



(12)发明专利申请



(10)申请公布号 CN 112736176 A

(43)申请公布日 2021.04.30

(21)申请号 201910975239.3

(22)申请日 2019.10.14

(71)申请人 中国科学院金属研究所

地址 110016 辽宁省沈阳市沈河区文化路
72号

(72)发明人 马来鹏 任文才 杜金红 张鼎冬
成会明

(74)专利代理机构 沈阳优普达知识产权代理事
务所(特殊普通合伙) 21234

代理人 张志伟

(51)Int.Cl.

H01L 33/44(2010.01)

H01L 33/42(2010.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种提高发光二极管发光效率的方法

(57)摘要

本发明涉及发光二极管的制作领域,具体为一种通过增透型掺杂剂薄膜提高发光二极管发光效率的方法。该方法在透明电极与发光层之间引入增透型掺杂剂薄膜,通过增透型掺杂剂薄膜同时改善透明电极的光外耦合效率和电荷注入效率,从而提升发光二极管的发光效率:在透明电极的表面形成增透型掺杂剂薄膜,利用薄膜的光学增透效应促进波导模式耦合进入透明电极,从而提高发光二极管的出光率;同时利用薄膜的表面电荷转移作用对透明电极进行掺杂以改善其功函数,从而提高电极的电荷注入效率。该方法无需使用复杂的微纳结构,与发光二极管的制作工艺兼容性高,为发展高性能发光二极管提供了简单有效的技术途径。

1. 一种提高发光二极管发光效率的方法,其特征在于,在透明电极与发光层之间引入增透型掺杂剂薄膜,通过增透型掺杂剂薄膜同时改善透明电极的光外耦合效率和电荷注入效率,从而提升发光二极管的发光效率;在透明电极的表面形成增透型掺杂剂薄膜,利用薄膜的光学增透效应促进波导模式耦合进入透明电极,从而提高发光二极管的出光率;同时利用薄膜的表面电荷转移作用对透明电极进行掺杂以改善其功函数,从而提高电极的电荷注入效率。

2. 按照权利要求1所述的提高发光二极管发光效率的方法,其特征在于,掺杂剂为无机物、有机物或者两者的组合,包括但不限于酸、氧化物、氯化物、碱金属的有机物、高分子聚合物之一或两种以上。

3. 按照权利要求1所述的提高发光二极管发光效率的方法,其特征在于,增透型掺杂剂薄膜的折射率低于透明电极和透明基底的折射率,而且具有高的透光率,透光率范围为80~100%。

4. 按照权利要求1所述的提高发光二极管发光效率的方法,其特征在于,增透型掺杂剂在透明电极表面形成连续薄膜,其厚度范围为1~1000纳米。

5. 按照权利要求1所述的提高发光二极管发光效率的方法,其特征在于,增透型掺杂剂的掺杂原理为表面电荷转移,即将掺杂剂与透明电极的表面接触后,两者之间产生电荷转移,从而对透明电极材料进行掺杂;掺杂类型为p型或n型。

6. 按照权利要求1所述的提高发光二极管发光效率的方法,其特征在于,在透明电极表面形成增透型掺杂剂薄膜的方法包括物理气相沉积、化学气相沉积、溶液浸泡、提拉、旋涂、喷涂、刮涂、线棒涂布、印刷、辊压涂覆之一或两种以上的组合。

7. 按照权利要求1所述的提高发光二极管发光效率的方法,其特征在于,透明电极材料为无机物或有机物,包括但不限于石墨烯、碳纳米管或者导电聚合物。

8. 按照权利要求1所述的提高发光二极管发光效率的方法,其特征在于,透明电极采用转移、沉积或涂覆的方法形成于透明基底表面,透明基底材料为刚性或柔性,包括但不限于玻璃、石英或者柔性透明有机物。

一种提高发光二极管发光效率的方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及发光二极管的制作领域，具体为一种通过增透型掺杂剂薄膜提高发光二极管发光效率的方法，适用于包含发光层和透明电极结构的各类电致发光二极管。

背景技术：

[0002] 发光二极管在显示和照明领域具有日益广泛的应用。透明电极是发光二极管的重要组成部分，对发光二极管的光外耦合和电荷注入均具有至关重要的影响，从而显著影响器件的发光效率。现有技术主要针对单一性能的改善，例如：采用微纳结构提高波导模式或基底模式的外耦合效率，采用化学掺杂剂提高透明电极的功函数与电导率从而促进电荷注入。然而，如何同时改善两方面的性能，实现发光效率的大幅提升仍是本领域亟待解决的难题。

发明内容：

[0003] 本发明的目的在于提供一种提高发光二极管发光效率的方法，该方法在透明电极与发光层之间引入增透型掺杂剂薄膜，通过增透型掺杂剂薄膜同时改善透明电极的光外耦合效率和电荷注入效率，从而大幅提升发光二极管的发光效率。

[0004] 本发明的技术方案是：

[0005] 一种提高发光二极管发光效率的方法，在透明电极与发光层之间引入增透型掺杂剂薄膜，通过增透型掺杂剂薄膜同时改善透明电极的光外耦合效率和电荷注入效率，从而提升发光二极管的发光效率：在透明电极的表面形成增透型掺杂剂薄膜，利用薄膜的光学增透效应促进波导模式耦合进入透明电极，从而提高发光二极管的出光率；同时利用薄膜的表面电荷转移作用对透明电极进行掺杂以改善其功函数，从而提高电极的电荷注入效率。

[0006] 所述的提高发光二极管发光效率的方法，掺杂剂为无机物、有机物或者两者的组合，包括但不限于酸、氧化物、氯化物、碱金属的有机物、高分子聚合物之一或两种以上。

[0007] 所述的提高发光二极管发光效率的方法，增透型掺杂剂薄膜的折射率低于透明电极和透明基底的折射率，而且具有高的透光率，透光率范围为80~100%。

[0008] 所述的提高发光二极管发光效率的方法，增透型掺杂剂在透明电极表面形成连续薄膜，其厚度范围为1~1000纳米。

[0009] 所述的提高发光二极管发光效率的方法，增透型掺杂剂的掺杂原理为表面电荷转移，即将掺杂剂与透明电极的表面接触后，两者之间产生电荷转移，从而对透明电极材料进行掺杂；掺杂类型为p型或n型。

[0010] 所述的提高发光二极管发光效率的方法，在透明电极表面形成增透型掺杂剂薄膜的方法包括物理气相沉积、化学气相沉积、溶液浸泡、提拉、旋涂、喷涂、刮涂、线棒涂布、印刷、辊压涂覆之一或两种以上的组合。

[0011] 所述的提高发光二极管发光效率的方法,透明电极材料为无机物或有机物,包括但不限于石墨烯、碳纳米管或者导电聚合物。

[0012] 所述的提高发光二极管发光效率的方法,透明电极采用转移、沉积或涂覆的方法形成于透明基底表面,透明基底材料为刚性或柔性,包括但不限于玻璃、石英或者柔性透明有机物。

[0013] 本发明的设计思想是:

[0014] 本发明采用增透型掺杂剂薄膜,将掺杂剂的电学调制与增透膜的光学调制有机结合,实现对发光二极管发光过程的光电共调制,从而同时提高透明电极的电荷注入效率与光外耦合效率。

[0015] 本发明的特点及有益效果是:

[0016] 1.本发明突破了现有方法仅改善单一性能的局限,实现了透明电极的波导模式外耦合效率和电荷注入效率的同步提高,从而大幅提升发光二极管的发光效率。

[0017] 2.本发明所述方法无需使用复杂的微纳结构,工艺简单而且与发光二极管的制作工艺兼容性好。

附图说明:

[0018] 图1为实施例1中发光二极管为底发光结构示意图。图中,101聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)透明基底,102单层石墨烯,103增透型掺杂剂薄膜,104发光层,105铝薄膜。

[0019] 图2为实施例2中发光二极管为顶发光结构示意图。图中,201玻璃透明基底,202铝薄膜,203发光层,204四五氟苯基硼酸薄膜,205碳纳米管薄膜。

具体实施方式:

[0020] 下面,通过实施例对本发明进一步详细阐述。

[0021] 实施例1

[0022] 如图1所示,本实施例中,发光二极管为底发光结构,阳极采用聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)透明基底101表面的单层石墨烯102作为透明电极。在阳极与发光层104之间使用增透型掺杂剂薄膜103(其厚度为10纳米),该薄膜的成分是四五氟苯基硼酸或其它透光率为80~100%具有增透作用的p型掺杂剂,阴极采用铝薄膜105(其厚度为100纳米),铝薄膜105位于发光层104之上。依次在单层石墨烯阳极表面形成增透型掺杂剂薄膜、发光层和铝薄膜阴极。四五氟苯基硼酸薄膜同时提高发光层在阳极一侧的出光率和阳极向发光层的空穴注入效率,该发光二极管的外量子效率为29%。

[0023] 实施例2

[0024] 与实施例1不同之处在于:

[0025] 如图2所示,本实施例中,发光二极管为顶发光结构,采用玻璃透明基底201表面的铝薄膜202(其厚度为150纳米)作为底部的透明阴极,采用碳纳米管薄膜205(其厚度为10纳米)作为顶部的透明阳极。依次在铝薄膜阴极表面形成发光层203、四五氟苯基硼酸薄膜204和碳纳米管薄膜透明阳极,该发光二极管的外量子效率为20%。

[0026] 实施例3

[0027] 与实施例1不同之处在于:

[0028] 本实施例中,发光二极管为全透明结构,阳极采用聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)透明基底表面的单层石墨烯作为透明电极,阴极采用碳纳米管薄膜(其厚度为8纳米)。依次在单层石墨烯阳极表面形成四五氟苯基硼酸薄膜、发光层和碳纳米管薄膜阴极,该发光二极管的外量子效率达到30%。

[0029] 实施例结果表明,本发明方法在透明电极与发光层之间引入增透型掺杂剂薄膜,通过增透型掺杂剂薄膜同时改善透明电极的光外耦合效率和电荷注入效率,从而提升发光二极管的发光效率。该方法无需使用复杂的微纳结构,与发光二极管的制造工艺兼容性高,为发展高性能发光二极管提供了简单有效的技术途径。

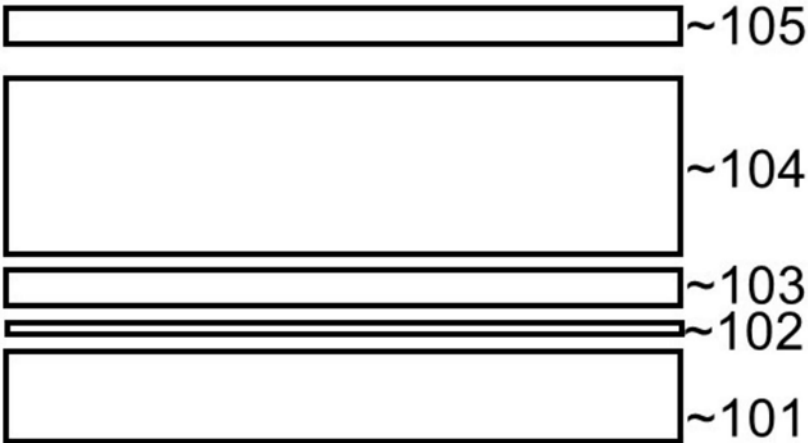


图1

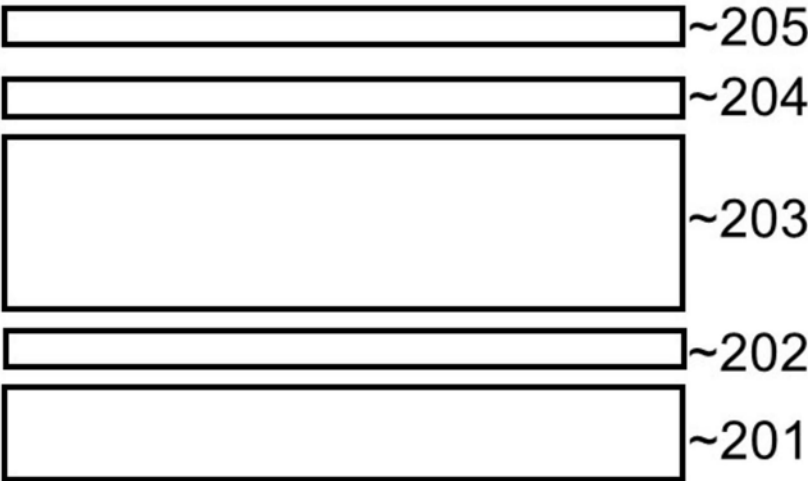


图2