

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01L 51/30 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480031317.6

[43] 公开日 2006 年 11 月 29 日

[11] 公开号 CN 1871719A

[22] 申请日 2004.10.14

[21] 申请号 200480031317.6

[30] 优先权

[32] 2003.10.22 [33] JP [31] 362510/2003

[32] 2003.10.22 [33] JP [31] 362511/2003

[86] 国际申请 PCT/JP2004/015569 2004.10.14

[87] 国际公布 WO2005/041321 英 2005.5.6

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.24

[71] 申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 篠原祐治 篠原誉

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 王 玮

权利要求书 4 页 说明书 41 页 附图 1 页

[54] 发明名称

利用超滤和离子交换色谱对空穴传输材料的
纯化

[57] 摘要

在有机 EL 设备中, 如果将电压施加到阳极和阴极上, 空穴在空穴传输层中移动和电子在电子传输层中移动, 和空穴和电子在发光层中复合。在发光层中, 激子通过复合释放的能量而产生, 和激子在返回基态时释放荧光或磷光形式的能量或发光。空穴传输层由空穴传输材料形成, 其中分子量为 5,000 或更低的非离子杂质的量, 或分子量为 5,000 或更低的阴离子杂质, 阳离子杂质和非离子杂质的量被调节至较小, 这样抑制有机 EL 设备的发光亮度下降。

1.一种在有机EL设备中用于具有传输空穴功能的层的空穴传输材料,所述空穴传输材料特征在于,如果空穴传输材料溶解或分散在液体中使得其浓度变为2.0 wt%,那么该液体包含分子量为5,000或更低的非离子杂质,但其中非离子杂质的含量是40 ppm或更低。

2.权利要求1所要求的空穴传输材料,其中非离子杂质主要包括在合成空穴传输材料时形成和/或混入的那些。

3.权利要求1所要求的空穴传输材料,其中非离子杂质包括多元醇和杂环芳族化合物中的至少一种。

4.权利要求1所要求的空穴传输材料,其中空穴传输材料包括至少一种选自以下的化合物:噻吩/苯乙烯磺酸盐-基化合物,芳基环烷烃-基化合物,芳基胺-基化合物,亚苯基二胺-基化合物,咔唑-基化合物,茈-基化合物,噁唑-基化合物,三苯基甲烷-基化合物,吡唑啉-基化合物,汽油(benzine)-基化合物,三唑-基化合物,咪唑-基化合物,噁二唑-基化合物,蒽-基化合物,茱酮-基化合物,苯胺-基化合物,硅烷-基化合物,噻吩-基化合物,吡咯-基化合物,茱-基化合物,卟啉-基化合物,喹吖啶酮-基化合物,酞菁-基化合物,萘菁-基化合物,和联苯胺-基化合物。

5.权利要求1所要求的空穴传输材料,其中空穴传输材料包含聚(噻吩/苯乙烯磺酸盐)-基化合物作为其主要组分,并且其中当空穴传输材料溶解或分散在液体中使得其浓度变为2.0 wt%时,该液体包含分子量为5,000或更低的非离子杂质,但相对于1,000个苯乙烯单元,非离子杂质在其中的含量是6或更低。

6.权利要求5所要求的空穴传输材料,其中非离子杂质的数目和苯乙烯单元的数目由该液体的¹H-NMR分析所得光谱的峰的面积测定。

7.权利要求5所要求的空穴传输材料,其中聚(噻吩/苯乙烯磺酸盐)-基化合物具有1:5至1:50的噻吩与苯乙烯磺酸盐的重量比。

8.权利要求1所要求的空穴传输材料,其中空穴传输材料的体积电阻率是10Ω·cm或更大。

9.具有传输空穴的功能并且被提供在有机EL设备中的层,其中所述层特征在于包含分子量为5,000或更低的非离子杂质,但非离子杂质的量是2,000 ppm或更低。

10.具有传输空穴的功能并且被提供在有机EL设备中的层,所述层由包含聚(噻吩/苯乙烯磺酸盐)-基化合物作为其主要组分的空穴传输材料形成,其中该层包含分子量为5,000或更低的非离子杂质,但相对于1000个苯乙烯单元,非离子杂质在其中的含量是6或更低。

11.权利要求10所要求的层,其中非离子杂质的数目和苯乙烯单元的数目由该层的¹H-NMR分析所得光谱的峰的面积测定。

12.具有传输空穴的功能并且被提供在有机EL设备中的层,所述层特征在于由包含权利要求1所述空穴传输材料作为其主要组分的材料形成。

13.一种有机EL设备,具有描述于权利要求9的层。

14.一种制造描述于权利要求1的空穴传输材料的方法,所述方法包括如下步骤:

制备其中空穴传输材料溶解或分散在溶剂或分散介质中的溶液或分散液;

使用用于分离或去除非离子杂质的去除装置分离或去除分子量为5,000或更低的非离子杂质;和

从所述液体中去除溶剂或分散介质,由此精制空穴传输材料。

15.权利要求14所要求的制造空穴传输材料的方法,其中去除装置包括超滤膜。

16.一种在有机EL设备中用于具有传输空穴功能的层的空穴传输材料,所述空穴传输材料特征在于,如果空穴传输材料溶解或分散在液体中使得其浓度变为2.0 wt%,那么所述液体包含分子量为5,000或更低的阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质,但阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质在其中的含量分别是30 ppm或更低,30 ppm或更低和40 ppm或更低。

17.权利要求16所要求的空穴传输材料,其中当空穴传输材料溶解或分散在液体中使得其浓度变为2.0 wt%时,阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质在其中的总含量是90 ppm或更低。

18.权利要求16所要求的空穴传输材料,其中阴离子杂质包括硫酸根离

子,甲酸根离子,草酸根离子和乙酸根离子中的至少一种。

19.权利要求16所要求的空穴传输材料,其中阳离子杂质主要包括金属离子。

20.权利要求19所要求的空穴传输材料,其中金属离子包括属于周期表Ia族,IIa族,VIa族,VIIa族,VIII族和IIb族的金属的至少一种金属离子。

21.权利要求16所要求的空穴传输材料,其中非离子杂质主要包括在合成空穴传输材料时形成和/或混入的那些。

22.权利要求16所要求的空穴传输材料,其中非离子杂质包括多元醇和杂环芳族化合物中的至少一种。

23.权利要求16所要求的空穴传输材料,其中空穴传输材料的体积电阻率是 $10\Omega\cdot\text{cm}$ 或更大。

24.权利要求16所要求的空穴传输材料,其中空穴传输材料包括至少一种选自以下的化合物:噻吩/苯乙烯磺酸盐-基化合物,芳基环烷烃-基化合物,芳基胺-基化合物,亚苯基二胺-基化合物,呋唑-基化合物,茈-基化合物,噁唑-基化合物,三苯基甲烷-基化合物,吡唑啉-基化合物,汽油-基化合物,三唑-基化合物,咪唑-基化合物,噁二唑-基化合物,蒽-基化合物,芴酮-基化合物,苯胺-基化合物,硅烷-基化合物,噻吩-基化合物,吡咯-基化合物,芴-基化合物,卟啉-基化合物,喹吖啶酮-基化合物,酞菁-基化合物,蔡菁-基化合物,和联苯胺-基化合物。

25.权利要求16所要求的空穴传输材料,其中空穴传输材料包含聚(噻吩/苯乙烯磺酸盐)-基化合物作为其主要组分。

26.权利要求25所要求的空穴传输材料,其中聚(噻吩/苯乙烯磺酸盐)-基化合物具有1:5至1:50的噻吩与苯乙烯磺酸盐的重量比。

27.具有传输空穴的功能并且被提供在有机EL设备中的层,其中该层特征在于包含分子量为5,000或更低的阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质,但阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质的量分别是1,500 ppm或更低,1500 ppm或更低和2,000 ppm或更低。

28.权利要求27所要求的层,其中阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质的总量是4,500 ppm或更低。

29.具有传输空穴的功能并且被提供在有机EL设备中的层,所述层特征

在于由包含权利要求1所述空穴传输材料作为其主要组分的材料形成。

30.一种具有权利要求27所述的层的有机EL设备。

31.一种制造权利要求16所述空穴传输材料的方法，所述方法包括如下步骤：

制备其中空穴传输材料溶解或分散在溶剂或分散介质中的溶液或分散液；

使用用于分离或去除阴离子杂质的第一去除装置，用于分离或去除阳离子杂质的第二去除装置，和用于分离或去除非离子杂质的第三去除装置基本上同时或接续地分离或去除分子量为5,000或更低的阴离子杂质，阳离子杂质和非离子杂质；和

从所述液体中去除溶剂或分散介质，由此精制空穴传输材料。

32.权利要求31所要求的制造空穴传输材料的方法，其中第三去除装置包括超滤膜。

利用超滤和离子交换色谱对空穴传输材料的纯化

技术领域

本发明涉及用于能够在有机电致发光设备(元件)中传输空穴的层的空穴传输材料,具有传输空穴的功能的层,有机电致发光设备和制造该空穴传输材料的方法。

背景技术

已知一种有机电致发光设备(以下称作"有机EL设备")。在有机EL设备的结构中,至少一发光有机层(有机电致发光层)被提供在阴极和阳极之间。这种有机EL设备与无机EL设备相比可明显减少所要施加的电压。另外,也可制造可提供各种发光颜色的设备。

目前,为了得到较高性能的有机EL设备,正在积极进行各种研究以开发和改进所用的材料以及其设备结构。

迄今,已经开发出可提供各种发光颜色的有机EL设备或具有高亮度和高效率的有机EL设备,而且为了实现其各种实际用途如在显示器的图像元件或光源中的应用,正进一步进行研究。

但考虑到实际用途,现有有机EL设备仍存在问题,其发光亮度在长期使用下降或变差,因此需要确立用于解决该问题的技术措施。

至于用于抑制有机EL设备的发光亮度下降的方法,已经提出了一种使用高纯度有机化合物的方法(参见日本专利公开No.2002-175885,例如)。日本专利公开No.2002-175885公开了一种有机EL设备,其中包含在该设备构成材料中的含卤化合物(杂质)的含量被低于1,000 ppm,这样抑制在其长期使用时出现的发光亮度下降。

但尚未确立有机EL设备的发光亮度下降和包含在所用成分材料中的杂质的种类和其含量之间关系的特定指数。因此,正在进行进一步研究以

实现实际使用。

发明内容

本发明的一个目的因此是提供一种可抑制有机EL设备的发光亮度下降的空穴传输材料,层和有机电致发光设备,和制造该空穴传输材料的方法。

为了实现该目的,本发明涉及一种用于能够在有机EL设备中传输空穴的层的空穴传输材料,所述空穴传输材料特征在于,如果空穴传输材料溶解或分散在液体中使得其浓度变为2.0 wt%,那么该液体包含分子量为5,000或更低的非离子杂质,但非离子杂质在其中的含量是40 ppm或更低。

根据上面描述的本发明,可提供一种可抑制有机EL设备的发光亮度下降的空穴传输材料。

在上述的空穴传输材料中优选的是,非离子杂质主要包括在合成空穴传输材料时形成和/或混入的那些。通过去除这些非离子杂质,可提供一种可更可靠地抑制有机EL设备的发光亮度下降的空穴传输材料。

另外,在上述的空穴传输材料中优选的是,非离子杂质包括多元醇和杂环芳族化合物中的至少一种。所有这些非离子杂质具有非常高的与空穴传输材料的反应性,这样它们尤其易于使空穴传输材料变质。因此,通过去除这些非离子杂质,可提供一种可更可靠地抑制有机EL设备的发光亮度下降的空穴传输材料。

另外,还优选的是,空穴传输材料包括至少一种选自以下的化合物:噻吩/苯乙烯磺酸盐-基化合物,芳基环烷烃-基化合物,芳基胺-基化合物,亚苯基二胺-基化合物,咔唑-基化合物,茈-基化合物,噁唑-基化合物,三苯基甲烷-基化合物,吡唑啉-基化合物,汽油(benzine)-基化合物,三唑-基化合物,咪唑-基化合物,噁二唑-基化合物,葱-基化合物,茆酮-基化合物,苯胺-基化合物,硅烷-基化合物,噻吩-基化合物,吡咯-基化合物,茆(florene)-基化合物,卟啉-基化合物,喹吖啶酮(quinacridon)-基化合物,酞菁-基化合物,萘菁-基化合物,和联苯胺-基化合物。这是由于所有这些化合物具有尤其高的空穴传输能力。

另外,还优选的是,空穴传输材料包含聚(噻吩/苯乙烯磺酸盐)-基化合物作为其主要组分,和其中如果空穴传输材料溶解或分散在液体中使得其浓度变为2.0 wt%,那么液体包含分子量为5,000或更低的非离子杂质,但非离子杂质在其中的含量是6或更低,相对1,000个苯乙烯单元。这也使得可提供一种可更可靠地抑制有机EL设备的发光亮度下降的空穴传输材料。

在这种情况下优选的是,非离子杂质的数目和苯乙烯单元的数目由通过液体的¹H-NMR分析而得到的光谱中的峰的面积而确定。这样可在短时间内容易地 and 精确地测量非离子杂质在空穴传输材料中的量。

另外,在上述的空穴传输材料中,优选的是,聚(噻吩/苯乙烯磺酸盐)-基化合物具有1:5至1:50的噻吩与苯乙烯磺酸盐的重量比。这样可实现较高的空穴传输能力。

另外,在上述的空穴传输材料中,优选的是,空穴传输材料的体电阻率是10Ω·cm或更大。这样可提供具有较高发光效率的有机EL设备。

本发明的另一方面还涉及一种具有传输空穴的功能和被提供在有机EL设备中的层,其中所述层特征在于包含分子量为5,000或更低的非离子杂质,但非离子杂质的量是2,000 ppm或更低。通过使用这种层,可提供可抑制发光亮度下降的有机EL设备。

另外,本发明还涉及一种具有传输空穴的和被提供在有机电致发光设备中的层,所述层由包含聚(噻吩/苯乙烯磺酸盐)-基化合物作为其主要组分的空穴传输材料形成,其中所述层包含分子量为5,000或更低的非离子杂质,但非离子杂质在其中的含量是6或更低,相对1000个苯乙烯单元。这样也可提供可抑制发光亮度下降的有机EL设备。

在上述的层中,优选的是,非离子杂质的数目和苯乙烯单元的数目由通过该层的¹H-NMR分析而得到的光谱中的峰的面积而确定。这样可在短时间内容易地 and 精确测量非离子杂质在空穴传输层中的量。

本发明还涉及具有传输空穴的功能和被提供在有机电致发光设备中的层,所述层特征在于由包含描述于权利要求1的空穴传输材料作为其主要组分的材料形成。通过使用这种层,可提供可抑制发光亮度下降的有机EL设备。

本发明的其它方面涉及具有上述层的有机电致发光设备。这种有机EL设备可具有高性能。

本发明的其它方面涉及一种制造描述于权利要求1的空穴传输材料的方法,所述方法包括步骤:制备其中空穴传输材料溶解或分散在溶剂或分散介质中的溶液或分散液;使用用于分离或去除非离子杂质的去除装置分离或去除分子量为5,000或更低的非离子杂质;和从液体中去除溶剂或分散介质,这样精制该空穴传输材料。

根据上述的本发明制造方法,可在短时间内容易地和精确去除空穴传输层中的非离子杂质。

在该方法中优选的是,去除装置包括超滤膜。这样可仅通过合适选择所用的超滤膜的种类而有效地和可靠地去除目标非离子杂质。

除了以上所述,本发明还涉及一种用于能够在有机EL设备中传输空穴的层的空穴传输材料,所述空穴传输材料特征在于,如果空穴传输材料溶解或分散在液体中使得其浓度变为2.0 wt%,那么该液体包含分子量为5,000或更低的阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质,但阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质在其中的含量分别是30 ppm或更低,30 ppm或更低和40 ppm或更低。

根据上面描述的本发明,可抑制有机EL设备的发光亮度下降。

在本发明的空穴传输材料中优选的是,如果空穴传输材料溶解或分散在液体中使得其浓度变为2.0 wt%,那么阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质在其中的总含量是90 ppm或更低。这样可更可靠地抑制有机EL设备的发光亮度下降。

在上述的空穴传输材料中优选的是,阴离子杂质包括硫酸根离子,甲酸根离子,草酸根离子和乙酸根离子中的至少一种。所有这些离子具有非常高的与空穴传输材料的反应性,这样它们尤其易于使空穴传输材料变质。因此,通过去除这些离子,可提供一种可更可靠地抑制有机EL设备的发光亮度下降的空穴传输材料。

另外,在上述的空穴传输材料中,优选的是,阳离子杂质主要包括金属离子。

通过去除这种金属离子,可得到可更可靠地抑制有机EL设备的发光亮

度下降的空穴传输材料。

在这种情况下优选的是，金属离子包括属于周期表的Ia族，IIa族，VIa族，VIIa族，VIII族和IIb族的金属的金属离子中的至少一种。通过去除这些金属离子，尤其显著地表现出抑制有机EL设备的发光亮度下降的作用。

另外，在上述的空穴传输材料中优选的是，非离子杂质主要包括在合成空穴传输材料时形成和/或混入的那些。通过去除这些非离子杂质，可得到一种可更可靠地抑制有机EL设备的发光亮度下降的空穴传输材料。

另外，还优选的是，非离子杂质包括多元醇和杂环芳族化合物中的至少一种。所有这些非离子杂质具有非常高的与空穴传输材料的反应性，这样它们尤其易于使空穴传输材料变质。

因此，通过去除这些非离子杂质，可得到一种可更可靠地抑制有机EL设备的发光亮度下降的空穴传输材料。

另外，在上述的空穴传输材料中优选的是，空穴传输材料的体积电阻率是 $10\Omega\cdot\text{cm}$ 或更大。这样可提供具有较高发光效率的有机EL元件。

另外，在本发明中，优选的是，空穴传输材料选自噻吩/苯乙烯磺酸-基化合物，芳基环烷烃-基化合物，芳基胺-基化合物，亚苯基二胺-基化合物，呋唑-基化合物，茈-基化合物，噁唑-基化合物，三苯基甲烷-基化合物，吡唑啉-基化合物，汽油（benzine）-基化合物，三唑-基化合物，咪唑-基化合物，噁二唑-基化合物，蒽-基化合物，茱酮-基化合物，苯胺-基化合物，硅烷-基化合物，噻吩-基化合物，吡咯-基化合物，茱-基化合物，卟啉-基化合物，喹吖啶酮-基化合物，酞菁-基化合物，萘菁-基化合物，和联苯胺-基化合物。所有这些化合物具有高空穴传输能力。

另外，在本发明中，还优选的是，空穴传输材料包含聚(噻吩/苯乙烯磺酸)-基化合物作为其主要组分。该化合物是优选的，因为它具有尤其高的空穴传输能力。

在这种情况下优选的是，聚(噻吩/苯乙烯磺酸)-基化合物具有1:5至1:50的噻吩与苯乙烯磺酸的重量比。这样可提供具有较高空穴传输能力的空穴传输材料。

本发明的另一方面涉及具有传输空穴的功能和被提供在有机电致发光设备中的层，其中所述层特征在于包含分子量为5,000或更低的阴离子杂

质, 阳离子杂质和非离子杂质, 但阴离子杂质, 阳离子杂质和非离子杂质的量分别是1, 500 ppm或更低, 1, 500 ppm或更低和2, 000 ppm或更低。通过使用这种层, 可提供可抑制发光亮度下降的有机EL设备。

在本发明的层中, 优选的是, 阴离子杂质, 阳离子杂质和非离子杂质的总量是4, 500 ppm或更低。这样可更可靠地抑制有机EL设备的发光亮度下降。

本发明还涉及具有传输空穴的功能和被提供在有机电致发光设备中的层, 所述层特征在于由包含上述的空穴传输材料作为其主要组分材料形成。通过使用这种层, 可提供可抑制发光亮度下降的有机EL设备。

本发明的其它方面涉及特征在于具有上述本发明层的有机EL设备。这种有机EL设备可具有较高性能。

本发明的其它方面涉及一种制造上述根据本发明的空穴传输材料的方法, 所述方法包括如下步骤:

制备其中空穴传输材料溶解或分散在溶剂或分散介质中的溶液或分散液;

使用用于分离或去除阴离子杂质的第一去除装置, 用于分离或去除阳离子杂质的第二去除装置, 和用于分离或去除非离子杂质的第三去除装置, 基本上同时或接续地, 分离或去除分子量为5, 000或更低的阴离子杂质, 阳离子杂质和非离子杂质; 和

从液体中去除溶剂或分散介质, 这样精制该空穴传输材料。

根据上述的本发明制造方法, 可相对容易地和在相对短的时间内从空穴传输材料中去除非离子杂质。

在该制造方法中, 优选的是, 第三去除装置包括超滤膜。这样可仅通过合适选择所用的超滤膜的种类而有效地和可靠地去除目标非离子杂质。

本发明的这些和其它目的, 结构和结果根据以下对优选实施方案的详细描述并结合附图进行理解而变得更加清晰。

附图说明

图1是显示有机EL设备的一个例子的横截面视图。

具体实施方式

首先,在讨论本发明的空穴传输材料,层,有机电致发光设备,和制造这种空穴传输材料的方法的细节之前,描述具有空穴传输层的有机电致发光设备(有机EL设备)的一个例子,所述层使用本发明的空穴传输材料而形成。

<有机EL设备>

图1是显示有机EL设备的一个例子的横截面视图。

图1所示的有机EL设备1包括透明基材2,提供在基材2上的阳极3,提供在阳极3上的有机EL层4,提供在有机EL层4上的阴极5和提供用于覆盖这些层3,4和5的保护层6。

基材2用作有机EL设备1的载体,和上述层在基材2上形成。

作为基材2的成分材料,可使用具有光传输性能和良好的光学性能的材料。

这种材料的例子包括各种树脂材料如聚对苯二甲酸乙二醇酯,聚萘二甲酸乙二醇酯,聚丙烯,环烯烃聚合物,聚酰胺,聚醚砜,聚甲基丙烯酸甲酯,聚碳酸酯,和聚芳基化物,各种玻璃材料,和类似物。这些材料可单个或两种或多种结合使用。

基材2的厚度不限于任何特定值,但优选为约0.1至30 mm,更优选约0.1至10 mm。

阳极3是将空穴注入有机EL层4(即,注入以下描述的空穴传输层41)的电极。另外,该阳极3基本上是透明的(包括无色和透明,着色和透明,或半透明),这样可视觉识别来自有机EL层4(即,来自以下描述的发光层42)的发光。

因此,具有高功函(work function),优异的导电率和光传输性能的材料优选用作阳极3的成分材料(以下,称作"阳极材料")。

这种阳极材料的例子包括氧化物如ITO(氧化锡铟), SnO_2 , 含Sb的 SnO_2 和含Al的 ZnO , Au, Pt, Ag, Cu, 和包含其中两种或多种的合金。这些材料可单个或两种或多种结合使用。

阳极3的厚度不限于任何特定值,但优选为约10至200 nm,更优选约50

至150 nm。如果阳极3的厚度太薄,有可能不充分地表现作为阳极3的功能。另一方面,如果阳极3太厚,透光度有可能因为所用阳极材料的种类,或类似因素而明显下降,这样导致有机EL设备不能适用于实际用途。

可以注意到,导电树脂如聚噻吩,聚吡咯,和类似物例如也可用于阳极材料。

另一方面,阴极5是将电子注入有机EL层4(即,注入以下描述的电子传输层43)的电极。

作为阴极5的成分材料(以下,称作"阴极材料"),优选使用具有低功函的材料。

这种阴极材料的例子包括Li, Mg, Ca, Sr, La, Ce, Er, Eu, Sc, Y, Yb, Ag, Cu, Al, Cs, Rb, 和包含其中两种或多种的合金。这些材料可单个或两种或多种结合使用。

尤其,如果合金用作阴极材料,优选使用包含稳定的金属元素如Ag, Al, 或Cu的合金,具体地MgAg, AlLi, 或CuLi之类的合金。通过使用这种合金作为阴极材料,可提高阴极5的电子注射效率和稳定性。

阴极5的厚度优选为约1 nm至1 μ m, 更优选约100至400 nm。如果阴极5的厚度太薄,有可能不充分地表现作为阴极5的功能。另一方面,如果阴极5太厚,有机EL设备1的发光效率有可能下降。

在阳极3和阴极5之间提供有机EL层4。有机EL层4包括空穴传输层41, 发光层42, 和电子传输层43。这些层41, 42和43按此顺序在阳极3上形成。

空穴传输层41具有将从阳极3注入的空穴传输至发光层42的功能。

任何材料可用作空穴传输层41的成分材料(以下,称作"空穴传输材料"),只要它具有空穴传输能力。但优选的是,空穴传输层41的成分材料由具有共轭系统的化合物形成。这是因为,具有共轭体系的化合物由于其独特的电子云扩展所得的性能而可非常平稳地传输空穴,这样这种化合物具有尤其优异的空穴传输能力。

另外,所用的空穴传输材料在室温下可以是固体形式,半固体形式或液体形式。因为任一上述形式的这种空穴传输材料容易使用,空穴传输层41可容易和可靠地形成,因此可得到较高性能的有机EL设备1。

在本发明中,在其主链或侧链中包含以下列举的化合物(单体)的高分子(聚合物或预聚物)用作空穴传输材料。这种高分子单独或两种或多种结合使用。

这种化合物(单体)的例子包括:噻吩/苯乙烯磺酸-基化合物如3,4-亚乙基二氧基噻吩/苯乙烯磺酸;芳基环烷烃-基化合物如1,1'-二(4-二-对-三氨基苯基)环己烷和1,1'-二(4-二-对-甲基氨基苯基)-4-苯基-环己烷;芳基胺-基化合物如4,4',4''-三甲基三苯基胺,N,N,N',N''-四苯基-1,1'-联苯-4,4'-二胺,N,N'-二苯基-N,N'-二(3-甲基苯基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(TPD1),N,N'-二苯基-N,N'-二(4-甲氧基苯基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(TPD2),N,N,N',N''-四(4-甲氧基苯基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(TPD3),N,N'-二(1-萘基)-N,N'-二苯基-1,1'-联苯-4,4'-二胺(α -NPD),和TPTE;亚苯基二胺-基化合物如N,N,N',N''-四苯基-对-亚苯基二胺,N,N,N',N''-四(对-甲基苯基)-对-亚苯基二胺,和N,N,N',N''-四(间-甲基苯基)-间-亚苯基二胺(PDA);咔唑-基化合物如咔唑,N-异丙基咔唑,和N-苯基咔唑;芪-基化合物如芪,和4-二-对-甲基氨基芪;噤唑-基化合物如O_xZ;三苯基甲烷-基化合物如三苯基甲烷,和m-MTDATA;吡唑啉-基化合物如1-苯基-3-(对-二甲基氨基苯基)吡唑啉;汽油(benzine)(环己二烯)-基化合物;三唑-基化合物如三唑;咪唑-基化合物如咪唑;噤二唑-基化合物如1,3,4-噤二唑,和2,5-二(4-二甲基氨基苯基)-1,3,4-噤二唑;蒽-基化合物如蒽,和9-(4-二乙基氨基苯乙烯基)蒽;茚酮-基化合物如茚酮,2,4,7-三硝基-9-茚酮,和2,7-二(2-羟基-3-(2-氯苯基氨基甲酰基)-1-萘基偶氮)茚酮;苯胺-基化合物如聚苯胺;硅烷-基化合物;噻吩-基化合物如聚噻吩,和聚(噻吩亚乙烯基);吡咯-基化合物如聚(2,2'-噻吩基吡咯),和1,4-二硫代酮-3,6-二苯基-吡咯并-(3,4-c)吡咯并吡咯;茚-基化合物如茚;卟啉-基化合物如卟啉,和金属四苯基卟啉;喹吖啶酮-基化合物如喹吖啶酮;金属或非金属酞菁-基化合物如酞菁,铜酞菁,四(t-丁基)铜酞菁,和铁酞菁;金属或非金属萘菁-基化合物如铜萘菁,氧钒基萘菁,和单氯镓萘菁;和联苯胺-基化合物如N,N'-二(萘-1-基)-N,N'-二苯基-联苯胺和N,N,N',N''-四苯基联苯胺。所有的包含这些化合物的高分子具有高空穴传输能力。

在此应当注意,在该说明书中高分子是指分子量为5,000或更多的化

合物。

在这些高分子中,包含聚(噻吩/苯乙烯磺酸)-基化合物如聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩/苯乙烯磺酸)(以下,称作"PEDT/PSS")(是3,4-亚乙基二氧基噻吩/苯乙烯磺酸聚合物)作为其主要组分的空穴传输材料是尤其优选的。聚(噻吩/苯乙烯磺酸)-基化合物具有尤其高的空穴传输能力。

另外优选的是,聚(噻吩/苯乙烯磺酸)-基化合物优选具有约1:5至1:50,和更优选约1:10至1:25的噻吩与苯乙烯磺酸的重量比。通过将噻吩与苯乙烯磺酸的重量比设定至在以上范围内的值,可得到具有较高空穴传输能力的聚(噻吩/苯乙烯磺酸)-基化合物。

另外,空穴传输层41由作为其主要组分的这种高分子形成,但其中包含上述化合物的低分子(单体或低聚物)可被包含在空穴传输层41中。

另外,在这种空穴传输材料中,优选的是,其体积电阻率是 $10\Omega\cdot\text{cm}$ 或更大,和更优选 $10^2\Omega\cdot\text{cm}$ 或更大。这样可提供具有较高发光效率的有机EL设备1。

空穴传输层41的厚度不限于任何特定值,但优选为约10至150 nm,更优选约50至100 nm。如果空穴传输层41的厚度太薄,可能产生针孔。另一方面,如果空穴传输层41的厚度太厚,空穴传输层41的透光度有可能下降使得有机EL设备1的发光颜色的色度(色彩)改变。

根据本发明的空穴传输材料特别可用于形成这种相对薄的空穴传输层41。

电子传输层43具有将从阴极5注入的电子传输至发光层42的功能。

电子传输层43的成分材料(电子传输材料)的例子包括:苯-基化合物(星爆(starburst)-基化合物)如1,3,5-三[(3-苯基-6-三-氟甲基)喹喔啉-2-基]苯(TPQ1),和1,3,5-三[{3-(4-*t*-丁基苯基)-6-三氟甲基}喹喔啉-2-基]苯(TPQ2); 蔡-基化合物如蔡; 菲-基化合物如菲; 屈(本文中,用“屈”代表带草字头的屈)-基化合物如屈; 茈-基化合物如茈; 蒽-基化合物如蒽; 芘-基化合物如芘; 吡啶-基化合物如吡啶; 茋-基化合物如茋; 噻吩-基化合物如BBOT; 丁二烯-基化合物如丁二烯; 香豆素-基化合物如香豆素; 喹啉-基化合物如喹啉; 二苯乙烯基-基化合物如二苯乙烯基; 吡嗪-基化合物如吡嗪和二苯乙烯基吡嗪; 喹喔啉-基化合物如,喹喔啉; 苯醌-基化合物如苯醌,和2,5-

二苯基-对-苯醌; 萘醌-基化合物如萘醌; 蒽醌-基化合物如蒽醌; 噻二唑-基化合物如噻二唑, 2-(4-联苯基)-5-(4-*t*-丁基苯基)-1, 3, 4-噻二唑(PBD), BMD, BND, BDD, 和BAPD; 三唑-基化合物如三唑, 和3, 4, 5-三苯基-1, 2, 4-三唑; 噻唑-基化合物; 蒽酮-基化合物如蒽酮; 茚酮-基化合物如茚酮, 和1, 3, 8-三硝基-茚酮(TNF); 二苯酚合苯醌-基化合物如二苯酚合苯醌, 和MBDQ; 茛醌-基化合物如茛醌, 和MBSQ; 蒽醌二甲烷-基化合物; 硫代吡喃二氧化物-基化合物; 茚叉基甲烷-基化合物; 二苯基二氰基亚乙基-基化合物; 茚-基化合物如茚; 金属或非金属酞菁-基化合物如酞菁, 铜酞菁, 和铁酞菁; 和各种金属配合物如8-羟基喹啉铝(Alq_3), 和具有苯并噻唑或苯并噻唑作为配体的配合物。

可用作电子传输材料的上述化合物可单独或两种或多种结合使用。

电子传输层43的厚度不限于任何特定值, 但优选为约1至100 nm, 更优选约20至50 nm。如果电子传输层43的厚度太薄, 可能产生针孔, 引起短路。另一方面, 如果电子传输层43太厚, 电阻值变高。

如果电流在阳极3和阴极5之间流动(即, 将电压施加到阳极3和阴极5之间), 空穴在空穴传输层41中移动和电子在电子传输层43中移动, 空穴和电子随后在发光层42中复合。然后, 在发光层42中, 激子通过复合所释放的能量而产生, 和激子在返回基态时释放能量(荧光或磷光的形式)或发光。

任何材料可用作发光层42的成分材料(发光材料), 只要它可在施加电压过程中提供其中空穴可由阳极3注入和电子可由阴极5注入的电场以使空穴和电子复合即可。

这些发光材料包括各种低分子发光材料和各种高分子发光材料(以下提及)。这些材料可单个或两种或多种结合使用。

在此应当注意, 低分子发光材料的使用可得到密集发光层42, 这样提高发光层42的发光效率。另外, 因为这种高分子发光材料相对容易溶解在溶剂中, 可容易利用各种施用方法如喷墨印刷方法和类似方法形成发光层42。另外, 如果低分子发光材料和高分子发光材料一起使用, 可得到来自低分子发光材料的作用和高分子发光材料的作用的协同作用。即, 可得到这样的作用: 具有优异的发光效率的密集发光层42可容易利用各种

施用方法如喷墨印刷方法和类似方法而形成。

这种低分子发光材料的例子包括:苯-基化合物如二苯乙烯基苯(DSB), 和二氨基二苯乙烯基苯(DADSB); 蔡-基化合物如蔡和尼罗红; 菲-基化合物如菲; 屈-基化合物如屈和6-硝基屈; 茈-基化合物如茈, 和N, N'-二(2, 5-二-t-丁基苯基)-3, 4, 9, 10-茈-二-羧基亚胺(BPPC); 蔻-基化合物如蔻; 蒽-基化合物如蒽, 和二苯乙烯基蒽; 芘-基化合物如芘; 吡喃-基化合物如4-(二-氰基亚甲基)-2-甲基-6-(对-二甲基氨基苯乙烯基)-4H-吡喃(DCM); 吡啶-基化合物如吡啶; 茛-基化合物如茛; 噻吩-基化合物如2, 5-二苯并噻吩噻吩; 苯并噻吩-基化合物如苯并噻吩; 苯并咪唑-基化合物如苯并咪唑; 苯并噻唑-基化合物如2, 2'-(对-亚苯基二亚乙烯基)-二苯并噻唑; 丁二烯-基化合物如二苯乙烯基(1, 4-二苯基-1, 3-丁二烯), 和四苯基丁二烯; 蔡酰亚胺-基化合物如蔡酰亚胺; 香豆素-基化合物如香豆素; 蔡环酮(perynone)-基化合物如蔡环酮; 噁二唑-基化合物如噁二唑; 醛连氮-基化合物; 环戊二烯-基化合物如1, 2, 3, 4, 5-五苯基-1, 3-环戊二烯(PPCP); 喹吡啶酮-基化合物如喹吡啶酮和喹吡啶酮红色; 吡啶-基化合物如吡咯并吡啶, 和噻二唑吡啶; 螺化合物如2, 2', 7, 7'-四苯基-9, 9'-螺二茛; 金属或非金属酞菁-基化合物如酞菁(H_2Pc), 和铜酞菁; 茛-基化合物如茛; 和各种金属配合物如8-羟基喹啉铝(Alq_3), 三(4-甲基-8-喹啉醇(quinolinolate))铝(III)($Almq_3$), 8-羟基喹啉锌(Znq_2), (1, 10-菲咯啉)-三-(4, 4, 4-三氟-1-(2-噻吩基)-丁烷-1, 3-二酮酸(dionate))铕(III)($Eu(TTA)_3$ (苯)), fac-三(2-苯基吡啶)铱($Ir(ppy)_3$), 和2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18-八乙基-21H, 23H-卟吩铂(II)。

高分子发光材料的例子包括聚乙炔-基化合物如反式-型聚乙炔, 顺式-型聚乙炔, 聚(二-苯基乙炔)(PDPA), 和聚(烷基, 苯基乙炔)(PAPA); 聚对亚苯基亚乙烯基-基化合物如聚(对-亚苯基亚乙烯基)(PPV), 聚(2, 5-二烷氧基-对-亚苯基亚乙烯基)(RO-PPV), 氰基-取代的-聚(对-亚苯基亚乙烯基)(CN-PPV), 聚(2-二甲基辛基甲硅烷基-对-亚苯基亚乙烯基)(DMOS-PPV), 和聚(2-甲氧基-5-(2'-乙基己氧基)-对-亚苯基亚乙烯基)(MEH-PPV); 聚噻吩-基化合物如聚(3-烷基噻吩)(PAT), 和聚(氧基亚丙基)三醇(POPT); 聚茛-基化合物如聚(9, 9-二烷基茛)(PDAF), α , ω -二[N, N'-二(甲基苯基)氨基苯基]-聚[9, 9-二(2-乙基己基)茛-2, 7-二基](PF2/6am4), 聚(9, 9-二辛基-2,

7-二亚乙烯基苄基)-交替-共(蒽-9, 10-二基); 聚对亚苯基-基化合物如聚(对-亚苯基)(PPP), 和聚(1, 5-二烷氧基-对-亚苯基)(RO-PPP); 聚吡唑-基化合物如聚(N-乙烯基吡唑)(PVK); 和聚硅烷-基化合物如聚(甲基苯基硅烷)(PMPS), 聚(萘基苯基硅烷)(PNPS), 和聚(联苯基苯基硅烷)(PBPS)。

发光层42的厚度不限于任何特定值, 但优选为约10至150 nm, 更优选约50至100 nm。通过将发光层的厚度设定至在以上范围内的值, 空穴和电子的复合有效地出现, 这样能够进一步提高发光层42的发光效率。

尽管在本实施方案中, 发光层42, 空穴传输层41和电子传输层43分别被提供, 它们可形成将空穴传输层41与发光层42结合的可传输空穴的发光层或将电子传输层43与发光层42结合的可传输电子的发光层。在这种情况下, 在可传输空穴的发光层和电子传输层43之间的界面附近的区域或在可传输电子的发光层和空穴传输层41之间的界面附近的区域用作发光层42。

另外, 如果使用可传输空穴的发光层, 由阳极注入可传输空穴的发光层的空穴被电子传输层捕获, 和如果使用可传输电子的发光层, 由阴极注入可传输电子的发光层的电子在可传输电子的发光层中被捕获。在这两种情况下的优点在于, 可提高空穴和电子的复合效率。

另外, 在层3, 4和5的相邻层之间, 可根据其用途提供任何附加层。例如, 空穴注射层可被提供在空穴传输层41和阳极3之间, 或电子注射层可被提供在电子传输层43和阴极5之间。如果有机EL设备1具有空穴注射层, 那么本发明的空穴传输材料可用于空穴注射层。另一方面, 如果有机EL设备1具有电子注射层, 不仅上述的电子传输材料, 而且碱卤化物如LiF, 和类似物也可用于电子注射层。

提供保护层6以覆盖构成有机EL设备1的层3, 4和5。该保护层6具有密封构成有机EL设备1的层3, 4和5以隔离氧和水分的功能。通过提供这种保护层6, 可得到提高有机EL设备1的可靠性的作用和防止有机EL设备1的改变和变质的作用。

保护层6的成分材料的例子包括Al, Au, Cr, Nb, Ta和Ti, 包含它们的合金, 氧化硅, 各种树脂材料, 和类似物。在此应当注意, 如果导电材料用作保护层6的成分材料, 优选的是, 绝缘膜根据需要被提供在保护层6和每

一层3, 4和5之间以防它们之间的短路。

该有机EL设备1可用于显示器, 例如, 但它也可用于各种光学场合如光源和类似物。

如果有机EL设备1应用于显示器, 其驱动体系不特别限定, 且可使用有源基质体系或无源基质体系。

如上所述的有机EL设备1可例如按照以下方式制造。

<1>首先制备基材2, 随后将阳极3在基材2上形成。

阳极3可例如通过化学蒸气沉积(CVD)如等离子体CVD, 热CVD, 和激光CVD, 真空沉积, 溅射, 干镀覆如离子镀覆, 湿镀覆如电解镀覆, 浸渍镀覆, 和无电镀覆, 热喷雾, 溶胶-凝胶方法, MOD方法, 金属箔粘合, 或类似方法而形成。

<2>然后, 空穴传输层41在阳极3上形成。

空穴传输层41可通过, 例如, 将空穴传输层材料(用于形成空穴传输层的材料)施用在阳极3上而形成, 其中所述材料通过将如上所提及的空穴传输材料溶解在溶剂中或将它分散在分散介质中而得到。

在施用空穴传输层材料时, 可使用各种施用方法如旋涂法, 铸塑法, 微凹版涂布法, 凹版涂布法, 条棒涂布法, 辊涂法, 丝-条棒涂布法, 浸涂法, 喷涂法, 筛网印刷法, 柔性图形印刷法, 胶印法, 喷墨印刷法, 和类似方法。

根据这种施用方法, 可相对容易地形成空穴传输层41。

其中溶解空穴传输材料的溶剂或其中分散空穴传输材料的分散介质的例子包括:无机溶剂如硝酸, 硫酸, 氨, 过氧化氢, 水, 碳二硫化物, 四氯化碳, 和碳酸亚乙基酯; 和各种有机溶剂如酮-基溶剂如, 甲基乙基酮(MEK), 丙酮, 二乙基酮, 甲基异丁基酮(MIBK), 甲基异丙基酮(MIPK), 和环己酮, 醇-基溶剂如, 甲醇, 乙醇, 异丙醇, 乙二醇, 二乙二醇(DEG), 和甘油, 醚-基溶剂如, 二乙基醚, 二异丙基醚, 1, 2-二甲氧基乙烷(DME), 1, 4-二噁烷, 四氢呋喃(THF), 四氢吡喃(THP), 茴香醚, 二乙二醇二甲基醚(二甘醇二甲醚), 和二乙二醇乙基醚(卡必醇), 溶纤剂-基溶剂如, 甲基溶纤剂, 乙基溶纤剂, 和苯基溶纤剂, 脂族烃-基溶剂如, 己烷, 戊烷, 庚烷, 和环己烷, 芳族烃-基溶剂如, 甲苯, 二甲苯, 和苯, 芳族杂环化合物-

基溶剂如,吡啶,吡嗪,呋喃,吡咯,噻吩,和甲基吡咯烷酮,酰胺-基溶剂如,N,N-二甲基甲酰胺(DMF),和N,N-二甲基乙酰胺(DMA),卤素化合物-基溶剂如,二氯甲烷,氯仿,和1,2-二氯乙烷,酯-基溶剂如,乙酸乙酯,乙酸甲酯和甲酸乙酯,硫化合物-基溶剂如,二甲基亚砷(DMSO)和环丁砜,腈-基溶剂如,乙腈,丙腈,和丙烯腈,有机酸-基溶剂如,甲酸,乙酸,三氯乙酸,和三氟乙酸,和包含它们的混合溶剂。

如果需要,所得涂层可例如,在气氛或惰性气氛中或在减压(或真空)下进行热处理。这样可干燥该涂层(去除溶剂或分散介质)或聚合空穴传输材料,例如。在此应当注意,涂层可无需热处理而干燥。

另外,如果使用低分子空穴传输材料,可根据需要将粘结剂(高分子粘结剂)加入空穴传输层材料中。

作为粘结剂,优选使用不显著抑制电荷传输和具有低可见辐射吸收率的那些。具体地,这种粘结剂的例子包括聚氧化乙烯,聚偏二氟乙烯,聚碳酸酯,聚丙烯酸酯,聚丙烯酸甲酯,聚甲基丙烯酸甲酯,聚苯乙烯,聚氯乙烯,聚硅氧烷,和类似物,和它们可单个或两种或多种结合使用。

另外,如上所述的高分子空穴传输材料可用于粘结剂。

应该注意,如果使用低分子空穴传输材料,那么空穴传输层41也可通过,例如,真空沉积或类似方法而形成。

<3>然后,发光层42在空穴传输层41上形成。

发光层42可按照如空穴传输层41的相同方式而形成。即,发光层42可使用上述的发光材料按照关于空穴传输层41的上述方式而形成。

<4>然后,电子传输层43在发光层42上形成。

电子传输层43可按照如空穴传输层41的相同方式而形成。即,电子传输层43可使用上述的电子传输材料按照关于空穴传输层41的上述方式而形成。

<5>然后,阴极5在电子传输层43上形成。

阴极5可通过,例如,真空沉积,溅射,金属箔粘合,或类似方法而形成。

<6>然后,形成保护层6以覆盖阳极3,有机EL层4和阴极5。

保护层6可通过,例如,用各种可固化树脂(粘合剂)粘结由上述材料构

成的盒状保护壳而形成(提供)。

至于可固化树脂,可使用所有的热固性树脂,光可固化树脂,反应性可固化树脂,和厌氧可固化树脂。

有机EL设备1通过如上所述的这些工艺而制造。

本发明特征在于在有机EL设备中具有传输空穴的功能的层,和空穴传输材料。以下描述这些特点(特性)。

第一实施方案

为了抑制有机EL设备的发光亮度下降,本发明人已对构成有机EL设备的所有层进行深入的调查研究,他们尤其关注具有传输空穴的功能的层。

结果,本发明人已经发现,有机EL设备的发光亮度下降可有效地通过将包含在能够传输空穴的层中的杂质的量,尤其分子量为5,000或更低的非离子杂质(以下,简单地称作"非离子杂质")的量控制在预定量内而抑制,这样完成本发明。在说明书中,这被描述为第一实施方案。

如上所述,除了空穴传输层作为具有传输空穴的功能的层,已知空穴注射层和类似层,但以下,仅空穴传输层被描述为这些层的代表。

如果包含在空穴传输层中的非离子杂质的量大,空穴传输材料由于非离子杂质用作触发剂而发生结构改变(分解和类似变化,例如),导致空穴传输层随着时间而变质。

另外,如果这些非离子杂质捕获空穴(电子),由于杂质的电阻而产生过热,也导致空穴传输层随着时间而变质。这是引起有机EL设备的发光亮度下降的因素之一。

另一方面,在其中非离子杂质的含量被控制在小范围(即,以下给出的范围)内的空穴传输层中,可防止或抑制空穴传输材料发生结构改变,这样能够抑制有机EL设备的发光亮度下降。结果,可提供可长时间保持优异的发光性能的有机EL设备。

具体地,在本发明中,非离子杂质在空穴传输层中的含量被控制为2,000 ppm或更低,优选1,000 ppm或更低,和更优选250 ppm或更低。

在此应当注意,如果非离子杂质包含其中多种非离子杂质,那么上述"量"是指其中包含的所有的杂质的总量(即,所有种类的非离子杂质的总

和)。

另外, 如果空穴传输层由包含聚(噻吩/苯乙烯磺酸盐(styrenesulfonate))-基化合物作为其主要组分的空穴传输材料组成, 优选的是, 非离子杂质在空穴传输层中的含量使用相对于其中所含苯乙烯单元的数目的非离子杂质数目而设定或调节。这样可更精确在上述范围内设定或调节非离子杂质的量。

更详细地, 包含在空穴传输层中的非离子杂质的数目优选为6或更低, 相对于1,000个苯乙烯单元, 更优选3或更低, 和甚至更优选1或更低。

在这种情况下, 包含在空穴传输层中的非离子杂质的数目和苯乙烯单元的数目可通过各种方法而测定, 但优选的是, 它们由通过¹H-NMR分析得到的光谱的峰的面积测定。根据该方法, 可容易在短时间内测定包含在空穴传输层中的非离子杂质的数目和苯乙烯单元的数目。

尽管可提及为何将非离子杂质混入空穴传输层的各种原因, 一个主要原因似乎是, 不能充分去除作为空穴传输层的主要组分加入以用于合成空穴传输材料的物质(尤其, 溶剂), 和在合成过程中产生的物质(如意外合成的物质或分解物, 例如)。

这些物质(即, 非离子杂质)的例子包括一种或多种多元醇如二乙二醇(DEG), 乙二醇和甘油, 和芳族杂环化合物如N-甲基-吡咯烷酮。尤其是, 这些物质非常可能造成空穴传输材料随着时间的结构改变。因此, 通过去除这些物质, 有可能可靠地防止空穴传输层随着时间而发生变质。

至于所要去除的非离子杂质, 可以提及在合成空穴传输材料时形成的和/或混入的杂质。另外, 也可提及在保存空穴传输材料时由于空穴传输材料的分解而产生的物质。

例如, 至于包含在由主要组成为聚(噻吩/苯乙烯磺酸盐)-基化合物的空穴传输材料形成的空穴传输层中的非离子杂质, 可以提及乙二醇。

包含少量非离子杂质的空穴传输层可可靠地通过例如使用如下所述的这种空穴传输材料而形成。

即, 优选使用这样的空穴传输材料: 当空穴传输材料溶解或分散在液体中使得其浓度变为2.0 wt%时, 包含在液体中的非离子杂质的量优选为40 ppm或更低, 更优选20 ppm或更低, 和甚至更优选5 ppm或更低。

另外,在包含聚(噻吩/苯乙烯磺酸盐)-基化合物作为其主要组分的空穴传输材料的情况下,优选的是,非离子杂质在空穴传输层中的含量使用相对于其中所含苯乙烯单元的数目的非离子杂质数目而设定或调节,理由如上所述。

在这种情况下,还优选的是,包含在空穴传输层中的非离子杂质和苯乙烯单元的数目根据通过¹H-NMR分析得到的光谱的峰面积而测定。

具体地,包含在空穴传输层中的非离子杂质的数目优选为6或更低,相对于1,000个苯乙烯单元,更优选3或更低,和甚至更优选1或更低。这样可可靠地将包含在空穴传输材料中的非离子杂质调节至上述范围内。

另外,通过使用这种空穴传输材料形成空穴传输层,它变得可能可靠地将包含在空穴传输层中的非离子杂质的量调节至上述范围内。

但在此应当注意,并不总是需要使用这种空穴传输材料形成空穴传输层,如果包含在最后所得空穴传输层中的非离子杂质的量在上述范围内,那就足够。

这种空穴传输材料可制造或精制如下。以下描述根据本发明用于精制(制造)空穴传输材料的方法。

根据本发明用于精制空穴传输材料的方法通过利用用于分离或去除非离子杂质的去除装置从其中空穴传输材料溶解或分散的溶液或分散液中去除非离子杂质,并随后去除溶剂或分散介质而进行。

至于去除装置,可以提及超滤膜,过滤器,吸附剂,和可渗透膜,它们可单个或两种或多种结合使用。

在这些去除装置中,优选使用超滤膜。通过使用超滤膜作为去除装置,可相对容易从短时间内从溶液或分散液中去除非离子杂质。另外,因为超滤膜根据其分子量具有优异的用于各种物质的分离性能,仅通过合适选择所用的超滤膜的种类,可有效地和可靠地去除目标非离子杂质。

为此,通过采用超滤膜作为去除装置,非离子杂质的去除可以特别高的准确度进行。

以下详细描述代表性情形,其中对于用于去除非离子杂质的方法,采用了使用这种超滤膜的超滤方法。

在超滤方法中,通过将空穴传输材料溶解在溶剂中而得到的用于精制

的溶液或通过将空穴传输材料分散在分散介质中而得到的用于精制的分散液(以下,这些称作"用于精制的溶液")经过超滤膜以从用于精制的溶液中分离和去除非离子杂质,并随后去除溶剂(分散介质),这样精制空穴传输材料。这样,包含在空穴传输材料中的非离子杂质的量被调节至上述范围内。

在制备用于精制的溶液时,可使用关于用于制造有机EL设备1的方法(形成空穴传输层41的工艺)所提及的相同的溶剂(或分散介质)。

至于用于超滤方法的超滤膜,其孔径可根据所要去除的非离子杂质的分子量而选择。

在用于精制的溶液经过超滤膜时的速率(即,"液体经过速率")不限于任何特定值,但优选为约1至100 mL/min,更优选约1至20 mL/min。通过将用于精制的溶液的液体经过速率设定至在以上范围内的值,可更有效地进行非离子杂质的去除。

另外,用于精制的溶液的温度(即,"溶液温度")也不限于任何特定值,但优选的是,该温度尽可能高,只要不影响用于去除非离子杂质的操作。即,溶液温度优选为约0至80摄氏度,更优选约10至25摄氏度。通过将溶液温度设定至在以上范围内的值,可更有效地进行非离子杂质的去除。

在这种情况下,用于精制的溶液可不仅一次而且可两次或多次经过超滤膜,或它也可经过不同种类的超滤膜。另外,这些过滤操作可组合进行。这样可更有效地去除非离子杂质。

另外,用于精制的溶液在被精制之后可直接用于制造有机EL设备而无需去除溶剂(或分散介质),或也可在被浓缩或稀释之后用于制造有机EL设备。

第二实施方案

除了以上所述,本发明人还发现,有机EL设备的发光亮度下降可有效地通过将分子量为5,000或更低的阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质(以下,简单地称作"非离子杂质")的量分别控制在预定量内而抑制,这样完成本发明。在说明书中,这被描述为第二实施方案。

如果包含在空穴传输层中的非离子杂质,阴离子杂质和阳离子杂质之类的杂质的量大,空穴传输材料和杂质之间发生反应,或空穴传输材料由

于非离子杂质用作触发剂而发生结构改变(分解和类似变化,例如),导致空穴传输层随着时间而变质。另外,如果这些非离子杂质捕获空穴(电子),由于杂质的电阻而产生过热,也导致空穴传输层随着时间而变质。这是引起有机EL设备的发光亮度下降的因素之一。

另一方面,在其中阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质的含量被在如下所述的小范围内的空穴传输层中,可防止或抑制空穴传输材料发生结构改变,这样能够抑制有机EL设备的发光亮度下降。结果,也可提供可长时间保持优异的发光性能的有机EL设备。

在这种情况下,优选的是,这些杂质在空穴传输层中的量被控制尽可能少。例如,这些杂质的总量优选为4,500 ppm或更低,更优选2,500 ppm或更低,和甚至更优选1,000 ppm或更低。这样可更可靠地抑制有机EL设备的发光亮度下降。另外,它是更优选的包含在空穴传输层中的每种杂质的量均匀下降。

具体地,在本发明中,包含在空穴传输层中的阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质的量被分别调节至1,500 ppm或更低,1,500 ppm或更低,和2,000 ppm或更低。这样可更可靠地抑制有机EL设备1的发光亮度下降。

在此应当注意,如果阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质分别包含多种杂质,那么上述"量"是指其中包含的所有的杂质的总量(即,所有种类的杂质的总和)。

尤其是,包含在空穴传输层中的阴离子杂质的量优选为1,000 ppm或更低,和更优选500 ppm或更低。

另外,包含在空穴传输层中的阳离子杂质的量优选为500 ppm或更低,和更优选250 ppm或更低。

另外,包含在空穴传输层中的非离子杂质的量优选为1,000 ppm或更低,和更优选100 ppm或更低。

其中所含的阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质的量被分别控制在这些小范围内的这种空穴传输层可靠地通过使用例如如下所述的空穴传输材料而形成。

即,至于空穴传输材料,优选的是,如果空穴传输材料溶解或分散在

液体中使得其浓度变为2.0 wt%(以下,称作"2.0 wt%分散液"),那么包含在液体中的阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质的量分别是30 ppm或更低,30 ppm或更低,和40 ppm或更低,且这些三种杂质的总量是90 ppm或更低。

通过使用如上所述的这种空穴传输材料而形成空穴传输层,可可靠地将包含在空穴传输层中的阴离子杂质,阳离子杂质,非离子杂质的量设定至在上述范围内的值。

尤其是,包含在分散液中的阴离子杂质的量优选为20 ppm或更低,和更优选10 ppm或更低。

另外,包含在分散液中的阳离子杂质的量优选为10 ppm或更低,和更优选5 ppm或更低。

另外,包含在分散液中的非离子杂质的量优选为20 ppm或更低,和更优选2 ppm或更低。

另外,包含在分散液中的这些阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质的总量优选为50 ppm或更低,和更优选20 ppm或更低。

至于所要去除的阴离子杂质,可以提及各种阴离子杂质。尤其是,优选的是, SO_4^{2-} (硫酸根离子), HCO_2^- (甲酸根离子), $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (草酸根离子), 和 CH_3CO_2^- (乙酸根离子)中的至少一种被去除。所有这些离子具有非常高的与空穴传输材料的反应性,这样它们尤其易于使空穴传输材料变质。因此,通过去除这些离子,可得到一种可更可靠地抑制有机EL设备1的发光亮度下降的空穴传输材料。

另外,至于所要去除的阳离子杂质,可以提及各种阳离子杂质。尤其是,优选的是,主要包含金属离子的阳离子杂质被去除。因为金属离子还具有非常高的与空穴传输材料的反应性,它们也往往使空穴传输材料变质。因此,通过去除主要包含金属离子的阳离子杂质,可得到一种可更可靠地抑制有机EL设备1的发光亮度下降的空穴传输材料。

至于这些金属离子,可以提及各种金属的离子。

尤其是,优选的是,至少一种属于周期表族Ia, 族IIa, 族VIa, 族VIIa, 族VIII, 和族IIb的金属的离子被去除。通过去除这些金属离子,尤其显著地表现出抑制有机EL设备1的发光亮度下降的作用。

尽管可提及为何将非离子杂质混入空穴传输层的各种原因,一个主要原因似乎是,不能充分去除加入用于合成作为空穴传输层的主要组分的空穴传输材料的物质(尤其,溶剂),和在合成过程中产生的物质(如意外合成的物质或分解物,例如)。

这些物质(即,非离子杂质)的例子包括一种或多种多元醇如二乙二醇(DEG),乙二醇和甘油,和芳族杂环化合物如N-甲基-吡咯烷酮。这些物质非常可能造成空穴传输材料随着时间的结构改变。因此,通过去除这些物质,有可能可靠地防止空穴传输层随着时间而发生变质。

至于所要去除的非离子杂质,可以提及在合成空穴传输材料时形成的和/或混入的杂质。另外,也可提及在保存空穴传输材料时由于空穴传输材料的分解而产生的物质。

例如,至于包含在由主要组成为聚(噻吩/苯乙烯磺酸盐)-基化合物的空穴传输材料形成的空穴传输层中的非离子杂质,可以提及乙二醇。

通过使用如上所述的这种空穴传输材料而形成空穴传输层,可可靠地将包含在空穴传输层中的阴离子杂质,阳离子杂质,非离子杂质的量控制至在上述范围内的值。

在此应当注意,只要包含在最终所得空穴传输层中的阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质的量被控制至在上述范围内的值,那么空穴传输层无需使用这种空穴传输材料而形成。

这种空穴传输材料按照以下方式精制。首先制备其中空穴传输材料被溶解或分散的溶液或分散液。然后,使用用于分离或去除阴离子杂质的第一去除装置,用于分离或去除阳离子杂质的第二去除装置,和用于分离或去除非离子杂质的第三去除装置基本上同时或接续将分子量为5,000或更低的阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质从溶液或分散液中去除。然后,将溶剂或分散介质从液体中去除,这样精制空穴传输材料。

在此,第一和第二去除装置的例子包括过滤器,柱填料(吸附剂),可渗透膜(透析膜),和具有密度梯度的介质。

具体地,使用第一和第二去除装置的去除方法的例子包括:过滤方法;各种色谱方法如吸附色谱方法,离子交换色谱方法,分配(正相或反相)色谱方法,分子筛色谱方法(凝胶过滤),逆流分布色谱方法,和液滴逆流分

布色谱方法；离心分离方法如密度梯度离心；超滤方法；和渗析方法。

在这些使用第一和第二去除装置的去除方法中，过滤方法优选用于每个去除装置。根据该过滤方法，可相对容易在短时间内从空穴传输材料中去除阴离子杂质和阳离子杂质。另外，仅通过合适选择所用的过滤器的种类，可有效地和可靠地去除目标阴离子和阳离子杂质。

另外，第三去除装置的例子包括超滤膜，过滤器，柱填料(吸附剂)，和可渗透膜(透析膜)。

在这些去除装置中，超滤膜优选用作第三去除装置。通过使用超滤膜作为去除装置，可相对容易在短时间内从溶剂或分散介质中去除非离子杂质。另外，因为超滤膜根据其分子量具有优异的用于各种物质的分离性能，仅通过合适选择所用的超滤膜的种类，可有效地和可靠地去除目标非离子杂质。

即，通过采用超滤膜作为第三去除装置，非离子杂质的去除可以特别高的准确度进行。

在此应当注意，第一去除装置不仅用于分离或去除阴离子杂质，而且也可用于分离或去除阳离子和/或非离子杂质。

另外，第二去除装置不仅用于分离或去除阳离子杂质，而且也可用于分离或去除非离子杂质和/或阴离子杂质。

另外，第三去除装置不仅用于分离或去除非离子杂质，而且也可用于分离或去除阴离子和/或阳离子杂质。

以下详细描述代表性情形，其中对于用于去除阴离子和阳离子杂质的方法，采用过滤方法，和至于用于去除非离子杂质的方法，采用超滤。

首先，在过滤方法中，通过将空穴传输材料溶解在溶剂中而得到的用于精制的溶液或通过将空穴传输材料分散在分散介质中而得到的用于精制的分散液(以下，这些称作"用于精制的溶液")经过过滤器以从用于精制的溶液中分离和去除每种阴离子杂质和阳离子杂质。

在制备用于精制的溶液时，可使用关于用于制造有机EL设备1的方法(形成空穴传输层41的工艺)所提及的相同的溶剂(或分散介质)。

至于用于过滤方法的过滤器，可使用各种过滤器。在阳离子杂质的情况下，使用阳离子交换树脂作为其主要组分而形成的过滤器适合使用，而

在阴离子杂质的情况下，使用阴离子交换树脂作为其主要组分而形成的过滤器适合使用。

通过使用这种过滤器，可有效地从空穴传输材料中去除目标离子杂质。

这种阳离子交换树脂的例子包括强酸性阳离子交换树脂，弱酸性阳离子交换树脂，和能够选择性地去除重金属的螯合树脂。例如，可使用通过将各种官能团如 $-\text{SO}_3\text{M}$ ， $-\text{COOM}$ ，和 $-\text{N}=(\text{CH}_2\text{COO})_2\text{M}$ (M优选为氢)引入各种聚合物如苯乙烯-基聚合物，甲基丙烯酸聚合物和丙烯酸聚合物的主链而得到的那些。在此应当注意，官能团合适地根据阳离子交换树脂的种类，和类似因素而选择。

另一方面，这种阴离子交换树脂的例子包括最强碱性阴离子交换树脂，强碱性阴离子交换树脂，中碱性阴离子交换树脂，和弱碱性阴离子交换树脂。例如，可使用通过将各种官能团如季铵碱和叔胺引入各种聚合物如苯乙烯-基聚合物和丙烯酸聚合物的主链而得到的那些。在此应当注意，官能团合适地根据阴离子交换树脂的种类，和类似因素而选择。

在用于精制的溶液经过过滤器时的速率(以下称作"液体经过速率")不限于任何特定值，但优选为约1至1,000 mL/min，更优选约50至100 mL/min。通过将用于精制的溶液的液体经过速率设定至在以上范围内的值，可更有效地进行阴离子杂质和阳离子杂质的去除。

另外，用于精制的溶液的温度(以下称作"溶液温度")也不限于任何特定值，但优选的是，该温度尽可能高，只要不影响用于去除离子杂质的操作。

即，溶液温度优选为约0至80摄氏度，更优选约10至25摄氏度。通过将溶液温度设定至在以上范围内的值，可更有效地进行阴离子杂质和阳离子杂质的去除。

在这种情况下，用于精制的溶液可不仅一次而且可两次或多次经过过滤器，或它也可经过不同种类的两种或更多种过滤器。另外，这些过滤操作可组合进行。这样可更有效地去除阴离子杂质和阳离子杂质。

然后，在超滤方法中，将已通过过滤方法从中去除阴离子杂质和阳离子杂质的用于精制的溶液经过超滤膜以从用于精制的溶液中分离和去除

非离子杂质,并随后去除溶剂(或分散介质)。

至于用于超滤方法的超滤膜,其孔径可根据所要去除的非离子杂质的分子量而选择。

在用于精制的溶液经过超滤膜时的速率(即,"液体经过速率")不限于任何特定值,但优选为约1至100 mL/min,更优选约1至20 mL/min。通过将用于精制的溶液的液体经过速率设定至在以上范围内的值,可更有效地进行非离子杂质的去除。

另外,用于精制的溶液的温度(即,"溶液温度")也不限于任何特定值,但优选的是,该温度尽可能高,只要不影响用于去除非离子杂质的操作。即,溶液温度优选为约0至80摄氏度,更优选约10至25摄氏度。通过将溶液温度设定至在以上范围内的值,可更有效地进行非离子杂质的去除。

在这种情况下,用于精制的溶液可不仅一次而且可两次或多次经过超滤膜,或它也可经过不同种类的超滤膜。另外,这些过滤操作可组合进行。这样可更有效地去除非离子杂质。

通过上述工艺,每种杂质在空穴传输材料中的量被控制(调节)至在上述范围内的值。

另外,采用过滤方法和超滤方法的顺序可被颠倒,或这两种方法也可基本上同时使用。

另外,用于精制的溶液在被精制之后可直接用于制造有机EL设备而无需去除溶剂(或分散介质),或也可在被浓缩或稀释之后用于制造有机EL设备。

在上文中,已经描述了根据本发明的空穴传输材料,由该空穴传输材料形成的层,有机电致发光设备,和制造该空穴传输材料的方法,但本发明不限于此。

实际的实施例

以下描述本发明第一和第二实施方案的实际的实施例。

第一实施方案的实施例

首先描述第一实施方案的例子,其中涉及包含在空穴传输材料和空穴传输层中的分子量为5,000或更低的非离子杂质的量。

在此应当注意,在用于下述每一实施例和对比例的超纯水中没有检出

非离子杂质。

另外，在下述的每一实施例和对比例中制造五种有机EL设备。

1.用于制造有机EL设备的方法

(实施例1A)

<空穴传输材料的精制>

首先制备聚(3, 4-亚乙基二氧基噻吩/苯乙烯磺酸)溶液(是空穴传输材料和由Bayer Corp.以产品名称"Baytron P"制造)的2.0 wt%水溶液作为用于精制的溶液。

在所用的聚(3, 4-亚乙基二氧基噻吩/苯乙烯磺酸)中, 3, 4-亚乙基二氧基噻吩与苯乙烯磺酸的重量比是1:2。

然后, 将用于精制的溶液用超纯水稀释10倍以制备溶液。

然后, 将如此制备的用于精制的溶液经过超滤单元(是一种搅拌-型单元, 由Millipore Ltd.制造的8200型, 和其超滤膜具有截断分子量3, 000)并随后将它浓缩直至其量变得与用于精制的溶液在被稀释之前的量相同, 以去除具有截断分子量3, 000或更低的非离子杂质。

在此应当注意, 用于精制的溶液的温度(溶液温度)被设定为20摄氏度并将用于精制的溶液经过超滤单元时的速率(液体经过速率)设定为10 mL/min。

然后, 将已从中去除非离子杂质的用于精制的溶液中的分散介质进行挥发去除, 这样得到精制的空穴传输材料。

将按照上述方式从中去除非离子杂质的用于精制的溶液用作空穴传输层材料(用于形成空穴传输层的材料)用于形成空穴传输层。

<有机EL设备的制造>

首先制备具有平均厚度0.5 mm的透明玻璃基材。然后, 具有平均厚度100 nm的ITO电极(阳极)在基材上通过真空沉积方法而形成。

然后, 通过将空穴传输材料分散在超纯水中使得其浓度变成2.0 wt%而得到的分散液通过旋涂方法被施用到ITO电极上并随后干燥, 以形成具有平均厚度50 nm的空穴传输层。

然后, 将包含1.7 wt%聚(9, 9-二辛基-2, 7-二亚乙基芴基-交替-共(蒽-9, 10-二基))(具有重均分子量200, 000)的二甲苯溶液在空穴传输层上通过

旋涂方法而施用并随后干燥,以形成具有平均厚度50 nm的发光层。

然后,具有平均厚度20 nm的电子传输层在发光层上通过真空沉积3, 4, 5-三苯基-1, 2, 4-三唑而形成。

然后,具有平均厚度300 nm的AlLi电极(阴极)在电子传输层上通过真空沉积方法而形成。

然后,覆盖由聚碳酸酯制成的保护壳以覆盖如此形成的层,并固定和用紫外线-可固化树脂密封,这样完成有机EL设备。

(实施例2A)

空穴传输材料的精制按照实施例1A的相同方式进行,只是用于精制的溶液的超纯水稀释比率是20倍,并随后制造出有机EL设备。

(实施例3A)

空穴传输材料的精制按照实施例1A的相同方式进行,只是用于精制的溶液的超纯水稀释比率是1.5倍,并随后制造出有机EL设备。

(实施例4A)

首先制备聚(3, 4-亚乙基二氧基噻吩/苯乙烯磺酸)溶液(是空穴传输材料和由Bayer Corp.以产品名称"Baytron P"制造的)的2.0 wt%水溶液作为用于精制的溶液。

在所用的聚(3, 4-亚乙基二氧基噻吩/苯乙烯磺酸)中,3, 4-亚乙基二氧基噻吩与苯乙烯磺酸的重量比是1:2。

然后,将如此制备的用于精制的溶液经过超滤单元(是一种搅拌-型单元,由Millipore Ltd.制造的8200型,和其超滤膜具有截断分子量3,000)并随后将它浓缩直至其量减少一半,以去除具有截断分子量3,000或更低的非离子杂质。

在此应当注意,用于精制的溶液的温度(溶液温度)被设定为20摄氏度并将用于精制的溶液经过超滤单元时的速率(液体经过速率)设定为10 mL/min。

然后,将已从中去除非离子杂质的用于精制的溶液中的分散介质进行挥发去除,这样得到精制的空穴传输材料。

然后,使用如此得到的精制空穴传输材料作为用于形成空穴传输层的材料,按照与实施例1A相同的方式制造出有机EL设备。

(实施例5A)

空穴传输材料的精制按照实施例1A的相同方式进行,只是超滤单元(是一种搅拌-型单元,由Millipore Ltd.制造的8200型,和其超滤膜具有截断分子量5,000)用于去除具有截断分子量5,000或更低的非离子杂质,并随后制造出有机EL设备。

(实施例6A)

空穴传输材料的精制按照实施例2A的相同方式进行,只是超滤单元(是一种搅拌-型单元,由Millipore Ltd.制造的8200型,和其超滤膜具有截断分子量5,000)用于去除具有截断分子量5,000或更低的非离子杂质,并随后制造出有机EL设备。

(实施例7A)

空穴传输材料的精制按照实施例3A的相同方式进行,只是超滤单元(是一种搅拌-型单元,由Millipore Ltd.制造的8200型,和其超滤膜具有截断分子量5,000)用于去除具有截断分子量5,000或更低的非离子杂质,并随后制造出有机EL设备。

(实施例8A)

空穴传输材料的精制按照实施例4A的相同方式进行,只是超滤单元(是一种搅拌-型单元,由Millipore Ltd.制造的8200型,和其超滤膜具有截断分子量5,000)用于去除具有截断分子量5,000或更低的非离子杂质,并随后制造出有机EL设备。

(对比例1A)

空穴传输材料的精制按照实施例1A的相同方式进行,只是用于精制的溶液的超纯水稀释比率是1.3倍,并随后制造出有机EL设备。

(对比例2A)

空穴传输材料的精制按照实施例1A的相同方式进行,只是用于精制的溶液的超纯水稀释比率是1.1倍,并随后制造出有机EL设备。

(对比例3A)

制备与用于实施例1A相同的空穴传输材料并随后按照与实施例1A相同的方式进行空穴传输材料的精制,只是省略非离子杂质的去除。

2.评估

2-1.非离子杂质的量的测量

测定在每一实施例1A至6A和对比例1A至3A中得到的精制空穴传输材料所含的非离子杂质的量。测量使用¹H-NMR方法进行。更详细地,将其中空穴传输材料分散使得其浓度变为2 wt%的分散液通过¹H-NMR方法而分析。

根据¹H-NMR方法的测量结果,从¹H-NMR的光谱中确认来自PEDT/PSS的峰和来自乙二醇(是一种分子量为5,000或更低的非离子杂质)的峰。

基于所确认的这些峰,测定来自苯乙烯单元的峰的面积和来自乙二醇的峰的面积。然后,基于峰面积的比率,得到乙二醇相对1,000个苯乙烯单元的数目(以下,称作"乙二醇的数目")。

包含在精制空穴传输材料中的非离子杂质(ppm)的量由乙二醇的所得数目,空穴传输材料(PEDT/PSS)在溶液中的浓度和PEDT/PSS的重量比而计算。

另外,有机EL设备的空穴传输层中的非离子杂质的量按照与¹H-NMR方法相同的方式测定。

2-2.评估有机EL设备的发光亮度下降

测定在每一实施例1A至8A和对比例1A至3A中得到的有机EL设备的发光亮度以确定在发光亮度的起始值下降一半之前所经过的时间(半衰期)。

在此应当注意,发光亮度的材料通过将6V电压施加到ITO电极和AlLi电极上而进行。

评估1和2的结果在下表1A-1和1A-2中给出。

表1A-1

<在2.0 wt%分散液中>

	苯乙烯单元	非离子杂质的量		对发光亮度下降的评估
		乙二醇	去除比率(%)	半衰期[相对值]
Ex.1	1000	1.0(6.45ppm)	90.2	1.75
Ex.2	1000	0.4(2.58ppm)	96.1	1.90
Ex.3	1000	5.0(32.3ppm)	50.9	1.20
Ex.4	1000	2.0(12.9ppm)	80.4	1.60
Ex.5	1000	1.2(7.74ppm)	88.2	1.70
Ex.6	1000	0.3(1.94ppm)	97.1	1.95
Ex.7	1000	5.2(33.6ppm)	49.0	1.19
Ex.8	1000	2.5(16.1ppm)	75.5	1.54
Com.Ex.1	1000	6.7(43.3ppm)	34.3	1.03
Com.Ex.2	1000	9.1(58.5ppm)	10.8	1.02
Com.Ex.3	1000	10.2(65.8ppm)	0.0	1.00

表1A-2

<在空穴传输层中>

	苯乙烯单元	非离子杂质的量		对发光亮度下降的评估
		乙二醇	去除比率(%)	半衰期[相对值]
Ex.1A	1000	1.0(322ppm)	90.2	1.75
Ex.2A	1000	0.4(129ppm)	96.1	1.90
Ex.3A	1000	5.0(1615ppm)	50.9	1.20
Ex.4A	1000	2.0(645ppm)	80.4	1.60
Ex.5A	1000	1.2(387ppm)	88.2	1.70
Ex.6A	1000	0.3(97ppm)	97.1	1.95
Ex.7A	1000	5.2(1678ppm)	49.0	1.19
Ex.8A	1000	2.5(805ppm)	75.5	1.54
Com.Ex.1A	1000	6.7(2165ppm)	34.3	1.03
Com.Ex.2A	1000	9.1(2925ppm)	10.8	1.02
Com.Ex.3A	1000	10.2(3291ppm)	0.0	1.00

在这些表中,表1A-1给出了乙二醇在2.0 wt%分散液中的量和表1A-2给出了乙二醇在空穴传输层中的量。

另外,在表中给出的每个数值是5个有机EL设备的平均值。

另外,表中给出的去除比率(%)根据其中省略去除非离子杂质的对比例3A中的乙二醇的数目而计算,其中对比例3A中的所有乙二醇可被去除的情形被表示为100%。

另外,对每一有机EL设备的发光亮度下降的评估结果由每一实施例1A至8A和对比例1A和2A的有机EL设备的发光亮度半衰期的相对值表示。

在此应当注意,每一值通过将使用对比例3A的非精制空穴传输材料制造的有机EL设备的发光亮度半衰期定义为"1"而确定。

如表1A-1和1A-2所示,在每一实施例的有机EL设备中,乙二醇(非离子杂质)在2.0 wt%分散液中的量是相对1,000个苯乙烯单元的6(40 ppm)或更低,和乙二醇在空穴传输层中的量是相对1,000个苯乙烯单元的6(2000 ppm)或更低。这意味着,在每一实施例中,乙二醇以较高去除比率被去除。

相反,在每一对比例中,乙二醇(非离子杂质)在2.0 wt%分散液中的量相对1000个苯乙烯单元而言大于6(40 ppm),和乙二醇在空穴传输材料中的量相对1000个苯乙烯单元而言大于6(2000 ppm)。

在此应当注意,在每一实施例中,空穴传输材料的体积电阻率大于每一对比例,和它是 $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 或更大。

另外,每一实施例的有机EL设备与每一对比例的有机EL设备相比具有较长的发光亮度半衰期,即,发光亮度的下降得到抑制。另外,每个表显示这样的倾向:根据乙二醇的量的下降,有机EL设备的发光亮度半衰期更加延长。

如上所述,已经发现使用本发明空穴传输材料的有机EL设备是优异的,其中非离子杂质的量被控制在预定值内。即,在这种有机EL设备中,发光亮度的下降得到抑制和在长时间内保持优异的发光性能。

第二实施方案的实施例

以下描述第二实施方案的实施例,它们涉及包含在空穴传输材料中的分子量为5,000或更低的阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质的量。

在此应当注意,在以下所用的超纯水中没有检出阴离子杂质,阳离子

杂质, 和非离子杂质。

另外, 在下述的每一实施例和对比例中制造五种有机EL设备。

2.用于制造有机EL设备的方法

(实施例1B)

<空穴传输材料的精制>

首先制备聚(3, 4-亚乙基二氧基噻吩/苯乙烯磺酸)溶液(是空穴传输材料和由Bayer Corp.以产品名称"Baytron P"制造)的2.0 wt%水溶液作为用于精制的溶液。

在所用的聚(3, 4-亚乙基二氧基噻吩/苯乙烯磺酸)中, 3, 4-亚乙基二氧基噻吩与苯乙烯磺酸的重量比是1:2。

然后, 将用于精制的溶液用超纯水稀释20倍。

然后, 将如此制备的用于精制的溶液经过具有6个分别由苯乙烯-基季铵盐-型最强碱性阴离子交换树脂制成的过滤器的柱, 以去除阴离子杂质。

在此应当注意, 用于精制的溶液的温度(溶液温度)被设定为20摄氏度和用于精制的溶液经过柱时的速率(液体经过速率)被设定为50 mL/min。

然后, 将用于精制的溶液经过具有6个分别由苯乙烯-基磺酸-型强酸性阳离子交换树脂制成的过滤器的柱, 以去除阳离子杂质。

在此应当注意, 用于精制的溶液的温度(溶液温度)被设定为20摄氏度和用于精制的溶液经过柱时的速率(液体经过速率)被设定为50 mL/min。

然后, 将用于精制的溶液经过超滤单元(是一种搅拌-型单元, 由Millipore Ltd.制造的8200型, 和其超滤膜具有5, 000的截断分子量)并随后将它浓缩直至其量变得与用于精制的溶液在被稀释之前的量相同, 以去除具有截断分子量5, 000或更低的非离子杂质。

在此应当注意, 用于精制的溶液的温度(溶液温度)被设定为20摄氏度和用于精制的溶液经过柱时的速率(液体经过速率)被设定为10 mL/min。

然后, 将已从中去除每种杂质的用于精制的溶液中的分散介质挥发去除, 这样得到精制空穴传输材料。

<有机EL设备的制造>

首先制备具有平均厚度0.5 mm的透明玻璃基材。然后, 具有平均厚度

100 nm的ITO电极(阳极)在基材上通过真空沉积方法而形成。

然后,通过将空穴传输材料分散在超纯水中使得其浓度变成2.0 wt%而得到的分散液在ITO电极上通过旋涂方法而施用并随后干燥,以形成具有平均厚度50 nm的空穴传输层。

然后,将包含1.7 wt%聚(9, 9-二辛基-2, 7-二亚乙烯基芴基-交替-共(蒽-9, 10-二基))(具有重均分子量200, 000)的二甲苯溶液在空穴传输层上通过旋涂方法施用并随后干燥,以形成具有平均厚度50 nm的发光层。

然后,具有平均厚度20 nm的电子传输层在发光层上通过真空沉积3, 4, 5-三苯基-1, 2, 4-三唑而形成。

然后,具有平均厚度300 nm的AlLi电极(阴极)在电子传输层上通过真空沉积方法而形成。

然后,涂覆由聚碳酸酯制成的保护壳以覆盖如此形成的层,并固定和用紫外线可固化树脂密封,这样完成有机EL设备。

(实施例2B)

<空穴传输材料的精制>

制备与用于实施例1的相同的聚(3, 4-亚乙基二氧基噻吩/苯乙烯磺酸)溶液(是一种空穴-传输材料和由Bayer Corp.以产品名称"Baytron P"制造的)的2.0 wt%含水溶液作为用于精制的溶液。

然后,将用于精制的溶液用超纯水稀释10倍。

然后,将如此制备的用于精制的溶液经过具有四个由苯乙烯-基季铵盐-型最强碱性阴离子交换树脂制成的过滤器的柱,以去除阴离子杂质。

在此应当注意,用于精制的溶液的温度(溶液温度)被设定为20摄氏度和用于精制的溶液经过柱时的速率(液体经过速率)被设定为50 mL/min。

然后,将用于精制的溶液经过具有四个由苯乙烯-基磺酸-型强酸性阳离子交换树脂制成的过滤器的柱,以去除阳离子杂质。

在此应当注意,用于精制的溶液的温度(溶液温度)被设定为20摄氏度和用于精制的溶液经过柱时的速率(液体经过速率)被设定为50 mL/min。

然后,将用于精制的溶液经过超滤单元(是一种搅拌-型单元,由Millipore Ltd.制造的8200型,和其超滤膜具有5, 000的截断分子量)并随后将它浓缩直至其量变得与用于精制的溶液在被稀释之前的量相同,以去

除具有截断分子量5,000或更低的非离子杂质。

在此应当注意,用于精制的溶液的温度(溶液温度)被设定为20摄氏度和用于精制的溶液经过柱时的速率(液体经过速率)被设定为10 mL/min。

然后,将已从中去除每种杂质的用于精制的溶液中的分散介质挥发去除,这样得到精制空穴传输材料。

<有机EL设备的制造>

有机EL设备按照实施例1B的相同方式使用按照上述方式得到的精制空穴传输材料而制造。

(实施例3B)

<空穴传输材料的精制>

制备与用于实施例1相同的聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩/苯乙烯磺酸)溶液(是一种空穴-传输材料和由Bayer Corp.以产品名称"Baytron P"制造)的2.0 wt%含水溶液作为用于精制的溶液。

然后,将用于精制的溶液用超纯水稀释1.5倍。

然后,将如此制备的用于精制的溶液经过具有两个分别由苯乙烯-基季铵盐-型最强碱性阴离子交换树脂制成的过滤器的柱,以去除阴离子杂质。

在此应当注意,用于精制的溶液的温度(溶液温度)被设定为20摄氏度和用于精制的溶液经过柱时的速率(液体经过速率)被设定为50 mL/min。

然后,将用于精制的溶液经过具有两个分别由苯乙烯-基磺酸-型强酸性阳离子交换树脂制成的过滤器的柱,以去除阳离子杂质。

在此应当注意,用于精制的溶液的温度(溶液温度)被设定为20摄氏度和用于精制的溶液经过柱时的速率(液体经过速率)被设定为50 mL/min。

然后,将用于精制的溶液经过超滤单元(是一种搅拌-型单元,由Millipore Ltd.制造的8200型,和其超滤膜具有5,000的截断分子量)并随后将它浓缩直至其量变得与用于精制的溶液在被稀释之前的量相同,以去除非离子杂质。

在此应当注意,用于精制的溶液的温度(溶液温度)被设定为20摄氏度和用于精制的溶液经过柱时的速率(液体经过速率)被设定为10 mL/min。

然后,将已从中去除每种杂质的用于精制的溶液中的分散介质挥发去

除, 这样得到精制空穴传输材料。

<有机EL设备的制造>

有机EL设备按照实施例1B的相同方式使用按照上述方式得到的精制空穴传输材料而制造。

(实施例4B)

空穴传输材料的精制按照实施例3B的相同方式进行, 只是2个用于去除阴离子杂质的过滤器被替换为6个过滤器, 并随后制造出有机EL设备。

(实施例5B)

空穴传输材料的精制按照实施例3B的相同方式进行, 只是2个用于去除阳离子杂质的过滤器被替换为6个过滤器, 并随后制造出有机EL设备。

(实施例6B)

空穴传输材料的精制按照实施例3B的相同方式进行, 只是用于精制的溶液的超纯水稀释比率是20倍, 并随后制造出有机EL设备。

(对比例1B)

空穴传输材料的精制按照实施例3B的相同方式进行, 只是用于精制的溶液的超纯水稀释和分子量为5, 000或更低的非离子杂质的去除被省略, 并随后制造出有机EL设备。

(对比例2B)

空穴传输材料的精制按照实施例3B的相同方式进行, 只是分子量为5, 000或更低的阳离子杂质和非离子杂质的去除被省略, 并随后制造出有机EL设备。

(对比例3B)

空穴传输材料的精制按照实施例3B的相同方式进行, 只是分子量为5, 000或更低的阴离子杂质和非离子杂质的去除被省略, 并随后制造出有机EL设备。

(对比例4B)

空穴传输材料的精制按照实施例3B的相同方式进行, 只是分子量为5, 000或更低的阴离子杂质, 阳离子杂质, 和非离子杂质的去除被省略, 并随后制造出有机EL设备。

<评估>

1.离子杂质的量的测量

1-1.阴离子杂质的量的测量

在每一实施例1B至6B和对比例1B至3B中得到的精制空穴传输材料所含的阴离子杂质的量,和包含在对比例4B的空穴传输材料中的阴离子杂质的量分别使用离子色谱方法(IC方法)而测定。

具体地,将每种空穴传输材料分散在超纯水中使得其浓度变成2.0 wt %,以得到分散液。该分散液通过IC方法而分析。

另外,包含在每一有机EL设备的空穴传输层中的阴离子杂质的量通过计算在此得到的测量值而确定。

1-2.阳离子杂质的量的测量

在每一实施例1B至6B和对比例1B至3B中得到的精制空穴传输材料所含的阳离子杂质的量,和包含在对比例4B的空穴传输材料中的阳离子杂质的量分别使用诱导耦合等离子体质谱方法(ICP-MS方法)而测定。

具体地,0.5 g通过将空穴传输材料溶解在超纯水中使得其浓度变成2.0 wt %而得到的溶液在石英坩埚中称重,并使用热板和电炉接续进行灰化处理。然后,灰化物质使用硝酸进行热解,并随后用稀硝酸补偿至恒容。将具有恒容的所得溶液通过ICP-MS方法而分析。

分析结果根据以下七个标准按照阳离子杂质的量评估。

另外,包含在每一有机EL设备的空穴传输层中的阳离子杂质的量通过计算在此得到的测量值而确定。

<包含在2.0 wt %溶液中的阳离子杂质的量>

-:0.1 ppm或更低

+:超过0.1 ppm但1 ppm或更低

2+:超过1 ppm但5 ppm或更低

3+:超过5 ppm但10 ppm或更低

4+:超过10 ppm但30 ppm或更低

5+:超过30 ppm但500 ppm或更低

6+:超过500 ppm

<包含在空穴传输层中的阳离子杂质的量>

-:5 ppm或更低

- + :超过5 ppm但50 ppm或更低
- 2+ :超过50 ppm但250 ppm或更低
- 3+ :超过250 ppm但500 ppm或更低
- 4+ :超过500 ppm但1,500 ppm或更低
- 5+ :超过1,500 ppm但25,000 ppm或更低
- 6+ :超过25,000 ppm

1-3. 非离子杂质的量的测量

在每一实施例1B至6B和对比例1B至3B中得到的精制空穴传输材料所含的非离子杂质的量,和包含在对比例4B的空穴传输材料中的非离子杂质的量分别使用¹H-NMR方法而测定。更详细地,其中空穴传输材料分散使得其浓度变为2 wt%的分散液通过¹H-NMR方法而分析。

根据¹H-NMR方法的测量结果,从¹H-NMR的光谱中确认来自PEDT/PSS的峰和来自乙二醇(是一种分子量为5,000或更低的非离子杂质之一)的峰。

基于所确认的这些峰,苯乙烯单元与乙二醇的摩尔比由来自苯乙烯单元的峰面积与来自乙二醇的峰面积的比率而计算。包含在精制空穴传输材料中的非离子杂质的量(ppm)由苯乙烯单元与乙二醇的所得摩尔比,空穴传输材料(PEDT/PSS)在溶液中的浓度和重量比PEDT/PSS计算。

另外,每一有机EL设备的空穴传输材料中的非离子杂质的量按照¹H-NMR方法的相同方式测定。

2. 有机EL设备的发光亮度下降的评估

测定在每一实施例1B至3B和对比例1B至3B中得到的有机EL设备的发光亮度以确定在发光亮度的起始值下降一半之前所经过的时间(半衰期)。

在此应当注意,发光亮度的测量通过将6V电压施加到ITO电极和AlLi电极上而进行。

评估1B和2B的结果在下表2B-1和2B-2中给出。

表2B-1和2B-2中,“Ex.”表示实施例,“Com.Ex.”表示对比例,“total”表示总量,“or less”表示“或更低”,“more than”表示大于。

表2B-1 <在2.0 wt%溶液中>

		杂质含量																			非离子杂质 [ppm]	总量 [ppm]	半寿命 (相对值)
		阴离子杂质 [ppm]										阳离子杂质											
		SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	C ₂ O ₄ ²⁻	CH ₃ CO ₂ ⁻	Total	Na	Mg	K	Ca	Cr	Mn	Fe	Ni	Zn	Sr	Total						
		7.8	0.7	0.2	0.1	9.1	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2+	1.95	20 or less	2.10			
Ex.1B	7.8	0.7	0.2	0.1	9.1	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2+	1.95	20 or less	2.10				
Ex.2B	12.1	1.6	0.6	0.5	18.4	2+	+	+	2+	+	+	+	+	+	+	3+	18.92	50 or less	2.05				
Ex.3B	16.9	2.4	1.1	1.1	27.8	3+	+	+	3+	+	+	+	+	+	+	4+	31.70	90 or less	1.96				
Ex.4B	8.0	0.6	0.3	0.1	9.3	3+	+	+	3+	+	+	+	+	+	+	4+	32.02	80 or less	1.88				
Ex.5B	16.5	2.3	1.0	1.3	27.6	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2+	31.64	70 or less	1.80				
Ex.6B	16.7	2.2	1.3	1.2	27.5	3+	+	+	3+	+	+	+	+	+	+	4+	1.98	60 or less	1.90				
Com. Ex.1B	17.0	2.2	1.0	1.4	28.8	3+	+	+	3+	+	+	+	+	+	+	4+	61.10	More than 90	1.50				
Com. Ex.2B	16.1	2.1	1.0	1.2	27.4	6+	+	+	3+	3+	+	3+	+	+	+	6+	63.72	More than 90	1.35				
Com. Ex.3B	56.1	5.1	4.2	4.2	75.7	3+	+	+	3+	+	+	+	+	+	+	4+	62.82	More than 90	1.32				
Com. Ex.4B	59.5	5.2	4.3	4.4	76.0	6+	+	+	3+	3+	+	3+	+	+	+	6+	65.28	More than 90	1.00				

-:0.1 ppm或更低
 +:超过0.1 ppm但1 ppm或更低
 2+:超过1 ppm但5 ppm或更低
 3+:超过5 ppm但10 ppm或更低
 4+:超过10 ppm但30 ppm或更低
 5+:超过30 ppm但500 ppm或更低
 6+:超过500 ppm

表2B-2 <在空穴传输层中>

		杂质含量																发光亮 度下降 的评价			
		阴离子杂质 [ppm]								阳离子杂质									非离子杂质 [ppm]	总量 [ppm]	半寿命 (相对值)
		SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	CH ₃ CO ₂ ⁻	Total	Na	Mg	K	Ca	Cr	Mn	Fe	Ni	Zn	Sr	Total				
Ex.1B		390	35	10	5	455	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	2+	97.5	1000 or less	2.10
Ex.2B		605	80	30	25	920	2+	+	+	2+	+	+	+	+	+	+	+	3+	946	2500 or less	2.05
Ex.3B		845	110	55	55	1390	3+	+	+	3+	+	+	+	+	+	+	+	4+	1585	4500 or less	1.98
Ex.4B		400	30	15	5	465	3+	+	+	3+	+	+	+	+	+	+	+	4+	1601	4000 or less	1.88
Ex.5B		825	115	50	65	1380	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	2+	1592	3500 or less	1.80
Ex.6B		835	110	65	60	1375	3+	+	+	3+	+	+	+	+	+	+	+	4+	99.0	3000 or less	1.90
Com. Ex.1B		850	110	50	70	1440	3+	+	+	3+	+	+	+	+	+	+	+	4+	3055	More than 4500	1.50
Com. Ex.2B		805	105	50	60	1370	6+	+	+	3+	3+	+	3+	+	+	+	+	6+	3186	More than 4500	1.35
Com. Ex.3B		2905	255	210	210	3785	3+	+	+	3+	+	+	+	+	+	+	+	4+	3141	More than 4500	1.32
Com Ex.4B		2970	260	215	220	3795	6+	+	+	3+	3+	+	3+	+	+	+	+	6+	3264	More than 4500	1.00

在表2B-1和2B-2中,包含在2.0 wt%溶液中的杂质的量在表1-A中给出且包含在空穴传输层中的杂质的量在表1-B中给出。

另外,表中所示的每一数值是5种有机EL设备的平均值。

另外应该注意,对于阴离子杂质,给出了每一 SO_4^{2-} , HCO_2^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 和 CH_3CO_2^- 的量,和这些的总量。至于阳离子杂质,给出了每一阳离子杂质的量和那些阳离子杂质的总量。至于非离子杂质,给出了乙二醇的量。

另外,总值是分子量为5,000或更低的阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质的量的总和。

另外,对每一有机EL设备的发光亮度下降的评估结果由每一实施例和对比例的有机EL设备的发光亮度半衰期的相对值表示。在此应当注意,每一值通过将使用对比例4B的非精制空穴传输材料制造的有机EL设备的发光亮度半衰期定义为"1"而确定。

如表2B-1和2B-2所示,在每一实施例的有机EL设备中,分子量为5,000或更低的每一阴离子杂质,阳离子杂质,非离子杂质的量,和这三种杂质的总量在2.0水溶液中分别是30 ppm或更低,30 ppm或更低,40 ppm或更低,和90 ppm或更低,和进一步在每一空穴传输层中分别是1,500 ppm或更低,1,500 ppm或更低,2,000 ppm或更低,和4,500 ppm或更低。

另外,每一实施例的有机EL设备与每一对比例的有机EL设备相比具有较长的发光亮度半衰期,即,发光亮度的下降得到抑制。

另外,每个表显示出这样的倾向:有机EL设备的发光亮度半衰期通过以一种平衡方式去除每种杂质和进一步降低每种杂质的量和这些杂质的总量而更加延长。

在此应当注意,每一实施例的空穴传输材料的体积电阻率大于每一对比例空穴传输材料,并且是 $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 或更大。

如上所述,已经发现使用本发明空穴传输材料的有机EL设备是优异的,其中分子量为5,000或更低的每种阴离子杂质,阳离子杂质和非离子杂质的量被控制在预定值内。

即,在这种有机EL设备中,发光亮度的下降得到抑制并长时间内保持优异的发光性能。

最后,可以理解,可对上述实施方案进行许多改变和补充而不背离在

以下权利要求中确定的本发明的范围和主旨。

另外还要理解，本公开内容涉及包含在日本专利申请No.2003-362510和No.2003-362511(都在2003年10月22日递交)的主题，在此特意作为参考完全并入本发明。

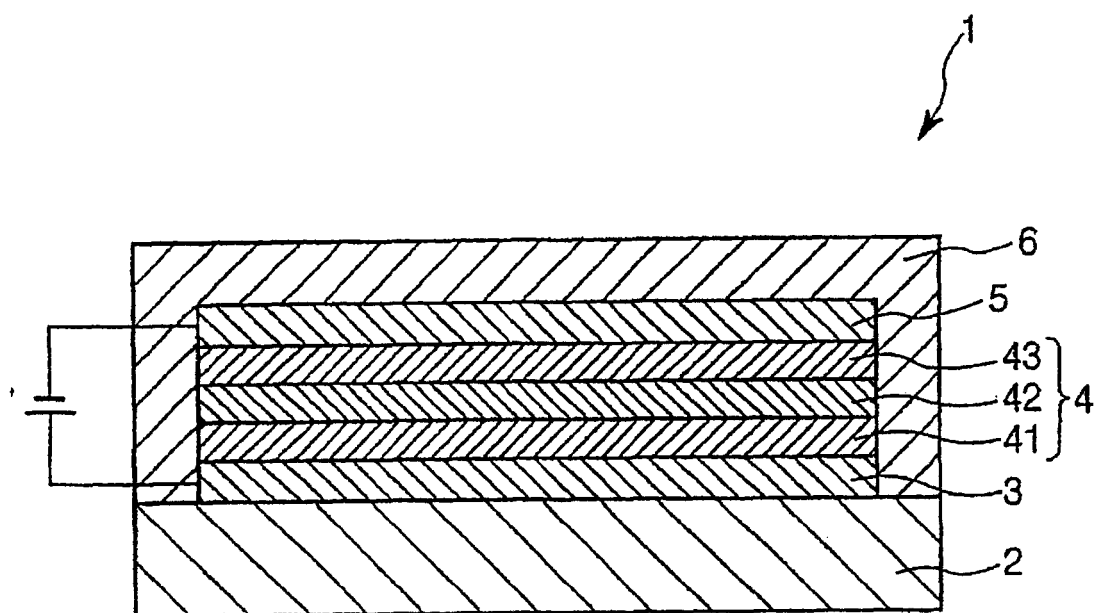


图 1

专利名称(译)	利用超滤和离子交换色谱对空穴传输材料的纯化		
公开(公告)号	CN1871719A	公开(公告)日	2006-11-29
申请号	CN200480031317.6	申请日	2004-10-14
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
[标]发明人	篠原祐治 篠原誉		
发明人	篠原祐治 篠原誉		
IPC分类号	H01L51/30		
代理人(译)	王玮		
优先权	2003362510 2003-10-22 JP 2003362511 2003-10-22 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

在有机EL设备中，如果将电压施加到阳极和阴极上，空穴在空穴传输层中移动和电子在电子传输层中移动，和空穴和电子在发光层中复合。在发光层中，激子通过复合释放的能量而产生，和激子在返回基态时释放荧光或磷光形式的能量或发光。空穴传输层由空穴传输材料形成，其中分子量为5,000或更低的非离子杂质的量，或分子量为5,000或更低的阴离子杂质，阳离子杂质和非离子杂质的量被调节至较小，这样抑制有机EL设备的发光亮度下降。

