



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107887519 A

(43)申请公布日 2018.04.06

(21)申请号 201710947950.9

(22)申请日 2017.10.12

(71)申请人 南方科技大学

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽学
苑大道1088号

(72)发明人 许宗祥 冯焱淼

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201

代理人 赵天月

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/56(2006.01)

H01L 51/54(2006.01)

权利要求书1页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

化合物及用途、有机发光器件及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了化合物及用途、有机发光器件及其制备方法。具体地,本发明涉及一种化合物在制备有机发光器件的空穴注入层中的用途,其中,所述化合物的化学通式为 ABX_3 ,其中,A为选自甲胺、乙烯胺、铯的一种;B为选自铅、锡的一种;X为选自氯、溴、碘的至少之一。该化合物的空穴注入能力强,有较强的电荷迁移率,易溶于有机溶剂同时难溶于极性较低的有机溶剂,制备简单,价格低廉,并且可以用旋涂法制备所述空穴注入层。因此,该化合物提升了有机发光器件的发光性能和使用寿命,降低了能耗和生产成本,并且可实现全溶液制备多层有机发光器件。

1. 化合物在制备有机发光器件的空穴注入层中的用途, 其中, 所述化合物的化学通式为 ABX_3 , 其中,

A为选自甲胺、乙烯胺、铯的一种;

B为选自铅、锡的一种;

X为选自氯、溴、碘的至少之一。

2. 一种有机发光器件, 其特征在于, 包括:

阳极;

空穴注入层, 所述空穴注入层包括化学通式为 ABX_3 的化合物, 其中, A为选自甲胺、乙烯胺、铯的一种; B为选自铅、锡的一种; X为选自氯、溴、碘的至少之一; 并且所述空穴注入层设置在所述阳极的一侧;

空穴传输层, 所述空穴传输层设置在所述空穴注入层远离所述阳极的一侧;

发光层, 所述发光层设置在所述空穴传输层远离所述空穴注入层的一侧;

电子传输层, 所述电子传输层设置在所述发光层远离所述空穴传输层的一侧;

阴极, 所述阴极设置在所述电子传输层远离所述发光层的一侧。

3. 根据权利要求2所述的有机发光器件, 其特征在于, 进一步包括:

衬底, 所述衬底设置在所述阳极远离所述空穴注入层的一侧。

4. 根据权利要求2所述的有机发光器件, 其特征在于, 所述空穴注入层的厚度为10~35nm。

5. 制备权利要求2-4任一项所述的有机发光器件的方法, 其特征在于, 包括:

形成阳极;

形成空穴注入层, 所述空穴注入层形成在所述阳极上;

形成空穴传输层, 所述空穴传输层形成在所述空穴注入层远离所述阳极的一侧;

形成发光层, 所述发光层形成在所述空穴传输层远离所述空穴注入层的一侧;

形成电子传输层, 所述电子传输层形成在所述发光层远离所述空穴传输层的一侧;

形成阴极, 所述阴极形成在所述电子传输层远离所述发光层的一侧。

6. 根据权利要求5所述的制备有机发光器件的方法, 其特征在于, 所述形成空穴注入层是通过以下步骤实现的:

将 ABX_3 溶于有机溶剂以便形成混合溶液, 并将所述混合溶液旋涂在所述阳极上。

7. 根据权利要求6所述的制备有机发光器件的方法, 其特征在于, 所述有机溶剂包括氮, 氮-二甲基甲酰胺、二甲基亚砷的至少之一。

8. 根据权利要求6所述的制备有机发光器件的方法, 其特征在于, 所述 ABX_3 化合物在所述混合溶液中的浓度为0.01-0.03摩尔/升。

9. 根据权利要求6所述的制备有机发光器件的方法, 其特征在于, 进一步包括:

对旋涂在所述阳极上的所述混合溶液进行退火处理, 所述退火处理的温度为60-100摄氏度, 所述退火处理的时间为0.5-3分钟。

10. 根据权利要求5所述的制备有机发光器件的方法, 其特征在于, 所述空穴注入层、所述空穴传输层、所述发光层以及所述电子传输层, 是分别独立地由溶液制程形成的。

化合物及用途、有机发光器件及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及显示技术领域。具体地,本发明涉及化合物及用途、有机发光器件及其制备方法。

背景技术

[0002] 有机发光二极管(OLED)因其自发光、广视角、较高的对比度、较低耗电、极高反应速度、重量超轻薄、柔软显示、屏幕可卷曲、温度适应性强、制造工艺简单等优点,成为了光电显示技术领域的研究热点,并且已经商业化生产和应用。但是目前的OLED普遍存在使用寿命较短、分辨率较低、发光效率还有待提升等问题。

[0003] 因而,目前的有机发光器件及其制造方法仍有待改进。

发明内容

[0004] 本发明是基于发明人对于以下事实和问题的发现和认识作出的:

[0005] 发明人发现,目前的有机发光二极管(OLED)普遍存在使用寿命较短、发光效率较低等问题。发明人经过深入研究发现,这主要是由于OLED阳极的空穴注入能力较差并且制备工艺有待提高而导致的。氧化铟锡玻璃(ITO)以其良好的光透过性和导电性被广泛用于OLED的阳极材料,但其较高的功函数使得ITO与空穴传输层(HTL)之间的能级差较大,不利于空穴从阳极注入HTL,因而阳极的空穴注入能力较差,导致阴极电子和阳极空穴在发光层的结合效率较低,进而导致OLED的发光效率较低。目前普遍使用水溶性的PEDOT:PSS作为空穴注入层材料,其制备简单,材料利用率高,但是渗入的水汽或氧气易与有机发光器件中的有机物层发生反应,同时PSS是一种强酸对于ITO具有强烈的腐蚀作用,从而降低了有机发光器件的工作寿命和发光性能。金属酞菁小分子材料是另一种被广泛研究的OLED的空穴注入材料,该材料可以有效提高阳极的空穴注入能力,但是该材料很难溶于有机溶剂,不利于通过旋涂法制备薄膜,而目前使用的真空蒸镀制备的空穴注入层薄膜表面粗糙度大,不利于电荷传输,并且材料利用率低能耗高,从而降低了有机发光器件的使用性能并且不利于工业化生产。因此,选择空穴注入能力强并且易于制备的空穴注入层材料对于优化有机发光器件的电子-空穴平衡能力,提升有机发光器件的发光性能和使用寿命具有十分重要的意义。

[0006] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。

[0007] 在本发明的一个方面,本发明提出了一种化合物在制备有机发光器件的空穴注入层中的用途,其中,所述化合物的化学通式为 ABX_3 ,其中,A为选自甲胺、乙烯胺、铯的一种;B为选自铅、锡的一种;X为选自氯、溴、碘的至少之一。该化合物的空穴注入能力强,有较强的电荷迁移率,易溶于有机溶剂同时难溶于极性较低的有机溶剂,制备简单,价格低廉,并且可以用旋涂法制备所述空穴注入层。因此,该化合物提升了有机发光器件的发光性能和使用寿命,降低了能耗和生产成本,并且可实现全溶液制备多层有机发光器件。

[0008] 在本发明的另一方面,本发明提出了一种有机发光器件。根据本发明的实施例,该

有机发光器件包括：阳极；空穴注入层，所述空穴注入层包括化学通式为 ABX_3 的化合物，其中，A为选自甲胺、乙烯胺、铯的一种；B为选自铅、锡的一种；X为选自氯、溴、碘的至少之一；并且所述空穴注入层设置在所述阳极的一侧；空穴传输层，所述空穴传输层设置在所述空穴注入层远离所述阳极的一侧；发光层，所述发光层设置在所述空穴传输层远离所述空穴注入层的一侧；电子传输层，所述电子传输层设置在所述发光层远离所述空穴传输层的一侧；阴极，所述阴极设置在所述电子传输层远离所述发光层的一侧。由此，该有机发光器件的发光性能和使用寿命得到较大提升，还可实现全溶液制备。并且所述空穴注入层材料制备简单，价格低廉，易于规模化生产，降低了生产成本。

[0009] 根据本发明的实施例，上面所述的有机发光器件进一步包括：衬底，所述衬底设置在所述阳极远离所述空穴注入层的一侧。由此，进一步提高了所述有机发光器件的使用性能。

[0010] 根据本发明的实施例，上面所述的有机发光器件的所述空穴注入层的厚度为10~35nm。由此，具有上述厚度的空穴注入层能有效提高空穴的注入效率，由此，可以进一步提高所述有机发光器件的使用性能。

[0011] 在本发明的又一方面，本发明提出了一种制备上面所述的有机发光器件的方法，根据本发明的实施例，该方法包括：形成阳极；形成空穴注入层，所述空穴注入层形成在所述阳极上；形成空穴传输层，所述空穴传输层形成在所述空穴注入层远离所述阳极的一侧；形成发光层，所述发光层形成在所述空穴传输层远离所述空穴注入层的一侧；形成电子传输层，所述电子传输层形成在所述发光层远离所述空穴传输层的一侧；形成阴极，所述阴极形成在所述电子传输层远离所述发光层的一侧。由此，可以简便地形成根据本发明实施例的有机发光器件，且该有机发光器件具有较好的性能。

[0012] 根据本发明的实施例，上面所述的制备有机发光器件的方法中，所述形成空穴注入层是通过以下步骤实现的：将 ABX_3 溶于有机溶剂以便形成混合溶液，并将所述混合溶液旋涂在所述阳极上。由此，使用该方法可制备出厚度精确、均匀稳定、表面粗糙度较低的空穴注入层薄膜，并且能耗较低，从而进一步提高了该有机发光器件的使用性能并且降低了生产成本。

[0013] 根据本发明的实施例，上面所述的制备有机发光器件的方法中，所述有机溶剂包括氮，氮-二甲基甲酰胺、二甲基亚砷的至少之一。所述有机溶剂来源广泛，因此，降低了生产成本。

[0014] 根据本发明的实施例，上面所述的制备有机发光器件的方法中，所述 ABX_3 化合物在所述混合溶液中的浓度为0.01-0.03摩尔/升。由此，上述化合物浓度有利于用旋涂法制备合适厚度的空穴注入层薄膜，进一步提高了有机发光器件的使用性能。

[0015] 根据本发明的实施例，上面所述的制备有机发光器件的方法进一步包括：对旋涂在所述阳极上的所述混合溶液进行退火处理，所述退火处理的温度为60-100摄氏度，所述退火处理的时间为0.5-3分钟。由此，所述退火温度较低，有利于制备柔性有机发光器件，并且降低了能耗和生产成本。

[0016] 根据本发明的实施例，上面所述的制备有机发光器件的方法中，所述空穴注入层、所述空穴传输层、所述发光层以及所述电子传输层，是分别独立地由溶液制程形成的。由此，可实现全溶液制备有机发光器件，简化了生产工艺，降低了生产成本。

附图说明

[0017] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0018] 图1显示了根据本发明一个实施例的有机发光器件的结构示意图;

[0019] 图2显示了根据本发明另一个实施例的有机发光器件的结构示意图;

[0020] 图3显示了根据本发明实施例和对比例的XRD物相表征图;

[0021] 图4显示了根据本发明实施例和对比例的透光率图;

[0022] 图5显示了根据本发明实施例的原子力显微镜图测试结果图;

[0023] 图6~9显示了根据本发明实施例和对比例的不同材料作为空穴注入层的有机发光器件发光性能对比图;

[0024] 图10显示了根据本发明实施例和对比例的不同材料作为空穴注入层的有机发光器件的寿命对比图。

具体实施方式

[0025] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0026] 在本发明的一个方面,本发明提出了一种化合物在制备有机发光器件的空穴注入层中的用途,该化合物的化学通式为 ABX_3 ,其中,A为选自甲胺、乙烯胺、铯的一种;B为选自铅、锡的一种;X为选自氯、溴、碘的至少之一。该化合物用于制备空穴注入层,可以提高有机发光器件的发光性能和使用寿命,降低能耗和生产成本,并且可实现全溶液制备多层有机发光器件。

[0027] 发明人发现,该化合物的价带值通常为5.4eV左右,利用该化合物制备空穴注入层,可以较好地降低ITO与HTL之间的能级差,从而使ITO与HTL之间的空穴注入能力增强,提升了有机发光器件的发光性能。并且该化合物具有的甲基、卤素以及氨基容易使得ITO表面功能化,从而使得该化合物与ITO形成较强的表面作用力,又因为该化合物具有较强的电荷迁移率,合适的能级使得空穴较容易注入,导致发光器件的工作电压降低,从而降低能耗。

[0028] 发明人还发现,该化合物易溶于有机溶剂,因此可以在制备有机发光器件的过程中避免与水接触,因而杜绝了有机发光器件中水分的存在,保护其他导电层,从而提高了有机发光器件的使用寿命。并且该化合物难溶于极性较低的有机溶剂,如氯苯、乙醚等。上述有机溶剂配制的溶液,可以利用旋涂法等方式实现成膜制备,从而使采用该化合物制备空穴注入层的有机发光器件,可以采用如旋涂法等全溶液制程制备。由此,有利于简化生产工艺。

[0029] 发明人进一步发现,该化合物可选用旋涂法制备空穴注入层薄膜,因此可以制备出致密、平整的空穴注入层薄膜,从而降低了ITO表面的粗糙度,有利于电荷的传输;同时采用旋涂法制备空穴注入层薄膜时的退火温度较低,使得该化合物可用于制备柔性有机发光器件。并且该化合物制备简单,价格低廉,易于产业化规模生产,降低了生产成本。

[0030] 在本发明的另一个方面,本发明提出了一种有机发光器件。根据本发明的实施例,

参考图1,该有机发光器件100包括:阳极20、空穴注入层30、空穴传输层40、发光层50、电子传输层60以及阴极70。根据本发明的实施例,空穴注入层30设置在阳极20的一侧,空穴传输层40设置在空穴注入层30远离阳极20的一侧,发光层50设置在空穴传输层40远离空穴注入层30的一侧,电子传输层60设置在发光层50远离空穴传输层40的一侧,阴极70设置在电子传输层60远离发光层50的一侧。根据本发明的实施例,空穴注入层30包括化学通式为 ABX_3 的化合物,其中,A为选自甲胺、乙烯胺、铯的一种;B为选自铅、锡的一种;X为选自氯、溴、碘的至少之一。由此,该有机发光器件的发光性能和使用寿命得到较大提升,还可实现全溶液制备。并且所述空穴注入层材料制备简单,价格低廉,易于规模化生产,降低了生产成本。

[0031] 关于采用上述化合物制备空穴注入层的优点,前面已经进行了详细的描述,在此不再赘述。

[0032] 根据本发明的实施例,参考图2,上面所述的有机发光器件100进一步包括以下结构:衬底10,衬底10设置在阳极20远离空穴注入层30的一侧。由此,进一步提高了有机发光器件100的使用性能。需要说明的是,该有机发光器件100的具体类型不受别限制,本领域技术人员可以根据实际情况进行选择。例如,该有机发光器件100可以为顶发射,也可以为底发射。此外,为了进一步提高性能,该有机发光器件可进一步包括空穴阻挡层、电子注入层、电子阻挡层等结构。本领域技术人员可以根据实际需要进行选择。

[0033] 发明人发现,有机发光器件中空穴注入层的厚度是影响其性能的一个很重要的因素。如果空穴注入层太厚,会使到达发光层的空穴数量过少,少于到达发光层的电子数量,从而使空穴与电子的结合效率降低,导致器件的发光效率下降;反之,如果空穴注入层太薄,会使到达发光层的空穴数量偏高,高于到达发光层的电子数量,也会导致器件的发光效率下降。根据本发明的实施例,上面所述的有机发光器件100的所述空穴注入层30的厚度为10~35nm。由此,具有上述厚度的空穴注入层30可以使空穴与电子的注入趋近于相对平衡,从而使空穴与电子在发光层50的结合效率提高,从而,进一步提高所述有机发光器件100的使用性能。

[0034] 在本发明的又一方面,本发明提出了一种制备上面所述的有机发光器件的方法,根据本发明的实施例,该方法包括:

[0035] (1) 形成阳极

[0036] 根据本发明的实施例,在该步骤中,首先形成阳极。阳极材料的功函数较高,有利于空穴的注入。阳极通常由薄而透明且具有半导体特性的氧化铟锡玻璃(ITO)形成,并与电源正极相连。

[0037] (2) 形成空穴注入层

[0038] 根据本发明的实施例,在该步骤中,空穴注入层形成在上面所述的阳极上。由于ITO的功函数较高,使得ITO与空穴传输层之间的能级差较大,不利于空穴从ITO注入空穴传输层,因此可以通过增加空穴注入层的方法来降低ITO和空穴传输层之间的能级差,促进空穴传输。

[0039] 根据本发明的实施例,空穴注入层是通过以下步骤实现的:将 ABX_3 溶于有机溶剂以便形成混合溶液,并将该混合溶液旋涂在阳极上。使用该方法可制备出厚度精确、均匀稳定、表面粗糙度较低的空穴注入层薄膜,并且能耗较低,从而进一步提高了该有机发光器件的使用性能并且降低了生产成本。

[0040] 根据本发明的实施例,制备空穴注入层所用的有机溶剂的具体类型不受特别限制,只要是极性大的有机溶剂均可用于制备该空穴注入层。具体地,该有机溶剂包括氮,氮-二甲基甲酰胺、二甲基亚砷的至少之一。由此,该有机溶剂来源广泛,因此,降低了生产成本。但值得注意的是,该空穴注入层包括的化合物 ABX_3 难溶于极性低或中等极性的有机溶剂,例如氯苯、乙醚等,这在利用旋涂法全溶液制备多层有机发光器件中具有重要意义。

[0041] 根据本发明的实施例,形成空穴注入层时, ABX_3 化合物在所述混合溶液中的浓度为0.01-0.03摩尔/升。由此,上述化合物浓度有利于用旋涂法制备合适厚度的空穴注入层薄膜,进一步提高了有机发光器件的使用性能。发明人经过大量实验发现,当控制 ABX_3 在溶剂中的浓度较低时,有利于利用旋涂法制备厚度适当,且表面平整的空穴注入层薄膜。如前所述,空穴注入层的表面形貌对有机发光器件的性能具有重要影响。发明人发现,当 ABX_3 在溶剂中的浓度不高于0.025摩尔/升时,获得的空穴注入层薄膜表面的高度差可以控制在不超过10nm。

[0042] 根据本发明的实施例,上面所述的制备空穴注入层的方法进一步包括:对旋涂在阳极上的混合溶液进行退火处理,该退火处理的温度为60-100摄氏度,退火处理的时间为0.5-3分钟。由此,该退火处理的退火温度较低,有利于制备柔性有机发光器件,并且降低了能耗和生产成本。

[0043] 根据本发明的实施例,上面所述的制备空穴注入层的方法中,空穴注入层、空穴传输层、发光层以及电子传输层,是分别独立地由溶液制程形成的。由此,可实现有全溶液制备有机发光器件,简化了生产工艺,降低了生产成本。

[0044] (3) 形成空穴传输层

[0045] 根据本发明的实施例,在该步骤中,空穴传输层形成在空穴注入层远离阳极的一侧。空穴传输层可以将阳极空穴传输到发光层,空穴传输层应该具有合适的厚度,使得到达发光层的空穴和电子的数目保持平衡,提升有机发光器件的发光效率。

[0046] (4) 形成发光层

[0047] 根据本发明的实施例,在该步骤中,发光层形成在空穴传输层远离空穴注入层的一侧。阳极空穴和阴极电子在发光层结合,产生光亮,并且依其配方不同产生红、绿和蓝RGB三原色,构成基本色彩。

[0048] (5) 形成电子传输层

[0049] 根据本发明的实施例,在该步骤中,电子传输层形成在发光层远离空穴传输层的一侧。阴极电子要经过电子传输层到达发光层,与阳极空穴结合,

[0050] (6) 形成阴极

[0051] 根据本发明的实施例,在该步骤中,阴极形成在电子传输层远离发光层的一侧。阴极材料的功函数要比较低,以便电子的注入。阴极的常用材料为金属及合金,并将其制成稳定坚固的金属薄膜。阴极和电源负极相连。

[0052] 由此,使用上面所述的方法可以简便制备有机发光器件,且该有机发光器件的发光性能和使用寿命都得到提升,并且降低了能耗和生产成本。

[0053] 下面将结合实施例对本发明的方案进行解释。本领域技术人员将会理解,下面的实施例仅用于说明本发明,而不应视为限定本发明的范围。实施例中未注明具体技术或条件的,按照本领域内的文献所描述的技术或条件或者按照产品说明书进行。所用试剂或仪

器未注明生产厂商者,均为可以通过市面购获得的常规产品。

[0054] 实施例1、制备涂有 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 空穴注入层的阳极

[0055] 采用ITO作为阳极,具体操作步骤如下:

[0056] (1) 以碘化甲胺、碘化铅为原料,溶于氮,氮-二甲基甲酰胺(DMF)溶液中,为了比较不同浓度的 ABX_3 溶液对有机发光器件性能的影响,配制了浓度分别为0.01、0.015、0.02、0.025摩尔/升的 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 溶液。

[0057] (2) 在手套箱无水无氧保护气氛下,在ITO阳极上采用旋涂法制备 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 空穴注入层薄膜。旋涂仪转速定为4000rpm/s,保持40秒,加速度设为800rpm/s。

[0058] (3) 旋涂完毕,将涂有的 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 薄膜的ITO置于60℃和100℃分别退火1分钟。

[0059] 对比例1、制备没有空穴注入层的阳极

[0060] 采用ITO作为阳极,不作任何修饰。

[0061] 对比例2、制备涂有PEDOT:PSS空穴注入层的阳极

[0062] 采用ITO作为阳极,采用PEDOT:PSS作为空穴注入层材料,通过旋涂法制备涂有PEDOT:PSS空穴注入层的阳极。。

[0063] 实施例2、制备 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 作为空穴注入层的有机发光器件

[0064] 该有机发光器件结构中ITO作为阳极, $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 作为空穴注入材料,NPB作为空穴传输材料, Alq_3 为发光材料, LiF 作为电子传输材料, Al 作为阴极。根据实施例1的步骤(1)配制浓度分别为0.01、0.015、0.02、0.025摩尔/升的 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 溶液,分别以不同浓度的 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 溶液为空穴注入材料,在ITO与NPB之间采用旋涂方法制备不同厚度的 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 空穴注入层,具体方法与实施例1的步骤(2)和步骤(3)相同,之后采用紫外固化胶进行封装,并进行性能测试。

[0065] 对比例3:制备无空穴注入层的有机发光器件

[0066] 其他步骤同实施例2,所不同的是,该有机发光器件不含有空穴注入层。

[0067] 对比例4:制备PEDOT:PSS作为空穴注入层的有机发光器件

[0068] 其他步骤同实施例2,所不同的是,采用PEDOT:PSS作为空穴注入材料。

[0069] 空穴注入层性能测试

[0070] (1) X射线衍射(XRD)物相表征:

[0071] 采用实施例1及对比例1的分别涂有不同厚度 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 薄膜的ITO以及未作任何修饰的ITO的XRD衍射图如图3所示。参考图3中的(a),涂有不同厚度 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 薄膜的ITO比未作任何修饰的ITO在 2θ 为 14° 和 28.5° 时多出了两组特征峰,即为 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 薄膜的特征峰。参考图3中的(b),自下而上分别为裸ITO、涂有12nm、22nm、26nm以及32nm厚 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 薄膜的ITO在 2θ 为 14° 和 28.5° 时的特征峰强度逐渐增强。

[0072] (2) 透光率测试:

[0073] 有机发光器件阳极的透光率是影响其性能的重要因素。在阳极上旋涂空穴注入层薄膜后,应当不影响阳极的透光率。

[0074] 采用实施例1和对比例2的分别涂有22nm和32nm厚 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 薄膜的ITO以及涂有PEDOT:PSS薄膜的ITO的透光率图如图4所示。参考图4,涂有22nm厚 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 薄膜的ITO,其在400nm到800nm波长范围的透光率与涂有PEDOT:PSS薄膜的ITO的透光率几乎相等,而涂有32nm厚 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 薄膜的ITO,其透光率在300nm至500nm波长范围时略低于涂有22nm厚

CH₃NH₃PbI₃薄膜的ITO和涂有PEODT:PSS薄膜的ITO,但在500nm至800nm波长范围内,其透光率与涂有22nm厚CH₃NH₃PbI₃薄膜的ITO和涂有PEODT:PSS薄膜的ITO相当,接近于100%。也就是说,ITO在旋涂CH₃NH₃PbI₃薄膜后仍然具有良好的光透过率和使用性能。

[0075] (3) 原子力显微镜 (AFM) 测试:

[0076] 采用实施例1的涂有不同厚度CH₃NH₃PbI₃薄膜的ITO的原子力显微镜图谱以及对应线粗糙度表征图谱如图5所示。图5中的(a)、(b)、(c)和(d)分别对应涂有12nm、22nm、26nm以及32nm厚CH₃NH₃PbI₃薄膜的ITO的原子力显微镜图谱以及对应线粗糙度表征图谱。参考图5中的(a)、(b)、(c)和(d),涂有12nm、22nm、26nm以及32nm厚CH₃NH₃PbI₃薄膜的ITO其线粗糙度均很小,薄膜表面的高度差在10nm左右,说明把CH₃NH₃PbI₃旋涂在ITO阳极上作为空穴注入层时,形成的薄膜结构很均匀平整,性能良好。其中,涂有22nm厚CH₃NH₃PbI₃薄膜的ITO的线粗糙度最小,薄膜表面高度差不超过10nm,说明22nm厚的CH₃NH₃PbI₃薄膜作为空穴注入层具有最佳的表面性能。

[0077] 有机发光器件性能测试

[0078] (1) 发光性能测试:

[0079] 采用实施例2以及对比例3和对比例4的不同材料作为空穴注入层的有机发光器件的发光性能测试如图6以及图7所示。图6以及图7分别对不同材料作为空穴注入层的有机发光器件进行了不同电压和不同电流密度下的发光亮度测试,从图中可以看出,在电压和电流密度较高的条件下,CH₃NH₃PbI₃(即图中所示出的不同厚度的钙钛矿(perovskite)材料)作为空穴注入层的有机发光器件的发光亮度高于PEDOT:PSS以及无空穴注入层(no buffer layer)的有机发光器件,并且22nm厚CH₃NH₃PbI₃作为空穴注入层的有机发光器件具有最优的发光亮度。参考图8,对不同材料作为空穴注入层的有机发光器件进行了电流效率测试,从图中可以看出,CH₃NH₃PbI₃作为空穴注入层的有机发光器件,其电流效率比较稳定,随着电流密度的增加,能稳定在较高的值,并且,CH₃NH₃PbI₃空穴注入层厚度为22nm和26nm时具有最佳的电流效率。而PEDOT:PSS以及无空穴注入层的有机发光器件,其电流效率随着电流密度的增加,有较为明显的下降。参考图9,对22nm厚CH₃NH₃PbI₃作为空穴注入层的有机发光器件进行了发光强度测试。从图中可以看出,在电压为7.7V时,该有机发光器件有最高的发光强度。综合可知,用CH₃NH₃PbI₃作为空穴注入层,尤其是22nm厚CH₃NH₃PbI₃作为空穴注入层后,有机发光器件的发光性能得到大幅提升。

[0080] (2) 寿命测试:

[0081] 采用实施例2以及对比例3和对比例4的不同材料作为空穴注入层的有机发光器件的寿命对比图如图10所示。参考图10中的(a),22nm厚CH₃NH₃PbI₃作为空穴注入层的有机发光器件,随着时间的增加,其发光强度降低的比较缓慢,并且参考图10中的(b),随着时间的增加,其工作电压相对较低。综合可知,22nm厚CH₃NH₃PbI₃作为空穴注入层的有机发光器件,其使用寿命要高于PEDOT:PSS以及无空穴注入层的有机发光器件。

[0082] 不同厚度CH₃NH₃PbI₃作为空穴注入层的有机发光器件、PEDOT:PSS作为空穴注入层的有机发光器件以及无空穴注入层的有机发光器件的性能参数如表1所示。从表1可知,用CH₃NH₃PbI₃作为空穴注入层,尤其是22nm厚CH₃NH₃PbI₃作为空穴注入层后,有机发光器件的启亮电压降低,有利于降低能耗,且该器件的最大荧光强度也大幅提高。并且26nm厚CH₃NH₃PbI₃作为空穴注入层后有机发光器件的最大能量效率也显著提高。

[0083] 表1

阳极缓冲层	$\lambda_{EL,max}^a$ (nm)	CIE ^b (x, y)	$V_{turn-on}^c$ (V)	LE_{max}^d (cd A ⁻¹)	PE_{max}^e (lm W ⁻¹)	L_{max}^f (cd m ⁻²)
无缓冲层	530	0.302, 0.537	2.7	2.842	1.92	6772
PEDOT:PSS	530	0.321, 0.546	3.0	3.441	2.881	12370
12nm CH ₃ NH ₃ PbI ₃	530	0.306, 0.533	2.7	2.445	1.165	12080
22nm CH ₃ NH ₃ PbI ₃	530	0.316, 0.536	2.5	3.242	1.969	19110
26nm CH ₃ NH ₃ PbI ₃	530	0.329, 0.533	2.6	2.120	3.210	17680
32nm CH ₃ NH ₃ PbI ₃	530	0.331, 0.536	2.6	2.932	1.210	16050

[0085] 注:a:最大发射光谱波长,b:色坐标值,c:在1坎德拉/平方米时记录的启亮电压,d:最大荧光效率,e:最大能量效率,f:最大荧光强度。

[0086] 在本发明的描述中,术语“上”、“下”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明而不是要求本发明必须以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0087] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“另一个实施例”等的描述意指结合该实施例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对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一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。另外,需要说明的是,本说明书中,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。

[0088] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

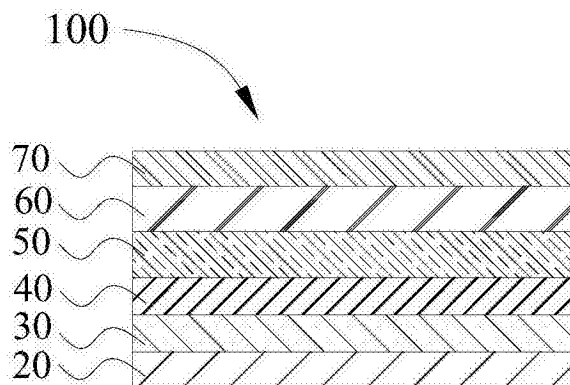


图1

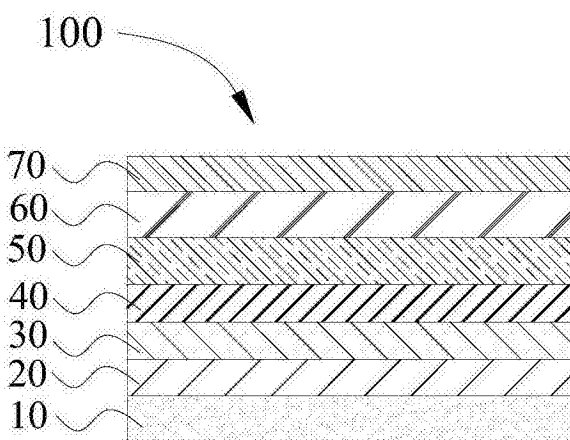


图2

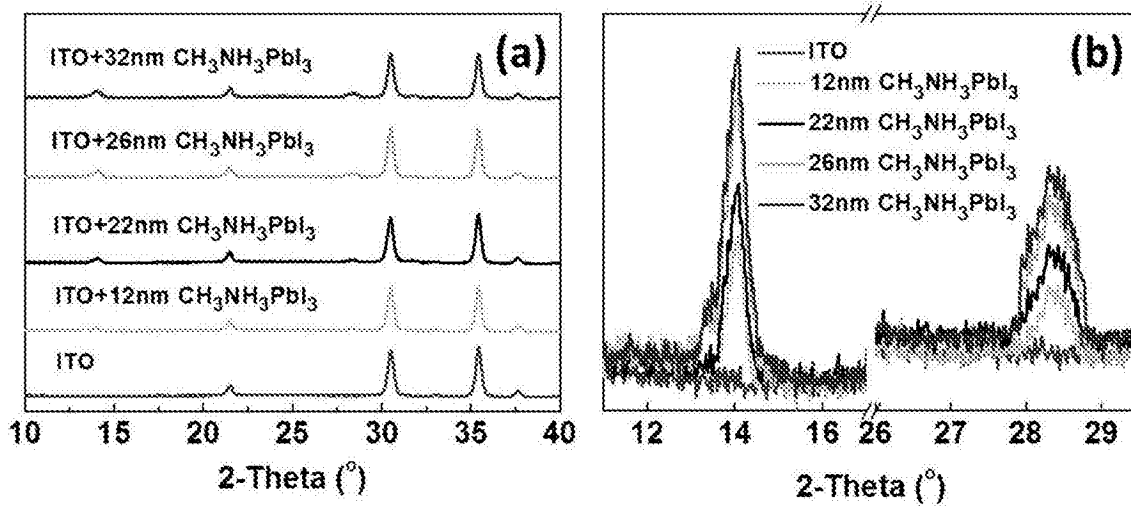


图3

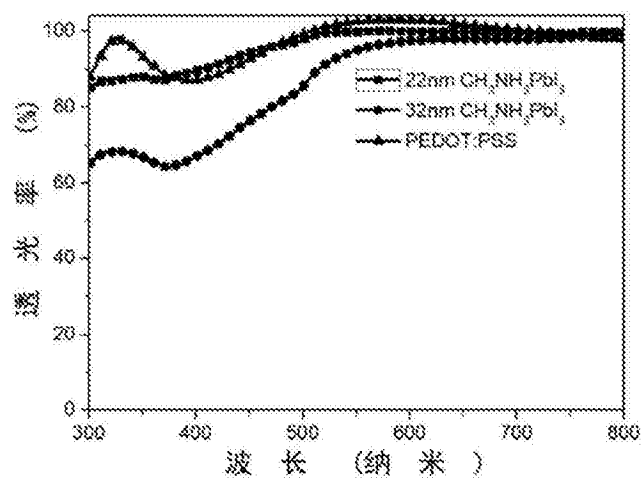


图4

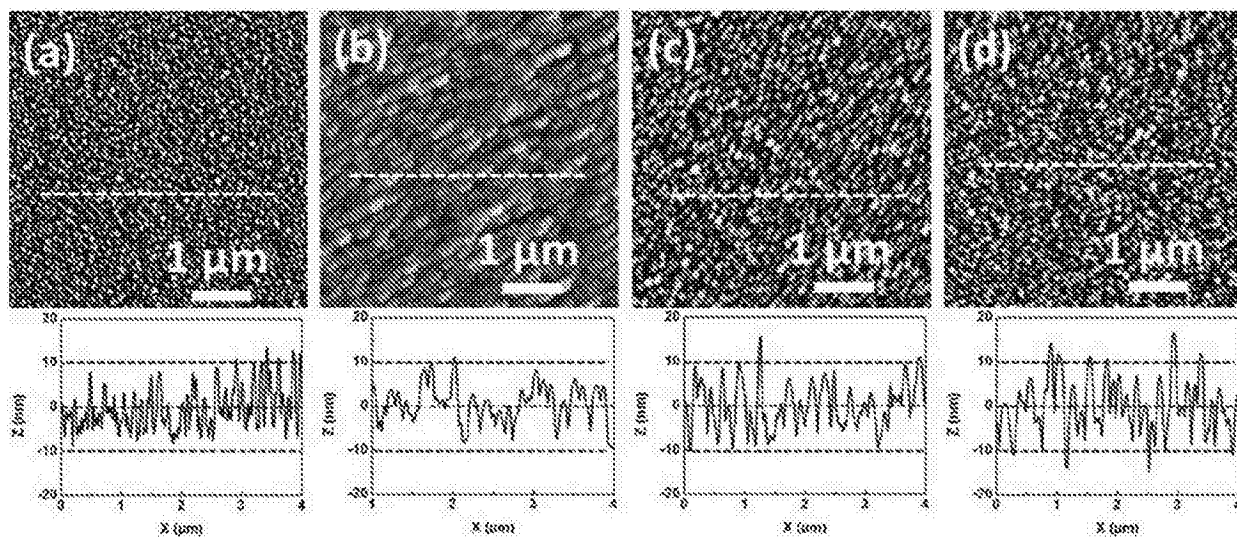


图5

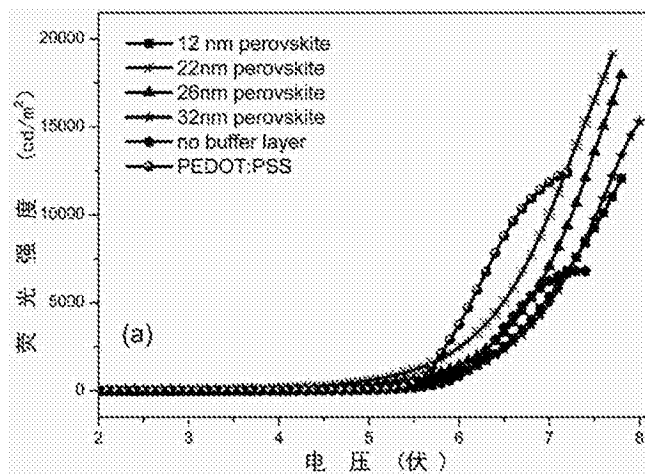


图6

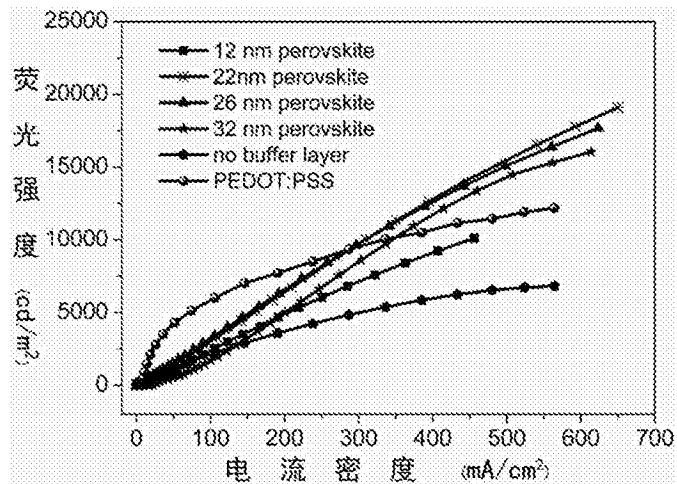


图7

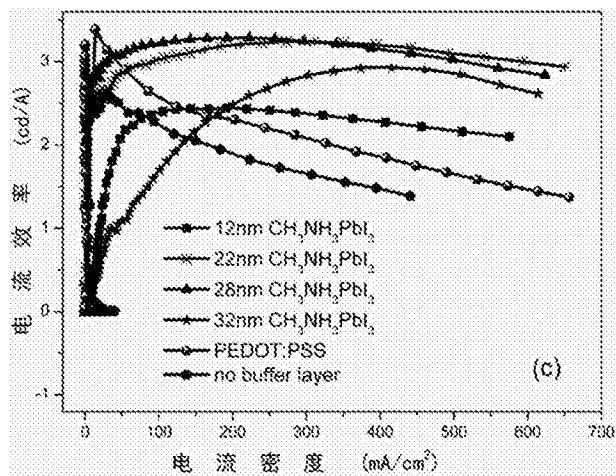


图8

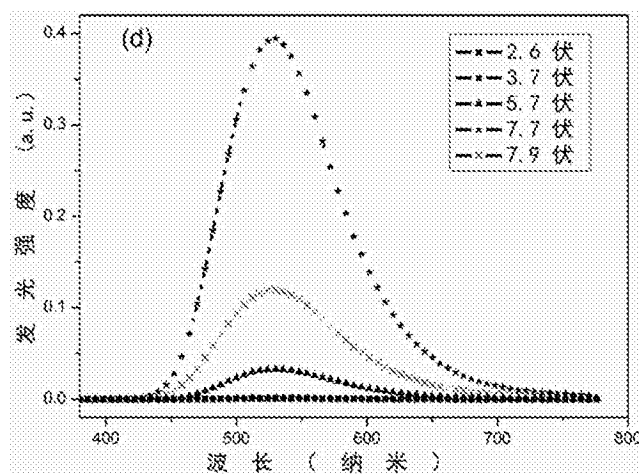


图9

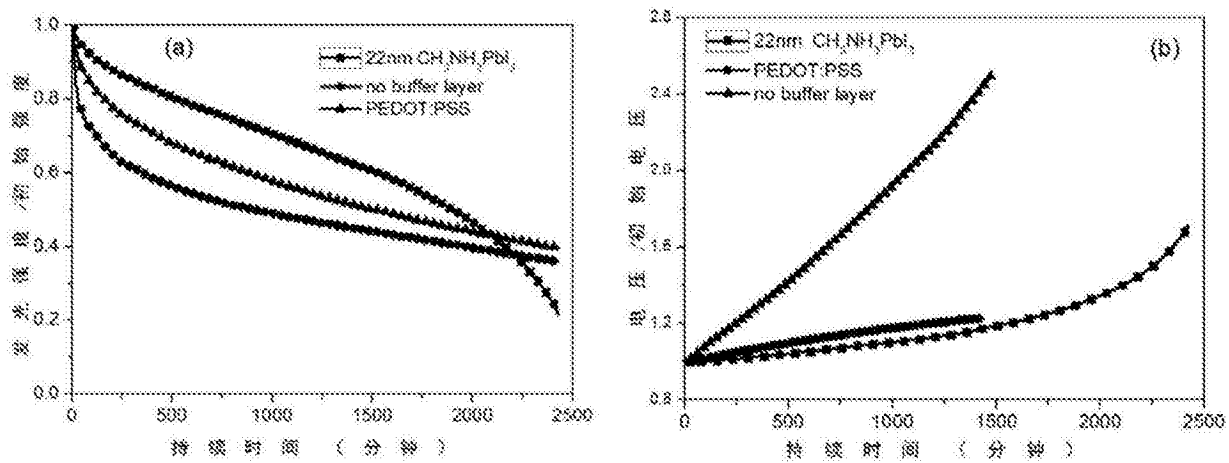


图10

专利名称(译)	化合物及用途、有机发光器件及其制备方法		
公开(公告)号	CN107887519A	公开(公告)日	2018-04-06
申请号	CN201710947950.9	申请日	2017-10-12
[标]申请(专利权)人(译)	南方科技大学		
申请(专利权)人(译)	南方科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	南方科技大学		
[标]发明人	许宗祥 冯垚淼		
发明人	许宗祥 冯垚淼		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/56 H01L51/54		
CPC分类号	H01L51/5088 H01L51/0032 H01L51/56		
代理人(译)	赵天月		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了化合物及用途、有机发光器件及其制备方法。具体地，本发明涉及一种化合物在制备有机发光器件的空穴注入层中的用途，其中，所述化合物的化学通式为ABX₃，其中，A为选自甲胺、乙烯胺、铯的一种；B为选自铅、锡的一种；X为选自氯、溴、碘的至少之一。该化合物的空穴注入能力强，有较强的电荷迁移率，易溶于有机溶剂同时难溶于极性较低的有机溶剂，制备简单，价格低廉，并且可以用旋涂法制备所述空穴注入层。因此，该化合物提升了有机发光器件的发光性能和使用寿命，降低了能耗和生产成本，并且可实现全溶液制备多层有机发光器件。

阳极缓冲层	$\lambda_{\text{EL,max}}^a$ (nm)	CIE ^b (x,y)	$V_{\text{turn-on}}^c$ (V)	LE_{max}^d (cd A ⁻¹)	PE_{max}^e (lm W ⁻¹)	L_{max}^f (cd m ⁻¹)
无缓冲层	530	0.302, 0.537	2.7	2.842	1.92	6772
PEDOT:PSS	530	0.321, 0.546	3.0	3.441	2.881	12370
12nm CH ₃ NH ₃ PbI ₃	530	0.306, 0.533	2.7	2.445	1.165	12080
22nm CH ₃ NH ₃ PbI ₃	530	0.316, 0.536	2.5	3.242	1.969	19110
26nm CH ₃ NH ₃ PbI ₃	530	0.329, 0.533	2.6	2.120	3.210	17680
32nm CH ₃ NH ₃ PbI ₃	530	0.331, 0.536	2.6	2.932	1.210	16050