

(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
2018年2月15日(15.02.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/030438 A1

(51) 国際特許分類:

G01R 1/06 (2006.01) *G01R 31/26* (2014.01)
G01R 1/073 (2006.01) *G01R 31/28* (2006.01)
G01R 31/02 (2006.01) *H01L 21/66* (2006.01)

阪府大阪市北区西天満2丁目4番
4号 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/028842

(22) 国際出願日: 2017年8月8日(08.08.2017)

(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 2016-155718 2016年8月8日(08.08.2016) JP

(71) 出願人: 積水化学工業株式会社 (SEKISUI
CHEMICAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5308565 大

(72) 発明者: 笹平 昌男 (SASADAIRA, Masao);
〒5288585 滋賀県甲賀市水口町泉1259 積水
化学工業株式会社内 Shiga (JP). 王 曉舸(WANG,
Xiaoge); 〒5288585 滋賀県甲賀市水口町泉12
59 積水化学工業株式会社内 Shiga (JP).

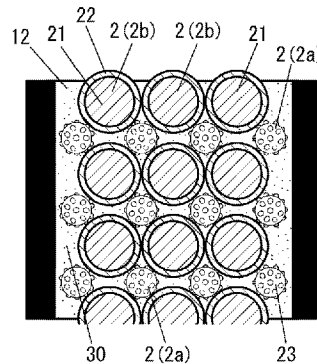
(74) 代理人: 特許業務法人三枝国際特許事務
所(SAEGUSA & PARTNERS); 〒5410045 大阪
府大阪市中央区道修町1-7-1 北
浜T N Kビル Osaka (JP).

(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,

(54) Title: CONDUCTION INSPECTION DEVICE MEMBER AND CONDUCTION INSPECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 導通検査装置用部材及び導通検査装置

[図7]



(57) **Abstract:** Provided is a conduction inspection device member: that has conductive parts that do not readily crack or develop voids; that does not readily experience impairment of conductive performance, even after repeated conduction inspections; and that is not readily left with contact marks at a portion thereof that contacts inspected members. Also provided is a conduction inspection device that comprises the conduction inspection device member. A conduction inspection device member that comprises a substrate 13, through holes 11, and conductive parts 12. The through holes 11 are arranged in the substrate 13, and the conductive parts 12 are housed inside the through holes 11. The conductive parts 12 include conductive particles 2. The conductive particles 2 comprise a substrate particle 21 and a conductive layer 22 that is arranged upon the surface of the substrate particle 21. The conductive layer 22 has protrusions 23 on the outer



WO 2018/030438 A1

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

surface thereof.

(57) 要約: 導電部のクラック及びボイドが発生しにくく、繰り返し導通検査を行っても導通性能が損なわれにくく、しかも、検査対象部材に接触した部分に対して接触痕を残しにくい導通検査装置用部材及びこの導通検査装置用部材を備えた導通検査装置を提供する。導通検査装置用部材は、基体13、貫通孔11、及び導電部12を備え、貫通孔11は基体13に複数配置され、導電部12は貫通孔11内に收容されており、導電部12は導電性粒子2を含む。導電性粒子2は、基材粒子21及び基材粒子21の表面上に配置された導電層22を備える。導電層22は、外表面に複数の突起23を有する。

明 細 書

発明の名称：導通検査装置用部材及び導通検査装置

技術分野

[0001] 本発明は、BGA基板等の導通検査装置用部材及び導通検査装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体集積回路等の電子回路デバイスの高度な微細化、集積化の技術が発展する中、電子回路デバイスの電氣的諸特性を検査するための検査装置にも、より高度な微細ピッチ化技術が要求されている。近年では、プローブカード等を、電子回路デバイス等の導通検査に使用することが知られている。プローブカードとは、検査用プローブを多数集積して束ねた部材であって、半導体集積回路の電極パッドにコンタクトプローブ（接触探針）を接触させて、電極パッドの電気信号を取り出すための検査部材として知られている。コンタクトプローブから入った電気信号が多層配線基板の配線を通じて、多層配線基板に所定の間隔に配置された外部端子に導かれる。

[0003] 図8には、電子回路デバイスの電気特性を導通検査装置用部材によって検査している様子を模式的に示している。図8では、電子回路デバイスを、BGA基板50（ボールグリッドアレイ基板）としている。BGA基板50は、接続パッドが格子状に多層基板52に配列され、各パッドに半田ボール51が配設された構造を有する基板である。また、図8では、導通検査装置用部材は、プローブカード100である。このプローブカード100は、基板に複数の貫通孔110が形成されており、貫通孔110には導電材料120が充填されている。図8（a）のように、BGA基板50と、プローブカード100とを準備し、図8（b）のように、BGA基板50をプローブカード100に接触させて圧縮させる。このとき、半田ボール51は、貫通孔110の導電材料120と接触する。この状態において図8（c）のように、電流計60を接続して導通検査を実施し、BGA基板50の合否を判定する。

。

[0004] プローブカードとしては種々の提案がなされており、接触不良を起こしにくいプローブカード部材や、BGA基板のような電子回路デバイスに対して好適に使用できる部材が提案されている（例えば、特許文献1～3等を参照）。また、従来のプローブは、先端が硬質で鋭利に尖ったものであり、電極を傷つけやすいため、このような問題を防止すべく、プローブとして圧縮弾性率が調節された導電性微粒子を備える導通検査用プローブカードも提案されている（例えば、特許文献4，5等を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2004-152554号公報

特許文献2：特開2006-228743公報

特許文献3：特開2008-34173公報

特許文献4：特開2008-164501公報

特許文献5：特開2012-28471公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、導通検査装置用部材をBGA基板等の電子回路デバイスに圧縮接触させると、この圧縮応力によってプローブカードの貫通孔内に充填された導電材料にクラックが発生する。これにより、導電材料の導通性が損なわれて、プローブカードによる導通検査ができないという課題があった。また、導通検査による圧縮が繰り返し行われることで、導電材料中にボイド等の空隙が徐々に生じ、これによっても導電材料の導通性が損なわれて、プローブカードによる正常な導通検査ができないという課題があった。

[0007] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、導電部のクラック及びボイドが発生しにくく、繰り返し導通検査を行っても導通性能が損なわれにくく、しかも、検査対象部材に接触した部分に対して接触痕を残しにくい導通検

査装置用部材を提供することを目的とする。さらに、該導通検査装置用部材を備えた導通検査装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者は、上記目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、導電部を形成する材料を特定構造の導電性粒子とすることにより、上記目的を達成できることを見出し、本発明を完成するに至った。

[0009] すなわち、本発明は、例えば、以下の項に記載の主題を包含する。

項 1

基体、貫通孔、及び導電部を備え、
前記貫通孔は前記基体に複数配置され、
前記導電部は前記貫通孔内に収容されており、
前記導電部は導電性粒子を含み、
前記導電性粒子は基材粒子及び前記基材粒子の表面上に配置された導電層を備え、
前記導電層は、外表面に複数の突起を有する、導通検査装置用部材。

項 2

前記導電部に含まれる導電性粒子は、前記導電層の外表面に複数の突起を有していない導電性粒子をさらに含む、項 1 に記載の導通検査装置用部材。

項 3

前記導電層は、銅、ニッケル、パラジウム、ルテニウム、ロジウム、銀、金、白金、イリジウム、コバルト、鉄、タングステン、モリブデン、錫、ゲルマニウム、インジウム、テルル、タリウム、ビスマス、ヒ素、セレン、リン、ホウ素、グラファイト、アルミナ、酸化チタン、タングステンカーバイド及びシリコンカーバイドからなる群より選ばれる少なくとも 1 種を含む、項 1 又は 2 に記載の導通検査装置用部材。

項 4

項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の検査装置用部材に用いられる導電性粒子。

項 5

項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の導通検査装置用部材を備える、導通検査装置。

発明の効果

[0010] 本発明の導通検査装置用部材は、導電部のクラック及びボイドが発生しにくく、繰り返し導通検査を行っても導通性能が損なわれにくく、しかも、検査対象部材に接触した部分に対して接触痕を残しにくい。そのため、前記導通検査装置用部材は、精度及び耐久性に優れる導通検査装置を提供するための部材として適している。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明に係る導通検査装置用部材の実施の形態の一例を示し、(a)はその一部の平面図、(b)は(a)の平面図におけるa-a線断面図である。

[図2]本発明で使用する導電性粒子を示し、その構造を模式的に示す断面図である。

[図3]導電性粒子の構造を模式的に示す断面図である。

[図4]導電性粒子の他の形態を示し、その構造を模式的に示す断面図である。

[図5]導電性粒子の他の形態を示し、その構造を模式的に示す断面図である。

[図6]導通検査の様子の一例を示し、(a)は本発明に係る導通検査装置用部材を使用した導通検査を示す模式図であり、(b)及び(c)は従来の導通検査装置用部材を使用した導通検査を示す模式図である。

[図7]本発明に係る導通検査装置用部材の実施の形態の他例を示し、一部の断面を模式的に表した図である。

[図8]従来技術を示し、電子回路デバイスの電気特性を導通検査装置用部材によって検査している様子を模式的に示した図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、本明細書中において、「含有」及び「含む」なる表現については、「含有」、「含む」、「

実質的にからなる」及び「のみからなる」という概念を含む。

[0013] 図1は、本発明に係る導通検査装置用部材の実施の形態の一例を示し、(a)は平面図、(b)は(a)の平面図におけるa-a線断面図である。

[0014] 本実施形態の導通検査装置用部材10は、基体13、貫通孔11、及び導電部12を備える。貫通孔11は基体13に複数配置され、導電部12は貫通孔11内に收容されている。導電部12は導電性粒子2を含み、導電性粒子2は基材粒子21及び基材粒子21の表面上に配置された導電層22を備える。前記導電層22は、外表面に複数の突起を有する。

[0015] 導通検査装置用部材10には、例えば、図8等て示される電流計60を電氣的に接続することで、導通検査を実施することができる。電流計60は、例えば、導通検査装置用部材10における任意の2個の導電部12に接続されればよい。そして、電流計60が接続された2個の導電部12に接触するように電子回路デバイスを接続(BGA基板50であれば、半田ボール51を導電部12に接続)することで、当該電子回路デバイスの導通検査を実施することができる。

[0016] 本実施形態の導通検査装置用部材10は、導電部12が基材粒子21及び導電層22を備える導電性粒子2を含むことで、導電部12に圧縮応力が加わっても、その応力が緩和されやすい。そのため、本実施形態の導通検査装置用部材10は、導電部のクラック及びボイドが発生しにくく、繰り返し導通検査を行っても導通性能が損なわれにくく、しかも、検査対象部材に接触した部分に対して接触痕を残しにくい。

[0017] 基体13は、導通検査装置用部材10の基板となる部材である。基体13は絶縁性の材料によって形成されていることが好ましい。絶縁性の材料としては、例えば、絶縁性樹脂を挙げることが得ることができる。

[0018] 絶縁性樹脂としては、例えば、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂のいずれであってもよい。熱可塑性樹脂としては、ポリエステル系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリエチレン系樹脂、ポリアミド系樹脂、ABS樹脂、ポリカーボネート樹脂が例示される。熱硬化性樹脂としては、エポキシ系樹脂、ウレタン

系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリエーテルエーテルケトン系樹脂、ポリアミドイミド系樹脂、ポリエーテルイミド系樹脂、シリコン系樹脂、フェノール系樹脂が例示される。シリコン系樹脂としては、シリコーンゴムが例示される。

[0019] 基体 1 3 が絶縁性樹脂で形成される場合は、1 種の絶縁性樹脂のみで形成されていてもよいし、あるいは、2 種以上の絶縁性樹脂で形成されていてもよい。

[0020] 基体 1 3 は、例えば、板状、シート状、フィルム状等に形成される。基体 1 3 の厚みは、導通検査装置用部材 1 0 の種類に応じて適宜設定することができ、例えば、0.005～50mmの厚みとすることができる。基体 1 3 の平面視における大きさも目的の検査装置に応じて適宜設定することができる。

[0021] 基体 1 3 は、例えば、上記の絶縁性樹脂等の絶縁性材料を原料として、所望の形状に成形することで得ることができる。

[0022] 貫通孔 1 1 は、基体 1 3 に複数配置される。貫通孔 1 1 は、基体 1 3 の厚み方向で貫通するように形成されている。

[0023] 図 1 に示されるように、貫通孔 1 1 は、円柱状に形成され得るが、これに限らず、その他の形状、例えば、多角柱状に形成されていてもよい。また、貫通孔 1 1 は、一方の方向に先細りなるテーパ状に形成されていてもよいし、その他、歪んだ形状に形成されていてもよい。

[0024] 貫通孔 1 1 の大きさ、例えば、平面視における貫通孔 1 1 の見かけ面積も適宜の大きさに形成することができ、例えば、導電部を収容でき、かつ、保持できる程度の大きさに形成されていればよい。貫通孔 1 1 が例えば円柱状であれば、その直径は0.01～10mmとすることができる。

[0025] なお、複数の貫通孔 1 1 がすべて同じ形状、同じ大きさであってもよいし、一部が異なってもよい。

[0026] 貫通孔 1 1 の個数も適宜の範囲で設定することができ、導通検査が可能な程度の個数を有していればよく、目的の検査装置に応じて適宜設定すること

ができる。また、貫通孔 1 1 の配置場所も目的の検査装置に応じて適宜設定することができる。

[0027] 貫通孔 1 1 を基体 1 3 に形成させる方法は特に限定されず、公知の方法で貫通孔 1 1 を形成させることが可能である。

[0028] 導電部 1 2 は導電性を有する部材であり、貫通孔 1 1 内に收容されている。

[0029] 具体的に導電部 1 2 は、導電性粒子 2 を含む。例えば、導電部 1 2 は、多数の導電性粒子 2 が貫通孔 1 1 内に收容されて形成される。つまり、導電部 1 2 は、導電性粒子 2 の集合体（粒子群）を含む。

[0030] 図 2 は、導電性粒子 2 の断面構造を模式的に示している。図 2 に示すように、導電性粒子 2 は、基材粒子 2 1 及び基材粒子 2 1 の表面上に配置された導電層 2 2 を備える。導電層 2 2 は、外表面に複数の突起 2 3 を有する。導電性粒子 2 が導電層 2 2 を備えることで導電性粒子 2 は導電性を発揮し、また、二以上の導電性粒子 2 が接触することで粒子間の導電性が発揮される。

[0031] 基材粒子 2 1 の種類は特に限定的ではないが、例えば、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 2 1 は、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好ましい。

[0032] 基材粒子 2 1 が樹脂粒子である場合、樹脂粒子を形成するための材料として、種々の有機物が好適に用いられる。そのような材料としては、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、シリコーン樹脂、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、エポキシ樹脂、飽和ポリエステル樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、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、及び、ポリエーテルスルホン、尿素樹脂等が挙げられる。

[0033] 樹脂粒子が柔軟性を有する場合は、最終的に得られる導通検査装置用部材 10 の繰り返し信頼性がいっそう向上しやすい。

[0034] また、樹脂粒子は、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得ることもできる。また、この場合、基材粒子 21 の硬度を好適な範囲に容易に制御できる。このような観点から、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。

[0035] 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、非架橋性の単量体及び／又は架橋性の単量体が挙げられる。なお、以下の説明において、「(メタ) アクリル」は「アクリル」と「メタクリル」との一方又は双方を意味し、「(メタ) アクリレート」は「アクリレート」と「メタクリレート」との一方又は双方を意味する。

[0036] 上記非架橋性の単量体としては、例えば、ビニル化合物として、スチレン、 α -メチルスチレン、クロルスチレン等のスチレン系単量体；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、1, 4-ブタンジオールジビニルエーテル、シクロヘキサンジメタノールジビニルエーテル、ジエチレングリコールジ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；塩化ビニル、フッ化ビニル、等のハロゲン含有単量体；(メタ) アクリル化合物として、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；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）アクリレート等のハロゲン含有（メタ）アクリレート類； α -オレフィン化合物として、ジイソブチレン、イソブチレン、リニアレン、エチレン、プロピレン等のオレフィン類；共役ジエン化合物として、イソプレン、ブタジエン等が挙げられる。

[0037] 上記架橋性の単量体としては、例えば、ビニル化合物として、ジビニルベンゼン、1,4-ジビニロキシブタン、ジビニルスルホン等のビニル系単量体；（メタ）アクリル化合物として、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；アリル化合物として、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；シリコン化合物として、テトラメトキシシラン、テトラエトキシシラン、トリエチルシラン、t-ブチルジメチルシラン、メチルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、エチルトリメトキシシラン、エチルトリエトキシシラン、イソプロピルトリメトキシシラン、イソブチルトリメトキシシラン、シクロヘキシルトリメトキシシラン、n-ヘキシルトリメトキシシラン、n-オクチルトリエトキシシラン、n-

デシルトリメトキシシラン、フェニルトリメトキシシラン、ジメチルジメトキシシラン、ジメチルジエトキシシラン、ジイソプロピルジメトキシシラン、トリメトキシシリルスチレン、γ-（メタ）アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、1, 3-ジビニルテトラメチルジシロキサン、メチルフェニルジメトキシシラン、ジフェニルジメトキシシラン等のシランアルコキシド類；ビニルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、ジメトキシメチルビニルシシラン、ジメトキシエチルビニルシラン、ジエトキシメチルジビニルシラン、ジエトキシエチルビニルシラン、エチルメチルジビニルシラン、メチルビニルジメトキシシラン、エチルビニルジメトキシシラン、メチルビニルジエトキシシラン、エチルビニルジエトキシシラン、p-スチリルトリメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルメチルジエトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン、3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン等の重合性二重結合含有シランアルコキシド；デカメチルシクロペンタシロキサン等の環状シロキサン；片末端変性シリコーンオイル、両末端シリコーンオイル、側鎖型シリコーンオイル等の変性（反応性）シリコーンオイル；（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等が挙げられる。

[0038] 架橋性及び非架橋性単量体は、上記例示列举した単量体に限定されず、その他の重合性単量体、例えば、公知の重合性単量体であってもよい。

[0039] 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（いわゆる、シード重合法）等が挙げられる。これらの重合方法の条件は特に制限されず、公知の条件とすることができる。

[0040] 上記基材粒子21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 2 1 の材料である無機物としては、シリカ及びカーボンブラック等が挙げられる。この無機物は金属ではないことが好ましい。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。

[0041] 上記基材粒子 2 1 が金属粒子である場合、該金属粒子を形成するための金属としては、銀、銅、ニッケル、ケイ素、金及びチタン等が挙げられる。基材粒子 2 1 が金属粒子である場合には、上記金属粒子は銅粒子であることが好ましい。但し、基材粒子 2 1 は金属粒子ではないことが好ましい。

[0042] 上記基材粒子 2 1 の材料の他例として、ポリロタキサンを含む樹脂が挙げられる。ポリロタキサンは、鎖状高分子が環状分子の開口部を貫通して形成されている構造をいう。ポリロタキサンの種類は特に限定されず、例えば、公知のポリロタキサンが挙げられる。

[0043] 基材粒子 2 1 を構成する材料がポリロタキサンを含む樹脂である場合、ポリロタキサンは架橋体であることが好ましい。具体的には、ポリロタキサンにおける環状分子と他のポリロタキサンにおける環状分子とが高分子鎖で架橋された構造であることが好ましい。このような架橋ポリロタキサンであれば、基材粒子 2 1 の柔軟性が高くなるので、応力緩和効果が発揮されやすく、これにより、導電部 1 2 のクラックの発生を抑制しやすくなる。このような架橋体であるポリロタキサンにあっても、その種類は特に限定されず、例えば、公知の架橋ポリロタキサンが挙げられる。

[0044] 上記ポリロタキサンは、例えば、公知の方法で製造され得る。例えば、重合性の官能基を有する環状分子を備えるポリロタキサンと、重合性単量体との混合物とを反応させることで、架橋構造を有するポリロタキサンが製造される。この反応は、例えば、公知の方法で行うことができる。

[0045] 重合性の官能基を有する環状分子を備えるポリロタキサンの種類は特に制限がない。この具体例を挙げるとすれば、アドバンスト・ソフトマテリアルズ株式会社から市販されている「セルム（登録商標）スーパーポリマーSM3405P」、「セルム（登録商標）キー・ミクスチャーSM3400C」、「セルム（登録商標）スーパーポリマーSA3405P」、「セルム（登録商標）スーパーポリマーSA2405P」、「セルム（登録商標）キー・ミクスチャーSA3400C」、「セルム（登録商標）キー・ミクスチャーSA2400C」、「セルム（登録商標）スーパーポリマーSA3405P」、「セルム（登録商標）スーパーポリマーSA2405P」等である。

[0046] 基材粒子21の平均粒子径は0.1 μm 以上、200 μm 以下であることが好ましい。この場合、導電性粒子2は、貫通孔11内に收容されやすく、導電部12の導通性が損なわれにくく、また、繰り返し導通検査を行っても導電部12のクラック及びボイドも発生しにくい。基材粒子21の平均粒子径は、より好ましくは0.5 μm 以上、特に好ましくは10 μm 以上であり、また、より好ましくは100 μm 以下、さらに好ましくは75 μm 以下、特に好ましくは50 μm 以下である。

[0047] 上記でいう基材粒子21の平均粒子径とは、形状が真球状である場合には直径を意味し、真球状以外の形状である場合には、最大径と最小径の平均値を意味する。そして、基材粒子21の平均粒子径は、基材粒子21を走査型電子顕微鏡で観察し、無作為に選択した50個の基材粒子21の粒径をノギスで測定した平均値を意味する。なお、基材粒子21が上述のように他の材料（例えば、導電層）で被覆されている場合の平均粒子径は、その被覆層も含める。

[0048] 基材粒子21の粒子径の変動係数（CV値）は、例えば、50%以下である。上記変動係数（CV値）は下記式で表される。

$$\text{CV値}(\%) = (\rho / D_n) \times 100$$

ρ : 粒子の粒子径の標準偏差

D_n : 粒子の粒子径の平均値

導電部 12 のクラック及びボイドの発生をより一層抑える観点からは、基材粒子 21 の粒子径の CV 値は、好ましくは 40% 以下、より好ましくは 30% 以下である。基材粒子 21 の粒子径の CV 値の下限は特に限定されない。上記 CV 値は 0% 以上であってもよく、5% 以上であってもよく、7% 以上であってもよく、10% 以上であってもよい。

[0049] 基材粒子 21 の硬さは、特に制限されず、例えば、 10 N/mm^2 以上、 25000 N/mm^2 以下である。導電部 12 のクラック及びボイドの発生をより一層抑える観点からは、上記 10%K 値は、好ましくは 100 N/mm^2 以上、より好ましくは 1000 N/mm^2 以上、好ましくは 10000 N/mm^2 以下、特に好ましくは 5000 N/mm^2 以下である。

[0050] ここでいう 10%K 値は、基材粒子 21 を 10% 圧縮したときの圧縮弾性率である。以下のようにして測定できる。まず、微小圧縮試験機を用いて、円柱（直径 $50\text{ }\mu\text{m}$ 、ダイヤモンド製）の平滑圧子端面で、 25°C 、最大試験荷重 20 mN を 60 秒かけて負荷する条件下で基材粒子 21 を圧縮する。このときの荷重値（N）及び圧縮変位（mm）を測定する。得られた測定値から、上記圧縮弾性率を下記式により求めることができる。

$$10\%K\text{ 値 (N/mm}^2\text{)} = (3/2^{1/2}) \cdot F \cdot S^{-3/2} \cdot R^{-1/2}$$

F：粒子が 10% 圧縮変形したときの荷重値（N）

S：粒子が 10% 圧縮変形したときの圧縮変位（mm）

R：粒子の半径（mm）

上記微小圧縮試験機として、例えば、フィッシャー社製「フィッシャースコープ H-100」等が用いられる。なお、30%K 値を求める場合も、粒子を 30% 圧縮変形させたときの上記各パラメータを求めることで算出できる。

[0051] 基材粒子 21 は、粒子 100 万個あたり、凝集している粒子が 100 個以下であることが好ましい。上記凝集している粒子は、1 つの粒子が少なくとも 1 つの他の粒子と接している粒子である。例えば、基材粒子 21 の 100 万個あたり、3 つの粒子が凝集している粒子（3 個の粒子の凝集体）が 3 個

含まれる場合に、基材粒子 21 の 100 万個あたり、凝集している粒子の数は 9 個である。上記凝集粒子の測定方法としては、1 視野に 5 万個程度の粒子が観察されるように倍率を設定した顕微鏡を用いて凝集粒子をカウントし、20 視野の合計として凝集粒子を測定する方法等が挙げられる。

[0052] 導電層 22 は、例えば、基材粒子 21 の表面を被覆するように存在している。

[0053] 導電層 22 は、金属を含む材料で形成される。該金属としては、例えば、金、銀、錫、銅、銅、ゲルマニウム、インジウム、パラジウム、テルル、タリウム、ビスマス、亜鉛、ヒ素、セレン、鉄、鉛、ルテニウム、タングステン、モリブデン、アルミニウム、コバルト、チタン、アンチモン、カドミウム、ケイ素、ニッケル、クロム、白金、ロジウム等が例示される。また、金属以外に導電層 22 を形成する材料としては、グラファイト、アルミナ、酸化チタン、タングステンカーバイド、シリコンカーバイド等が挙げられる。導電層 22 は、これらの各々の 1 種のみであってもよいし、あるいは、2 種以上を含んでもよい。また、導電層 22 は、上記例示列挙した各々の金属のうちの 2 種以上の金属の合金であってもよい。

[0054] 導電層 22 は、銅、ニッケル、パラジウム、ルテニウム、ロジウム、銀、金、白金、イリジウム、コバルト、鉄、タングステン、モリブデン、錫、ゲルマニウム、インジウム、テルル、タリウム、ビスマス、ヒ素、セレン、リン、ホウ素、グラファイト、アルミナ、酸化チタン、タングステンカーバイド及びシリコンカーバイドからなる群より選ばれる少なくとも 1 種を含むことが好ましい。この場合、導電部 12 の導通性が損なわれにくく、また、繰り返し導通検査を行っても導電部 12 のクラック及びボイドも発生しにくい。

[0055] 導電層 22 は、1 つの層（単層）に形成されていてもよいし、あるいは、複数の層（多層）に形成されていてもよい。

[0056] 導電層 22 の厚みは、好ましくは 0.5 nm 以上、より好ましくは 10 nm 以上であり、好ましくは 10 μm 以下、より好ましくは 1 μm 以下、更に

好ましくは500nm以下、特に好ましくは300nm以下である。導電層22の厚みが上記下限以上及び上記上限以下であると、導電部12の導通性が十分に確保され、また、繰り返し導通検査を行っても導電部12のクラック及びボイドも発生しにくい。導電層22の厚みは、導電層22が多層である場合には各層の厚みの合計、つまり、導電層22全体の厚みをいう。

[0057] 基材粒子21の表面上に導電層22を形成する方法は特に限定されない。導電層22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、物理的蒸着による方法、並びに金属粉末もしくは金属粉末とバインダーとを含むペーストを基材粒子21の表面にコーティングする方法等が挙げられる。導電層22の形成が簡便であるという観点から、無電解めっきによる方法が好ましい。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。導電層22が多層構造である場合も同様の方法で導電層22を形成することができる。例えば、上記の導電層22の形成方法を採用することによって基材粒子21表面に第1層目の導電層22を形成し、この第1層目の表面にさらに次の層を順次形成することで、多層構造の導電層22を形成することができる。

[0058] 導電性粒子2の硬さは、特に制限されず、例えば、10%K値が10N/mm²以上、25000N/mm²以下である。導電部12のクラック及びボイドの発生をより一層抑える観点からは、上記10%K値は、好ましくは100N/mm²以上、より好ましくは1000N/mm²以上、好ましくは10000N/mm²以下、特に好ましくは5000N/mm²以下である。

[0059] 導電層22の外表面には、複数の突起23が形成されている。突起23は、基部を底面として、この基部から表面側に突出するように形成されている。上記基部が形成されている位置は、導電層22の表面上である。

[0060] 導電層22の外表面に複数の突起23が形成されていることで、導電性粒子2どうしがより接触しやすくなる。この結果、導電部12の導通性が十分に確保され、また、圧縮応力をより緩和させやすくなるので、繰り返し導

通検査を行っても導電部 1 2 のクラック及びボイドも発生しにくい。

[0061] 突起 2 3 を形成する方法としては、特に限定的ではなく、例えば、公知の方法を採用することができる。具体的には、基材粒子 2 1 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層 2 2 を形成する方法、並びに基材粒子 2 1 の表面に無電解めっきにより導電層 2 2 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層 2 2 を形成する方法等が挙げられる。さらに、上記突起 2 3 を形成する他の方法としては、基材粒子 2 1 の表面上に、第 1 の導電層 2 2 を形成した後、該第 1 の導電層 2 2 上に芯物質を配置し、次に第 2 の導電層 2 2 を形成する方法、並びに基材粒子 2 1 の表面上に導電層 2 2 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。

[0062] 上記基材粒子 2 1 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 2 1 の分散液中に芯物質を添加し、基材粒子 2 1 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、付着させる方法が挙げられる。その他、基材粒子 2 1 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 2 1 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という観点から、分散液中の基材粒子 2 1 の表面に芯物質を集積させ、付着させる方法が好ましい。芯物質が導電層 2 2 中に埋め込まれていれば、導電層 2 2 の外表面に突起を容易に形成することが可能である。

[0063] 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。芯物質は金属粒子であることが好ましい。この場合の金属としては、金、銀、錫、銅、銅、ゲルマニウム、インジウム、パラジウム、テルル、タリウム、ビスマス、亜鉛、ヒ素、セレン、鉄、鉛、ルテニウム、タングステン、モリブデン、アルミニウム、コバルト、チタン、ア

ンチモン、カドミウム、ケイ素、ニッケル、クロム、白金、ロジウム等が例示される。より好ましくは銅、ニッケル、パラジウム、ルテニウム、ロジウム、銀、金、白金、イリジウム、コバルト、鉄、タングステン、モリブデン、錫、ゲルマニウム、インジウム、テルル、タリウム、ビスマス、ヒ素、セレン、リン、及びホウ素である。突起23を構成する金属は、金、銀、ニッケル及び銅からなる群より選ばれる1種以上を含むことが特に好ましい。

[0064] 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。

[0065] 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 以下とすることができる。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。

[0066] 導電性粒子2において、芯物質の平均径を測定する場合には、例えば、以下のようにして、芯物質の平均径を測定することができる。導電性粒子を含有量が30重量%となるように、Kulzer社製「テクノビット4000」に添加し、分散させて、導電性粒子検査用埋め込み樹脂を作製する。その検査用埋め込み樹脂中の分散した導電性粒子の中心付近を通るようにイオンミリング装置（日立ハイテクノロジーズ社製「IM4000」）を用いて、導電性粒子の断面を切り出す。そして、電界放射型走査型電子顕微鏡（FE-SEM）を用いて、画像倍率5万倍に設定し、20個の導電性粒子を無作為に選択し、それぞれの導電性粒子の突起20個を観察する。得られた導電性粒子における芯物質の径を計測し、それを算術平均して芯物質の平均径とする。

[0067] 突起23の形状は特に限定的ではなく、例えば、断面が球状又は楕円形状となるように形成されていてもよいし、先端に向かうほど尖っていくような

針状に形成されていてもよい。このような突起の形状は、例えば、芯物質の材料等に応じて制御することが可能である。

[0068] 突起の平均高さは、1 nm以上、1 0 0 0 nm以下とすることができ、好ましくは5 nm以上、より好ましくは5 0 nm以上、好ましくは9 0 0 nm以下、より好ましくは5 0 0 nm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、導電性粒子2 どうしがより接触しやすくなる。

[0069] 突起2 3の平均高さは、例えば以下のように測定することができる。導電性粒子を含有量が3 0重量%となるように、K u l z e r社製「テクノビット4 0 0 0」に添加し、分散させて、導電性粒子検査用埋め込み樹脂を作製する。その検査用埋め込み樹脂中の分散した導電性粒子の中心付近を通るようにイオンミリング装置（日立ハイテクノロジーズ社製「IM4 0 0 0」）を用いて、導電性粒子の断面を切り出す。そして、電界放射型走査型電子顕微鏡（F E - S E M）を用いて、画像倍率5万倍に設定し、2 0個の導電性粒子を無作為に選択し、それぞれの導電性粒子の突起5 0個を観察する。突起の底面である基部から突起の頂部までの高さを突起の高さとし、算術平均して上記突起の平均高さとする。

[0070] 突起2 3の基部の平均径は、3 nm以上、5 0 0 0 nm以下とすることができ、好ましくは5 0 nm以上、より好ましくは8 0 nm以上、好ましくは1 0 0 0 nm以下、より好ましくは5 0 0 nm以下である。ここでいう基部の平均径は、上記の突起2 3の平均高さの測定方法と同様の手順で、埋め込み樹脂を用いたF E - S E M観察によって無作為に選択した2 0個の導電性粒子の突起をそれぞれ観察し、各基部の両端間距離を計測し、それらを算術平均して求めた値をいう。

[0071] 導電層2 2の外表面の全表面積1 0 0 %中、前記突起2 3は3 0 %以上を占めることができる。この場合、導電性粒子どうしがより接触しやすくなる。導電層2 2の外表面に対する突起の占有面積は、例えば、以下のように測定することができる。まず、導電性粒子の正投影面図を電界放射型走査型電

子顕微鏡（F E－S E M）で撮影する。F E－S E Mで撮影した6000倍の写真を市販の画像解析ソフトにより解析する。平坦化等の画像処理を施した後、突起部分の面積（平面視における面積）を求め、導電性粒子の面積に対する突起部分の面積の割合を突起の占有面積とする。20個の導電性粒子について導電層22の外表面に対する突起の占有面積を求める。

[0072] 導電性粒子2の他の形態として、凹部を有する基材粒子21と、該凹部24を有する基材粒子21の表面上に配置された導電層22とを備える構造が挙げられる。この形態の導電性粒子2では、凹部にも導電層22が形成され得る。以下、具体例を挙げて説明する。

[0073] 図4には、凹部24を有する基材粒子21と、該凹部24を有する基材粒子21の表面上に配置された導電層22とを備えた導電性粒子2の一例を示しており、この導電性粒子2の外観を模式的に表している。なお、導電性粒子2の一部断面構造を示すために、図4において、破線部で囲まれている部分を破断させて表記している。

[0074] 図4の形態の導電性粒子2において、基材粒子21の表面には複数の凹部24が形成されている。導電層22は、基材粒子21の表面を覆うように配置されている。この形態では、導電層22は、第1の導電層22aと、第2の導電層22bとで二層構造に形成されており、第1の導電層22aが内側、第2の導電層22bが外側に配置している。つまり、第1の導電層22aが基材粒子21の表面に接触しており、第2の導電層22bが第1の導電層22aの表面を覆うように存在している。

[0075] 凹部24の表面にも導電層22が形成されている。図4の形態では、凹部24には第1の導電層22aが形成されている。

[0076] 上記のような複数の凹部24を有する基材粒子21の表面に導電層22が形成された導電性粒子2では、導電性粒子2どうしがより接触しやすくなることに加えて、導電部12にかかる応力を緩和させる作用が高くなる。つまり、導電性粒子2が凹部24を有していることで、導電性粒子2が変形に対して追従しやすくなる。この結果として、導電部12に応力が加えられたと

しても、クラック及びボイドも発生しにくく、導電部 1 2 の導通性が損なわれにくく、特に、繰り返し信頼性が向上する。

[0077] 凹部 2 4 を有する基材粒子 2 1 を調製する方法は特に限定されない。例えば、上述の基材粒子 2 1 を後処理することで、基材粒子 2 1 に凹部 2 4 を形成することができる。

[0078] 上記後処理による凹部 2 4 の形成方法は特に限定的ではなく、例えば、公知の方法を採用することができる。具体的には、基材粒子 2 1 の表面をエッチング処理する方法、酸素雰囲気でプラズマ処理、オゾン処理及び加熱処理をする方法、加湿処理する方法、真空中で熱処理する方法、加圧及び加湿条件下で熱処理する方法、酸化剤で湿式処理する方法、ボールミル等で物理的に処理する方法等が挙げられる。

[0079] 凹部 2 4 の平均深さは特に限定されない。例えば、凹部 2 4 の平均深さは、基材粒子 2 1 の平均半径の 0.1 % 以上、80 % 以下とすることができる。なお、ここでいう凹部 2 4 の深さとは、凹部 2 4 を有する基材粒子 2 1 を球状と見立てて、その球状の基材粒子 2 1 の表面から凹部 2 4 の最も底面となる点との距離を示す。具体的には、上記の突起の平均高さの測定方法と同様の手順で、埋め込み樹脂を用いた F E - S E M 観察によって無作為に選択した 20 個の導電性粒子の突起をそれぞれ観察し、各凹部 2 4 の深を算術平均して求めた値をいう。

[0080] 図 5 には、導電性粒子 2 のさらなる変形例を示しており、この導電性粒子 2 の外観を模式的に表している。なお、導電性粒子 2 の一部断面構造を示すために、図 5 において、破線部で囲まれている部分を破断させて表記している。

[0081] 具体的に図 5 の導電性粒子 2 は、複数の凹部 2 4 を有する基材粒子 2 1 と、該複数の凹部 2 4 を有する基材粒子 2 1 の表面上に配置された導電層 2 2 とを備える。導電層 2 2 の外表面には複数の突起 2 3 が形成されている。導電層 2 2 は、第 1 の導電層 2 2 a と、第 2 の導電層 2 2 b とで二層構造に形成されている。つまり、図 5 の形態の導電性粒子 2 は、図 3 及び図 4 の導電

性粒子 2 の両方の特徴を備えている。

- [0082] 図 5 の形態の導電性粒子 2 であれば、複数の突起 2 3 が存在することで、導電性粒子 2 どうしがより接触しやすくなり、また、基材粒子 2 1 が複数の凹部 2 4 を有することで、導電性粒子 2 が変形に対して追従しやすくなる。そのため、図 5 の形態の導電性粒子 2 を含む導電部 1 2 では、繰り返し導通検査を行ってもクラック及びボイドが発生しにくく、導電部 1 2 の導通性が損なわれにくい。
- [0083] 図 5 の形態の導電性粒子 2 は、図 2 の形態の導電性粒子 2 において、基材粒子 2 1 として複数の凹部 2 4 を有する基材粒子 2 1 に代えれば、その他は同様の方法によって製造され得る。
- [0084] 導電部 1 2 は、導電性粒子 2 以外の材料が含まれていてもよい。例えば、導電部 1 2 は、導電性粒子 2 以外にバインダーを含むことができる。導電部 1 2 がバインダーを含むことで、導電性粒子 2 がより強固に集合し、これにより導電部 1 2 が貫通孔 1 1 に保持されやすくなる。
- [0085] バインダーとしては特に限定されず、例えば、光硬化性樹脂、熱硬化性樹脂が挙げられる。上記光硬化性樹脂は、光硬化性樹脂及び光重合開始剤を含むことが好ましい。上記熱硬化性樹脂は、熱硬化性樹脂及び熱硬化剤を含むことが好ましい。上記バインダーとしては、例えば、シリコン系共重合体、ビニル樹脂、その他、熱可塑性樹脂、硬化性樹脂、熱可塑性ブロック共重合体及びエラストマー等が挙げられる。上記バインダーは、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。
- [0086] 導電部 1 2 は、貫通孔 1 1 に密に充填されていることが好ましく、この場合、導通検査装置用部材 1 0 によってより確実な導通検査を行うことができる。導電部 1 2 は、少なくとも導通検査装置用部材 1 0 の表裏にわたって導通できる程度に貫通孔 1 1 に収容されていることが好ましい。導電部 1 2 において、導電性粒子 2 は、導電部 1 2 の表面から裏面にわたって連続して導電性粒子 2 が互いに接触しながら存在していることが好ましい。この場合、導電部 1 2 の導通性が向上する。

- [0087] 導電部 1 2 を、貫通孔 1 1 に收容する方法は特に限定されない。例えば、導電性粒子 2 とバインダーを含む導電材料を基体に塗工する方法で貫通孔 1 1 内に充填し、適宜の条件で硬化させることで、導電部 1 2 を貫通孔 1 1 内に形成させることができる。これにより、導電部 1 2 が貫通孔 1 1 に收容される。導電材料には必要に応じて溶剤が含まれていてもよい。
- [0088] 導電材料が、導電性粒子 2 とバインダーとを含む場合、100重量部の導電性粒子 2 に対してバインダーを固形分換算で5～99重量部、好ましくは10～50重量部とすることができる。
- [0089] 以上のようにして、基体 1 3、貫通孔 1 1 及び導電部 1 2 を少なくとも備える導通検査装置用部材 1 0 を、いわゆるプローブカードとして得ることができる。なお、導通検査装置用部材 1 0 は、本発明の効果が阻害されない程度であれば、その他の構成要素を備えていてもよい。
- [0090] 図 6、7 は、上記構成を有する導通検査装置用部材 1 0 を使用して導通検査を実施している様子を示す模式図である。ここでは、検査対象として、半田ボール 5 1 が配設された構造を有する BGA 基板を想定している（図 8 参照）。
- [0091] 図 6（a）のように、導通検査では半田ボール 5 1 を導通検査装置用部材 1 0 の導電部 1 2 に接触させ、圧縮させて導通性を検査する。導電部 1 2 に含まれる導電性粒子 2 は、基材粒子 2 1 及び導電層 2 2 を備えることで柔軟性を有していることから、半田ボール 5 1 が導電部 1 2 に圧縮応力をかけた後においても、半田ボール 5 1 に導電部 1 2 の接触痕が残りにくい。導電部 1 2 が柔軟な導電性粒子 2 を有していることで、応力が加わってもその応力が緩和されるからである。一方、導電部 1 2 が従来のような硬い材料（例えば Ni 金属粉 4 5 等）で形成されていると、半田ボール 5 1 が導電部 1 2 に圧縮応力をかけた後、図 6（b）のように、半田ボール 5 1 に接触痕 4 4 が残る。その結果、検査対象部材である回路（BGA 基板）がダメージを受けて性能の低下をもたらす。
- [0092] また、導電部 1 2 が硬い材料で形成されていると、半田ボール 5 1 が導電

部 1 2 に圧縮応力が繰り返しかけられることで、図 6 (c) のように、導電部 1 2 にクラック 4 1 やボイド 4 2 が発生する。これにより、導電部 1 2 の導通性が損なわれて、導通検査の精度の低下あるいは検査の実施不能をもたらす。これに対し、導電部 1 2 に導電性粒子 2 が含まれると、半田ボール 5 1 が導電部 1 2 に圧縮応力をかけた後においても、その応力が緩和されることで、導電部 1 2 にクラック 4 1 やボイド 4 2 が発生しにくい。その結果、繰り返し導通検査を行っても導電部 1 2 の導通性が損なわれるおそれが小さく、導通検査の精度の低下が起こりにくい。

[0093] 図 7 は、上記構成を有する導通検査装置用部材 1 0 を使用して導通検査を実施している様子の他例を示す模式図である。この形態では、導電部 1 2 は、異なる 2 種類の導電性粒子 2 を含む。

[0094] 具体的に図 7 の形態では、導電部 1 2 に含まれる導電性粒子 2 は、導電層 2 2 の外表面に複数の突起を有していない導電性粒子をさらに含む。つまり、図 7 の形態では、導電部 1 2 に含まれる導電性粒子 2 は、前記導電層 2 2 の外表面に複数の突起 2 3 を有する導電性粒子（以下、「第 1 の導電性粒子 2 a」という）と、前記導電層 2 2 の外表面に突起 2 3 を有していない導電性粒子（以下、「第 2 の導電性粒子 2 b」という）とを含む。この形態の導電性粒子 2 は、第 1 の導電性粒子 2 a 及び第 2 の導電性粒子 2 b を含む混合物である。

[0095] 図 7 の形態では、導電性粒子 2 は、硬化したバインダー 3 0 中に分散するように配置されている。なお、第 1 の導電性粒子 2 a 及び導電性粒子 2 b をまとめて表記する場合は、導電性粒子 2 ということがある。

[0096] 図 7 の形態では、例えば、第 2 の導電性粒子 2 b 間に第 1 の導電性粒子 2 a が入り込んで両者と接触するように存在する形態となり得る。第 1 の導電性粒子 2 a は、突起 2 3 を有していることで、第 2 の導電性粒子 2 b とより接触しやすくなり、導電性粒子 2 どうしの密着性がより高まる。これにより、導電部 1 2 の導通性が特に向上し、また、応力緩和効果も特に高くなるので、クラック 4 1 やボイド 4 2 がより一層発生しにくくなり、導通検査装置

用部材 10 の耐久性（繰り返し信頼性）が特に向上する。

[0097] 第 2 の導電性粒子 2 b は、例えば、図 3 に示される構造を有する。第 2 の導電性粒子 2 b は、突起を有していないこと以外は、第 1 の導電性粒子 2 a と同様の構成とすることができる。

[0098] なお、導電部 12 に含まれる導電性粒子 2 は 1 種単独であってもよいし、図 7 の形態のように、異なる 2 種の混合物であってもよいし、さらには異なる 3 種以上の混合物であってもよい。

[0099] 導電部 12 は、導電性粒子 2 以外のその他の導電性材料が含まれていてもよい。例えば、その他の導電性材料として、金属粉が挙げられる。この場合、導電部 12 の導通性が向上する。金属粉の具体例としては、Ni、Cu、Au、Ag、Pd 等の粉末を挙げることができる。また、金属は 2 種以上の金属の合金であってもよい。

[0100] その他の導電性材料が金属粉である場合、金属粉は、その表面がさらに他の金属で被覆された構造を有していてもよい。例えば、金属粉の表面を金属メッキ処理することで、金属粉の表面を他の金属で被覆することができる。

[0101] 導電部 12 が、導電性粒子 2 とこれ以外のその他の導電性材料との混合物であることによっても、導電部 12 の導通性を高めることができ、精度の高い導通検査の実施が可能となる。

[0102] また、導通検査装置用部材 10 の導通性を更に高めるべく、貫通孔 11 の内面が金属メッキ処理されていてもよい。この場合、仮に何らかの要因で導電部 12 内部に欠損が生じたとしても、貫通孔 11 内面の金属メッキによって導通可能になるので、導通検査を正常に行うことが可能となる。

[0103] 本発明に係る導通検査装置用部材 10 は、各種の導通検査装置に組み入れることができる。導通検査装置用部材 10 が適用され得る導通検査装置の種類は特に限定されない。導通検査装置の構成も、導通検査装置用部材 10 が組み込まれること以外は同様とすることができる。

[0104] 導通検査装置は、導通検査装置用部材 10 を備えることで、精度良く BGA 基板等の電子回路デバイスの導通検査を行うことができる。特に、導通検

査装置が導通検査装置用部材 10 を備えることで、繰り返し試験を行ってもその検査精度を持続することができ、耐久性にも優れる。

実施例

[0105] 以下、実施例により本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれら実施例の態様に限定されるものではない。

[0106] (導電性粒子の合成例 1-1)

エチレングリコールジメタクリレート 100 g と、イソボルニルアクリレート 800 g と、シクロヘキシルメタクリレート 100 g と、過酸化ベンゾイル 35 g とを混合し、均一に溶解させて、モノマー混合液を得た。5 kg のポリビニルアルコール 1 重量%水溶液を作製し、反応釜にて入れた。この中に前述したモノマー混合液を入れ、2~4 時間攪拌することで、モノマーの液滴が所定の粒子径になるように、粒子径を調整した。その後 90℃ の窒素雰囲気下で 9 時間反応を行い、粒子を得た。得られた粒子を熱水にて数回洗浄した後、分級操作を行った。得られた重合体粒子（基材粒子 S3 という）の平均粒子径は 70.1 μm 、CV 値は 3.1% であった。

[0107] パラジウム触媒液 5 重量%を含むアルカリ溶液 100 重量部に、10 重量部の基材粒子 S1 を超音波分散器により分散させた後、溶液をろ過することにより、基材粒子 S3 を取り出した。次いで、基材粒子 S3 をジメチルアミンボラン 1 重量%溶液 100 重量部に添加し、基材粒子 S3 の表面を活性化させた。表面が活性化された基材粒子 S3 を十分に水洗した後、蒸留水 500 重量部に加え、分散させることにより、懸濁液（A1）を得た。

[0108] 懸濁液（A1）を、硫酸銅 20 g/L、及びエチレンジアミン四酢酸 30 g/L を含む溶液中に入れ、粒子混合液（B1）を得た。

[0109] また、無電解銅めっき液として、硫酸銅 100 g/L、エチレンジアミン四酢酸 75 g/L、グルコン酸ナトリウム 50 g/L、及びホルムアルデヒド 50 g/L を含む混合液を、アンモニアにて pH 10.5 に調整した銅めっき液（C1）を用意した。

[0110] また、無電解銀めっき液として、硝酸銀 15 g/L、コハク酸イミド 50

g/L、及びホルムアルデヒド20g/Lを含む混合液を、アンモニア水にてpH8.0に調整した銀めっき液(D1)を用意した。

[0111] 55℃に調整した分散状態の粒子混合液(B1)に上記銅めっき液(C1)を徐々に滴下し、無電解銅めっきを行った。銅めっき液(C1)の滴下速度は30mL/分、滴下時間は30分間で、無電解銅めっきを行った。このようにして、樹脂粒子の表面に第1の導電層(1層目)として銅導電層を備える粒子を含む粒子混合液(E1)を得た。

[0112] その後、粒子混合液(E1)をろ過することにより、粒子を取り出し、水洗することにより、上記基材粒子S1の表面上に銅導電層が配置されている粒子を得た。この粒子を十分に水洗した後、蒸留水500重量部に加え、分散させることにより、粒子混合液(F1)を得た。

[0113] 次に、60℃に調整した分散状態の粒子混合液(F1)に上記銀めっき液(D1)を徐々に滴下し、無電解銀めっきを行った。銀めっき液(D1)の滴下速度は10mL/分、滴下時間は30分間で、無電解銀めっきを行った。その後、ろ過することにより粒子を取り出し、水洗し、乾燥することにより、基材粒子S1の表面上に銅及び銀導電層(導電層全体の厚み:0.1μm)を備える導電性粒子を得た。

[0114] (導電性粒子の合成例1-2)

基材粒子S1として、粒子径が70.0μmであるジビニルベンゼン共重合体樹脂粒子(積水化学工業社製「ミクロパールSP-270」)を用意した。

[0115] パラジウム触媒液5重量%を含むアルカリ溶液100重量部に、10重量部の基材粒子S1を超音波分散器により分散させた後、溶液をろ過することにより、基材粒子S1を取り出した。次いで、基材粒子S1をジメチルアミンボラン1重量%溶液100重量部に添加し、基材粒子S1の表面を活性化させた。表面が活性化された基材粒子S1を十分に水洗した後、蒸留水500重量部に加え、分散させることにより、懸濁液(A2)を得た。

[0116] 次に、金属ニッケル粒子スラリー(三井金属社製「2020SUS」、平

均粒子径 150 nm) 1 重量部を 3 分間かけて上記懸濁液 (A 2) に添加し、芯物質が付着された基材粒子 S 1 を含む懸濁液 (B 2) を得た。

[0117] 懸濁液 (B 2) を、硫酸銅 20 g/L、及びエチレンジアミン四酢酸 30 g/L を含む溶液の中に入れ、粒子混合液 (C 2) を得た。

[0118] また、合成例 1-1 の銅めっき液 (C 1) と同様の銅めっき液 (D 2) を用意した。

[0119] また、合成例 1-1 の銀めっき液 (D 1) と同様の銀めっき液 (E 2) を用意した。

[0120] 55℃に調整した分散状態の粒子混合液 (C 2) に上記銅めっき液 (D 2) を徐々に滴下し、無電解銅めっきを行った。銅めっき液 (D 2) の滴下速度は 30 mL/分、滴下時間は 30 分間で、無電解銅めっきを行った。このようにして、樹脂粒子の表面に第 1 の導電層 (1 層目) として銅導電層が配置されており、表面に突起を有する導電層を備える粒子を含む粒子混合液 (F 2) を得た。

[0121] その後、粒子混合液 (F 2) をろ過することにより、粒子を取り出し、水洗することにより、上記基材粒子 S 1 の表面上に銅導電層が配置されており、表面に突起を有する導電層を備える粒子を得た。この粒子を十分に水洗した後、蒸留水 500 重量部に加え、分散させることにより、粒子混合液 (G 2) を得た。

[0122] 次に、60℃に調整した分散状態の粒子混合液 (G 2) に上記銀めっき液 (E 2) を徐々に滴下し、無電解銀めっきを行った。銀めっき液 (E 2) の滴下速度は 10 mL/分、滴下時間は 30 分間で、無電解銀めっきを行った。その後、ろ過することにより粒子を取り出し、水洗し、乾燥することにより、基材粒子 S 1 の表面上に銅及び銀導電層 (突起が無い部分における導電層全体の厚み: 0.1 μm) が配置されており、表面に複数の突起を有する導電層を備える導電性粒子を得た。

[0123] (導電性粒子の合成例 1-3)

基材粒子 S 2 として、粒子径が 35.0 μm であるジビニルベンゼン共重

合体樹脂粒子（積水化学工業社製「ミクロパールSP-235」）を用意した。

[0124] パラジウム触媒液5重量%を含むアルカリ溶液100重量部に、10重量部の基材粒子S2を超音波分散器により分散させた後、溶液をろ過することにより、基材粒子S2を取り出した。次いで、基材粒子S2をジメチルアミンボラン1重量%溶液100重量部に添加し、基材粒子S2の表面を活性化させた。表面が活性化された基材粒子S2を十分に水洗した後、蒸留水500重量部に加え、分散させることにより、懸濁液（A3）を得た。

[0125] 次に、金属ニッケル粒子スラリー（三井金属社製「2020SUS」、平均粒子径150nm）1重量部を3分間かけて上記懸濁液（A3）に添加し、芯物質が付着された基材粒子S2を含む懸濁液（B3）を得た。

[0126] 懸濁液（B3）を、硫酸銅20g/L、及びエチレンジアミン四酢酸30g/Lを含む溶液に入れ、粒子混合液（C3）を得た。

[0127] また、無電解銅めっき液として、硫酸銅200g/L、エチレンジアミン四酢酸150g/L、グルコン酸ナトリウム100g/L、及びホルムアルデヒド50g/Lを含む混合液を、アンモニアにてpH10.5に調整した銅めっき液（D3）を用意した。

[0128] また、無電解銀めっき液として、硝酸銀30g/L、コハク酸イミド75g/L、及びホルムアルデヒド20g/Lを含む混合液を、アンモニア水にてpH8.0に調整した銀めっき液（E3）を用意した。

[0129] 55℃に調整した分散状態の粒子混合液（C3）に上記銅めっき液（D3）を徐々に滴下し、無電解銅めっきを行った。銅めっき液（D3）の滴下速度は20mL/分、滴下時間は45分間で、無電解銅めっきを行った。このようにして、樹脂粒子の表面に第1の導電層（1層目）として銅導電層を備える粒子を含む粒子混合液（F3）を得た。

[0130] その後、粒子混合液（F3）をろ過することにより、粒子を取り出し、水洗することにより、上記基材粒子S1の表面上に銅導電層が配置されている粒子を得た。この粒子を十分に水洗した後、蒸留水500重量部に加え、分

散させることにより、粒子混合液（G3）を得た。

[0131] 次に、60℃に調整した分散状態の粒子混合液（G3）に上記銀めっき液（E3）を徐々に滴下し、無電解銀めっきを行った。銀めっき液（E3）の滴下速度は5 mL／分、滴下時間は60分間で、無電解銀めっきを行った。その後、ろ過することにより粒子を取り出し、水洗し、乾燥することにより、基材粒子S2の表面上に銅及び銀導電層（突起が無い部分における導電層全体の厚み：0.1 μm）が配置されており、表面に複数の突起を有する導電層を備える導電性粒子を得た。

[0132] （導電性粒子の合成例1-4）

基材粒子S1として、粒子径が70.0 μmであるジビニルベンゼン共重合体樹脂粒子（積水化学工業社製「ミクロパールSP-270」）を用意した。

[0133] パラジウム触媒液5重量%を含むアルカリ溶液100重量部に、10重量部の基材粒子S1を超音波分散器により分散させた後、溶液をろ過することにより、基材粒子S1を取り出した。次いで、基材粒子S1をジメチルアミンボラン1重量%溶液100重量部に添加し、基材粒子S1の表面を活性化させた。表面が活性化された基材粒子S1を十分に水洗した後、蒸留水500重量部に加え、分散させることにより、懸濁液（A4）を得た。

[0134] 次に、金属ニッケル粒子スラリー（三井金属社製「2020SUS」、平均粒子径150 nm）1重量部を3分間かけて上記懸濁液（A4）に添加し、芯物質が付着された基材粒子S1を含む懸濁液（B4）を得た。

[0135] 懸濁液（B4）を、硫酸ニッケル10 g／L、及びクエン酸ナトリウム10 g／Lを含む溶液中に入れ、粒子混合液（C4）を得た。

[0136] また、硫酸ニッケル90 g／L、クエン酸ナトリウム100 g／L、硝酸タリウム100 ppm、硝酸ビスマス30 ppm及び次亜リン酸ナトリウム50 g／Lを含む混合液を、アンモニアにてpH6.0に調整したニッケルめっき液（D4）を用意した。

[0137] また、硝酸銀15 g／L、コハク酸イミド50 g／L、及びホルムアルデ

ヒド20 g/Lを含む混合液を、アンモニア水にてpH 8.0に調整した銀めっき液(E4)を用意した。

[0138] 55℃に調整した分散状態の粒子混合液(C4)に上記ニッケルめっき液(D4)を徐々に滴下し、無電解ニッケルめっきを行った。ニッケルめっき液(D4)の滴下速度は30 mL/分、滴下時間は30分間で、無電解ニッケルめっきを行った。このようにして、樹脂粒子の表面に第1の導電層(1層目)としてニッケル導電層を備える粒子を含む粒子混合液(F4)を得た。

[0139] その後、粒子混合液(F4)をろ過することにより、粒子を取り出し、水洗することにより、上記基材粒子S1の表面上にニッケル導電層が配置されている粒子を得た。この粒子を十分に水洗した後、蒸留水500重量部に加え、分散させることにより、粒子混合液(G4)を得た。

[0140] 次に、60℃に調整した分散状態の粒子混合液(G4)に上記銀めっき液(E4)を徐々に滴下し、無電解銀めっきを行った。銀めっき液(E4)の滴下速度は10 mL/分、滴下時間は30分間で、無電解銀めっきを行った。その後、ろ過することにより粒子を取り出し、水洗し、乾燥することにより、基材粒子S1の表面上にニッケル及び銀導電層(突起が無い部分における導電層全体の厚み: 0.1 μm)が配置されており、表面に複数の突起を有する導電層を備える導電性粒子を得た。

[0141] (導電性粒子の合成例1-5)

基材粒子S1として、粒子径が70.0 μmであるジビニルベンゼン共重合体樹脂粒子(積水化学工業社製「ミクロパールSP-270」)を用意した。

[0142] パラジウム触媒液5重量%を含むアルカリ溶液100重量部に、10重量部の基材粒子S1を超音波分散器により分散させた後、溶液をろ過することにより、基材粒子S1を取り出した。次いで、基材粒子S1をジメチルアミンボラン1重量%溶液100重量部に添加し、基材粒子S1の表面を活性化させた。表面が活性化された基材粒子S1を十分に水洗した後、蒸留水50

0重量部に加え、分散させることにより、懸濁液（A5）を得た。

[0143] 次に、金属ニッケル粒子スラリー（三井金属社製「2020SUS」、平均粒子径150nm）1重量部を3分間かけて上記懸濁液（A5）に添加し、芯物質が付着された基材粒子S1を含む懸濁液（B5）を得た。

[0144] 懸濁液（B5）を、硫酸ニッケル10g/L、及びクエン酸ナトリウム10g/Lを含む溶液中に入れ、粒子混合液（C5）を得た。硫酸ニッケル90g/L、クエン酸ナトリウム100g/L、硝酸タリウム100ppm、硝酸ビスマス30ppm及び次亜リン酸ナトリウム50g/Lを含む混合液を、アンモニアにてpH6.0に調整した無電解ニッケルめっき液（D5）を用意した。

[0145] シアン化金カリウム10g/L、エチレンジアミン四酢酸20g/L、クエン酸ナトリウム10g/L、及びジメチルアミンボラン2g/Lを含む混合液を、アンモニア水にてpH8.0に調整した無電解金めっき液（E5）を用意した。

[0146] 55℃に調整した分散状態の粒子混合液（C5）に上記ニッケルめっき液（D5）を徐々に滴下し、無電解ニッケルめっきを行った。ニッケルめっき液（D5）の滴下速度は30mL/分、滴下時間は30分間で、無電解ニッケルめっきを行った。このようにして、樹脂粒子の表面に第1の導電層（1層目）としてニッケル導電層を備える粒子を含む粒子混合液（F5）を得た。

[0147] その後、粒子混合液（F5）をろ過することにより、粒子を取り出し、水洗することにより、上記基材粒子S1の表面上にニッケル導電層が配置されている粒子を得た。この粒子を十分に水洗した後、蒸留水500重量部に加え、分散させることにより、粒子混合液（G5）を得た。

[0148] 次に、45℃に調整した分散状態の粒子混合液（G5）に上記金めっき液（E5）を徐々に滴下し、無電解金めっきを行った。金めっき液（E5）の滴下速度は5mL/分、滴下時間は60分間で、無電解金めっきを行った。その後、ろ過することにより粒子を取り出し、水洗し、乾燥することにより

、基材粒子 S 1 の表面上にニッケル及び金導電層（突起が無い部分における導電層全体の厚み：0.1 μm ）が配置されており、表面に複数の突起を有する導電層を備える導電性粒子を得た。

[0149] （導電性粒子の合成例 1－6）

基材粒子 S 1 として、粒子径が 70.0 μm であるジビニルベンゼン共重合体樹脂粒子（積水化学工業社製「ミクロパール SP-270」）を用意した。

[0150] パラジウム触媒液 5 重量%を含むアルカリ溶液 100 重量部に、10 重量部の基材粒子 S 1 を超音波分散器により分散させた後、溶液をろ過することにより、基材粒子 S 1 を取り出した。次いで、基材粒子 S 1 をジメチルアミンボラン 1 重量%溶液 100 重量部に添加し、基材粒子 S 1 の表面を活性化させた。表面が活性化された基材粒子 S 1 を十分に水洗した後、蒸留水 500 重量部に加え、分散させることにより、懸濁液（A 6）を得た。

[0151] 次に、金属ニッケル粒子スラリー（三井金属社製「2020 SUS」、平均粒子径 150 nm）1 重量部を 3 分間かけて上記懸濁液（A 6）に添加し、芯物質が付着された基材粒子 S 1 を含む懸濁液（B 6）を得た。

[0152] 懸濁液（B 6）を、硫酸ニッケル 10 g/L、及びクエン酸ナトリウム 10 g/L を含む溶液の中に入れ、粒子混合液（C 6）を得た。

[0153] また、硫酸ニッケル 90 g/L、硫酸コバルト 10 g/L、エチレンジアミン四酢酸 5 g/L、クエン酸ナトリウム 100 g/L、硝酸タリウム 100 ppm、硝酸ビスマス 30 ppm 及びジメチルアミンボラン 25 g/L を含む混合液を準備した。この混合液を用い、アンモニアにて pH 5.0 に調整した無電解ニッケル－コバルト合金めっき液（D 6）を用意した。

[0154] また、無電解銀めっき液として、硝酸銀 15 g/L、コハク酸イミド 50 g/L、及びホルムアルデヒド 20 g/L を含む混合液を、アンモニア水にて pH 8.0 に調整した銀めっき液（E 6）を用意した。

[0155] 65℃に調整した分散状態の粒子混合液（C 6）に上記ニッケル－コバルト合金めっき液（D 6）を徐々に滴下し、無電解ニッケル－コバルト合金め

つきを行った。ニッケル-コバルト合金めっき液（D 6）の滴下速度は30 mL／分、滴下時間は30分間で、無電解ニッケル-コバルト合金めっきを行った。このようにして、樹脂粒子の表面に第1の導電層（1層目）としてニッケル-コバルト合金導電層を備える粒子を含む粒子混合液（F 6）を得た。

[0156] その後、粒子混合液（F 6）をろ過することにより、粒子を取り出し、水洗することにより、上記基材粒子S 1の表面上にニッケル-コバルト合金導電層が配置されている粒子を得た。この粒子を十分に水洗した後、蒸留水500重量部に加え、分散させることにより、粒子混合液（G 6）を得た。

[0157] 次に、60℃に調整した分散状態の粒子混合液（G 6）に上記銀めっき液（E 6）を徐々に滴下し、無電解銀めっきを行った。銀めっき液（E 6）の滴下速度は10 mL／分、滴下時間は30分間で、無電解銀めっきを行った。その後、ろ過することにより粒子を取り出し、水洗し、乾燥することにより、基材粒子S 1の表面上にニッケル-コバルト合金及び銀導電層（突起が無い部分における導電層全体の厚み：0.1 μm）が配置されており、表面に複数の突起を有する導電層を備える導電性粒子を得た。

[0158] （導電性粒子の合成例1-7）

基材粒子S 1として、粒子径が70.0 μmであるジビニルベンゼン共重合体樹脂粒子（積水化学工業社製「ミクロパールSP-270」）を用意した。

[0159] 過マンガン酸カリウム10重量%を含むアルカリ溶液100重量部に、10重量部の基材粒子S 1を、超音波分散器を用いて分散させた後、溶液をろ過することにより、基材粒子S 1を取り出した。

[0160] パラジウム触媒液5重量%を含むアルカリ溶液100重量部に、10重量部の基材粒子S 1を超音波分散器により分散させた後、溶液をろ過することにより、基材粒子S 1を取り出した。次いで、基材粒子S 1をジメチルアミンボラン1重量%溶液100重量部に添加し、基材粒子S 1の表面を活性化させた。表面が活性化された基材粒子S 1を十分に水洗した後、蒸留水50

0重量部に加え、分散させることにより、懸濁液（A7）を得た。

[0161] 次に、金属ニッケル粒子スラリー（三井金属社製「2020SUS」、平均粒子径150nm）1重量部を3分間かけて上記懸濁液（A7）に添加し、芯物質が付着された基材粒子S1を含む懸濁液（B7）を得た。

[0162] 懸濁液（B7）を、硫酸銅20g/L、及びエチレンジアミン四酢酸30g/Lを含む溶液中に入れ、粒子混合液（C7）を得た。

[0163] また、無電解銅めっき液として、硫酸銅100g/L、エチレンジアミン四酢酸75g/L、グルコン酸ナトリウム50g/L、及びホルムアルデヒド50g/Lを含む混合液を、アンモニアにてpH10.5に調整した銅めっき液（D7）を用意した。

[0164] また、無電解銀めっき液として、硝酸銀15g/L、コハク酸イミド50g/L、及びホルムアルデヒド20g/Lを含む混合液を、アンモニア水にてpH8.0に調整した銀めっき液（E7）を用意した。

[0165] 55℃に調整した分散状態の粒子混合液（C7）に上記銅めっき液（D7）を徐々に滴下し、無電解銅めっきを行った。銅めっき液（D7）の滴下速度は30mL/分、滴下時間は30分間で、無電解銅めっきを行った。このようにして、樹脂粒子の表面に第1の導電層（1層目）として銅導電層を備える粒子を含む粒子混合液（F7）を得た。

[0166] その後、粒子混合液（F7）をろ過することにより、粒子を取り出し、水洗することにより、上記基材粒子S1の表面上に銅導電層が配置されている粒子を得た。この粒子を十分に水洗した後、蒸留水500重量部に加え、分散させることにより、粒子混合液（G7）を得た。

[0167] 次に、60℃に調整した分散状態の粒子混合液（G7）に上記銀めっき液（E7）を徐々に滴下し、無電解銀めっきを行った。銀めっき液（E7）の滴下速度は10mL/分、滴下時間は30分間で、無電解銀めっきを行った。その後、ろ過することにより粒子を取り出し、水洗し、乾燥することにより、基材粒子S1の表面上に凹部、銅及び銀導電層（突起が無い部分における導電層全体の厚み：0.1μm）が配置されており、表面に複数の突起を

有する導電層を備える導電性粒子を得た。

[0168] (導電性粒子の合成例 1-8)

エチレングリコールジメタクリレート 100 g と、イソボルニルアクリレート 800 g と、シクロヘキシルメタクリレート 100 g と、過酸化ベンゾイル 35 g とを混合し、均一に溶解させて、モノマー混合液を得た。5 kg のポリビニルアルコール 1 重量%水溶液を作製し、反応釜にて入れた。この中に前述したモノマー混合液を入れ、2~4 時間攪拌することで、モノマーの液滴が所定の粒子径になるように、粒子径を調整した。その後 90℃の窒素雰囲気下で 9 時間反応を行い、粒子を得た。得られた粒子を熱水にて数回洗浄した後、分級操作を行った。得られた重合体粒子（基材粒子 S3 という）の平均粒子径は 70.1 μm 、CV 値は 3.1%であった。得られた基材粒子 S3 を基材粒子 S1 の代わりに用いたこと以外は導電性粒子の合成例 1-2 と同様にして導電性粒子を得た。

[0169] (導電性粒子の合成例 1-9)

(1) シリコンオリゴマーの作製

温浴槽内に設置した 100 ml のセパラブルフラスコに、1, 3-ジビニルテトラメチルジシロキサン 1 重量部と、0.5 重量% p-トルエンスルホン酸水溶液 20 重量部とを入れた。40℃で 1 時間攪拌した後、炭酸水素ナトリウム 0.05 重量部を添加した。その後、ジメトキシメチルフェニルシラン 10 重量部、ジメチルジメトキシシラン 49 重量部、トリメチルメトキシシラン 0.6 重量部、及びメチルトリメトキシシラン 3.6 重量部を添加し、1 時間攪拌を行った。その後、10 重量%水酸化カリウム水溶液 1.9 重量部を添加して、85℃まで昇温してアスピレーターで減圧しながら、10 時間攪拌、反応を行った。反応終了後、常圧に戻し 40℃まで冷却して、酢酸 0.2 重量部を添加し、12 時間以上分液漏斗内で静置した。二層分離後の下層を取り出して、エバポレーターにて精製することでシリコンオリゴマーを得た。

[0170] (2) シリコン粒子材料（有機ポリマーを含む）の作製

得られたシリコンオリゴマー30重量部に、*tert*-ブチル-2-エチルペルオキシヘキサノアート（重合開始剤、日油社製「パーブチルO」）0.5重量部を溶解させた溶解液Aを用意した。また、イオン交換水150重量部に、ラウリル硫酸トリエタノールアミン塩40重量%水溶液（乳化剤）0.8重量部とポリビニルアルコールの5重量%水溶液80重量部とを混合して、水溶液Bを用意した。なお、ポリビニルアルコールは、重合度が約2000、けん化度が86.5～89モル%（日本合成化学社製「ゴーセノールGH-20」）を使用した。温浴槽中に設置したセパラブルフラスコに、上記溶解液Aを入れた後、上記水溶液Bを添加した。その後、Shirasu Porous Glass（SPG）膜（細孔平均径約1 μ m）を用いることで、乳化を行った。その後、85℃に昇温して、9時間重合を行った。重合後の粒子の全量を遠心分離により水洗浄し、分級操作を行った。得られた重合体粒子の平均粒子径は70.4 μ m、CV値は3.8%であった。得られた重合体粒子（基材粒子S4とする）を基材粒子S1の代わりに用いたこと以外は導電性粒子の合成例1-2と同様にして導電性粒子を得た。

[0171] （金属粉の合成例1-10）

粒子径が72.5 μ mである純ニッケル金属粒子を用意した。この金属粒子を塩酸10重量%溶液100重量部に添加し、表面を活性化させた。これを十分に水洗した後、蒸留水500重量部に加え、分散させることにより、懸濁液（A10）を得た。

[0172] 懸濁液（A10）を、シアン化金カリウム2g/L、及びエチレンジアミン四酢酸10g/L、クエン酸ナトリウム10g/Lを含む溶液中に入れ、粒子混合液（B10）を得た。

[0173] また、無電解金めっき液として、シアン化金カリウム20g/L、エチレンジアミン四酢酸20g/L、クエン酸ナトリウム10g/L、及びジメチルアミンボラン2g/Lを含む混合液を、アンモニア水にてpH8.0に調整した金めっき液（C10）を用意した。

[0174] 次に、45℃に調整した分散状態の粒子混合液（B10）に上記金めっき

液（C 1 0）を徐々に滴下し、無電解金めっきを行った。金めっき液（C 1 0）の滴下速度は5 mL／分、滴下時間は6 0分間で、無電解金めっきを行った。その後、ろ過することにより粒子を取り出し、水洗し、乾燥することにより、表面が金メッキ処理された純ニッケル金属粉S 5（金メッキの厚み：0. 0 5 μ m）を得た。

[0175] （金属粉の合成例 1－1 1）

粒子径が7 4. 2 μ mである純銅金属粒子を用意した。この金属粒子を硫酸1 0重量％溶液1 0 0重量部に添加し、表面を活性化させた。これを十分に水洗した後、蒸留水5 0 0重量部に加え、分散させることにより、懸濁液（A 1 1）を得た。

[0176] 懸濁液（A 1 1）を、シアン化金カリウム2 g／L、及びエチレンジアミン四酢酸1 0 g／L、クエン酸ナトリウム1 0 g／Lを含む溶液中に入れ、粒子混合液（B 1 1）を得た。

[0177] また、無電解金めっき液として、シアン化金カリウム2 0 g／L、エチレンジアミン四酢酸2 0 g／L、クエン酸ナトリウム1 0 g／L、及びジメチルアミンボラン2 g／Lを含む混合液を、アンモニア水にてp H 8. 0に調整した金めっき液（C 1 1）を用意した。

[0178] 次に、4 5℃に調整した分散状態の粒子混合液（B 1 1）に上記金めっき液（C 1 1）を徐々に滴下し、無電解金めっきを行った。金めっき液（C 1 1）の滴下速度は5 mL／分、滴下時間は6 0分間で、無電解金めっきを行った。その後、ろ過することにより粒子を取り出し、水洗し、乾燥することにより、表面が金メッキ処理された純銅金属粉S 6（金メッキの厚み：0. 0 5 μ m）を得た。

[0179] （金属粉の合成例 1－1 2）

粒子径が7 3. 1 μ mである純銀金属粒子S 7を用意した。

[0180] （金属粉の合成例 1－1 3）

粒子径が7 2. 5 μ mである純ニッケル金属粒子S 8を用意した。

[0181] （導電性粒子の合成例 1－1 4）

基材粒子 S 9 として、粒子径が 3.0 μm であるジビニルベンゼン共重合体樹脂粒子（積水化学工業社製「ミクロパール S P - 2 0 3」）を用意した。

[0182] パラジウム触媒液 5 重量%を含むアルカリ溶液 1 0 0 重量部に、1 0 重量部の基材粒子 S 9 を超音波分散器により分散させた後、溶液をろ過することにより、基材粒子 S 9 を取り出した。次いで、基材粒子 S 9 をジメチルアミンボラン 1 重量%溶液 1 0 0 重量部に添加し、基材粒子 S 9 の表面を活性化させた。表面が活性化された基材粒子 S 9 を十分に水洗した後、蒸留水 5 0 0 重量部に加え、分散させることにより、懸濁液（A 1 4）を得た。

[0183] 次に、金属ニッケル粒子スラリー（三井金属社製「2 0 2 0 S U S」、平均粒子径 1 5 0 n m）1 重量部を 3 分間かけて上記懸濁液（A 1 4）に添加し、芯物質が付着された基材粒子 S 9 を含む懸濁液（B 1 4）を得た。

[0184] 懸濁液（B 1 4）を、硫酸銅 2 0 g / L、及びエチレンジアミン四酢酸 3 0 g / L を含む溶液の中に入れ、粒子混合液（C 1 4）を得た。

[0185] また、合成例 1 - 1 の銅めっき液（C 1）と同様の銅めっき液（D 1 4）を用意した。

[0186] また、合成例 1 - 1 の銀めっき液（D 1）と同様の銀めっき液（E 1 4）を用意した。

[0187] 5 5 $^{\circ}\text{C}$ に調整した分散状態の粒子混合液（C 1 4）に上記銅めっき液（D 1 4）を徐々に滴下し、無電解銅めっきを行った。銅めっき液（D 1 4）の滴下速度は 3 0 m L / 分、滴下時間は 3 0 分間で、無電解銅めっきを行った。このようにして、樹脂粒子の表面に第 1 の導電層（1 層目）として銅導電層が配置されており、表面に突起を有する導電層を備える粒子を含む粒子混合液（F 1 4）を得た。

[0188] その後、粒子混合液（F 1 4）をろ過することにより、粒子を取り出し、水洗することにより、上記基材粒子 S 9 の表面上に銅導電層が配置されており、表面に突起を有する導電層を備える粒子を得た。この粒子を十分に水洗した後、蒸留水 5 0 0 重量部に加え、分散させることにより、粒子混合液（

G 1 4) を得た。

[0189] 次に、6 0℃に調整した分散状態の粒子混合液 (G 1 4) に上記銀めっき液 (E 1 4) を徐々に滴下し、無電解銀めっきを行った。銀めっき液 (E 1 4) の滴下速度は 1 0 m L / 分、滴下時間は 3 0 分間で、無電解銀めっきを行った。その後、ろ過することにより粒子を取り出し、水洗し、乾燥することにより、基材粒子 S 9 の表面上に銅及び銀導電層 (突起が無い部分における導電層全体の厚み: 0. 1 μ m) が配置されており、表面に複数の突起を有する導電層を備える導電性粒子を得た。

[0190] (導電性粒子の合成例 1 - 1 5)

基材粒子 S 9 として、粒子径が 3. 0 μ m であるジビニルベンゼン共重合体樹脂粒子 (積水化学工業社製「ミクロパール S P - 2 0 3」) を用意した。

[0191] パラジウム触媒液 5 重量%を含むアルカリ溶液 1 0 0 重量部に、1 0 重量部の基材粒子 S 9 を超音波分散器により分散させた後、溶液をろ過することにより、基材粒子 S 9 を取り出した。次いで、基材粒子 S 9 をジメチルアミンボラン 1 重量%溶液 1 0 0 重量部に添加し、基材粒子 S 9 の表面を活性化させた。表面が活性化された基材粒子 S 9 を十分に水洗した後、蒸留水 5 0 0 重量部に加え、分散させることにより、懸濁液 (A 1 5) を得た。

[0192] 次に、金属アルミナ粒子スラリー (平均粒子径 1 5 0 n m) 1 重量部を 3 分間かけて上記懸濁液 (A 1 5) に添加し、芯物質が付着された基材粒子 S 9 を含む懸濁液 (B 1 5) を得た。

[0193] 懸濁液 (B 1 5) を、硫酸銅 2 0 g / L、及びエチレンジアミン四酢酸 3 0 g / L を含む溶液中に入れ、粒子混合液 (C 1 5) を得た。

[0194] また、合成例 1 - 1 の銅めっき液 (C 1) と同様の銅めっき液 (D 1 5) を用意した。

[0195] また、合成例 1 - 1 の銀めっき液 (D 1) と同様の銀めっき液 (E 1 5) を用意した。

[0196] 5 5℃に調整した分散状態の粒子混合液 (C 1 5) に上記銅めっき液 (D

15)を徐々に滴下し、無電解銅めっきを行った。銅めっき液(D15)の滴下速度は30 mL/分、滴下時間は30分間で、無電解銅めっきを行った。このようにして、樹脂粒子の表面に第1の導電層(1層目)として銅導電層が配置されており、表面に突起を有する導電層を備える粒子を含む粒子混合液(F15)を得た。

[0197] その後、粒子混合液(F15)をろ過することにより、粒子を取り出し、水洗することにより、上記基材粒子S9の表面上に銅導電層が配置されており、表面に突起を有する導電層を備える粒子を得た。この粒子を十分に水洗した後、蒸留水500重量部に加え、分散させることにより、粒子混合液(G15)を得た。

[0198] 次に、60℃に調整した分散状態の粒子混合液(G15)に上記銀めっき液(E15)を徐々に滴下し、無電解銀めっきを行った。銀めっき液(E15)の滴下速度は10 mL/分、滴下時間は30分間で、無電解銀めっきを行った。その後、ろ過することにより粒子を取り出し、水洗し、乾燥することにより、基材粒子S9の表面上に銅及び銀導電層(突起が無い部分における導電層全体の厚み: 0.1 μ m)が配置されており、表面に複数の突起を有する導電層を備える導電性粒子を得た。

[0199] (実施例1)

シリコーン系共重合体10重量部、導電性粒子の合成例1-2で得られた導電性粒子90重量部、エポキシシランカップリング剤(信越化学工業社製、商品名: KBE-303)1重量部及びイソプロピルアルコール36重量部を準備した。これらを配合し、ホモディスパーを用いて1000 rpmで20分攪拌させた後、シンキー社製練太郎ARE250を用いて脱泡することで、導電性粒子とバインダーとを含む導電材料を調製した。

[0200] 上記のシリコーン系共重合体は、次の方法で重合した。4, 4'-ジシクロヘキシルメタンジイソシアネート(デグサ社製)162 g (628 mmol)、片末端アミノ基変性ポリジメチルシロキサン(モメンティブ社製、商品名: TSF4709)(分子量10000)900 g (90 mmol)を

準備した。これらを内容量 2 L の金属混練機内に投入し、70～90℃で溶解後、さらに攪拌を 2 時間行った。その後、ネオペンチルグリコール（三菱ガス化学社製）65 g（625 mmol）をゆっくり加え、30分混練し、続けて未反応のネオペンチルグリコールを減圧除去した。得られたシリコーン系共重合体 A は 20 重量%になるようにイソプロピルアルコールに溶解させて使用した。なお、イソシアネート基の消失は IR スペクトルにて確認した。得られたシリコーン系共重合体 A 中のシリコーン含有量は 80 重量%、重量平均分子量は 25000 であり、SP 値は 7.8、極性基を有する構造（ポリウレタン）からなる繰り返し単位の SP 値は 10 であった。

[0201] 次に、導通検査装置用部材の絶縁材料からなるシート状の基材としてシリコーンゴムを準備した。シリコーンゴムのサイズは、横幅 25 mm-縦幅 25 mm-厚み 1 mm であり、シリコーンゴムにレーザー加工で円柱状に形成した $\phi 0.5$ mm の貫通孔が縦 20 個-横 20 個で総数 400 個形成されている。

[0202] 上記導電材料を円柱状の貫通孔が形成されたシリコーンゴム上にナイフコーターを用いて塗工し、貫通孔に導電材料を充填した。次に、導電材料が貫通孔に充填されたシリコーンゴムをオープンにて 50℃、10 分間乾燥した後、更に続けて 100℃、20 分間乾燥し、厚さ 1 mm の導通検査装置用部材を得た。

[0203] （実施例 2）

導電材料の調製において、導電性粒子を合成例 1-3 で得られた導電性粒子 60 重量部に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、導通検査装置用部材を得た。

[0204] （実施例 3）

導電材料の調製において、導電性粒子を合成例 1-4 で得られた導電性粒子 90 重量部に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、導通検査装置用部材を得た。

[0205] （実施例 4）

導電材料の調製において、導電性粒子を合成例 1-5 で得られた導電性粒

子 9 0 重量部に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、導通検査装置用部材を得た。

[0206] (実施例 5)

導電材料の調製において、導電性粒子を合成例 1 - 6 で得られた導電性粒子 9 0 重量部に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、導通検査装置用部材を得た。

[0207] (実施例 6)

導電材料の調製において、導電性粒子を合成例 1 - 7 で得られた導電性粒子 9 0 重量部に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、導通検査装置用部材を得た。

[0208] (実施例 7)

導電材料の調製において、導電性粒子を合成例 1 - 8 で得られた導電性粒子 9 0 重量部に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、導通検査装置用部材を得た。

[0209] (実施例 8)

導電材料の調製において、導電性粒子を合成例 1 - 9 で得られた導電性粒子 9 0 重量部に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、導通検査装置用部材を得た。

[0210] (実施例 9)

導電材料の調製において、導電性粒子を合成例 1 - 3 で得られた導電性粒子 2 0 重量部及び合成例 1 - 1 で得られた導電性粒子 7 0 重量部の混合物に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、導通検査装置用部材を得た。

[0211] (実施例 1 0)

導電材料の調製において、導電性粒子を合成例 1 - 2 で得られた導電性粒子 4 0 重量部及び合成例 1 - 1 0 で得られた金属粉 5 0 重量部の混合物に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、導通検査装置用部材を得た。

[0212] (実施例 1 1)

導電材料の調製において、導電性粒子を合成例 1 - 2 で得られた導電性粒

子 40 重量部及び合成例 1-11 で得られた金属粉 50 重量部の混合物に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、導通検査装置用部材を得た。

[0213] (実施例 12)

導電材料の調製において、導電性粒子を合成例 1-2 で得られた導電性粒子 40 重量部及び合成例 1-12 で得られた金属粉 50 重量部の混合物に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、導通検査装置用部材を得た。

[0214] (実施例 13)

導電材料の調製において、導電性粒子を合成例 1-14 で得られた導電性粒子 70 重量部に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、導通検査装置用部材を得た。

[0215] (実施例 14)

導電材料の調製において、導電性粒子を合成例 1-15 で得られた導電性粒子 70 重量部に変更したこと以外は実施例 1 と同様にして、導通検査装置用部材を得た。

[0216] (比較例 1)

導電材料の調製において、導電性粒子を合成例 1-10 で得られた金属粉 90 重量部に変更した（すなわち、導電性粒子を使用していない）こと以外は実施例 1 と同様にして、導通検査装置用部材を得た。

[0217] (比較例 2)

導電材料の調製において、導電性粒子を合成例 1-13 で得られた金属粉 90 重量部に変更した（すなわち、導電性粒子を使用していない）こと以外は実施例 1 と同様にして、導通検査装置用部材を得た。

[0218]

[表1]

	導電性粒子の種類		金属粉の種類	導電性粒子の突起の種類			導電性粒子の粒子径 (μm)	導電性粒子の10%K値 (N/mm^2)	初期特性		繰り返し信頼性試験	
	基材粒子の種類	導電部		突起の有無	突起の平均高さ (nm)	突起の基部の平均径 (nm)			接触抵抗値	半田ボールの表面状態	接触抵抗値	導電部の断面外観
参考例1	S3	銅/銀積層めっき	-	無	-	-	70.2	2250	○	A	○○	A
実施例1	S1	銅/銀積層めっき	-	有	540	220	71.2	3550	○○	A	○	A
実施例2	S2	銅/銀積層めっき	-	有	525	215	36.2	3950	○○	A	○	A
実施例3	S1	ニッケル/銀積層めっき	-	有	540	220	70.2	4100	○	A	○	A
実施例4	S1	ニッケル/金積層めっき	-	有	540	220	70.2	4100	○	A	○	A
実施例5	S1	ニッケル-コバルト合金/銀積層めっき	-	有	540	220	70.2	4300	○	A	○	A
実施例6	S1	銅/銀積層めっき	-	有	540	220	70.2	3550	○	A	○○	A
実施例7	S3	銅/銀積層めっき	-	有	540	220	70.2	2250	○	A	○○	A
実施例8	S4	銅/銀積層めっき	-	有	540	220	70.2	1850	○	A	○○	A
実施例9	S2	銅/銀積層めっき	-	有	525	215	36.2	3950	○○	A	○○	A
	S3	銅/銀積層めっき	-	無	-	-	70.2	2250				
実施例10	S1	銅/銀積層めっき	S5	有	540	220	70.2	3700	○○	A	○	A
実施例11	S1	銅/銀積層めっき	S6	有	540	220	70.2	3700	○	A	○	A
実施例12	S1	銅/銀積層めっき	S7	有	540	220	70.2	3700	○○	A	○	A
実施例13	S9	銅/銀積層めっき	-	有	550	230	3.0	3900	○○	A	○○	A
実施例14	S9	銅/銀積層めっき	-	有	550	230	3.0	3900	○○	A	○○	A
比較例1	-	-	S5	-	-	-	-	-	○	B	x	B
比較例2	-	-	S8	-	-	-	-	-	x	B	x	B

[0219] 表1には、各実施例及び比較例で得られた導通検査装置用部材の構成及び評価結果を示している。表1中、導通検査装置用部材の構成としては、導電性粒子における基材粒子の種類、導電部の構成、金属粉を併用した場合のそ

の種類、導電性粒子の突起の構成、凹部の有無、導電性粒子の平均粒子径及び10%K値を示している。表1中、導通検査装置用部材の評価としては、初期特性及び繰り返し信頼性試験の結果を示している。なお、表1中、初期特性の欄の「接触抵抗値」は後記する評価方法の(5)の評価結果であり、初期特性の欄の「半田ボールの表面状態」は後記する評価方法の(8)の評価結果である。また、表1中、繰り返し信頼性試験の欄の「接触抵抗値」は後記する評価方法の(6)の評価結果であり、繰り返し信頼性試験の欄の「導電部の断面外観」は後記する評価方法の(7)の評価結果である。

[0220] 表1から、導電部が導電性粒子を含む導通検査装置用部材では、導電部のクラック及びボイドが発生しにくく、繰り返し導通検査を行っても導通性能が損なわれにくく、しかも、検査対象部材に接触した部分に対して接触痕を残しにくいことがわかる。特に、凹部を有する導電性粒子(実施例6)並びに突起を有する導電性粒子及び突起を有しない導電性粒子の混合物を含む場合(実施例9)は、繰り返し信頼性がいっそう向上していることがわかる。

[0221] (評価方法)

(1) 突起の高さの測定

得られた導電性粒子を含有量が30重量%となるように、Kulzer社製「テクノビット4000」に添加し、分散させて、導電性粒子検査用埋め込み樹脂を作製した。その検査用埋め込み樹脂中に分散した導電性粒子の中心付近を通るようにイオンミリング装置(日立ハイテクノロジーズ社製「IM4000」)を用いて、導電性粒子の断面を切り出した。

[0222] そして、電界放射型透過電子顕微鏡(FE-TEM)(日本電子社製「JEM-ARM200F」)を用いて、画像倍率5万倍に設定し、20個の導電性粒子を無作為に選択し、それぞれの導電性粒子の突起を観察した。得られた導電性粒子における突起の高さを計測し、それらを算術平均して突起の平均高さとした。

[0223] (2) 突起の基部の平均径の測定

得られた導電性粒子を含有量が30重量%となるように、Kulzer社

製「テクノビット4000」に添加し、分散させて、導電性粒子検査用埋め込み樹脂を作製した。その検査用埋め込み樹脂中に分散した導電性粒子の中心付近を通るようにイオンミリング装置（日立ハイテクノロジーズ社製「IM4000」）を用いて、導電性粒子の断面を切り出した。

[0224] そして、電界放射型透過電子顕微鏡（F E - T E M）（日本電子社製「J E M - A R M 2 0 0 F」）を用いて、画像倍率5万倍に設定し、20個の導電性粒子を無作為に選択し、それぞれの導電性粒子の突起を観察した。得られた導電性粒子における突起の基部径を計測し、それを算術平均して突起の基部の平均径とした。

[0225] （3）突起が無い部分における導電層全体の厚みの測定

得られた導電性粒子を含有量が30重量%となるように、K u l z e r 社製「テクノビット4000」に添加し、分散させて、導電性粒子検査用埋め込み樹脂を作製した。その検査用埋め込み樹脂中に分散した導電性粒子の中心付近を通るようにイオンミリング装置（日立ハイテクノロジーズ社製「IM4000」）を用いて、導電性粒子の断面を切り出した。

[0226] そして、電界放射型透過電子顕微鏡（F E - T E M）（日本電子社製「J E M - A R M 2 0 0 F」）を用いて、画像倍率5万倍に設定し、20個の導電性粒子を無作為に選択し、それぞれの導電性粒子の突起が無い部分における導電層を観察した。得られた導電性粒子における突起が無い部分における導電層全体の厚みを計測し、それを算術平均して突起が無い部分における導電層全体の厚みとした。

[0227] （4）導電性粒子の圧縮弾性率（10%K値）

得られた導電性粒子の上記圧縮弾性率（10%K値）を、23℃の条件で、微小圧縮試験機（フィッシャー社製「フィッシャースコープH-100」）を用いて測定し、10%K値を求めた。

[0228] （5）導通検査装置用部材の接触抵抗測定

得られた導通検査装置用部材の接触抵抗値は、接触抵抗測定システム（ファクトケイ株式会社製-MS7500）を用いて測定した。接触抵抗測定は

、Φ0.5mmの白金プローブにて荷重15gfで得られた導通検査装置用部材の導電部に垂直方向から加圧した。その際に、低抵抗計（鶴賀電機株式会社製—MODEL3566）で5Vを印加し、接触抵抗値を測定した。無作為に選択した5か所の導電部について上記測定をして接触接続抵抗値の平均値を算出し、下記の基準で判定した。

〔接触抵抗値の判定基準〕

〇〇：接続抵抗の平均値が50.0mΩ以下である。

〇：接続抵抗の平均値が50.0mΩを超え、100.0mΩ以下である。

△：接続抵抗の平均値が100.0mΩを超え、500.0mΩ以下である。

×：接続抵抗の平均値が500.0mΩを超える。

[0229] （6）導通検査装置用部材の繰り返し信頼性試験

得られた導通検査装置用部材の繰り返し信頼性試験及び接触抵抗値は、接触抵抗測定システム（ファクトケイ株式会社製—MS7500）を用いて測定した。繰り返し信頼性試験は、Φ0.5mmの白金プローブにて荷重15gfで得られたプローブシートの導電部に垂直方向から50000回繰り返し加圧した。50000回繰り返し加圧した後に、低抵抗計（鶴賀電機株式会社製—MODEL3566）で5Vを印加し、接触抵抗値を測定した。無作為に選択した5か所の導電部について上記測定をして接触接続抵抗値の平均値を算出し、下記の基準で判定した。

〔繰り返し加圧後の接触抵抗値の判定基準〕

〇〇：接続抵抗の平均値が100.0mΩ以下である。

〇：接続抵抗の平均値が100.0mΩを超え、500.0mΩ以下である。

△：接続抵抗の平均値が500.0mΩを超え、1000.0mΩ以下である。

×：接続抵抗の平均値が1000.0mΩを超える。

[0230] （7）導通検査装置用部材の繰り返し信頼性試験後の断面外観

得られた導通検査装置用部材の繰り返し信頼性試験は、接触抵抗測定システム（ファクトケイ株式会社製－MS7500）を用いて測定した。繰り返し信頼性試験は、 $\Phi 0.5\text{ mm}$ の白金プローブにて荷重15 gfで得られたプローブシートの導電部に垂直方向から50000回繰り返し加圧した。

[0231] 得られた繰り返し信頼性試験後の導通検査装置用部材は、Kulzer社製「テクノビット4000」に固定し、検査用埋め込み樹脂を作製した。その検査用埋め込み樹脂中に固定した導通検査装置用部材の導電部の中心付近を通るようにイオンミリング装置（日立ハイテクノロジーズ社製「IM4000」）を用いて、導通検査装置用部材の導電部の断面を切り出した。そして、光学顕微鏡を用いて、10個の導電部を無作為に観察し、下記判定基準で評価した。

[0232] [繰り返し試験後の導電部の断面状態の判定基準]

A：導電性粒子又は金属粒子とバインダー間にクラックが発生していない。

B：導電性粒子又は金属粒子とバインダー間にクラックが発生している。

[0233] (8) BGA基板の半田ボール接触後の半田ボール表面外観

合金組成 $\text{Sn}-3.0\text{ Ag}-0.5\text{ Cu}$ の $\Phi 100\text{ }\mu\text{m}$ 半田ボール（千住金属株式会社製）が実装されたBGA基板を準備した。各実施例及び比較例で得られた導通検査装置用部材の導電部上に、BGA基板の半田ボールが配置するようにBGA基板を位置設定し、次いで、BGA基板の上面に加圧ヘッドを乗せ、15 gfの荷重で圧力をかけて接触させた。その後、導通検査装置用部材の導電部との半田ボール表面を光学顕微鏡によって20個の半田ボールを無作為に観察し、下記判定基準で評価した。

[接触部の半田ボール表面状態の判定基準]

A：半田ボール表面に接触痕が発生していない。

B：半田ボール表面に接触痕が発生している。

符号の説明

[0234] 10：導通検査装置用部材

11：貫通孔

1 2 : 導電部

1 3 : 基体

2 : 導電性粒子

2 1 : 基材粒子

2 2 : 導電層

2 3 : 突起

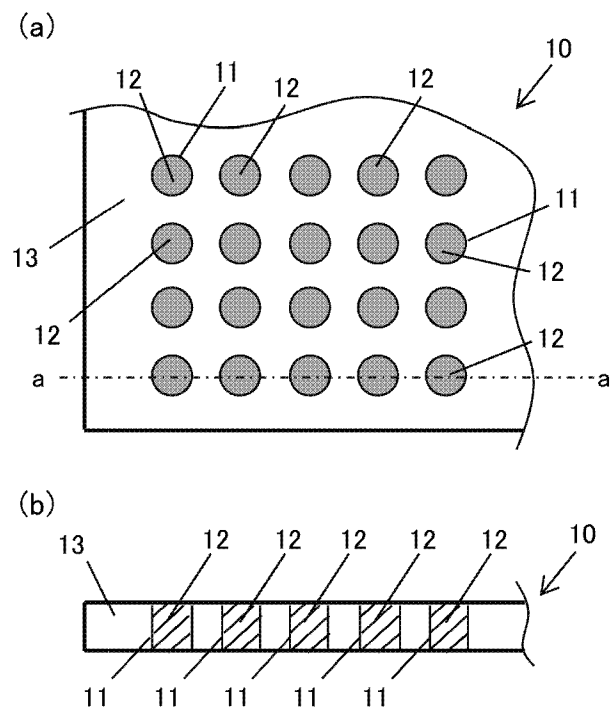
2 a : 第 1 の導電性粒子

2 b : 第 2 の導電性粒子

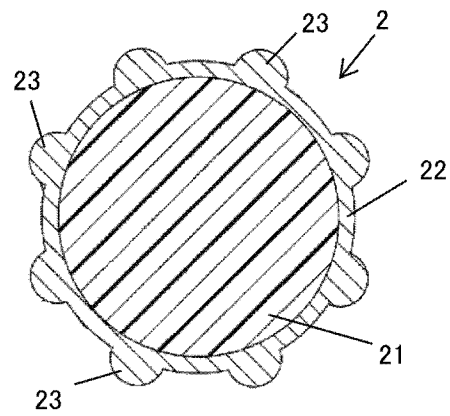
請求の範囲

- [請求項1] 基体、貫通孔、及び導電部を備え、
前記貫通孔は前記基体に複数配置され、
前記導電部は前記貫通孔内に収容されており、
前記導電部は導電性粒子を含み、
前記導電性粒子は基材粒子及び前記基材粒子の表面上に配置された導電層を備え、
前記導電層は、外表面に複数の突起を有する、導通検査装置用部材。
- [請求項2] 前記導電部に含まれる導電性粒子は、前記導電層の外表面に複数の突起を有していない導電性粒子をさらに含む、請求項1に記載の導通検査装置用部材。
- [請求項3] 前記導電層は、銅、ニッケル、パラジウム、ルテニウム、ロジウム、銀、金、白金、イリジウム、コバルト、鉄、タングステン、モリブデン、錫、ゲルマニウム、インジウム、テルル、タリウム、ビスマス、ヒ素、セレン、リン、ホウ素、グラファイト、アルミナ、酸化チタン、タングステンカーバイド及びシリコンカーバイドからなる群より選ばれる少なくとも1種を含む、請求項1又は2に記載の導通検査装置用部材。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか1項に記載の検査装置用部材に用いられる導電性粒子。
- [請求項5] 請求項1～3のいずれか1項に記載の導通検査装置用部材を備える、導通検査装置。

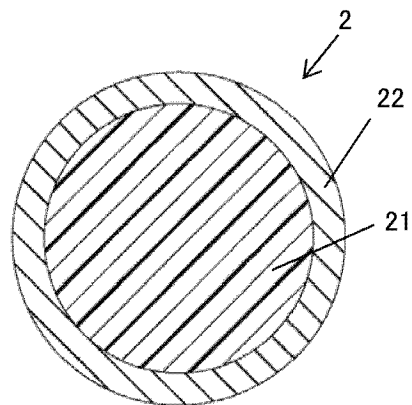
[図1]



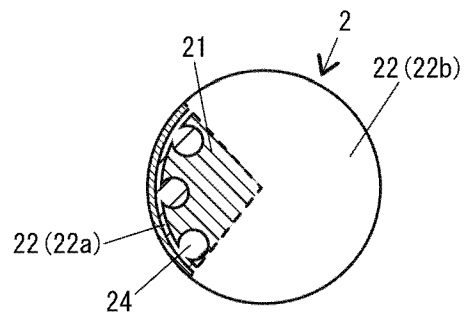
[図2]



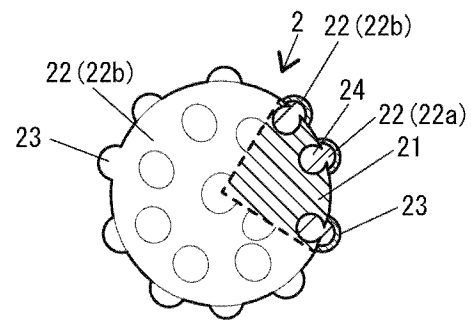
[図3]



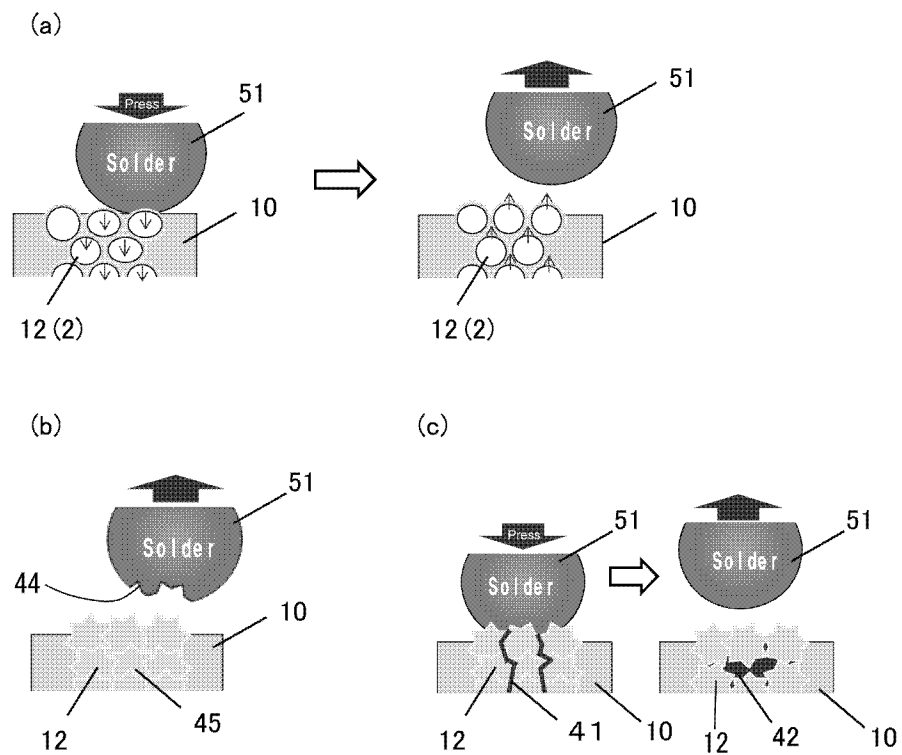
[図4]



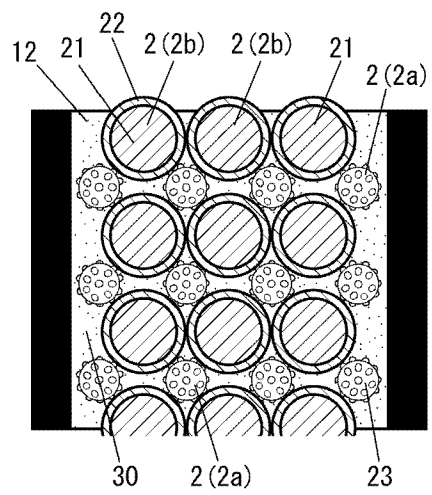
[図5]



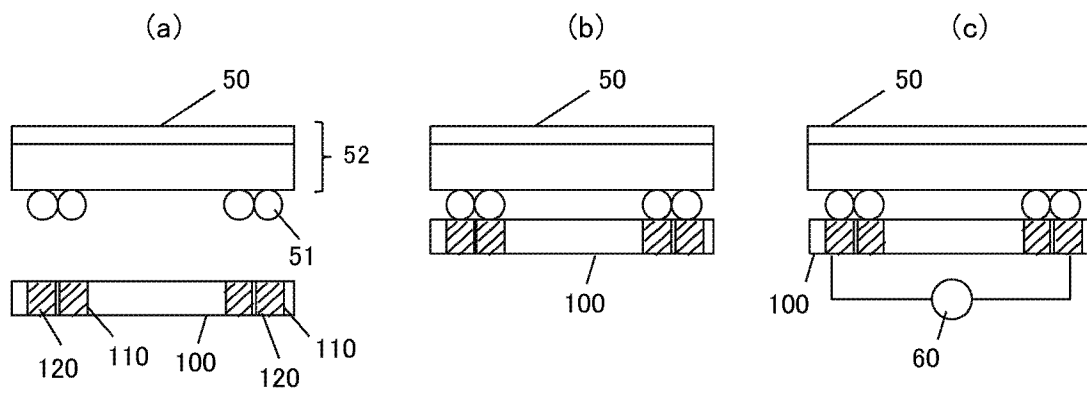
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/028842

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R1/06(2006.01)i, G01R1/073(2006.01)i, G01R31/02(2006.01)i, G01R31/26(2014.01)i, G01R31/28(2006.01)i, H01L21/66(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)

G01R1/06, G01R1/073, G01R31/02, G01R31/26, G01R31/28, H01L21/66

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-87709 A (JSR Corp.), 05 April 2007 (05.04.2007), paragraphs [0001], [0027], [0032] to [0036], [0045], [0051] to [0058]; all drawings (Family: none)	1, 3-5
A	JP 2004-309465 A (JSR Corp.), 04 November 2004 (04.11.2004), page 1; paragraph [0100]; all drawings & US 2006/0211280 A1 page 1; paragraph [0217]; all drawings & EP 1608040 A1 page 1; paragraph [0188]; all drawings	1-5

☒ 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
30 October 2017 (30.10.17)

Date of mailing of the international search report
07 November 2017 (07.11.17)

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/JP2017/028842

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-139298 A (Tokyo Electron Ltd.), 25 June 2009 (25.06.2009), entire text; all drawings & WO 2009/075220 A1	1-5
A	JP 2015-501427 A (ISC Co., Ltd.), 15 January 2015 (15.01.2015), entire text; all drawings & US 2015/0293147 A1	1-5
A	US 2013/0285692 A1 (ISC Co., Ltd.), 31 October 2013 (31.10.2013), entire text; all drawings & KR 10-1204941 B1	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01R1/06(2006.01)i, G01R1/073(2006.01)i, G01R31/02(2006.01)i, G01R31/26(2014.01)i,
G01R31/28(2006.01)i, H01L21/66(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. G01R1/06, G01R1/073, G01R31/02, G01R31/26, G01R31/28, H01L21/66

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2007-87709 A（JSR株式会社）2007.04.05, [0001], [0027], [0032]-[0036], [0045], [0051]-[0058], 全図面（フ ァミリーなし）	1, 3-5
A	JP 2004-309465 A（JSR株式会社）2004.11.04, 第1頁, [0100], 全図面 & US 2006/0211280 A1, 第1頁, [0217], 全図 面 & EP 1608040 A1, 第1頁, [0188], 全図面	1-5
A	JP 2009-139298 A（東京エレクトロン株式会社）2009.06.25,	1-5

☑ 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

30.10.2017

国際調査報告の発送日

07.11.2017

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）

名取 乾治

2S

9211

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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
	全文, 全図面 & WO 2009/075220 A1	
A	JP 2015-501427 A (アイエスシー カンパニー, リミテッド) 2015. 01. 15, 全文, 全図面 & US 2015/0293147 A1	1-5
A	US 2013/0285692 A1 (ISC CO., LTD.) 2013. 10. 31, 全文, 全図面 & KR 10-1204941 B1	1-5