



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110268538 A

(43)申请公布日 2019.09.20

(21)申请号 201780079255.3

(22)申请日 2017.12.22

(30)优先权数据

102016000131259 2016.12.27 IT

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.06.20

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2017/058330 2017.12.22

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/122707 EN 2018.07.05

(71)申请人 埃尼股份公司

地址 意大利罗马

(72)发明人 里卡尔多·波

亚历山大·科米内蒂

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

代理人 李慧慧 郑霞

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/00(2006.01)

H01L 51/42(2006.01)

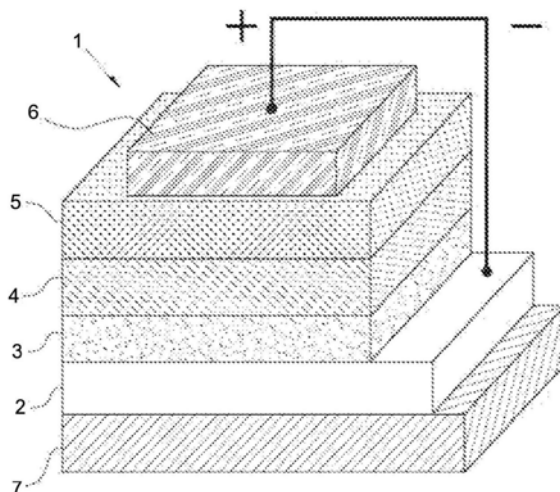
权利要求书6页 说明书22页 附图1页

(54)发明名称

空穴传输材料和使用该空穴传输材料的光伏装置

(57)摘要

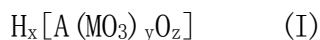
通过包括以下的工艺获得的空穴传输材料：在至少一种选自醇、酮、酯的有机溶剂的存在下，使至少一种含有至少一种属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属的杂多酸与等量的属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属与有机阴离子或与有机配体的至少一种盐或一种络合物反应。所述空穴传输材料可以有利地用于在刚性支撑体上或在柔性支撑体上构建光伏装置(或太阳能装置)，诸如例如光伏电池(或太阳能电池)、光伏模块(或太阳能模块)。此外，所述空穴传输材料可以有利地用于构建有机发光二极管(OLED)或构建有机场效应晶体管(OFET)。特别地，所述空穴传输材料可以有利地用于构建具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池)。



1. 空穴传输材料,所述空穴传输材料通过在至少一种选自醇、酮、酯的有机溶剂的存在下使以下物质反应来获得:

-至少一种含有至少一种属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属的杂多酸;与
-等量的属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属与有机阴离子或与有机配体的至少一种盐或一种络合物。

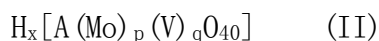
2. 根据权利要求1所述的空穴传输材料,其中所述杂多酸选自具有通式(I)的杂多酸:



其中:

-A表示硅原子或磷原子;
-M表示属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属的原子,优选地选自钼、钨;
-x是取决于A的化合价的整数;优选地x为3或4;
-y是12或18;
-z是4或6。

3. 根据权利要求1所述的空穴传输材料,其中所述杂多酸选自具有通式(II)的杂多酸:



其中:

-A表示硅原子或磷原子;
-x是取决于A的化合价的整数;优选地x为3或4;
-p是6或10;
-q是2或6。

4. 根据权利要求2或3所述的空穴传输材料,其中具有通式(I)的所述杂多酸和具有通式(II)的所述杂多酸选自:磷钼酸水合物 $\{H_3[P(MoO_3)_{12}O_4] \cdot nH_2O\}$ 、醇溶液中的磷钼酸 $\{H_3[P(MoO_3)_{12}O_4]\}$ 、磷钨酸水合物 $\{H_3[P(WO_3)_{12}O_4] \cdot nH_2O\}$ 、醇溶液中的磷钨酸 $\{H_3[P(WO_3)_{12}O_4]\}$ 、硅钼酸水合物 $\{H_4[Si(MoO_3)_{12}O_4] \cdot nH_2O\}$ 、醇溶液中的硅钼酸 $\{H_4[Si(MoO_3)_{12}O_4]\}$ 、硅钨酸水合物 $\{H_4[Si(WO_3)_{12}O_4] \cdot nH_2O\}$ 、醇溶液中的硅钨酸 $\{H_4[Si(WO_3)_{12}O_4]\}$ 、磷钼钒酸水合物 $\{H_3[P(Mo)_6(V)_6O_{40}] \cdot nH_2O\}$ 、醇溶液中的磷钼钒酸 $\{H_3[P(Mo)_6(V)_6O_{40}]\}$ 、磷钼钒酸水合物 $\{H_3[P(Mo)_{10}(V)_2O_{40}] \cdot nH_2O\}$ 、醇溶液中的磷钼钒酸 $\{H_3[P(Mo)_{10}(V)_2O_{40}]\}$ 、或其混合物;优选地在磷钼酸水合物 $\{H_3[P(MoO_3)_{12}O_4] \cdot nH_2O\}$ 、醇溶液中的磷钼酸 $\{H_3[P(MoO_3)_{12}O_4]\}$ 、硅钨酸水合物 $\{H_4[Si(WO_3)_{12}O_4] \cdot nH_2O\}$ 之间选择。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的空穴传输材料,其中属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属与有机阴离子或与有机配体的所述至少一种盐或络合物选自:双(乙酰丙酮根)合二氧代钼(VI)(Cas号17524-05-9)、双(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酸酯)二氧化钼(VI)(Cas号34872-98-5)、双(叔丁基亚氨基)(双)(二甲基氨基)钼(VI)(Cas号923956-62-1)、2,6-二异丙基苯基亚氨基-叔丁基亚苯基钼(VI)双(叔丁醇化物)(Cas号126949-65-3)、2,6-二异丙基苯基亚氨基叔丁基亚苯基钼(VI)双(六氟-叔丁醇化物) (“Schrock催化剂”)(Cas号139220-25-0)、2,6-二异丙基苯基亚氨基叔丁基亚苯基钼(VI)双(三氟甲磺酸酯)-二甲氧基乙烷的加合物(Cas号126949-63-1)、2,6-二异丙基苯基亚氨基叔丁基亚苯基-[外消旋-BIPHEN]钼(VI) (“rac-Schrock’s-Hoveyda催化剂”)(Cas号300344-02-9)、2,6-二异丙基苯基亚氨基叔丁基亚苯基[R-(+)-BIPHEN]钼(VI) [“(R) Schrock’s-Hoveyda催化剂”]

(Cas号329735-77-5)、2,6-二异丙基苯基亚氨基叔丁基亚苯基[S-(-)BIPHEN]钼(VI) [“(S) Schrock’s-Hoveyda催化剂”] (Cas号205815-80-1)、氧化三异丙醇钒(V) (Cas号5588-84-1)、乙酰丙酮氧化钒(IV) (Cas号3153-26-2)、钒(III)的乙酰丙酮化物、四(二甲基氨基)钒(IV) (Cas号19824-56-7)、四(二乙基氨基)钒(IV) (Cas号219852-96-7)、或其混合物,优选地选自双(乙酰丙酮根)合二氧化钼(VI) (Cas号17524-05-9)、氧化三异丙醇钒(V) (Cas号5588-84-1)、乙酰丙酮氧化钒(IV) (Cas号3153-26-2)。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的空穴传输材料,其中所述醇选自:甲醇、乙醇、三氟乙醇、正丙醇、异丙醇、六氟异丙醇、正丁醇或其混合物;优选地为异丙醇、正丁醇。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的空穴传输材料,其中所述酮选自:环己酮、丙酮、甲基乙基酮或其混合物。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的空穴传输材料,其中所述酯选自:丁内酯、乙酸乙酯、乙酸丙酯、乙酸丁酯、丁酸乙酯或其混合物。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的空穴传输材料,其中所述工艺在从25℃至所使用的溶剂的沸点的范围内、优选地在从30℃至100℃的范围内的温度进行,并且持续在从15分钟至8小时的范围内、优选地在从30分钟至5小时的范围内的时间。

10. 具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池),包括:

-阳极;

-阳极缓冲层;

-活性层,所述活性层包含至少一种作为电子给体的光活性有机聚合物和至少一种电子受体有机化合物;

-阴极缓冲层;

-阴极;

其中所述阳极缓冲层包含上文提及的空穴传输材料。

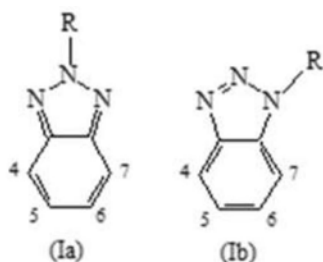
11. 根据权利要求10所述的具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池),其中所述阳极由金属制成,所述金属优选地选自银(Ag)、金(Au)、铝(Al);或者所述阳极由导电材料的网格和透明导电聚合物构成,所述导电材料优选地选自银(Ag)、铜(Cu)、石墨、石墨烯,所述透明导电聚合物优选地选自PEDOT:PSS[聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩):聚(苯乙烯磺酸盐)]、(PEDOT:PANI)[聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩):聚苯胺];或者所述阳极由基于金属纳米线的油墨构成,所述金属优选地选自银(Ag)、铜(Cu)。

12. 根据权利要求10或11所述的具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池),其中所述光活性有机聚合物选自:

(a) 聚噻吩类,诸如区域规整的聚(3-己基噻吩)(P3HT)、聚(3-辛基噻吩)、聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩)或其混合物;

(b) 包含以下的共轭交替共聚物或统计共聚物:

-至少一个具有通式(Ia)或(Ib)的苯并三唑单元(B):



其中基团R选自烷基基团、芳基基团、酰基基团、硫代酰基基团，

所述烷基基团、芳基基团、酰基基团和硫代酰基基团任选地被取代；

-至少一个共轭结构单元(A)，其中每个单元(B)在4位、5位、6位或7位中的任一位、优选地在4位或7位被连接到至少一个单元(A)；

(c) 包含苯并噻二唑单元的共轭交替共聚物，诸如PCDTBT{聚[N-9"-十七烷基-2,7-咪唑-交替-5,5-(4',7'-二-2-噻吩基-2',1',3'-苯并噻二唑)]、PCPDTBT{聚[2,6-(4,4-双-(2-乙基己基)-4H-环戊[2,1-b;3,4-b']-二噻吩)-交替-4,7-(2,1,3-苯并噻二唑)]}；

(d) 包含噻吩并[3,4-b]吡嗪单元的共轭交替共聚物；

(e) 包含喹喔啉单元的共轭交替共聚物；

(f) 包含单体二氧化硅单元的共轭交替共聚物，诸如9,9-二烷基-9-硅芴的共聚物；

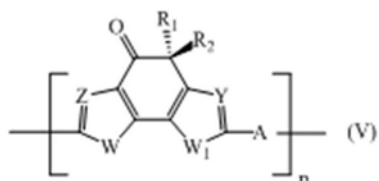
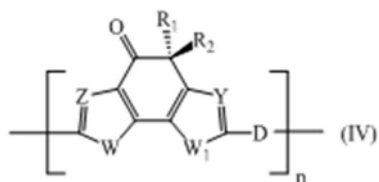
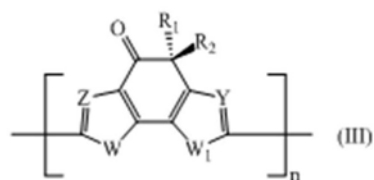
(g) 包含稠合的噻吩单元的共轭交替共聚物，诸如噻吩并[3,4-b]噻吩和苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩的共聚物；

(h) 包含被至少一个氟原子取代的苯并噻二唑单元或萘并噻二唑单元和被至少一个氟原子取代的噻吩单元的共轭交替共聚物，诸如PffBT4T-20D{聚[(5,6-二氟-2,1,3-苯并噻二唑-4,7-二基)-交替-(3,3''-(2-辛基十二烷基)-2,2',5',2'',5'',2'''-四噻吩-5,5''-二基)]}、PBTff4T-20D{聚[(2,1,3-苯并噻二唑-4,7-二基)-交替-(4',3''-二氟-3,3''-(2-辛基十二烷基)-2,2',5',2'',5'',2'''-四噻吩-5,5''-二基)]}、PNT4T-20D{聚(萘并[1,2-c:5-c']双[1,2,5]噻二唑-5,10-二基)-交替-(3,3''-(2-辛基十二烷基)-2,2',5',2'',5'',2'''-四噻吩-5,5''-二基)]}；

(i) 包含噻吩并[3,4-c]吡咯-4,6-二酮单元的共轭共聚物，诸如PBDTTPD{聚[[5-(2-乙基己基)-5,6-二氢-4,6-二氧代-4H-噻吩并[3,4-c]吡咯-1,3-二基][4,8-双[(2-乙基己基)氧基]苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩-2,6-二基]]}；

(l) 包含噻吩并噻吩单元的共轭共聚物，诸如PTB7聚{((4,8-双[(2-乙基己基)氧基]苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩-2,6-二基){3-氟-2-[(2-乙基己基)羰基]噻吩并[3,4-b]噻吩二基}}；

(m) 包含具有通式(III)、(IV)或(V)的茚满-4-酮的衍生物的聚合物：



其中：

-相同的或不同的、优选地相同的W和W₁表示氧原子；硫原子；N-R₃基团，其中R₃表示氢原子或者选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团；

-相同的或不同的、优选地相同的Z和Y表示氮原子；或C-R₄基团，其中R₄表示氢原子，或者选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团，任选地被取代的环烷基基团，任选地被取代的芳基基团，任选地被取代的杂芳基基团，直链或支链的C₁-C₂₀烷氧基基团、优选地C₂-C₁₀烷氧基基团，R₅-O-[CH₂-CH₂-O]_n-聚乙烯氧基基团，其中R₅选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团并且n是在从1至4的范围内的整数，-R₆-OR₇基团，其中R₆选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团，并且R₇表示氢原子或者选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团，或者选自聚乙烯氧基基团R₅-[OCH₂-CH₂-]_n-，其中R₅具有与上文报告的相同的含义并且n是在从1至4的范围内的整数，-COR₈基团，其中R₈选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团，-COOR₉基团，其中R₉选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团；或者表示-CHO基团或氰基基团(-CN)；

-相同的或不同的、优选地相同的R₁和R₂选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团；任选地被取代的环烷基基团；任选地被取代的芳基基团；任选地被取代的杂芳基基团；直链或支链的C₁-C₂₀烷氧基基团、优选地C₂-C₁₀烷氧基基团；R₅-O-[CH₂-CH₂-O]_n-聚乙烯氧基基团-其中R₅具有与上文报告的相同的含义并且n是在从1至4的范围内的整数；-R₆-OR₇基团，其中R₆和R₇具有与上文报告的相同的含义；-COR₈基团，其中R₈具有与上文报告的相同的含义；或-COOR₉基团，其中R₉具有与上文报告的相同的含义；或者表示-CHO基团或氰基基团(-CN)；

-D表示电子给体基团；

-A表示电子受体基团；

-n是包括从10至500、优选地包括从20至300的整数；

所述光活性有机聚合物优选地选自：聚(3-己基噻吩)(P3HT)、PffBT4T-20D{聚[(5,6-二氟-2,1,3-苯并噻二唑-4,7-二基)-交替-(3,3''-二(2-辛基十二烷基)-2,2',5',2'',5'',

2''-四噻吩-5,5''-二基]]、PBDTTPD{聚[[5-(2-乙基己基)-5,6-二氢-4,6-二氧代-4H-噻吩并[3,4-c]吡咯-1,3-二基][4,8-双[(2-乙基己基)氧基]苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩-2,6-二基]]};PTB7{聚{[4,8-双[(2-乙基己基)氧代]苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩-2,6-二基}{3-氟-2-[(2-乙基己基)羰基]噻吩并[3,4-b]噻吩二基}}}

13. 根据权利要求10至12中任一项所述的具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池),其中所述有机电子受体化合物选自富勒烯的衍生物,诸如[6,6]-苯基-C₆₁-丁酸甲酯(PCBM)、[6,6]-苯基-C₇₁-丁酸甲酯(PC71BM)、双加合物茚-C₆₀(ICBA)、双(1-[3-(甲氧基羰基)丙基]-1-苯基)-[6,6]C62(双PCBM);优选地[6,6]-苯基-C₆₁-丁酸甲酯(PCBM)、[6,6]-苯基-C₇₁-丁酸甲酯(PC71BM)。

14. 根据权利要求10至12中任一项所述的具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池),其中所述有机电子受体化合物选自非富勒烯化合物,任选地聚合的非富勒烯化合物,诸如基于茈-二酰亚胺或萘-二酰亚胺和稠合的芳香族环的化合物;具有末端贫电子基团的茈满并噻吩;具有能够对称地旋转的芳香族核的化合物,诸如碗烯或三聚茈酮的衍生物;优选地选自3,9-双{2-亚甲基-[3-(1,1-二氰基亚甲基)-茈满酮]}-5,5,11,11-四(4-己基苯基)-二噻吩并[2,3-d:2',3'-d']-s-茈满并[1,2-b:5,6-b']-二噻吩;聚{[N,N'-双(2-辛基十二烷基)-1,4,5,8-萘二酰亚胺-2,6-二基]-交替-5,5'-(2,2'-二噻吩)}。

15. 根据权利要求10至14中任一项所述的具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池),其中所述阴极缓冲层包括氧化锌、氧化铟、氧化锡、氧化铈、氧化钛,优选地氧化锌。

16. 根据权利要求10至15中任一项所述的具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池),其中所述阴极由选自以下的材料制成:氧化铟锡(ITO)、掺杂有氟的氧化锡(FTO)、掺杂有铝的氧化锌(AZO)、掺杂有氧化钪的氧化锌(GZO);或者所述阴极由导电材料的网格和透明导电聚合物构成,所述导电材料优选地选自银(Ag)、铜(Cu)、石墨、石墨烯,所述导电透明聚合物优选地选自PEDOT:PSS[聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩):聚(苯乙烯磺酸盐)]、(PEDOT:PANI)[聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩):聚苯胺];或者所述阴极由基于金属纳米线的油墨构成,所述金属优选地选自银(Ag)、铜(Cu)。

17. 根据权利要求10至16中任一项所述的具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池),其中所述阴极与支撑层结合,所述支撑层由刚性透明材料诸如玻璃制成或者由柔性材料制成,所述柔性材料诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚乙烯亚胺(PI)、聚碳酸酯(PC)、聚丙烯(PC)、聚酰亚胺(PI)、三乙酰基纤维素(TAC)或它们的共聚物。

18. 用于制备根据权利要求10至17中任一项所述的具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池)的工艺,包括:

-通过以下来形成所述阴极:溅射;或者电子束辅助沉积;或者通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷或槽模涂布沉积导电透明聚合物之前,通过蒸发、或丝网印刷、或喷涂、或柔版印刷沉积导电材料的网格;或者通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布沉积所述基于金属纳米线的油墨;

-通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布来形成所述阴极缓冲层;

-通过旋涂、或凹版印刷、或槽模涂布来形成所述活性层;

-通过旋涂、或凹版印刷、或丝网印刷、或柔版印刷、或槽模涂布来形成所述阳极缓冲

层;

-通过以下来形成所述阳极:真空蒸发、或丝网印刷、或喷涂、或柔版印刷;或者通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布沉积导电透明聚合物,随后通过蒸发、或丝网印刷、或喷涂、或柔版印刷沉积导电材料的网格;或者通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布沉积基于金属纳米线的油墨。

19.根据权利要求10至18中任一项所述的具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池),其中:

-所述阳极具有在从50nm至150nm的范围内、优选地在从80nm至120nm的范围内的厚度;

-所述阳极缓冲层具有在从1nm至100nm的范围内、优选地在从2nm至40nm的范围内的厚度;

-所述活性层具有在从50nm至500nm的范围内、优选地在从70nm至360nm的范围内的厚度;

-所述阴极缓冲层具有在从10nm至100nm的范围内、优选地在从20nm至50nm的范围内的厚度;

-所述阴极具有在从50nm至150nm的范围内、优选地在从80nm至100nm的范围内的厚度。

空穴传输材料和使用该空穴传输材料的光伏装置

[0001] 描述

[0002] 本发明涉及空穴传输材料和使用该空穴传输材料的光伏装置(或太阳能装置)。

[0003] 更具体地,本发明涉及空穴传输材料,所述空穴传输材料通过包括以下的工艺获得:在至少一种选自醇、酮、酯的有机溶剂的存在下,使至少一种含有至少一种属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属的杂多酸与等量的属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属与有机阴离子或与有机配体的至少一种盐或一种络合物反应。

[0004] 所述空穴传输材料可以有利地用于在刚性支撑体上或在柔性支撑体上构建光伏装置(或太阳能装置),诸如例如光伏电池(或太阳能电池)、光伏模块(或太阳能模块)。此外,所述空穴传输材料可以有利地用于构建有机发光二极管(OLED)或构建有机场效应晶体管(OFET)。

[0005] 特别地,所述空穴传输材料可以有利地用于构建具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池)。

[0006] 因此,本发明的主题也是包含所述空穴传输材料的具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池)。

[0007] 光伏装置(或太阳能装置)是能够将光辐射的能量转换为电能的装置。目前,可以用于实际应用的大多数光伏装置(或太阳能装置)利用无机光活性材料、特别是高度纯的晶体硅的化学/物理性质。然而,由于硅的高生产成本,科学研究已经集中在开发具有聚合物结构的可替代的有机材料[所谓的聚合物光伏电池(或太阳能电池)]持续一段时间。事实上,与高度纯的晶体硅不同,所述有机材料的特征在于相对容易的合成、低的生产成本、相关的有机光伏装置(或太阳能装置)的降低的重量,以及允许所述有机材料在其中它们被使用的装置的生命周期结束时被再循环。

[0008] 尽管相对于无机光伏装置(或太阳能装置),所获得的有机光伏装置(或太阳能装置)的可能较低的光电转换效率(PCE) (η),但是上文提及的优点使得所述有机材料的使用在能量上和在经济上是有吸引力的。

[0009] 诸如聚合物光伏电池(或太阳能电池)的有机光伏装置(或太阳能装置)的操作是基于电子受体化合物和电子给体化合物的组合使用。

[0010] 在现有技术状态中,用于生产聚合物光伏电池(或太阳能电池)的最常用的电子给体化合物是区域规整(regioregular)的聚(3-己基噻吩)(P3HT)。该聚合物具有优良的电学特性和光学特性[例如,良好的HOMO轨道值和LUMO轨道值、良好的摩尔吸收系数(ϵ)]、在用于生产聚合物光伏电池(或太阳能电池)的溶剂中的良好溶解度和电子空穴的离散迁移率(discrete mobility)。

[0011] 可以有利地用作电子给体化合物的聚合物的一些实例是:聚合物PCDTBT{聚[N-9"-十七烷基-2,7-呋唑-交替-5,5-(4',7'-二-2-噻吩基-2',1',3'-苯并噻二唑)}、聚合物PCPDTBT{聚[2,6-(4,4-双-(2-乙基己基)-4H-环戊[2,1-b;3,4-b']-二噻吩)-交替-4,7-(2,1,3-苯并噻二唑)}、聚合物PffBT4T-20D{聚[(5,6-二氟-2,1,3-苯并噻二唑-4,7-二基)-交替-(3,3''-二(2-辛基十二烷基)-2,2',5',2'',5'',2'''-四噻吩-5,5'''-二基)]}。

[0012] 在现有技术状态中,最常用于构建聚合物光伏电池(或太阳能电池)的电子受体化合物是富勒烯衍生物,诸如例如[6,6]-苯基-C₆₁-丁酸甲酯(PCBM)、(6,6)苯基-C₇₁-丁酸甲酯(PC71BM)。所述富勒烯衍生物当与电子给体化合物混合时已经导致最高的效率,所述电子给体化合物选自 π -共轭聚合物,诸如例如聚噻吩类($\eta > 5\%$)、聚吡啶类(聚 $> 6\%$)、聚(噻吩并噻吩)-苯并二噻吩(PTB)的衍生物(衍 $> 8\%$)、苯并二噻吩的氟化聚合物($\eta > 10\%$)。

[0013] 在聚合物光伏电池(或太阳能电池)中光到电流的基本转换过程通过以下步骤发生:

[0014] 1.通过电子给体化合物吸收光子,其中形成激子,即一对电子-电子空穴载流子(electron-electron hole charge carrier);

[0015] 2.激子在电子给体化合物的区域内扩散直到与电子受体化合物的界面,在该界面中激子的解离可以发生;

[0016] 3.在两个载流子中的激子的解离:在受体相中(即在电子受体化合物中)的电子(-)和在给体相中(即在电子给体化合物中)的电子(+);

[0017] 4.将由此形成的电荷运载至阴极[通过电子受体化合物的电子(-)]和阳极[通过电子给体化合物的电子空穴(+)],其中在聚合物光伏电池(或太阳能电池)电路中产生电流。

[0018] 其中形成激子和随后的电子到电子受体化合物的转移的光吸收过程意味着电子从电子给体化合物的HOMO(最高占据分子轨道)激发到LUMO(最低未占据分子轨道),以及随后从此处迁移至电子受体化合物的LUMO。

[0019] 由于聚合物光伏电池(或太阳能电池)的效率取决于由激子的解离而产生的自由电子的数目,因此对这样的效率具有最大影响的电子给体化合物的结构特征之一是电子给体化合物的HOMO轨道和LUMO轨道之间的能量的差异(所谓的带隙)。该差异特别地取决于电子给体化合物能够捕获(harvest)并且有效地转换成电能的光子的波长(所谓的光子捕获过程或光捕获过程)。

[0020] 从电子特性的角度来看,通过设计电子给体化合物的分子结构和电子受体化合物的分子结构,与在聚合物光伏电池(或太阳能电池)的构建中使用的材料有关的改进是可能的,以用于以最佳方式调节两者的能级(HOMO-LUMO)的目的。特别地,为了获得在该过程中形成的激子的解离并防止电荷的再转移,电子给体化合物的HOMO和电子受体化合物的HOMO之间以及电子给体化合物和电子受体化合物的LUMO之间两者的差异必须具有在从0.3eV至0.5eV的范围内的最佳值。此外,带隙、即电子给体化合物的HOMO和LUMO之间的能量差异,必须一方面不是太高以便允许吸收最多数目的光子,但另一方面必须不是太低,因为这可能减少聚合物光伏电池(或太阳能电池)的电极处的电压。

[0021] 用于构建聚合物光伏电池(或太阳能电池)的材料另一重要特征是电子受体化合物中的电子的迁移率和电子给体化合物中的电子空穴的迁移率,这决定了电荷一旦光生成就到达电极的容易程度。

[0022] 电子迁移率,即电子受体化合物中的电子的迁移率和电子给体化合物中的电子空穴的迁移率,以及作为分子的固有性质,也受到光活性层的形态的强烈影响,而光活性层的形态继而取决于在所述光活性层中使用的化合物的相互混溶性及其溶解性。为此目的,所述光活性层的相不能太分散或太分离。

[0023] 光活性层的形态对于光生成的电子空穴-电子对的解离的效率也是至关重要的。事实上,激子的平均寿命使得它可以扩散到有机材料中不超过10nm-20nm的平均距离。因此,电子给体化合物的相和电子受体化合物的相必须组织在与该扩散距离相当尺寸的纳米域中。此外,电子给体化合物和电子受体化合物之间的接触面积必须尽可能大,并且必须存在朝向电触点(electric contact)的优先路径。此外,这样的形态必须是可再现的,并且不会随时间改变。

[0024] 在最简单的操作方法中,聚合物光伏电池(或太阳能电池)通过在两个电极之间引入电子受体化合物和电子给体化合物的混合物的薄层(约100纳米)(本体异质结(bulk heterojunction))来制造,所述两个电极通常由氧化铟锡(ITO)(阳极)和铝(Al)(阴极)制成。通常,为了产生这种类型的层的目的,制备两种化合物(即电子受体化合物和电子给体化合物)的溶液,并且随后,利用适当的应用技术,诸如例如旋涂、喷涂、喷墨打印、槽模涂布、凹版印刷、丝网印刷及类似技术,基于所述溶液在阳极[氧化铟锡(ITO)]上产生光活性层。最后,通过已知技术,例如通过蒸发,在干燥的光活性层上沉积对电极[即铝阴极(Al)]。任选地,在阳极和光活性层之间和/或在阴极和光活性层之间,可以引入其他另外的层(已知为缓冲层),所述另外的层能够执行电学性质、光学性质或机械性质的特定功能。

[0025] 通常,例如,为了帮助电子空穴到达阳极[氧化铟锡(ITO)]并且同时阻止电子被运载、因此改进通过阳极的电荷捕获并且抑制重组现象的目的,在从如上文描述的电子受体化合物和电子给体化合物的混合物开始产生光活性层之前,利用适当的应用技术,基于包含PEDOT:PSS[聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩):聚苯乙烯磺酸盐]的水性悬浮液来沉积层,所述适当的应用技术诸如例如旋涂、喷涂、喷墨打印、槽模涂布、凹版印刷、丝网印刷及类似技术。

[0026] 关于不同沉积技术的更多细节可以在例如Krebs F.C.,在“Solar Energy Materials&Solar Cells”(2009),第93卷,第394-412页中找到。

[0027] 文献中通常提及的具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池)而是包括以下层:(i)由透明材料制成的支撑体;(ii)氧化铟锡(ITO)阴极;(iii)阴极缓冲层,该阴极缓冲层具有电子载体和电子空穴屏障的功能,通常包含氧化锌;(iv)光活性层,其包含通常选自上文提及的那些的电子给体化合物和电子受体化合物;(v)阳极缓冲层,该阳极缓冲层具有电子空穴载体和电子屏障的功能,包含空穴传输材料,其通常选自氧化钼、氧化钨、氧化钒,(vi)阳极,通常由银(Ag)、金(Au)或铝(Au)制成。

[0028] 通常,为了保护具有传统结构或具有倒置结构的所述聚合物光伏电池(或太阳能电池)免受机械应变和免受大气因素(atmospheric agent)的影响,并且为了它们在真实条件下的使用,所述光伏电池(或太阳能电池)被封装在适当的材料[例如基于聚(对苯二甲酸乙二醇酯)、无机氧化物的混合多层膜]中。

[0029] 通常,上述阳极缓冲层通过氧化钼(或可选择地,氧化钨或氧化钒)的沉积工艺获得,该沉积工艺通过高温和高真空(例如, 10^{-5} mm Hg- 10^{-7} mm Hg)下真空蒸发所述氧化钼来进行。然而,所述沉积工艺具有一些缺点,诸如例如:由于沉积室需要达到所需的压力,并且需要足够的时间来达到最终光伏电池(或太阳能电池)的操作所需的材料厚度而引起的冗长的工艺,,并且因此较长的工艺时间和工艺成本的增加;高能耗;材料的大量浪费,这主要是由于以下事实:氧化物蒸汽填充沉积室并且被均匀地沉积在比有效需要的表面积大得

多的面积上,对应于最终的光伏电池(或太阳能电池)。

[0030] 为了将上述具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池)用于大规模工业应用,因此有必要开发能够克服上述缺点的合适的生产工艺。因此,在该意义上已经做出了努力。

[0031] 例如,Välimäki M.等人,在“Nanoscale”(2015),第7卷,第9570-9580页,描述了一种用于使用以下沉积技术:凹版印刷和旋转丝网印刷通过卷对卷(R2R)印刷来制造具有倒置结构的有机光伏(OPV)模块的工艺。在具有倒置结构的所述有机光伏(OPV)模块中,阳极缓冲层包含PEDOT:PSS[聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩):聚苯乙烯磺酸盐],并且通过旋转丝网印刷获得。

[0032] 然而,如例如由Dkhil S.B.等人,在“Advanced Energy Materials”(2016),第6卷,1600290中所报告的,使用包含不同于氧化钼的材料的阳极缓冲层通常导致所获得的有机太阳能电池的效率的降低:事实上,其中阳极缓冲层是通过由氧化钼的真空蒸发进行的所述氧化钼的沉积工艺获得的有机太阳能电池具有大于9%的效率。

[0033] 此外,通常在水性悬浮液或在混合的水/醇溶剂中使用PEDOT:PSS[聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩):聚苯乙烯磺酸盐]作为阳极缓冲层的材料,从实践的角度来看,示出了一些本领域技术人员已知的缺点。第一个缺点由所使用的溶液的强酸性呈现,溶液通常具有等于2或3的pH,导致聚合物光伏电池(或太阳能电池)的长期不稳定性,这是由阳极(所述阳极缓冲层与阳极接触)或阴极的逐渐腐蚀,随后是 H^+ 离子通过光活性层的缓慢扩散引起的。第二个缺点由以下事实呈现:水性悬浮液相对于光活性层具有非常差的润湿性质:这导致层本身的不均匀覆盖,并且因此导致阳极缓冲层作为电子空穴载体层的有效性的降低。可以通过在添加适当的表面活性剂的情况下改变所述悬浮液来克服该缺点,但是一方面这导致材料成本的增加,并且另一方面导致所述阳极缓冲层的导电性的降低,因为表面活性剂表现得像电绝缘体。

[0034] 因此,PEDOT:PSS[聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩):聚苯乙烯磺酸盐]的使用不是制造聚合物光伏电池(或太阳能电池)的最佳溶液,并且因此确定可替代的路线非常有意义。

[0035] 在由科学界提出的PEDOT:PSS[聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩):聚苯乙烯磺酸盐]的可替代的材料中,可以引用钼的可溶性衍生物或钼的可溶性衍生物。例如,Xu M.-F.等人,在“Organic Electronics”(2013),第14卷,第657-664页,描述了 MoO_3 的水溶液作为具有本体异质结的常规有机太阳能电池[包含聚(3-己基噻吩)(P3HT)和富勒烯]中的阳极缓冲层的用途。然而,该溶液不能用于具有倒置结构的太阳能电池,因为所述水溶液不能适当地润湿光活性层。

[0036] Liu J.等人,在“Journal of Materials Chemistry C”(2014),第2卷,第158-163页,描述了在氨水中的 MoO_3 溶液作为阳极缓冲层的用途,该阳极缓冲层通过旋涂被沉积在阳极[氧化铟锡(ITO)]上,并且随后在 $150^\circ C$ 经历退火热处理持续20分钟。所述溶液也用于具有本体异质结的常规有机太阳能电池[包含聚(3-己基噻吩)(P3HT)和富勒烯],并且由于上文描述的相同的缺点,不能用于具有倒置结构的太阳能电池。此外,上述退火热处理在与柔性塑料支撑体的使用不兼容的温度进行,或者对于高速沉积工艺(10m-50m/分钟)持续太多的时间。

[0037] Murase S.等人,在“Advanced Materials”(2012),第24卷,第2459-2462页,描述

了通过作为前体的七钼酸铵在去离子水中的热分解获得的 MoO_3 溶液作为通过旋涂被沉积在阳极[氧化铟锡(ITO)]上的阳极缓冲层的用途。同样在该情况下,由于活性层的润湿性问题,该溶液用于常规的有机太阳能电池(即不具有倒置结构)。

[0038] Hammond S.R.等人,在“Journal of Materials Chemistry”(2012),第22卷,第3249-3254页,描述了通过作为前体的三羰基三(丙腈)钼在乙腈中的热分解获得的钼氧化物(MoO_x)溶液作为通过旋涂被沉积在阳极[氧化铟锡(ITO)]上的阳极缓冲层的用途。由于所述前体的不稳定性,在惰性气氛中制备三羰基三(丙腈)钼的乙腈溶液。所述不稳定性、前体的非常高的成本和金属-羰基衍生物的已知毒性使得其中描述的工艺不适合于在大规模工业过程中使用。

[0039] Zilberg K.等人,在“Applied Materials&Interfaces”(2012),第4卷,第1164-1168页,描述了通过作为前体的双(2,4-乙酰丙酮)钼(IV)二氧化物(bis(2,4-pentanedionate)molybdenum(IV)dioxide)在异丙醇(含有约0.1%水)中的热分解获得的 MoO_x 的溶液作为阳极缓冲层的用途,该阳极缓冲层通过旋涂被沉积在阳极(Ag)上,并且随后在110℃经历退火热处理持续1小时。这些时间长度与高速沉积工艺(10m/分钟-50m/分钟)绝对不兼容。

[0040] Zhu Y.等人,在“Journal of Materials Chemistry A”(2014),第2卷,第1436-1442页,描述了在异丙醇中的磷钼酸(PMA)的溶液作为阳极缓冲层的用途,该阳极缓冲层通过旋涂被沉积在阳极(Ag)上,并且随后在150℃经历退火热处理持续90分钟。包括所述缓冲层的具有倒置结构的有机太阳能电池据说具有与包括阳极缓冲层的具有倒置结构的太阳能电池的效率相当或稍高的效率,所述阳极缓冲层通过氧化钼的蒸发进行的所述氧化钼的沉积过程获得。然而,磷钼酸的固有酸性表示所获得的有机太阳能电池的潜在腐蚀性元素。此外,用于进行所述热处理的冗长的时间与卷对卷(R2R)印刷工艺不兼容。

[0041] 中国专利申请CN 103400941涉及一种基于改性的阳极层的有机太阳能电池,该有机太阳能电池包括:阴极、改性的阴极缓冲层、本体异质结活性层、改性的阳极缓冲层和阳极;其中所述改性的阳极缓冲层基于具有式 $\text{H}_x(\text{MM}'_{12}\text{O}_{40})$ 的杂多酸,其中M是磷(P)或硅(Si),M'是钼(Mo)或钨(W),X是3或4;阴极是氧化铟锡(ITO);改性的阴极缓冲层是氧化锌;本体异质结活性层是诸如聚(3-己基噻吩)(P3HT)和富勒烯的化合物的混合物;阳极是银或铝。然而,同样在该情况下,用作阳极缓冲层的杂多酸的酸性表示太阳能电池的潜在腐蚀性元素。

[0042] Vasilopoulou M.等人,在“Journal of the American Chemical Society”(2015),第137(21)卷,第6844-6856页,描述了Keggin型和Dawson型的多金属氧酸盐(POM)作为高效光电装置中的阴极缓冲层的用途。所述阴极缓冲层充当电子载体和空穴阻断物。

[0043] 因此,申请人着手解决寻找能够克服上文描述的缺点的能够有利地用于光伏装置(或太阳能装置),特别是用于具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池)的空穴传输材料的问题。

[0044] 申请人现在已经发现了一种空穴传输材料,所述空穴传输材料通过包括以下的工艺获得:在至少一种选自醇、酮、酯的有机溶剂的存在下,使至少一种含有至少一种属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属的杂多酸与等量的属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属与有机阴离子或与有机配体的至少一种盐或一种络合物反应。所述空穴传输材料可以有利地用于在刚性支撑体或在柔性支撑体上构建光伏装置(或太阳能装置),诸如光

伏电池(或太阳能电池)、光伏模块(或太阳能模块)。此外,所述空穴传输材料可以有利地用于构建有机发光二极管(OLED)或构建有机场效应晶体管(OFET)。特别地,所述空穴传输材料可以有利地用于构建具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池),所述聚合物光伏电池(或太阳能电池)具有光电转换效率(η)和开路电压(V_{oc})、短路电流密度(J_{sc})和填充因数(FF)值,这些值与现有技术状态中已知的包括阳极缓冲层的具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池)的值相当或甚至更高,所述阳极缓冲层基于包含PEDOT:PSS[聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩):聚苯乙烯磺酸盐]的水性悬浮液获得。此外,具有倒置结构的所述聚合物光伏电池(或太阳能电池)能够随时间保持所述值,特别是在光电转换效率(η)方面。此外,所述空穴传输材料可以有利地用于高速印刷工艺。

[0045] 因此,本发明的主题是通过在至少一种选自醇、酮、酯的有机溶剂的存在下以下物质的反应获得的空穴传输材料:

[0046] -至少一种含有至少一种属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属的杂多酸;

与

[0047] -等量的属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属与有机阴离子或与有机配体的至少一种盐或一种络合物。

[0048] 为了本说明书和以下权利要求的目的,除非另有说明,否则数值范围的定义总是包括极值。

[0049] 为了本说明书和以下权利要求的目的,术语“元素周期表”指的是在以下网站可用的日期为2016年1月8日的版本的“IUPAC元素周期表”:<https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>。

[0050] 为了本说明书和以下权利要求的目的,术语“属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属”意指属于所述第5族或第6族的金属,排除超铀金属。

[0051] 为了本发明的目的,属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属的任何盐或络合物可以与有机阴离子或与有机配体一起使用,只要它可溶于预先选择的有机溶剂中。

[0052] 为了本说明书和以下权利要求的目的,术语“可溶于有机溶剂”意指属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属与有机阴离子或与有机配体的所述盐或络合物具有解离常数,例如使得阳离子可用于反应。

[0053] 根据本发明的优选的实施方案,所述杂多酸可以选自例如具有通式(I)的杂多酸:

[0054] $H_x[A(MO_3)_yO_z]$ (I)

[0055] 其中:

[0056] -A表示硅原子或磷原子;

[0057] -M表示属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属的原子,优选地选自钼、钨;

[0058] -x是取决于A的化合价的整数;优选地x为3或4;

[0059] -y是12或18;

[0060] -z是4或6。

[0061] 根据本发明的另外的优选的实施方案,所述杂多酸可以选自例如具有通式(II)的杂多酸:

[0062] $H_x[A(Mo)_p(V)_qO_{40}]$ (II)

[0063] 其中:

[0064] -A表示硅原子或磷原子；

[0065] -x是取决于A的化合价的整数；优选地x为3或4；

[0066] -p是6或10；

[0067] -q是2或6。

[0068] 为了本发明的目的，具有通式(I)的所述杂多酸和具有通式(II)的所述杂多酸可以以水合形式使用或在醇溶液中(例如，在乙醇、异丙醇或其混合物中)使用。

[0069] 根据本发明的优选的实施方案，具有通式(I)的所述杂多酸和具有通式(II)的所述杂多酸可以选自例如：磷钼酸水合物 $\{H_3[P(MoO_3)_{12}O_4] \cdot nH_2O\}$ 、醇溶液中的磷钼酸 $\{H_3[P(MoO_3)_{12}O_4]\}$ 、磷钨酸水合物 $\{H_3[P(WO_3)_{12}O_4] \cdot nH_2O\}$ 、醇溶液中的磷钨酸 $\{H_3[P(WO_3)_{12}O_4]\}$ 、硅钼酸水合物 $\{H_4[Si(MoO_3)_{12}O_4] \cdot nH_2O\}$ 、醇溶液中的硅钼酸 $\{H_4[Si(MoO_3)_{12}O_4]\}$ 、硅钨酸水合物 $\{H_4[Si(WO_3)_{12}O_4] \cdot nH_2O\}$ 、醇溶液中的硅钨酸 $\{H_4[Si(WO_3)_{12}O_4]\}$ 、磷钼钒酸水合物 $\{H_3[P(Mo)_6(V)_6O_{40}] \cdot nH_2O\}$ 、醇溶液中的磷钼钒酸 $\{H_3[P(Mo)_6(V)_6O_{40}]\}$ 、磷钼钒酸水合物 $\{H_3[P(Mo)_{10}(V)_2O_{40}] \cdot nH_2O\}$ 、醇溶液中的磷钼钒酸 $\{H_3[P(Mo)_{10}(V)_2O_{40}]\}$ 、或其混合物。磷钼酸水合物 $\{H_3[P(MoO_3)_{12}O_4] \cdot nH_2O\}$ 、醇溶液中的磷钼酸 $\{H_3[P(MoO_3)_{12}O_4]\}$ 、硅钨酸水合物 $\{H_4[Si(WO_3)_{12}O_4] \cdot nH_2O\}$ 是优选的。

[0070] 具有通式(I)或通式(II)的杂多酸是商业上可获得的。

[0071] 根据本发明的优选的实施方案，属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属与有机阴离子或与有机配体的所述至少一种盐或络合物可以选自例如：双(乙酰丙酮根)合二氧代钼(VI)(Cas号17524-05-9)、双(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酸酯)二氧化钼(VI)(Cas号34872-98-5)、双(叔丁基亚氨基)双(二甲基氨基)钼(VI)(Cas号923956-62-1)、2,6-二异丙基苯基亚氨基叔丁基亚苯基钼(VI)双(叔丁醇化物)(2,6-di-iso-propylphenylimidoneophilidene molybdenum(VI)bis(tert-butoxide))(Cas号126949-65-3)、2,6-二异丙基苯基亚氨基叔丁基亚苯基钼(VI)双(六氟叔丁醇化物) (“Schrock催化剂”)(Cas号139220-25-0)、2,6-二异丙基苯基亚氨基叔丁基亚苯基钼(VI)双(三氟甲磺酸酯)-二甲氧基乙烷的加合物(adduct of 2,6-di-iso-propylphenylimidoneophylidene molybdenum(VI)bis(trifluoromethanesulfonate)-dimethoxyethane)(Cas号126949-63-1)、2,6-二异丙基苯基亚氨基叔丁基亚苯基-[外消旋-BIPHEN]钼(VI) (“rac-Schrock's-Hoveyda催化剂”)(Cas号300344-02-9)、2,6-二异丙基苯基亚氨基叔丁基亚苯基[R-(+)-BIPHEN]钼(VI) [“(R) Schrock's-Hoveyda催化剂”](Cas号329735-77-5)、2,6-二异丙基苯基亚氨基叔丁基亚苯基[S-(-)-BIPHEN]钼(VI) [“(S) Schrock's-Hoveyda催化剂”](Cas号205815-80-1)、氧化三异丙醇钒(V)(vanadium(V)oxytriisopropoxide)(Cas号5588-84-1)、乙酰丙酮氧化钒(IV)(Cas号3153-26-2)、钒(III)的乙酰丙酮化物、四(二甲基氨基)钒(IV)(Cas号19824-56-7)、四(二乙基氨基)钒(IV)(Cas号219852-96-7)、或其混合物。双(乙酰丙酮根)合二氧代钼(VI)(Cas号17524-05-9)、氧化三异丙醇钒(V)(Cas号5588-84-1)、乙酰丙酮氧化钒(IV)(Cas号3153-26-2)是优选的。

[0072] 属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属与有机阴离子或与有机配体的盐是商业上可获得的。

[0073] 根据本发明的优选的实施方案，所述醇可以选自例如：甲醇、乙醇、三氟乙醇、正丙醇、异丙醇、六氟异丙醇、正丁醇或其混合物。异丙醇、正丁醇是优选的。

[0074] 根据本发明的优选的实施方案,所述酮可以选自例如:环己酮、丙酮、甲基乙基酮或其混合物。

[0075] 根据本发明的优选的实施方案,所述酯可以选自例如:丁内酯、乙酸乙酯、乙酸丙酯、乙酸丁酯、丁酸乙酯或其混合物。

[0076] 根据本发明的优选的实施方案,所述工艺可以在从25℃至所使用的溶剂的沸点的范围内的温度进行,并且持续在从15分钟至8小时的范围内、优选地在从30分钟至5小时的范围内的时间。

[0077] 应注意,在根据本发明的工艺结束时,获得呈溶液形式的空穴传输材料,所述溶液具有在从6至7的范围内的pH。

[0078] 在上述工艺结束时获得的呈溶液形式的空穴传输材料可以用于在刚性支撑体上或在柔性支撑体上形成缓冲层,特别是构建光伏装置(或太阳能装置),诸如光伏电池(或太阳能电池)、光伏模块(或太阳能模块)。此外,所述空穴传输材料可以有利地用于构建有机发光二极管(OLED)或构建有机场效应晶体管(OFET)。特别地,所述空穴传输材料可以有利地用于构建具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池)。

[0079] 因此,本发明的主题也是具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池),其包括:

[0080] -阳极;

[0081] -阳极缓冲层;

[0082] -活性层,所述活性层包含至少一种作为电子给体的光活性有机聚合物和至少一种电子受体有机化合物;

[0083] -阴极缓冲层;

[0084] -阴极;

[0085] 其中所述阳极缓冲层包含上文提及的空穴传输材料。

[0086] 根据本发明的优选的实施方案,所述阳极可以由金属制成,所述金属优选地选自例如银(Ag)、金(Au)、铝(Al);或者所述阳极可以由导电材料的网格和透明导电聚合物构成,所述导电材料优选地选自例如银(Ag)、铜(Cu)、石墨、石墨烯,所述透明导电聚合物优选地选自PEDOT:PSS[聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩):聚(苯乙烯磺酸盐)]、(PANI)(聚苯胺);或者所述阳极可以由基于金属纳米线的油墨构成,所述金属优选地选自例如银(Ag)、铜(Cu)。

[0087] 所述阳极可以通过经由现有技术状态中已知的沉积技术将所述金属沉积到阳极缓冲层上来获得,所述沉积技术诸如真空蒸发、柔版印刷、刀刃涂布(knife-over-edge-coating)、喷涂、丝网印刷。可选择地,所述阳极可以通过以下来获得:通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布沉积所述透明导电聚合物,随后通过蒸发、或丝网印刷、或喷涂或柔版印刷沉积所述导电材料的网格。可选择地,所述阳极可以通过经由旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布沉积所述基于金属纳米线的油墨来获得。

[0088] 所述阳极缓冲层可以通过以下来获得:通过现有技术状态中已知的沉积技术将在根据本发明的工艺结束时获得的呈溶液形式的空穴传输材料沉积到活性层上,基于所使用的沉积技术的要求逐例地(on a case-by-case basis)调节呈溶液形式的所述空穴传输材料的流变参数(例如粘度),所述沉积技术诸如真空蒸发、旋涂、滴铸、刮刀涂布、旋涂、槽模涂布、凹版印刷、柔版印刷、刀刃涂布、喷涂、丝网印刷。

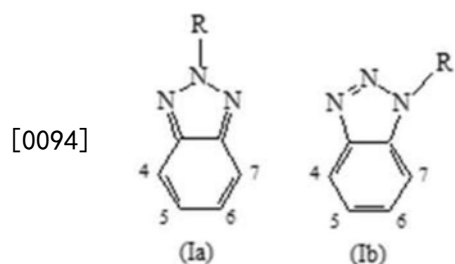
[0089] 还应强调的是,在根据本发明的工艺结束时获得的呈溶液形式的空穴传输材料也可以有利地用作常规有机光伏电池(或太阳能电池)中的阳极缓冲层,代替如上文提及的通常使用的从包含PEDOT:PSS[聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩):聚苯乙烯磺酸盐]的水性悬浮液中获得的阳极缓冲层。

[0090] 根据本发明的优选的实施方案,所述光活性有机聚合物可以选自例如:

[0091] (a) 聚噻吩类,诸如例如区域规整的聚(3-己基噻吩)(P3HT)、聚(3-辛基噻吩)、聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩)或其混合物;

[0092] (b) 包含以下的共轭交替共聚物或统计共聚物:

[0093] -至少一个具有通式(Ia)或(Ib)的苯并三唑单元(B):



[0095] 其中基团R选自烷基基团、芳基基团、酰基基团、硫代酰基基团(thioacyl group),所述烷基基团、芳基基团、酰基基团和硫代酰基基团任选地被取代;

[0096] -至少一个共轭结构单元(A),其中每个单元(B)在4位、5位、6位或7位中的任一位、优选地在4位或7位被连接到至少一个单元(A);

[0097] (c) 包含苯并噻二唑单元的共轭交替共聚物,诸如例如PCDTBT{聚[N-9"-十七烷基-2,7-呋唑-交替-5,5-(4',7'-二-2-噻吩基)-2',1',3'-苯并噻二唑]}、PCPDTBT{聚[2,6-(4,4-双-(2-乙基己基)-4H-环戊[2,1-b;3,4-b']-二噻吩)-交替-4,7-(2,1,3-苯并噻二唑)]};

[0098] (d) 包含噻吩并[3,4-b]吡嗪单元的共轭交替共聚物;

[0099] (e) 包含喹喔啉单元的共轭交替共聚物;

[0100] (f) 包含单体二氧化硅单元的共轭交替共聚物,诸如例如9,9-二烷基-9-硅芴(9,9-dialkyl-9-silafluorene)的共聚物;

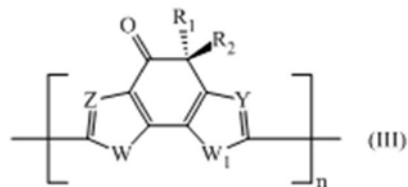
[0101] (g) 包含稠合的噻吩单元的共轭交替共聚物,诸如例如噻吩并[3,4-b]噻吩和苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩的共聚物;

[0102] (h) 包含被至少一个氟原子取代的苯并噻二唑单元或萘并噻二唑单元和被至少一个氟原子取代的噻吩单元的共轭交替共聚物,诸如例如PffBT4T-20D{聚[(5,6-二氟-2,1,3-苯并噻二唑-4,7-二基)-交替-(3,3''-(2-辛基十二烷基)-2,2',5',2'',5'',2'''-四噻吩-5,5'''-二基)]}、PBTff4T-20D{聚[(2,1,3-苯并噻二唑-4,7-二基)-交替-(4',3''-二氟-3,3'''-(2-辛基十二烷基)-2,2',5',2'',5'',2'''-四噻吩-5,5'''-二基)]}、PNT4T-20D{聚(萘并[1,2-c:5-c']双[1,2,5]噻二唑-5,10-二基)-交替-(3,3''-(2-辛基十二烷基)-2,2',5',2'',5'',2'''-四噻吩-5,5'''-二基)]};

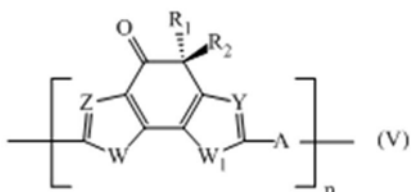
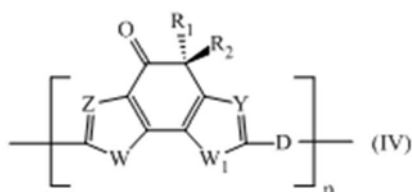
[0103] (i) 包含噻吩并[3,4-c]吡咯-4,6-二酮单元的共轭共聚物,诸如例如PBDTPD{聚[[5-(2-乙基己基)-5,6-二氢-4,6-二氧代-4H-噻吩并[3,4-c]吡咯-1,3-二基][4,8-双[(2-乙基己基)氧基]苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩-2,6-二基]]};

[0104] (1) 包含噻吩并噻吩单元的共轭共聚物, 诸如例如PTB7聚{({4,8-双[(2-乙基己基)氧代]苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩-2,6-二基}{3-氟-2-[(2-乙基己基)羰基]噻吩并[3,4-b]噻吩二基}}};

[0105] (m) 包含具有通式(III)、(IV)或(V)的茚满-4-酮(indacen-4-one)的衍生物的聚合物:



[0106]



[0107] 其中:

[0108] -相同的或不同的、优选地相同的W和W₁表示氧原子;硫原子;N-R₃基团,其中R₃表示氢原子,或选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团;

[0109] -相同的或不同的、优选地相同的Z和Y表示氮原子;或C-R₄基团,其中R₄表示氢原子,或者选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团,任选地被取代的环烷基基团,任选地被取代的芳基基团,任选地被取代的杂芳基基团,直链或支链的C₁-C₂₀烷氧基基团、优选地C₂-C₁₀烷氧基基团,R₅-O-[CH₂-CH₂-O]_n-聚乙烯氧基基团,其中R₅选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团,并且n是在从1至4的范围内的整数,-R₆-OR₇基团,其中R₆选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团,并且R₇表示氢原子或选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团,或选自R₅-[OCH₂-CH₂-]_n-聚乙烯氧基基团,其中R₅具有与上文报告的相同的含义并且n是在从1至4的范围内的整数,-COR₈基团,其中R₈选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团,-COOR₉基团,其中R₉选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团;或者表示-CHO基团或氰基基团(-CN);

[0110] -相同的或不同的、优选地相同的R₁和R₂选自直链或支链的C₁-C₂₀烷基基团、优选地C₂-C₁₀烷基基团;任选地被取代的环烷基基团;任选地被取代的芳基基团;任选地被取代的杂芳基基团;直链或支链的C₁-C₂₀烷氧基基团、优选地C₂-C₁₀烷氧基基团;R₅-O-[CH₂-CH₂-O]_n-聚乙烯氧基基团,其中R₅具有与上文报告的相同的含义并且n是在从1至4的范围内的整数;-R₆-OR₇基团,其中R₆和R₇具有与上文报告的相同的含义;-COR₈基团,其中R₈具有与上文报告的相同的含义;或-COOR₉基团,其中R₉具有与上文报告的相同的含义;或者表示-CHO基

团或氰基基团(-CN)；

[0111] -D表示电子给体基团；

[0112] -A表示电子受体基团；

[0113] -n是在从10至500的范围内、优选地在从20至300的范围内的整数。

[0114] 关于包含至少一个苯并三唑单元(B)和至少一个共轭结构单元(A)的共轭交替共聚物或统计共聚物(B)及其制备工艺的更多细节可以在例如以申请人名义的国际专利申请WO 2010/046114中找到。

[0115] 关于包含苯并噻二唑单元的共轭交替共聚物(c)、包含噻吩并[3,4-b]吡嗪单元的共轭交替共聚物(d)、包含噻喔啉单元的共轭交替共聚物(e)、包含单体二氧化硅单元的共轭交替共聚物(f)、包含稠合的噻吩单元的共轭交替共聚物(g)的更多细节可以在例如Chen J.等人,“Accounts of chemical research”(2009),第42卷,第11期,第1709-1718页;Po’ R.等人,“Macromolecules”(2015),第48(3)卷,第453-461页中找到。

[0116] 关于包含被至少一个氟原子取代的苯并噻二唑单元或萘并噻二唑单元和被至少一个氟原子取代的噻吩单元的共轭交替共聚物(h)的更多细节可以在例如Liu Y.等人,“Nature Communications”(2014),第5卷,文章编号5293(DOI:10.1038/ncomms6293)中找到。

[0117] 关于包含噻吩并[3,4-c]吡咯-4,6-二酮单元的共轭共聚物(i)的更多细节可以在例如Pan H.等人,“Chinese Chemical Letters”(2016),第27卷,第8期,第1277-1282页中找到。

[0118] 关于包含噻吩并噻吩单元的共轭共聚物(I)的更多细节可以在例如Liang Y.等人,“Journal of the American Chemical Society”(2009),第131(22)卷,第7792-7799页;Liang Y.等人,“Accounts of Chemical Research”(2010),第43(9)卷,第1227-1236页中找到。

[0119] 关于包含茚满-4-酮衍生物的聚合物(q)的更多细节可以在例如以申请人的名义的意大利专利申请MI2015A000676中找到。

[0120] 根据本发明的特别优选的实施方案,所述光活性有机聚合物可以选自例如:聚(3-己基噻吩)(P3HT)、PffBT4T-20D{聚[(5,6-二氟-2,1,3-苯并噻二唑-4,7-二基)-交替-(3,3''-二(2-辛基十二烷基)-2,2',5',2'',5'',2''-四噻吩-5,5''-二基)]}、PBDTPD{聚[[5-(2-乙基己基)-5,6-二氢-4,6-二氧代-4H-噻吩并[3,4-c]吡咯-1,3-二基][4,8-双[(2-乙基己基)氧基]苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩-2,6-二基]]};PTB7{聚({4,8-双[(2-乙基己基)氧基]苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩-2,6-二基}{3-氟-2-[(2-乙基己基)羰基]噻吩并[3,4-b]噻吩二基})}}。

[0121] 根据本发明的优选的实施方案,所述有机电子受体化合物可以选自例如富勒烯衍生物,诸如例如[6,6]-苯基-C₆₁-丁酸甲酯(PCBM)、[6,6]-苯基-C₇₁-丁酸甲酯(PC71BM)、双加合物茚-C₆₀(ICBA)、双(1-[3-(甲氧基羰基)丙基]-1-苯基)-[6,6]C62(双-PCBM)。^[6,6]-苯基-C₆₁-丁酸甲酯(PCBM)、[6,6]-苯基-C₇₁-丁酸甲酯(PC71BM)是优选的。

[0122] 根据本发明的另外的优选的实施方案,所述有机电子受体化合物可以选自例如非富勒烯化合物,任选地聚合的非富勒烯化合物,诸如例如基于茱-二酰亚胺或萘-二酰亚胺和稠合的芳香族环的化合物;具有末端贫电子基团的茚满并噻吩(indacenothiophene);具

有能够对称地旋转的芳香族核的化合物,诸如碗烯或三聚茚酮的衍生物。3,9-双{2-亚甲基-[3-(1,1-二氰基亚甲基)-茚满酮]}-5,5,11,11-四(4-己基苯基)-二噻吩并[2,3-d:2',3'-d']-s-茚满并[1,2-b:5,6-b']-二噻吩;聚{[N,N'-双(2-辛基十二烷基)-1,4,5,8-萘二酰亚胺(naftalenediimide)-2,6-二基]-交替-5,5'-(2,2'-二噻吩)}是优选的。

[0123] 关于所述非富勒烯化合物的更多细节可以在例如Nielsen C.B.等人,“Accounts of Chemical Research”(2015),第48卷,第2803-2812页;Zhan C.等人,“RSC Advances”(2015),第5卷,第93002-93026页中找到。

[0124] 根据本发明的优选的实施方案,所述阴极缓冲层可以包含氧化锌、氧化铟、氧化锡、氧化铈、氧化钛,优选地氧化锌。

[0125] 所述阴极缓冲层可以通过以下来获得:通过现有技术状态中已知的沉积技术将氧化锌前体溶液沉积在阴极上,基于所使用的沉积技术的要求逐例地调节呈溶液形式的所述空穴传输材料的流变参数(例如粘度),所述沉积技术诸如例如真空蒸发、旋涂、滴铸、刮刀涂布、槽模涂布、凹版印刷、柔版印刷、刀刀涂布、喷涂、丝网印刷。

[0126] 关于基于氧化锌前体溶液的所述阴极缓冲层的形成的更多细节可以在例如PòR.等人,“Energy&Environmental Science”(2014),第7卷,第925-943页中找到。

[0127] 根据本发明的优选的实施方案,所述阴极可以由选自例如氧化铟锡(ITO)、掺杂有氟的氧化锡(FTO)、掺杂有铝的氧化锌(AZO)、掺杂有氧化钪的氧化锌(GZO)的材料制成;或者所述阴极可以由导电材料的网格和透明导电聚合物构成,所述导电材料优选地选自例如银(Ag)、铜(Cu)、石墨、石墨烯,所述透明导电聚合物优选地选自例如PEDOT:PSS[聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩):聚(苯乙烯磺酸盐)]、(PANI)(聚苯胺);或者所述阴极可以由基于金属纳米线的油墨构成,所述金属优选地选自例如银(Ag)、铜(Cu)。

[0128] 所述阴极可以通过现有技术状态中已知的技术,诸如例如电子束辅助沉积、溅射来获得。可选择地,所述阴极可以通过以下来获得:在通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布沉积所述透明导电聚合物之前,通过蒸发、或丝网印刷、或喷涂、或柔版印刷沉积所述导电材料的网格。可选择地,所述阴极可以通过以下来获得:通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷或槽模涂布来沉积所述基于金属纳米线的油墨。

[0129] 根据本发明的优选的实施方案,所述阴极可以与支撑层结合,该支撑层可以由刚性透明材料诸如例如玻璃制成或由柔性材料制成,所述柔性材料诸如例如聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚乙烯亚胺(PI)、聚碳酸酯(PC)、聚丙烯(PC)、聚酰亚胺(PI)、三乙酰基纤维素(TAC)或它们的共聚物。

[0130] 如上文提及的,上述光伏电池(或太阳能电池)中的阳极、阴极、阳极缓冲层和阴极缓冲层可以通过现有技术状态中已知的技术来沉积:关于所述技术的更多细节可以在例如PòR.等人,“Interfacial Layers,在“Organic Solar Cells-Fundamentals,Devices,and Upscaling”(2014),第4章,Richter H.和Rand B.编著,Pan Stanford Publishing Pte Ltd.;Yoo S.等人,“Electrodes in Organic Photovoltaic Cells,在“Organic Solar Cells-Fundamentals,Devices,and Upscaling”(2014),第5章,Richter H.和Rand B.编著,Pan Stanford Publishing Pte Ltd.;Angmo D.等人,“Journal of Applied Polymer Science”(2013),第129卷,第1期,第1-14页中找到。

[0131] 根据本发明的优选的实施方案,用于制备具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太

太阳能电池)的工艺包括:

[0132] -通过以下来形成阴极:溅射;或者电子束辅助沉积;或者通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布沉积导电透明聚合物之前通过蒸发、或丝网印刷、或喷涂、或柔版印刷沉积导电材料的网格;或者通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布沉积所述基于金属纳米线的油墨;

[0133] -通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布来形成阴极缓冲层;

[0134] -通过旋涂、或凹版印刷、或槽模涂布来形成活性层;

[0135] -通过旋涂、或凹版印刷、或丝网印刷、或柔版印刷、或槽模涂布来形成阳极缓冲层;

[0136] -通过以下来形成所述阳极:真空蒸发、或丝网印刷、或喷涂、或柔版印刷;或者通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布沉积导电透明聚合物,随后通过蒸发、或丝网印刷、或喷涂、或柔版印刷沉积导电材料的网格;或者通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布沉积基于金属纳米线的油墨。

[0137] 根据本发明的优选的实施方案,在根据本发明的具有倒置结构的有机光伏电池(或太阳能电池)中:

[0138] -阳极可以具有在从50nm至150nm的范围内、优选地在从80nm至120nm的范围内的厚度;

[0139] -阳极缓冲层可以具有在从1nm至100nm的范围内、优选地在从2nm至40nm的范围内的厚度;

[0140] -活性层可以具有在从50nm至500nm的范围内、优选地在从70nm至360nm的范围内的厚度;

[0141] -阴极缓冲层可以具有在从10nm至100nm的范围内、优选地在从20nm至50nm的范围内的厚度;

[0142] -阴极可以具有在从50nm至150nm的范围内、优选地在从80nm至100nm的范围内的厚度。

[0143] 现在将通过参考下文提供的图1的实施方案更详细地说明本发明,图1表示根据本发明的具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池)的截面图。

[0144] 参考图1,具有倒置结构(1)的聚合物光伏电池(或太阳能电池)包括:

[0145] -透明支撑体(7),例如玻璃支撑体或塑料支撑体;

[0146] -阴极(2),例如氧化铟锡(ITO)阴极;或者通过以下获得的阴极:在通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布沉积导电透明聚合物之前通过蒸发、或丝网印刷、或喷涂、或柔版印刷沉积导电材料的网格;或者以下获得的阴极:通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布沉积基于金属纳米线的油墨;

[0147] -阴极缓冲层(3),包括例如氧化锌;

[0148] -光活性材料层(4),其包括至少一种光活性有机聚合物,例如区域规整的聚(3-己基噻吩)(P3HT),至少一种非官能化富勒烯,例如PCBM;

[0149] -阳极缓冲层(5),其包含根据本发明的空穴传输材料,例如磷钼酸氧钼(molybdenyl phosphomolybdate)、磷钼酸氧钒(vanadyl phosphomolybdate)、硅钨酸氧钒(vanadyl silicotungstate);

[0150] -阳极(6),例如银(Ag);或者通过以下获得的阳极:通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布沉积导电透明聚合物,随后通过蒸发、或丝网印刷、或喷涂、或柔版印刷沉积导电材料的网格;或者通过以下获得的阳极:通过旋涂、或凹版印刷、或柔版印刷、或槽模涂布沉积基于金属纳米线的油墨。

[0151] 为了更好地理解本发明并且将其付诸实践的目的,下文是本发明的一些说明性和非限制性的实施例。

[0152] 实施例1

[0153] 异丙醇中的磷钼酸氧钼的制备

[0154] 将溶解在50ml的异丙醇(Aldrich)中的260mg的双(乙酰丙酮根)合二氧代钼(VI)(Cas号17524-05-9)(Strem Chemicals)(0.797毫摩尔)放置在250ml烧瓶中:将由此获得的悬浮液加热至80℃。随后,添加溶解在50ml的异丙醇(Aldrich)中的998mg的磷钼酸三水合物(Aldrich)(0.531毫摩尔):将由此获得的混合物保持在80℃持续3小时,获得非常强烈的翠绿色溶液。将所获得的溶液冷却至环境温度(25℃)并转移至带有塞子的玻璃容器中:将一滴所述溶液放置在湿石蕊试纸条上,以测量pH,其等于约6-7。

[0155] 实施例2

[0156] 正丁醇中的磷钼酸氧钼的制备

[0157] 将溶解在30ml的正丁醇(Carlo Erba)中的256mg的双(乙酰丙酮根)合二氧代钼(VI)(Cas号17524-05-9)(Strem Chemicals)(0.785毫摩尔)放置在250ml烧瓶中:将由此获得的悬浮液加热至90℃。随后,添加溶解在20ml的正丁醇(Carlo Erba)中的984mg的磷钼酸三水合物(Aldrich)(0.523毫摩尔):将由此获得的混合物保持在95℃持续2小时,获得非常强烈的翠绿色溶液。将所获得的溶液冷却至环境温度(25℃)并转移至带有塞子的玻璃容器中:将一滴所述溶液放置在湿石蕊试纸条上,以测量pH,其等于约6-7。

[0158] 实施例3

[0159] 异丙醇中的磷钼酸氧钒的制备

[0160] 将溶解在20ml的异丙醇(Aldrich)中的211mg的乙酰丙酮氧化钒(IV)(Cas号3153-26-2)(Strem Chemicals)(0.797毫摩尔)放置在250ml烧瓶中,并且随后添加在乙醇(Aldrich)(0.531毫摩尔)和65ml的异丙醇(Aldrich)中的4.845g的按重量计20%的磷钼酸溶液:将所获得的混合物加热至65℃持续2.5小时,逐渐获得深蓝绿色溶液,所述深蓝绿色溶液在24小时后逐渐变为淡黄色。将所获得的溶液冷却至环境温度(25℃)并转移至带有塞子的玻璃容器中:将一滴所述溶液放置在湿石蕊试纸条上,以测量pH,其等于约6-7。

[0161] 实施例4

[0162] 异丙醇中的硅钨酸氧钒的制备

[0163] 将溶解在20ml的异丙醇(Aldrich)中的1.14g的硅钨酸水合物(Fluka)(0.531毫摩尔)放置在250ml烧瓶中,并且随后添加溶解在60ml的异丙醇(Aldrich)中的116g的氧化三异丙醇钒(V)(Cas号5588-84-1)(Aldrich)(0.475毫摩尔):将所获得的混合物加热至70℃持续3小时,获得无色溶液。将所获得的溶液冷却至环境温度(25℃)并转移至带有塞子的玻璃容器中:将一滴所述溶液放置在湿石蕊试纸条上,以测量pH,其等于约6-7。

[0164] 实施例5(比较)

[0165] 具有P3HT:PCBM和氧化钼(MoO₃)的太阳能电池

[0166] 在涂覆有ITO(氧化铟锡) (Kintec Company-Hong Kong) 的玻璃基底上制备聚合物基装置,该玻璃基底先前经历包括手动清洁、用浸泡在用自来水稀释的去污剂中的无绒布擦拭的清洁过程。然后用自来水冲洗基底。随后,通过以下顺序的方法彻底清洁基底:(i) 在蒸馏水加去污剂中(随后用无绒布手动清洁);(ii) 在蒸馏水中[随后用无绒布手动清洁];(iii) 在丙酮(Aldrich) 和(iv) 异丙醇(Aldrich) 中依次进行超声浴。特别地,将基底布置在含有溶剂的烧杯中,放置在40℃的超声浴中,持续10分钟的处理。在处理(iii) 和(iv) 之后,将基底用压缩氮气流干燥。

[0167] 随后,在进行下一步骤之前,将玻璃/ITO在空气-等离子体装置(Tucano型-Gambetti)) 中进一步清洁。

[0168] 将由此处理的基底准备好用于沉积阴极缓冲层。为此目的,氧化锌缓冲层是从0.162M的在丁醇(Aldrich) 中的络合物 $[Zn^{2+}]$ -乙醇胺(Aldrich) 的溶液开始获得的。将溶液通过旋转沉积在基底上,以等于600rpm的转速(加速度等于300rpm/s) 操作持续2分30秒,并且随后以等于1500rpm的转速操作持续5秒。在沉积阴极缓冲层后,立即通过在环境空气中在热板上在140℃热处理该装置持续5分钟来获得氧化锌的形成。由此获得的阴极缓冲层具有30nm的厚度,并且用0.1M乙酸(Aldrich) 从表面部分地去除,仅将该层留在期望的表面上。

[0169] 包含区域规整的聚(3-己基噻吩)(P3HT) (P3HT) (Plexcore OS) 和[6,6]-苯基-C₆₁-丁酸甲酯(PCBM) (Aldrich) 的活性层通过旋涂在氯苯中的1:0.8(v:v) 溶液来沉积,其中P3HT的浓度等于10mg/ml,以300rpm的转速(加速度等于150rpm/s) 操作持续90秒。活性层的厚度为250nm。

[0170] 将阳极缓冲层沉积到由此获得的活性层上,缓冲层通过经由热处理沉积氧化钼(MoO₃) (Aldrich) 来获得。阳极缓冲层的厚度为10nm。将银(Ag) 阳极通过真空蒸发沉积到阳极缓冲层上,阳极具有100nm的厚度,适当地掩蔽装置的区域,以便获得0.25mm²的活性区域。

[0171] 阳极缓冲层和阳极的沉积是在标准真空蒸发室中进行的,该真空蒸发室包含基底和配备有加热元件的两个蒸发容器,两个蒸发容器分别包含10mg的呈粉末的氧化钼(MoO₃) 和10针银(Ag) (直径1mm-3mm) (Aldrich)。蒸发过程在真空下在约 1×10^{-6} 巴的压力进行。在蒸发后,氧化钼(MoO₃) 和银(Ag) 在装置的未掩蔽部分中冷凝。

[0172] 厚度用Dektak 150轮廓仪(Veeco Instruments Inc.) 测量。

[0173] 所获得的装置的电学特性在环境温度(25℃) 在手套箱中在(氮气) 受控气氛中进行。电流-电压曲线(I-V) 用被连接至用于数据采集的PC机的Keithley[®] 2600A万用表来采集。光电流通过将装置暴露于ABET SUN[®] 2000-4太阳能模拟器的光来测量,该太阳能模拟器能够提供具有90mW/cm² (0.9太阳) 的强度的AM 1.5G辐射,用被连接至3A-P热传感器的Ophir Nova[®] II功率计测量。表1示出了作为平均值的特征参数。

[0174] 实施例6(比较)

[0175] 具有P3HT:PCBM和PEDOT:PSS的太阳能电池

[0176] 在涂覆有ITO(氧化铟锡) (Kintec Company-Hong Kong) 的玻璃基底上制备聚合物基装置,该玻璃基底先前经历如实施例5中描述的操作的清洁过程。

[0177] 阴极缓冲层的沉积和活性层的沉积如实施例5中描述的进行;所述阴极缓冲层的组成和所述活性层的组成与实施例5中报告的那些相同;所述阴极缓冲层的厚度和所述活性层的厚度与实施例5中报告的那些相同。

[0178] 将阳极缓冲层通过旋涂沉积到所获得的活性层上,该旋涂从包含PEDOT:PSS[聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩):聚(苯乙烯磺酸盐)](Clevios CPP105D-Heraeus Co.)的悬浮液开始,其中PEDOT:PSS的浓度等于1.2mg/ml,以3000rpm的转速(加速度等于1500rpm/s)操作持续90秒;在沉积阳极缓冲层之后,立即在环境空气中在热板上在120℃处理该装置持续3分钟。阳极缓冲层的厚度为30nm。

[0179] 银(Ag)阳极的沉积如实施例5中描述的进行;所述银阳极的厚度与实施例5中报告的相同。

[0180] 厚度用Dektak 150轮廓仪(Veeco Instruments Inc.)测量。

[0181] 装置的电学特性、电流-电压曲线(I-V)和光电流如实施例5中描述的来测量。表1示出了作为平均值的特征参数。

[0182] 实施例7(本发明)

[0183] 具有P3HT:PCBM和磷钼酸氧钼的太阳能电池

[0184] 在涂覆有ITO(氧化铟锡)(Kintec Company-Hong Kong)的玻璃基底上制备聚合物基装置,该玻璃基底先前经历如实施例5中描述的操作的清洁过程。

[0185] 阴极缓冲层的沉积和活性层的沉积如实施例5中描述的进行;所述阴极缓冲层的组成和所述活性层的组成与实施例5中报告的那些相同;所述阴极缓冲层的厚度和所述活性层的厚度与实施例5中报告的那些相同。

[0186] 将阳极缓冲层通过旋涂沉积到所获得的活性层上,该旋涂从如实施例2中描述获得的在正丁醇中的磷钼酸氧钼溶液开始,用异丙醇(Aldrich)进一步稀释1:1(v:v),以5000rpm的转速(加速度等于2500rpm/s)操作持续30秒。阳极缓冲层的厚度为10nm。

[0187] 银(Ag)阳极的沉积如实施例5中描述的进行;所述银阳极的厚度与实施例5中报告的相同。

[0188] 厚度用Dektak 150轮廓仪(Veeco Instruments Inc.)测量。

[0189] 装置的电学特性、电流-电压曲线(I-V)和光电流如实施例5中描述的来测量。表1示出了作为平均值的特征参数。

[0190] 实施例8(比较)

[0191] 具有PffBT4T-20D:PC₇₁BM和PEDOT:PSS的太阳能电池

[0192] 在涂覆有ITO(氧化铟锡)(Kintec Company-Hong Kong)的玻璃基底上制备聚合物基装置,该玻璃基底先前经历如实施例5中所描述的操作的清洁过程。

[0193] 阴极缓冲层的沉积如实施例5中描述的进行;所述阴极缓冲层的组成与实施例5中报告的相同;所述阴极缓冲层的厚度与实施例5中报告的相同。

[0194] 活性层,包含PffBT4T-20D{聚[(5,6-二氟-2,1,3-苯并噻二唑-4,7-二基)-交替-(3,3''-二(2-辛基十二烷基)-2,2',5',2'',5'',2'''-四噻吩-5,5'''-二基)]}(Solarmer Inc.)和[6,6]-苯基-C₇₁-丁酸甲酯(PC₇₁BM)(异构体的混合物-Aldrich),通过旋涂被沉积,该旋涂从在氯苯-邻-二氯苯1:1(v:v)混合物中的1:1.2(v:v)溶液开始,其中PffBT4T-20D的浓度等于10mg/ml,以500rpm的转速(加速度等于250rpm/s)操作持续120秒,并且随后以

1000rpm的转速(加速度等于500rpm/s)操作持续5秒。活性层的厚度为350nm。

[0195] 阳极缓冲层的沉积如实施例6中描述的进行;所述阳极缓冲层的组成与实施例6中报告的相同;所述阳极缓冲层的厚度与实施例6中报告的相同。

[0196] 银(Ag)阳极的沉积如实施例5中描述的进行;所述银阳极的厚度与实施例5中报告的相同。

[0197] 厚度用Dektak 150轮廓仪(Veeco Instruments Inc.)测量。

[0198] 装置的电学特性、电流-电压曲线(I-V)和光电流如实施例5中描述的来测量。表1示出了作为平均值的特征参数。

[0199] 实施例9(比较)

[0200] 具有PffBT4T-2OD:PC₇₁BM和磷钼酸的太阳能电池

[0201] 在涂覆有ITO(氧化铟锡)(Kintec Company-Hong Kong)的玻璃基底上制备聚合物基装置,该玻璃基底先前经历如实施例5中所描述的操作的清洁过程。

[0202] 阴极缓冲层的沉积如实施例5中描述的进行;所述阴极缓冲层的组成与实施例5中报告的相同;所述阴极缓冲层的厚度与实施例5中报告的相同。

[0203] 活性层的沉积如实施例8中描述的进行;所述活性层的组成与实施例8中报告的相同;所述活性层的厚度与实施例8中报告的相同。

[0204] 将阳极缓冲层通过旋涂沉积到由此获得的活性层上,该旋涂从在异丙醇(Aldrich)中的按重量计0.25%的磷钼酸的溶液开始,用异丙醇(Aldrich)进一步稀释1:1(v:v),以5000rpm的转速(加速度等于2500rpm/s)操作持续30秒。阳极缓冲层的厚度为10nm。

[0205] 银(Ag)阳极的沉积如实施例5中描述的进行;所述银阳极的厚度与实施例5中报告的相同。

[0206] 厚度用Dektak 150轮廓仪(Veeco Instruments Inc.)测量。

[0207] 装置的电学特性、电流-电压曲线(I-V)和光电流如实施例5中描述的来测量。表1示出了作为平均值的特征参数。

[0208] 实施例10(本发明)

[0209] 具有PffBT4T-2OD:PCBM和磷钼酸氧钼的太阳能电池

[0210] 在涂覆有ITO(氧化铟锡)(Kintec Company-Hong Kong)的玻璃基底上制备聚合物基装置,该玻璃基底先前经历如实施例5中所描述的操作的清洁过程。

[0211] 阴极缓冲层的沉积如实施例5中描述的进行;所述阴极缓冲层的组成与实施例5中报告的相同;所述阴极缓冲层的厚度与实施例5中报告的相同。

[0212] 活性层的沉积如实施例8中描述的进行;所述活性层的组成与实施例8中报告的相同;所述活性层的厚度与实施例8中报告的相同。

[0213] 将阳极缓冲层通过旋涂沉积到所获得的活性层上,该旋涂从如实施例2中描述获得的在正丁醇中的磷钼酸氧钼溶液开始,用异丙醇(Aldrich)进一步稀释1:1(v:v),以5000rpm的转速(加速度等于2500rpm/s)操作持续30秒。阳极缓冲层的厚度为10nm。

[0214] 银(Ag)阳极的沉积如实施例5中描述的进行;所述银阳极的厚度与实施例5中报告的相同。

[0215] 厚度用Dektak 150轮廓仪(Veeco Instruments Inc.)测量。

[0216] 装置的电学特性、电流-电压曲线(I-V)和光电流如实施例5中描述的来测量。表1示出了作为平均值的特征参数。

[0217] 实施例11(比较)

[0218] 具有PBDTPD:PCBM和PEDOT:PSS的太阳能电池

[0219] 在涂覆有ITO(氧化铟锡)(Kintec Company-Hong Kong)的玻璃基底上制备聚合物基装置,该玻璃基底先前经历如实施例5中所描述的操作的清洁过程。

[0220] 阴极缓冲层的沉积如实施例5中描述的进行;所述阴极缓冲层的组成与实施例5中报告的相同;所述阴极缓冲层的厚度与实施例5中报告的相同。

[0221] 活性层,包含PBDTPD{聚[[5-(2-乙基己基)-5,6-二氢-4,6-二氧代-4H-噻吩并[3,4-c]吡咯-1,3-二基][4,8-双[(2-乙基己基)氧基]苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩-2,6-二基]}(1-Material Inc.)和[6,6]-苯基-C₆₁-丁酸甲酯(PCBM)(Aldrich),通过旋涂被沉积,该旋涂从在邻二甲苯中的1:1(v:v)溶液开始,其中PBDTPD的浓度等于9mg/ml,以900rpm的转速(加速度等于450rpm/s)操作持续90秒。活性层的厚度为100nm。

[0222] 阳极缓冲层的沉积如实施例6中描述的进行;所述阳极缓冲层的组成与实施例6中报告的相同;所述阳极缓冲层的厚度与实施例6中报告的相同。

[0223] 银(Ag)阳极的沉积如实施例5中描述的进行;所述银阳极的厚度与实施例5中报告的相同。

[0224] 厚度用Dektak 150轮廓仪(Veeco Instruments Inc.)测量。

[0225] 装置的电学特性、电流-电压曲线(I-V)和光电流如实施例5中描述的来测量。表1示出了作为平均值的特征参数。

[0226] 实施例12(比较)

[0227] 具有PBDTPD:PCBM和氧化三异丙醇钒(V)的太阳能电池

[0228] 在涂覆有ITO(氧化铟锡)(Kintec Company-Hong Kong)的玻璃基底上制备聚合物基装置,该玻璃基底先前经历如实施例5中所描述的操作的清洁过程。

[0229] 阴极缓冲层的沉积如实施例5中描述的进行;所述阴极缓冲层的组成与实施例5中报告的相同;所述阴极缓冲层的厚度与实施例5中报告的相同。

[0230] 活性层的沉积如实施例11中描述的进行;所述活性层的组成与实施例11中报告的相同;所述活性层的厚度与实施例11中报告的相同。

[0231] 将阳极缓冲层沉积到由此获得的活性层上,所述缓冲层通过旋涂获得,该旋涂从在异丙醇(Aldrich)中的以6.9mg/ml的浓度的氧化三异丙醇钒(V)(Cas号5588-84-1)(Strem)的溶液开始,以5000rpm的转速(加速度等于2500rpm/s)操作持续30秒;在沉积阳极缓冲层之后,立即在环境空气中在热板上在120℃处理该装置持续1分钟。

[0232] 银(Ag)阳极的沉积如实施例5中描述的进行;所述银阳极的厚度与实施例5中报告的相同。

[0233] 厚度用Dektak 150轮廓仪(Veeco Instruments Inc.)测量。

[0234] 装置的电学特性、电流-电压曲线(I-V)和光电流如实施例5中描述的来测量。表1示出了作为平均值的特征参数。

[0235] 实施例13(本发明)

[0236] 具有PBDTPD:PCBM和磷钼酸氧钼的太阳能电池

[0237] 在涂覆有ITO(氧化铟锡) (Kintec Company-Hong Kong) 的玻璃基底上制备聚合物基装置,该玻璃基底先前经历如实施例5中所描述的操作的清洁过程。

[0238] 阴极缓冲层的沉积如实施例5中描述的进行;所述阴极缓冲层的组成与实施例5中报告的相同;所述阴极缓冲层的厚度与实施例5中报告的相同。

[0239] 活性层的沉积如实施例11中描述的进行;所述活性层的组成与实施例11中报告的相同;所述活性层的厚度与实施例11中报告的相同。

[0240] 将阳极缓冲层通过旋涂沉积到所获得的活性层上,该旋涂从如实施例2中描述获得的在正丁醇中的磷钼酸氧钼溶液开始,用异丙醇(Aldrich)进一步稀释1:1(v:v),以5000rpm的转速(加速度等于2500rpm/s)操作持续30秒。阳极缓冲层的厚度为10nm。

[0241] 银(Ag)阳极的沉积如实施例5中描述的进行;所述银阳极的厚度与实施例5中报告的相同。

[0242] 厚度用Dektak 150轮廓仪(Veeco Instruments Inc.)测量。

[0243] 装置的电学特性、电流-电压曲线(I-V)和光电流如实施例5中描述的来测量。表1示出了作为平均值的特征参数。

[0244] 实施例14(比较)

[0245] 具有PTB7和PEDOT:PSS的太阳能电池

[0246] 在涂覆有ITO(氧化铟锡) (Kintec Company-Hong Kong) 的玻璃基底上制备聚合物基装置,该玻璃基底先前经历如实施例5中所描述的操作的清洁过程。

[0247] 阴极缓冲层的沉积如实施例5中描述的进行;所述阴极缓冲层的组成与实施例5中报告的相同;所述阴极缓冲层的厚度与实施例5中报告的相同。

[0248] 活性层,包含PTB7{聚({4,8-双[(2-乙基己基)氧基]苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩-2,6-二基}{3-氟-2-[(2-乙基己基)-羰基]-噻吩并[3,4-b]噻吩二基})}(Aldrich)和[6,6]-苯基-C₇₁-丁酸甲酯(PC₇₁BM)(Aldrich),通过旋涂被沉积,该旋涂从在氯苯中的1:1.5(v:v)溶液开始,其中PTB7的浓度等于10mg/ml,以2000rpm的转速(加速度等于1000rpm/s)操作持续90秒。活性层的厚度为95nm。

[0249] 阳极缓冲层的沉积如实施例6中描述的进行;所述阳极缓冲层的组成与实施例6中报告的相同;所述阳极缓冲层的厚度与实施例6中报告的相同。

[0250] 银(Ag)阳极的沉积如实施例5中描述的进行;所述银阳极的厚度与实施例5中报告的相同。

[0251] 厚度用Dektak 150轮廓仪(Veeco Instruments Inc.)测量。

[0252] 装置的电学特性、电流-电压曲线(I-V)和光电流如实施例5中描述的来测量。表1示出了作为平均值的特征参数。

[0253] 实施例15(本发明)

[0254] 具有PTB7和磷钼酸氧钼的太阳能电池

[0255] 在涂覆有ITO(氧化铟锡) (Kintec Company-Hong Kong) 的玻璃基底上制备聚合物基装置,该玻璃基底先前经历如实施例5中所描述的操作的清洁过程。

[0256] 阴极缓冲层的沉积如实施例5中描述的进行;所述阴极缓冲层的组成与实施例5中报告的相同;所述阴极缓冲层的厚度与实施例5中报告的相同。

[0257] 活性层的沉积如实施例14中描述的进行;所述活性层的组成与实施例14中报告的

相同;所述活性层的厚度与实施例14中报告的相同。

[0258] 将阳极缓冲层通过旋涂沉积到所获得的活性层上,该旋涂从如实施例3中描述获得的在异丙醇中的磷钼酸氧钒溶液开始,以5000rpm的转速(加速度等于2500rpm/s)操作持续30秒。阳极缓冲层的厚度为10nm。

[0259] 银(Ag)阳极的沉积如实施例5中描述的进行:所述银阳极的厚度与实施例5中报告的相同。

[0260] 厚度用Dektak 150轮廓仪(Veeco Instruments Inc.)测量。

[0261] 装置的电学特性、电流-电压曲线(I-V)和光电流如实施例5中描述的来测量。表1示出了作为平均值的特征参数。所述表征在太阳能电池已经被制造后1个月重复进行。所获得的平均值在表1中报告。

[0262] 实施例16(本发明)

[0263] 具有PTB7和硅钨酸氧钒的太阳能电池

[0264] 在涂覆有ITO(氧化铟锡)(Kintec Company-Hong Kong)的玻璃基底上制备聚合物基装置,该玻璃基底先前经历如实施例5中所描述的操作的清洁过程。

[0265] 阴极缓冲层的沉积如实施例5中描述的进行;所述阴极缓冲层的组成与实施例5中报告的相同;所述阴极缓冲层的厚度与实施例5中报告的相同。

[0266] 活性层的沉积如实施例14中描述的进行;所述活性层的组成与实施例14中报告的相同;所述活性层的厚度与实施例14中报告的相同。

[0267] 将阳极缓冲层通过旋涂沉积到所获得的活性层上,该旋涂从如实施例3中描述获得的在异丙醇中的硅钨酸氧钒溶液开始,以5000rpm的转速(加速度等于2500rpm/s)操作持续30秒。阳极缓冲层的厚度为10nm。

[0268] 银(Ag)阳极的沉积如实施例5中描述的进行:所述银阳极的厚度与实施例5中报告的相同。

[0269] 厚度用Dektak 150轮廓仪(Veeco Instruments Inc.)测量。

[0270] 装置的电学特性、电流-电压曲线(I-V)和光电流如实施例5中描述的来测量。表1示出了作为平均值的特征参数。所述表征在太阳能电池已经被制造后1个月重复进行:所获得的平均值在表1中报告。

[0271] 表1

[0272]

实施例	FF ⁽¹⁾	Voc ⁽²⁾	Jsc ⁽³⁾	η ⁽⁴⁾
		(mV)	(mA/cm ²)	(%)
5 (比较)	0.61	0.57	8.23	2.86
6 (比较)	0.48	0.56	8.52	2.33
7 (本发明)	0.58	0.59	9.16	3.12
8 (比较)	0.31	0.60	10.22	1.92
9 (比较)	0.44	0.62	12.48	3.39
10 (本发明)	0.49	0.68	12.56	4.18
11 (比较)	0.38	0.55	2.67	0.57
12 (比较)	0.44	0.72	2.64	0.84
13 (本发明)	0.47	0.64	7.40	2.22
14 (比较)	0.30	0.47	6.95	1.00
15 (本发明)	0.47	0.66	11.65	3.68
15 (本发明) (在1个月后)	0.52	0.70	10.60	3.85
16 (本发明)	0.53	0.53	11.88	3.36
16 (本发明) (在1个月后)	0.50	0.59	11.75	3.48

[0273] ⁽¹⁾: 填充因数;[0274] ⁽²⁾: 开路电压;[0275] ⁽³⁾: 短路光电流密度;[0276] ⁽⁴⁾: 光电转换效率。

[0277] 从表1中报告的数据可以推断:

[0278] -根据本发明的具有包含磷钼酸氧钼的阳极缓冲层的太阳能电池[实施例7 (本发明)]与具有包含氧化钼[实施例5 (比较)]或PEDOT:PSS[实施例6 (比较)]的阳极缓冲层的太阳能电池相比,具有相当的即使不是更高的性能水平,特别是在光电转换效率(η)方面;

[0279] -根据本发明的具有包含磷钼酸氧钼的阳极缓冲层的太阳能电池[实施例10 (本发明)]与具有包含PEDOT:PSS[实施例8 (比较)]或磷钼酸[实施例9 (比较)]的阳极缓冲层的太阳能电池相比,具有相当的即使不是更高的性能水平,特别是在光电转换效率(η)方面;

[0280] -根据本发明的具有包含磷钼酸氧钼的阳极缓冲层的太阳能电池[实施例13 (本发明)]与具有包含PEDOT:PSS[实施例11 (比较)]或氧化三异丙醇钒(V)[实施例12 (比较)]的

阳极缓冲层的太阳能电池相比,具有相当的即使不是更高的性能水平,特别是在光电转换效率(η)方面;

[0281] -根据本发明的具有包含磷钼酸氧钼的阳极缓冲层的太阳能电池[实施例15(本发明)]与具有包含PEDOT:PSS[实施例14(比较)]的阳极缓冲层的太阳能电池相比,具有相当的即使不是更高的性能水平,特别是在光电转换效率(η)方面,所述性能水平在太阳能电池制造后1个月保持稳定;

[0282] -根据本发明的具有包含硅钨酸氧钒的阳极缓冲层的太阳能电池[实施例16(本发明)]具有良好的性能水平,所述性能水平在太阳能电池制造后1个月保持稳定。

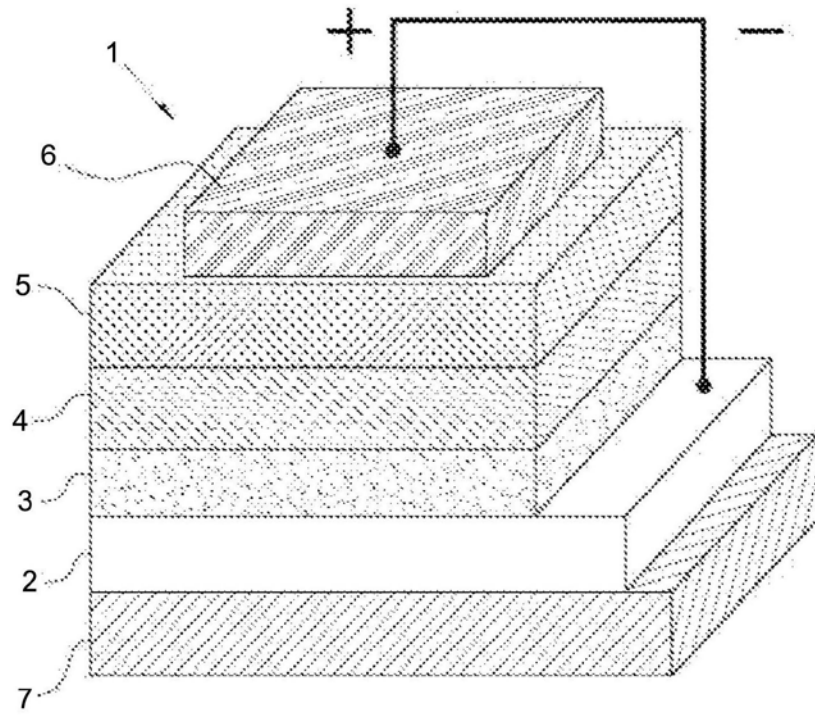


图1

专利名称(译)	空穴传输材料和使用该空穴传输材料的光伏装置		
公开(公告)号	CN110268538A	公开(公告)日	2019-09-20
申请号	CN201780079255.3	申请日	2017-12-22
[标]申请(专利权)人(译)	埃尼股份公司		
申请(专利权)人(译)	埃尼股份公司		
当前申请(专利权)人(译)	埃尼股份公司		
[标]发明人	里卡尔多波 亚历山大科米内蒂		
发明人	里卡尔多·波 亚历山大·科米内蒂		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/00 H01L51/42		
CPC分类号	H01L51/0036 H01L51/0043 H01L51/009 H01L51/4253 H01L51/441 H01L51/5088 H01L2251/308 Y02E10/549		
代理人(译)	李慧慧 郑霞		
优先权	102016000131259 2016-12-27 IT		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

通过包括以下的工艺获得的空穴传输材料：在至少一种选自醇、酮、酯的有机溶剂的存在下，使至少一种含有至少一种属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属的杂多酸与等量的属于元素周期表的第5族或第6族的过渡金属与有机阴离子或与有机配体的至少一种盐或一种络合物反应。所述空穴传输材料可以有利地用于在刚性支撑体上或在柔性支撑体上构建光伏装置(或太阳能装置)，诸如例如光伏电池(或太阳能电池)、光伏模块(或太阳能模块)。此外，所述空穴传输材料可以有利地用于构建有机发光二极管(OLED)或构建有机场效应晶体管(OFET)。特别地，所述空穴传输材料可以有利地用于构建具有倒置结构的聚合物光伏电池(或太阳能电池)。

