

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710097553.3

[51] Int. Cl.

H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/18 (2006.01)

H01B 1/22 (2006.01)

C09D 5/24 (2006.01)

C08L 61/06 (2006.01)

C08L 63/04 (2006.01)

[43] 公开日 2008年10月29日

[11] 公开号 CN 101295739A

[51] Int. Cl. (续)

C08L 33/00 (2006.01)

C08L 1/02 (2006.01)

C08K 3/08 (2006.01)

[22] 申请日 2007.4.26

[21] 申请号 200710097553.3

[71] 申请人 比亚迪股份有限公司

地址 518119 广东省深圳市龙岗区葵涌镇延安路比亚迪工业园

[72] 发明人 杨璐 周勇 陈春山 董俊卿

[74] 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司

代理人 王凤桐 董占敏

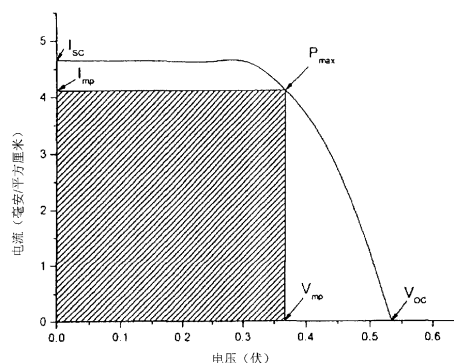
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 1 页

[54] 发明名称

太阳能电池正面电极用导电浆料及其制备方法

[57] 摘要

一种太阳能电池正面电极用导电浆料，该浆料包括导电金属粉、有机载体、粘合剂、溶剂和助剂，其中，所述导电浆料还包括添加剂，所述添加剂选自五氯化磷和 VIII 族金属卤化物中的一种或几种。本发明所述的导电浆料中的添加剂能够有助于改善导电浆料与硅基材的附着力，使电极烧结后得到的化合物与硅基材的附着更牢固，形成的化合物无裂痕、气泡，电极表面平整，光滑，因此使最终制备得到的太阳能电池具有较高的光电转化效率。



1、一种太阳能电池正面电极用导电浆料，该浆料包括导电金属粉、有机载体、粘合剂、溶剂和助剂，其特征在于，所述导电浆料还包括添加剂，所述添加剂选自五氯化磷和VIII族金属卤化物中的一种或几种。

2、根据权利要求1所述的导电浆料，其中，所述添加剂选自五氯化磷、二氯化铍、三氯化铍、四氯化铍、三氯化铯和三氯化铂中的一种或几种。

3、根据权利要求1所述的导电浆料，其中，以该导电浆料的总重量为基准，所述导电金属粉的含量为50-80重量%，所述有机载体的含量为1-15重量%，所述粘合剂的含量为1-20重量%，所述溶剂的含量为10-30重量%，所述助剂的含量为0.5-10重量%，所述添加剂的含量为0.1-3重量%。

4、根据权利要求3所述的导电浆料，其中，以该导电浆料的总重量为基准，所述导电金属粉的含量为60-80重量%，所述有机载体的含量为1-12重量%，所述粘合剂的含量为1-10重量%，所述溶剂的含量为10-20重量%，所述助剂的含量为0.5-5重量%，所述添加剂的含量为0.1-2重量%。

5、根据权利要求1所述的导电浆料，其中，所述助剂为表面活性剂或表面活性剂与偶联剂、增塑剂和消泡剂中的一种或几种的混合物；所述表面活性剂选自硬脂酸锌、硬脂酸钙、硬脂酸钠、脂肪酸、树脂酸、氨基酸和油酸中的一种或几种；所述偶联剂选自硅烷偶联剂、钛酸酯、锆酸酯和铝酸酯中的一种或几种；所述增塑剂选自邻苯二甲酸丁苄酯、磷酸二苯基辛酯和邻苯二甲酸二辛酯中的一种或几种；所述消泡剂选自乙烯基-丙烯酸共聚物、聚乙二醇、聚氧丙烯丙二醇醚和聚甘油脂肪酸酯中的一种或几种；以所述助剂的总量为基准，所述表面活性剂的含量为1-100重量%，所述偶联剂的含量为0-60重量%，所述

增塑剂的含量为 0-40 重量%，所述消泡剂的含量为 0-40 重量%。

6、根据权利要求 5 所述的导电浆料，其中，以所述助剂的总量为基准，所述表面活性剂的含量为 1-60 重量%，所述偶联剂的含量为 1-60 重量%，所述增塑剂的含量为 1-40 重量%，所述消泡剂的含量为 1-40 重量%。

7、根据权利要求 1 所述的导电浆料，其中，所述导电金属粉选自铜粉、铝粉、锌粉和银粉中的一种或几种；所述有机载体为树脂，所述树脂选自酚醛树脂、酚醛环氧树脂、丙烯酸树脂和纤维素基聚合物中的一种或几种；所述粘合剂为玻璃粉；所述溶剂选自松油醇、松节油、蓖麻醇、卡必醇、环己酮、乙二醇苯醚、乙酸乙酯、丙酮、丁酮和乙酸正丁酯中的一种或几种。

8、权利要求 1 所述导电浆料的制备方法，其特征在于，该方法包括将导电金属粉、有机载体、粘合剂、助剂和添加剂与溶剂混合，所述添加剂选自五氯化磷和Ⅷ族金属卤化物中的一种或几种。

9、根据权利要求 8 所述的方法，其中，所述添加剂选自五氯化磷、二氯化铌、三氯化铌、四氯化铌、三氯化铯和三氯化铂中的一种或几种。

10、根据权利要求 8 所述的方法，其中，各物质的用量使得到的导电浆料中含有，以该导电浆料的总重量为基准，含量为 50-80 重量%的导电金属粉，含量为 1-15 重量%的有机载体，含量为 1-20 重量%的粘合剂，含量为 10-30 重量%的溶剂，含量为 0.5-10 重量%的助剂，含量为 0.1-3 重量%的添加剂。

11、根据权利要求 10 所述的方法，其中，各物质的用量使得到的导电浆料中含有，以该导电浆料的总重量为基准，含量为 60-80 重量%的导电金属粉，含

量为 1-12 重量%的有机载体，含量为 1-10 重量%的粘合剂，含量为 10-20 重量%的溶剂，含量为 0.5-5 重量%的助剂，含量为 0.1-2 重量%的添加剂。

12、根据权利要求 8 所述的方法，其中，所述助剂为表面活性剂或表面活性剂与偶联剂、增塑剂和消泡剂中的一种或几种的混合物；所述表面活性剂选自硬脂酸锌、硬脂酸钙、硬脂酸钠、脂肪酸、树脂酸、氨基酸和油酸中的一种或几种；所述偶联剂选自硅烷偶联剂、钛酸酯、锆酸酯和铝酸酯中的一种或几种；所述增塑剂选自邻苯二甲酸丁苄酯、磷酸二苯基辛酯和邻苯二甲酸二辛酯中的一种或几种；所述消泡剂选自乙烯基-丙烯酸共聚物、聚乙二醇、聚氧丙烯丙二醇醚和聚甘油脂肪酸酯中的一种或几种；以所述助剂的总量为基准，所述表面活性剂的含量为 1-100 重量%，所述偶联剂的含量为 0-60 重量%，所述增塑剂的含量为 0-40 重量%，所述消泡剂的含量为 0-40 重量%。

13、根据权利要求 8 所述的方法，其中，所述导电金属粉、有机载体、粘合剂、助剂和溶剂的混合步骤为先将有机载体和助剂与溶剂混合，使溶剂充分溶解有机载体和助剂，然后再与导电金属粉、粘合剂和添加剂混合。

太阳能电池正面电极用导电浆料及其制备方法

技术领域

本发明是关于一种导电浆料及其制备方法，更具体地说，本发明是关于一种太阳能电池正面电极用导电浆料及其制备方法。

背景技术

太阳能作为一种绿色能源，以其取之不竭、无污染、不受地域资源限制等优点越来越受到人们的重视。

单晶硅太阳能电池硅基材的正面电极为负极，背面电极为正极。所述太阳能电池的正面电极和背面电极上均涂覆有导电浆料。

所述太阳能电池正面导电浆料通常为导电银浆，印刷成0.1毫米宽梳状银线条，背面通常为导电铝浆，印刷成全面积的铝浆，铝层中间留出两条3毫米宽的缝隙，在此缝隙上再印刷4毫米宽的银条，使铝层与银层每边有0.5毫米的重叠，以保证铝层和银层之间的电接触。

太阳能电池正面电极用导电银浆属电子信息材料之一，而正面电极用导电银浆料的性能优劣对太阳能电池的光电转化效率的高低起到决定性作用，因此，国际上研究十分活跃。

CN1877748A 公开了一种厚膜导电组合物，该组合物包含金属粒子、玻璃粒子分散于有机载体中，所述金属粒子选自铜、金、银、钯、铂，铜、金、银、钯和铂的合金，以及它们的混合物；所述导电组合物用于电极中，所述电极将背面终端连接至太阳能电池的硅基材上，其中，所述金属粒子的平均粒径在3.0-15.0微米范围内。

CN1877864A 公开了一种硅太阳能电池背场铝导电浆料组成及制备方法，该导电浆料由质量百分比 70-80%的铝粉、15-30%改性有机粘合剂，含铟、镓

或铈 40-60%的无机粘合剂玻璃金属粉 1-10%组成，总量 100%，所述铝粉为纯度 99.9-99.99%的铝锭制成，其平均粒径为 6.0-8.0 微米，表面覆盖有 3-5 纳米厚的氮化铝层，所述改性有机粘合剂为按质量比乙基纤维素 1-5%，酚醛树脂或酚醛环氧树脂 0.5-10.0%，松香 0.1-2.0%，硬脂酸钙或硬脂酸锌 1.0-10.0%，松油醇 30-60%，添加剂 30-50%，总量 100%。

虽然采用上述方法制备得到的太阳能电池的光电转换效率有一定改善，但是其光电转化效率仍然较低，不能达到使太阳能电池具有较高光电转化效率的要求。

发明内容

本发明的目的是解决采用现有技术的太阳能电池正面电极用导电浆料制备的太阳能电池的光电转化效率低的缺陷，提供一种能使太阳能电池具有较高光电转化效率的太阳能电池正面电极用导电浆料及其制备方法。

本发明的发明人发现，电池电极在烧结前后导电浆料对硅基材的附着力以及烧结后形成的化合物的外观的光滑、平整度对太阳能电池的光电转化效率的影响非常大。本发明的发明人发现，在将本发明所述的添加剂与粘合剂混合后在与其它组分混合制备得到的正面电极导电浆料的附着力得到明显改善，太阳能电池的光电转化效率也得到显著提高。

本发明提供了一种太阳能电池正面电极用导电浆料，该浆料包括导电金属粉、有机载体、粘合剂、溶剂和助剂，其中，所述导电浆料还包括添加剂，所述添加剂选自五氯化磷和Ⅷ族金属卤化物中的一种或几种。

本发明提供了一种太阳能电池正面电极用导电浆料的制备方法，其中，该方法包括将导电金属粉、有机载体、粘合剂、助剂和添加剂与溶剂混合，所述添加剂选自五氯化磷和Ⅷ族金属卤化物中的一种或几种。

本发明提供的太阳能电池正面电极用导电浆料中所述添加剂的加入能够有助于改善导电浆料与硅基材的附着力，使电极烧结后得到的银化合物与硅基材

的附着更牢固，形成的化合物无裂痕、气泡，电极表面平整，光滑，因此使最终制备得到的太阳能电池具有较高的光电转化效率。

附图说明

图 1 表示太阳能电池的电流-电压曲线示意图。

具体实施方式

按照本发明提供的太阳能电池正面电极用导电浆料，以该导电浆料的总重量为基准，所述导电金属粉的含量为 50-80 重量%，优选为 60-80 重量%；所述有机载体的含量为 1-15 重量%，优选为 1-12 重量%；所述粘合剂的含量为 1-20 重量%，优选为 1-10 重量%；所述溶剂的含量为 10-30 重量%，优选为 10-20 重量%；所述助剂的含量为 0.5-10 重量%，优选为 0.5-5 重量%；所述添加剂的含量为 0.1-3 重量%，优选为 0.1-2 重量%。

按照本发明，所述导电浆料中含有的添加剂能够提高导电浆料的附着力，只要在所述导电浆料中添加了本发明所述的添加剂就能够有效改善烧结后浆料对硅基材的附着力，从而提高太阳能电池的光电转化效率，优选情况下，为了达到更好的效果，所述添加剂的含量为 0.1-3 重量%，优选为 0.1-2 重量%。

所述添加剂选自五氯化磷和Ⅷ族金属卤化物中的一种或几种，优选为五氯化磷、二氯化铍、三氯化铍、四氯化铍、三氯化铈和三氯化铂中的一种或几种。

所述导电金属粉起导电作用，本领域技术人员公知的导电金属粉包括铜粉、铝粉、锌粉和银粉，由于银粉的导电性能优良、在空气中不易氧化且应用广泛，因此，本发明优选的导电金属粉为银粉。所述银粉的规格包括亚球形、混合型和片状粉末，为了使银粉能够混合的更均匀，所述片状粉末的银粉的颗粒直径优选为小于 10 微米，更优选为 5-8 微米；所述亚球形和混合型的银粉的颗粒直径优选为小于 2 微米，更优选为 1-2 微米。

所述有机载体为树脂，所述树脂作为有机载体将导电金属粉、粘合剂、助

剂以及添加剂结合在一起，所述树脂的种类为本领域技术人员所公知，例如，可以选自松香、酚醛树脂、酚醛环氧树脂、丙烯酸树脂和纤维素基聚合物中的一种或几种，优选为纤维素基聚合物，如，甲基纤维素、乙基纤维素、羧甲基纤维素、羟乙基纤维素和羟丙基甲基纤维素中的一种或几种。

所述粘合剂为玻璃粉，所述玻璃粉的种类为本领域技术人员所公知，例如，包括 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系玻璃粉、 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-B}_2\text{O}_3$ 系玻璃粉和 $\text{BaO-ZnO-B}_2\text{O}_3$ 系玻璃粉等，上述各系玻璃粉可以商购得到也可以按照本领域技术人员熟知的方法制备得到，因此，上述各系玻璃粉的组分组成和含量均为本领域技术人员所公知。为了使玻璃粉混合的更均匀，优选情况下，所述玻璃粉的颗粒直径为小于 10 微米，更优选为 5-10 微米。

所述溶剂为有机溶剂，所述有机溶剂可以选自松油醇、松节油、蓖麻醇、卡必醇、环己酮、乙二醇苯醚、乙酸乙酯、丙酮、丁酮和乙酸正丁酯中的一种或几种。有机溶剂的种类和用量应能对所述有机载体、助剂和粘合剂充分溶解，并且还要具有好的挥发度，虽然单个的上述溶剂是合适的，但是，更优选为松油醇、松节油和蓖麻醇中的两种或三种的混合物。所述有机溶剂的添加量应满足树脂的稀释要求，在粘度上也必须适合导电浆料的涂覆要求，所以，以导电浆料的总量为基准，所述有机溶剂的含量为 10-30 重量%，优选为 10-20 重量%。

按照本发明，所述助剂为表面活性剂或表面活性剂与偶联剂、增塑剂和消泡剂中的一种或几种的混合物；其中，所述表面活性剂能够防止在硅基材上形成的化合物出现裂痕和气泡，提高在硅基材上形成的化合物的表面光泽度，所述表面活性剂的种类为本领域技术人员所公知，如，所述表面活性剂可以选自硬脂酸锌、硬脂酸钙、硬脂酸钠、脂肪酸、树脂酸、氨基酸和油酸中的一种或几种，本发明优选的表面活性剂为硬脂酸盐，如可以是硬脂酸锌、硬脂酸钙和硬脂酸钠中的一种或几种。上述硬酯酸盐的一部分基团和导电浆料聚合物结构相近，兼容性好，另一部分基团能与导电金属粉表面发生作用，使导电金属粉颗粒粒度更均匀，有助于提高形成的银浆化合物表面的光泽度。

所述偶联剂分子中的一部分官能团可与有机载体发生偶联作用，另一部分官能团可与导电金属粉反应，使导电金属粉表面分散均匀，并能够与粘合剂表面的吸附水反应，从而使得助剂对粘合剂的包覆率得到显著提高，进而能够使粘合剂均匀地分散于有机载体中，增强了各物质之间的粘合强度，明显改善了浆料的附着力，进一步有助于提高在硅基材上形成的化合物的附着力。

所述偶联剂可以采用硅烷偶联剂、钛酸酯、锆酸酯和铝酸酯中的一种或几种。所述硅烷偶联剂的通式为 RSiX_3 ，式中，R 可以是氨基、巯基、乙烯基、环氧基、氰基和甲基丙稀酰氧基中的一种，X 为能够水解的烷氧基，如甲氧基或乙氧基；所述钛酸酯偶联剂包括单烷氧基型，如三异硬酯酰基钛酸异丙酯、四异丙氧基钛、单烷氧基焦磷酸酯基型，如三钛酸异丙酯、螯合型，如二异硬酯酰基钛酸乙酯以及配位体型；所述锆酸酯偶联剂可以选自四正丙基锆酸酯、四正丁基锆酸酯和乳酸钠锆中的一种或几种；所述铝酸酯偶联剂可以是二正脂酰氧基异丙氧基铝酸酯。所述偶联剂可以商购得到也可以按照本领域技术人员公知的方法制备得到。本发明优选的偶联剂为钛酸酯偶联剂。

所述增塑剂能够使聚合物体系的塑性增加。所述增塑剂的种类为本领域技术人员所公知，例如，可以选自邻苯二甲酸丁苄酯、磷酸二苯基辛酯和邻苯二甲酸二辛酯中一种或几种。

所述消泡剂能够减少或防止在浆料的搅拌过程中产生的气泡，使浆料的混合的更加均匀。所述消泡剂的种类为本领域技术人员所公知，例如，可以选自乙烯基-丙烯酸共聚物、聚乙二醇、聚氧丙烯丙二醇醚和聚甘油脂肪酸酯中的一种或几种。

以所述助剂的总量为基准，所述表面活性剂的含量为 1-100 重量%，所述偶联剂的含量为 0-60 重量%，所述增塑剂的含量为 0-40 重量%，所述消泡剂的含量为 0-40 重量%。本发明的发明人发现，当将表面活性剂与本发明所述偶联剂联合使用，能够更好的改善浆料的附着力。优选情况下，本发明所述的助剂至少含有表面活性剂和偶联剂。以所述助剂的总量为基准，所述表面活性剂的

含量优选为 1-60 重量%，所述偶联剂的含量为 1-60 重量%，所述增塑剂的含量优选为 1-40 重量%，所述消泡剂的含量优选为 1-40 重量%。

按照本发明提供的太阳能电池正面电极用导电浆料的制备方法，所述导电金属粉、有机载体、粘合剂、助剂和添加剂与溶剂的混合可以同时进行也可以分步进行，优选先将有机载体和助剂与溶剂混合，使溶剂充分溶解有机载体和助剂，然后再与导电金属粉、粘合剂和添加剂混合。

为了得到具有较高纯度的导电浆料，优选在将有机载体和助剂与溶剂混合并过滤除去残渣后再与导电金属粉、粘合剂和添加剂混合。所述过滤的方法可以采用本领域技术人员公知的各种方法进行，例如，可以将溶解有有机载体和助剂的胶液在 600-800 目的网布上过滤以除去残渣和杂质。

为了使所述有机载体能够均匀分散，还可以提高混合的温度，但是由于所述溶剂为一种易挥发的有机溶剂，其溶解力也较好，因此，混合的温度优选为 60 至低于 100℃。

按照本发明，所述助剂中的表面活性剂以及选择性含有的偶联剂、增塑剂和消泡剂可以与其它组分同时加入也可以分步加入，加入的顺序对导电浆料的性能没有显著的影响。

在本发明提供的方法中，各物质的用量应使得到导电浆料中含有，以所述导电浆料的总量为基准，含量为 50-80 重量%，优选为 60-80 重量%的导电金属粉；含量为 1-15 重量%，优选为 1-12 重量%的有机载体；含量为 1-20 重量%，优选为 1-10 重量%的粘合剂；含量为 10-30 重量%，优选为 10-20 重量%的溶剂；含量为 0.5-10 重量%，优选为 0.5-5 重量%的助剂；含量为 0.1-3 重量%，优选为 0.1-2 重量%的添加剂。

本发明提供的导电浆料适合用作太阳能电池的正面电极。所述正面电极制备的一般步骤包括将所述导电浆料在硅基材的正面丝网印刷成若干 0.1 毫米宽的梳状银线条，并在 800-850℃烧结 1-1.5 分钟得到 10-14 微米的膜层，得到正面银电极。

下面的实施例将对本发明做进一步的具体说明。

实施例 1-5

下面的实施例说明本发明提供的导电浆料及其制备方法。

(1) 将有机载体、表面活性剂和选择性含有的偶联剂、增塑剂、消泡剂与溶剂混合，搅拌至充分溶解，过滤除去残渣；(2) 在步骤(1)得到的混合物中加入导电金属粉、粘合剂和添加剂，搅拌混合均匀，得到本发明提供的导电浆料 T1-T5。

表 1 给出了各物质用量。表 2 给出了 T1-T5 的组成。

对比例 1

本对比例说明参比导电浆料及其制备方法。

按照实施例 3 的方法制备参比太阳能电池正面电极用导电浆料，不同的是，所述导电浆料中不含有添加剂，所述粘合剂的用量为 12.8 克。得到参比导电银浆 TB1。

表 1

各物质的种类和用量	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5
有机载体	乙基纤维素 8.0 克 松香 3.0 克	羧乙基纤维素 13.8 克 酚醛树脂 8.8 克	乙基纤维素 7.7 克 松香 2.7 克	乙基纤维素 4.7 克 丙烯酸酯 1.5 克	甲基纤维素 8.9 克 酚醛环氧树脂 3.9 克
表面活性剂	硬脂酸钠 0.4 克	硬脂酸钠 1.8 克	硬脂酸钠 2.6 克	硬脂酸锌 0.6 克	硬脂酸钠 0.7 克 硬脂酸锌 0.5 克
偶联剂	四异丙氧基钛 1.4 克	四异丙氧基钛 2.2 克	—	三异硬酯酰基钛酸 异丙酯 0.4 克	—
溶剂	松油醇 20 克 卡必醇 15.6 克	松油醇 17.2 克 蓖麻醇 11.4 克	松油醇 16.1 克 卡必醇 11.7 克	松油醇 19.8 克 卡必醇 14.4 克	松油醇 14.8 克 卡必醇 14.8 克 乙二醇苯醚 5.0 克
导电金属粉	亚球型银粉 82 克 片状银粉 54 克	亚球型银粉 81 克 混合型银粉 47 克	亚球型银粉 84.3 克 片状银粉 56.3 克	亚球型银粉 90.1 克 片状银粉 62.1 克	亚球型银粉 86 克 片状银粉 57.4 克
粘合剂	$\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系 玻璃粉 12.6 克	$\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系 玻璃粉 3.0 克	$\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系 玻璃粉 12.8 克	$\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系 玻璃粉 3.2 克	$\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系 玻璃粉 4.0 克
增塑剂	邻苯二甲酸二辛酯 1.0 克	磷酸二苯基辛酯 1.6 克	—	—	邻苯二甲酸二辛酯 0.8 克
消泡剂	聚乙二醇 0.6 克	聚氧丙烯丙二醇醚 1.0 克	—	—	聚乙二醇 0.5 克 聚甘油脂肪酸酯 0.5 克
添加剂	五氯化磷 1.4 克	五氯化磷 0.8 克 二氯化铍 0.1 克 三氯化铂 0.1 克	五氯化磷 2.1 克 三氯化铍 0.3 克	五氯化磷 0.8 克 四氯化铍 0.2 克	五氯化磷 0.9 克 三氯化铍 0.3 克

表 2

实施例编号	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5
导电浆料编号	T1	T2	T3	T4	T5
有机载体含量, 重量%	5.5	11.9	5.3	3.1	6.4
表面活性剂含量, 重量%	0.2	0.9	1.3	0.3	0.6
偶联剂含量, 重量%	0.7	1.2	—	0.2	—
溶剂含量, 重量%	17.8	15.1	14.1	17.3	17.4
导电金属粉, 重量%	68.0	67.5	71.5	77.0	72.1
粘合剂含量, 重量%	6.3	1.6	6.5	1.6	2.0
增塑剂含量, 重量%	0.5	0.8	—	—	0.4
消泡剂含量, 重量%	0.3	0.5	—	—	0.5
添加剂含量, 重量%	0.7	0.5	1.3	0.5	0.6

实施例 6-10

下面的实施例说明本发明提供的导电浆料的性能。

将实施例 1-5 得到的导电浆料 T1-T5 在尺寸为 125 毫米×125 毫米、厚度为 270±30 微米、电阻为 0.5-3 欧姆·厘米的太阳能单硅晶片的正面上用丝网印刷机（丝网厚度 20 微米、280 目、张力 30 牛顿）均匀丝网印刷 45 条 175 微米宽栅线，2 条 1.8 毫米宽的主线，浆料印刷厚度为 18-25 微米。

将 74 重量份的铝粉、0.4 重量份三氧化二硼、1 重量份氧化铅、0.04 重量份五氧化二砷、0.46 重量份二氧化硅、0.1 重量份三氧化二铝、0.96 重量份乙基纤维素、1.68 重量份酚醛环氧树脂、0.24 重量份松香、0.24 重量份硬脂酸钙与 9.6 重量份松油醇、4.56 重量份乙二醇苯醚、2.4 重量份邻苯二甲酸二乙酯、1.92 重量份二乙二醇单丁醚、1.44 重量份二乙二醇单丁醚醋酸酯和 0.96 重量份苯甲醇混合均后用三辊轧机轧制至研磨制备得到铝导电浆料。将该铝导电浆料用丝网印刷机（丝网厚度为 26 微米、200 目、张力 27 牛顿）在上述太阳能单硅晶片的

整个背面上进行丝网印刷，浆料印刷厚度为 24-32 微米。

然后将该印刷有铝导电浆料和银导电浆料的单硅晶片在 850℃ 下烧结 1.2 分钟后分别得到厚度为 10-14 微米的银化合物层正面银电极和厚度为 15-19 微米的铝化合物层背面铝电极，制备得到太阳能电池 R1-R5。

附着力测定：

按照 GB 1720-1979 国际标准分别测定太阳能电池 R1-R5 正面银电极的银化合物层的附着力，结果如表 3 所示。

光电转化效果测定：

使用上海辰华公司生产的 CHI660A 型电化学工作站对太阳能电池进行测定，得到如图 1 所示的电流-电压曲线（图 1 中， I_{mp} 表示最佳工作电流； V_{mp} 表示最佳工作电压； I_{sc} 表示短路光电流密度； V_{oc} 表示开路电压； P_{max} 表示最大功率），根据电流-电压曲线得到电池的最佳工作电流和最佳工作电压，按照下式(1)计算太阳能电池的光电转换率，并按照上述方法分别测定太阳能电池 R1-R5 的光电转化效率，结果如表 3 所示。

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{P_{in}} \times 100\% \quad (1)$$

在式（1）中， η 为太阳能电池的光电转换率，%；

P_{in} 为太阳光的入射功率，毫瓦/平方厘米；

I_{mp} 为最佳工作电流，毫安/平方厘米；

V_{mp} 为最佳工作电压，伏。

对比例 2

该对比例说明参比导电浆料的性能。

将对比例 1 得到的导电浆料 TB1 丝网印刷于与实施例 6-10 同样的硅基材的

正面，并按照与实施例 6-10 相同的方法制备得到参比太阳能电池正面银电极和太阳能电池 RB1。并测试该参比银电极的性能和该太阳能电池 RB1 的光电转换率，结果如表 3 所示。

根据下式 (2) 计算实施例 6-10 制备的太阳能电池 R1-R5 的光电转换率相对于对比例 2 制备的参比太阳能电池 RB1 的光电转换率的提高率，结果如表 3 所示。

$$t_1 = \frac{\eta_R - \eta_{RB1}}{H_{RB1}} \times 100\% \quad (2)$$

在式 (2) 中，

t_1 为相对于太阳能电池 RB1 的提高率，%；

η_R 为太阳能电池 R1、R2、R3、R4 或 R5 的光电转换率，%；

η_{RB1} 为参比太阳能电池 RB1 的光电转换率，%。

表 3

实施例 编号	电池编号	附着力 (牛顿/毫米 ²)	外观	光电转化效率 (%)	提高率 (%)
实施例 6	R1	15	有光泽、无裂痕、气泡	17.09	9.70
实施例 7	R2	14	有光泽、无裂痕、气泡	17.08	9.62
实施例 8	R3	10	有光泽、无裂痕、气泡	16.58	6.42
对比例 2	RB1	7	有裂痕、气泡	15.58	-
实施例 9	R4	13	有光泽、无裂痕、气泡	17.15	10.08
实施例 10	R5	11	有光泽、无裂痕、气泡	16.49	5.84

从表 3 中的数据可以看出，采用本发明的导电浆料制备得到的太阳能电池正面银电极的附着力均在 10 牛顿/毫米² 以上，均明显优于参比太阳能电池；且

电池的光电转化效率明显高于参比太阳能电池，以实施例 8 为例，该太阳能电池的光电转化效率为 16.58%，比对比例 2 得到的参比太阳能电池的光电转化效率提高了达 6.42%。

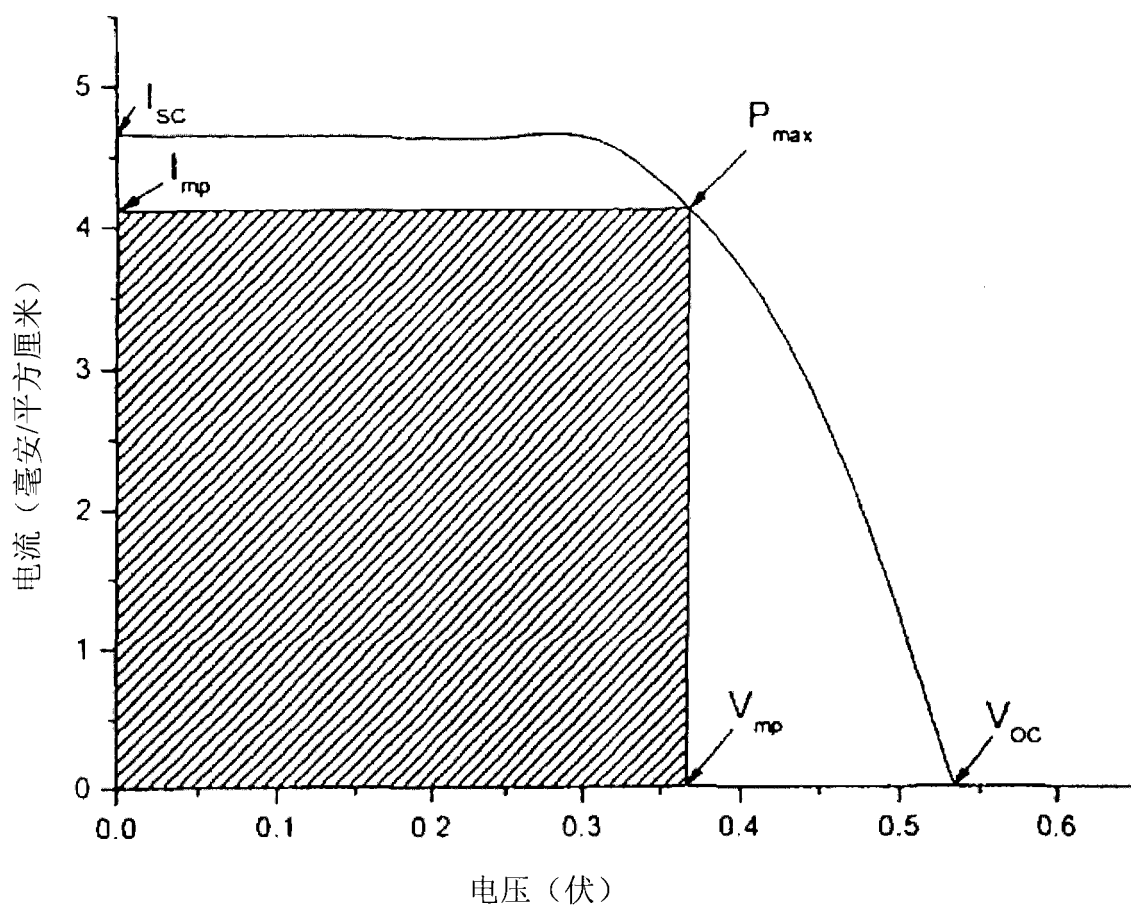


图 1