



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110335724 A

(43)申请公布日 2019.10.15

(21)申请号 201910676731.0

(22)申请日 2019.07.25

(71)申请人 西安宏星电子浆料科技股份有限公司

地址 710065 陕西省西安市高新区丈八街办电子西街3号904厂房

(72)发明人 张莉莉 赵科良 王大林 党丽萍  
高辉 王要东 黄超峰

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 陈亮

(51)Int.Cl.

H01B 13/00(2006.01)

H01B 1/22(2006.01)

H01L 31/0224(2006.01)

权利要求书1页 说明书7页

(54)发明名称

一种适用于异质结高效太阳能电池银浆的制备方法

(57)摘要

本发明涉及一种适用于异质结高效太阳能电池银浆的制备方法,将树脂加入到溶剂中,溶解完全并过滤得有机载体;调节硅烷偶联剂的pH值为3-5,加入纳米银粉,将混合溶液在恒温条件下分散反应,将得到的反应物抽滤并洗涤,干燥得到表面改性纳米银粉;将表面改性纳米银粉、片状银粉、有机载体、溶剂混合均匀,分散后过滤即得适用于异质结高效太阳能电池银浆。与现有技术相比,本发明能够改善低温烧结可焊银浆可能出现的印刷时堵网、低温烧结后可焊性差和电阻率高的问题。

1. 一种适用于异质结高效太阳能电池银浆的制备方法,其特征在于,该方法包括:  
有机载体制备:按照重量百分比,将10%~50%的树脂加入到50%~90%的溶剂中,溶解完全并过滤得有机载体;  
纳米银粉表面改性:调节硅烷偶联剂的pH值为3-5,加入纳米银粉,将混合溶液在恒温条件下分散反应,将得到的反应物抽滤并洗涤,干燥得到表面改性纳米银粉;  
银浆制备:将表面改性纳米银粉、片状银粉、有机载体、溶剂按重量比为0.1~0.5:1-89:5-8:1-3混合均匀,分散后过滤即得适用于异质结高效太阳能电池银浆。
2. 根据权利要求1所述的一种适用于异质结高效太阳能电池银浆的制备方法,其特征在于,所述树脂包括环氧树脂、改性醇酸树脂、丙烯酸树脂、聚胺酯树脂、酚醛树脂、乙烯醋酸乙烯酯树脂、乙烯基吡咯烷酮/丙烯酸酯共聚物中两种或以上的组合混合物。
3. 根据权利要求1所述的一种适用于异质结高效太阳能电池银浆的制备方法,其特征在于,所述溶剂包括有松油醇、丁基卡必醇、丁基卡必醇醋酸酯、三丙二醇甲醚、戊二酸二甲酯或己二酸二甲酯中的三种或以上组合混合物。
4. 根据权利要求1所述的一种适用于异质结高效太阳能电池银浆的制备方法,其特征在于,所述硅烷偶联剂的用量为纳米银粉质量的1-5%。
5. 根据权利要求1或4所述的一种适用于异质结高效太阳能电池银浆的制备方法,其特征在于,所述纳米银粉为带状纳米银粉。
6. 根据权利要求1所述的一种适用于异质结高效太阳能电池银浆的制备方法,其特征在于,混合溶液在30℃~60℃的恒温条件下超声分散,同时进行机械搅拌,反应18~36hr后将反应物抽滤,用甲苯洗涤。
7. 根据权利要求1所述的一种适用于异质结高效太阳能电池银浆的制备方法,其特征在于,所述片状银粉 $D_{50}$ 为1.0~3.0 $\mu\text{m}$ ,比表面积为0.5~1.0 $\text{m}^2/\text{g}$ 。
8. 根据权利要求1所述的一种适用于异质结高效太阳能电池银浆的制备方法,其特征在于,银浆制备步骤采用的溶剂选自松油醇、丁基卡必醇、丁基卡必醇醋酸酯、三丙二醇甲醚、戊二酸二甲酯或己二酸二甲酯中的一种或几种。
9. 根据权利要求1所述的一种适用于异质结高效太阳能电池银浆的制备方法,其特征在于,表面改性纳米银粉、片状银粉、有机载体、溶剂在三辊机上分散至10 $\mu\text{m}$ 以下,再经325~600目筛网过滤。

## 一种适用于异质结高效太阳能电池银浆的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于电子材料技术领域,尤其是涉及一种适用于异质结高效太阳能电池银浆的制备方法。

### 背景技术

[0002] 太阳能经过四十多年的发展,现在越来越多的太阳能被应用到现实生活中,类似太阳能路灯、太阳能外墙体、太阳能便携设备等得到了很大的发展,对缓解能源压力降低环境污染做出了贡献。太阳能电池的研发也不断深入,各种新型高效的太阳能电池被不断的发现。现阶段占市场90%份额的主要还是硅基太阳能电池,包括单晶硅太阳能电池、多晶硅太阳能电池、多晶硅薄膜太阳能电池和硅基薄膜太阳能电池等。HIT是Heterojunction with Intrinsic Thin-layer的缩写,意思为本征薄膜异质结,因HIT已被日本三洋公司申请为注册商标,所以又被称为HJT或SHJ(Silicon Heterojunction solar cell)。

[0003] HIT电池结构,中间衬底为N型晶体硅,通过PECVD方法在P型a-Si和c-Si之间插入一层10nm厚的i-a-Si本征非晶硅,在形成pn结的同时。电池背面为20nm厚的本征a-Si:H和N型a-Si:H层,在钝化表面的同时可以形成背表面场。由于非晶硅的导电性较差,因此在电池两侧利用磁控溅射技术溅射TCO膜进行横向导电,最后采用丝网印刷技术形成双面电极,使得HIT电池有着对称双面电池结构。HIT电池的独特优点包括以下几个方面:(1)无PID现象。由于电池上表面为TCO,电荷不会在电池表面的TCO上产生极化现象,无PID现象。(2)低制程温度。HIT电池所有制程的加工温度均低于250℃,避免了生产效率低而成本高的扩散制结的过程,而且低温工艺使得a-Si薄膜的光学带隙、沉积速率、吸收系数以及氢含量得到较精确的控制,也可避免因高温导致的热应力等不良影响。(3)高效率。HIT电池的效率比P型单晶硅电池高1-2%,而且之间的差异在慢慢增大。(4)高光照稳定性。在HIT太阳能电池中不会出现非晶硅太阳能电池中常见的S-W效应。同时HIT电池采用的N型硅片,掺杂剂为磷,几乎无光致衰减现象。(5)可向薄片化发展。HIT电池的制程温度低,上下表面结构对称,无机应力产生,可以顺利实现薄型化;另外,对于少子寿命较高(SRV<100cm/s)的N型硅基衬底,片子越薄得到的开路电压越高。(6)较低的温度系数。HIT电池的典型温度系数为-0.29%,远低于常规晶硅电池的-0.45%,这得益于典型的电池结构和很高的开路电压。

[0004] HJT电池的丝印技术与常规晶体硅的差异主要体现在银浆上。HJT电池所需的低温银浆是通过树脂包裹银颗粒与TCO接触隧穿导电,银颗粒之间在固化后也能通过隧穿导电,低温银浆固化(烧结)温度一般在200℃左右。丝印后的HJT电池存在的主要问题是主栅拉力较低,现在晶体硅电池的拉力一般需要大于2N,而HJT电池一般要求拉力大于1N。拉力是由银浆里树脂决定的,树脂越多拉力越好,但是银浆电阻率反而会越高。所以低温银浆的拉力和电阻率关系是此消彼长,银浆的性能可以通过拉力和电阻率进行综合评价。

[0005] 中国专利CN102054881A公开了晶体硅太阳能电池用背面低温可焊导电银浆及制备方法,该导电银浆包括以下组分及含量:金属银粉50-70、高分子树脂5-15、固化剂0.5-2、溶剂20-40,制备方法包括以下步骤:备料、载体的配制、银浆的配制及银浆料的生产。但是

该发明仅限用于晶体硅太阳能电池背面电场可焊银浆的使用,该背面可焊银浆不适合HJT正银的细线印刷和极低的方阻的要求。HJT太阳能电池正面银浆,除了要求浆料具有低温烘干可焊拉力高的性能,还需要浆料具有极低的方阻,同时兼备良好的细线印刷能力,其要求和研发难度要远远高于晶体硅太阳能电池用背面低温可焊导电银浆。

## 发明内容

[0006] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种适用于异质结高效太阳能电池银浆的制备方法,通过带状纳米银粉的改性,提高分散性能,与片状银粉、改性有机树脂共混、有机溶剂共混改善低温烧结可焊银浆可能出现的印刷时堵网、低温烧结后可焊性差和电阻率高的问题。

[0007] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0008] 一种适用于异质结高效太阳能电池银浆的制备方法,包括:

[0009] (1) 有机载体制备:按照重量百分比,将10%~50%的树脂加入到50%~90%的溶剂中,在恒温水槽中溶解完全,经250~325目筛网过滤得有机载体,上述使用的树脂和溶剂的总量是100%;

[0010] (2) 纳米银粉表面改性:调节硅烷偶联剂(用量为纳米银粉质量的1%~5%)的pH值为3~5,加入纳米银粉,在30℃~60℃的恒温条件下超声分散,同时进行机械搅拌,反应18~36hr后将反应物抽滤,用甲苯洗涤,于40℃~60℃真空干燥24~48小时待用;

[0011] (3) 银浆制备:将表面改性纳米银粉、片状银粉、有机载体、溶剂按重量比为0.1~0.5:1~89:5~8:1~3混合均匀,再在三辊机上分散至10μm以下,最后经325~600目筛网中过滤即得适用于异质结高效太阳能电池银浆。

[0012] 步骤(1)中所述树脂包括环氧树脂、改性醇酸树脂、丙烯酸树脂、聚胺酯树脂、酚醛树脂、乙烯醋酸乙烯酯树脂、乙烯基吡咯烷酮/乙烯酸酯共聚物中两种或以上的组合混合物。

[0013] 步骤(1)中所述溶剂包括有松油醇、丁基卡必醇、丁基卡必醇醋酸酯、三丙二醇甲醚、戊二酸二甲酯或己二酸二甲酯中的三种或以上组合混合物,

[0014] 步骤(2)中所述的纳米银粉表面改性方法中所涉及的纳米银粉为该纳米银粉的分布较宽,电镜下照片从粒径从十几到几百纳米不等。这种不同粒径大小的带状纳米银粉加入到银浆中制备成浆料后,在低温烧结过程中,颗粒小的纳米银粉可能部分熔化,吸附在树脂的极性基团上,形成导电通道;而较长的带状纳米银粉则发生卷曲收缩,与浆料中的有机体系和片状银粉相互缠绕导通。通过不同带长的纳米银粉在低温烧结过程中与有机载体和片状银粉的相互作用,银粉比例和树脂比例的优化,有效的降低了银浆烧结后的电阻率。

[0015] 步骤(3)中所述片状银粉 $D_{50}$ 为1.0~3.0μm,比表面积为0.5~1.0m<sup>2</sup>/g。

[0016] 步骤(3)中所述溶剂选自松油醇、丁基卡必醇、丁基卡必醇醋酸酯、三丙二醇甲醚、戊二酸二甲酯或己二酸二甲酯中的一种或几种。

[0017] 在本发明中,通过带状纳米银粉的选择和改性,同时配合浆料配方中片状银粉的选择和比例优化可以降低银浆低温烧结后的电阻率,提高浆料的可焊性。这种不同粒径大小的带状纳米银粉经过表面改性,加入到银浆中制备成浆料后与树脂之间相容性良好。在低温烧结过程中,颗粒小的纳米银粉可能部分熔化,吸附在树脂的极性基团上,形成遂穿导

电通道；而较长的带状纳米银粉则发生卷曲收缩，与浆料中的有机体系和片状银粉相互缠绕导通。通过不同粒度的纳米银粉在低温烧结过程中与有机载体和片状银粉的相互作用，有效的降低了银浆烧结后的电阻率。片状银粉在本配方中占主要的比例，所以片状银粉的含量和片状银粉的形状对于电阻率的变化、细线过网能力和浆料固化后的可焊性具有决定性的作用。本发明中采用的是D<sub>50</sub>较小的片状银粉，具有较好的细线过网能力。同时，通过该银粉与树脂比例的调整优化，使固化后浆料表面部分银粉裸露，提升了浆料固化后的可焊性。

[0018] 在本发明中，通过树脂种类的调整和组合，使载体对银粉的包覆和基材的浸润良好，烧结后体现出良好基材的附着力，同时进一步降低浆料的阻值。HJT 太阳能正银银浆一方面需要在低温下进行固化反应与基材结合紧密具有良好的附着力，另一方面需要固化后的浆料具有较低的阻值，同时还需要固化后的浆料具备可焊性。这三个方面的要求就对树脂、银粉和溶剂提出很高的要求。不同于中国专利CN102054881A中所用到的环氧树脂，本发明中所用到的环氧树脂是分子量在10万~45万范围的高分子量热塑性环氧树脂，该类树脂链段上羟基含量大，极性高，可以作为结构胶使用而无需外加固化剂，对基材的附着力良好。同时，由于该树脂具有自交联基团，不需要外加交联剂，从而提高了浆料的稳定性和长期储藏性能。而其他的共混树脂如丙烯酸树脂、聚氨酯树脂、乙烯醋酸乙烯酯树脂、乙烯基吡咯烷酮/乙酸酯的树脂链段上具有氨基、羧基等基团，可以和环氧树脂形成一定的交联网络，进一步提高对基材的附着力。同时这些树脂的链段柔韧，固化过程中通过链段的转动排列可以重构片状银粉和纳米银粉的堆砌，增加银粉的接触面积，降低浆料的阻值。

[0019] 与现有技术相比，本发明的浆料具有良好的细线印刷性能，低温烧结后表现较低的电阻率，良好的基材附着力，焊接时可焊性好从而提升了低温烧结银浆的拉力。

[0020] 制备得到的浆料可适用于28um开口网版的细线印刷，同时烧结温度低，烧结后具备良好的耐磨性能和可焊性，拉力良好，电阻率低，适用于异质结高效太阳能银浆。

### 具体实施方式

[0021] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明，但不以任何形式限制本发明。应当指出的是，对本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0022] 一种适用于异质结高效太阳能电池可焊银浆的制备方法，包括以下步骤：

[0023] (1) 有机载体的制备：

[0024] 按照重量百分比，将10%~50%的树脂加入到50%~90%的溶剂中，在75℃~95℃恒温水槽中溶解完全，经250~325目筛网过滤得有机载体；所述树脂包括环氧树脂、改性醇酸树脂、聚胺酯树脂、酚醛树脂、聚乙烯醇缩丁醛、乙烯基吡咯烷酮/乙酸酯共聚物中两种以上的组合混合物。溶剂根据聚合物的种类进行选择，采用有松油醇、丁基卡必醇、丁基卡必醇醋酸酯、三丙二醇甲醚、戊二酸二甲酯、己二酸二甲酯中的三种以上组合混合物，树脂和溶剂的总量是100%。

[0025] (2) 纳米银粉的改性：

[0026] 将硅烷偶联剂(用量为纳米银粉质量的1%~5%)加入三口烧瓶内，滴加盐酸溶液

调节PH=4左右,然后加入纳米银粉,将混合溶液在30-60℃恒温水浴中进行超声分散,同时进行机械搅拌,反应18-36hr后将反应物抽滤,用甲苯洗涤,于60℃真空干燥24小时待用。采用的纳米银粉表面改性方法中所涉及的纳米银粉为带状纳米银粉,长度分布较宽,从十几到几百纳米不等。这种不同长度的带状纳米银粉加入到银浆中制备成浆料后,在低温烧结过程中,长度短和颗粒小的纳米银粉先发生熔化,吸附在树脂的极性基团上,形成导电通道;而较长的带状纳米银粉则发生卷曲收缩,与浆料中的有机体系和片状银粉相互缠绕导通。通过不同带长的纳米银粉在低温烧结过程中与有机载体和片状银粉的相互作用,有效的降低了银浆烧结后的电阻率。

[0027] (3) 制备浆料:

[0028] 按重量比例,将0.1~10的改性纳米银粉、1~90的片状银粉(D<sub>50</sub>为1.0~3.0um,比表面积为0.5~1.0m<sup>2</sup>/g)、5~10的有机载体、2~10的溶剂在行星式或其它类型搅拌机里混合均匀,该步骤中使用的溶剂选自松油醇、丁基卡必醇、丁基卡必醇醋酸酯、三丙二醇甲醚、戊二酸二甲酯或己二酸二甲酯中的一种或几种,再在三辊机上分散至10μm以下,最后经325~600目筛网中过滤即得浆料。

[0029] 以下是更加详细的实施案例,通过以下实施案例进一步说明本发明的技术方案以及所能够获得的技术效果。

[0030] 实施例1

[0031] 一种适用于异质结高效太阳能电池可焊银浆的制备方法,包括以下步骤:

[0032] (1) 制备有机载体:按重量百分比将20%的环氧树脂加入到8%的戊二酸二甲酯、72%己二酸二甲酯中,在恒温水浴中加热到75℃至完全溶解,经250目过滤得有机载体1;按重量百分比将10%的改性丙烯酸树脂加入到90%的丁基卡必醇醋酸酯中,在恒温水浴中加热到75℃至完全溶解,经250目过滤得有机载体2。

[0033] (2) 纳米银粉表面改性:调节硅烷偶联剂的pH值为3,加入纳米银粉,硅烷偶联剂的用量为纳米银粉质量的1%,将混合溶液在40℃的恒温条件下超声分散,同时进行机械搅拌,反应24hr后将反应物抽滤,用甲苯洗涤,干燥得到表面改性纳米银粉;

[0034] (3) 制备浆料:按重量百分比将0.2%的改性纳米银粉、89%的片状银粉(D<sub>50</sub>为1.0um,比表面积为0.5m<sup>2</sup>/g)、6%的有机载体1、2%的有机载体2和2.8%的己二酸二甲酯,将它们行星式或其它搅拌机里混合均匀,再在三辊机上分散至10μm以下,最后在500目筛网中过滤,用Brookfield DV-II粘度计测得20转粘度为140Pa.S的正面银浆;

[0035] (4) 将该浆料使用丝网印刷(网版430-13-14-28um,Baccini印刷机)在HJT硅片上,经200℃烧结20分钟。烘干片用膜厚仪测量主栅烧结后栅线高度和线宽,结合栅线长度计算出银浆烧结后方阻为12.6mohm/sq;用低温焊带进行焊接,然后用拉力计进行180°拉力测试,得到平均拉力为1.9N。

[0036] 实施例2

[0037] 一种适用于异质结高效太阳能电池可焊银浆的制备方法,包括以下步骤:

[0038] (1) 制备有机载体:按重量百分比将20%的环氧树脂加入到8%的戊二酸二甲酯、72%己二酸二甲酯中,在恒温水浴中加热到85℃至完全溶解,经250目过滤得有机载体1;按重量百分比将10%的聚乙烯醇缩丁醛树脂加入到90%的丁基卡必醇醋酸酯中,在恒温水浴中加热到85℃至完全溶解,经250目过滤得有机载体2。

[0039] (2) 纳米银粉表面改性: 调节硅烷偶联剂的pH值为4, 加入纳米银粉, 硅烷偶联剂的用量为纳米银粉质量的2%, 将混合溶液在30℃的恒温条件下超声分散, 同时进行机械搅拌, 反应18hr后将反应物抽滤, 用甲苯洗涤, 干燥得到表面改性纳米银粉;

[0040] (3) 制备浆料: 按重量百分比将0.2%的改性纳米银粉、89%的片状银粉 ( $D_{50}$ 为2.0 $\mu\text{m}$ , 比表面积为1.0 $\text{m}^2/\text{g}$ )、6%的有机载体1、2%的有机载体2和2.8%的己二酸二甲酯, 将它们在行星式或其它搅拌机里混合均匀, 再在三辊机上分散至10 $\mu\text{m}$ 以下, 最后在500目筛网中过滤, 用Brookfield DV-II粘度计测得20转粘度为150Pa.S的正面银浆;

[0041] (4) 将该浆料使用丝网印刷(网版430-13-14-28 $\mu\text{m}$ , Baccini印刷机)在HJT 硅片上, 经200℃烧结20分钟。烘干片用膜厚仪测量主栅烧结后栅线高度和线宽, 结合栅线长度计算出银浆烧结后方阻为11.5 $\text{mohm}/\text{sq}$ ; 用低温焊带进行焊接, 然后用拉力计进行180°拉力测试, 得到平均拉力为1.5N。

[0042] 实施例3

[0043] 一种适用于异质结高效太阳能电池可焊银浆的制备方法, 包括以下步骤:

[0044] (1) 制备有机载体: 按重量百分比将20%的环氧树脂加入到8%的戊二酸二甲酯、72%己二酸二甲酯中, 在恒温水浴中加热到95℃至完全溶解, 经250目过滤得有机载体1; 按重量百分比将10%的聚乙烯醇缩丁醛树脂加入到90%的丁基卡必醇醋酸酯中, 在恒温水浴中加热到95℃至完全溶解, 经250目过滤得有机载体2。按重量百分比将20%的聚胺酯树脂加入到80%的己二酸二甲酯中, 在恒温水浴中加热到95℃至完全溶解, 经250目过滤得有机载体3。

[0045] (2) 纳米银粉表面改性: 调节硅烷偶联剂的pH值为5, 加入纳米银粉, 硅烷偶联剂的用量为纳米银粉质量的2%, 将混合溶液在50℃的恒温条件下超声分散, 同时进行机械搅拌, 反应36hr后将反应物抽滤, 用甲苯洗涤, 干燥得到表面改性纳米银粉;

[0046] (3) 制备浆料: 按重量百分比将0.2%的改性纳米银粉、89%的片状银粉 ( $D_{50}$ 为3.0 $\mu\text{m}$ , 比表面积为0.8 $\text{m}^2/\text{g}$ )、4%的有机载体1、2%的有机载体2、2%的有机载体3和2.8%的己二酸二甲酯, 将它们在行星式或其它搅拌机里混合均匀, 再在三辊机上分散至10 $\mu\text{m}$ 以下, 最后在500目筛网中过滤, 用 Brookfield DV-II粘度计测得20转粘度为160Pa.S的正面银浆;

[0047] (4) 将该浆料使用丝网印刷(网版430-13-14-28 $\mu\text{m}$ , Baccini印刷机)在HJT 硅片上, 经200℃烧结20分钟。烘干片用膜厚仪测量主栅烧结后栅线高度和线宽, 结合栅线长度计算出银浆烧结后方阻为9.2 $\text{mohm}/\text{sq}$ ; 用低温焊带进行焊接, 然后用拉力计进行180°拉力测试, 得到平均拉力为1.8N。

[0048] 实施例4

[0049] 一种适用于异质结高效太阳能电池可焊银浆的制备方法, 包括以下步骤:

[0050] (1) 制备有机载体: 按重量百分比将20%的环氧树脂加入到8%的戊二酸二甲酯、72%己二酸二甲酯中, 在恒温水浴中加热到90℃至完全溶解, 经250目过滤得有机载体1; 按重量百分比将10%的乙烯醋酸乙酯树脂加入到90%的丁基卡必醇醋酸酯中, 在恒温水浴中加热到90℃至完全溶解, 经250目过滤得有机载体2。按重量百分比将20%的乙烯基吡咯烷酮/乙烯酸酯共聚物中加入到80%的丁基卡必醇醋酸酯中, 在恒温水浴中加热到90℃至完全溶解, 经 250目过滤得有机载体3。

[0051] (2) 纳米银粉表面改性:调节硅烷偶联剂的pH值为5,加入纳米银粉,硅烷偶联剂的用量为纳米银粉质量的5%,将混合溶液在60℃的恒温条件下超声分散,同时进行机械搅拌,反应24hr后将反应物抽滤,用甲苯洗涤,干燥得到表面改性纳米银粉;

[0052] (3) 制备浆料:按重量百分比将0.2%的改性纳米银粉、89%的片状银粉 ( $D_{50}$ 为1.5 $\mu\text{m}$ ,比表面积为0.7 $\text{m}^2/\text{g}$ )、4%的有机载体1、2%的有机载体2、2%的有机载体3和2.8%的己二酸二甲酯,将它们在行星式或其它搅拌机里混合均匀,再在三辊机上分散至10 $\mu\text{m}$ 以下,最后在500目筛网中过滤,用 Brookfield DV-II粘度计测得20转粘度为120Pa.S的正面银浆;

[0053] (4) 将该浆料使用丝网印刷(网版430-13-14-28 $\mu\text{m}$ ,Baccini印刷机)在HJT 硅片上,经200C烧结20分钟。烘干片用膜厚仪测量主栅烧结后栅线高度和线宽,结合栅线长度计算出银浆烧结后方阻为10.2 $\text{mohm}/\text{sq}$ ;用低温焊带进行焊接,然后用拉力计进行180°拉力测试,得到平均拉力为2.0N。

[0054] 实施例5

[0055] 一种适用于异质结高效太阳能电池可焊银浆的制备方法,包括以下步骤:

[0056] (1) 制备有机载体:按重量百分比将20%的环氧树脂加入到8%的戊二酸二甲酯、72%己二酸二甲酯中,在恒温水浴中加热到80℃至完全溶解,经250目过滤得有机载体1;按重量百分比将10%的乙烯醋酸乙烯酯树脂加入到90%的丁基卡必醇醋酸酯中,在恒温水浴中加热到85℃至完全溶解,经250目过滤得有机载体2。按重量百分比将20%的乙烯基吡咯烷酮/乙烯酸酯共聚物中加入到80%的丁基卡必醇醋酸酯中,在恒温水浴中加热到75℃至完全溶解,经250目过滤得有机载体3;

[0057] (2) 纳米银粉表面改性:调节硅烷偶联剂的pH值为5,加入纳米银粉,硅烷偶联剂的用量为纳米银粉质量的5%,将混合溶液在60℃的恒温条件下超声分散,同时进行机械搅拌,反应24hr后将反应物抽滤,用甲苯洗涤,干燥得到表面改性纳米银粉;

[0058] (3) 制备浆料:按重量百分比将0.5%的改性纳米银粉、88.5%的片状银粉 ( $D_{50}$ 为3.0 $\mu\text{m}$ ,比表面积为0.5 $\text{m}^2/\text{g}$ )、4%的有机载体1、2%的有机载体2、2%的有机载体3和3%的己二酸二甲酯,将它们在行星式或其它搅拌机里混合均匀,再在三辊机上分散至10 $\mu\text{m}$ 以下,最后在500目筛网中过滤,用 Brookfield DV-II粘度计测得20转粘度为150Pa.S的正面银浆;

[0059] (4) 将该浆料使用丝网印刷(网版430-13-14-28 $\mu\text{m}$ ,Baccini印刷机)在HJT硅片上,经200C烧结20分钟。烘干片用膜厚仪测量主栅烧结后栅线高度和线宽,结合栅线长度计算出银浆烧结后方阻为8.6 $\text{mohm}/\text{sq}$ ;用低温焊带进行焊接,然后用拉力计进行180°拉力测试,得到平均拉力为1.9N。

[0060] 实施例6

[0061] 一种适用于异质结高效太阳能电池可焊银浆的制备方法,包括以下步骤:

[0062] (1) 制备有机载体:按重量百分比将10%的乙烯醋酸乙烯酯树脂加入到90%的丁基卡必醇中,在恒温水浴中加热到80℃至完全溶解,经250目过滤得有机载体;

[0063] (2) 纳米银粉表面改性:调节硅烷偶联剂的pH值为5,加入纳米银粉,硅烷偶联剂的用量为纳米银粉质量的5%,将混合溶液在60℃的恒温条件下超声分散,同时进行机械搅拌,反应24hr后将反应物抽滤,用甲苯洗涤,干燥得到表面改性纳米银粉;

[0064] (3) 制备浆料:按重量百分比将0.1%的改性纳米银粉、89%的片状银粉(D<sub>50</sub>为2.0 $\mu$ m,比表面积为0.5m<sup>2</sup>/g)、7.9%的有机载体和3%的己二酸二甲酯,将它们行星式或其它搅拌机里混合均匀,再在三辊机上分散至10 $\mu$ m以下,最后在325目筛网中过滤,用Brookfield DV-II粘度计测得20转粘度为150Pa.S的正面银浆;

[0065] (4) 将该浆料使用丝网印刷(网版430-13-14-28 $\mu$ m,Baccini印刷机)在HJT硅片上,经200C烧结20分钟。烘干片用膜厚仪测量主栅烧结后栅线高度和线宽,结合栅线长度计算出银浆烧结后方阻为9.0mohm/sq;用低温焊带进行焊接,然后用拉力计进行180°拉力测试,得到平均拉力为2.0N。

[0066] 实施例7

[0067] 一种适用于异质结高效太阳能电池可焊银浆的制备方法,包括以下步骤:

[0068] (1) 制备有机载体:按重量百分比将20%的丙烯酸树脂、30%聚胺酯树脂加入到50%的松油醇中,在恒温水浴中加热到80°C至完全溶解,经250目过滤得有机载体;

[0069] (2) 纳米银粉表面改性:调节硅烷偶联剂的pH值为4,加入纳米银粉,硅烷偶联剂的用量为纳米银粉质量的5%,将混合溶液在60°C的恒温条件下超声分散,同时进行机械搅拌,反应20hr后将反应物抽滤,用甲苯洗涤,干燥得到表面改性纳米银粉;

[0070] (3) 制备浆料:按重量比例将上述0.4份的改性纳米银粉、87份的片状银粉(D<sub>50</sub>为2.0 $\mu$ m,比表面积为0.5m<sup>2</sup>/g)、5份的有机载体、1份的丁基卡必醇、2份的丁基卡必醇醋酸酯,将它们行星式或其它搅拌机里混合均匀,再在三辊机上分散至10 $\mu$ m以下,最后在600目筛网中过滤,用Brookfield DV-II粘度计测得20转粘度为150Pa.S的正面银浆;

[0071] (4) 将该浆料使用丝网印刷(网版430-13-14-28 $\mu$ m,Baccini印刷机)在HJT硅片上,经200C烧结20分钟。烘干片用膜厚仪测量主栅烧结后栅线高度和线宽,结合栅线长度计算出银浆烧结后方阻为8.9mohm/sq;用低温焊带进行焊接,然后用拉力计进行180°拉力测试,得到平均拉力为1.8N。

[0072] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“示例”、“具体示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0073] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和使用发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于上述实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。