



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102569526 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 16

(21) 申请号 201210040514. 0

(22) 申请日 2008. 12. 05

(30) 优先权数据

11/952, 580 2007. 12. 07 US

(62) 分案原申请数据

200880124772. 9 2008. 12. 05

(73) 专利权人 卡伯特公司

地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 M·J·汉姆普登-史密斯

M·H·考沃尔斯基

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 李帆

(51) Int. Cl.

H01L 31/18 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2005266600 A1, 2005. 12. 01,

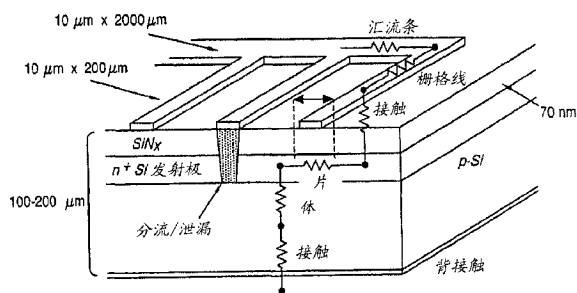
权利要求书2页 说明书13页 附图1页

(54) 发明名称

由多种油墨形成光电传导器件的工艺

(57) 摘要

光电传导器件和用于形成光电传导器件的工艺被描述。所述工艺包括 (a) 提供基底, 该基底包括布置在硅层上的钝化层; (b) 将表面改性材料沉积到钝化层的至少一部分上; (c) 将包括至少一种金属纳米颗粒的组合物沉积到基底的至少一部分上, 该至少一种金属纳米颗粒包括金属或该金属的金属前体; 以及 (d) 加热组合物以使得该组合物形成与硅层电接触的光电传导器件的至少一部分, 其中组合物或表面改性材料中的至少一种蚀刻钝化层的区域。当表面改性材料为紫外线可固化材料时, 该工艺包括固化紫外线可固化材料的另外的步骤。



1. 一种形成光电传导器件的方法,该方法包括:
提供基底,该基底包括布置在硅层上的钝化层;
将包括盐的表面改性材料沉积到钝化层的至少一部分上;
将包括金属纳米颗粒的组合物沉积到表面改性材料的至少一部分上,其中所述盐使金属纳米颗粒絮凝,并且所述表面改性材料抑制组合物的扩散;和
加热组合物以使得该组合物形成与硅层电接触的光电传导器件的至少一部分,其中组合物或表面改性材料中的至少一种蚀刻钝化层的区域。
2. 权利要求 1 的方法,其中金属纳米颗粒具有 10 纳米到 300 纳米的体积平均粒径。
3. 权利要求 1 的方法,其中该组合物还包含金属前体。
4. 权利要求 1 的方法,其中金属纳米颗粒具有 10 纳米到 100 纳米的体积平均粒径。
5. 权利要求 1 的方法,其中表面改性材料包含多种盐。
6. 权利要求 1 的方法,其中该盐包含含有氟化物的有机盐。
7. 权利要求 1 的方法,其中该盐包含阳离子聚合物。
8. 权利要求 1 的方法,其中该盐蚀刻钝化层。
9. 权利要求 1 的方法,其中该盐包含磷酸盐、硝酸盐、硫酸盐或羧酸盐。
10. 权利要求 1 的方法,其中表面改性材料蚀刻钝化层。
11. 权利要求 1 的方法,其中该组合物蚀刻钝化层。
12. 权利要求 1 的方法,其中加热引起组合物或表面改性材料中的至少一种蚀刻钝化层的区域。
13. 权利要求 1 的方法,其中金属选自银、铜、金、钯、铂、镍、钴、锌、钼、钨、钽、钛及其合金。
14. 权利要求 1 的方法,其中金属纳米颗粒包含其上的连续的或非连续的覆盖物或涂层。
15. 权利要求 14 的方法,其中覆盖物或涂层包括有机覆盖物或涂层。
16. 权利要求 14 的方法,其中覆盖物或涂层包括聚合物。
17. 权利要求 14 的方法,其中覆盖物或涂层包括本征传导性的聚合物、磺化的全氟代烃聚合物、聚苯乙烯、聚苯乙烯 / 甲基丙烯酸酯、双(2-乙基己基)磺基琥珀酸钠、四正辛基溴化铵、或烷烃硫醇盐。
18. 权利要求 14 的方法,其中覆盖物或涂层包括 PVP。
19. 权利要求 14 的方法,其中覆盖物或涂层包括陶瓷材料。
20. 权利要求 19 的方法,其中陶瓷材料包含多种金属氧化物的混合物。
21. 权利要求 19 的方法,其中陶瓷材料包含硅、锌、锆、铝、钛、钽、锡、铈、铅、锶、钠、钙、铋、硼、锂和磷中的至少一种的氧化物。
22. 权利要求 19 的方法,其中金属包含银,且陶瓷材料包含玻璃。
23. 权利要求 1 的方法,其中表面改性材料还包含陶瓷颗粒。
24. 权利要求 23 的方法,其中陶瓷颗粒包含多种金属氧化物的混合物。
25. 权利要求 23 的方法,其中陶瓷颗粒包含硅、锌、锆、铝、钛、钽、锡、铈、铅、锶、钠、钙、铋、硼、锂和磷中的至少一种的氧化物。
26. 权利要求 1 的方法,其中该组合物还包含陶瓷颗粒。

27. 权利要求 26 的方法,其中陶瓷颗粒包含多种金属氧化物的混合物。
28. 权利要求 26 的方法,其中陶瓷颗粒包含硅、锌、铅、铝、钛、钨、锡、铈、铅、锆、钠、钙、铋、硼、锂和磷中的至少一种的氧化物。
29. 权利要求 1 的方法,其中表面改性材料蚀刻钝化层以形成蚀刻区域,且其中将该组合物沉积在蚀刻区域上。
30. 权利要求 1 的方法,还包括:
在对于蚀刻钝化层有效的条件下加热表面改性材料。
31. 权利要求 30 的方法,其中在沉积该组合物之前进行表面改性材料的加热。
32. 权利要求 30 的方法,其中在加热该组合物的同时进行表面改性材料的加热。
33. 权利要求 1 的方法,其中加热包括将组合物加热到不大于 1000℃ 的温度。
34. 权利要求 1 的方法,其中光电传导器件包括一组指线和与所述指线成直角地沉积的汇流条。
35. 权利要求 34 的方法,其中所述指线具有小于 200 微米的宽度。
36. 权利要求 34 的方法,其中所述指线具有小于 100 微米的宽度。
37. 权利要求 1 的方法,其中光电传导器件具有大于 0.5 微米的厚度。
38. 权利要求 1 的方法,其中光电传导器件具有大于 1 微米的厚度。
39. 权利要求 1 的方法,其中光电传导器件具有大于 5 微米的厚度。
40. 权利要求 1 的方法,其中所述组合物通过从选自石版画印刷、凹版印刷、柔性版印刷、照片模式印刷、按需滴落式印刷、注射器印刷以及气溶胶喷射中的方法沉积。
41. 权利要求 1 的方法,其中所述组合物通过丝网印刷进行沉积。
42. 权利要求 1 的方法,其中所述组合物通过直接写印刷进行沉积。
43. 权利要求 1 的方法,其中所述组合物通过喷墨印刷进行沉积。
44. 一种形成光电传导器件的方法,该方法包括:
提供基底,该基底包括布置在硅层上的钝化层;
将包括盐的表面改性材料沉积到钝化层的至少一部分上;
将包括金属纳米颗粒和金属前体的组合物沉积到表面改性材料的至少一部分上,其中所述盐使金属纳米颗粒絮凝,并使金属从该金属的金属前体沉淀出,并且所述表面改性材料抑制组合物的扩散;和
加热组合物以使得该组合物形成与硅层电接触的光电传导器件的至少一部分,其中组合物或表面改性材料中的至少一种蚀刻钝化层的区域。
45. 权利要求 44 的方法,其中金属前体包含阴离子,且该阴离子蚀刻钝化层。

由多种油墨形成光电传导器件的工艺

[0001] 本申请是申请日为 2008 年 12 月 5 日,申请号为 200880124772.9,名为“由多种油墨形成光电传导器件的工艺”的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求享有于 2007 年 12 月 7 日递交的第 11/952,580 号美国专利申请的优先权,其全部通过引用并入本文。

[0004] 发明背景

发明领域

[0005] 本发明涉及形成光电传导器件的工艺。更具体地,本发明涉及由多种油墨形成光电传导器件的工艺,其中油墨中的至少一种能够蚀刻基底上的钝化层。这样的工艺在光电电池的制造中 useful。

[0006] 背景信息的讨论

[0007] 太阳能电池效能的改进可对太阳能电池技术的广阔的市场应用产生重要影响。例如,以下情况是可能的:太阳能电池前栅极的改进的性能所产生的 0.2% 的电池效能改进可使得 2010 年的太阳能电池制造市场有多达 250M 美元的成本节省。

[0008] 限制太阳能电池效能的主要因素包括前栅极中的接触电阻和线电阻。典型的太阳能电池的一部分在图 1 中图示地描述出。在形成前栅极的已知丝网印刷方法中,在丝网印刷浆料应用到太阳能电池的钝化层之后,高的接触电阻作为太阳能电池的处理条件的结果而出现。钝化层常包括氮化硅。典型的丝网印刷浆料包括多于 5wt% 的微米级的铅玻璃颗粒和大约 75wt% 的微米级的银颗粒。玻璃颗粒在高的处理温度(例如, > 800°C)下蚀刻发射极/电极界面处的氮化硅钝化层。要实现电极和发射极表面(例如, n 型半导体的表面)之间的令人满意的接触,氮化硅钝化层的蚀刻是有必要的。但是,在这样高的温度下,太阳能电池的硅发射极层中的银的扩散速率是高的,且对 n 型半导体层的完全蚀刻可不期望地导致如图 1 中所示的电池中的分流。

[0009] 另外,当丝网印刷用于形成前栅极时,不期望的高线电阻可能由于体电极层中存在的玻璃的量而出现。因为玻璃颗粒相对大(在微米级的范围内),所以玻璃颗粒具有相对低的反应性且在上述的处理条件下不会熔结形成致密体。体电极层中的未熔结玻璃颗粒的存在导致该层中的高度的多孔性。体电极层中的多孔性反过来可导致体电极层中的高的线电阻。

[0010] 虽然丝网印刷是用于印刷前栅极的廉价且快速的方法,但是其还不允许窄栅格线的印刷。另外,由于电池必须被机械地操作的事实,与常规丝网印刷方法相关联的接触压力可导致太阳能电池破损。因此需要提供窄栅格线同时使电池破损最少的印刷前栅极的方法。此外,需要使接触电阻和线电阻最小的印刷前栅极的方法。

[0011] 发明概述

[0012] 令人惊讶地发现,满足前述的需要的有效方式是由多种油墨形成光电电池传导器件,所述多种油墨中的至少一种能够蚀刻钝化层。

[0013] 本发明提供了用于形成光电传导器件的工艺。在一方面,本发明提供了用于形成光电传导器件的工艺,该工艺包括:(a) 提供基底,该基底包括布置在硅层上的钝化层;(b) 将包括盐的表面改性材料沉积到钝化层的至少一部分上;(c) 将包括至少一种金属纳米颗粒的组合物沉积到基底的至少一部分上,该至少一种金属纳米颗粒包括金属或该金属的金属前体;以及(d) 加热组合物以使得该组合物形成与硅层电接触的光电传导器件的至少一部分,其中组合物或表面改性材料中的至少一种蚀刻钝化层的区域。

[0014] 在另一方面,本发明涉及形成光电传导器件的工艺,该工艺包括:(a) 提供基底,该基底包括布置在硅层上的钝化层;(b) 沉积表面改性材料,该表面改性材料包括紫外线可固化材料;(c) 固化紫外线可固化材料以形成固化的材料;(d) 将包括至少一种金属纳米颗粒的组合物沉积到固化的材料的至少一部分上,该至少一种金属纳米颗粒包括金属或该金属的金属前体;以及(e) 加热固化的材料和组合物以使得固化的材料或组合物中的至少一种蚀刻钝化层的区域,且使得组合物形成与硅层电接触的光电传导器件的至少一部分。

[0015] 附图简述

[0016] 参考示出了光电电池结构的非限制性的图示,本发明将被更好地理解。

[0017] 发明详述

[0018] 介绍

[0019] 本发明涉及形成光电传导器件的工艺,其中包括盐或紫外线可固化材料的接收层最初被沉积到基底表面上,随后是组合物例如油墨被沉积到接收层上,并在有效的条件下处理被沉积的组合物以形成光电传导器件。在不同的优选实施方式中,基底包括钝化层,该钝化层被用于形成传导器件的接收层材料或来自组合物例如油墨的材料中的任一种材料或这两种材料蚀刻。在形成光电传导器件中接收层还期望地促进组合物限制在期望的区域,且因此防止了组合物的扩散。

[0020] 在一个实施方式中,本发明涉及用于形成光电传导器件的工艺,该工艺包括:(a) 提供基底,该基底包括布置在硅层上的钝化层;(b) 将包括盐的表面改性材料沉积到钝化层的至少一部分上;(c) 将包括至少一种金属纳米颗粒的组合物沉积到基底的至少一部分上,该至少一种金属纳米颗粒包括金属或该金属的金属前体;以及(d) 加热组合物以使得该组合物形成与硅层电接触的光电传导器件的至少一部分,其中组合物或表面改性材料中的至少一种蚀刻钝化层的区域。

[0021] 在第二个实施方式中,本发明涉及用于形成光电传导器件的工艺,该工艺包括:(a) 提供基底,该基底包括布置在硅层上的钝化层;(b) 沉积表面改性材料,该表面改性材料包括紫外线可固化材料;(c) 固化紫外线可固化材料以形成固化的材料;(d) 将包括至少一种金属纳米颗粒的组合物沉积到固化的材料的至少一部分上,该至少一种金属纳米颗粒包括金属或该金属的金属前体;以及(e) 加热固化的材料和组合物以使得固化的材料或组合物中的至少一种蚀刻钝化层的区域,且使得组合物形成与硅层电接触的光电传导器件的至少一部分。

[0022] 组合物

[0023] 如以上所指出的,本发明涉及形成光电传导器件的工艺,其中包括至少一种金属纳米颗粒的组合物例如油墨组合物被用于形成与硅层电接触的光电传导器件的至少一部分,该至少一种金属纳米颗粒包括金属或该金属的金属前体。包含在组合物内的具体成分

在本发明的不同方面可能有较大差别,只要组合物包括至少一种金属纳米颗粒,该至少一种金属纳米颗粒包括金属或该金属的金属前体,并且只要组合物一经加热就能够形成传导器件即可。

[0024] 金属纳米颗粒

[0025] 如以上所指出的,在一些方面本发明的工艺中所使用的组合物包括用于产生光电传导器件的金属纳米颗粒。如果包括在组合物中,金属纳米颗粒优选地包括金属或金属合金。颗粒可作为单一金属纳米颗粒存在和/或颗粒可作为多个金属纳米颗粒的聚集物存在。金属纳米颗粒的性质,作为聚集物和/或作为单一颗粒,将依赖于包含在组合物中的金属的相对量以及在形成金属纳米颗粒时所使用的工艺。

[0026] 颗粒中的金属实际上可包括任何类型的金属且可包括单独的金属或金属合金。特别优选的金属包括钯(Pd)、银(Ag)、镍(Ni)、钴(Co)、铜(Cu)、金(Au)、铂(Pt)、钼(Mo)、钨(W)、锌(Zn)、钌(Ru)、钛(Ti),及类似金属。示例性合金包括Ag/Pd合金,例如具有大约70:30的Ag: Pd比例的合金,以及Cu/Ni、Cu/Zn、以及Pd/Pt合金。优选的是包括钯、银、镍、铜、金和铂中的至少一种的金属纳米颗粒,且甚至更加特别地,包括钯、银、镍和铜中的至少一种的那些金属纳米颗粒。最优选地,金属是银或银合金。

[0027] 在一些实施方式中,金属纳米颗粒在其上包括连续的或非连续的覆盖物(cap)或涂层。覆盖物或涂层任选地包括有机覆盖物或涂层,该有机覆盖物或涂层可包括聚合物。覆盖物或涂层任选地包括本质上传导的聚合物、磺化的全氟代烃聚合物、聚苯乙烯、聚苯乙烯/甲基丙烯酸酯、双(2-乙基己基)磺基琥珀酸钠、四正辛基溴化铵或烷烃硫醇盐。在其他实施方式中,覆盖物或涂层包括抑制聚集的聚合物,例如但不限于聚乙烯吡咯烷酮(PVP)。在另外的其他实施方式中,覆盖物或涂层包括陶瓷材料。当覆盖物或涂层包括陶瓷材料时,颗粒任选地具有核/壳构型,其中核包括金属或金属合金且壳包括陶瓷材料。陶瓷材料任选地以连续或非连续的涂层形式存在。当陶瓷材料存在时,优选地允许金属纳米颗粒蚀刻它们所沉积到其上的基层,例如钝化层,例如n型和p型掺杂硅晶片的SiN_x层,如图1所示。当纳米颗粒包括聚集物时,该聚集物任选地包括陶瓷材料的常见基质中的多种金属纳米颗粒。

[0028] 当颗粒包括陶瓷材料时,陶瓷材料的选择没有被限制得很窄,尽管在通常的情况下,陶瓷材料在比蒸气相合成工艺中的金属更高的温度下凝结,金属和陶瓷的相对表面润湿性应该达到使金属再分布的水平,就像其在陶瓷上凝结一样,以形成最后颗粒的核的表面层。通常,陶瓷壳材料包括氧化物,例如硅、锌、锆、铝、钛、钽、锡、铈、铅、锶、钠、钙、铋、硼、锂和磷中的至少一种的氧化物。在一些实施方式中,陶瓷材料包括多种金属氧化物的混合物。在其他的实施方式中,陶瓷壳材料包括从铅、锶、钠、钙、铋和硼中选择的至少一种元素的氧化物。一些优选的氧化物是二氧化硅、二氧化钛、氧化锆、二氧化铈和氧化锡,其中二氧化硅是特别优选的。在优选的实施方式中,陶瓷材料包括玻璃。

[0029] 以上提到的氧化物可掺杂低量或高量的掺杂剂元素,其中高掺杂浓度可导致不同的混合金属氧化物相的形成。在一些情况下,用作陶瓷材料的氧化物或多种氧化物可在颗粒上产生玻璃般的壳。氧化物可以由两种或多种元素组成的复合氧化物,例如Y-Yb-O、Ba-Ti-O、Zn-Si-B-O等等。另外,其他各种陶瓷材料可用于产生颗粒壳,例如碳化物,例如碳化硅或碳化钛;硼化物,例如硼化钛;以及氮化物,包括氮化硅或氮化钛;硅化物,如硅化

钛 ;氮氧化物 ;硫氧化物 ;以及碳氧化物。

[0030] 当颗粒包括陶瓷材料时,无论颗粒是单一的金属纳米颗粒和 / 或多个金属纳米颗粒的聚集物,每个颗粒中的金属与陶瓷材料的体积比通常为至少 9 : 1 (90vol % 金属 /10vol % 陶瓷),例如至少 19 : 1 (95vol % 金属 /5vol % 陶瓷),以及至少 98 : 1 (98vol % 金属 /1vol % 陶瓷)。作为结果,陶瓷涂层的厚度通常很薄 (通常小于 10 纳米),因此,在玻璃涂覆的银颗粒的优选实施方式的情况下,在高的银浓度 (> 95 % wt) 下,颗粒是有传导性的。

[0031] 当颗粒包括陶瓷材料时,根据为金属和陶瓷材料选择的具体材料,最后的颗粒可表现出与未被涂覆的金属的纳米颗粒相比增强的或额外的功能性。例如,氧化物层可以是部分透明的颜色层,在这种情况下最后的金属 / 金属氧化物颗粒可表现出与颜色相结合的金属反射率。另外,如果 SiO₂ 被用作壳材料,处理二氧化硅表面的各种已知方法 (例如硅烷化,赋予其疏水特性或亲水特性、向二氧化硅表面添加不同的配基、表面酸性的改变以及其他方法) 可被用于为颗粒提供如下的功能性,例如增强了的附着、改善的磨损和环境抗性,以及减少了的固化时间。在一些实施方式中,颗粒用一个或多个官能团进行官能化。官能团任选地包括硅烷,例如包括六甲基二硅胺烷的硅烷。在其他实施方式中,官能团包括硅氧烷,例如环氧乙烷官能的硅氧烷,例如 Gelest 的 2- 甲氧基 (聚乙烯氧基) 丙基三甲氧基硅烷。

[0032] 本发明的一些实施方式的颗粒 (作为单一的颗粒或作为聚集物的一部分) 是结晶的金属纳米颗粒且具有小的晶畴,根据 X 射线衍射 (XRD) 的测量,该晶畴的大小小于 50 纳米且根据透射电子显微镜法 (TEM) 的测量具有从大约 10 纳米到小于 100 纳米的初级粒径,通常是从大约 10 纳米到大约 80 纳米,例如从大约 10 纳米到大约 50 纳米,或从大约 20 纳米到大约 60 纳米,例如从大约 30 纳米到大约 50 纳米。此处所使用的粒径意思是体积平均粒径。

[0033] 在一些实施方式中,颗粒具有从大约 10 纳米到大约 500 纳米的初级粒径,例如从大约 10 纳米到大约 300 纳米、从大约 10 纳米到大约 200 纳米,以及从大约 10 纳米到大约 100 纳米。

[0034] 另外,在一些实施方式中,无论作为聚集物还是单一的颗粒存在,颗粒的金属或金属合金晶畴均趋向于显示出窄的粒径分布,以使得至少 80 % 重量的、优选地至少 90 % 重量的颗粒具有小于 500 纳米的大小,其中粒径分布使用准电光散射 (QELS) 测量。在一些实施方式中,金属纳米颗粒具有使得至少 90 % 重量的颗粒具有小于 2 微米例如小于 1 微米的大小的粒径分布。另外,在任选的实施方式中,金属纳米颗粒包括小量的微米级颗粒。例如,颗粒任选地具有使得至少 1 % 重量的例如至少 5 % 重量或至少 10 % 重量的颗粒具有大于 1 微米的大小的粒径分布。

[0035] 在一些实施方式中,当金属纳米颗粒作为聚集物存在时,该聚集物通常具有小于 500 纳米,例如小于 300 纳米,例如小于 200 纳米,在一些情况下小于 100 纳米,以及小于 50 纳米的重量平均粒径,其中聚集物大小使用 QELS 测量。在一些实施方式中,聚集物具有从 75 纳米到 500 纳米,例如从 75 纳米到 300 纳米、从 75 纳米到大约 200 纳米、或从 100 纳米到 500 纳米的粒径。通常,每个聚集物包括每聚集物平均少于 20 个,例如平均少于 10 个,例如平均少于 5 个的所述金属纳米颗粒。由于它们的小尺寸,聚集物在不粉碎的情况下可

[0043] 尽管高度依赖材料和所实现的具体印刷工艺,但是在组合物包括金属纳米颗粒的不同实施方式中,该组合物中负载的金属纳米颗粒基于总的组合物的总重量,任选地为按重量计至少大约 5%,例如按重量计至少大约 10%、按重量计至少大约 20%、按重量计至少大约 30%、按重量计至少大约 50%或按重量计至少大约 70%。优选的是,用于形成本发明的光电传导器件的组合物中有用的金属纳米颗粒的总负载基于组合物的总重量按重量计不高于大约 85%,例如,按重量计不高于大约 75%、按重量计不高于大约 40%、按重量计不高于大约 20%、按重量计不高于大约 10%或按重量计不高于大约 5%。在组合物包括金属纳米颗粒的各种实施方式中,关于范围,基于组合物的总重量,组合物任选地包括从大约 1wt%到大约 60wt%的金属纳米颗粒,例如,从大约 2wt%到大约 40wt%的金属纳米颗粒,从大约 5wt%到大约 25wt%的金属纳米颗粒,或从大约 10wt%到大约 20wt%的金属纳米颗粒。在各种其他实施方式中,基于组合物的总重量,组合物包括从大约 40wt%到大约 75wt%的金属纳米颗粒,例如,从大约 40wt%到大约 60wt%的金属纳米颗粒。超出优选负载的负载可导致不期望的高粘度和 / 或不期望的流动特性。当然,仍能提供有用结果的最大负载还依赖于金属纳米颗粒的密度。也就是说,例如,金属纳米颗粒的金属的密度越高,可接受和期望的负载的重量百分比就越高。

[0044] 尽管高度依赖材料和所实现的具体印刷工艺,但是在不同实施方式中组合物除金属纳米颗粒外还包括金属的金属前体,或金属的金属前体代替金属纳米颗粒。金属的金属前体在被选的载体中优选地高度可溶。在组合物包括金属前体的那些实施方式中,组合物优选地包括至少大约 5%重量的金属的金属前体,例如,至少大约 20%重量的金属的金属前体、例如从大约 30%重量到大约 60%重量的金属的金属前体。尤其优选的是被加到组合物的金属的金属前体达到载体中的前体化合物的溶解度极限。金属的金属前体优选地提供尽可能高的金属产量。

[0045] 如以上提到的,本发明的组合物除包括金属纳米颗粒和 / 或金属的金属前体外优选地还另外包括载体。用于组合物中的载体优选地是能够稳定地分散金属纳米颗粒和 / 或溶解金属的金属前体的液体。例如,优选能够提供如下组合物的载体:可保持在室温下若干天或甚至一、二、三个星期或一、二、三个月或更长时间而没有金属纳米颗粒(如果存在)的大量聚集和 / 或沉降,和 / 或金属的金属前体的沉淀。为此目的,与金属纳米颗粒的表面和 / 或金属的金属前体的溶解度特征相容的载体也是优选的。在一个实施方式中,载体包括(或主要由以下组成)一种或多种极性成分(溶剂),诸如,例如,质子溶剂,或一种或多种非质子、非极性成分或其混合物。在一实施方式中,载体是从由醇、多元醇、胺、酰胺、酯、酸、酮、醚类、水、饱和烃、不饱和烃以及其混合物组成的组中选择的溶剂。

[0046] 在一些实施方式中,载体包括至少两种溶剂的混合物,任选地包括至少两种有机溶剂的混合物,例如,至少三种有机溶剂或至少四种有机溶剂的混合物。多于一种溶剂的使用是优选的,因为除其他外,其允许同时调节组合物的各种特性(例如,粘度、表面张力、与预期的基底的接触角等)且允许使所有这些特性尽可能地靠近最佳值。载体的非限制性例子在例如第 4,877,451、5,679,724、5,725,647、5,837,041、5,837,045 和 5,853,470 号美国专利中公开,上述专利全部通过引用并入本文。在另一个实施方式中,载体包括水,任选地主要包括水。

[0047] 组合物任选地还包括一种或多种添加物,例如但不限于,缓冲剂、聚合物、树脂

(例如,松油醇中的 20wt% 的乙基纤维素溶液)、分散剂、增稠剂、附着促进剂、流变学改性剂、表面活性剂(离子、非离子、阴离子、阳离子、包括离子的两性离子表面活性剂,该离子包括硫酸根离子、磺酸根离子、羧酸根离子、磷酸根离子、铵离子或磷离子;表面活性剂的非限制性例子是二月桂基醚磷酸钠 10(sodium dilaureth phosphonate 10, DLP-10))、润湿角调节剂、湿润剂(例如,甘油、乙二醇、2-吡咯烷酮和 1,5-戊二醇)、结晶抑制剂(例如,29,000MW PVP)、粘合剂、染料/颜料,及类似物。附着促进剂的非限制性的例子包括虫胶、胶乳、丙烯酸酯、其他聚合物、金属氧化物或主要基团氧化物(例如, SiO_2 、 CuO)。附着促进剂的另外的例子在第 5,750,194 号美国专利中描述,其通过引用全部并入本文。另外,聚合物例如但不限于,例如聚酰胺酸聚合物、丙烯酸聚合物、PVP、PVP 的共聚物(烷烃、苯乙烯等)、聚氟硅酸盐聚合物、多氟化调聚物(包括 ZONYL™ 的产品,例如,由 E. I. DuPont de Nemours & Co. 生产的 TELOMER B),以及苯乙烯丙烯酸类的共聚物(例如,来自 Johnson Polymer Corp. 的以商标名称 JONCRYL™ 售出的那些)可改进金属颗粒和/或金属纳米颗粒与聚合物基底的附着,就像例如偶联剂(例如锌氧化物、钛酸盐和硅烷)的物质所能够的一样。这些物质可起作用以增强器件与基底的附着,以及减少水与该器件的相互作用从而使该器件更持久耐用。粘着促进剂还可包括在油墨中以改进反射器件的持久性。

[0048] 流变学改性剂的非限制性的例子包括 SOLTHIX 250(Lubrizol)、SOLSPERSE 21000(Lubrizol)、苯乙烯烯丙基醇(SAA)、乙基纤维素、羧甲基纤维素、硝化纤维素、聚烷撑碳酸酯、乙基硝基纤维素,及类似物。

[0049] 用于极性和非极性液体介质中的分散剂的非限制性的例子包括:聚合物、离子型分散剂、非离子型分散剂、共聚物、嵌段共聚物、丙烯酸类、苯乙烯丙烯酸类、苯乙烯分散剂、聚酯、聚醚和聚碳酸酯的共聚物、聚丙烯酸的铵盐;苯乙烯丙烯酸聚合物的铵盐;聚合的羧酸;聚合的羧酸的钠盐;阴离子大分子表面活性剂、缩合的萘磺酸、甲基羟乙基纤维素;阴离子和非离子表面活性剂;聚羧酸表面活性剂;聚氧乙烯山梨糖醇酐脂肪酸酯;聚氧乙烯山梨糖醇酐单油酸酯;聚氧乙烯山梨糖醇酐单硬脂酸酯;多官能低聚物的盐;十二烷基苯磺酸钠;硫酸酯烷基苯氧基聚(乙烯氧)乙醇的钠盐或铵盐;羧基化聚电解质的钠盐;缩合的萘磺酸的钠盐;二磺酸(disulphonic acid)的钠盐;聚丙烯酸聚丙烯酸的钠盐;聚合的烷基萘磺酸的钠盐;聚合的烷基-芳基磺酸的钠盐;聚合的取代的烷基-芳基磺酸的钠盐;聚合的取代的苯型烷基磺酸的钠盐;四硼酸钠;羧基化聚电解质烷基酚乙氧基化物的铵盐;萘磺酸甲醛的缩合产物;烷氧基化酚醛清漆的磺基琥珀酸酯缩合产物;壬基酚醛清漆乙氧基化物;甲酚-甲醛-schaffer 盐的缩合产物;甲酚-甲醛缩合产物的钠盐;脂肪酸甲基牛磺酸钠盐;EO-PO-EO 嵌段聚合物的磷酸盐,如由 Lyondell Corporation 提供的称为 EthacryFM 的那些;2,4,6-三-(1-苯基乙基)苯酚聚二醇醚磷酸酯;2,4,6-三-1(1-苯基乙基)苯酚聚二醇醚单磷酸酯三乙醇胺盐;具有 4EO 的三仲丁基苯酚聚二醇醚磷酸酯;具有 6EO 的烷基聚二醇醚磷酸酯;具有 8EO 的烷基聚二醇醚磷酸酯;2,4,6-三-(1-苯基乙基)-苯酚聚二醇醚硫酸铵盐;乙氧基化蓖麻油的磺基琥珀酸酯;甘露醇;十二烷基硫酸钠;以及单糖和二糖;EO-PO-丙烯酸聚合物、钠或铵盐。在一些实施方式中,分散剂从由以下项组成的组中选择:聚丙烯酸的铵盐;苯乙烯丙烯酸聚合物的铵盐;缩合的萘磺酸的钠盐;聚合的烷基萘磺酸的钠盐;EO-PO-EO 嵌段聚合物的磷酸盐;EO-PO-丙烯酸聚合物的钠盐;以及 EO-PO-丙烯酸聚合物的铵盐。在优选的实施方式中,分散剂包括聚乙烯吡咯烷酮(PVP)。

[0050] 组合物任选地还包括陶瓷颗粒。在一些实施方式中,包括在本发明的组合物中的陶瓷颗粒蚀刻它们沉积到其上的基底的层,例如,p型硅晶片的钝化层。陶瓷颗粒包括氧化物,例如以下中至少一种的氧化物:硅、锌、锆、铝、钛、钨、锡、铈、铅、锑、钠、钙、铋、硼、锂和磷。在一些实施方式中,陶瓷颗粒包括多种金属氧化物的混合物。陶瓷颗粒任选地是陶瓷纳米颗粒。在一些实施方式中,陶瓷颗粒具有的初级粒径为:从大约10纳米到小于100纳米,通常从大约10纳米到大约80纳米,例如从大约10纳米到大约50纳米,或从大约20纳米到大约60纳米,例如从大约30纳米到大约50纳米。此处所使用的粒径意思是重量平均粒径。在其他的实施方式中,陶瓷颗粒具有使得至少90%重量的颗粒具有小于2微米例如小于1微米的大小的粒径分布。另外,在任选的实施方式中,陶瓷颗粒包括小量的微米级的颗粒。例如,颗粒任选地具有使得至少1%重量例如至少5%重量或至少10%重量的颗粒具有大于1微米的大小的粒径分布。

[0051] 在一些具体的实施方式中,组合物包括1-90wt%的金属纳米颗粒(例如,10-90wt%、40-90wt%、70-90wt%、1-20wt%、1-10wt%、5-20wt%和5-15wt%)、0.1-5wt%的聚乙烯吡咯烷酮(例如,0.1-1wt%、1-5wt%和2-5wt%;平均MW=29,000)、40-80wt%的水(例如,40-50wt%、40-60wt%、和50-80%)、0到50wt%的甘油(例如,0-20wt%、10-40wt%和20-50wt%)、以及0.01-1.5wt%的DLP-10(例如,0.01-1wt%、0.5-1.5wt%和0.9-1.5wt%)。在任选的实施方式中,组合物可通过以组合的方式使用水(例如,40-80wt%)、甘油(例如,0-60wt%)、表面活性剂(例如,0-10wt%;例如,DLP-10)、以及缓冲剂(例如,0-2wt%;例如,氢氧化铵)来配制。组合物还可以任选地以组合的方式通过使用水(例如,84wt%)、2-吡咯烷酮(例如,2wt%)、尿素(例如,0.2wt%)、甘油(例如,2.1wt%)、二甘醇(例如,7.5wt%)和**SURFYNOL®** 104E(例如,0.2wt%)来配制。组合物还可以任选地通过以组合的方式使用水(例如,85wt%)、2-吡咯烷酮(例如,2wt%)、甘油(例如,2wt%)、二甘醇(例如,2wt%)和异丙醇(例如,5wt%)来配制。

[0052] 另外,组合物可以任选地根据第5,662,286、5,624,485、4,567,213、4,390,369、5,662,736、5,596,027、5,786,410、5,643,356、5,642,141号美国专利中描述的方法来配制,上述专利全部通过引用并入本文。而且,组合物可以任选地根据第W094/03546号公布的PCT申请中描述的方法来配制,该PCT申请全部通过引用并入本文。最后,组合物可以任选地根据第EP0745479、EP0805192、EP0745651和EP0952195号欧洲专利申请中描述的方法来配制,上述专利全部通过引用并入本文。

[0053] 在根据本发明的一些实施方式中,一旦被配制,组合物就具有大于大约5,000cP、例如大于7,000cP以及大于10,000cP的粘度。具有前述的粘度的组合物尤其在本发明的任选的丝网印刷实施方式中 useful。在其他实施方式中,组合物具有小于大约100cP的粘度,例如,小于大约50cP、小于大约10cP、小于大约5cP以及小于大约1cP。在另外其他的实施方式中,组合物具有从大约50cP到大约300cP的粘度,例如,从大约50cP到大约200cP以及从大约50cP到大约100cP的粘度。在根据本发明的第一个方面的一些实施方式中,组合物具有从大约20达因/cm到大约60达因/cm的表面张力,例如,从大约20达因/cm到大约40达因/cm的表面张力。

[0054] 基底

[0055] 依照本发明的组合物可被沉积并在低温下转换为光电传导器件,从而能够使用具

有相对低的熔化温度或分解温度的各种基底。依照本发明的尤其有用的基底的类型包括多氟化合物、聚酰亚胺、环氧树脂（包括玻璃填充环氧树脂）、聚碳酸酯和很多其他聚合物。在一些实施方式中，基底还可包括基于纤维素的材料，例如木材或纸、乙酸酯、聚酯、聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、丙烯腈、丁二烯（ABS）、柔韧的纤维板、无纺布聚合物织物、布、金属箔和薄玻璃。

[0056] 优选的基底包括包含钝化层例如布置在硅层上的氮化硅层的基底。整个基底优选地具有的表面粗糙度大于下层的硅层的表面粗糙度，以使得入射的光不被反射离开基底而是容易被基底吸收以便最大化光电器件的效率。钝化层优选地是薄的以便最小化依照本发明的必要的蚀刻的程度。在一些示例性实施方式中，钝化层具有小于 80 纳米，例如小于 70 纳米，或小于 60 纳米的平均厚度。

[0057] 在优选的实施方式中，基底包括布置在 p 型硅晶片上的钝化层。如图 1 中所指示，常规的光电电池包括第一层和第二层，该第一层包括 n 型掺杂硅晶片，第二层包括 p 型掺杂硅晶片。因此，基底任选地包括布置在其上的 n 型掺杂硅晶片和 p 型掺杂硅晶片两者。

[0058] 在另一个方面，基底包括柔韧的基底，且特别地包括适合于形成柔韧的薄膜太阳能电池的柔韧的基底。柔韧的基底的例子的非限制性列表包括柔韧的聚合物，以商标名称为 Mylar™、Melinex™ 和 Teijin™ 提供的聚酯，薄金属例如不锈钢、铝以及较高温度膜例如 Kapton™。在这方面，基底通常将不包括钝化层。结果，本发明的这些方面中的接收层的主要目的是抑制被沉积以形成传导器件而不是蚀刻钝化层的组合物的扩散。小于 200 微米例如小于 100 微米、小于 75 微米或小于 50 微米的线宽可根据本发明的这个方面实现。这些线厚度还可使用刚性硅晶片基底来实现。

[0059] 表面改性材料

[0060] 在一些实施方式中，本发明的工艺包括在沉积以上描述的组合物之前将表面改性材料沉积到基底的至少一部分上。表面改性材料的一个功能是在组合物沉积到基底上之后抑制组合物的扩散。组合物的扩散通过例如表面改性材料和金属纳米颗粒和 / 或金属的金属前体以及表面改性材料中的任一种或这两者（如以上所指出的，其中任一种或两者可存在于组合物中）之间的静电相互作用来抑制。如以下更加详细的讨论，这样的静电相互作用优选地使得金属纳米颗粒絮凝。当组合物包括金属的金属前体时，这样的静电相互作用可使得金属从金属的金属前体中沉淀出。在这方面，表面改性材料可作为促进金属前体转换为金属的还原剂。任选地，表面改性材料包括在适当的处理（例如加热）之后蚀刻钝化层的化学成分（例如，盐和陶瓷颗粒）。这样的化学成分在下文中称为蚀刻剂。当表面改性材料蚀刻钝化层时，其形成蚀刻区域且组合物任选地沉积到这个蚀刻区域上。因此，一旦光电器件从组合物形成，器件就与下层例如 n 型硅层电接触。在一些实施方式中，例如，接收层在组合物沉积之前蚀刻基底的实施方式中，蚀刻区域的边缘或壁优选地抑制组合物的扩散。因此，如以上所指出的，根据本发明的一些实施方式，表面改性材料和 / 或组合物中的任一种或这两者都蚀刻通过基底的钝化层。

[0061] 表面改性材料任选地包括盐或多种盐。在一些实施方式中，盐包括离子聚合物（即，分别包括阴离子或阳离子反离子的阳离子和阴离子聚合物），优选的是阳离子聚合物。在一个实施方式中，盐包括有机盐，优选地为包括氟化物的有机盐。例子包括三氟乙酸（TFA）、六氟乙酰丙酮（HFAC）、含有磷酸根的羧酸和磺酸含氟表面活性剂材料例如由

Dupont 和 3M 两者提供的那些,例如 Fluorad™ 和 Zonyl™。其他的含磷酸根的材料包括醇和脂肪醇的磷酸酯。本发明预期的示例性的阳离子聚合物包括从由聚乙烯亚胺、聚烯丙基氯、聚乙烯吡咯烷酮的铵盐或其混合物组成的组中选择的聚合物的阳离子聚合物。烷基铵盐例如四辛基铵 (tetracapryl ammonium) 可被使用。在其他的实施方式中,盐包括非聚合的盐。示例性的非聚合的盐包括金属和非金属盐,该金属和非金属盐包括三氟甲磺酸盐、磷酸盐、硝酸盐、硫酸盐和乙酸盐。示例性的磺酸盐包括三氟甲磺酸钠、三氟甲磺酸铵、吡啶三氟甲磺酸盐、三氟甲磺酸银、三氟乙酸盐。示例性的磷酸盐包括磷酸铵、磷酸二氢铵和磷酸氢二铵。示例性的硝酸盐包括硝酸银和以上聚合物的盐。示例性的乙酸盐包括三氟乙酸盐、以上聚合物的乙酸盐,以及乙酸铵。

[0062] 当组合物包括金属纳米颗粒时,盐期望地可使得金属颗粒絮凝。在一些情况下,金属纳米颗粒的絮凝是期望的,因为其在组合物沉积到表面改性材料的至少一部分上时减少了组合物的扩散量。金属密集光电器件具有较低的多孔性,其导致了光电器件的低的线电阻。

[0063] 当组合物包括金属的金属前体时,来自接收层的盐可导致金属从金属前体中沉淀出。金属可作为金属前体的热分解的结果而形成。因此,在这方面,盐可作为金属前体的还原剂。在一些情况下,金属从金属的金属前体沉淀是期望的,因为其抑制了包含金属前体的组合物的扩散且因为其形成了传导相,该传导相形成了期望的传导器件,例如,栅极模式。

[0064] 在一些实施方式中,盐能够产生蚀刻钝化层的副产物。副产物可通过在有效条件下加热表面改性材料以产生副产物的方式来产生,该副产物反过来蚀刻钝化层。表面改性材料的加热可在沉积组合物的步骤之前(但在表面改性材料的沉积之后)或在沉积组合物之后的步骤中发生。可选地,表面改性材料的加热任选地与加热组合物使得组合物形成光电传导器件的至少一部分的步骤同时发生。在一些实施方式中,表面改性材料被加热(例如,用炉、光源例如热灯和/或激光)到从大约 50℃ 到大约 300℃、例如从大约 100℃ 到大约 200℃、从大约 100℃ 到大约 150℃ 的温度以形成副产物。大于 300℃ 的温度也是可能的,例如对于氟化材料,例如从大约 300℃ 到大约 600℃ 的温度。

[0065] 虽然不被任何特定的理论约束,但是当表面改性材料包括含氟或含磷酸根的盐时,相信一旦加热表面改性材料,就会分别产生例如氟化物或磷酸的副产物。在一些情况中,氟化物或磷酸副产物可蚀刻钝化层。示例性的含氟化物的盐在以上列出,且含磷酸根的盐的非限制性例子包括以上所列出的磷酸盐中的任何磷酸盐。

[0066] 在另外的实施方式中表面改性材料可以是聚合材料。这样的材料可被用作乳液、漆、珐琅,且可热塑或热交联,其中主要功能是产生适当的涂层,从而对表面改性以为印刷组合物做准备。这种表面改性聚合物制品任选地包括蚀刻剂(例如,盐和/或陶瓷颗粒)。材料优选地从由丙烯酸酯、环氧树脂、乙烯(vinyl)、聚酯、硅氧烷或通过直接写的方法印刷的或通过本领域已知的方法涂覆的任何聚合物涂层组成的组中选择。

[0067] 在可选的实施方式中,表面改性材料包括紫外线可固化材料。紫外线可固化材料优选地从由丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、乙烯醚和环氧树脂组成的组中选择。紫外线可固化材料任选地包括蚀刻剂(例如,盐和/或陶瓷颗粒)。紫外线可固化材料可通过使用具有从大约 250 纳米到大约 400 纳米的波长的紫外线源来固化。固化的材料优选地具有适合于组合物被沉积后抑制组合物的扩散的表面能量。如果紫外线可固化材料包括蚀刻剂,那么在材

料被固化之后,材料任选地在有效条件下被加热以蚀刻钝化层。当固化的材料被加热时,蚀刻剂蚀刻钝化层以形成蚀刻区域。组合物之后可以任选地沉积在蚀刻区域上。因此,一旦光电器件从组合物形成,器件就与下层例如 n 型硅层电接触。

[0068] 在另外的实施方式中,紫外线可固化油墨可包含导体和 / 或蚀刻剂材料以使得通过连续印刷和固化,印刷层的厚度可在不显著增加器件扩散的线宽的情况下得到增加。

[0069] 在另一个实施方式中,基底的表面可通过与分子的反应来改性,该分子反应以形成具有有效表面官能团的表面终端。这样的反应的例子是表面羟基 (-OH)、胺 (-NH₂) 或亚胺 (-NH) 基团与甲硅烷基化剂例如六甲基二硅氮烷、三甲基甲硅烷基氯、三甲基甲硅烷基酰胺 (trimethylsilylamide) 以形成键合的表面三甲基甲硅烷基基团的反应。从极性表面官能团 (例如氢氧化物) 到非极性表面官能团的表面终端变化将表面特征由疏水性变为亲水性,从而改进了包括金属和 / 或蚀刻剂颗粒的低粘度油墨的湿润或功能性。这种表面改性可以若干种不同方法实现,例如通过将基底暴露于处于气相的表面改性试剂 (即,通过气体分子、固体表面反应),或暴露于可作为纯的或溶液形式的液体传递的表面改性试剂。

[0070] 在各种实施方式中,本发明的表面改性材料,无论是盐还是紫外线可固化材料,可在光电传导器件形成之后保留,可在形成该器件的工艺期间被移除,或者可在该器件形成之后被移除。例如,包括金属纳米颗粒和 / 或金属的金属前体的组合物可沉积到包括相对不稳定的盐 (例如,乙酸铵) 的表面改性材料的至少一部分上。后续地,基底可在对光电传导器件的形成有效的条件下 (例如,加热) 和 / 或对蚀刻基底有效的条件下 (例如,通过存在于组合物和 / 或表面改性材料中的蚀刻剂) 处理。对光电器件的形成和 / 或对蚀刻基底有效的相同条件可导致表面改性材料通过例如挥发而移除,从而离开基底,包括光电传导器件,该基底可基本上不包含表面改性材料。

[0071] 光电传导器件:形成和特性

[0072] 在沉积到基底上之后,包括金属纳米颗粒和 / 或金属的金属前体的组合物被处理以使得组合物形成光电传导器件的至少一部分。处理可包括多个步骤,或可以单个步骤发生,例如当组合物被快速加热并保持在转化温度持续足够量的时间以形成光电传导器件时。加热可使用炉、光源例如热灯和 / 或激光来实现。光电传导器件可在其形成之后进行后处理。例如,当前的相的结晶度可通过例如激光处理来增加。后处理还可包括电子器件的清洁和 / 或封装或其他改性。

[0073] 在一方面,表面改性材料被处理,例如,在组合物被沉积之前加热或受紫外线辐射 (如果表面改性材料是紫外线可固化的),且组合物在后续的处理步骤中被处理,例如,加热。在另一个实施方式中,表面改性材料被沉积且组合物在没有干预处理例如加热步骤的情况下被沉积。在这后一个实施方式中,处理,例如,加热步骤优选地发生在表面改性材料和组合物两者被沉积之后。因此,在这方面,表面改性材料和组合物两者在单个加热步骤中被加热。

[0074] 在一些实施方式中,形成光电传导器件和 / 或导致基底被蚀刻剂蚀刻的处理涉及将组合物加热到从大约 400℃ 到大约 1000℃,例如从大约 700℃ 到大约 1000℃,从大约 750℃ 到大约 900℃ 的温度,以形成基底上的光电传导器件和 / 或蚀刻基底。在前述温度下加热组合物优选地导致了金属纳米颗粒熔结,因此产生均匀致密的金属相。当颗粒包括陶

瓷材料时,结果所得的光电器件不仅包括金属颗粒的渗流网络(percolation network),还包括陶瓷材料。当组合物包括金属的金属前体时,在前述的温度下加热组合物使得金属形成,因此产生光电器件。

[0075] 在一些实施方式中,光电传导器件放置到包括层例如钝化层例如 n 型硅晶片上的氮化硅层的基底上,该基底可由在组合物的加热期间存在于金属纳米颗粒上的陶瓷材料蚀刻。

[0076] 当颗粒包括陶瓷材料时,本发明的组合物和工艺提供了形成比常规的光电传导器件具有更低陶瓷含量的光电器件的能力。在优选的实施方式中,陶瓷材料以小于10wt%,例如小于5wt%,小于2wt%和小于1wt%的量存在于传导器件中。比较低的陶瓷含量的结果是,本发明的组合物和工艺提供了形成比常规的光电传导器件具有改进了的传导性的光电传导器件的能力。例如,在一些示例性的优选的实施方式中,渗流网络具有小于金属的体电阻的五倍,例如小于金属的体电阻的三倍、小于金属的体电阻的两倍或小于金属的体电阻的1.5倍的电阻。在一些实施方式中,渗流网络具有小于 $8\mu\Omega\cdot\text{cm}$,例如小于 $5\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 或小于 $2\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 的电阻。

[0077] 在依照本发明的一些实施方式中,传导器件具有大于 0.5 微米,例如大于 1 微米或大于 5 微米的厚度。这样厚的传导器件可通过例如在多过程中印刷组合物的方式形成。在其他的实施方式中,传导器件具有从大约 50 纳米到大约 1 微米、例如从大约 50 纳米到大约 200 纳米、以及从大约 100 纳米到大约 500 纳米的厚度。在一些实施方式中,传导器件包括一组指线(finger lines)和基本上与指线成直角地沉积的汇流条。当使用某些印刷工艺(例如,喷墨印刷工艺)时,具有比较薄的线宽的传导器件可形成。在一些实施方式中,例如,平行指线或收集器线(collector line)中的任一种或两者均具有小于 200 微米、小于 100 微米或小于 50 微米的宽度。

[0078] 包括在本发明的实施方式的光电传导器件中的金属, 不管其来自金属纳米颗粒和/或来自金属的金属前体, 均任选地从银、铜、金、钯、铂、镍、钴、锌、钼、钨、钽、钛及其合金中选择。在一些实施方式中, 金属从钽、钛及其合金中选择。当颗粒包括陶瓷材料时, 包括在本发明的实施方式的光电传导器件中的陶瓷材料从包括以下的陶瓷材料中选择: 多种金属氧化物的混合物, 该金属氧化物例如, 从硅、锌、锆、铝、钛、钽、锡和铈中选择的至少一种元素的氧化物。在其他的实施方式中, 陶瓷材料包括从硅、锌、锆、铝、钛、钽、锡和铈中选择的至少一种元素的两种或更多种氧化物。在另外其他的实施方式中, 陶瓷材料包括从铅、锶、钠、钙、铋、磷和硼中选择的至少一种元素的氧化物。在其他的实施方式中, 陶瓷材料包括从铅、锶、钠、钙、铋、磷和硼中选择的至少一种元素的两种或更多种氧化物。优选地, 包括在光电器件中的金属包括银且陶瓷材料包括二氧化硅、铋或铅。

[0079] 根据金属纳米颗粒的属性和金属的金属前体（当其存在时）的属性，光电传导器件之外的传导器件可使用本文所描述的工艺制造。因此，例如，本发明的工艺可被应用以制造可用于光学、电子、显示器和燃料电池应用中的传导器件。参见例如于 2006 年 5 月 31 日递交的美国序列第 11/443, 131 号、于 2006 年 1 月 13 日递交的美国序列第 11/331, 231 号、于 2006 年 1 月 13 日递交的美国序列第 11/331, 186 号、于 2006 年 1 月 13 日递交的美国序列第 11/331, 237 号、于 2006 年 1 月 13 日递交的美国序列第 11/331, 190 号、于 2006 年 1 月 13 日递交的美国序列第 11/331, 239 号、于 2006 年 1 月 13 日递交的美国序列第 11/331, 187

号以及于 2002 年 10 月 4 日递交的美国序列第 10/265, 179 号, 上述文件全部通过引用并入本文。

[0080] 虽然本发明通过引用特定的实施方式被描述和示出, 但是本领域的普通技术人员将意识到本发明适合于作出不一定是本文中所示出的修改。为此, 应仅参考所附的权利要求以用于确定本发明的真实范围的目的。

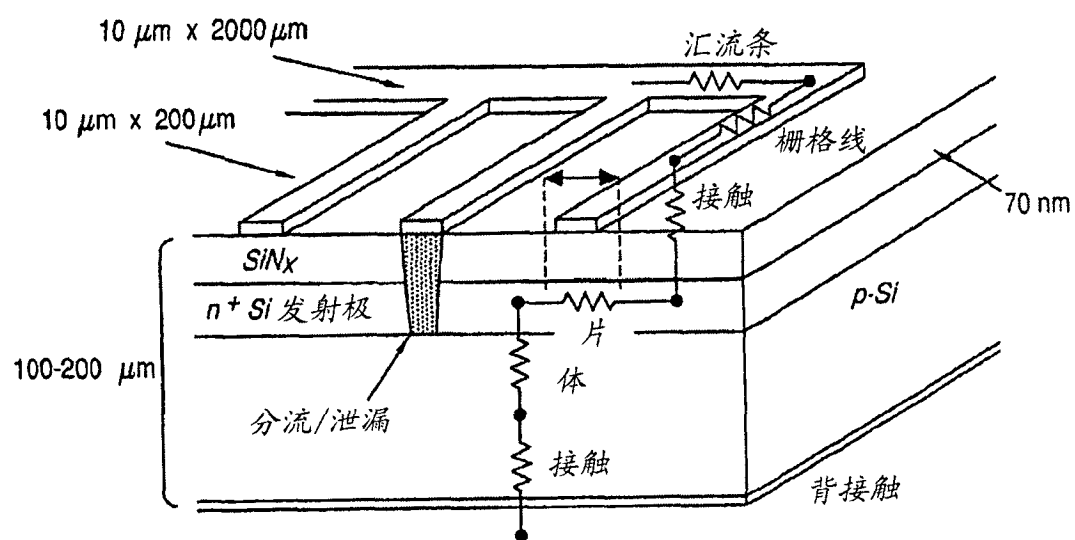


图 1