



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115762848 A

(43) 申请公布日 2023.03.07

(21) 申请号 202211398966.6

(22) 申请日 2022.11.09

(71) 申请人 宁夏中色新材料有限公司

地址 753000 宁夏回族自治区石嘴山市大  
武口区冶金路119号

(72) 发明人 胡楠 刘芳 哈敏 郑伟 刘玲  
陈学刚 王军 饶晓方

(74) 专利代理机构 中国和平利用军工技术协会  
专利中心 11215

专利代理师 周玄

(51) Int. Cl.

H01B 1/16 (2006.01)

H01B 1/22 (2006.01)

H01B 13/00 (2006.01)

权利要求书2页 说明书8页

(54) 发明名称

一种异质结低温银浆及其制备方法

(57) 摘要

本发明提出一种异质结低温银浆及其制备方法,涉及低温银浆制备领域。该低温银浆,按质量百分比,包括85-92%的银粉,0.05-0.2%的分散剂,2-4%的改性环氧树脂,2-4%的潜伏性固化剂,0.2-0.85%的触变剂以及3-8%的稀释剂;其中,所述银粉为硅烷偶联剂处理后的银粉。本发明采用硅烷偶联剂对银粉进行预处理,以提高所述银粉在有机载体的分散性。

1. 一种异质结低温银浆,其特征在于,所述低温银浆,按质量百分比,包括85-92%的银粉,0.05-0.2%的分散剂,2-4%的改性环氧树脂,2-4%的潜伏性固化剂,0.2-0.85%的触变剂以及3-8%的稀释剂;

其中,所述银粉为硅烷偶联剂处理后的银粉。

2. 根据权利要求1所述的一种异质结低温银浆,其特征在于,所述硅烷偶联剂占所述银粉的质量百分比为0.5%。

3. 根据权利要求2所述的一种异质结低温银浆,其特征在于,所述银粉,按质量百分比,包括60-80%的片状银粉和20-40%的球状银粉。

4. 根据权利要求3所述的一种异质结低温银浆,其特征在于,所述片状银粉的平均粒径为5-8 $\mu\text{m}$ ,所述片状银粉的振实密度为4.5-6.5 $\text{g}/\text{cm}^3$ ,所述片状银粉的片厚比为1:1~1:20;所述球状银粉的平均粒径为0.5-1.5 $\mu\text{m}$ ,所述球状银粉的振实密度为3.5-5.0 $\text{g}/\text{cm}^3$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种异质结低温银浆,其特征在于,所述分散剂为聚氧化烯化合物。

6. 根据权利要求1所述的一种异质结低温银浆,其特征在于,所述改性环氧树脂为聚氨酯改性环氧树脂、硅氧烷改性环氧树脂或丙烯酸改性环氧树脂中的一种或多种;

其中,所述聚氨酯改性环氧树脂为聚氨酯弹性体改性环氧树脂。

7. 根据权利要求1所述的一种异质结低温银浆,其特征在于,所述潜伏性固化剂为改性脂肪族胺类、芳香族二胺类、双氰胺类、咪唑类、有机酸酐类、有机酰肼类或路易斯酸类中的一种或多种。

8. 根据权利要求1所述的一种异质结低温银浆,其特征在于,所述稀释剂的沸点为150-200 $^{\circ}\text{C}$ ;

所述稀释剂为乙二醇乙醚醋酸酯、乙二醇丁醚、二乙二醇甲醚、甘油二乙酯、草酸二甲酯、丁酸异戊酯、乙二醇二乙酸酯、富马酸二甲酯、磷酸二甲酯中的一种或多种。

9. 根据权利要求1所述的一种异质结低温银浆,其特征在于,所述触变剂为聚酰胺蜡、有机膨润土或二氧化硅中的一种或多种。

10. 一种权利要求1-9任一项所述异质结低温银浆的制备方法,其特征在于,所述制备方法包括:

步骤S1,银粉的预处理:将占所述银粉质量百分比为0.5%的硅烷偶联剂和20%的乙醇充分混合均匀,以获取硅烷偶联剂乙醇溶液;之后将包括质量百分比60-80%的片状银粉和20-40%的球状银粉的混合银粉加入所述硅烷偶联剂乙醇溶液中得到第一混合物,利用转速为300-600 $\text{r}/\text{min}$ 的高速分散机对所述第一混合物进行30-40 $\text{min}$ 的搅拌分散;将搅拌分散后的混合物置于60-70 $^{\circ}\text{C}$ 温度环境的鼓风干燥箱内烘干10 $\text{h}$ ,将干燥后的银粉粉末过250目筛,取筛下粉得到经所述硅烷偶联剂处理后的银粉;

步骤S2,有机载体的制备:按质量百分比,将0.05-0.2%的分散剂,2-4%的改性环氧树脂,2-4%的潜伏性固化剂,0.2-0.85%的触变剂以及3-8%的稀释剂进行混合后得到第二混合物,利用转速为800-1000 $\text{r}/\text{min}$ 的高速分散机对所述第二混合物进行30-60 $\text{min}$ 的高速搅拌至无溶剂及颗粒析出,以获取所述有机载体;

步骤S3,按质量百分比,将85-92%的经所述硅烷偶联剂处理后的银粉加入8-15%的所述有机载体中后得到第三混合物,利用转速为300-500 $\text{r}/\text{min}$ 的高速分散机对所述第三混合

物进行2~3h的搅拌分散得到分散均匀的浆料；

步骤S4,利用三辊研磨机将步骤S3所述浆料研磨6-10遍,以获取细度小于5 $\mu$ m的浆料；

步骤S5,将所述步骤S4所得浆料搅拌脱泡后,真空状态下脱气5~10min,得到所述低温银浆。

## 一种异质结低温银浆及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于低温银浆制备领域,尤其涉及一种异质结低温银浆及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 异质结电池结合了薄膜太阳能电池低温的制造优点,避免了传统的高温工艺,不仅大大的节约燃料能源,而且低温加工环境有利于实现异质结电池薄片化,减少硅的使用量,降低硅原料成本。异质结电池由于其工艺温度限制,与传统热扩散型晶体硅太阳能电池使用的电极浆料(800℃左右烧结)不同,其电极制作需要在200℃左右进行。

[0003] 目前,降低银粉的烧结温度的主要思路为添加纳米银粉、纳米银线或者低熔点的金属粉末。然而纳米银粉或银线极高的比表面会增加银粉的吸油量,不利于异质结银浆的印刷。低熔点的金属粉末熔融后与银颗粒的接触电阻增大,对导致银浆的线电阻增大,不利于提高银浆的光电转换效率。

[0004] 因此,急需开发一款针对异质结电池工艺的低温银浆,以满足异质结电池对低温烧结,优异的导电性,极低的接触电阻的需求。

### 发明内容

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提出一种异质结低温银浆及其制备方法。

[0006] 本发明第一方面公开了一种异质结低温银浆。所述低温银浆,按质量百分比,包括85-92%的银粉,0.05-0.2%的分散剂,2-4%的改性环氧树脂,2-4%的潜伏性固化剂,0.2-0.85%的触变剂以及3-8%的稀释剂。

[0007] 其中,所述银粉为硅烷偶联剂处理后的银粉。

[0008] 根据本发明第一方面的低温银浆,所述硅烷偶联剂占所述银粉的质量百分比为0.5%。

[0009] 根据本发明第一方面的低温银浆,所述银粉,按质量百分比,包括60-80%的片状银粉和20-40%的球状银粉。

[0010] 根据本发明第一方面的低温银浆,所述片状银粉的平均粒径为5-8 $\mu\text{m}$ ,所述片状银粉的振实密度为4.5-6.5 $\text{g}/\text{cm}^3$ ,所述片状银粉的片厚比为1:1~1:20。

[0011] 所述球状银粉的平均粒径为0.5-1.5 $\mu\text{m}$ ,所述球状银粉的振实密度为3.5-5.0 $\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0012] 根据本发明第一方面的低温银浆,所述分散剂为聚氧化烯化合物。

[0013] 其中,所述聚氧化烯化合物为胺改性聚氧化烯或聚羧酸聚氧化烯中的一种或两种。

[0014] 根据本发明第一方面的低温银浆,所述改性环氧树脂为聚氨酯改性环氧树脂、硅氧烷改性环氧树脂或丙烯酸改性环氧树脂中的一种或多种;

[0015] 其中,所述聚氨酯改性环氧树脂为聚氨酯弹性体改性环氧树脂。

[0016] 根据本发明第一方面的低温银浆,所述潜伏性固化剂为改性脂肪族胺类、芳香族

二胺类、双氰胺类、咪唑类、有机酸酐类、有机酰胺类或路易斯酸类中的一种或多种。

[0017] 根据本发明第一方面的低温银浆,所述稀释剂的沸点为150-200℃。

[0018] 所述稀释剂为乙二醇乙醚醋酸酯、乙二醇丁醚、二乙二醇甲醚、甘油二乙酯、草酸二甲酯、丁酸异戊酯、乙二醇二乙酸酯、富马酸二甲酯、磷酸二甲酯中的一种或多种。

[0019] 根据本发明第一方面的低温银浆,所述触变剂为聚酰胺蜡、有机膨润土或二氧化硅中的一种或多种。

[0020] 本发明第二方面公开了前述所述低温银浆的制备方法。所述制备方法包括:

[0021] 步骤S1,银粉的预处理:将占所述银粉质量百分比为0.5%的硅烷偶联剂和20%的乙醇充分混合均匀,以获取硅烷偶联剂乙醇溶液;之后将包括质量百分比60-80%的片状银粉和20-40%的球状银粉的混合银粉加入所述硅烷偶联剂乙醇溶液中得到第一混合物,利用转速为300-600r/min的高速分散机对所述第一混合物进行30-40min的搅拌分散;将搅拌分散后的混合物置于60-70℃温度环境的鼓风干燥箱内烘干10h,将干燥后的银粉粉末过250目筛,取筛下粉得到经所述硅烷偶联剂处理后的银粉。

[0022] 步骤S2,有机载体的制备:按质量百分比,将0.05-0.2%的分散剂,2-4%的改性环氧树脂,2-4%的潜伏性固化剂,0.2-0.85%的触变剂以及3-8%的稀释剂进行混合后得到第二混合物,利用转速为800-1000r/min的高速分散机对所述第二混合物进行30-60min的高速搅拌至无溶剂及颗粒析出,以获取所述有机载体。

[0023] 步骤S3,按质量百分比,将85-92%的经所述硅烷偶联剂处理后的银粉加入8-15%的所述有机载体中后得到第三混合物,利用转速为300-500r/min的高速分散机对所述第三混合物进行2~3h的搅拌分散得到分散均匀的浆料。

[0024] 步骤S4,利用三辊研磨机将步骤S3所述浆料研磨6-10遍,以获取细度小于5 $\mu$ m的浆料。

[0025] 步骤S5,将所述步骤S4所得浆料搅拌脱泡后,真空状态下脱气5~10min,得到所述低温银浆。

[0026] 综上,本发明提出的方案具备如下技术效果:

[0027] 本发明首先采用硅烷偶联剂对银粉进行预处理,以提高所述银粉在有机载体的分散性,以及降低银浆的体积电阻率。硅烷偶联剂作用于银粉的机理如下:首先,硅烷偶联剂的粘度及表面张力低,润湿能力较高,对银粉表面的接触角小,可在银粉表面迅速铺展开,经过预处理的银粉表面被硅烷偶联剂润湿;其次,一旦银粉表面被硅烷偶联剂润湿,硅烷偶联剂分子上的烷氧基在空气中被水解为羟基,取向于银粉表面,而有机基团则取向于有机材料表面,在交联固化中,硅烷偶联剂与有机载体中的组分发生化学反应,从而完成异种料间的偶联过程。

[0028] 此外,本发明所用分散剂为聚氧化烯化合物,可以提高吸附在银粉表面的吸附部位,进一步提高银粉与有机载体的亲和性,以及赋予银粉粒子间的立体排斥,防止银粉粒子的再凝聚,进一步完善银粉在有机载体中的润湿分散性,形成成分均匀且低体积电阻率的低温银浆。

[0029] 此外,在丝网印刷的过程中,本发明所选用的分散剂又充当了丝网和银浆之间的“桥梁”作用,当银浆铺平于丝网之上,在印刷剪切的作用下增加了银浆与丝网之间的润湿性,使银浆易于下网,且不易产生飞白,发花等现象。

[0030] 此外,本发明选择低沸点的稀释剂一是可以降低银浆体积电阻率,二是便于有机溶剂挥发,提高树脂与固化剂的交联反应。

### 具体实施方式

[0031] 下面将结合具体的实施例对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例只是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0032] 本发明第一方面公开了一种异质结低温银浆。所述低温银浆,按质量百分比,包括85-92%的银粉,0.05-0.2%的分散剂,2-4%的改性环氧树脂,2-4%的潜伏性固化剂,0.2-0.85%的触变剂以及3-8%的稀释剂。

[0033] 其中,所述银粉为硅烷偶联剂处理后的银粉。

[0034] 本发明首先采用硅烷偶联剂对银粉进行预处理,以提高所述银粉在有机载体的分散性。硅烷偶联剂作用于银粉的机理如下:首先,硅烷偶联剂的粘度及表面张力低,润湿能力较高,对银粉表面的接触角小,可在银粉表面迅速铺展开,经过预处理的银粉表面被硅烷偶联剂润湿;其次,一旦银粉表面被硅烷偶联剂润湿,硅烷偶联剂分子上的烷氧基在空气中被水解为羟基,取向于银粉表面,而有机基团则取向于有机材料表面,在交联固化中,硅烷偶联剂与有机载体中的组分发生化学反应,从而完成异种料间的偶联过程。

[0035] 在一些实施例中,所述硅烷偶联剂占所述银粉的质量百分比为0.5%。

[0036] 在一些实施例中,所述银粉,按质量百分比,包括60-80%的片状银粉和20-40%的球状银粉。

[0037] 在一些实施例中,所述片状银粉的平均粒径为5-8 $\mu\text{m}$ ,所述片状银粉的振实密度为4.5-6.5 $\text{g}/\text{cm}^3$ ,所述片状银粉的片厚比为1:1~1:20;

[0038] 所述球状银粉的平均粒径为0.5-1.5 $\mu\text{m}$ ,所述球状银粉的振实密度为3.5-5.0 $\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0039] 银粉在银浆中作为导电相。其中,振实密度为4.5-6.5 $\text{g}/\text{cm}^3$ 的高振实密度的片状银粉主要起支撑作用,具有较好的导电性,且由于振实密度很高,使银浆能够达到>90%的含银量。小直径的球状银粉用于填满片状银粉的空隙,进一步提高银浆的致密性。且本发明所用球状银粉为银氨体系制备的单分散球状银粉,BET为0.5-1.2 $\text{m}^2/\text{g}$ ,烧结活性高。在银浆使用过程中,200 $^{\circ}\text{C}$ 烧结30min即可形成烧结致密的膜。

[0040] 在一些实施例中,所述分散剂为聚氧化烯化合物。

[0041] 具体地,所述聚氧化烯化合物为胺改性聚氧化烯或聚羧酸聚氧化烯中的一种或两种。

[0042] 所述分散剂用于提高银粉在银浆中的分散性及稳定性,使银粉在银浆中分散均匀,成分均一。

[0043] 在一些实施例中,所述改性环氧树脂为聚氨酯改性环氧树脂、硅氧烷改性环氧树脂或丙烯酸改性环氧树脂中的一种或多种;

[0044] 其中,所述聚氨酯改性环氧树脂为聚氨酯弹性体改性环氧树脂。

[0045] 所述改性环氧树脂作为黏合剂,使银粉之间彼此粘结,在银浆使用过程中,保证银

浆牢固附着于基材表面形成连续膜。

[0046] 在一些实施例中,所述潜伏性固化剂为改性脂肪族胺类、芳香族二胺类、双氰胺类、咪唑类、有机酸酐类、有机酰胺类或路易斯酸类中的一种或多种。

[0047] 固化剂的种类对固化物的力学性能、耐热性、耐水性、耐腐蚀性等都有很大影响。本发明所述潜伏性固化剂使所述改性环氧树脂发生不可逆的变化过程,主要用于与树脂交联,固化成网状结构。

[0048] 在一些实施例中,所述稀释剂的沸点为150-200℃。

[0049] 所述稀释剂为乙二醇乙醚醋酸酯、乙二醇丁醚、二乙二醇甲醚、甘油二乙酯、草酸二甲酯、丁酸异戊酯、乙二醇二乙酸酯、富马酸二甲酯、磷酸二甲酯中的一种或多种。

[0050] 本发明选择低沸点的稀释剂一是可以降低银浆体积电阻率,二是便于有机溶剂挥发,提高树脂与固化剂的交联反应。

[0051] 在一些实施例中,所述触变剂为聚酰胺蜡、有机膨润土或二氧化硅中的一种或多种。

[0052] 触变剂加入后,可使银浆的粘度增加,形成触变性流体。触变越高,银浆的高宽比越大,可以减少异质结低温银浆的遮光面积,提高电池的光电转换效率。

[0053] 本发明第二方面公开了一种异质结低温银浆的制备方法。所述制备方法包括:

[0054] 步骤S1,银粉的预处理:将占所述银粉质量百分比为0.5%的硅烷偶联剂和20%的乙醇充分混合均匀,以获取硅烷偶联剂乙醇溶液;之后将包括质量百分比60-80%的片状银粉和20-40%的球状银粉的混合银粉加入所述硅烷偶联剂乙醇溶液中得到第一混合物,利用转速为300-600r/min的高速分散机对所述第一混合物进行30-40min的搅拌分散;将搅拌分散后的混合物置于60-70℃温度环境的鼓风干燥箱内烘干10h,将干燥后的银粉粉末过250目筛,取筛下粉得到经所述硅烷偶联剂处理后的银粉。

[0055] 步骤S2,有机载体的制备:按质量百分比,将0.05-0.2%的分散剂,2-4%的改性环氧树脂,2-4%的潜伏性固化剂,0.2-0.85%的触变剂以及3-8%的稀释剂进行混合后得到第二混合物,利用转速为800-1000r/min的高速分散机对所述第二混合物进行30-60min的高速搅拌至无溶剂及颗粒析出,以获取所述有机载体。

[0056] 步骤S3,按质量百分比,将85-92%的经所述硅烷偶联剂处理后的银粉加入8-15%的所述有机载体中后得到第三混合物,利用转速为300-500r/min的高速分散机对所述第三混合物进行2~3h的搅拌分散得到分散均匀的浆料。

[0057] 步骤S4,利用三辊研磨机将步骤S3所述浆料研磨6-10遍,以获取细度小于5 $\mu$ m的浆料。

[0058] 步骤S5,将所述步骤S4所得浆料搅拌脱泡后,真空状态下脱气5~10min,得到所述低温银浆。

[0059] 实施例1

[0060] 本实施例提供一种异质结低温银浆,所述低温银浆,按质量百分比,包括92%的硅烷偶联剂处理后银粉,0.05%的分散剂,2%的改性环氧树脂,2%的潜伏性固化剂,0.2%的触变剂以及3.75%的稀释剂。

[0061] 所述硅烷偶联剂处理后银粉包括70%的片状银粉和30%的球状银粉。其中,所述片状银粉的平均粒径为6-7 $\mu$ m,振实密度为4.5-6.5g/cm<sup>3</sup>,所述片状银粉的片厚比为1:1~

1:20;所述球状银粉的平均粒径为0.5-0.8 $\mu\text{m}$ ,所述球状银粉的振实密度为3.5-5.0g/cm<sup>3</sup>。

[0062] 所述分散剂为胺改性聚氧化烯;所述改性环氧树脂为聚氨酯改性环氧树脂;所述潜伏性固化剂为咪唑类;所述触变剂为聚酰胺蜡;所述稀释剂为乙二醇乙醚醋酸酯和乙二醇丁醚的混合物。

[0063] 本实施例还提供了一种异质结低温银浆的制备方法,包括以下步骤:

[0064] (1) 银粉的预处理:按质量百分比,将占银粉质量百分比为0.5%的硅烷偶联剂和20%的乙醇充分混合均匀,以获取硅烷偶联剂乙醇溶液;之后将包括质量百分比70%的片状银粉和30%的球状银粉的混合银粉加入所述硅烷偶联剂乙醇溶液中得到第一混合物,利用转速为300-600r/min的高速分散机对所述第一混合物进行30-40min的搅拌分散;将搅拌分散后的混合物置于60-70 $^{\circ}\text{C}$ 温度环境的鼓风干燥箱内烘干10h,将干燥后的银粉粉末过250目筛,取筛下粉得到经所述硅烷偶联剂处理后的银粉。

[0065] (2) 有机载体的制备:将0.05%的分散剂,2%的改性环氧树脂,2%的潜伏性固化剂,0.2%的触变剂以及3.75%的稀释剂进行混合后得到第二混合物,利用转速为800-1000r/min的高速分散机对所述第二混合物进行30-60min的高速搅拌至无溶剂及颗粒析出,以获取所述有机载体。

[0066] (3) 按质量百分比,将92%的经所述硅烷偶联剂处理后的银粉加入8%的所述有机载体中后得到第三混合物,利用转速为300-500r/min的高速分散机对所述第三混合物进行2~3h的搅拌分散得到分散均匀的浆料。

[0067] (4) 利用三辊研磨机将所述浆料研磨6-10遍,以获取细度小于5 $\mu\text{m}$ 的浆料。

[0068] (5) 将细度小于5 $\mu\text{m}$ 的浆料搅拌脱泡后,真空状态下脱气5~10min,得到所述低温银浆。

[0069] 实施例2

[0070] 本实施例提供一种异质结低温银浆,所述低温银浆,按质量百分比,包括90%的硅烷偶联剂处理后银粉,0.1%的分散剂,2.8%的改性环氧树脂,2.8%的潜伏性固化剂,0.2%的触变剂以及4.1%的稀释剂。

[0071] 所述硅烷偶联剂处理后银粉包括75%的片状银粉和25%的球状银粉。其中,所述片状银粉的平均粒径为5-7 $\mu\text{m}$ ,振实密度为4.5-6.5g/cm<sup>3</sup>,所述片状银粉的片厚比为1:1~1:20;所述球状银粉的平均粒径为0.5-0.9 $\mu\text{m}$ ,所述球状银粉的振实密度为3.5-5.0g/cm<sup>3</sup>。

[0072] 所述分散剂为聚羧酸聚氧化烯;所述改性环氧树脂为硅氧烷改性环氧树脂;所述潜伏性固化剂为有机酸酐类;所述触变剂为二氧化硅;所述稀释剂为乙二醇二乙酸酯、富马酸二甲酯和草酸二甲酯的混合物。

[0073] 本实施例还提供了一种异质结低温银浆的制备方法,除原料及含量不同以外,具体的操作步骤与实施例1相同。

[0074] 实施例3

[0075] 本实施例提供一种异质结低温银浆,所述低温银浆,按质量百分比,包括91%的硅烷偶联剂处理后银粉,0.2%的分散剂,2.5%的改性环氧树脂,2.5%的潜伏性固化剂,0.2%的触变剂以及3.6%的稀释剂。

[0076] 所述硅烷偶联剂处理后银粉包括65%的片状银粉和35%的球状银粉。其中,所述片状银粉的平均粒径为7-8 $\mu\text{m}$ ,振实密度为4.5-6.5g/cm<sup>3</sup>,所述片状银粉的片厚比为1:1~

1:20;所述球状银粉的平均粒径为0.9-1.2 $\mu\text{m}$ ,所述球状银粉的振实密度为3.5-5.0g/cm<sup>3</sup>。

[0077] 所述分散剂为胺改性聚氧化烯;所述改性环氧树脂为丙烯酸改性环氧树脂;所述潜伏性固化剂为双氰胺类;所述触变剂为有机膨润土;所述稀释剂为富马酸二甲酯和磷酸二甲酯的混合物。

[0078] 本实施例还提供了一种异质结低温银浆的制备方法,除原料及含量不同以外,具体的操作步骤与实施例1相同。

[0079] 实施例4

[0080] 本实施例提供一种异质结低温银浆,所述低温银浆,按质量百分比,包括85%的硅烷偶联剂处理后银粉,0.1%的分散剂,3.8%的改性环氧树脂,3.8%的潜伏性固化剂,0.75%的触变剂以及6.55%的稀释剂。

[0081] 所述硅烷偶联剂处理后银粉包括70%的片状银粉和30%的球状银粉。其中,所述片状银粉的平均粒径为6-8 $\mu\text{m}$ ,振实密度为4.5-6.5g/cm<sup>3</sup>,所述片状银粉的片厚比为1:1~1:20;所述球状银粉的平均粒径为0.6-1.0 $\mu\text{m}$ ,所述球状银粉的振实密度为3.5-5.0g/cm<sup>3</sup>。

[0082] 所述分散剂为胺改性聚氧化烯;所述改性环氧树脂为聚氨酯改性环氧树脂;所述潜伏性固化剂为芳香族二胺类;所述触变剂为聚酰胺蜡和二氧化硅的混合物;所述稀释剂为富马酸二甲酯和磷酸二甲酯的混合物。

[0083] 本实施例还提供了一种异质结低温银浆的制备方法,除原料及含量不同以外,具体的操作步骤与实施例1相同。

[0084] 实施例5

[0085] 本实施例提供一种异质结低温银浆,所述低温银浆,按质量百分比,包括88%的硅烷偶联剂处理后银粉,0.2%的分散剂,3.5%的改性环氧树脂,3.5%的潜伏性固化剂,0.5%的触变剂以及4.3%的稀释剂。

[0086] 所述硅烷偶联剂处理后银粉包括60%的片状银粉和40%的球状银粉。其中,所述片状银粉的平均粒径为5-8 $\mu\text{m}$ ,振实密度为4.5-6.5g/cm<sup>3</sup>,所述片状银粉的片厚比为1:1~1:20;所述球状银粉的平均粒径为0.8-1.5 $\mu\text{m}$ ,所述球状银粉的振实密度为3.5-5.0g/cm<sup>3</sup>。

[0087] 所述分散剂为聚羧酸聚氧化烯;所述改性环氧树脂为丙烯酸改性环氧树脂;所述潜伏性固化剂为有机酰肼类;所述触变剂为有机膨润土和聚酰胺蜡的混合物;所述稀释剂为丁酸异戊酯、乙二醇二乙酸酯和富马酸二甲酯的混合物。

[0088] 本实施例还提供了一种异质结低温银浆的制备方法,除原料及含量不同以外,具体的操作步骤与实施例1相同。

[0089] 实施例6

[0090] 本实施例提供一种异质结低温银浆,所述低温银浆,按质量百分比,包括85%的硅烷偶联剂处理后银粉,0.1%的分散剂,4.0%的改性环氧树脂,4.0%的潜伏性固化剂,0.85%的触变剂以及6.05%的稀释剂。

[0091] 所述硅烷偶联剂处理后银粉包括60%的片状银粉和40%的球状银粉。其中,所述片状银粉的平均粒径为5-6 $\mu\text{m}$ ,振实密度为4.5-6.5g/cm<sup>3</sup>,所述片状银粉的片厚比为1:1~1:20;所述球状银粉的平均粒径为0.5-1.0 $\mu\text{m}$ ,所述球状银粉的振实密度为3.5-5.0g/cm<sup>3</sup>。

[0092] 所述分散剂为聚羧酸聚氧化烯;所述改性环氧树脂为聚氨酯改性环氧树脂;所述潜伏性固化剂为改性脂肪族胺类;所述触变剂为有机膨润土和二氧化硅的混合物;所述稀

释剂为乙二醇乙醚醋酸酯和乙二醇丁醚的混合物。

[0093] 本实施例还提供了一种异质结低温银浆的制备方法,除原料及含量不同以外,具体的操作步骤与实施例1相同。

[0094] 对比例1

[0095] 本对比例提供一种银浆,与实施例1的不同之处在于未使用硅烷偶联剂处理所用银粉。

[0096] 对比例2

[0097] 本对比例提供一种银浆,与实施例1的不同之处在于未使用分散剂。

[0098] 对比例3

[0099] 本对比例提供一种银浆,与实施例1的不同之处在于使用高沸点的二乙二醇丁醚醋酸酯(沸点:246.4℃)作为稀释剂。

[0100] 实施例1-6和对比例1-3的银浆的体积电阻率、固化温度和固化时间等性能如下表所示。

|              | 体积电阻率<br>( $10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ ) | 固化温度<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | 固化时间<br>(min) |
|--------------|---|--------------------------------|---------------|
| [0101] 实施例 1 | 7.8   | 190                            | 30            |
| 实施例 2        | 7.2   | 180                            | 30            |
| 实施例 3        | 6.5   | 200                            | 30            |
| 实施例 4        | 6.0   | 180                            | 30            |
| 实施例 5        | 8.0   | 190                            | 30            |
| 实施例 6        | 6.3   | 190                            | 30            |
| [0102] 对比例 1 | 30  | 210                            | 30            |
| 对比例 2        | 87  | 210                            | 30            |
| 对比例 3        | 95  | 230                            | 40            |

[0103] 银粉未经过硅烷偶联剂处理,银浆中未加入分散剂,均会导致银浆印刷线条不均匀,体积电阻率增加。在对比例3中,为了降低体积电阻率,特别提高烧结温度以及延长烧结时间,但烧结后银浆的体积电阻率仍远高于本发明。

[0104] 综上,本发明提出的技术方案具备如下技术效果:

[0105] 本发明首先采用硅烷偶联剂对银粉进行预处理,以提高所述银粉在有机载体的分散性,以及降低银浆的体积电阻率。硅烷偶联剂作用于银粉的机理如下:首先,硅烷偶联剂的粘度及表面张力低,润湿能力较高,对银粉表面的接触角小,可在银粉表面迅速铺展开,经过预处理的银粉表面被硅烷偶联剂润湿;其次,一旦银粉表面被硅烷偶联剂润湿,硅烷偶

联剂分子上的烷氧基在空气中被水解为羟基,取向于银粉表面,而有机基团则取向于有机材料表面,在交联固化中,硅烷偶联剂与有机载体中的组分发生化学反应,从而完成异种料间的偶联过程。

[0106] 此外,本发明所用分散剂为聚氧化烯化合物,可以提高吸附在银粉表面的吸附部位,进一步提高银粉与有机载体的亲和性,以及赋予银粉粒子间的立体排斥,防止银粉粒子的再凝聚,进一步完善银粉在有机载体中的润湿分散性,形成成分均匀且低体积电阻率的低温银浆。

[0107] 此外,在丝网印刷的过程中,本发明所选用的分散剂又充当了丝网和银浆之间的“桥梁”作用,当银浆铺平于丝网之上,在印刷剪切的作用下增加了银浆与丝网之间的润湿性,使银浆易于下网,且不易产生飞白,发花等现象。

[0108] 此外,本发明选择低沸点的稀释剂一是可以降低银浆体积电阻率,二是便于有机溶剂挥发,提高树脂与固化剂的交联反应。

[0109] 请注意,以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。以上实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护范围。因此,本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。