

明 細 書

発明の名称：導電性粒子、ソケット、導電材料及び接続構造体 技術分野

[0001] 本発明は、基材粒子の表面上に導電部が配置されている導電性粒子に関する。また、本発明は、上記導電性粒子を用いたソケット、導電材料及び接続構造体に関する。

背景技術

[0002] 異方性導電ペースト及び異方性導電フィルム等の異方性導電材料が広く知られている。上記異方性導電材料では、バインダー中に導電性粒子が分散されている。

[0003] 上記異方性導電材料は、フレキシブルプリント基板（FPC）、ガラス基板、ガラスエポキシ基板及び半導体チップ等の様々な接続対象部材の電極間を電氣的に接続し、接続構造体を得るために用いられている。また、上記導電性粒子として、基材粒子と、該基材粒子の表面上に配置された導電部とを有する導電性粒子が用いられることがある。

[0004] 近年、IoT、5G通信、VR、AR、人工知能、及び自動運転システム等の市場拡大に伴う情報量の増加や通信速度の高速化により、データサーバ、PC、及び携帯端末等のプロセッサには、情報処理速度の高速化がより一層求められている。

[0005] 大容量の情報を高速に処理する方法としては、例えば、CPU（中央演算処理装置）の処理能力を向上させる方法等が挙げられる。CPUの処理能力を向上させるために、CPUとマザーボードとを接続するソケット（CPUソケット）の金属端子（金属ピン）の多ピン化及び狭ピッチ化が進行している。

[0006] 金属端子（金属ピン）を用いたソケットの一例が下記の特許文献1に開示されている。下記の特許文献1には、半導体素子又は半導体装置等の電子部品と実装基板との間に介在して電子部品を着脱可能に装着するとともに、電

子部品と実装基板とを電氣的に接続する電子部品用ソケットが開示されている。上記電子部品用ソケットでは、樹脂から構成されたソケット本体の実装面側に、接続端子が設けられている。この接続端子は、ソケット本体と一体にソケット本体から突出して設けられた樹脂バンプの外面に、導体膜が被着して形成されている。上記電子部品用ソケットでは、上記導体膜の内面に基端が接合され、かつ基端側が上記樹脂バンプ及び上記ソケット本体に埋没して封止されて、接続端子が設けられている。この接続端子は、先端側が上記ソケット本体の実装面とは反対面側から屈曲形状に延出して形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2003-297507号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献1に記載されているような従来のソケット等では、さらなる多ピン化及び狭ピッチ化に対応するために、微細な金属端子（金属ピン）を加工することが非常に困難である。また、金属端子（金属ピン）を微細化することで、金属端子（金属ピン）の強度が低下し、CPU接続時等に金属端子（金属ピン）が折れたり、曲がったりすることで、接続不良が発生することがある。従来の金属端子（金属ピン）を用いるソケットでは、さらなる多ピン化及び狭ピッチ化に対応することは困難であり、情報処理速度の高速化を実現することが困難である。

[0009] 本発明の目的は、長期間に渡り圧縮されても、高い接続信頼性を維持することができる導電性粒子を提供することである。また、本発明の目的は、上記導電性粒子を用いた導電材料及び接続構造体を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明者らは、上記の課題を鋭意検討した結果、金属端子（金属ピン）の

代わりに、特定の導電性粒子を用いることで、上記の課題を解決できることを見出した。

- [0011] 本発明の広い局面によれば、基材粒子と、前記基材粒子の表面上に配置された導電部とを備える導電性粒子であり、前記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率が、85%以上である、導電性粒子が提供される。
- [0012] 本発明に係る導電性粒子のある特定の局面では、前記導電部が、第1の導電層を有し、前記第1の導電層の材料が、延展性金属を含み、前記導電性粒子の粒子径の、前記第1の導電層の厚みに対する比が、50以上1000以下である。
- [0013] 本発明に係る導電性粒子のある特定の局面では、前記導電性粒子を荷重1000mNで圧縮したときの圧縮変形率が、10%以上である。
- [0014] 本発明に係る導電性粒子のある特定の局面では、前記基材粒子を14.12mN/秒の負荷速度で1961mNまで負荷した後、14.12mN/秒の除荷速度で除荷したときに、負荷時の圧縮荷重が500mNにおける圧縮変位の、除荷時の圧縮荷重が500mNにおける圧縮変位に対する比が、0.7以上であり、負荷時の圧縮荷重が1000mNにおける圧縮変位の、除荷時の圧縮荷重が1000mNにおける圧縮変位に対する比が、0.7以上である。
- [0015] 本発明に係る導電性粒子のある特定の局面では、前記基材粒子の材料が、ポリエーテル骨格を有する多官能（メタ）アクリレートを含み、前記基材粒子の材料100重量%中、前記ポリエーテル骨格を有する多官能（メタ）アクリレートの含有量が、5重量%以上である。
- [0016] 本発明に係る導電性粒子のある特定の局面では、前記導電性粒子の粒子径が、100 μ m以上1000 μ m以下である。
- [0017] 本発明に係る導電性粒子のある特定の局面では、前記導電部が、2層以上の積層構造を有し、前記導電部の外表面の材料が、金、銀、銅、錫、亜鉛、ニッケル、ベリリウム、コバルト、パラジウム、白金、ロジウム、ルテニウ

ム、イリジウム、又はこれらの合金である。

[0018] 本発明に係る導電性粒子のある特定の局面では、前記導電性粒子は、ソケット又はコネクタを得るために用いられる。

[0019] 本発明の広い局面によれば、ソケット本体と、上述した導電性粒子とを備え、前記導電性粒子が、接続端子を構成している、ソケットが提供される。

[0020] 本発明の広い局面によれば、上述した導電性粒子と、バインダーとを含む、導電材料が提供される。

[0021] 本発明の広い局面によれば、第1の電極を表面に有する第1の接続対象部材と、第2の電極を表面に有する第2の接続対象部材と、絶縁部材及び導電性粒子を有する接続部とを備え、前記導電性粒子が、上述した導電性粒子であり、前記第1の電極と前記第2の電極とが前記導電性粒子により電氣的に接続されている、接続構造体が提供される。

発明の効果

[0022] 本発明に係る導電性粒子は、基材粒子と、上記基材粒子の表面上に配置された導電部とを備える。本発明に係る導電性粒子では、上記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率が、85%以上である。本発明に係る導電性粒子では、上記の構成が備えられているので、長期間に渡り圧縮されても、高い接続信頼性を維持することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係る導電性粒子を示す断面図である。

。

[図2]図2は、本発明の第2の実施形態に係る導電性粒子を示す断面図である。

。

[図3]図3は、本発明の第3の実施形態に係る導電性粒子を示す断面図である。

。

[図4]図4は、本発明の第1の実施形態に係る導電性粒子を用いた接続構造体を模式的に示す正面断面図である。

[図5]図5は、本発明の第1の実施形態に係る導電性粒子を用いた接続構造体

の他の例を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

[0024] 以下、本発明の詳細を説明する。

[0025] (導電性粒子)

本発明に係る導電性粒子は、基材粒子と、上記基材粒子の表面上に配置された導電部とを備える。本発明に係る導電性粒子では、上記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率が、85%以上である。

[0026] 本発明に係る導電性粒子では、上記の構成が備えられているので、長期間に渡り圧縮されても、高い接続信頼性を維持することができる。

[0027] また、金属端子（金属ピン）の代わりに導電性粒子を用いる際も、従来の導電性粒子では、一時的に接続信頼性を高めることしか考慮されておらず、長期間（例えば、一週間程度）に渡り圧縮負荷された後も高い接続信頼性を維持するということは考慮されていない。従来の導電性粒子を金属端子（金属ピン）の代りに用いた場合、長期間（例えば、一週間程度）に渡り圧縮負荷されると、接続信頼性が低下するという課題がある。

[0028] 本発明者らは、上記の課題を鋭意検討した結果、従来の導電性粒子が接続構造体に用いられ、接続対象部材等により長期間に渡り圧縮負荷された場合、導電性粒子が破損する可能性や、除荷後も変形したままその形状が十分に回復しない可能性があることを見出した。すなわち、従来の導電性粒子を用いた接続構造体では、長期間の使用（導電性粒子の圧縮）後、次回接続時に導通不良を起こすことがある。

[0029] 一方、本発明に係る導電性粒子では、上記の構成が備えられているので、長期間に渡り圧縮されても、高い接続信頼性を維持することができる。本発明では、上記のような効果を得るために、特定の導電性粒子を用いることは大きく寄与する。

[0030] 上記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率は、85%以上である。上記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時

間保持した後の圧縮回復率は、好ましくは90%以上、より好ましくは95%以上、さらに好ましくは97%以上、最も好ましくは100%である。上記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率が、上記下限以上であると、長期間に渡り導電性粒子が損傷しにくい。結果として、長期間に渡り導電性粒子が圧縮されても、高い接続信頼性をより一層効果的に維持することができる。

[0031] 上記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率は、以下の圧縮試験Aにより測定できる。

[0032] <圧縮試験A>

第1のライドガラスの表面上に導電性粒子を散布し、さらに第2のライドガラスを積層し、積層体を得る。次いで、マイクロメーターによって積層体を挟み、25℃で、導電性粒子の粒子径が20%圧縮変形するまで負荷を与える。導電性粒子を20%圧縮した状態で、168時間保持した後、導電性粒子を取り出し、導電性粒子を電子顕微鏡又は光学顕微鏡にて観察し、導電性粒子の粒子径を測定する。上記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率を、下記式から求める。なお、任意の導電性粒子50個にて測定を行い、導電性粒子の粒子径の平均値を算出することが好ましい。圧縮試験A前の導電性粒子の粒子径は、後の圧縮における圧縮方向での圧縮前の導電性粒子の粒子径である。圧縮試験A後の導電性粒子の粒子径は、圧縮方向での圧縮後の導電性粒子の粒子径である。また、圧縮試験A後の導電性粒子の粒子径は、導電性粒子を取り出して30分後に計測された粒子径である。上記マイクロメーターとしては、ミットヨ社製「MDC-25PXT」等が挙げられる。圧縮試験A前後の導電性粒子の粒子径は、例えば、光学顕微鏡に付随するソフトウェアの直径計測機能等により計測することができる。上記光学顕微鏡としては、キーエンス社製「デジタルマイクロスコープVHXシリーズ」等が挙げられる。

[0033] 圧縮回復率 (%) = $(H2 / H1) \times 100$

H1 : 圧縮試験A前の導電性粒子の粒子径

H 2 : 圧縮試験 A 後の導電性粒子の粒子径

[0034] また、初期の接続信頼性を高める観点からは、上記導電性粒子の 20% 圧縮したときの圧縮回復率（圧縮状態を保持せずに計測した圧縮回復率）は、好ましくは 90% 以上、より好ましくは 95% 以上、さらに好ましくは 97% 以上、最も好ましくは 100% である。

[0035] 上記導電性粒子の 20% 圧縮したときの圧縮回復率（圧縮状態を保持せずに計測した圧縮回復率）は、以下の圧縮試験 B により測定できる。

[0036] <圧縮試験 B>

上述した圧縮試験 A で、導電性粒子を 20% 圧縮した状態で 5 分間保持した後、導電性粒子を取り出し、導電性粒子を電子顕微鏡又は光学顕微鏡にて観察し、導電性粒子の粒子径を測定する。上記導電性粒子の 20% 圧縮したときの圧縮回復率（圧縮状態を保持せずに計測した圧縮回復率）を、下記式から求める。なお、任意の導電性粒子 50 個にて測定を行い、導電性粒子の粒子径の平均値を算出することが好ましい。圧縮試験 B 前の導電性粒子の粒子径は、後の圧縮における圧縮方向での圧縮前の導電性粒子の粒子径である。圧縮試験 B 後の導電性粒子の粒子径は、圧縮方向での圧縮後の導電性粒子の粒子径である。また、圧縮試験 B 後の導電性粒子の粒子径は、導電性粒子を取り出して 30 分後に計測された粒子径である。

[0037] 圧縮回復率 (%) = (J 2 / J 1) × 100

J 1 : 圧縮試験 B 前の導電性粒子の粒子径

J 2 : 圧縮試験 B 後の導電性粒子の粒子径

[0038] 上記導電性粒子を荷重 1000 mN で圧縮したときの圧縮変形率は、好ましくは 10% 以上、より好ましくは 15% 以上、さらに好ましくは 20% 以上であり、好ましくは 50% 以下、より好ましくは 45% 以下、さらに好ましくは 40% 以下である。上記導電性粒子を荷重 1000 mN で圧縮したときの圧縮変形率が上記下限以上及び上記上限以下であると、長期間に渡り導電性粒子が損傷しにくい。結果として、長期間に渡り導電性粒子が圧縮されても、高い接続信頼性をより一層効果的に維持することができる。なお、上

記圧縮変形率は、上記導電性粒子の圧縮後の圧縮方向の粒子径の、上記導電性粒子の圧縮前の粒子径に対する比（％）を示す。

[0039] 上記導電性粒子の10％圧縮したときの圧縮弾性率（10％K値）は、好ましくは10N/mm²以上、より好ましくは50N/mm²以上であり、好ましくは1000N/mm²以下、より好ましくは500N/mm²以下である。上記10％K値が上記下限以上及び上記上限以下であると、初期の接続信頼性を高めることができる。

[0040] 上記導電性粒子の20％圧縮したときの圧縮弾性率（20％K値）は、好ましくは10N/mm²以上、より好ましくは50N/mm²以上であり、好ましくは1000N/mm²以下、より好ましくは500N/mm²以下である。上記20％K値が上記下限以上及び上記上限以下であると、初期の接続信頼性を高めることができる。

[0041] 上記導電性粒子における上記圧縮弾性率（10％K値及び20％K値）は、以下のようにして測定できる。

[0042] 微小圧縮試験機を用いて、円柱（直径2mm、ステンレス上にBeCu/Au製）の平滑圧子端面で、25℃、圧縮速度0.3mN/秒、及び最大試験荷重20mNの条件下で1個の導電性粒子を圧縮する。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。上記微小圧縮試験機として、例えば、ノードソン社製「4000Plusボンドテスター」等が用いられる。

[0043] $10\%K \text{ 値又は } 20\%K \text{ 値 (N/mm}^2) = (3/2^{1/2}) \cdot F \cdot S^{-3/2} \cdot R^{-1/2}$

F：導電性粒子が10％又は20％圧縮変形したときの荷重値（N）

S：導電性粒子が10％又は20％圧縮変形したときの圧縮変位（mm）

R：導電性粒子の半径（mm）

[0044] 上記圧縮弾性率は、導電性粒子の硬さを普遍的かつ定量的に表す。上記圧縮弾性率の使用により、導電性粒子の硬さを定量的かつ一義的に表すことができる。

- [0045] 上記導電性粒子を20%圧縮した状態の上記導電性粒子の抵抗値（R1）は、好ましくは0.1mΩ以上、より好ましくは1mΩ以上であり、好ましくは100mΩ以下、より好ましくは50mΩ以下、さらに好ましくは25mΩ以下、特に好ましくは20mΩ以下である。上記抵抗値（R1）が、上記下限以上及び上記上限以下であると、初期の接続信頼性を高めることができる。
- [0046] 上記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の導電性粒子の抵抗値（R2）は、好ましくは0.1mΩ以上、より好ましくは1mΩ以上であり、好ましくは100mΩ以下、より好ましくは50mΩ以下、さらに好ましくは25mΩ以下、特に好ましくは20mΩ以下である。上記抵抗値（R2）が、上記下限以上及び上記上限以下であると、長期間に渡り導電性粒子が圧縮されても、高い接続信頼性をより一層効果的に維持することができる。
- [0047] 上記抵抗値（R1）及び上記抵抗値（R2）は以下のようにして測定できる。
- [0048] 微小圧縮試験機を用いて、円柱（直径2mm、ステンレス上にBeCu/Au製）の平滑圧子端面で、25℃で、導電性粒子の中心方向に導電性粒子が20%圧縮変形するまで負荷を与える。導電性粒子を20%圧縮した状態で導通抵抗を測定し、抵抗値（R1）とする。また、導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の導通抵抗を測定し、抵抗値（R2）とする。上記微小圧縮試験機としては、ノードソン社製「4000Plusボンドテスター」等が用いられる。
- [0049] 上記導電性粒子の粒子径は、好ましくは100μm以上、より好ましくは150μm以上、さらに好ましくは300μm以上であり、好ましくは1000μm以下、より好ましくは800μm以下、さらに好ましくは700μm以下である。上記導電性粒子の粒子径が、上記下限以上及び上記上限以下であると、本発明の効果をより一層効果的に発揮することができる。また、導電性粒子をソケット又はコネクタを得るために好適に用いることができる。

。

[0050] 上記導電性粒子の粒子径は、平均粒子径であることが好ましく、数平均粒子径であることが好ましい。上記導電性粒子の粒子径は、例えば、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、各導電性粒子の粒子径の平均値を算出することや、粒度分布測定装置を用いて求められる。電子顕微鏡又は光学顕微鏡での観察では、1個当たりの導電性粒子の粒子径は、円相当径での粒子径として求められる。電子顕微鏡又は光学顕微鏡での観察において、任意の50個の導電性粒子の円相当径での平均粒子径は、球相当径での平均粒子径とほぼ等しくなる。粒度分布測定装置では、1個当たりの導電性粒子の粒子径は、球相当径での粒子径として求められる。上記導電性粒子の平均粒子径は、粒度分布測定装置を用いて算出することが好ましい。

。

[0051] 上記導電性粒子の粒子径の変動係数（CV値）は、好ましくは10%以下、より好ましくは5%以下である。上記導電性粒子の粒子径の変動係数が、上記上限以下であると、導電性粒子と電極との接触面積を十分に大きくすることができる。

[0052] 上記変動係数（CV値）は、以下のようにして測定できる。

[0053] $CV \text{ 値} (\%) = (\rho / D_n) \times 100$

ρ : 導電性粒子の粒子径の標準偏差

D_n : 導電性粒子の粒子径の平均値

[0054] 上記導電性粒子の形状は特に限定されない。上記導電性粒子の形状は、球状であってもよく、球状以外の形状であってもよく、四角柱状、円柱状及び扁平状等の形状であってもよい。

[0055] 以下、図面を参照しつつ、本発明を具体的に説明する。

[0056] 図1は、本発明の第1の実施形態に係る導電性粒子を示す断面図である。

[0057] 図1に示す導電性粒子1は、基材粒子2と、導電部3とを有する。導電部3は、基材粒子2の表面上に配置されている。導電性粒子1では、導電部3は、基材粒子2の表面に接している。導電性粒子1は、基材粒子2の表面が

導電部 3 により被覆された被覆粒子である。

[0058] 導電性粒子 1 では、導電部 3 は、単層の導電層である。上記導電性粒子では、上記導電部が上記基材粒子の表面の全体を覆っていてもよく、上記導電部が上記基材粒子の表面の一部を覆っていてもよい。上記導電性粒子では、上記導電部は、単層の導電層であってもよく、2 層以上の層から構成される多層の導電層であってもよい。

[0059] 導電性粒子 1 は、後述する導電性粒子 1 1 とは異なり、芯物質を有さない。導電性粒子 1 は表面に突起を有さない。導電性粒子 1 は球状である。導電部 3 は外表面に突起を有さない。このように、本発明に係る導電性粒子は導電性部分の表面に突起を有していなくてもよく、球状であってもよい。

[0060] 図 2 は、本発明の第 2 の実施形態に係る導電性粒子を示す断面図である。

[0061] 図 2 に示す導電性粒子 1 1 は、基材粒子 2 と、導電部 1 2 と、複数の芯物質 1 3 とを有する。導電部 1 2 は、基材粒子 2 の表面上に基材粒子 2 に接するように配置されている。

[0062] 導電性粒子 1 1 では、導電部 1 2 は、単層の導電層である。上記導電性粒子では、上記導電部が上記基材粒子の表面の全体を覆っていてもよく、上記導電部が上記基材粒子の表面の一部を覆っていてもよい。上記導電性粒子では、上記導電部は、単層の導電層であってもよく、2 層以上の層から構成される多層の導電層であってもよい。

[0063] 導電性粒子 1 1 は導電性部分の表面に、複数の突起 1 1 a を有する。導電部 1 2 は外表面に、複数の突起 1 2 a を有する。複数の芯物質 1 3 が、基材粒子 2 の表面上に配置されている。複数の芯物質 1 3 は、導電部 1 2 内に埋め込まれている。芯物質 1 3 は、突起 1 1 a, 1 2 a の内側に配置されている。導電部 1 2 は、複数の芯物質 1 3 を被覆している。複数の芯物質 1 3 により導電部 1 2 の外表面が隆起されており、突起 1 1 a, 1 2 a が形成されている。

[0064] 図 3 は、本発明の第 3 の実施形態に係る導電性粒子を示す断面図である。

[0065] 図 3 に示す導電性粒子 2 1 は、基材粒子 2 と、導電部 2 3 とを有する。導

電部 23 は全体で、基材粒子 2 側に第 1 の導電層 23 A と、基材粒子 2 側とは反対側に第 2 の導電層 23 B とを有する。

[0066] 導電性粒子 1 と導電性粒子 2 1 とでは、導電部のみが異なっている。すなわち、導電性粒子 1 では、1 層構造の導電部 3 が形成されているのに対し、導電性粒子 2 1 では、2 層構造の導電部 23 (第 1 の導電層 23 A 及び第 2 の導電層 23 B) が形成されている。第 1 の導電層 23 A と第 2 の導電層 23 B とは別の導電部として形成されている。

[0067] 第 1 の導電層 23 A は、基材粒子 2 の表面上に配置されている。基材粒子 2 と第 2 の導電層 23 B との間に、第 1 の導電層 23 A が配置されている。第 1 の導電層 23 A は、基材粒子 2 に接している。第 2 の導電層 23 B は、第 1 の導電層 23 A に接している。従って、基材粒子 2 の表面上に第 1 の導電層 23 A が配置されており、第 1 の導電層 23 A の表面上に第 2 の導電層 23 B が配置されている。

[0068] 導電性粒子 2 1 は、導電性粒子 1 1 とは異なり、芯物質を有さない。導電性粒子 2 1 は表面に突起を有さない。導電性粒子 2 1 は球状である。導電部 23 は外表面に突起を有さない。

[0069] 以下、導電性粒子の他の詳細について説明する。

[0070] (基材粒子)

上記基材粒子の材料は特に限定されない。

[0071] 上記基材粒子の材料は、有機材料であってもよく、無機材料であってもよい。上記有機材料のみにより形成された基材粒子としては、樹脂粒子等が挙げられる。上記無機材料のみにより形成された基材粒子としては、金属を除く無機粒子等が挙げられる。上記有機材料と上記無機材料との双方により形成された基材粒子としては、有機無機ハイブリッド粒子等が挙げられる。基材粒子の柔軟性及び圧縮特性の双方を良好にする観点からは、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。

[0072] 上記有機材料としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、

ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリイソブチレン、ポリブタジエン等のポリオレフィン樹脂；ポリメチルメタクリレート及びポリメチルアクリレート等のアクリル樹脂；ポリカーボネート、ポリアミド、フェノールホルムアルデヒド樹脂、メラミンホルムアルデヒド樹脂、ベンゾグアナミンホルムアルデヒド樹脂、尿素ホルムアルデヒド樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、ベンゾグアナミン樹脂、尿素樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、飽和ポリエステル樹脂、ポリ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、及びジビニルベンゼン重合体等が挙げられる。上記ビニルベンゼン重合体は、ジビニルベンゼン共重合体であってもよい。上記ジビニルベンゼン共重合体としては、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。上記基材粒子の圧縮特性を好適な範囲に容易に制御できるので、上記基材粒子の材料は、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。

[0073] 上記基材粒子は、上記エチレン性不飽和基を有する重合性単量体を重合させることによって得ることができる。上記の重合方法としては特に限定されず、ラジカル重合、イオン重合、重縮合（縮合重合、縮重合）、付加縮合、リビング重合、及びリビングラジカル重合等の公知の方法が挙げられる。また、他の重合方法としては、ラジカル重合開始剤の存在下での懸濁重合が挙げられる。

[0074] 上記基材粒子を、エチレン性不飽和基を有する重合性単量体を重合させて得る場合、上記エチレン性不飽和基を有する重合性単量体としては、非架橋性の単量体と架橋性の単量体とが挙げられる。

[0075] 上記非架橋性の単量体としては、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単量体；メチルビニルエーテル、エチルビニルエーテル、プロピルビニルエーテル等のビニルエーテル化合

物；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化合物；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）アクリレート化合物；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）アクリレート化合物；（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； 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化合物；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。

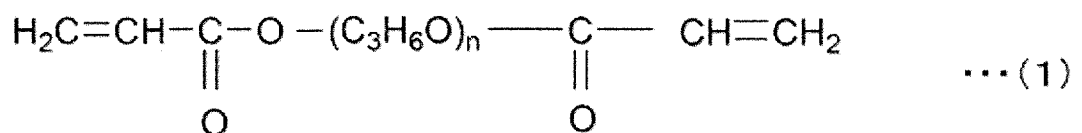
[0076] 上記架橋性の単量体としては、ビニル化合物として、ジビニルベンゼン、1,4-ジビニロキシブタン、ジビニルスルホン等のビニル単量体；（メタ）アクリル化合物として、テトラメチロールメタンテトラ（メタ）アクリレート、ポリテトラメチレングリコールジアクリレート、テトラメチロールメタントリ（メタ）アクリレート、テトラメチロールメタンジ（メタ）アクリレート、トリメチロールプロパントリ（メタ）アクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサ（メタ）アクリレート、ジペンタエリスリトールペンタ（メタ）アクリレート、グリセロールトリ（メタ）アクリレート、グリセロールジ（メタ）アクリレート、ポリエチレングリコールジ（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；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；シラン化合物として、テトラメトキシシラン、テトラエトキシシラン、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化合物；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ラン、ジメトキシエチルビニルシラン、ジエトキシメチルビニルシラン、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。

[0077] 上記基材粒子を、エチレン性不飽和基を有する重合性単量体を重合させて得る場合、上記エチレン性不飽和基を有する重合性単量体は、架橋性の単量体を含むことが好ましく、多官能の架橋性単量体を含むことがより好ましい

。上記エチレン性不飽和基を有する重合性単量体は、ポリプロピレングリコールジ（メタ）アクリレートを含むことがさらに好ましく、下記式（１）で表される単量体を含むことが特に好ましい。本発明の効果をより一層効果的に発揮する観点からは、上記基材粒子の材料は、多官能（メタ）アクリレートを含むことが好ましく、ポリエーテル骨格を有する多官能（メタ）アクリレートを含むことがより好ましい。本発明の効果をより一層効果的に発揮する観点からは、上記基材粒子の材料は、ポリアルキレングリコール骨格を有する多官能（メタ）アクリレートを含むことがさらに好ましく、ポリプロピレングリコールジ（メタ）アクリレートを含むことが特に好ましく、下記式（１）で表される単量体（以下、「単量体X」と記載することがある）を含むことが最も好ましい。本発明の効果をより一層効果的に発揮する観点からは、上記ポリアルキレングリコール骨格のアルキレン基の炭素数は、好ましくは2以上、好ましくは4以下、より好ましくは3以下である。上記基材粒子の材料が、上記の好ましい単量体Xを含む場合、上記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率をより一層効果的に高めることができるので、本発明の効果をより一層効果的に発揮することができる。

[0078] [化1]



[0079] 上記式（１）中、nは5以上20以下の整数を表す。上記式（１）中、nは、好ましくは7以上、より好ましくは10以上であり、好ましくは17以下、より好ましくは15以下である。

[0080] 上記基材粒子の材料100重量%中、上記ポリエーテル骨格を有する多官能（メタ）アクリレートの含有量は、好ましくは5重量%以上、より好ましくは10重量%以上、さらに好ましくは30重量%以上であり、好ましくは100重量%以下、より好ましくは90重量%以下、さらに好ましくは80

重量%以下、特に好ましくは60重量%以下である。上記ポリエーテル骨格を有する多官能（メタ）アクリレートの含有量が上記下限以上及び上記上限以下であると、本発明の効果をより一層効果的に発揮することができる。上記基材粒子の材料100重量%中、上記ポリエーテル骨格を有する多官能（メタ）アクリレートの含有量は、100重量%（全量）であってもよい。

[0081] 上記基材粒子の材料100重量%中、上記ポリアルキレングリコール骨格を有する多官能（メタ）アクリレートの含有量は、好ましくは5重量%以上、より好ましくは10重量%以上、さらに好ましくは30重量%以上であり、好ましくは100重量%以下、より好ましくは90重量%以下、さらに好ましくは80重量%以下、特に好ましくは60重量%以下である。上記ポリアルキレングリコール骨格を有する多官能（メタ）アクリレートの含有量が上記下限以上及び上記上限以下であると、本発明の効果をより一層効果的に発揮することができる。上記基材粒子の材料100重量%中、上記ポリアルキレングリコール骨格を有する多官能（メタ）アクリレートの含有量は、100重量%（全量）であってもよい。

[0082] 上記基材粒子の材料100重量%中、上記単量体X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、さらに好ましくは30重量%以上であり、好ましくは100重量%以下、より好ましくは90重量%以下、さらに好ましくは80重量%以下、特に好ましくは60重量%以下である。上記単量体Xの含有量が上記下限以上及び上記上限以下であると、本発明の効果をより一層効果的に発揮することができる。上記基材粒子の材料100重量%中、上記単量体Xの含有量は、100重量%（全量）であってもよい。

[0083] 上記基材粒子の材料は、上記単量体X以外の単量体を含んでいてもよい。上記単量体X以外の単量体としては、スチレン、ジビニルベンゼン、メチル（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、及び1,9-ノナンジオールジ（メタ）アクリレート等が挙げられる。上記単量体X以外の単量体は、ポリテトラメチレングリコールジ（メタ）

アクリレート又は1,9-ノナンジオールジ(メタ)アクリレートであることが好ましく、ポリテトラメチレングリコールジ(メタ)アクリレートであることがより好ましい。上記単量体X以外の単量体が、上記の好ましい単量体であると、上記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率をより一層効果的に高め、本発明の効果をより一層効果的に発揮することができる。

[0084] 上記基材粒子の材料の粘度を低減し、基材粒子の成形性を良好にする観点からは、上記基材粒子の材料100重量%中、上記単量体X以外の単量体の含有量は、好ましくは10重量%以上、より好ましくは20重量%以上、さらに好ましくは40重量%以上であり、好ましくは95重量%以下、より好ましくは90重量%以下、さらに好ましくは70重量%以下である。

[0085] 上記無機材料としては、シリカ、アルミナ、チタン酸バリウム、ジルコニア、カーボンブラック、ケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、鉛ガラス、ソーダ石灰ガラス及びアルミナシリケートガラス等が挙げられる。

[0086] 上記基材粒子は、有機無機ハイブリッド粒子であってもよい。上記基材粒子は、コアシェル粒子であってもよい。上記基材粒子が有機無機ハイブリッド粒子である場合に、上記基材粒子の材料である無機物としては、シリカ、アルミナ、チタン酸バリウム、ジルコニア及びカーボンブラック等が挙げられる。上記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基材粒子としては特に限定されないが、加水分解性のアルコキシシリル基を2つ以上持つ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基材粒子が挙げられる。上記有機無機ハイブリッド粒子としては、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。

[0087] 上記有機無機ハイブリッド粒子は、コアと、該コアの表面上に配置されたシェルとを有するコアシェル型の有機無機ハイブリッド粒子であることが好ましい。上記コアが有機コアであることが好ましい。上記シェルが無機シェ

ルであることが好ましい。上記基材粒子は、有機コアと上記有機コアの表面上に配置された無機シェルとを有する有機無機ハイブリッド粒子であることが好ましい。

- [0088] 上記有機コアの材料としては、上述した有機材料等が挙げられる。
- [0089] 上記無機シェルの材料としては、上述した基材粒子の材料として挙げた無機物が挙げられる。上記無機シェルの材料は、シリカであることが好ましい。上記無機シェルは、上記コアの表面上で、金属アルコキシドをゾルゲル法によりシェル状物とした後、該シェル状物を焼成させることにより形成されていることが好ましい。上記金属アルコキシドはシランアルコキシドであることが好ましい。上記無機シェルはシランアルコキシドにより形成されていることが好ましい。
- [0090] 上記基材粒子では、上記基材粒子を14.12 mN/秒の負荷速度で1961 mNまで負荷した後、14.12 mN/秒の除荷速度で除荷したときに、負荷時の圧縮荷重が500 mNにおける圧縮変位(L1)の、除荷時の圧縮荷重が500 mNにおける圧縮変位(L2)に対する比(L1/L2)が、以下の範囲を満たすことが好ましい。すなわち、上記比(L1/L2)は、好ましくは0.6以上、より好ましくは0.7以上、さらに好ましくは0.8以上、特に好ましくは0.9以上である。上記比(L1/L2)が上記下限以上であると、本発明の効果をより一層効果的に発揮することができる。上記比(L1/L2)の上限は、特に限定されない。上記比(L1/L2)は、1.0以下であってもよく、1.0未満であってもよい。
- [0091] また、上記基材粒子では、上記基材粒子を14.12 mN/秒の負荷速度で1961 mNまで負荷した後、14.12 mN/秒の除荷速度で除荷したときに、負荷時の圧縮荷重が1000 mNにおける圧縮変位(L3)の、除荷時の圧縮荷重が1000 mNにおける圧縮変位(L4)に対する比(L3/L4)が、以下の範囲を満たすことが好ましい。すなわち、上記比(L3/L4)は、好ましくは0.6以上、より好ましくは0.7以上、さらに好ましくは0.8以上、特に好ましくは0.9以上である。上記比(L3/L

4) が上記下限以上であると、本発明の効果をより一層効果的に発揮することができる。上記比 ($L3/L4$) の上限は、特に限定されない。上記比 ($L3/L4$) は、1.0以下であってもよく、1.0未満であってもよい。

[0092] 本発明の効果をより一層効果的に発揮する観点からは、上記基材粒子では、上記比 ($L1/L2$) が0.7以上であり、かつ、上記比 ($L3/L4$) が0.7以上であることが好ましい。本発明の効果をより一層効果的に発揮する観点からは、上記基材粒子では、負荷時の圧縮荷重が500mN~1000mNの範囲全体において、負荷時の圧縮変位の、除荷時の圧縮変位に対する比が、0.7以上であることが好ましい。上記基材粒子では、負荷時の圧縮荷重が500mN~1000mNの範囲全体において、負荷時の圧縮変位の、除荷時の圧縮変位に対する比が、1.0以下であってもよく、1.0未満であってもよい。

[0093] 上記圧縮変位 ($L1$)、上記圧縮変位 ($L2$)、上記圧縮変位 ($L3$)、及び上記圧縮変位 ($L4$) は、以下の圧縮試験Cにより測定できる。

[0094] <圧縮試験C>

試料台上に基材粒子を散布する。散布された基材粒子1個について、微小圧縮試験機を用いて、基材粒子の中心方向に、14.12mN/秒の負荷速度で1961mN(反転荷重値)まで負荷を与える。その後、14.12mN/秒の除荷速度で原点用荷重値(20.2mN)まで除荷を行う。この間の荷重-圧縮変位を測定し、圧縮変位-圧縮荷重曲線(圧縮変位曲線)を作成する。負荷時の圧縮荷重が500mNにおける圧縮変位 ($L1$)、除荷時の圧縮荷重が500mNにおける圧縮変位 ($L2$)、負荷時の圧縮荷重が1000mNにおける圧縮変位 ($L3$)、及び除荷時の圧縮荷重が1000mNにおける圧縮変位 ($L4$) を求める。上記微小圧縮試験機としては、島津製作所社製「マイクロオートグラフMST-1」等が挙げられる。なお、上記圧縮変位 ($L1$)、上記圧縮変位 ($L2$)、上記圧縮変位 ($L3$)、及び上記圧縮変位 ($L4$) は、いずれも、原点用荷重値(20.2mN)における圧縮変位を基準とする。

- [0095] 上記基材粒子の粒子径は、好ましくは $30\ \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $100\ \mu\text{m}$ 以上、さらに好ましくは $200\ \mu\text{m}$ 以上、特に好ましくは $300\ \mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは $2000\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $1000\ \mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $600\ \mu\text{m}$ 以下である。上記基材粒子の粒子径が、上記下限以上及び上記上限以下であると、ソケット又はコネクタを得るために、導電性粒子をより一層好適に用いることができる。上記基材粒子の粒子径が、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を十分に大きくすることができ、また、導電部を形成する際に凝集した導電性粒子が形成され難くなり、導電部が基材粒子の表面から剥離し難くなる。
- [0096] 上記基材粒子の粒子径は、 $100\ \mu\text{m}$ 以上 $1000\ \mu\text{m}$ 以下であることが特に好ましい。上記基材粒子の粒子径が、 $100\ \mu\text{m}$ 以上 $1000\ \mu\text{m}$ 以下の範囲内であると、基材粒子の表面に導電部を形成する際に導電性粒子が凝集し難くなり、凝集した導電性粒子が形成され難くなる。また、上記基材粒子の粒子径が、 $100\ \mu\text{m}$ 以上 $800\ \mu\text{m}$ 以下の範囲内であると、ソケット又はコネクタを得るために、導電性粒子をより一層好適に用いることができる。
- [0097] 上記基材粒子の粒子径は、基材粒子が真球状である場合には、直径を示し、基材粒子が真球状ではない場合には、その体積相当の真球と仮定した際の直径を示す。
- [0098] 上記基材粒子の粒子径は、数平均粒子径を示す。上記基材粒子の粒子径は、任意の基材粒子 50 個を電子顕微鏡又は光学顕微鏡にて観察し、各基材粒子の粒子径の平均値を算出することや、粒度分布測定装置を用いて求められる。電子顕微鏡又は光学顕微鏡での観察では、1個当たりの基材粒子の粒子径は、円相当径での粒子径として求められる。電子顕微鏡又は光学顕微鏡での観察において、任意の 50 個の基材粒子の円相当径での平均粒子径は、球相当径での平均粒子径とほぼ等しくなる。粒度分布測定装置では、1個当たりの基材粒子の粒子径は、球相当径での粒子径として求められる。上記基材

粒子の平均粒子径は、粒度分布測定装置を用いて算出することが好ましい。導電性粒子において、上記基材粒子の粒子径を測定する場合には、例えば、以下のようにして測定できる。

[0099] 導電性粒子の含有量が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体を作製する。上記埋め込み樹脂体中に分散した導電性粒子（好ましくは基材粒子）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、50個の導電性粒子を無作為に選択し、各導電性粒子の基材粒子を観察する。各導電性粒子における基材粒子の粒子径を計測し、それらを算術平均して基材粒子の粒子径とする。

[0100] （導電部）

本発明に係る導電性粒子は、基材粒子と、上記基材粒子の表面上に配置された導電部とを備える。上記導電部は、金属を含むことが好ましい。上記導電部を構成する金属は特に限定されない。

[0101] 上記導電部を構成する金属としては、金、銀、パラジウム、銅、白金、亜鉛、鉄、錫、鉛、アルミニウム、コバルト、インジウム、ニッケル、クロム、チタン、アンチモン、ベリリウム、ロジウム、ルテニウム、イリジウム、ビスマス、タリウム、ゲルマニウム、カドミウム、ケイ素、タングステン、モリブデン及びこれらの合金等が挙げられる。また、上記導電部を構成する金属としては、錫ドープ酸化インジウム（ITO）及びはんだ等が挙げられる。上記導電部を構成する金属は1種のみが用いられてもよく、2種以上が併用されてもよい。

[0102] 接続抵抗をより一層効果的に低くし、基材粒子及び導電性粒子の圧縮特性を良好にするの観点からは、上記導電部は、延展性金属を含むことが好ましい。上記延展性金属は、延展性を有する。上記延展性金属としては、銅、亜鉛、錫、アルミニウム、ニッケル、金、銀、鉛、白金、チタン及びこれらの

合金等が挙げられる。

- [0103] 接続抵抗をより一層効果的に低くする観点からは、上記導電部は、ニッケル、金、パラジウム、ベリリウム、コバルト、錫、銀、又は銅を含むことが好ましく、ニッケル、金又は銅を含むことがより好ましい。
- [0104] 上記導電部は、第1の導電層を有することが好ましい。上記第1の導電層は、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。上記第1の導電層は、上記基材粒子に接していることが好ましい。
- [0105] 上記第1の導電層は、金属を含むことが好ましい。上記第1の導電層の材料としては、上述した金属が挙げられる。接続抵抗をより一層効果的に低くする観点からは、上記第1の導電層の材料は、延展性金属を含むことが好ましく、ニッケル、金又は銅を含むことがより好ましく、銅を含むことがさらに好ましい。導電部の割れの発生を抑制し、接続不良の発生を抑制する観点からは、上記第1の導電層の材料は、銅であることがさらに好ましい。
- [0106] 上記導電部は、1つの層により形成されていてもよい。上記導電部は、複数の層により形成されていてもよい。上記導電部は、2層の積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く、3層の積層構造を有していてもよく、3層以上の積層構造を有していてもよい。導電部の割れの発生を抑制し、接続不良の発生を抑制する観点からは、上記導電部は、2層以上の積層構造を有することが好ましい。
- [0107] 上記導電部が2層以上の積層構造を有する場合には、上記導電部の外表面の材料は、金、銀、銅、錫、亜鉛、ニッケル、ベリリウム、コバルト、パラジウム、白金、ロジウム、ルテニウム、イリジウム、又はこれらの合金であることが好ましく、金、銅、又はこれらの合金であることがより好ましい。上記導電部の外表面の材料が、上記の好ましい金属であると、上記第1の導電部の酸化を抑制することができるので、本発明の効果をより一層効果的に発揮することができる。
- [0108] 上記基材粒子の表面上に導電部を形成する方法は特に限定されない。上記導電部を形成する方法としては、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と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。上記導電部を形成する方法は、無電解めっき、電気めっき又は物理的な衝突による方法であることが好ましい。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。また、上記物理的な衝突による方法としては、シーターコンポーザ（徳寿工作所社製）等が用いられる。

[0109] 上記導電部の厚みは、好ましくは $0.2\ \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $1\ \mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは $15\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $10\ \mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $8\ \mu\text{m}$ 以下、特に好ましくは $7\ \mu\text{m}$ 以下である。上記導電部の厚みは、導電部が2層以上の積層構造を有する場合には導電部全体の厚みを意味する。上記導電部の厚みが、上記下限以上及び上記上限以下であると、導電部の割れの発生を抑制することができ、接続不良の発生を抑制することができる。また、十分な導電性が得られ、かつ導電性粒子が硬くなることを防止することができる。

[0110] 上記第1の導電層の厚みは、好ましくは $0.2\ \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $1\ \mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは $15\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $10\ \mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $8\ \mu\text{m}$ 以下である。上記第1の導電層の厚みが、上記下限以上及び上記上限以下であると、上記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率をより一層効果的に高めることができるので、本発明の効果をより一層効果的に発揮することができる。

[0111] 上記導電部が2層以上の積層構造を有する場合には、最外層の導電部の厚みは、好ましくは $0.001\ \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $0.01\ \mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは $10\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $7\ \mu\text{m}$ 以下である。上記最外層の導電部の厚みが、上記下限以上及び上記上限以下であると、最外層の導電部による被覆が均一になり、耐腐食性を効果的に高くすることができる。また、上記最外層を構成する金属が金である場合には、最外層の厚みが薄

いほど、コストを低くすることができる。

[0112] 上記導電部の厚みは、例えば走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて、導電性粒子の断面を観察することにより測定できる。上記導電部の厚みについては、任意の導電部の厚み5箇所の平均値を1個の導電性粒子の導電部の厚みとして算出することが好ましく、導電部全体の厚みの平均値を1個の導電性粒子の導電部の厚みとして算出することがより好ましい。上記導電部の厚みは、任意の導電性粒子10個について、各導電性粒子の導電部の厚みの平均値を算出することにより求めることが好ましい。

[0113] 上記導電性粒子の粒子径の、上記第1の導電層の厚みに対する比（導電性粒子の粒子径／第1の導電層の厚み）は、好ましくは40以上、より好ましくは50以上、さらに好ましくは100以上であり、好ましくは1500以下、より好ましくは1000以下、さらに好ましくは800以下である。上記比（導電性粒子の粒子径／第1の導電層の厚み）が、上記下限以上及び上記上限以下であると、上記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率をより一層効果的に高めることができるので、本発明の効果をより一層効果的に発揮することができる。

[0114] 上記導電性粒子の粒子径の、上記導電部の厚みに対する比（導電性粒子の粒子径／導電部の厚み）は、好ましくは5以上、より好ましくは10以上、さらに好ましくは20以上であり、好ましくは800以下、より好ましくは650以下、さらに好ましくは300以下である。上記比（導電性粒子の粒子径／導電部の厚み）が、上記下限以上及び上記上限以下であると、上記導電性粒子の圧縮回復率をより一層高めることができるので、本発明の効果をより一層効果的に発揮することができる。

[0115] （芯物質）

上記導電性粒子は、上記導電部の外表面に突起を有していてもよい。上記導電性粒子は、導電性部分の表面に突起を有していてもよい。上記突起は、複数であることが好ましい。導電性粒子と接触する電極の表面には、酸化被膜が形成されていることが多い。導電部の表面に突起を有する導電性粒子を

用いた場合には、導電性粒子と電極とを圧着させることにより、突起により上記酸化被膜を効果的に排除できる。このため、電極と導電部とがより一層確実に接触し、導電性粒子と電極との接触面積を十分に大きくすることができ、接続抵抗をより一層効果的に低くすることができる。さらに、導電性粒子がバインダーに分散されて導電材料として用いられる場合に、導電性粒子の突起によって、導電性粒子と電極との間のバインダーをより一層効果的に排除できる。このため、導電性粒子と電極との接触面積を十分に大きくすることができ、接続抵抗をより一層効果的に低くすることができる。

[0116] 上記突起を形成する方法としては、基材粒子の表面に芯物質を付着させた後、無電解めっきにより導電部を形成する方法、並びに基材粒子の表面に無電解めっきにより導電部を形成した後、芯物質を付着させ、さらに無電解めっきにより導電部を形成する方法等が挙げられる。また、上記突起を形成するために、上記芯物質を用いなくてもよい。

[0117] 上記突起を形成する他の方法としては、基材粒子の表面上に導電部を形成する途中段階で、芯物質を添加する方法等が挙げられる。また、突起を形成するために、上記芯物質を用いずに、基材粒子に無電解めっきにより導電部を形成した後、導電部の表面上に突起状にめっきを析出させ、さらに無電解めっきにより導電部を形成する方法等を用いてもよい。

[0118] 基材粒子の表面に芯物質を付着させる方法としては、基材粒子の分散液中に、芯物質を添加し、基材粒子の表面に芯物質を、ファンデルワールス力により集積させ、付着させる方法、並びに基材粒子を入れた容器に、芯物質を添加し、容器の回転等による機械的な作用により基材粒子の表面に芯物質を付着させる方法等が挙げられる。付着させる芯物質の量を制御する観点からは、基材粒子の表面に芯物質を付着させる方法は、分散液中の基材粒子の表面に芯物質を集積させ、付着させる方法であることが好ましい。

[0119] 上記芯物質を構成する物質としては、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、酸化チタン及びジルコニア等が挙げられる。酸化被膜をより一層効果的に排除する観点からは、上記芯物質は硬い方が好ましい。電極間の接続抵抗をより一層効果的に低くする観点からは、上記芯物質は、金属であることが好ましい。

[0120] 上記金属は特に限定されない。上記金属としては、金、銀、銅、白金、亜鉛、鉄、鉛、錫、アルミニウム、コバルト、インジウム、ニッケル、クロム、チタン、アンチモン、ビスマス、ゲルマニウム及びカドミウム等の金属、並びに錫-鉛合金、錫-銅合金、錫-銀合金、錫-鉛-銀合金及び炭化タングステン等の2種類以上の金属で構成される合金等が挙げられる。電極間の接続抵抗をより一層効果的に低くする観点からは、上記金属は、ニッケル、銅、銀又は金であることが好ましい。上記金属は、上記導電部（導電層）を構成する金属と同じであってもよく、異なってもよい。

[0121] 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、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。

[0122] 上記芯物質の粒子径は、好ましくは $0.001\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $0.05\mu\text{m}$ 以上、好ましくは $0.9\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $0.2\mu\text{m}$ 以下である。上記芯物質の粒子径が、上記下限以上及び上記上限以下であると、電極間の接続抵抗をより一層効果的に低くすることができる。

[0123] 上記芯物質の粒子径は、芯物質が真球状である場合には、直径を示し、芯物質が真球状ではない場合には、その体積相当の真球と仮定した際の直径を示す。

[0124] 上記芯物質の粒子径は、平均粒子径であることが好ましく、数平均粒子径であることがより好ましい。芯物質の粒子径は、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、各芯物質の粒子径の平均値を算出することや、粒度分布測定装置を用いて求められる。電子顕微鏡又は光学顕微鏡での観察では、1個当たりの芯物質の粒子径は、円相当径での粒子径として求

められる。電子顕微鏡又は光学顕微鏡での観察において、任意の50個の芯物質の円相当径での平均粒子径は、球相当径での平均粒子径とほぼ等しくなる。粒度分布測定装置では、1個当たりの芯物質の粒子径は、球相当径での粒子径として求められる。上記芯物質の平均粒子径は、粒度分布測定装置を用いて算出することが好ましい。

[0125] 上記導電性粒子1個当たりの上記突起の数は、好ましくは3個以上、より好ましくは5個以上である。上記突起の数の上限は特に限定されない。上記突起の数の上限は導電性粒子の粒子径等を考慮して適宜選択できる。上記突起の数が、上記下限以上であると、電極間の接続抵抗をより一層効果的に低くすることができる。

[0126] 上記突起の数は、任意の導電性粒子を電子顕微鏡又は光学顕微鏡にて観察して算出することができる。上記突起の数は、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、各導電性粒子における突起の数の平均値を算出することにより求めることが好ましい。

[0127] 上記突起の高さは、好ましくは0.001 μm 以上、より好ましくは0.05 μm 以上であり、好ましくは0.9 μm 以下、より好ましくは0.2 μm 以下である。上記突起の高さが、上記下限以上及び上記上限以下であると、電極間の接続抵抗をより一層効果的に低くすることができる。

[0128] 上記突起の高さは、任意の導電性粒子における突起を電子顕微鏡又は光学顕微鏡にて観察して算出することができる。上記突起の高さは、導電性粒子1個当たりのすべての突起の高さの平均値を1個の導電性粒子の突起の高さとして算出することが好ましい。上記突起の高さは、任意の導電性粒子50個について、各導電性粒子の突起の高さの平均値を算出することにより求めることが好ましい。

[0129] 上記導電性粒子は、ソケット又はコネクタを得るために好適に用いられる。上記導電性粒子は、金属端子（金属ピン）の代わりに、ソケット又はコネクタを得るために好適に用いられる。上記導電性粒子は、ソケット又はコネクタ用途に用いられることが好ましく、ソケット用途に用いられることが特

に好ましい。上記導電性粒子は、金属端子（金属ピン）の代わりに、ソケット又はコネクタ用途に用いられることが好ましい。金属端子（金属ピン）の代わりに上記導電性粒子を用いることで、さらなる狭ピッチ化に対応することができ、CPU接続時等における接続不良の発生を効果的に抑制することができる。上記ソケットとしては、CPUソケット、ICソケット、DIPソケット、PGAソケット、SiPソケット、LGAソケット、CSPソケット、QFN、QFPソケット、SOPソケット、及びBGAソケット等が挙げられる。なお、DIPソケット、PGAソケット、SiPソケット、LGAソケット、CSPソケット、QFN、QFPソケット、SOPソケット、及びBGAソケットはそれぞれ、ICソケットの一部であってもよい。上記コネクタとしては、FPCコネクタ、基板対基板コネクタ、狭ピッチコネクタ、DINコネクタ、コンプレッションコネクタ、ワンピースコネクタ、及びカードエッジコネクタ等が挙げられる。

[0130] （ソケット）

本発明に係るソケットは、ソケット本体と、上記導電性粒子とを備え、上記導電性粒子は接続端子を構成している。言い換えれば、本発明に係るソケットは、ソケット本体と、接続端子とを備え、上記接続端子が、上記導電性粒子により構成されている。本発明に係るソケットでは、上記の構成が備えられているので、導電性粒子が長期間に渡り圧縮されても、高い接続信頼性を維持することができる。上記接続端子は、上記ソケット本体の表面上に配置されていることが好ましい。上記導電性粒子は、上記ソケット本体の表面上に配置されていることが好ましい。

[0131] 上記ソケットでは、上記導電性粒子は、接続端子であることが好ましい。上記ソケットは、電子部品に好適に用いられる。上記ソケットは、電子部品用ソケットであることが好ましい。

[0132] （導電材料）

上記導電性粒子は、バインダーに分散されて導電材料として用いられることが好ましい。上記導電材料は、上記導電性粒子と、バインダーとを含む。

上記導電性粒子は、バインダー中に分散されて用いられることが好ましく、バインダー中に分散されて導電材料として用いられることが好ましい。上記導電材料は、電極間の電氣的な接続に用いられることが好ましい。上記導電材料では、上述した導電性粒子が用いられているので、電極間の接続抵抗をより一層効果的に低くすることができ、導電性粒子同士の凝集の発生をより一層効果的に抑制することができる。上記導電材料では、上述した導電性粒子が用いられているので、接続不良の発生をより一層効果的に抑制することができる。

[0133] 上記バインダーは特に限定されない。上記バインダーとして、公知の絶縁性の樹脂や溶剤を用いることができる。上記バインダーは、熱可塑性成分（熱可塑性化合物）又は硬化性成分を含むことが好ましく、硬化性成分を含むことがより好ましい。上記硬化性成分としては、光硬化性成分及び熱硬化性成分が挙げられる。上記光硬化性成分は、光硬化性化合物及び光重合開始剤を含むことが好ましい。上記熱硬化性成分は、熱硬化性化合物及び熱硬化剤を含むことが好ましい。

[0134] 上記バインダーとしては、ビニル樹脂、熱可塑性樹脂、硬化性樹脂、熱可塑性ブロック共重合体、エラストマー及び溶剤等が挙げられる。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。

[0135] 上記ビニル樹脂としては、酢酸ビニル樹脂、アクリル樹脂及びスチレン樹脂等が挙げられる。上記熱可塑性樹脂としては、ポリオレフィン樹脂、エチレン-酢酸ビニル共重合体及びポリアミド樹脂等が挙げられる。上記硬化性樹脂としては、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、ポリイミド樹脂及び不飽和ポリエステル樹脂等が挙げられる。なお、上記硬化性樹脂は、常温硬化型樹脂、熱硬化型樹脂、光硬化型樹脂又は湿気硬化型樹脂であってもよい。上記硬化性樹脂は、硬化剤と併用されてもよい。上記熱可塑性ブロック共重合体としては、スチレン-ブタジエン-スチレンブロック共重合体、スチレン-イソプレン-スチレンブロック共重合体、スチレン-ブタジエン-スチレンブロック共重合体の水素添加物、及びスチレン-イソプレン-スチレンブロッ

ク共重合体の水素添加物等が挙げられる。上記エラストマーとしては、スチレン-ブタジエン共重合ゴム、及びアクリロニトリル-スチレンブロック共重合ゴム等が挙げられる。

[0136] 上記溶剤としては、水及び有機溶剤等が挙げられる。容易に除去できることから、有機溶剤が好ましい。上記有機溶剤としては、エタノール等のアルコール化合物、アセトン、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン等のケトン化合物、トルエン、キシレン、テトラメチルベンゼン等の芳香族炭化水素化合物、セロソルブ、メチルセロソルブ、ブチルセロソルブ、カルビトール、メチルカルビトール、ブチルカルビトール、プロピレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールジエチルエーテル、トリプロピレングリコールモノメチルエーテル等のグリコールエーテル化合物、酢酸エチル、酢酸ブチル、乳酸ブチル、セロソルブアセテート、ブチルセロソルブアセテート、カルビトールアセテート、ブチルカルビトールアセテート、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、ジプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、炭酸プロピレン等のエステル化合物、オクタン、デカン等の脂肪族炭化水素化合物、並びに石油エーテル、ナフサ等の石油系溶剤等が挙げられる。

[0137] 上記導電材料は、上記導電性粒子及び上記バインダーの他に、例えば、充填剤、増量剤、軟化剤、可塑剤、重合触媒、硬化触媒、着色剤、酸化防止剤、熱安定剤、光安定剤、紫外線吸収剤、滑剤、帯電防止剤及び難燃剤等の各種添加剤を含んでいてもよい。

[0138] 上記バインダー中に上記導電性粒子を分散させる方法は、従来公知の分散方法を用いることができ、特に限定されない。上記バインダー中に上記導電性粒子を分散させる方法としては、以下の方法等が挙げられる。上記バインダー中に上記導電性粒子を添加した後、プラネタリーミキサー等で混練して分散させる方法。上記導電性粒子を水又は有機溶剤中にホモジナイザー等を用いて均一に分散させた後、上記バインダー中に添加し、プラネタリーミキサー等で混練して分散させる方法。上記バインダーを水又は有機溶剤等で希

積した後、上記導電性粒子を添加し、プラネタリーミキサー等で混練して分散させる方法。

[0139] 上記導電材料の25℃での粘度 (η_{25}) は、好ましくは30 Pa·s以上、より好ましくは50 Pa·s以上であり、好ましくは400 Pa·s以下、より好ましくは300 Pa·s以下である。上記導電材料の25℃での粘度が、上記下限以上及び上記上限以下であると、接続対象部材上に導電材料をより一層均一に塗布することができ、接続不良の発生をより一層効果的に抑制することができる。上記粘度 (η_{25}) は、配合成分の種類及び配合量により適宜調整することができる。

[0140] 上記粘度 (η_{25}) は、例えば、E型粘度計（東機産業社製「TVE22L」）等を用いて、25℃及び5 rpmの条件で測定することができる。

[0141] 上記導電材料は、導電ペースト及び導電フィルム等として使用され得る。上記導電材料が、導電フィルムである場合には、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いてもよい。上記導電ペーストは、異方性導電ペーストであることが好ましい。上記導電フィルムは、異方性導電フィルムであることが好ましい。

[0142] 上記導電材料100重量%中、上記バインダーの含有量は、好ましくは10重量%以上、より好ましくは30重量%以上、さらに好ましくは50重量%以上、特に好ましくは70重量%以上であり、好ましくは99.99重量%以下、より好ましくは99.9重量%以下である。上記バインダーの含有量が、上記下限以上及び上記上限以下であると、接続対象部材上に導電性粒子が効率的に配置され、接続不良の発生をより一層効果的に抑制することができる。

[0143] 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0.01重量%以上、より好ましくは0.1重量%以上であり、好ましくは80重量%以下、より好ましくは60重量%以下、さらに好ましくは40重量%以下、特に好ましくは20重量%以下、最も好ましくは10重量%以下である。上記導電性粒子の含有量が、上記下限以上及び上記上限以下であると

、接続対象部材上に導電性粒子が効率的に配置され、接続不良の発生を抑制することができる。

[0144] (接続構造体)

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、絶縁部材及び導電性粒子を有する接続部とを備える。本発明に係る接続構造体では、上記導電性粒子が、上述した導電性粒子である。本発明に係る接続構造体では、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。

[0145] 上記接続部は、ソケットにより形成されたソケット部、又は、コネクタにより形成されたコネクタ部であることが好ましい。

[0146] 図4は、本発明の第1の実施形態に係る導電性粒子を用いた接続構造体の一例を模式的に示す正面断面図である。

[0147] 図4に示す接続構造体51は、第1の接続対象部材52と第2の接続対象部材53と、接続部54とを備える。第1の接続対象部材52は、表面(上面)に、複数の第1の電極52aを有する。第2の接続対象部材53は、表面(下面)に、複数の第2の電極53aを有する。接続部54は、導電性粒子1と、絶縁部材31と、はんだペースト部32と、電極33と、はんだボール34とを有する。接続部54は、ソケット部である。絶縁部材31は、上面と下面とを貫通するスルーホール31aを有する。

[0148] 第1の電極52a上に、はんだボール34が配置されている。はんだボール34上に、絶縁部材31が配置されている。絶縁部材31上に、電極33が配置されている。電極33上に、はんだペースト部32が配置されている。はんだペースト部32上に、導電性粒子1が配置されている。導電性粒子1上に、第2の電極53aが配置されている。スルーホール31aの内部には、ビアフィル用導電ペーストが配置されている。

[0149] 1個の第1の電極52aに対して、1個のはんだボール34と、1個の電極33と、1個のはんだペースト部32と、1個の導電性粒子1と、1個の

第2の電極53aとが、電氣的に接続されている。したがって、接続構造体51では、第1の電極52aと第2の電極53aとが導電性粒子1により電氣的に接続されている。

[0150] なお、図4では、導電性粒子1は、図示の便宜上、略図的に示されている。導電性粒子1に代えて、導電性粒子11, 21等の他の導電性粒子を用いてもよい。

[0151] 上記接続構造体では、上述した導電性粒子が用いられているので、長期間に渡り導電性粒子が圧縮されても、高い接続信頼性を維持することができる。このため、金属端子（金属ピン）の代わりに用いることができ、さらなる狭ピッチ化に対応することができる。また、CPU接続時等における接続不良の発生を効果的に抑制することができる。

[0152] 上記絶縁部材の材料としては、セラミック及び樹脂等が挙げられる。上記樹脂としては、フッ素樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂等が挙げられる。また、上記絶縁部材が設けられた基板としては、FR-1、FR-2、FR-3、FR-4、FR-5、XPC、CEM-1、CEM-3、ガラスポリイミド基板、ガラスPPO基板、及びBT基板等が挙げられる。

[0153] 図5は、本発明の第1の実施形態に係る導電性粒子を用いた接続構造体の他の例を模式的に示す正面断面図である。

[0154] 図5に示す接続構造体81は、第1の接続対象部材82と、第2の接続対象部材83と、第1の接続対象部材82及び第2の接続対象部材83を接続している接続部84とを備える。接続部84は、導電性粒子1を含む導電材料により形成されている。

[0155] 第1の接続対象部材82は表面（上面）に、複数の第1の電極82aを有する。第2の接続対象部材83は表面（下面）に、複数の第2の電極83aを有する。第1の電極82aと第2の電極83a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。

[0156] なお、図5では、導電性粒子1は、図示の便宜上、略図的に示されている

。導電性粒子 1 に代えて、導電性粒子 1 1, 2 1 等の他の導電性粒子を用いてもよい。

[0157] 上記第 1 の接続対象部材及び第 2 の接続対象部材は、特に限定されない。上記第 1 の接続対象部材としては、マザーボード等が挙げられる。上記第 2 の接続対象部材としては、半導体チップ、IC パッケージ、CPU 等が挙げられる。

[0158] 上記第 1, 第 2 の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、銀電極、SUS 電極、及びタングステン電極等の金属電極が挙げられる。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。

[0159] 以下、実施例及び比較例を挙げて、本発明を具体的に説明する。本発明は、以下の実施例のみに限定されない。

[0160] 基材粒子の材料として、以下を用意した。

[0161] (単量体 X)

ポリプロピレングリコール # 700 ジアクリレート (新中村化学工業社製「APG-700」、 $n=12$)

ポリプロピレングリコール # 400 ジアクリレート (新中村化学工業社製「APG-400」、 $n=7$)

[0162] (単量体 X 以外の単量体)

単量体 A : ポリテトラメチレングリコールジアクリレート (共栄社化学社製「ライトアクリレート PTMGA-250」)

単量体 B : スチレン (NS スチレンモノマー社製「St」)

単量体 C : ジビニルベンゼン (DVB)

[0163] (実施例1)

導電性粒子の作製：

ポリプロピレングリコール#700ジアクリレート(単量体X)と、ポリテトラメチレングリコールジアクリレート(単量体A)との共重合樹脂により形成された基材粒子(粒子径 $500\mu\text{m}$)を用意した。上記基材粒子を電解銅めっきし、基材粒子の表面上に平均厚み $5.0\mu\text{m}$ の銅めっき層(第1の導電層)を形成した。次に、銅めっき層の外表面に電解金めっきし、平均厚み $0.5\mu\text{m}$ の金めっき層(第2の導電層)を形成した。このようにして、導電部として、銅めっき層及び金めっき層の2層の積層構造を有する導電性粒子を得た。

[0164] (実施例2～13及び比較例1～3)

基材粒子の材料の種類、含有量及び粒子径と、導電部の材料及び厚みとを、以下の表1～4のように設定して、導電性粒子を得た。実施例12では、第1の導電層、第2の導電層及び第3の導電層をこの順で形成した。

[0165] (評価)

(1) 導電性粒子の導電部の厚み

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、検査用埋め込み樹脂体を作製した。上記埋め込み樹脂体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。

[0166] そして、電界放出型走査型電子顕微鏡(FE-SEM)(日立ハイテクノロジーズ社製「S-4800」)を用いて、画像倍率15000倍に設定し、10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導電部を観察した。各導電性粒子における導電部の厚み及び各導電層の厚みを計測し、それを算術平均して導電部の厚み及び各導電層の厚みとした。

[0167] (2) 導電性粒子の粒子径

得られた導電性粒子の粒子径を、粒度分布測定装置(ベックマンコールタ

一社製「Multisizer 4」)を用いて算出した。具体的には、約100000個の導電性粒子の粒子径を測定し、平均値を算出することにより求めた。また、得られた結果から、導電性粒子の粒子径の、第1の導電層の厚みに対する比(導電性粒子の粒子径/第1の導電層の厚み)を算出した。

[0168] (3) 導電性粒子の圧縮回復率(圧縮試験A及び圧縮試験B)

得られた導電性粒子について、上述した圧縮試験A及び圧縮試験Bを行い、導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率、及び、導電性粒子の20%圧縮したときの圧縮回復率(圧縮状態を保持せずに計測した圧縮回復率)を測定した。

[0169] (4) 基材粒子の圧縮試験(圧縮試験C)

得られた基材粒子について、上述した圧縮試験Cを行い、負荷時の圧縮荷重が500mNにおける圧縮変位(L1)、除荷時の圧縮荷重が500mNにおける圧縮変位(L2)、負荷時の圧縮荷重が1000mNにおける圧縮変位(L3)、及び除荷時の圧縮荷重が1000mNにおける圧縮変位(L4)を求めた。また、比(L1/L2)及び比(L3/L4)を算出した。

[0170] (5) 初期の接続信頼性及び長期の接続信頼性

得られた導電性粒子について、上述した方法により、導電性粒子を20%圧縮した状態の導電性粒子の抵抗値(R1)と、導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の導電性粒子の抵抗値(R2)とを測定した。

[0171] 初期の接続信頼性及び長期の接続信頼性を、以下の基準で判定した。

[0172] [初期の接続信頼性の判定基準]

〇〇：抵抗値(R1)が0mΩ以上20mΩ未満

○：抵抗値(R1)が20mΩ以上50mΩ未満

×：抵抗値(R1)が50mΩ以上

[0173] [長期の接続信頼性の判定基準]

〇〇：抵抗値(R2)が0mΩ以上20mΩ未満

○：抵抗値(R2)が20mΩ以上50mΩ未満

×：抵抗値（ R_2 ）が50m Ω 以上

[0174] （6）接続構造体中の導電性粒子の状態

得られた導電性粒子を用いて、以下のようにして接続構造体（図4に示す構造を有する接続構造体）を作製した。

[0175] はんだボールと金属パッド（以下、LAND）とがスルーホールを介して電氣的に接続されたBGA基板を用意した。このBGA基板において、スルーホール内部には、ビアフィル用導電ペーストが配置されている。

[0176] BGA基板を、ICパッケージを固定するためのパッケージ固定ユニットを備えるパッケージ受入ユニットに組み込んだ。次いで、BGA基板の上面のLAND上にディスペンサーを用いてはんだペーストを塗布した。塗布されたはんだペースト上にボールマウンターを用いて得られた導電性粒子を配置した。次いで、リフロー炉で、280℃で3分間、窒素雰囲気下で加熱した。このようにして、LANDと導電性粒子とがはんだを介して接合されており、かつパッケージ受入ユニットに組み込まれたBGA基板の下部と電気回路基板（マザーボード）とがはんだを介して接合されたICソケットを得た。

[0177] 得られたICソケットにICパッケージ（CPU）を装着するために、パッケージ固定ユニットに備えられたレバーを引き起こして加圧カバーを開け、ICパッケージ下部のLAND部とBGA基板上に配置した導電性粒子とが接するようにICソケットをパッケージ受入ユニットにセットした。加圧カバーを降ろした状態でレバーを押し倒すことで加圧カバーが上方からICパッケージを押し下げ、ICパッケージにコンタクトに向かう垂直荷重を与え、接続構造体を得た。

[0178] 得られた接続構造体を168時間連続稼働させた後に除荷した。光学顕微鏡（キーエンス社製「デジタルマイクロスコープVHXシリーズ」）を用いて、画像倍率200倍に設定し、50個の導電性粒子を無作為に選択し、破損している導電性粒子及び形状が変形したまま回復していない導電性粒子の個数の合計を計測した。接続構造体中の導電性粒子の状態を以下の基準で判

定した。

[0179] [接続構造体中の導電性粒子の状態の判定基準]

○○：破損又は変形している導電性粒子の数が3個未満

○：破損又は変形している導電性粒子の数が3個以上6個未満

×：破損又は変形している導電性粒子の数が6個以上

[0180] 結果を以下の表1～4に示す。

[0181] [表1]

				実施例 1	実施例 2	実施例 3	
基材粒子	単量体X	種類	-	APG-700	APG-700	APG-700	
		含有量	重量%	50	50	50	
	単量体A	種類	-	PTMGA250	PTMGA250	PTMGA250	
		含有量	重量%	50	50	50	
	単量体B	種類	-	-	-	-	
		含有量	重量%	-	-	-	
	単量体C	種類	-	-	-	-	
		含有量	重量%	-	-	-	
	粒子径		μm	500	300	150	
	500mN	負荷時の圧縮変位(L1)		μm	107.6	64.1	31.5
		除荷時の圧縮変位(L2)		μm	108.3	63.8	32.4
比(L1/L2)		-	0.99	1.00	0.97		
1000mN	負荷時の圧縮変位(L3)		μm	153.1	89.8	46.2	
	除荷時の圧縮変位(L4)		μm	152.4	90.1	48.5	
	比(L3/L4)		-	1.00	1.00	0.95	
導電部	第1の導電層	材料	-	Cu	Cu	Cu	
		厚み	μm	5.0	2.4	1.2	
	第2の導電層	材料	-	Au	Au	Au	
		厚み	μm	0.5	0.3	0.2	
	第3の導電層	材料	-	-	-	-	
		厚み	μm	-	-	-	
導電性粒子	粒子径		μm	505.5	302.7	151.4	
	比(導電性粒子の粒子径/第1の導電層の厚み)		-	101	126	126	
	20%圧縮した状態の抵抗値(R1)		$\text{m}\Omega$	3.1	4.5	10.8	
	20%圧縮したときの圧縮回復率		%	100	100	100	
	20%圧縮した状態で168時間保持した後の抵抗値(R2)		$\text{m}\Omega$	3.1	4.6	10.8	
	20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率		%	100	100	100	
評価	初期の接続信頼性		-	○○	○○	○○	
	長期の接続信頼性		-	○○	○○	○○	
	接続構造体中の導電性粒子の状態		-	○○	○○	○○	

[0182]

[表2]

				実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8	
基材粒子	単量体X	種類	-	APG-700	APG-700	APG-400	APG-400	-	
		含有量	重量%	100	10	80	30	-	
	単量体A	種類	-	-	PTMGA250	-	PTMGA250	PTMGA250	
		含有量	重量%	-	80	-	70	80	
	単量体B	種類	-	-	St	St	-	St	
		含有量	重量%	-	10	20	-	20	
	単量体C	種類	-	-	-	-	-	-	
		含有量	重量%	-	-	-	-	-	
	粒子径			μm	500	500	500	500	500
	500mN	負荷時の圧縮変位(L1)		μm	119.4	64.3	61.4	80.1	49.5
		除荷時の圧縮変位(L2)		μm	123.1	72.2	68.7	81.1	61.9
		比(L1/L2)		-	0.97	0.89	0.89	0.99	0.80
1000mN	負荷時の圧縮変位(L3)		μm	191.1	97.8	92.8	119.4	75.0	
	除荷時の圧縮変位(L4)		μm	191.0	108.7	100.2	120.1	92.1	
	比(L3/L4)		-	1.00	0.90	0.93	0.99	0.81	
導電部	第1の導電層	材料	-	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	
		厚み	μm	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
	第2の導電層	材料	-	Au	Au	Au	Au	Au	
		厚み	μm	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
	第3の導電層	材料	-	-	-	-	-	-	
		厚み	μm	-	-	-	-	-	
導電性粒子	粒子径		μm	505.5	505.5	505.5	505.5	505.5	
	比(導電性粒子の粒子径/第1の導電層の厚み)		-	101	101	101	101	101	
	20%圧縮した状態の抵抗値(R1)		mΩ	2.9	6.0	5.8	3.4	18.5	
	20%圧縮したときの圧縮回復率		%	100	98.1	100	100	97.5	
	20%圧縮した状態で168時間保持した後の抵抗値(R2)		mΩ	2.9	4.3	9.9	6.2	22.1	
	20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率		%	100	90.1	98.8	95.3	85.6	
評価	初期の接続信頼性		-	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	
	長期の接続信頼性		-	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇	
	接続構造体中の導電性粒子の状態		-	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇	

[0183]

[表3]

				実施例 9	実施例 10	実施例 11	実施例 12	実施例 13	
基材粒子	単量体X	種類	-	APG-700	APG-700	APG-700	APG-700	APG-700	
		含有量	重量%	50	50	50	50	50	
	単量体A	種類	-	PTMGA250	PTMGA250	PTMGA250	PTMGA250	PTMGA250	
		含有量	重量%	50	50	50	50	50	
	単量体B	種類	-	-	-	-	-	-	
		含有量	重量%	-	-	-	-	-	
	単量体C	種類	-	-	-	-	-	-	
		含有量	重量%	-	-	-	-	-	
	粒子径		μm	500	500	500	500	500	
	500mN	負荷時の圧縮変位(L1)		μm	107.6	107.6	107.6	107.6	107.6
		除荷時の圧縮変位(L2)		μm	108.3	108.3	108.3	108.3	108.3
		比(L1/L2)		-	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
	1000mN	負荷時の圧縮変位(L3)		μm	153.1	153.1	153.1	153.1	153.1
		除荷時の圧縮変位(L4)		μm	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4
比(L3/L4)		-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
導電部	第1の導電層	材料	-	Cu	Cu	Cu	Ni	Cu	
		厚み	μm	0.8	3.1	9.0	0.3	5.0	
	第2の導電層	材料	-	Au	Au	Au	Cu	Pd	
		厚み	μm	0.8	0.5	0.8	4.7	0.5	
	第3の導電層	材料	-	-	-	-	Au	-	
		厚み	μm	-	-	-	0.5	-	
導電性粒子	粒子径		μm	501.6	503.6	509.8	505.5	505.5	
	比(導電性粒子の粒子径/第1の導電層の厚み)		-	627	162	57	1685	101	
	20%圧縮した状態の抵抗値(R1)		$\text{m}\Omega$	31.2	4.7	28.2	3.3	3.0	
	20%圧縮したときの圧縮回復率		%	95.0	100	93.2	100	100.0	
	20%圧縮した状態で168時間保持した後の抵抗値(R2)		$\text{m}\Omega$	43.4	4.7	44.9	3.3	3.1	
	20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率		%	90.9	100	91.1	99.1	100	
評価	初期の接続信頼性		-	○	○○	○	○○	○○	
	長期の接続信頼性		-	○	○○	○	○○	○○	
	接続構造体中の導電性粒子の状態		-	○	○○	○	○○	○○	

[0184]

[表4]

				比較例 1	比較例 2	比較例 3	
基材粒子	単量体X	種類	-	APG-700	APG-700	-	
		含有量	重量%	50	50	-	
	単量体A	種類	-	PTMGA250	PTMGA250	-	
		含有量	重量%	50	50	-	
	単量体B	種類	-	-	-	St	
		含有量	重量%	-	-	90	
	単量体C	種類	-	-	-	DVB	
		含有量	重量%	-	-	10	
	粒子径			μm	500	500	500
	500mN	負荷時の圧縮変位(L1)		μm	107.6	107.6	5.2
		除荷時の圧縮変位(L2)		μm	108.3	108.3	7.6
		比(L1/L2)		-	0.99	0.99	0.68
1000mN	負荷時の圧縮変位(L3)		μm	153.1	153.1	8.6	
	除荷時の圧縮変位(L4)		μm	152.4	152.4	11.9	
	比(L3/L4)		-	1.00	1.00	0.72	
導電部	第1の導電層	材料	-	Ni	Cu	Cu	
		厚み	μm	5.0	11.1	5.0	
	第2の導電層	材料	-	Au	Au	Au	
		厚み	μm	0.5	0.5	0.5	
	第3の導電層	材料	-	-	-	-	
		厚み	μm	-	-	-	
導電性粒子	粒子径		μm	505.5	511.6	505.5	
	比(導電性粒子の粒子径/第1の導電層の厚み)		-	101	46	101	
	20%圧縮した状態の抵抗値(R1)		mΩ	25.2	39.2	-	
	20%圧縮したときの圧縮回復率		%	79.7	82.2	-	
	20%圧縮した状態で168時間保持した後の抵抗値(R2)		mΩ	54.3	67.6	-	
	20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率		%	76.8	73.4	-	
評価	初期の接続信頼性		-	○	○	×	
	長期の接続信頼性		-	×	×	×	
	接続構造体中の導電性粒子の状態		-	×	×	×	

符号の説明

- [0185] 1…導電性粒子
- 2…基材粒子
- 3…導電部
- 1 1…導電性粒子
- 1 1 a…突起
- 1 2…導電部
- 1 2 a…突起
- 1 3…芯物質

- 2 1 …導電性粒子
- 2 3 …導電部
- 2 3 A …第 1 の導電層
- 2 3 B …第 2 の導電層
- 3 1 …絶縁部材
- 3 1 a …スルーホール
- 3 2 …はんだペースト部
- 3 3 …電極
- 3 4 …はんだボール
- 5 1, 8 1 …接続構造体
- 5 2, 8 2 …第 1 の接続対象部材
- 5 2 a, 8 2 a …第 1 の電極
- 5 3, 8 3 …第 2 の接続対象部材
- 5 3 a, 8 3 a …第 2 の電極
- 5 4, 8 4 …接続部

請求の範囲

- [請求項1] 基材粒子と、前記基材粒子の表面上に配置された導電部とを備える導電性粒子であり、
前記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率が、85%以上である、導電性粒子。
- [請求項2] 前記導電部が、第1の導電層を有し、
前記第1の導電層の材料が、延展性金属を含み、
前記導電性粒子の粒子径の、前記第1の導電層の厚みに対する比が、50以上1000以下である、請求項1に記載の導電性粒子。
- [請求項3] 前記導電性粒子を荷重1000mNで圧縮したときの圧縮変形率が、10%以上である、請求項1又は2に記載の導電性粒子。
- [請求項4] 前記基材粒子を14.12mN/秒の負荷速度で1961mNまで負荷した後、14.12mN/秒の除荷速度で除荷したときに、
負荷時の圧縮荷重が500mNにおける圧縮変位の、除荷時の圧縮荷重が500mNにおける圧縮変位に対する比が、0.7以上であり、
負荷時の圧縮荷重が1000mNにおける圧縮変位の、除荷時の圧縮荷重が1000mNにおける圧縮変位に対する比が、0.7以上である、請求項1～3のいずれか1項に記載の導電性粒子。
- [請求項5] 前記基材粒子の材料が、ポリエーテル骨格を有する多官能（メタ）アクリレートを含み、
前記基材粒子の材料100重量%中、前記ポリエーテル骨格を有する多官能（メタ）アクリレートの含有量が、5重量%以上である、請求項1～4のいずれか1項に記載の導電性粒子。
- [請求項6] 前記導電性粒子の粒子径が、100 μ m以上1000 μ m以下である、請求項1～5のいずれか1項に記載の導電性粒子。
- [請求項7] 前記導電部が、2層以上の積層構造を有し、
前記導電部の外表面の材料が、金、銀、銅、錫、亜鉛、ニッケル、

ベリリウム、コバルト、パラジウム、白金、ロジウム、ルテニウム、イリジウム、又はこれらの合金である、請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の導電性粒子。

[請求項8] ソケット又はコネクタを得るために用いられる、請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の導電性粒子。

[請求項9] ソケット本体と、請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の導電性粒子とを備え、

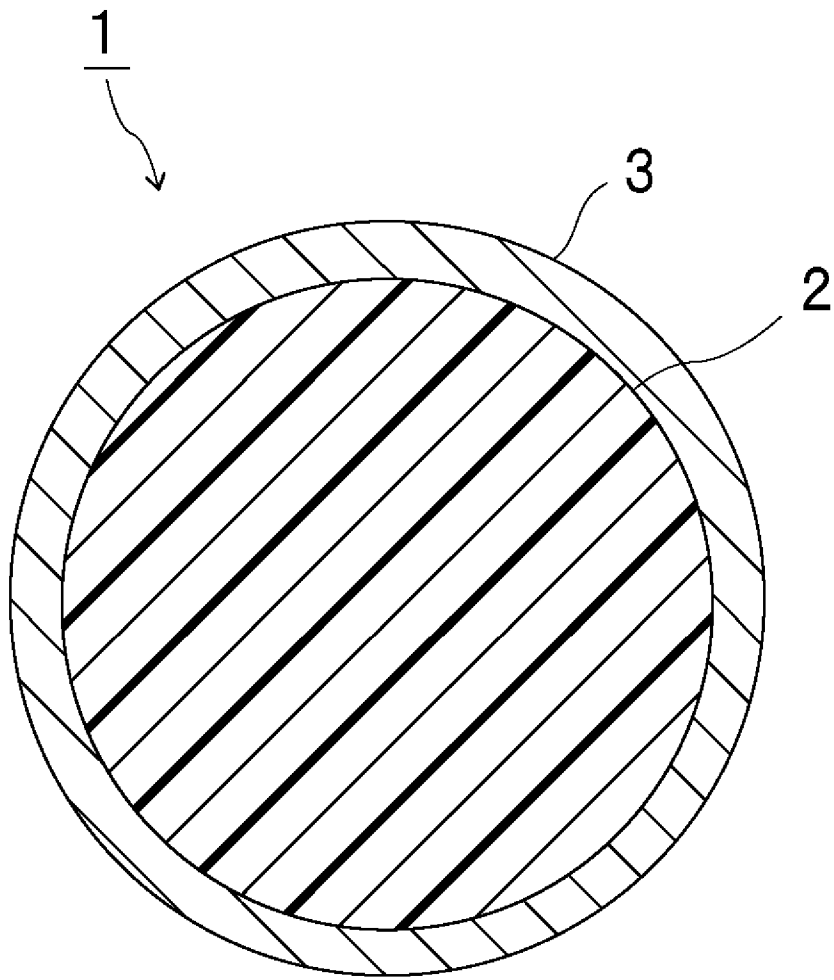
前記導電性粒子が、接続端子を構成している、ソケット。

[請求項10] 請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の導電性粒子と、バインダーとを含む、導電材料。

[請求項11] 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、
絶縁部材及び導電性粒子を有する接続部とを備え、
前記導電性粒子が、請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の導電性粒子であり、

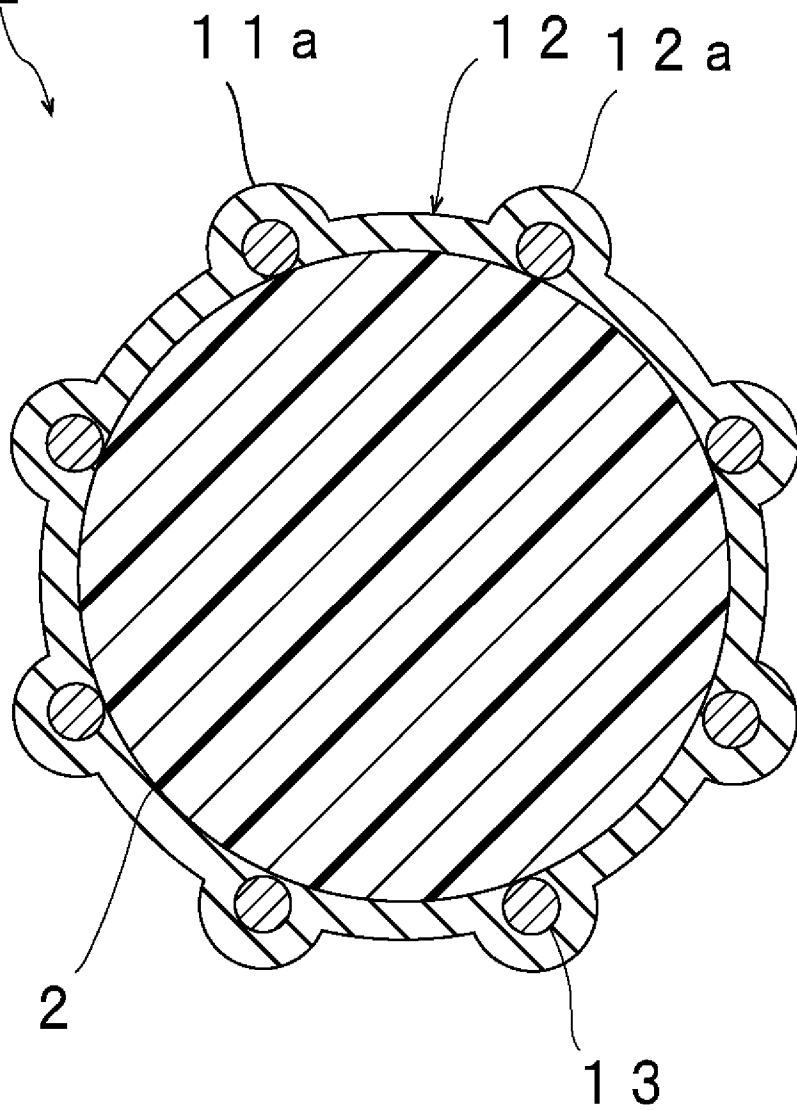
前記第 1 の電極と前記第 2 の電極とが前記導電性粒子により電氣的に接続されている、接続構造体。

[図1]

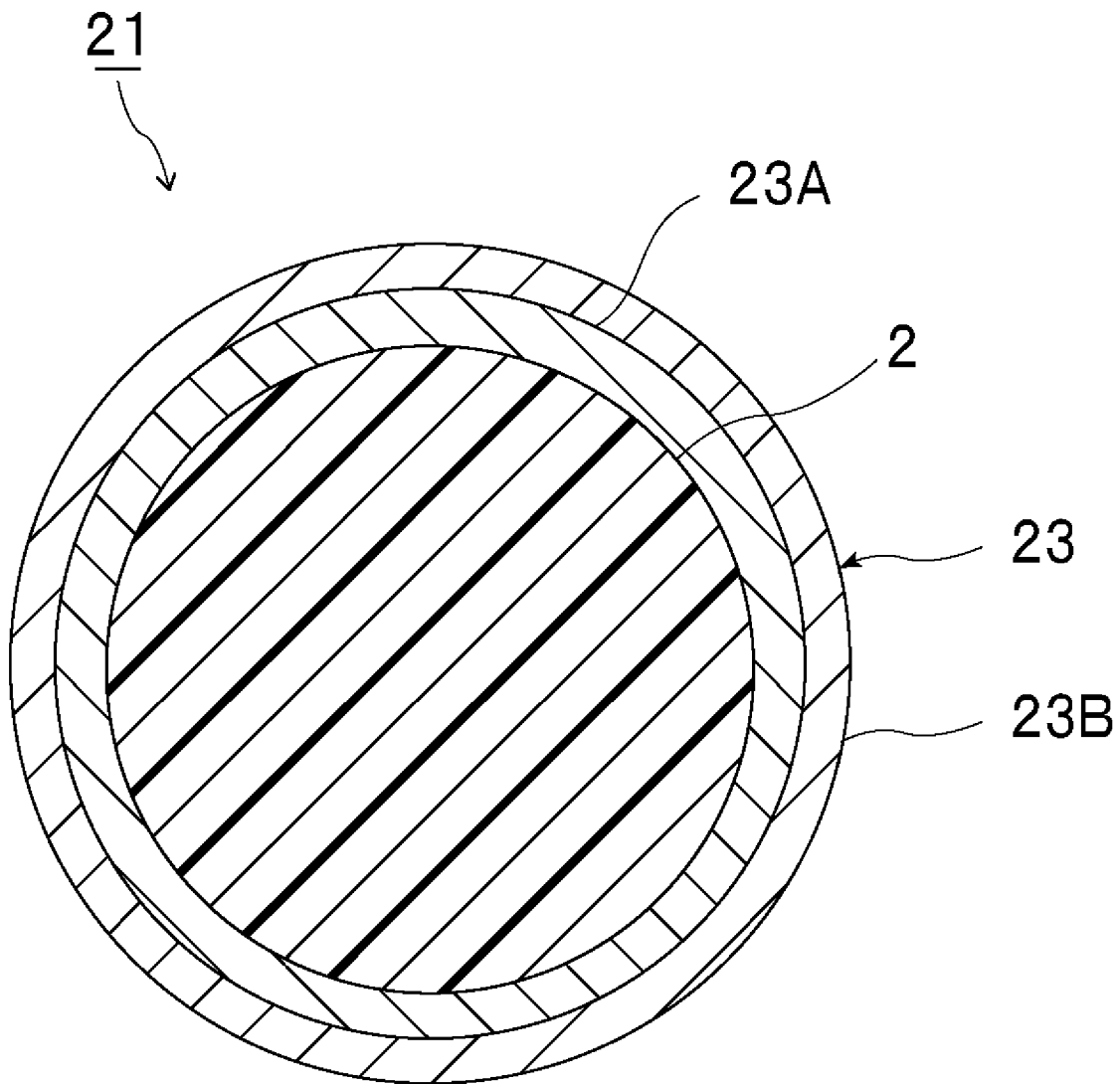


[図2]

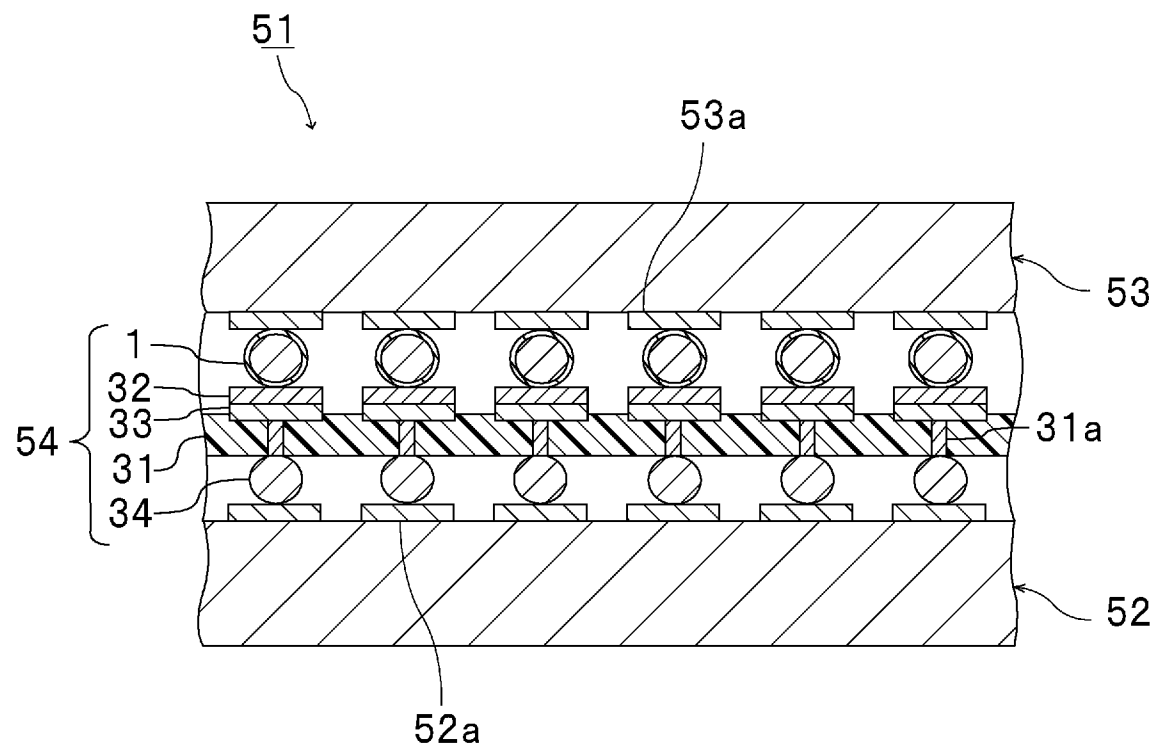
1 1



[図3]

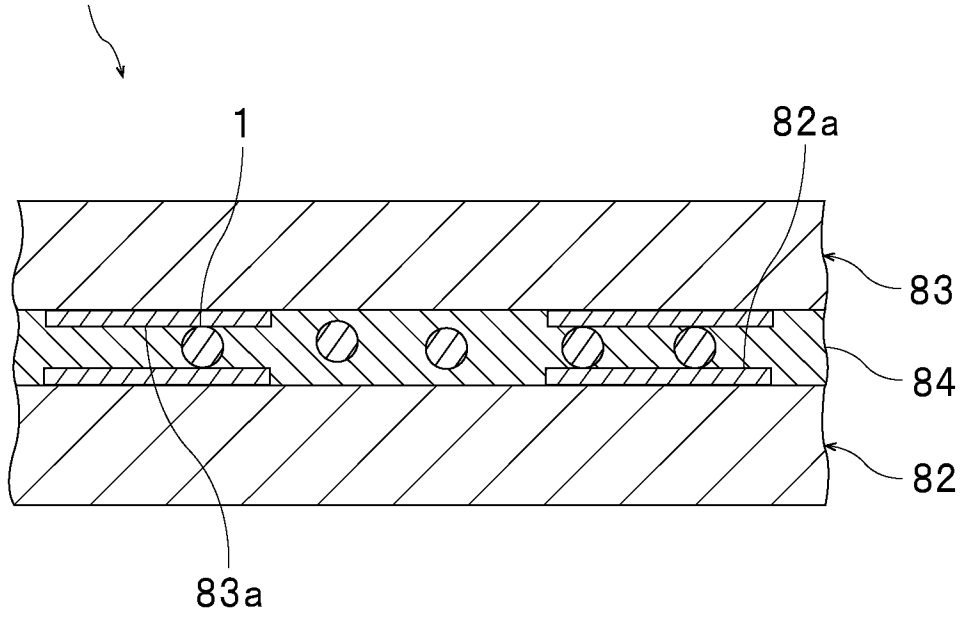


[図4]



[図5]

81



PATENT COOPERATION TREATY

PCT

DECLARATION OF NON-ESTABLISHMENT OF INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 17(2)(a), Rules 13ter.1(c) and (d) and 39)

Applicant's or agent's file reference F3222PCT	IMPORTANT DECLARATION	Date of mailing (<i>day/month/year</i>) 01 March 2022
International application No. PCT/JP2021/046708	International filing date (<i>day/month/year</i>) 17 December 2021	(Earliest) Priority Date (<i>day/month/year</i>) 17 December 2020
International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC H01B 1/00(2006.01)i; H01B 1/22(2006.01)i; H01B 5/00(2006.01)i; H01B 5/16(2006.01)i; H01R 11/01(2006.01)i FI: H01B5/00 C; H01B5/16; H01B1/22 D; H01B1/00 C; H01R11/01 501C		
Applicant SEKISUI CHEMICAL CO LTD		

This International Searching Authority hereby declares, according to Article 17(2)(a), that **no international search report will be established** on the international application for the reasons indicated below.

1. The subject matter of the international application relates to:
 - a. scientific theories
 - b. mathematical theories
 - c. plant varieties
 - d. animal varieties
 - e. essentially biological processes for the production of plants and animals, other than microbiological processes and the products of such processes
 - f. schemes, rules or methods of doing business
 - g. schemes, rules or methods of performing purely mental acts
 - h. schemes, rules or methods of playing games
 - i. methods for treatment of the animal body by surgery or therapy
 - j. methods for treatment of the animal body by surgery or therapy
 - k. diagnostic methods practised on the human or animal body
 - l. mere presentations of information
 - m. computer programs for which this International Searching Authority is not equipped to search prior art
2. The failure of the following parts of the international application to comply with prescribed requirements prevents a meaningful search from being carried out:

the description the claims the drawings
3. A meaningful search could not be carried out without the sequence listing; the applicant did not, within the prescribed time limit:
 - furnish a sequence listing in the form of an Annex C/ST.25 text file, and such listing was not available to the International Searching Authority in a form and manner acceptable to it; or the sequence listing furnished did not comply with the standard provided for in Annex C of the Administrative Instructions.
 - furnish a sequence listing on paper or in the form of an image file complying with the standard provided for in Annex C of the Administrative Instructions, and such listing was not available to the International Searching Authority in a form and manner acceptable to it; or the sequence listing furnished did not comply with the standard provided for in Annex C of the Administrative Instructions.
 - pay the required late furnishing fee for the furnishing of a sequence listing in response to an invitation under Rule 13ter.1(a) or (b).
4. Further comments:

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

Claim 1 cited by claims 2 to 11 is specified by an uncommon parameter in that the "compression recovery rate after holding the conductive particles for 168 hours in a state of 20% compressed is 85% or more."

In addition, with respect to the concrete realization method (example) of said parameter, the specification of the present application sets forth

"[0163]

(Example 1)

Preparation of Conductive Particles:

Base material particles (particle diameter of 500 μm) are prepared by using a copolymer resin of polypropylene glycol #700 diacrylate (monomer X) and polytetramethylene glycol diacrylate (monomer A). The base material particles were subjected to electrolytic copper plating to form a copper plating layer (first conductive layer) having an average thickness of 5.0 μm on the surface of the base material particles. Then, the outer surface of the copper plating layer was subjected to electrolytic gold plating to form a gold plating layer (second conductive layer) having an average thickness of 0.5 μm . Thus, the conductive particles having a two-layer laminated structure of a copper plating layer and a gold plating layer were obtained as the conductive part.

[0164]

(Examples 2-13 and comparative examples 1-3)

The type, content, and particle diameter of the material of the base material particles and the material and thickness of the conductive part were set as shown in tables 1-4 below to obtain conductive particles. In example 12, a first conductive layer, a second conductive layer, and a third conductive layer were formed in this order,"

and base material particles formed by polymerization of various monomers (e.g., base material particles formed by polymerization of 100 parts by mass of "polypropylene glycol #700 diacrylate ("APG-700" produced by SHIN NAKAMURA CHEMICAL)" in example 4) are shown in tables 1-4.

However, specific polymerization conditions with respect to the monomers are not described in each example.

Meanwhile, base material particles formed by polymerization of 100 parts by mass of "APG-700" is disclosed in example 5 of Japan Patent Publication No. 2000-319309 on conductive particles as in example 4 of the present application, but the compression recovery rate of the conductive particles obtained by said base material particles is 65% (10% K value), which does not reach the compression recovery rate defined in the present application.

Therefore, it cannot be said that the compression recovery rate defined in the present application can be achieved (regardless of the polymerization conditions) when the monomer disclosed in each example of the present application is employed. That is, the specific method for obtaining conductive particles having the compression recovery rate defined in the present application is unclear.

Therefore, the specific configuration of the base material particles constituting the conductive particles having the compression recovery rate defined in the present application cannot be specified, and an effective prior art search cannot be carried out.

特許協力条約

PCT

国際調査報告を作成しない旨の決定

(法第8条第2項、法施行規則第42条、第50条の3第7項)

[PCT17条(2)(a)、PCT規則13の3.1(c)及び(d)、39]

出願人又は代理人の書類記号 F3222PCT	重要決定	発送日 (日.月.年)	01.03.2022
国際出願番号 PCT/JP2021/046708	国際出願日 (日.月.年)	優先日 (日.月.年)	17.12.2021 17.12.2020
国際特許分類 (IPC) H01B 1/00(2006.01)i; H01B 1/22(2006.01)i; H01B 5/00(2006.01)i; H01B 5/16(2006.01)i; H01R 11/01(2006.01)i FI: H01B5/00 C; H01B5/16; H01B1/22 D; H01B1/00 C; H01R11/01 501C			
出願人 (氏名又は名称) 積水化学工業株式会社			

この出願については、法第8条第2項 (PCT17条(2)(a)) の規定に基づき、次の理由により国際調査報告を作成しない旨の決定をする。

1. この国際出願は、次の事項を内容としている。
 - a. 科学の理論
 - b. 数学の理論
 - c. 植物の品種
 - d. 動物の品種
 - e. 植物及び動物の生産の本質的に生物学的な方法 (微生物学的方法による生産物及び微生物学的方法を除く。)
 - f. 事業活動に関する計画、法則又は方法
 - g. 純粋に精神的な行為の遂行に関する計画、法則又は方法
 - h. 遊戯に関する計画、法則又は方法
 - i. 人の身体の手術又は治療による処置方法
 - j. 動物の身体の手術又は治療による処置方法
 - k. 人又は動物の身体の診断方法
 - l. 情報の単なる提示
 - m. この国際調査機関が先行技術を調査できないコンピューター・プログラム
2. この国際出願の次の部分が所定の要件を満たしていないので、有効な国際調査をすることができない。

<input checked="" type="checkbox"/> 明細書	<input checked="" type="checkbox"/> 請求の範囲	<input type="checkbox"/> 図面
---	---	-----------------------------
3. 入手可能な配列表が存在せず、有意義な調査を行うことができなかった。
出願人は所定の期間内に、
 - 附属書C/ST.25テキストファイル形式で配列表を提出しなかったため、国際調査機関は、認められた形式及び方法で配列表を入手することができなかった。又は、提出された配列表がPCT実施細則附属書Cに定める基準を満たしていなかった。
 - PCT実施細則附属書Cに定める基準を満たす紙形式又はイメージファイル形式の配列表を提出しなかったため、国際調査機関は、認められた形式及び方法で配列表を入手することができなかった。又は、提出された配列表がPCT実施細則附属書Cに定める基準を満たしていなかった。
 - PCT規則13の3.1(a)又は(b)に基づく命令に応じた配列表の提出のための、要求された遅延提出手数料を支払わなかった。
4. 附記:

名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員 (特許庁審査官) 和田 財太 5G 9459 電話番号 03-3581-1101 内線 3526
---	--

請求項2乃至11が引用する請求項1は、「前記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率が、85%以上」という一般的ではないパラメータによって規定されている。

そして、当該パラメータの具体的実現方法（実施例）に関して、本願の明細書には、

「[0163]

（実施例1）

導電性粒子の作製：

ポリプロピレングリコール#700ジアクリレート（単量体X）と、ポリテトラメチレングリコールジアクリレート（単量体A）との共重合樹脂により形成された基材粒子（粒子径500 μ m）を用意した。上記基材粒子を電解銅めっきし、基材粒子の表面上に平均厚み5.0 μ mの銅めっき層（第1の導電層）を形成した。次に、銅めっき層の外表面に電解金めっきし、平均厚み0.5 μ mの金めっき層（第2の導電層）を形成した。このようにして、導電部として、銅めっき層及び金めっき層の2層の積層構造を有する導電性粒子を得た。

[0164]

（実施例2～13及び比較例1～3）

基材粒子の材料の種類、含有量及び粒子径と、導電部の材料及び厚みとを、以下の表1～4のように設定して、導電性粒子を得た。実施例12では、第1の導電層、第2の導電層及び第3の導電層をこの順で形成した。」

と記載され、表1～4に各種単量体の重合により形成された基材粒子（例えば、実施例4では「ポリプロピレングリコール#700ジアクリレート（新中村化学工業社製「APG-700」）」100質量部の重合により形成された基材粒子）が記載されている。

しかしながら、各実施例には、当該単量体に対する具体的重合条件が記載されていない。

一方、導電性粒子に関する特開2000-319309号公報の実施例5には、本願の実施例4と同様、「APG-700」100質量部の重合により形成された基材粒子が開示されているが、当該基材粒子により得られた導電性粒子の圧縮回復率は65%（10%K値）と、本願で規定された圧縮回復率に及ばない。

このことから、本願の各実施例に開示された単量体を採用すれば（重合条件に関わらず）本願で規定された圧縮回復率を実現できる、とはいえない。つまり、本願で規定された圧縮回復率を有する導電性粒子を得る具体的方法が不明となっている。

そのために、本願で規定された圧縮回復率を有する導電性粒子を構成する基材粒子の具体的構成が特定できず、有効な先行技術文献調査もできない。

特許協力条約

PCT

国際調査報告を作成しない旨の決定

(法第8条第2項、法施行規則第42条、第50条の3第7項)

[PCT17条(2)(a)、PCT規則13の3.1(c)及び(d)、39]

出願人又は代理人の書類記号 F3222PCT	重要決定	発送日 (日.月.年)	01.03.2022
国際出願番号 PCT/JP2021/046708	国際出願日 (日.月.年)	優先日 (日.月.年)	17.12.2021 17.12.2020
国際特許分類 (IPC) H01B 1/00(2006.01)i; H01B 1/22(2006.01)i; H01B 5/00(2006.01)i; H01B 5/16(2006.01)i; H01R 11/01(2006.01)i FI: H01B5/00 C; H01B5/16; H01B1/22 D; H01B1/00 C; H01R11/01 501C			
出願人 (氏名又は名称) 積水化学工業株式会社			

この出願については、法第8条第2項 (PCT17条(2)(a)) の規定に基づき、次の理由により国際調査報告を作成しない旨の決定をする。

1. この国際出願は、次の事項を内容としている。
 - a. 科学の理論
 - b. 数学の理論
 - c. 植物の品種
 - d. 動物の品種
 - e. 植物及び動物の生産の本質的に生物学的な方法 (微生物学的方法による生産物及び微生物学的方法を除く。)
 - f. 事業活動に関する計画、法則又は方法
 - g. 純粋に精神的な行為の遂行に関する計画、法則又は方法
 - h. 遊戯に関する計画、法則又は方法
 - i. 人の身体の手術又は治療による処置方法
 - j. 動物の身体の手術又は治療による処置方法
 - k. 人又は動物の身体の診断方法
 - l. 情報の単なる提示
 - m. この国際調査機関が先行技術を調査できないコンピューター・プログラム
2. この国際出願の次の部分が所定の要件を満たしていないので、有効な国際調査をすることができない。

<input checked="" type="checkbox"/> 明細書	<input checked="" type="checkbox"/> 請求の範囲	<input type="checkbox"/> 図面
---	---	-----------------------------
3. 入手可能な配列表が存在せず、有意義な調査を行うことができなかった。
出願人は所定の期間内に、
 - 附属書C/ST.25テキストファイル形式で配列表を提出しなかったため、国際調査機関は、認められた形式及び方法で配列表を入手することができなかった。又は、提出された配列表がPCT実施細則附属書Cに定める基準を満たしていなかった。
 - PCT実施細則附属書Cに定める基準を満たす紙形式又はイメージファイル形式の配列表を提出しなかったため、国際調査機関は、認められた形式及び方法で配列表を入手することができなかった。又は、提出された配列表がPCT実施細則附属書Cに定める基準を満たしていなかった。
 - PCT規則13の3.1(a)又は(b)に基づく命令に応じた配列表の提出のための、要求された遅延提出手数料を支払わなかった。
4. 附記:

名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員 (特許庁審査官) 和田 財太 5G 9459 電話番号 03-3581-1101 内線 3526
---	--

請求項2乃至11が引用する請求項1は、「前記導電性粒子を20%圧縮した状態で168時間保持した後の圧縮回復率が、85%以上」という一般的ではないパラメータによって規定されている。

そして、当該パラメータの具体的実現方法（実施例）に関して、本願の明細書には、

「[0163]

（実施例1）

導電性粒子の作製：

ポリプロピレングリコール#700ジアクリレート（単量体X）と、ポリテトラメチレングリコールジアクリレート（単量体A）との共重合樹脂により形成された基材粒子（粒子径500 μ m）を用意した。上記基材粒子を電解銅めっきし、基材粒子の表面上に平均厚み5.0 μ mの銅めっき層（第1の導電層）を形成した。次に、銅めっき層の外表面に電解金めっきし、平均厚み0.5 μ mの金めっき層（第2の導電層）を形成した。このようにして、導電部として、銅めっき層及び金めっき層の2層の積層構造を有する導電性粒子を得た。

[0164]

（実施例2～13及び比較例1～3）

基材粒子の材料の種類、含有量及び粒子径と、導電部の材料及び厚みとを、以下の表1～4のように設定して、導電性粒子を得た。実施例12では、第1の導電層、第2の導電層及び第3の導電層をこの順で形成した。」

と記載され、表1～4に各種単量体の重合により形成された基材粒子（例えば、実施例4では「ポリプロピレングリコール#700ジアクリレート（新中村化学工業社製「APG-700」）」100質量部の重合により形成された基材粒子）が記載されている。

しかしながら、各実施例には、当該単量体に対する具体的重合条件が記載されていない。

一方、導電性粒子に関する特開2000-319309号公報の実施例5には、本願の実施例4と同様、「APG-700」100質量部の重合により形成された基材粒子が開示されているが、当該基材粒子により得られた導電性粒子の圧縮回復率は65%（10%K値）と、本願で規定された圧縮回復率に及ばない。

このことから、本願の各実施例に開示された単量体を採用すれば（重合条件に関わらず）本願で規定された圧縮回復率を実現できる、とはいえない。つまり、本願で規定された圧縮回復率を有する導電性粒子を得る具体的方法が不明となっている。

そのために、本願で規定された圧縮回復率を有する導電性粒子を構成する基材粒子の具体的構成が特定できず、有効な先行技術文献調査もできない。