

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[ 51 ] Int. Cl<sup>7</sup>

H01B 5/00

H01B 1/22

B22F 1/00



# [12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 01818792.7

[45] 授权公告日 2005 年 9 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1219299C

[22] 申请日 2001. 11. 22 [21] 申请号 01818792.7

[30] 优先权

[32] 2001. 1. 24 [33] JP [31] 53113/2001

[86] 国际申请 PCT/JP2001/010228 2001. 11. 22

[87] 国际公布 WO2002/061766 日 2002. 8. 8

[85] 进入国家阶段日期 2003. 5. 13

[71] 专利权人 化研科技株式会社

地址 日本国大阪府

[72] 发明人 堀薰夫 石井裕彦 窪田规

窪田宣明

审查员 赵 超

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

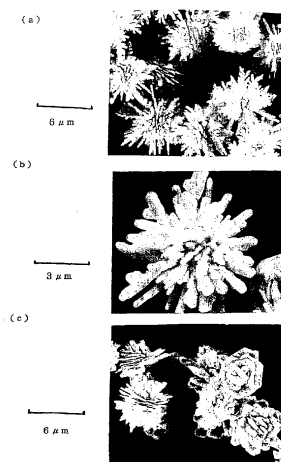
代理人 王学强

权利要求书 1 页 说明书 33 页 附图 3 页

[54] 发明名称 导电粉以及导电性组合物

[57] 摘要

本发明提供了即使在含有树脂的状态下也能够得到高导电率的导电粉以及由该导电粉制成的导电性组合物。在此,对于导电粉来说其具有呈放射状延设的凸部、和与该凸部相嵌合的凹部,同时还具有以下任意一项的特征,或者,含有该导电粉和树脂的导电性组合物。(1)在相互邻接的导电粉间,该凸部与凹部能够相互嵌合联接的导电粉;(2)该凸部的形状为由针状、杆状、或花瓣状组成的群体或者至少其中一种形状的导电粉;(3)在含有树脂的状态下,电阻率的值在  $5 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  范围内的导电粉。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 含有导电粉与树脂的导电性组合物，其特征在于，所述的导电粉具有放射状延设的凸部和位于该凸部间隙内的凹部，同时，相邻导电粉间，通过该凸部和凹部相互嵌合连接形成导电路径。

2. 根据权利要求1中所述的导电性组合物，其特征在于：所述的导电粉的凸部形状为选自针状、杆状和花瓣状中的至少一种形状。

3. 根据权利要求1中所述的导电性组合物，其特征在于：电阻率值在  $5 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  范围内。

4. 根据权利要求1中所述的导电性组合物，其特征在于：所述的导电粉的平均粒径在  $0.1 \sim 22 \mu\text{m}$  范围内。

5. 根据权利要求1中所述的导电性组合物，其特征在于：对所述的导电粉的凸部的周围进行了表面处理。

6. 根据权利要求1中所述的导电性组合物，其特征在于：所述的导电粉的主要成分为银或镍。

7. 根据权利要求1中所述的导电性组合物，其特征在于：含有前述导电粉以外的导电粉，同时，相对于导电粉的总量而言，前述的导电粉以外的导电粉的含量在  $1 \sim 65$  重量%范围内。

8. 根据权利要求1中所述的导电性组合物，其特征在于：相对于100重量单位的所述树脂，所述的导电粉的含量在  $1 \sim 400$  重量单位范围内。

9. 根据权利要求1中所述的导电性组合物，其特征在于：所述树脂为无溶剂型树脂。

## 导电粉以及导电性组合物

### 5 技术领域

本发明涉及导电粉以及导电性组合物，特别是有关用于电子工业等方面的即使在含有树脂的状态下仍具高导电率(低电阻率)的导电粉以及用此导电粉制成的导电性组合物。

#### 技术背景

10            至今为止，对于厚膜用糊或导电性粘合剂等的用途来说，多使用将一定量的金属粉末混合分散在树脂中来构成的导电性组合物。

             这类被用于构成导电性组合物的金属粉末，是通过硝酸银与联氨、甲醛、或抗坏血酸等还原剂进行还原反应而生成的还原银粉末，这已在以下资料中有记载：特开昭 63-179009 号、特开平 8-92611 号、  
15    特开平 8-92612 号、特开平 10-88206 号、特开平 10-88207 号、特开 2000-1706 号、特开 2000-1707 号、特开 2000-129318 号、特开 2000-239713 号、特开 2001-49309 号、以及特开 2001-107101 号。

             另外，在特开平 5-156326 号、特开平 10-183208 号、特开平 10-183209 号、以及特开 2000-265202 号公开等资料中，记载有用热  
20    分解法生成非絮凝体的微小球银粉和鳞片导电粉。

             另外，在特开平 5-81923 号、特开平 7-109501 号、以及特开平 11-350002 号公开等资料中，记载有用粉碎法生成非絮凝体的微小球

银粉和鳞片状银粉。

甚至，在特开平 9-125110 号公开等资料中，记载有用电解法生成树枝状银粉的方法。

但是同时，现有技术中的金属粉末，任意相邻的金属粉末间的连接只是金属粉末表面间的点点接触，以谋求电连接，由于接触面积过小，故在含有树脂的状态下，会有在连接导体间所得的导通电阻的值偏大的问题。

现有技术中的金属粉末，在含有树脂的状态下，其电阻率通常较低，因此，在连接导体间，若想通过导电性组合物来达到一定的导通电阻的话，就不得不在树脂中加入大量的金属粉末。为此会导致导电性组合物的粘度上升，造成使用操作时的困难。另外，为了提高导电性组合物的操作便利性，就必须过度限制金属粉末的添加量，或大量使用有机溶剂等的稀释剂。

根据文献[1987 年度粘接及涂装研究会讲座讲演要旨集(1987 年 12 月 1 日~2 日讲演内容)，作者窪田]的第 37~40 页记载，从粘接密度的增加、或对于粘接点以外之处的树脂填充等的观点着眼，使用将球状银粉和薄片银粉以 1: 3 的重量比混合制成的导电粉（混合粒子法）。

但是同时，如表 3 所示，即使使用由混合粒子法生成的导电性组合物，其电阻率也仅仅在  $1.4 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  左右，也不是满意的值。

另外，在表 1 中显示了导电性组合物在其干燥前和干燥固化后的构成，干燥固化后的树脂量约占 9%的重量单位、银粒子量约占 91%

的重量单位。因此，根据由等大球单位空间充填率推算的空隙率值（45%）来判断，所用的导电性组合物中的树脂充填率大约为 1/5 左右。为此，用显微镜观察干燥后的导电性组合物的话，可以观察到内部有很多空隙，也就是说，所用的导电性组合物的空隙，是由于导电粉过剩树脂过少造成的多孔组织，从而影响粘接的可靠性。

经过对本发明的研究，将导电粉设为呈放射状延设的凸部、和位于该凸部的间隙内的并与该凸部相嵌合的凹部，这样可以得到即使在含有树脂的状态下的高导电率的导电粉。

也就是说，本发明提供的是在即使含有树脂的状态下，仍具备高导电率的导电粉以及使用此导电粉制成导电性组合物。

## 发明内容

[1] 本发明提供了一种可以解决上述困难和问题的导电粉，此导电粉在具有呈放射状延设的凸部，和位于该凸部的间隙内的凹部的同时，通过该相邻的导电粉的凸部和凹部间的相互嵌合联接形成导电通路。

根据本发明的别态，可提供另外一种解决上述困难和问题的导电粉，此导电粉在具有呈放射状延设的凸部，和位于该凸部的间隙内的凹部的同时，该凸部的形状为由针状、杠状或花瓣状等形状中选择至少一种。

另外，根据本发明的别态，还可提供另外一种解决上述困难和问题的导电粉，此导电粉在具有呈放射状延设的凸部，和位于该凸部的间隙内的凹部的同时，其在含树脂状态下的电阻率在  $5 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3}$

$\Omega \cdot \text{cm}$  范围。

这种构成的导电粉，由于其呈放射状延设的凸部与凹部的嵌合、或者是在凸部的一部分进入凹部的状态下的接触，使得相邻接的导电粉间能够大面积地电接触。因此，具有与一般用于电配线的插头和插座同样的机能，即使在含有树脂的状态下，也能够得到高导电率——也就是低电阻率（体积电阻）的高质量的导电粉。

[2] 根据本发明的别态为一种含有树脂和导电粉的导电性组合物，该导电粉在具有呈放射状延设的凸部，和位于该凸部的间隙内的凹部的同时，通过该相邻的导电粉的凸部和凹部间的相互嵌合联接形成导电电路。

另外，根据本发明的别态，含有树脂和导电粉的导电粉组合物，该导电粉具有呈放射状延设的凸部，和位于该凸部的间隙内的凹部的同时，该凸部的形状为由含针状、杠状或花瓣状等形状中至少一种的构成。

另外，根据本发明的别态，含有树脂和导电粉的导电粉组合物，该导电粉具有呈放射状延设的凸部，和位于该凸部的间隙内的凹部的同时，其在含树脂状态下的电阻率在  $5 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  范围。

这样制成导电性组合物，即使将导电粉的添加量相对降低，也能够得到较高的导电率（即低电阻率）。

## 附图说明

图 1 是本发明的导电粉（3 个种类）的电子显微镜照片。

图 2 是现有的导电粉（2 个种类）的电子显微镜照片。

图 3 是表示构成导电性组合物的树脂含有量与电阻率的对数之间的关系特征图。

### 具体实施方式

#### [第 1 实施形态]

- 5       第 1 实施状态的导电粉在拥有呈放射状延设的凸部和与该凸部的突起相嵌合的凹部的同时，还具有以下任意特征：
- (1) 在邻接的导电粉之间，其凸部和凹部相互嵌合（第 1 特征）。
  - (2) 该凸部的形状为由针状、杆状、或花瓣状构成的群体或者其中任意一项的形状（第 2 特征）。
- 10   (3) 在含有通过实施例 1 的测定方法而得的树脂状态下，其电阻率值在  $5 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  范围内（第 3 特征）。

此外，作为第 1 实施形态的导电粉，如果至少具有以上第 1～第 3 特征中的一种的话，就可以充分解决现有技术中的问题，但还是以具备 2 种以上的特征为更佳。

#### 15   1. 形状

##### (1) 凸部

如图 1(a)、(b)、(c)所示，凸部（有时也称突起）的形状以由针状、杆状（包括棒状或竿状）、或花瓣状构成的群体或者其中任何一种形状为佳。

- 20       其原因在于，这样构成的凸部可以使得相互邻接的导电粉之间的凸部和凹部能够较容易地予以嵌合连接，从而能够较容易地形成导电回路。

此外，通过由呈针状凸部的银粉、杆状凸部的银粉和花瓣状凸部的银粉的组合使用，能够更容易地形成导电回路，同时还可以降低电阻率。具体而言，以导电粉的整体重量在 100%重量单位计，将 10～50%重量单位的呈针状凸部的银粉、和 15～50%重量单位的呈杆状凸部的银粉、以及 20～50%重量单位的呈花瓣状凸部的银粉适当混合使用来作为导电组合物的话，就能够得到电阻率在  $5 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$  范围内的数值。

另外，其凸部的长度以超过于凸部前端相连并呈圆形封闭曲面的球的平均半径的 40%为宜。

其原因在于，这样的凸部因接合部稍大，故可以更准确地与凹部紧密嵌合连接，在降低电阻率的同时，也提高了嵌合部分的机械稳定性。

本实施形态的各种银粉如图 1 所示，其中图 1 (a) 所示的呈针状凸部的银粉，其平均粒子直径为  $6 \mu\text{m}$ ，凸部的平均长度为  $2.6 \mu\text{m}$ ；图 1 (b) 所示的呈杆状凸部的银粉，其平均粒径为  $11 \mu\text{m}$ ，凸部平均长度为  $3 \mu\text{m}$ ；图 1 (c) 所示的呈花瓣状凸部的银粉，平均粒径为  $5 \mu\text{m}$ ，凸部的平均长度为  $2 \mu\text{m}$ 。

这样组合而成的银粉，其凸部能够更准确地与凹部嵌合连接，并且在含有树脂的状态下能够降低电阻率的同时，还能提高嵌合部分的机械稳定性。

## (2) 凹部

如图 1 (a)、(b)、(c) 所示，凹部是设於凸部的间隙之间，并且

能够与凸部嵌合连接的凹陷部分。

这样，在邻接的导电粉之间，凸部和凹部能够易于嵌合连接，并且可以更容易地形成导电回路。

另外，凹部的深度（大小）可以以所占导电粉凹部的体积，即  
5 由凹部形成的空隙率来表示。具体而言，在以能够包住凸部先端的封闭曲线所形成的球的体积为 100%容量单位时，由凹部形成的空隙率值应在 40%容量单位以上为宜。

这是因为，一旦形成凹部的空隙率值不到 40%容量单位的值时，凸部与凹部间的嵌合连接就有可能不充分。另一方面，若形成凹部的  
10 空隙率过大的话，导电粉的机械强度则会明显下降。

因此，形成凹部的空隙率值以在 42~70%容量单位的范围值内为佳，其最佳值为 45~60%容量单位的范围值内。

图 1(a)中所示的拥有针状凸部的银粉，其平均粒径为  $6\mu\text{m}$ ，凹部的空隙率为 54%容量单位。同时，图 1(b)中所示的杆状凸部的银  
15 粉，其平均粒径为  $11\mu\text{m}$ ，凹部的空隙率为 49%容量单位。还有，图 1(c)中所示的花瓣状凸部的银粉，其平均粒径为  $5\mu\text{m}$ ，凹部的空隙率为 47%容量单位。

像这样含有形成凹部的空隙率的银粉，其凹部能够更准确地与凸部紧密嵌合连接，并且在含有树脂的状态下能够降低电阻率的同时，还能提高嵌合部分的机械稳定性。  
20

## 2. 平均粒径

导电粉的平均粒径应在  $0.1 \sim 22 \mu\text{m}$  的范围值内。

其原因在于，若所用的导电粉的平均粒径为  $0.1 \mu\text{m}$  的话，为得到一定的电阻率，则需要大量的导电粉。而所用导电粉的平均粒径为  $22 \mu\text{m}$  的话，则会使其难以在数脂中混合分散均匀，或造成制造时间  
5 过长。

因此，导电粉的平均粒径以在  $1 \sim 15 \mu\text{m}$  的范围值内为佳，其最佳值为  $3 \sim 10 \mu\text{m}$  的范围值内。

此外，导电粉的平均粒径可以通过激光方式的分子计算器来测定，或者通过电子显微镜照片来实测，还可以将电子显微镜照片用画  
10 像处理装置来计算得出。

### 3. 导电粉的种类

作为导电粉的种类，可以是银、镍、金、铜、铝、铁、锆、钨、锡、铅、焊锡等的一种或两种以上的组合。并且，在这些导电粉的种类中，特别以银和镍为佳。

15 这是因为，通过使用银和镍，不仅容易得到适宜的电阻率，还可以提供价低的导电粉。并且在与树脂混合时具有良好的混合分散性能，特别是环氧类树脂或丙烯酸类树脂。

### 4. 表面处理

20 在构成导电粉时，对于导电粉的表面，特别是导电粉的凸部来说宜予以实施表面处理，例如表面镀膜处理或降低摩擦处理。

这是因为，在进行表面镀膜处理后，可以机械性地强化导电粉

的凸部等，在提高导电粉自身机械强度的同时，还可以有效地防止其凸部的弯曲、折断。

另外，在实施表面镀膜处理时，考虑其镀膜效果，其镀膜的厚度应控制在  $0.01 \sim 3 \mu\text{m}$  的范围值内。

- 5        另外，通过实施降低摩擦处理的表面处理，在邻接的导电粉之间，使得凸部和凹部在滑行的同时能够容易地嵌合连接，易于形成导电回路。作为降低摩擦处理剂来说，通常以使用硅油、或氟类表面处理剂、或界面活性剂为好。

- 10       另外，在实施降低摩擦处理时，考虑降低摩擦处理的效果和电绝缘性能等，降低摩擦处理剂的使用量应控制在  $0.1 \sim 30$  重量单位的范围值内(相当于  $100$  重量单位的导电粉来说)。

## 5. 导电特性

### (1) 电阻率

- 15       含有树脂状态下的导电粉的电阻率应在  $5 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  的范围值内为宜。

- 这是因为，若电阻率的值不足  $5 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$  的话，会过度限制可使用的导电粉的种类，还可能使得制造优良导电粉的出成率过度低下。另一方面，若电阻率的值超过  $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  的值，会使使用时的电阻增加，导致驱动电压的增高。
- 20

因此，含有树脂状态下的导电粉的电阻率以在  $5 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  范围值内为佳，其最佳值为  $5 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  的范围内。

含有树脂状态下的导电粉的电阻率，可以通过后述的实施例 1 的测试方法来测定。

## (2) 电阻温度系数 (TCR)

导电粉的电阻温度系数 (TCR) 的值应在  $1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^5$  ppm/  
5 °C 范围内。

其原因在于，若电阻温度系数不满  $1 \times 10^2$  ppm/°C 的话，会过度限制可使用的导电粉的种类，还可能使得优良导电粉制造的出成率过度低下。另一方面，如电阻温度系数的值超过  $1 \times 10^5$  ppm/°C 的话，在使用时周围温度上升的情况下，会使电阻增加，并导致驱动电压的  
10 升高。

因此，导电粉的电阻温度系数的值以  $5 \times 10^2 \sim 5 \times 10^4$  ppm/°C 范围内为佳，其最佳值在  $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^4$  ppm/°C 的范围内。

另外，导电粉的电阻温度系数，可以通过后述的实施例 1 的测定方法来测定。

## 15 (3) 电阻温度漂移

电阻温度漂移的值应控制在  $\pm 5\%$  的范围内。

其原因在于，若电阻温度漂移的值超过  $\pm 5\%$  的话，在使用时周围温度上升的情况下，会使电阻增加，并导致驱动电压的升高。但是，如果电阻温度漂移的值过小的话，会过度限制可使用的导电粉的种类，还可能使得优良导电粉制造的出成率过度低下。  
20

因此，导电粉的电阻温度漂移的值以控制在  $\pm 0.1 \sim 3\%$  的范围内为佳，其最佳值为  $\pm 0.5 \sim 2\%$  的范围值内。

另外，导电粉的电阻温度漂移，也可以通过后述的实施例 1 的测试方法来测定。

#### (4) 电流噪声指数

导电粉的电流噪声指数越小越好。也就是说，当电流通过金属粒子的接点连锁网时，除所谓的 Gr 杂音之外，可以判明发生电流噪声。此电流噪声与低信号电压或高频电压重叠的话，对信号波会有很大的影响。电流噪声发生的原因在于，根据附随在接点上的各种因素诱发了抑制电流的电位干扰所产生的交流电压，在调制载流子的密度或电流时所产生的频率为高频的杂音。

但是，要过度减小所说的电流噪声指数的话，就有可能过度限制可使用的导电粉的种类，从而影响优良导电粉的出成率。

因此，具体而言，导电粉的电流噪声指数的值应在 10dB 以下，若在-50~5dB 的范围值内的话则会更佳，其最佳值在-30~0dB 的范围值内。

此外，导电粉的电流噪声指数，可以通过后述的实施例 1 的测试方法来测定。

### 6. 制造方法

在制造第一实施形态的导电粉时，最好使用液相还原法。即最好以下述方法来制造导电粉：使用规定量的还原剂的同时，根据规定还原条件，使含金属盐、金属复合体的金属盐溶液中的金属复合体发生还原反应，析出有特定形状的导电粉。

### (1) 金属盐溶液

金属盐溶液(包含金属铬化物溶液)中的金属浓度应设定在  $0.1 \sim 3\text{mol/l}$  的范围值内。

这是因为, 若金属浓度值不到  $0.1\text{mol/l}$  的话, 会使导电粉的析出量明显下降, 从而降低了导电粉的生产能率。另一方面, 若所用金属浓度值超过  $3\text{mol/l}$  的话, 则会难以控制导电粉的形状, 同时也降低了导电粉的生产能率。因此, 金属盐溶液中的金属浓度值以控制在  $0.2 \sim 2.5\text{mol/l}$  的范围值内为佳, 其最佳值在  $0.3 \sim 2\text{mol/l}$  的范围值内。

另外, 对应于形成的凸部形状, 可以通过适当调整金属盐溶液中的金属浓度来实现。

例如, 在制造具有针状或杆状凸部的导电粉时, 通过金属盐溶液中的金属浓度值控制在  $0.8 \sim 2\text{mol/l}$  的范围内, 可以很容易地形成所期望的凸部形状。另外, 在制造具有花瓣状凸部的导电粉时, 金属盐溶液中的金属浓度值控制在  $0.3 \sim 0.7\text{mol/l}$  的范围内, 则可以很容易形成所期望的花瓣状凸部。

### (2) 还原剂

作为还原剂, 可以是以下甲醛、硼氢化钠、联氨、联氨化合物、氢醌、L-抗坏血酸、邻苯二酚、葡萄糖、次磷酸钠、亚硫酸盐、甲酸、无水亚硫酸钠、L(+)-酒石酸、甲酸氨、雕白粉等的单独一种或是两种以上的组合物。

在这些还原剂中, 为了使还原反应较容易地控制, 以使用 L-抗坏

血酸、或 L-抗坏血酸与邻苯二酚的组合物为佳。

另外，此还原剂的浓度应在  $0.1 \sim 3\text{mol/l}$  的范围值内。这是因为，所用还原剂的浓度若不足  $0.1\text{mol/l}$  的话，则会使导电粉的析出量明显下降，从而降低导电粉的生产能率。另一方面，若所用还原剂的浓度超过  $3\text{mol/l}$  的值的

5 度的话，则会难以控制导电粉的形状，同时也会降低导电粉的生产能率。

因此，还原剂的浓度以控制在  $0.2 \sim 2.5\text{mol/l}$  的范围值内为佳，其最佳值在  $0.3 \sim 2\text{mol/l}$  的范围值内。

此外，对应于所形成的凸部形状，可以通过还原剂浓度的适当调整来实现。例如，在制造具有针状凸部的导电粉时，还原剂的浓度设定在  $0.8 \sim 2\text{mol/l}$  的范围值内的话，则可以很容易地形成所期望的针状凸部。另外，在制造具有杆状或花瓣状凸部的导电粉时，还原剂的浓度可设定在  $0.3 \sim 0.7\text{mol/l}$  的范围值内，这样就可以很容易地形成所期望的凸部形状。

10

### 15 (3) 还原温度

在实施还原处理的还原温度（反应温度）应控制在  $0 \sim 30^\circ\text{C}$  范围值内。

这是因为，若还原浓度低于  $0^\circ\text{C}$  的话，则会使导电粉的析出量明显下降，从而降低导电粉的生产能率。另一方面，若还原浓度超过  $30^\circ\text{C}$  的话，则会难以控制导电粉的形状，同样也降低了导电粉的生产能率。

20

因此，其还原浓度的值应控制在  $3 \sim 25^\circ\text{C}$  的范围值内为佳，其最

佳值在 5~20℃的范围值内。

#### (4) 超音波振动

在实施还原处理时宜予以超音波振动,这样,可以在金属盐溶液中产生空泡。因此,可以利用这个空泡来适当调整导电粉的析出方向,

5 并可以较容易地生成分别具有针状、杆状、或花瓣状凸部的导电粉。

另外,在给予超音波振动时,利用压电振子、电致振子、或磁致振子等的同时,作为振动频率的一例以在 20kHz~3000kHz 的范围值内为佳。然后,通过适当变更超音波振动的振动频率和超音波振动的时间,就可以得到所期望的形状和大小的凸部。

10

#### [第2实施形态]

第2种实施状态的特征在于,含有在具有呈放射性延设的凸部和凹部的同时、还具备以下任意一种特性的导电粉和树脂的导电性能组合物。

15 (1) 在邻接的导电粉之间,其凸部和凹部相互嵌合的导电粉(第1特征)。

(2) 此凸部形状为由针状、杆状、或花瓣状组成的群或至少其中一种所形成的导电粉(第2特征)。

(3) 在含有由实施例1的测试方法所得的树脂的状态下,其电阻  
20 率的值在  $5 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  范围内的导电粉(第3特征)。

#### 1. 导电粉

### (1) 形态

由于所使用的导电粉与第1实施形态的导电粉相同,在此的说明省略。

### (2) 添加量 1

5           对于树脂来说的导电粉的添加量,可以根据使用的用途等适当调整,例如,相对于100重量单位的树脂来说,其添加量应在1~400重量单位的范围值内。这是因为,所用导电粉的添加量若不到1重量单位(相对于100重量单位的树脂来说,以下略)的话,会使所得的导电性组合物的电阻率变大。另一方面,若所用导电粉的添加量超过  
10 400重量单位的话,会使所得的导电性组合物的粘接强度降低,或粘性过大,造成使用上的不便。

因此,对于导电粉的添加量来说,以添加10~100重量单位的范围内为佳(相当与100重量单位的树脂来说),其最佳值最好在20~80重量单位的范围值内。

15           另一方面,在导电性组合物中,特别是作为各向异性导电粘接剂来使用的情况下,相当于100重量单位的树脂来说,导电粉的添加量应在0.1~30重量单位的范围值内。

这是因为,导电粉的添加量若不到0.1重量单位(相当于100重量单位的树脂来说)的话,连接导体间的电阻则会过高。另一方面,  
20 若导电粉的添加量超过30重量单位(相对于100重量单位的树脂来说)的话,则容易使邻接导体间发生短路。

因此,在导电性组合物作为各向异性导电粘接剂来使用时,相

对于 100 重量单位的树脂来说，导电粉的添加量以在 1~20 重量单位的范围值内为佳，其最佳范围在 3~10 重量单位的值内。

### (3) 添加量 2

5 现参照图 3 就树脂/导电粉的添加量对电阻率的影响作详细说明。

如图 3 所示，横轴为树脂的添加量（苯酚 A 型环氧的添加比例/重量%），纵轴为硬化后的导电性组合物的电阻率（ $\Omega \cdot \text{cm}$ ）的对数值。图 3 中，线 A 是现有技术中的导电性组合物（参照比较例）的特性图，夹于线 B 和线 C 中的斜线部分是本发明的导电性组合物（参照实施例 10 中导电粉 A1~ A8）的特性范围。

由图 3 可以看到，本发明的导电性组合物中，当树脂的量到 30% 重量单位止，电阻率的对数值在-5 以下极低的值。另外，树脂量在超出 30%重量单位的情况下，虽然电阻率的对数值逐渐变小，但至 60% 重量单位止，其电阻率的对数值在-3 以下，也是较低的。

15 另一方面，现有的导电性组合物中，树脂量在 20%重量单位以下时，电阻率的对数值虽然在-3 以下，但是，树脂量一旦超出 30%重量单位的话，电阻率的对数值就急速上升，其对数值会在-2 以上。

因此，本发明的导电性组合物中，即使在树脂的添加量较多，反之，导电粉的添加量较少的情况下，与使用现有技术的导电粉的情况相比，也可以达到极低的电阻率。

20 本发明的导电性组合物中，根据用途，树脂的量（不包含硬化剂）大约在 1~65%重量单位的范围内为佳。若以树脂（包含硬化剂）

的量为准，相当于 100 重量单位的树脂来说，导电粉的添加量以控制在 1~400 重量单位的范围值内为佳。

## 2. 树脂 1

- 5        作为构成导电性组合物的树脂，可以是丙烯酸类树脂、硅类树脂、酯类树脂、环氧类树脂、氧杂环丁烷类树脂、苯酚类树脂、氰酸盐酯类树脂、聚氨酯类树脂、苯乙烯-丁二烯-苯乙烯共聚物（SBS 树脂）、苯乙烯-异戊二烯-苯乙烯共聚物（SIS 树脂）、以及苯乙烯-乙
- 10   烯-丁烯-苯乙烯共聚物（SEBS 树脂）等的一种或者是两种以上的组合。

这些树脂中，特别是使用固化类树脂为佳。这种固化类树脂在使用时，由于其粘度较低故易于操作，另外通过使其热固化和光固化，即使经过了较长的期间，也可以得到良好的电阻率或机械特性。

- 另一方面，使用 SBS 树脂、SIS 树脂以及 SEBS 树脂等的热塑性
- 15   树脂亦佳。使用这样的热塑性树脂，由于其物理架桥结构不仅能得到优越的耐蠕性，而且若在不需要处误粘有导电性组合物的话，用溶剂等即可简单地除去。

- 在使用 SBS 树脂等的热塑性树脂时，为得到更佳优越的耐蠕性，相对于 100 重量单位的热塑性树脂来说，以添加 10~150 重量单位的
- 20   范围值内的萘烯酚醛树脂或萘烯树脂等粘接附加剂为宜。

## 3. 树脂 2

构成导电性组合物的树脂是以无溶剂型的树脂为佳。也就是说，导电性组合物中所含有的有机溶剂若在干燥后有残留的话，会成为产生气泡、腐蚀或导通不良的原因。在此，通过使用无溶剂型树脂，不但可以排除有机溶剂的不良影响、防止气泡的发生、以及防止连接导体间的腐蚀，而且还可以保持长时间的优越电通特性。

本发明与现有技术中的导电性组合物不同的是，即使降低导电粉的使用量也可以得到优良的导电特性。为此，即使使用无溶剂型溶液，对于导电性组合物整体来说，也能够得到具有恰当粘度、使用性能不下降的导电性组合物。

10 另外，作为无溶剂型树脂的种类，在使用丙烯酸树脂、硅类树脂、酯类树脂、环氧类树脂、氧杂环丁烷类树脂、苯酚类树脂、氰酸盐酯类树脂、聚氨酯类树脂等以上固化类树脂的情况下，且在添加导电粉前的室温下，其粘度在  $200 \sim 100,000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$  的范围值内为佳，若在  $500 \sim 15,000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$  的范围值内的话则更佳。

15

#### 4. 添加剂

对于导电性能组合物，在各种添加剂中以添加抗氧化剂、紫外线吸收剂、金属离子捕获剂、粘度调整剂、无机填充剂、有机填充剂、碳纤维、着色剂以及偶合剂等为宜。

20 由于添加的导电粉通常会加速导电性组合物的氧化和劣化，故相对于整体的量来说，抗氧化剂的添加量最好控制在  $0.1 \sim 10\%$  的重量单位的范围值内，而抗氧化剂可使用胺类抗氧化剂、苯酚类抗氧化

剂、或者磷酸酯类抗氧化剂等。

## 5. 制造方法

导电性组合物的制造方法并没有特定的限定，例如，可以利用螺旋搅拌机或压舌板等，将所定量的导电粉混合分散于树脂中的方法。

另外，为了将导电粉和树脂能够更加均匀地混合，可加热一部分的树脂，使其粘度宜控制在  $1,000 \sim 100,000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$  的范围内。

还有，为了将导电粉和树脂能够更加均匀地混合，宜先将导电粉的周围用偶合剂处理一下。例如，相对于 100 重量单位的导电粉来说，添加并混合进 1~10 重量单位的  $\gamma$ -氨丙基三乙氧基硅烷等，然后，将用此偶合剂处理过的导电粉混合分散在树脂中即可。

另一方面，可先将树脂制成胶片状，并在其上散撒一定量的导电粉，或者通过有孔的过滤器将导电粉载置在所期望之处来制造导电性组合物。这样，对于导电粉来说，因在搅拌时的剪切力不发生作用，故可以使导电粉凸部的损伤尽可能地降低。

## 优选实施例

### [实施例 1]

#### 1. 导电粉的制造及评价

##### 20 (1) 具有针状凸部的银粉的制造

在 50ml 容量的容器内，放入  $1 \text{ mol/l}$  的硝酸银，在冷藏机里冷却至  $12 \sim 13^\circ \text{C}$ 。接著，往容器中添加  $1 \text{ mol/l}$  的 L-抗坏血酸，进行还

原反应。然后，取烧杯中析出的结晶，水洗后干燥，即可得到具有针状凸部的银粉（A1）。

#### （2）具有杆状凸部银粉的制造

在 50ml 容量的容器内，放入 1mol/l 的硝酸银，在冷藏机里冷却至 12~13℃。接著，往容器中加入 0.5mol/l 的 L-抗坏血酸，进行还原反应。然后，取烧杯中析出的结晶，水洗后干燥，即可得到具有杆状凸部的银粉（A5）。

#### （3）具有花瓣状凸部银粉的制造

在 50ml 容量的容器内，放入 0.5mol/l 的硝酸银，在冷藏机里冷却至 12~13℃。接著，往容器中加入 0.5mol/l 的 L-抗坏血酸，进行还原反应。然后，取烧杯中析出的结晶，水洗后干燥，即可得到具有花瓣状凸部的银粉（A8）。

#### （4）导电粉的评价

##### ① 电阻率

在带有搅拌器的容器中，相对于 30 重量单位的名为环氧 819（油化壳牌环氧株式会社制）的二苯酚 A 型环氧树脂来说，分别将上述具有针状凸部等的 3 种银粉添加 70 重量单位后，搅拌混合均匀，即分别成为 3 种类的膏状组合物。

然后，相对于所得到的 100 重量单位的 3 种类膏状组合物来说，分别添加作为脂肪族的胺类固化剂的表面固化剂 T（油化壳牌环氧株式会社制）20 重量单位，搅拌混合至均匀，即可得到用于测定电阻率的 3 种导电性组合物。

之后，将所得的 3 种导电性组合物，在氧化铝陶瓷基板上，于长 10mm×宽 10mm×厚 100 μ m 的模子内，分别用网版印刷法印刷后，在 180℃×30 分钟的条件下进行加热固化。

接着，通过 4 端子法测定其电阻，并将电阻值乘以横截面面积（1cm×0.01cm），再除以长度（1cm），以此来换算单位，就可以算出固化后的导电性组合物的电阻率（体积电阻、Ω·cm），即具有针状凸部等的 3 种类粉的电阻率（体积电阻、Ω·cm）。

### ② 电阻温度系数（TCR）

将所得的 3 种导电性组合物，在氧化铝陶瓷基板上，于长 2mm×宽 40mm×厚 30 μ m 的模子内，分别用网版印刷法印刷后，在 180℃×30 分钟的条件下进行加热固化，就制成了电阻温度系数的测定试料。

然后，将各测定试料在 25～150℃的温度范围内的温度程序炉内加热，用差分传感器和数字万用表测试各测定试料的厚度变化，就可以算出固化后导电性组合物的电阻温度系数，即具有针状凸部的 3 种银粉的电阻温度系数。

### ③ 电阻温度漂移（RD）

将所得的 3 种导电性组合物，在氧化铝陶瓷基板上，于长 2mm×宽 40mm×厚 30 μ m 的模子内，分别用网版印刷法印刷后，在 180℃×30 分钟的条件下进行加热固化，就制成了电阻温度漂移的测定试料。

接著，通过 4 端子法测定各测定试料的初期电阻（ $R_0$ 、Ω），在

25℃的温度下放置 10 小时后，再用同样的方法测定电阻（ $R_x$ 、 $\Omega$ ），通过下面的公式可以算出电阻温度漂移（%），即具有针状凸部的 3 种银粉的电阻温度漂移（%）。

$$RD(\%) = (R_x - R_0) / R_0 \times 100$$

#### 5 ④ 电流噪声指数（NF）

将所得的 3 种导电性组合物，在氧化铝陶瓷基板上，于长 1mm × 宽 100mm × 厚 100  $\mu$ m 的模子内，分别用网版印刷法印刷后，在 180℃ × 30 分钟的条件下进行加热固化，就制成了电流噪声指数的测定试料。

- 10        然后，用电阻噪声测试仪 315C（美国 Quan-Tech 公司制造）测定各测定试料的电流噪声电压（ $E_1$ ）和基准杂音电压（ $E_0$ ），并通过下面的公式算出电阻杂音指数（NF），也就是具有针状凸部的 3 种银粉的电阻杂音指数（NF）。

$$NF(\text{dB}) = 20 \log (E_1 / E_0)$$

15

## 2. 导电性组合物的制造和评价

### （1）导电性组合物的制造

- 在带有搅拌器的容器中，分别放入 15 重量单位的名为环氧 819（油化壳牌环氧株式会社制）的二苯酚 A 型环氧树脂、15 重量单位的名为环氧 152（油化壳牌环氧株式会社制）的苯酚酚醛环氧树脂、  
20        和 5 重量单位的 YED-111 的烷基单缩水甘油后，搅拌至均匀。

然后，相对于 35 重量单位的这些树脂中，分别添加 15 重量单

位的具有针状凸部的银粉、20 重量单位的具有杆状凸部的银粉和 30 重量单位的具有花瓣状凸部的银粉进行混合后，搅拌均匀而成糊状组合物。

接着，相对于所得的 100 重量单位的糊状组合物，添加 20 重量单位的表面固化剂 T（油化壳牌环氧株式会社制）的脂肪族胺类固化剂，然后搅拌至均匀，即得到实施例 1 的导电性能组合物。

## （2）导电性能组合物的评价

### ① 电阻率、电阻温度系数、电阻温度漂移以及电流噪声指数

用对于银粉的评价相同的方法，分别测定电阻率、电阻温度系数、电阻温度漂移以及电流噪声指数的值。

### ② 粘合力

在覆铜印刷配线基板的铜箔表面上，将导电性组合物于长 5mm × 宽 5mm × 厚 50 μm 的模子上，用网版印刷法印刷后，粘贴上长 4mm × 宽 4mm × 厚 10mm 的铜片。然后，在 180℃ × 30 分钟的条件下加热固化，成为粘合力的测定试料。接着，用阿莫斯拉拉伸试验机测定从覆铜印刷配线基板上将铜片剥离时的强度（kgf）。

## [实施例 2]

### 1. 导电粉的制造及评价

#### 20 （1）导电粉的制造

适当变更实施例 1 的析出条件，可分别得到如表 2 所示的具有针状凸部的银粉（A2）、具有杆状凸部的银粉（A6）、以及具有花瓣状

凸部的银粉（A7）。

## （2）导电粉的评价

与实施例 1 的方法一样，对银粉进行评价测定，所得的结果如表 2～3 所示。

5

## 2. 导电性能组合物的制造和评价

### （1）导电性能组合物的制造

在带有搅拌器的容器中，分别放入 20 重量单位的名为环氧 819 的二苯酚 A 型环氧树脂、10 重量单位的名为环氧 152 的苯酚酚醛环  
10 氧树脂、以及 5 重量单位的 BGE 的烷基单缩水甘油后，搅拌至均匀。

然后，相对于 35 重量单位的这些树脂，分别添加 30 重量单位的具有针状凸部的银粉（A2）、20 重量单位的具有杆状凸部的银粉（A6）、和 30 重量单位的具有花瓣状凸部的银粉（A7）并各自混合后，搅拌均匀而成糊状组合物。

15 接着，相对于所得的 100 重量单位的糊状组合物中，添加进上述的 20 重量单位的表面固化剂 T 且搅拌至均匀，就得到了实施例 2 的导电性组合物。

### （2）导电性组合物的评价

用与实施例 1 同样的方法，对导电性组合物进行评价测定，所得的结果如表 4 所示。  
20

[实施例 3]

## 1. 导电粉的制造及评价

### (1) 导电粉的制造

适当变更实施例 1 的析出条件, 即可分别得到如表 2 所示的具有针状凸部的银粉 (A3)、具有杆状凸部的银粉 (A4)、以及具有花瓣状凸部的银粉 (A8)。

### (2) 导电粉的评价

用与实施例 1 同样的方法, 对银粉进行评价测定, 所得的结果如表 2~3 所示。

## 2. 导电性组合物的制造和评价

### (1) 导电性组合物的制造

在带有搅拌器的容器里, 分别放入 25 重量单位的名为环氧 819 的二苯酚 A 型环氧树脂、5 重量单位的名为环氧 152 的苯酚酚醛环氧树脂、以及 5 重量单位的 BGE 的烷基单缩水甘油后, 搅拌至均匀。

然后, 相对于 35 重量单位的这些树脂, 分别添加 20 重量单位的具有针状凸部的银粉 A3、15 重量单位的具有杆状凸部的银粉 A4、和 30 重量单位的具有花瓣状凸部的银粉 A8 并予以混合后, 搅拌均匀而成糊状组合物。

接着, 相对于所得的 100 重量单位的糊状组合物, 添加 20 重量单位的上述表面固化剂 T 并搅拌至均匀, 就得到了实施例 3 的导电性组合物。

### (2) 导电性组合物的评价

用与实施例 1 相同的方法，对导电性组合物进行评价测定，所得结果如表 4 所示。

#### [实施例 4]

### 5 1. 导电粉的制造及评价

#### (1) 导电粉的制造

不使用实施例 1 中的硝酸银，而使用硝酸镍来替代，同时适当变更实施例 1 的析出条件，就可得到如表 2 所示的具有针状凸部的镍粉 (N1)、以及具有花瓣状凸部的镍粉 (N2)。

### 10 (2) 导电粉的评价

用与实施例 1 一样的方法，分别将所得的镍粉进行评价测定，所得结果如表 2~3 所示。

### 2. 导电性组合物的制造和评价

### 15 (1) 导电性组合物的制造

在带有搅拌器的容器中，分别放入 15 重量单位的环氧 819 树脂、10 重量单位的环氧 152 树脂、以及 10 重量单位的 YED-111 后，搅拌至均匀。

然后，分别相对于 35 重量单位的这些树脂，添加 15 重量单位的  
20 具有针状凸部的镍粉 N1、11 重量单位的具有花瓣状凸部的镍粉 N2、  
10 重量单位的市场销售的球状银粉（平均粒径为  $1\mu\text{m}$ ）、29 重量单位的薄片状银粉（平均粒径为  $10\mu\text{m}$ ）并混合，搅拌均匀后成糊状组

合物。

接着，相对于所得的 100 重量单位的糊状组合物，添加入 20 重量单位的表面固化剂 T 并搅拌至均匀，就得到了实施例 4 的导电性组合物。

## 5 (2) 导电性组合物的评价

用与实施例 1 一样的方法，将导电性组合物进行评价测定，所得结果如表 4 所示。

[实施例 5]

## 10 1. 导电粉的准备

分别准备与实施例 4 同样的镍粉(N1)、市场销售的球状银粉(平均粒径为  $1\mu\text{m}$ )、以及薄片状银粉(平均粒径为  $10\mu\text{m}$ )。

## 2. 导电性组合物的制造和评价

## 15 (1) 导电性组合物的制造

在带有搅拌器的容器中，分别将 15 重量单位的环氧 819 树脂、10 重量单位的环氧 152 树脂、以及 10 重量单位 BGE 放入后，搅拌至均匀。

然后，相对于 35 重量单位的这些树脂，分别添加 26 重量单位的  
20 具有针状凸部的镍粉 N1、10 重量单位的市场销售的球状银粉(平均粒径为  $1\mu\text{m}$ )、29 重量单位的薄片状银粉(平均粒径为  $10\mu\text{m}$ )并予以混合后，搅拌均匀而成糊状组合物。

接着，相对于所得的 100 重量单位的糊状组合物，添加入 20 重量单位的表面固化剂 T 并搅拌至均匀，就得到了实施例 5 的导电性组合物。

## (2) 导电性组合物的评价

- 5       用同实施例 1 一样的方法，将导电性组合物进行评价测定，所得结果如表 4 所示。

### [实施例 6]

#### 1. 导电粉的准备

- 10       用与实施例 4 同样的镍粉 (N2)、市场销售的球状银粉 (平均粒径为  $1\mu\text{m}$ )、以及薄片状银粉 (平均粒径为  $10\mu\text{m}$ ) 分别准备好。

#### 2. 导电性组合物的制造和评价

##### (1) 导电性组合物的制造

- 15       在带有搅拌器的容器中，分别将 15 重量单位的环氧 819 树脂、10 重量单位环氧 152 树脂、以及 10 重量单位 BGE 放入后，搅拌至均匀。

- 20       然后，相对于 35 重量单位的这些树脂，分别添加 26 重量单位的具有花瓣状凸部的镍粉 N2、10 重量单位市场销售的球状银粉 (平均粒径为  $1\mu\text{m}$ )、29 重量单位的薄片状银粉 (平均粒径为  $10\mu\text{m}$ ) 并混合后，搅拌均匀而成糊状组合物。

接着，相对于所得的 100 重量单位的糊状组合物，添加入 20 重

量单位的表面固化剂 T 并搅拌至均匀,就得到了实施例 6 的导电性组合物。

## (2) 导电性组合物的评价

用与实施例 1 一样的方法,将导电性组合物进行评价测定,所得  
5 结果如表 4 所示。

### [比较例 1]

#### 1. 导电粉的准备

准备市场销售的银粉,即球状银粉(平均粒径为  $1\mu\text{m}$ )、以及薄  
10 片状银粉(平均粒径为  $10\mu\text{m}$ )。

#### 2. 导电性组合物的制造和评价

##### (1) 导电性组合物的制造

在带有搅拌器的容器中,分别将 15 重量单位的环氧 819 树脂、  
10 重量单位的环氧 152 树脂、以及 10 重量单位的 BGE 放入后,搅拌  
15 至均匀。

然后,相对于 35 重量单位的这些树脂,分别添加 16.3 重量单位的  
市场销售的球状银粉(平均粒径为  $1\mu\text{m}$ )、48.7 重量单位的薄片状  
银粉(平均粒径为  $10\mu\text{m}$ )并混合后,搅拌均匀而成糊状组合物。

接着,相对于所得的 100 重量单位的糊状组合物,添加入 20 重  
20 量单位的表面固化剂 T 并搅拌至均匀,就得到了比较例 1 的导电性组合物。

##### (2) 导电性组合物的评价

用与实施例 1 一样的方法，将导电性组合物进行评价测定，所得结果如表 4 所示。

表 1

| 组        成               | 成份组成（重量%） | 不挥发成份（重量%） |
|--------------------------|-----------|------------|
| 球状银粉<br>（平均粒径 0.5 μ m）   | 17.0      | 22.4       |
| 薄片状银粉<br>（粒子长径 4~10 μ m） | 52.0      | 68.4       |
| 烷基苯酚变性丙烯酸树脂              | 7.0       | 9.2        |
| 乙酸丁基卡必醇                  | 24.0      | 0          |
| 合        计               | 100.0     | 100.0      |

5

表 2

| 导电粉   | 凸部形状 | 平均粒径(μ m) | 凸部长度(μ m) | 平均空隙率<br>(Vol%) |
|-------|------|-----------|-----------|-----------------|
| 银粉 A1 | 针状   | 1.0       | 0.2       | 43              |
| 银粉 A2 | 针状   | 6.0       | 2.6       | 54              |
| 银粉 A3 | 针状   | 18.4      | 5.2       | 55              |
| 银粉 A4 | 杆状   | 3.1       | 0.8       | 48              |
| 银粉 A5 | 杆状   | 11.0      | 3.0       | 49              |
| 银粉 A6 | 杆状   | 20.2      | 5.7       | 48              |
| 银粉 A7 | 花瓣状  | 2.0       | 0.6       | 50              |
| 银粉 A8 | 花瓣状  | 5.0       | 2.0       | 47              |
| 镍粉 N1 | 针状   | 3.4       | 1.0       | 46              |
| 镍粉 N2 | 花瓣状  | 8.3       | 2.4       | 43              |

10

15

表 3

| 导电粉                          | 电阻率(Ω·cm)          | T C R (ppm/℃)   | R D (%) | N F (dB) |
|------------------------------|--------------------|-----------------|---------|----------|
| 银 粉 A 1                      | $1.0\times10^{-5}$ | $4.9\times10^3$ | 2.1     | -12.5    |
| 银 粉 A 2                      | $7.4\times10^{-6}$ | $7.0\times10^3$ | 1.9     | -10.8    |
| 银 粉 A 3                      | $1.3\times10^{-5}$ | $4.0\times10^3$ | 1.8     | -9.8     |
| 银 粉 A 4                      | $8.0\times10^{-6}$ | $7.5\times10^3$ | 1.2     | -20.5    |
| 银 粉 A 5                      | $2.1\times10^{-5}$ | $1.3\times10^3$ | 1.0     | -17.0    |
| 银 粉 A 6                      | $4.1\times10^{-5}$ | $2.5\times10^3$ | 1.6     | -5.9     |
| 银 粉 A 7                      | $7.8\times10^{-6}$ | $9.6\times10^3$ | 0.8     | -18.7    |
| 银 粉 A 8                      | $6.6\times10^{-6}$ | $4.8\times10^3$ | 0.9     | -20.0    |
| 球状 / 薄片<br>混合粉<br>(比率 1 / 3) | $1.4\times10^{-3}$ | $5.1\times10^3$ | 7.2     | +38.7    |

- ★ T C R：电阻温度系数

★ R D：电阻温度漂移

★ N F：电流噪声指数
- 5

10

15

20

表 4

| 组 成          |                  | 实施例<br>1           | 实施例<br>2           | 实施例<br>3           | 实施例<br>4           | 实施例<br>5           | 实施例<br>6           | 比较例<br>1           |
|--------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 银粉 A1        |                  | 15                 |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
| 银粉 A2        |                  |                    | 30                 |                    |                    |                    |                    |                    |
| 银粉 A3        |                  |                    |                    | 20                 |                    |                    |                    |                    |
| 银粉 A4        |                  |                    |                    | 15                 |                    |                    |                    |                    |
| 银粉 A5        |                  | 20                 |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
| 银粉 A6        |                  |                    | 20                 |                    |                    |                    |                    |                    |
| 银粉 A7        |                  |                    | 15                 |                    |                    |                    |                    |                    |
| 银粉 A8        |                  | 30                 |                    | 30                 |                    |                    |                    |                    |
| 镍粉 N1        |                  |                    |                    |                    | 15                 | 26                 |                    |                    |
| 镍粉 N2        |                  |                    |                    |                    | 11                 |                    | 26                 |                    |
| 球状银粉         |                  |                    |                    |                    | 10                 | 10                 | 10                 | 16.3               |
| 薄片状银粉        |                  |                    |                    |                    | 29                 | 29                 | 29                 | 48.7               |
| 环氧 819       |                  | 15                 | 20                 | 25                 | 15                 | 15                 | 15                 | 15                 |
| 环氧 152       |                  | 15                 | 10                 | 5                  | 10                 | 10                 | 10                 | 10                 |
| B G E        |                  |                    | 5                  | 5                  |                    | 10                 |                    | 10                 |
| Y E D<br>111 |                  | 5                  |                    |                    | 10                 |                    | 10                 |                    |
| 特<br>性<br>值  | R (Ω<br>-cm)     | $8.0\times10^{-6}$ | $1.1\times10^{-5}$ | $6.8\times10^{-6}$ | $8.3\times10^{-6}$ | $3.5\times10^{-5}$ | $9.0\times10^{-6}$ | $1.4\times10^{-3}$ |
|              | TCR(pp<br>m/℃)   | $5.5\times10^3$    | $7.1\times10^3$    | $3.5\times10^3$    | $1.7\times10^3$    | $3.0\times10^3$    | $2.3\times10^3$    | $5.1\times10^4$    |
|              | R D<br>(%)       | 0.8                | 0.9                | 1.0                | 1.3                | 1.2                | 1.0                | 7.2                |
|              | N F<br>(dB)      | -19.5              | -20.7              | -19.3              | -22.0              | -20.8              | -23.0              | 38.7               |
|              | 接着<br>力<br>(kgf) | 17.0               | 18.6               | 17.9               | 18.0               | 19.0               | 20.0               | 19.0               |

5

\* R：电阻率  
\* R D：电阻温度漂移  
T C R：电阻温度系数  
N F：电流噪声指数

### 产业上的利用可能

如上所述, 本发明的导电粉, 其在具有呈放射状延设的凸部、和位于该凸部的间隙内的凹部的同时, 在邻接的导电粉之间, 由该凸部和凹部相互嵌合; 或在具有呈放射状延设的凸部、和位于该凸部的间隙内并与凸部相嵌合的凹部, 其中该凸部形状为由针状、杆状、或花瓣状组成的群体或者至少其中的一种; 又或在具有呈放射状延设的凸部、和位于该凸部的间隙内并与凸部相嵌合的凹部, 由于其电阻率在  $5 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  范围值内, 使相邻的导电粉间的接触面积变大, 即使在含树脂的状态下, 也能得到高导电率的导电粉。

10       另外, 本发明的导电性组合物, 其所用的导电粉为: 该导电粉在具有呈放射状延设的凸部、和位于该凸部的间隙内的凹部的同时, 在邻接的导电粉之间, 由该凸部和凹部相互嵌合; 或在具有呈放射状延设的凸部、和位于该凸部的间隙内并与凸部相嵌合的凹部, 其中该凸部形状为由针状、杆状、或花瓣状组成的群体或者至少其中的一种; 又  
15       或在具有呈放射状延设的凸部、和位于该凸部的间隙内并与凸部相嵌合的凹部, 其电阻率在  $5 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  范围值内, 由此, 即使只添加少量的该导电粉, 也能够得到高导电率、容易操作的导电性组合物。

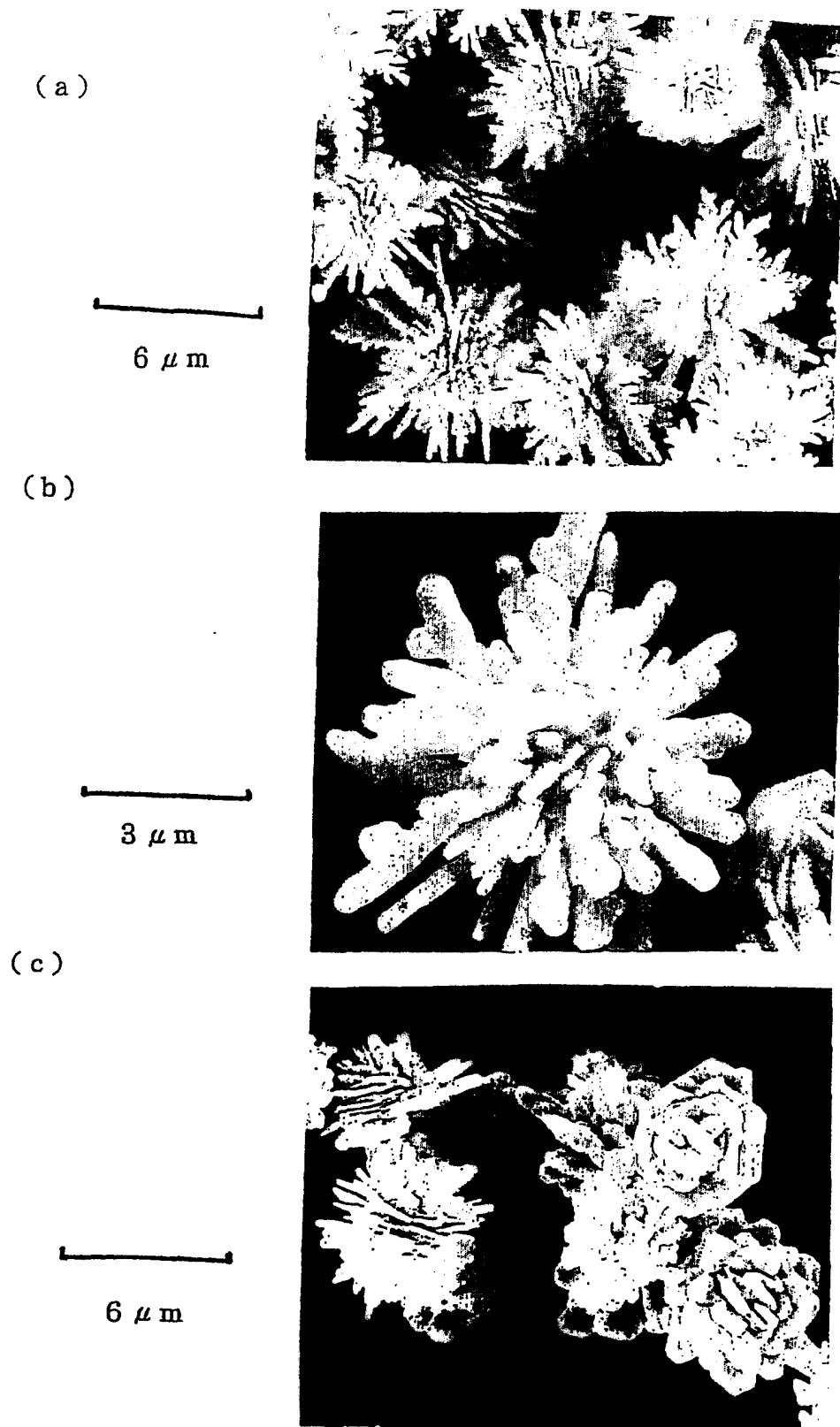


图 1

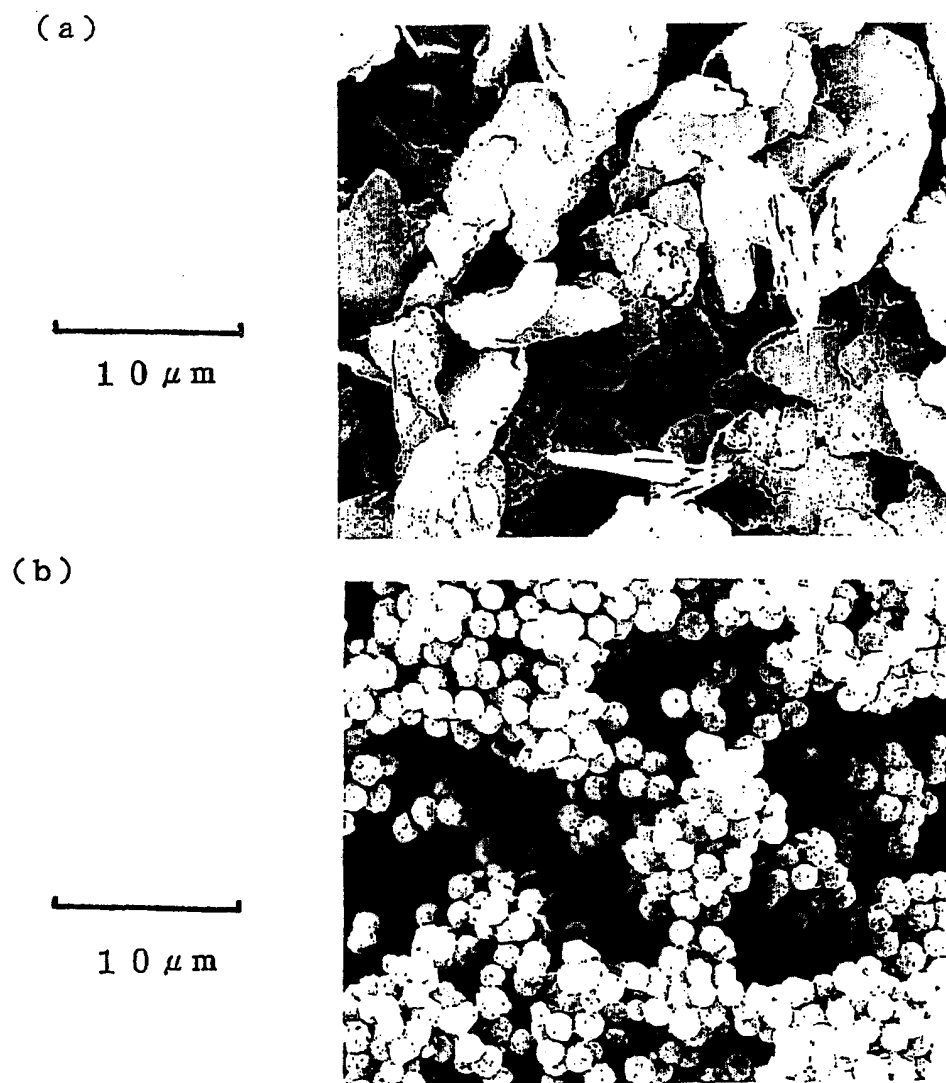


图 2

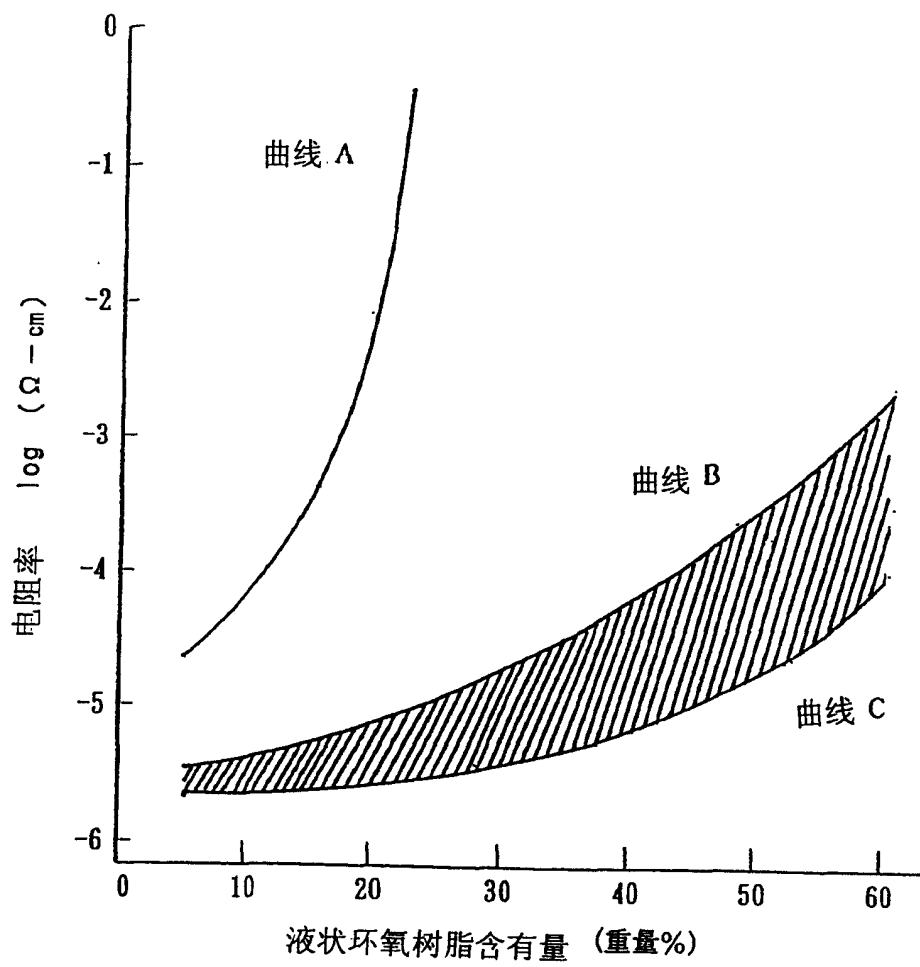


图 3