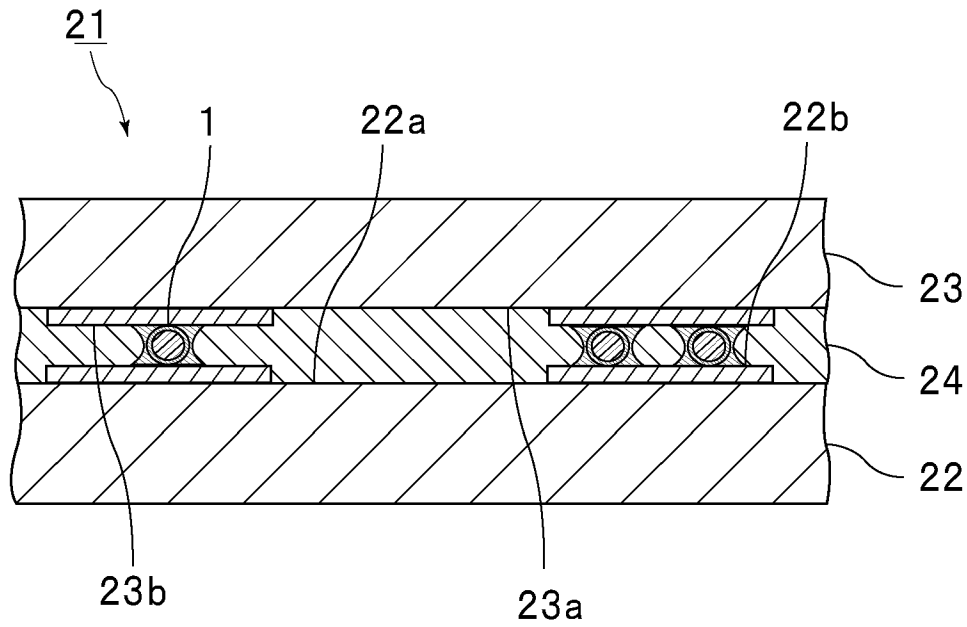


[図4]

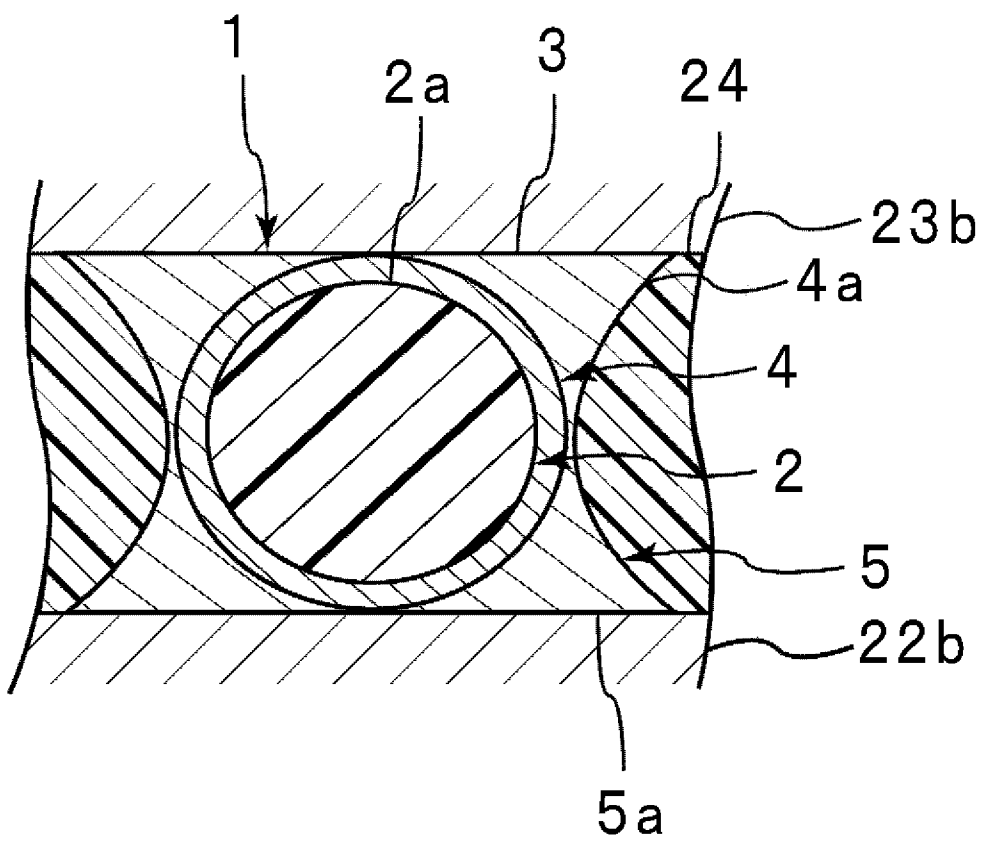




[図5]



[図6]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/058346

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>H01B1/22(2006.01) i, C09J9/02(2006.01) i, C09J11/04(2006.01) i, C09J201/00(2006.01) i, H01B1/00(2006.01) i, H01R11/01(2006.01) i</i>										
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC										
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <i>H01B1/22, C09J9/02, C09J11/04, C09J201/00, H01B1/00, H01R11/01</i>										
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table border="0"> <tr> <td>Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1922-1996</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-2013</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2013</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2013</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013
Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013							
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013							
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)										
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>										
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.								
P, A	JP 2013-33735 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 14 February 2013 (14.02.2013), claims (Family: none)	1-10								
A	JP 2012-19203 A (Sony Chemical & Information Device Corp.), 26 January 2012 (26.01.2012), claims; paragraph [0055] & WO 2011/155348 A1	1-10								
A	WO 2011/132658 A1 (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 27 October 2011 (27.10.2011), claims & JP 2012-190804 A                      & US 2013/0000964 A1	1-10								
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 02 May, 2013 (02.05.13)		Date of mailing of the international search report 14 May, 2013 (14.05.13)								
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer								
Facsimile No.		Telephone No.								

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H01B1/22(2006.01)i, C09J9/02(2006.01)i, C09J11/04(2006.01)i, C09J201/00(2006.01)i, H01B1/00(2006.01)i, H01R11/01(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（IPC）） Int.Cl. H01B1/22, C09J9/02, C09J11/04, C09J201/00, H01B1/00, H01R11/01		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
PA	JP 2013-33735 A(積水化学工業株式会社) 2013.02.14, 特許請求の範囲(ファミリーなし)	1-10
A	JP 2012-19203 A(ソニーケミカル&インフォメーションデバイス株式会社) 2012.01.26, 特許請求の範囲, 段落【0055】&WO 2011/155348 A1	1-10
A	WO 2011/132658 A1(積水化学工業株式会社) 2011.10.27, 特許請求の範囲&JP 2012-190804 A&US 2013/0000964 A1	1-10
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願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 02.05.2013	国際調査報告の発送日 14.05.2013	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 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） 近藤 政克 電話番号 03-3581-1101 内線 3477	4X 9734