



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 116478570 B

(45) 授权公告日 2024. 06. 21

(21) 申请号 202310528237.6

(22) 申请日 2023.05.11

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 116478570 A

(43) 申请公布日 2023.07.25

(73) 专利权人 中国科学院苏州纳米技术与纳米
仿生研究所

地址 215123 江苏省苏州市工业园区独墅
湖高教区若水路398号

(72) 发明人 潘雅琴 王振国 刘媛琪 韩云飞
骆群 马昌期

(74) 专利代理机构 南京利丰知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 32256

专利代理师 王锋

(51) Int.Cl.

G09D 11/03 (2014.01)

G09D 11/033 (2014.01)

H10K 30/50 (2023.01)

H10K 30/20 (2023.01)

(56) 对比文件

CN 111211226 A, 2020.05.29

CN 110235263 A, 2019.09.13

CN 102903853 A, 2013.01.30

潘雅琴.凹版印刷有机光活性层及其形貌调
控.《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科
技I辑》.2024,B024-616.

审查员 肖文霞

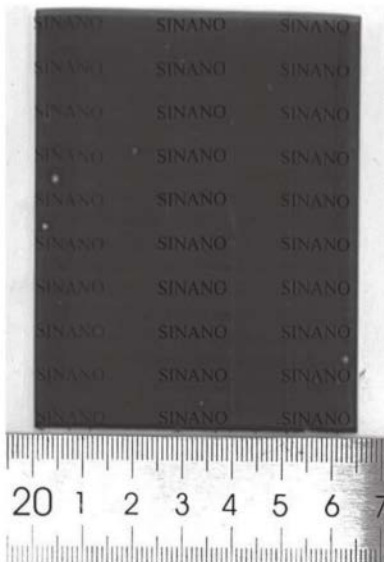
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

用于形成有机光活性层的凹版印刷墨水、制
备方法与应用

(57) 摘要

本发明公开了一种用于形成有机光活性层的
凹版印刷墨水、制备方法与应用。所述凹版印
刷墨水包括有机活性材料、有机溶剂以及表面活
性剂；所述表面活性剂包括非离子型表面活性
剂，且所述凹版印刷墨水中表面活性剂的体积分
数在0.5%以下。本发明所提供的凹版印刷墨水
用于制备基于凹版印刷的柔性电池，具有可图案
化、精度高、高速印刷、耐印力高、可大规模高通
量生产等优势，有利于有机太阳能电池的产业化
及多场景应用；该凹版印刷墨水的流变特性适用
于凹版印刷，可实现大面积高质量的薄膜制备，
能够避免现有凹版印刷墨水容易产生的表面缺
陷，同时对光电性能的影响更低，所制得的柔性
太阳能电池具有优异的大面积器件性能。



1. 一种用于形成有机光活性层的凹版印刷墨水,包括有机活性材料、有机溶剂以及表面活性剂,其特征在于:所述表面活性剂选自非离子型表面活性剂,且所述凹版印刷墨水中表面活性剂的体积分数为0.01-0.5%;

所述非离子型表面活性剂包括聚氧乙烯型表面活性剂、多元醇型表面活性剂、烷基醇酰胺型表面活性剂、炔二醇乙氧基化合物中的任意一种或两种以上的组合,所述有机溶剂包括氯苯、二氯苯、甲苯、二甲苯、三甲苯中的任意一种或两种以上的组合。

2. 根据权利要求1所述的凹版印刷墨水,其特征在于,所述凹版印刷墨水还包括液态添加剂以调节相分离形貌;

所述凹版印刷墨水中液态添加剂的体积分数为0.2-1%;

所述液态添加剂包括1-氯萘、1,8-二碘辛烷、二苯醚、N-甲基吡咯烷酮中的任意一种或两种以上的组合。

3. 根据权利要求1所述的凹版印刷墨水,其特征在于,所述凹版印刷墨水中所述非离子型表面活性剂的体积分数为0.05-0.1%。

4. 根据权利要求1所述的凹版印刷墨水,其特征在于,所述有机活性材料包括给体材料和受体材料;

所述给体材料包括P3HT、PTB7、PTB7-Th、PBDB-T、PBDB-TF、PBDB-T-2C1、PBDB-T-2F中的任意一种或两种以上的组合;

所述受体材料包括富勒烯受体和/或非富勒烯受体。

5. 根据权利要求4所述的凹版印刷墨水,其特征在于,所述富勒烯受体包括PC₇₁BM、PC₆₁BM中的任意一种或两种的组合;

所述非富勒烯受体包括ITIC、IT-4F、Y6、BTP-B0-4C1、L8-B0中的任意一种或两种以上的组合。

6. 根据权利要求4所述的凹版印刷墨水,其特征在于,所述有机活性材料中给体材料与受体材料的质量比为1:0.6-1:1.3;

所述凹版印刷墨水中有机活性材料的浓度为16-160 mg/mL。

7. 根据权利要求6所述的凹版印刷墨水,其特征在于,所述有机活性材料中给体材料与受体材料的质量比为1:0.8-1:1.2;

所述凹版印刷墨水中有机活性材料的浓度为17.6-50 mg/mL。

8. 根据权利要求1所述的凹版印刷墨水,其特征在于,所述凹版印刷墨水的配制方法包括:

提供表面活性剂溶液,所述表面活性剂溶液包括非离子型表面活性剂以及有机溶剂;

使有机活性材料充分溶解在所述表面活性剂溶液中,获得凹版印刷墨水。

9. 根据权利要求8所述的凹版印刷墨水,其特征在于,所述有机活性材料的溶解温度为50-100 °C,时间为2-12 h。

10. 权利要求1-9中任意一项所述的凹版印刷墨水在制备有机光电器件中的应用。

11. 根据权利要求10所述的应用,其特征在于,所述有机光电器件为有机太阳能电池。

用于形成有机光活性层的凹版印刷墨水、制备方法与应用

技术领域

[0001] 本发明涉及有机光电器件技术领域,尤其涉及一种用于形成有机光活性层的凹版印刷墨水、制备方法与应用。

背景技术

[0002] 有机太阳能电池(Organic solar cells, OSCs)由于其质量轻、成本低、可溶液加工等优势,成为了太阳能电池领域的研究热点。在过去20年中,得益于有机太阳能电池中活性层给/受体材料、界面层材料、器件结构及制备工艺的发展,有机太阳能电池取得了能量转换效率(Power conversion efficiency, PCE)上的极大突破,小面积器件的效率已经突破19%。

[0003] 众所周知,已报道的大多数高效OSC是使用旋涂方法制备的,该技术的主要优点是适用于沉积各种不同成分的、厚度明确的高质量有机薄膜。然而,这种方法浪费了90%以上的溶液,并且通常对基底尺寸有限制,这与平压平(S2S)和卷对卷(R2R)的高通量产出不兼容。因此,OSC的商业化亟需运用可延展的S2S或R2R制造技术,例如刮刀涂布、狭缝涂布、凹版印刷、喷墨印刷和丝网印刷等。然而大面积器件的研究远远滞后,这些可大面积制备OSCs方法的主要缺点是难以控制有机薄膜的均匀性、厚度、结晶和形貌。相较于小面积器件,大面积器件对活性层材料的溶解性、器件的加工方式等都有较高的要求,如何制备高效、稳定的柔性大面积器件仍是一个挑战。因此,深入研究有机光伏大面积器件中的关键基础问题、开发大面积印刷制备方法,对推动有机太阳能电池的工业化应用具有重要意义,是未来有机太阳能电池的发展的热点和难点方向。

[0004] 具体的,现有的柔性大面积有机太阳能电池大多使用涂布技术,但诸如刮刀涂布、狭缝涂布等溶液法加工技术供墨量有限,导致有机太阳能电池的大规模高通量生产受阻,且无法实现图案化,使用场景遭到一定的限制。凹版印刷作为一种极有前途的溶液法加工技术,具有可图案化、精度高、高速印刷、耐印力高、可大规模高通量(R2R)生产等优势,可满足多种印刷电子产品的实际生产需求。

[0005] 凹版印刷过程由三部分组成,分别是:刮墨刀使墨水填充网穴并刮除多余油墨、合压后油墨从网穴转移到承印物、墨滴流平干燥形成薄膜。在油墨转移过程中,薄膜的印刷质量主要是由三个力的竞争关系决定的,分别是油墨与网穴之间的黏附力、油墨与基底之间的黏附力、以及油墨自身的内聚力(例如可参考文献:Nguyen Ho Anh Duc, Lee Changwoo, Shin Kee-Hyun, et al. An Investigation of the Ink-Transfer Mechanism During the Printing Phase of High-Resolution Roll-to-Roll Gravure Printing[J]. IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology, 2015, 5(10): 1516-1524.)。

[0006] 在凹版印刷过程中,墨水与基底之间的作用强度决定了其润湿附着特性,通常可以通过处理基底、调控墨水流变特性来改善。现有技术中大多使用氧等离子体处理基底以提高基底表面能,改善油墨在基底上的润湿性及附着性(例如可参考文献:Thomas

Michael, Herrmann Annika, Dohse Antje, et al. Printing of μm structures with nano inks using a novel combination of high-resolution plasma printing and subsequent rotogravure printing[J]. Plasma Processes and Polymers, 2019, 16 (9).). 此外, 也可以通过在印刷墨水中引入表面活性剂调节墨水与基底之间的润湿以及附着特性。(例如可参考文献: Voigt Monika M., Mackenzie Roderick C.I., King Simon P., et al. Gravure printing inverted organic solar cells: The influence of ink properties on film quality and device performance[J]. Solar Energy Materials and Solar Cells, 2012, 105: 77.)。

[0007] 但是现有技术中所采用的表面活性剂添加到有机光活性层墨水中时, 会影响薄膜形貌以及薄膜的光电性能。此外, 表面活性剂通常容易在墨水中起泡, 在印刷薄膜中造成薄膜的孔洞。在大面积批量化制备时往往产生质量问题, 影响了凹版印刷技术在制备大面积有机光活性层中的应用。

发明内容

[0008] 针对现有技术的不足, 本发明的目的在于提供一种用于形成有机光活性层的凹版印刷墨水、制备方法与应用。

[0009] 为实现前述发明目的, 本发明采用的技术方案包括:

[0010] 第一方面, 本发明提供一种用于形成有机光活性层的凹版印刷墨水, 包括有机活性材料、有机溶剂以及表面活性剂; 所述表面活性剂包括非离子型表面活性剂, 且所述凹版印刷墨水中表面活性剂的体积分数在0.5%以下。

[0011] 第二方面, 本发明还提供一种凹版印刷墨水的制备方法, 其包括:

[0012] 提供表面活性剂溶液, 所述表面活性剂溶液包括非离子型表面活性剂以及有机溶剂;

[0013] 使有机活性材料充分溶解在所述表面活性剂溶液中, 获得凹版印刷墨水。

[0014] 第三方面, 本发明还提供上述凹版印刷墨水在制备有机光电器件中的应用, 尤其是在制备有机太阳能电池中的应用。

[0015] 第四方面, 本发明还提供一种有机太阳能电池, 包括依次欧姆接触的第一半导体层、光活性层、第二半导体层, 所述第一半导体层和第二半导体层的导电特性相反; 所述光活性层由上述凹版印刷墨水经过凹版印刷制得。

[0016] 基于上述技术方案, 与现有技术相比, 本发明的有益效果至少包括:

[0017] 本发明所提供的凹版印刷墨水用于制备基于凹版印刷的柔性电池, 具有可图案化、精度高、高速印刷、耐印力高、可大规模高通量(例如R2R)生产等优势, 有利于有机太阳能电池的产业化及多场景应用; 该凹版印刷墨水的流变特性适用于凹版印刷, 可实现大面积高质量的薄膜制备, 能够避免现有凹版印刷墨水容易产生的表面缺陷, 同时对光电性能的影响更低, 所制得的柔性太阳能电池具有优异的大面积器件性能。

[0018] 上述说明仅是本发明技术方案的概述, 为了能够使本领域技术人员能够更清楚地了解本申请的技术手段, 并可依照说明书的内容予以实施, 以下以本发明的较佳实施例并配合详细附图说明如后。

附图说明

[0019] 图1是本发明一典型对比案例提供的凹版印刷有机光活性层的宏观照片示例图；

[0020] 图2是本发明一典型实施案例提供的凹版印刷有机光活性层的宏观照片示例图。

具体实施方式

[0021] 鉴于现有技术中的不足,本案发明人经长期研究和大量实践,得以提出本发明的技术方案。如下将对该技术方案、其实施过程及原理等作进一步的解释说明。

[0022] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是,本发明还可以采用其他不同于在此描述的方式来实施,因此,本发明的保护范围并不受下面公开的具体实施例的限制。

[0023] 现有技术中,采用相对更加大量的表面活性剂的添加来调控墨水流变特性从而改善墨水对基底的润湿性,但大量的表面活性剂会导致一些膜层缺陷以及光电性能问题,所以必须使用极少量的表面活性剂添加来实现印刷墨水与基底之间相互作用力的调控,这样才可以保证印刷薄膜质量的同时,保证薄膜的光电性能。

[0024] 为此,本发明的目的即在于提出基于表面活性剂添加的印刷电子墨水,以及调控方法。使用极少量的表面活性剂添加,便可以调控印刷墨水与基底之间的作用力,获得均匀的薄膜。

[0025] 基于上述目的,本发明实施例提供的一种用于形成有机光活性层的凹版印刷墨水,包括有机活性材料、有机溶剂以及表面活性剂,所述表面活性剂包括非离子型表面活性剂,且所述凹版印刷墨水中表面活性剂的体积分数在0.5%以下。

[0026] 其中,非离子型表面活性剂具有与承印基底形成较强分子间作用力的特性,本发明所提供的凹版印刷模式利用非离子型表面活性剂的特性,在凹版印刷时,非离子型表面活性剂能够调节墨水与基底之间的相互作用强度,进而提高湿膜稳定性及薄膜均匀性,而在保证上述宏观均匀性调控效果的基础上,该非离子型表面活性剂的添加量能够做到很低,进而避免了对于光电性能的影响,同时该表面活性剂还能在一定程度上增强分子堆积,并抑制分子的过度聚集。

[0027] 现有技术公开了一些在水性油墨体系中添加聚氧乙烯或多元醇表面活性剂来改善水性油墨成膜性能的技术方案,但本发明与其不同的是,基于油墨体系的不同,本发明为有机体系,因此作用原理是具有本质差异的,具体表现在表面活性剂的引入并未改变有机墨水的粘度、表面张力等流变特性,而是充当“粘结剂”的作用,通过表面活性剂与承印基底形成较强的分子间相互作用力,从而提高湿膜在基底上的稳定性,保证了薄膜的均匀性;而在上述水性油墨体系中,表面活性剂的作用主要是通过改变水性墨水的粘度和表面张力等流变特性而起作用的。

[0028] 在一些实施方案中,所述有机溶剂包括氯苯、二氯苯、甲苯、二甲苯、三甲苯中的任意一种或两种以上的组合。

[0029] 在一些实施方案中,所述凹版印刷墨水还包括液态添加剂,所述液态添加剂可以调节有机光活性层的微纳形貌,改善有机分子的结晶性和分子堆积,影响活性层溶液到薄膜的动力学过程,从而提高器件性能。

[0030] 在一些实施方案中,所述凹版印刷墨水中液态添加剂的体积分数为0.2-1%。

[0031] 在一些实施方案中,所述液态添加剂包括1-氯萘、1,8-二碘辛烷、二苯醚、N-甲基吡咯烷酮中的任意一种或两种以上的组合。

[0032] 上述技术方案继续优化了墨水的组成,向其中添加了液态添加剂,这些液态添加剂具有调节活性层相分离形貌的特性,并且可以与其他组分充分相容,这样在进行凹版印刷时,液态添加剂可以与非离子型表面活性剂协同作用,共同改善有机光活性层中分子的有序堆积及分子结晶性,抑制干燥过程中分子的过度聚集行为,从而实现高效的有机太阳能电池的制备。

[0033] 在一些实施方案中,所述非离子型表面活性剂包括聚氧乙烯型表面活性剂、多元醇型表面活性剂、烷基醇酰胺型表面活性剂、炔二醇乙氧基化合物中的任意一种或两种以上的组合。

[0034] 在一些实施方案中,所述凹版印刷墨水中所述非离子型表面活性剂的体积分数为0.01-0.5%,优选为0.05-0.1%。

[0035] 在一些实施方案中,所述有机活性材料包括给体材料和受体材料。

[0036] 在一些实施方案中,所述给体材料包括P3HT、PTB7、PTB7-Th、PBDB-T、PBDB-TF、PBDB-T-2Cl、PBDB-T-2F中的任意一种或两种以上的组合。

[0037] 在一些实施方案中,所述受体材料包括富勒烯受体和/或非富勒烯受体。

[0038] 在一些实施方案中,所述富勒烯受体包括PC₇₁BM、PC₆₁BM中的任意一种或两种的组合。

[0039] 在一些实施方案中,所述非富勒烯受体包括ITIC、IT-4F、Y6、BTP-B0-4Cl、L8-B0中的任意一种或两种以上的组合。

[0040] 在一些实施方案中,所述有机活性材料中给体材料与受体材料的质量比为1:0.6-1:1.5,进一步地可以优选为1:0.8-1:1.2。

[0041] 在一些实施方案中,所述凹版印刷墨水中有有机活性材料的浓度为16-160mg/mL,进一步地可以优选为17.6-50mg/mL。

[0042] 作为上述技术方案的一些典型的应用实例,所述的有机光活性层材料溶解于上述的表面活性剂溶液中,其总固含量为16-160mg/mL,溶解温度为50-100℃,溶解时间为2-12h。进一步的,优选的固含量为17.6-50mg/mL,优选的溶解温度为80℃,优选的溶解时间为4-8h。

[0043] 此外,本发明实施例的第二个方面还提供的一种凹版印刷墨水的制备方法,其包括:

[0044] 提供表面活性剂溶液,所述表面活性剂溶液包括非离子型表面活性剂以及有机溶剂。

[0045] 使有机活性材料充分溶解在所述表面活性剂溶液中,获得凹版印刷墨水。

[0046] 作为上述技术方案的一些典型的应用实例,可以采用的表面活性剂溶液选自如聚氧乙烯型、多元醇型、烷基醇酰胺型、炔二醇乙氧基化合物等非离子型表面活性剂的材料,将其以小的比例溶于包括但不限于如氯苯、二氯苯、甲苯、二甲苯、三甲苯等有机溶剂中

[0047] 而所述的有机活性层材料体系例如可以包括上述给受体材料组合的两元,以及一种给体多种受体或者一种受体和多种给体的多元共混体系等等。

[0048] 在一些实施方案中,所述有机活性材料的溶解温度为50-100℃,时间为2-12h。

[0049] 作为上述技术方案的进一步延伸,本发明实施例的第三个方面还提供了上述任一实施方式所提供的凹版印刷墨水在制备有机光电器件中的应用。

[0050] 在一些实施方案中,所述有机光电器件选自有机太阳能电池。

[0051] 具体的应用中,本发明实施例的第四个方面还提供了一种有机太阳能电池,包括依次欧姆接触的第一半导体层、光活性层、第二半导体层,所述第一半导体层和第二半导体层的导电特性相反;所述光活性层由上述任一实施方式所提供的凹版印刷墨水经过凹版印刷制得。

[0052] 而作为上述有机太阳能电池的非常典型的示例性结构,该有机太阳能电池的特点为:

[0053] 1.柔性有机太阳能电池可选择地为倒置或者正置结构。其中倒置器件结构的器件为基底/金属电极/电子传输层/光活性层/空穴传输层/金属电极。制备正置器件结构为基底/金属电极/空穴传输层/光活性层/电子传输层/金属电极。

[0054] 2.所述的基底可选为PET、PEN、PI等塑料基材,但不限于此,塑料基材主要为了制备柔性的电池,但可替代的其他非柔性基材亦可实现同样的技术效果。

[0055] 3.所述的电子传输层例如可以为氧化锌、氧化钛、氧化锡等金属氧化物。所述的电子传输层的厚度优选为30-200nm,但不限于此。

[0056] 4.所述的光活性层为有机共混异质结薄膜或者有机-无机钙钛矿薄膜,由上述凹版印刷墨水通过凹版印刷制成,所述的光活性层的厚度可以为100-10000nm。

[0057] 5.所述的空穴传输层例如可以为氧化钼、氧化镍、PEDOT:PSS等。所述的空穴层的厚度可以为30-100nm。

[0058] 6.基于凹版印刷技术可以实现上述柔性大面积有机太阳能电池的制备,其中金属电极、电子传输层、光活性层的墨水特性均可以适用于凹版印刷。

[0059] 以下通过若干实施例并结合附图进一步详细说明本发明的技术方案。然而,所选的实施例仅用于说明本发明,而不限制本发明的范围。

[0060] 实施例1

[0061] 本实施例示例一种凹版印刷墨水的制备以及薄膜太阳能电池的制备过程,具体如下所示:

[0062] 1、墨水配制

[0063] 将聚氧乙烯型表面活性剂2,4,7,9-四甲基-5-癸炔-4,7-二醇聚氧乙烯醚以及1,8-二碘辛烷溶解于有机溶剂二氯苯中,形成表面活性剂体积分数为0.5%,液态添加剂体积分数为0.5%的表面活性剂溶液。

[0064] 将有机活性材料在50℃下溶解在上述表面活性剂溶液中,溶解时间为2h,形成凹版印刷墨水,其中,有机活性材料为质量比1:1的PBDB-T给体材料和ITIC受体材料,墨水中给受体材料的总浓度为20mg/mL。

[0065] 2、太阳能电池的制备

[0066] 在PI基底上,先凹版印刷沉积银纳米线薄膜电极,然后通过凹版印刷,形成厚度为30nm的氧化锌电子传输层,然后采用凹版印刷,利用上述步骤制得的凹版印刷墨水形成厚度为130nm的光活性层,并通过凹版印刷在其上形成厚度为20nm的氧化钼空穴传输层,最后沉积铝薄膜电极,最终形成大尺寸的薄膜太阳能电池。

[0067] 所形成的薄膜太阳能电池的光活性层如图2所示,可以看出,其膜层表面无明显孔洞、气泡等缺陷,膜层形貌均匀一致;并且经过电池性能测试,该电池的光电转化效率为6.42%。

[0068] 实施例2

[0069] 本实施例与实施例1大体相同,区别主要在于,在配制墨水时,省略了液态添加剂。

[0070] 最终制备的光活性层的均匀性与实施例1仍然保持一致,但器件性能有所降低,光电转换效率为5.45%。

[0071] 对比例1

[0072] 本对比例与实施例1大体相同,区别主要在于:

[0073] 在配制墨水时,未添加表面活性剂。

[0074] 所制得的光活性层的宏观形貌如图1所示,其中出现了大量的褶皱、坑洞以及泡孔缺陷,表面平整性欠佳,并且经过测试,其光电转化效率仅为1.21%。

[0075] 对比例2

[0076] 本对比例与实施例1大体相同,区别主要在于:

[0077] 在配制墨水时,表面活性剂替换为其他类型的表面活性剂,为十二烷基苯磺酸钠,其添加量保持不变。

[0078] 所制得的光活性层薄膜表面有少量波纹状缺陷,并且经过测试,其光电转化效率仅为3.08%。

[0079] 对比例3

[0080] 本对比例与实施例1大体相同,区别主要在于:

[0081] 在配制墨水时,表面活性剂替换为其他类型的表面活性剂,为十二烷基苯磺酸钠,其添加量提高至1vol%以保证湿膜稳定性的调控效果。

[0082] 所制得的光活性层薄膜表面波纹状缺陷被消除但薄膜表面存在大量针孔,并且经过测试,其光电转化效率仅为1.21%。

[0083] 对比例4

[0084] 本对比例与实施例1大体相同,区别主要在于:

[0085] 在配制墨水时,表面活性剂不作替换,仍然为聚氧乙烯型表面活性剂,但将其添加量提高至1.5%,超出适当范围。

[0086] 所制得的光活性层表面出现针孔及重影,并且经过测试,其光电转化效率仅为4.20%。

[0087] 实施例3

[0088] 本实施例示例一种凹版印刷墨水的制备以及薄膜太阳能电池的制备过程,具体如下所示:

[0089] 1、墨水配制

[0090] 将多元醇型表面活性剂单甘油脂肪酸酯以及1-氯萘溶解于有机溶剂氯苯中,形成表面活性剂体积分数为0.1%,液态添加剂体积分数为0.2%的表面活性剂溶液。

[0091] 将有机活性材料在80℃下溶解在上述表面活性剂溶液中,溶解时间为6h,形成凹版印刷墨水,其中,有机活性材料为质量比1:1.5的PTB7-Th给体材料和PC₇₁BM受体材料,墨水中给受体材料的总浓度为17.5mg/mL。

[0092] 2、太阳能电池的制备

[0093] 在PET基体上,先凹版印刷沉积纳米银线薄膜电极,然后通过凹版印刷,形成厚度为30nm的氧化钛电子传输层,然后采用凹版印刷,利用上述步骤制得的凹版印刷墨水形成厚度为130nm的光活性层,并通过凹版印刷在其上形成厚度为20nm的PEDOT:PSS空穴传输层,最后沉积铝薄膜电极,最终形成大尺寸的薄膜太阳能电池。

[0094] 所形成的薄膜太阳能电池的光活性层的膜层与实施例1相似,表面无明显孔洞、气泡等缺陷,膜层形貌均匀一致;并且经过电池性能测试,该电池的光电转化效率为7.51%。

[0095] 实施例4

[0096] 本实施例示例一种凹版印刷墨水的制备以及薄膜太阳能电池的制备过程,具体如下所示:

[0097] 1、墨水配制

[0098] 将烷基醇酰胺型表面活性剂N、N-双羟乙基十二烷基酰胺以及二苯醚溶解于有机溶剂三甲苯中,形成表面活性剂体积分数为0.05%,液态添加剂体积分数为1%的表面活性剂溶液。

[0099] 将有机活性材料在80℃下溶解在上述表面活性剂溶液中,溶解时间为12h,形成凹版印刷墨水,其中,有机活性材料为质量比1:0.6的PBDB-T-2F给体材料和BTP-BO-4Cl受体材料,墨水中给受体材料的总浓度为25.6mg/mL。

[0100] 2、太阳能电池的制备

[0101] 在PEN基体上,先凹版印刷沉积纳米银线薄膜电极,然后通过凹版印刷,形成厚度为30nm的氧化锡电子传输层,然后采用凹版印刷,利用上述步骤制得的凹版印刷墨水形成厚度为130nm的光活性层,并通过凹版印刷在其上形成厚度为20nm的氧化镍空穴传输层,最后沉积铝薄膜电极,最终形成大尺寸的薄膜太阳能电池。

[0102] 所形成的薄膜太阳能电池的光活性层的膜层与实施例1相似,表面无明显孔洞、气泡等缺陷,膜层形貌均匀一致;并且经过电池性能测试,该电池的光电转化效率为11.87%。

[0103] 本发明的发明还采用各种不同的原料组合来制备上述有机太阳能电池,均取得了相似的结果,本发明的主要技术手段即在于如何通过表面活性剂的添加来实现对于墨水流变性能的调控以及避免影响光活性层的光电性能,而采取其他各种形式的半导体层以及器件结构均不影响上述墨水的成膜过程,等同或相似的替换理应属于本发明的保护范围之内。

[0104] 基于上述实施例以及对比例,可以明确,本发明实施例所提供的凹版印刷墨水用于制备基于凹版印刷的柔性电池,具有可图案化、精度高、高速印刷、耐印力高、可大规模高通量(R2R)生产等优势,有利于有机太阳能电池的产业化及多场景应用;该凹版印刷墨水的流变特性适用于凹版印刷,可实现大面积高质量的薄膜制备,能够避免现有凹版印刷墨水容易产生的表面缺陷,同时对光电性能的影响更低,所制得的柔性太阳能电池具有优异的大面积器件性能。

[0105] 应当理解,上述实施例仅为说明本发明的技术构思及特点,其目的在于让熟悉此项技术的人士能够了解本发明的内容并据以实施,并不能以此限制本发明的保护范围。凡根据本发明精神实质所作的等效变化或修饰,都应涵盖在本发明的保护范围之内。



图1



图2