



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114203925 A

(43) 申请公布日 2022.03.18

(21) 申请号 202111068763.6

(22) 申请日 2021.09.13

(30) 优先权数据

10-2020-0119748 2020.09.17 KR

(71) 申请人 株式会社P&H TECH

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 玄瑞镕 尹石根 尹度烈 高恩志

(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 宋融冰

(51) Int. Cl.

H01L 51/52 (2006.01)

H01L 51/50 (2006.01)

H01L 51/56 (2006.01)

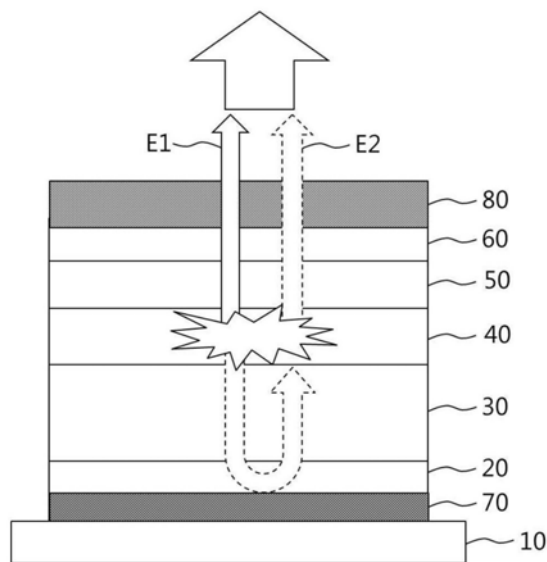
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

具有低折射覆盖层的有机发光器件

(57) 摘要

本发明涉及一种有机发光器件,其具有低折射率的覆盖层,从而提高光提取效率,降低驱动电压,提高功率效率,与此同时改善电流效率。



1. 一种有机发光器件,包括:基板;阳极;阴极;多层功能层,层叠在上述阳极与阴极之间;以及覆盖层,层叠在上述阴极的上部,上述有机发光器件的特征在于,

上述多层功能层包括空穴注入层、空穴传输层、电子阻挡层、发光层、空穴阻挡层、电子传输层及电子注入层,

层叠在上述阴极的上部的覆盖层在可见光区域不吸收光,具有满足以下数学式1的折射率,在450nm至500nm的波长下吸光系数为0.1以下,

数学式1:

$$n(\lambda=430\text{nm}) - n(\lambda=480\text{nm}) < 0.05,$$

在上述数学式1中, $n(\lambda=X \text{ nm})$ 为在X nm波长下的折射率。

2. 根据权利要求1所述的有机发光器件,其特征在于,上述覆盖层的厚度为150nm以下。

3. 根据权利要求1所述的有机发光器件,其特征在于,上述发光层的光致发光谱的峰值波长为430nm至500nm。

4. 根据权利要求1所述的有机发光器件,其特征在于,在430nm至500nm波长下,上述阴极的透光率为30%以上。

5. 根据权利要求1所述的有机发光器件,其特征在于,上述覆盖层具有3eV至4eV的带隙。

6. 根据权利要求1所述的有机发光器件,其特征在于,上述覆盖层在小于470nm的波长下吸收紫外线。

7. 根据权利要求1所述的有机发光器件,其特征在于,上述覆盖层的紫外线吸光度的最大吸收范围为280nm至330nm的波长。

8. 根据权利要求1所述的有机发光器件,其特征在于,当上述覆盖层的厚度为100nm时,覆盖层具有1.3至1.8的折射率。

9. 根据权利要求1所述的有机发光器件,其特征在于,当上述覆盖层的厚度为100nm时,覆盖层具有1.4至1.6的折射率。

10. 根据权利要求1所述的有机发光器件,其特征在于,上述覆盖层的厚度为40nm至150nm。

11. 根据权利要求1所述的有机发光器件,其特征在于,上述覆盖层的厚度为40nm至70nm。

12. 根据权利要求1所述的有机发光器件,其特征在于,上述发光层为蓝色发光层,上述多层功能层还包括红色发光层和绿色发光层。

13. 根据权利要求1所述的有机发光器件,其特征在于,在上述基板上分别并列配置有蓝色、红色及绿色像素,在上述蓝色、红色及绿色像素共同设置有上述覆盖层。

## 具有低折射覆盖层的有机发光器件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种有机发光器件,更加详细地,涉及一种如下的有机发光器件:具有低折射率的覆盖层(capping layer),从而提高光提取效率,进一步降低驱动电压,并且提高电流效率。

### 背景技术

[0002] 有机发光器件(organic light emitting diode)是一种自发光器件,具有视角广、对比度优异、响应时间短、亮度、驱动电压及响应速度特性优异以及可以实现多色化的优点。

[0003] 这种有机发光器件的驱动及发光原理如下:当在阳极与阴极之间施加电压时,从阳极注入的空穴通过空穴传输层移动到发光层,从阴极注入的电子通过电子传输层移动到发光层,并且诸如上述空穴及电子之类的多个载流子在发光层区域复合而产生激子(exiton)。当该激子从激发态变为基态时会产生光。

[0004] 有机发光器件的光效率通常可分为内量子效率(internal quantum efficiency)和外量子效率(external quantum efficiency),内量子效率与介于诸如空穴传输层、发光层及电子传输层之类的阳极与阴极之间的有机层中激子的产生和光转换效率有关,另一方面,外量子效率是指有机层中产生的光被提取到有机发光器件外部的效率(内量子效率×光提取效率),即使在器件内的有机层中实现高光转换效率,若根据光提取效率(Light extraction efficiency, Light coupling efficiency)的外量子效率低,则有机发光器件的整体光效率不可避免地降低。

### 发明内容

[0005] 技术问题

[0006] 因此,本发明的目的在于,提供一种具有可以进一步提高有机发光器件的光提取效率的覆盖层的有机发光器件。

[0007] 解决问题的手段

[0008] 为了解决上述问题,本发明提供一种有机发光器件,其包括:基板;阳极;阴极;多层功能层,层叠在上述阳极与阴极之间;以及覆盖层(capping layer),层叠在上述阴极的上部。

[0009] 上述多层功能层包括空穴注入层、空穴传输层、电子阻挡层、发光层、空穴阻挡层、电子传输层及电子注入层。

[0010] 在本发明的有机发光器件中,层叠在上述阴极的上部的覆盖层(capping layer)具有如下特征。

[0011] (i) 在可见光区域不吸收光。

[0012] (ii) 满足以下数学式1的折射率。

[0013] 数学式1:

- [0014]  $n(\lambda=430\text{nm}) - n(\lambda=480\text{nm}) < 0.05$ ,
- [0015] 在上述数学式1中,  $n(\lambda=X \text{ nm})$  表示在  $X \text{ nm}$  波长下的折射率。
- [0016] (iii) 在430nm至500nm波长下的吸光系数为0.1以下。
- [0017] (iv) 具有3eV至4eV的带隙(Band gap)。
- [0018] (v) 在小于470nm的波长下, 吸收紫外线(UV), 紫外线吸光度的最大吸收范围为280nm至330nm的波长。
- [0019] (vi) 薄膜厚度为40~150nm, 当薄膜厚度为100nm时, 具有1.3至1.8的折射率, 优选地, 具有1.4至1.6的折射率。
- [0020] 在本发明的有机发光器件中, 上述多层功能层中的发光层包括蓝色发光层、红色发光层及绿色发光层, 上述蓝色发光层的光致发光谱的峰值波长为430nm至500nm。
- [0021] 在本发明的有机发光器件中, 在上述基板上分别并列配置有蓝色、红色及绿色像素, 在上述蓝色、红色及绿色像素共同设置有覆盖层(capping layer)。
- [0022] 在本发明的有机发光器件中, 在430nm至500nm波长下, 阴极的透光率为30%以上。
- [0023] 发明的效果
- [0024] 本发明的有机发光器件具有能够优化提取的光效率的覆盖层, 因而色纯度优异, 提高光提取效率, 进一步降低驱动电压, 提高电流效率, 从而可以应用于各种照明及显示器件。

## 附图说明

- [0025] 图1为本发明一实施例的有机发光器件的剖视图。

## 具体实施方式

- [0026] 以下, 将更加详细地说明本发明。
- [0027] 本发明涉及一种顶发光型有机发光器件, 其依次包括: 基板; 阳极; 阴极; 多层功能层, 层叠在上述阳极与阴极之间; 以及覆盖层(capping layer), 层叠在阴极的上部, 上述顶发光型有机发光器件的特征在于, 具有如下结构。
- [0028] 在本发明的有机发光器件中, 层叠在阳极与阴极之间的多层功能层包括空穴注入层、空穴传输层、电子阻挡层、发光层、空穴阻挡层、电子传输层及电子注入层, 上述发光层包括蓝色发光层、红色发光层及绿色发光层。
- [0029] 在本发明的有机发光器件中, 上述蓝色发光层的光致发光(PL, Photoluminescence)谱的峰值波长, 即, 具有最大发光强度峰值的波长为430nm至500nm, 并且包含满足该条件的蓝色发光层材料。
- [0030] 并且, 在本发明的有机发光器件中, 在基板上分别并列配置有蓝色、红色及绿色像素, 在上述蓝色、红色及绿色像素共同设置有光效率改善层(覆盖层(capping layer))。
- [0031] 在本发明的有机发光器件中, 层叠在阴极上部的覆盖层(capping layer)被设计为具有如下特征。
- [0032] (i) 可见光区域, 即, 在波长为430nm至500nm的区域中不吸收光。
- [0033] (ii) 具有满足以下数学式1的低折射率。
- [0034] 数学式1:

[0035]  $n(\lambda=430\text{nm}) - n(\lambda=480\text{nm}) < 0.05$ ,

[0036] 在上述数学式1中,  $n(\lambda=X \text{ nm})$  表示在  $X \text{ nm}$  波长下的折射率。

[0037] (iii) 在430nm至500nm波长下的吸光系数为0.1以下。

[0038] (iv) 具有3eV至4eV的带隙(Band gap)。

[0039] (v) 在小于470nm的波长下, 吸收紫外线, 紫外线吸光度的最大吸收范围为280nm至330nm的波长。

[0040] (vi) 覆盖层的薄膜厚度为40~150nm, 当薄膜厚度为100nm时, 具有1.3至1.8的折射率, 优选地, 具有1.4至1.6的折射率。

[0041] 在本发明的有机发光器件中, 阴极被设计为在430nm至500nm波长下的透光率为30%以上。

[0042] 本发明的有机发光器件除了具有上述特征条件的覆盖层、发光层及阴极之外, 可以使用常规的器件制造方法及材料来制造。

[0043] 本发明的有机发光器件中设置的多层功能层为层叠有2层以上有机层的多层结构, 例如, 可以具有包括空穴注入层、空穴传输层、电子阻挡层、发光层、空穴阻挡层、电子传输层及电子注入层等的结构, 但不限于此, 还可以包括更少数量或更多数量的有机层。

[0044] 以下图1为本发明一实施例的有机发光器件的剖视图, 上述有机发光器件包括: 基板10; 阳极20; 多层功能层(空穴注入层及空穴传输层30、发光层40、电子注入层及电子传输层50)、阴极60; 以及覆盖层(capping layer) 80, 上述覆盖层可以形成在上述阴极的上部(Top emission)。

[0045] 如上所述, 根据本发明的一实施例, 满足特定条件的覆盖层80形成在阴极60的上部(顶部发光(Top emission)), 在发光层40形成的光向阴极侧发射(E1), 在发光层40形成的光通过形成在阳极20侧的反射层70向阴极侧进一步发射(E2), 随着此时发射的光穿过本发明的覆盖层, 提高光提取, 由此光效率上升, 从而进一步降低器件的驱动电压, 并提高电流效率。

[0046] 以下, 将更加详细地说明本发明的有机发光器件的一实施例。

[0047] 本发明的有机发光器件可通过如下方式制造: 利用诸如溅射(sputtering)或电子束蒸发(e-beam evaporation)之类的物理气相沉积(PVD, physical vapor deposition)方法, 在基板上沉积金属或具有导电性的金属氧化物或它们的合金来形成阳极, 在其上部形成包括空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层等的多层功能层之后, 在其上部沉积可用作阴极的物质并设置覆盖层。

[0048] 除了如上所述的方法之外, 还可以通过在基板上依次沉积阳极物质、多层功能层、阴极物质来制造有机发光器件。上述多层功能层可以是包括空穴注入层、空穴传输层、发光层及电子传输层等的多层结构。并且, 上述多层功能层可以使用各种聚合物材质来通过沉积法以外的溶剂工艺(solvent process), 例如旋涂法、浸涂法、刮刀法、丝网印刷法、喷墨印刷法或热转印法等方法来以更少层制造。

[0049] 作为上述阳极物质, 通常优选功函数大的物质, 以便空穴能够顺利地注入有机层。可用于本发明的阳极物质的具体例包括诸如钒、铬、铜、锌、金之类的金属或它们的合金, 诸如氧化锌、氧化铟、氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)之类的金属氧化物, 诸如 $\text{ZnO}:\text{Al}$ 或 $\text{SnO}_2:\text{Sb}$ 之类的金属和氧化物的组合, 诸如聚(3-甲基噻吩)、聚[3,4-(乙烯-1,2-二氧基)噻吩]

(PEDT)、聚吡咯和聚苯胺之类的导电聚合物等,但不限于此。

[0050] 作为上述阴极物质,通常优选功函数小的物质,以便电子易于注入有机层,在本发明的有机发光器件中,为了在器件的正面方向提取光,优选在430nm至500nm波长下的透光率为30%以上,并且透明/半透明的物质。

[0051] 这种阴极的具体例包括诸如镁、钙、钠、钾、钛、钪、钇、锂、钆、铝、银、锡和铅之类的金属或它们的合金,诸如LiF/Al或LiO<sub>2</sub>/Al之类的多层结构物质等,但不限于此,为了实现上述30%以上的透光率,厚度优选为20nm以下。

[0052] 空穴注入物质为能够在低电压下从阳极顺畅地接收空穴的物质,空穴注入物质的最高占据分子轨道(HOMO, highest occupied molecular orbital)优选在阳极物质的功函数与周围有机层的最高占据分子轨道之间。空穴注入物质的具体例包括金属卟啉(porphyrine)、低聚噻吩、芳胺类有机物、己腈六氮杂三苯、喹吖啶酮(quinacridone)类有机物、茈(perylene)类有机物、蒽醌、聚苯胺及聚噻吩类导电聚合物等,但不限于此。

[0053] 空穴传输物质为能够从阳极或空穴注入层接收空穴并将其迁移到发光层的物质,空穴的迁移率高的物质适合作为空穴传输物质。具体例包括芳胺类有机物、导电聚合物及具有共轭部分和非共轭部分的嵌段共聚物等,通过利用本发明的有机发光化合物,可以进一步提高器件的低电压驱动特性、发光效率及寿命特性。

[0054] 发光物质为能够通过分别接收和结合来自空穴传输层和电子传输层的空穴和电子而在可见光区域发射光的物质,优选对于荧光或磷光具有良好的量子效率的物质。具体例包括8-羟基-喹啉铝配合物(Alq<sub>3</sub>、喹啉类化合物、二聚苯乙烯(dimerized styryl)化合物、BA1q、10-羟基苯并喹啉-金属化合物、苯并恶唑、苯并噻唑及苯并咪唑类化合物、聚(对亚苯基亚乙烯基)(PPV)类聚合物、螺环(spiro)化合物、聚芴、红荧烯等,但不限于此。

[0055] 但是,在本发明的有机发光器件中,上述蓝色发光层的材料被设计为其光致发光(PL, Photoluminescence)谱的峰值波长达到430nm至500nm。

[0056] 电子传输物质为能够从阴极顺利地接收电子并将其迁移到发光层的物质,电子的迁移率大的物质适合作为电子传输物质。具体例包括8-羟基喹啉的Al配合物、含Alq<sub>3</sub>的配合物、有机自由基化合物、羟基黄酮-金属配合物等,但不限于此。

[0057] 以下,在本发明的有机发光器件中,将通过举出利用可以满足特定条件的覆盖层材料的实施例来更加详细地说明本发明。

[0058] 实施例

[0059] 在本发明的实验例中,清洗具有25mm×25mm大小的石英玻璃(Quartz glass)。然后将其安装于真空腔,当底压达到 $1 \times 10^{-6}$  torr以上时,通过在玻璃基板上分别沉积本发明的有机发光器件的覆盖层材料化合物和比较化合物来测量了光学特性。

[0060] 器件实施例1至2

[0061] 在玻璃基板上,将实现本发明的有机发光器件的覆盖层化合物1、2分别沉积60~100nm来测量折射率。

[0062] 石英玻璃/有机物(60~100nm)

[0063] 比较例1

[0064] 比较例1除了使用 $\alpha$ -NPB代替本发明的覆盖层化合物1、2之外,以相同方式制造并测量了光学特性。

[0065] 实验例1:实验例1至2的光学特性

[0066] 利用椭圆光度法(Ellipsometry, Elli-SE)测量了根据上述实施例制造的基板的折射率。在蓝色(450nm)、绿色(520nm)、红色(630nm)的每个波长区域测量了折射率,结果示于下表1。

[0067] 并且,分别计算出每种颜色的波长区域的折射率差异( $\Delta_{B-G}$ :蓝色(450nm)波长区域的折射率和绿色(520nm)波长区域的折射率差异; $\Delta_{G-R}$ :绿色(520nm)波长区域的折射率和红色(630nm)波长区域的折射率差异; $\Delta_{B-R}$ :蓝色(450nm)波长区域的折射率和红色(630nm)波长区域的折射率差异),并示于下表2。

[0068] 最后,将430nm和480nm波长区域的折射率和430nm及480nm波长区域的折射率差值示于下表3。

[0069] 表1

分类	折射率		
	蓝色(450nm)	绿色(520nm)	红色(630nm)
实施例1(化合物1)	1.56	1.53	1.51
实施例2(化合物2)	1.62	1.60	1.57
比较例1( $\alpha$ -NPB)	1.92	1.84	1.78

[0071] 表2

分类	折射率差异		
	$\Delta_{B-G}$	$\Delta_{G-R}$	$\Delta_{B-R}$
实施例1(化合物1)	0.03	0.02	0.05
实施例2(化合物2)	0.02	0.03	0.05
比较例1( $\alpha$ -NPB)	0.09	0.06	0.14

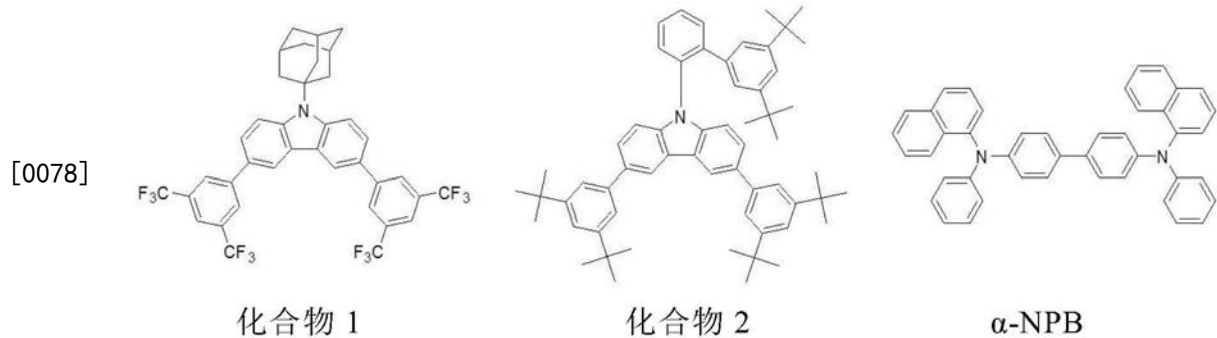
[0073] 表3

分类	折射率		
	n(430nm)	n(480nm)	$\Delta n(430nm-480nm)$
实施例1(化合物1)	1.57	1.54	0.03
实施例2(化合物2)	1.63	1.61	0.02
比较例1( $\alpha$ -NPB)	1.94	1.87	0.07

[0075] 如上所述,本发明的有机发光器件的覆盖层在每个波段(450nm、520nm、630nm)的折射率值明显小于比较例( $\alpha$ -NPB),在每种颜色的波长区域中的折射率差异( $\Delta_{B-G}$ 、 $\Delta_{G-R}$ 、 $\Delta_{B-R}$ )值均为0.05以下。

[0076] 并且,在蓝色波长下的折射率差异(430-480nm)值分别为0.03、0.02,均满足0.05

以下的值。该值明显小于 $\alpha$ -NPB所具有的折射率差异( $\Delta_{B-G}$ 、 $\Delta_{G-R}$ 、 $\Delta_{B-R}$ )值0.09、0.06、0.14。  
 [0077] 当低折射率值及每个波长区域中的折射率差值较小时,能够解决光提取效率降低的问题,因此,当像本发明的有机发光器件那样设置覆盖层时,可以预期器件的效率优化。



[0079] 器件实施例3至4

[0080] 制造具有满足本发明特定条件的覆盖层的如下结构的有机发光器件,并测量了包括发光效率的发光特性。

[0081] Ag/ITO/空穴注入层(HAT-CN,5nm)/空穴传输层(TAPC,100nm)/电子阻挡层(TCTA,10nm)/发光层(20nm)/电子传输层201(Liq,30nm)/LiF(1nm)/Mg:Ag(15nm)/覆盖层(70nm)

[0082] 为了在玻璃基板上的含Ag的ITO透明电极形成空穴注入层,以5nm厚度形成HAT-CN膜,然后以100nm厚度形成TAPC膜作为空穴传输层。以10nm的厚度形成TCTA膜作为电子阻挡层。并且,使用BH1作为主体化合物以及使用BD1作为掺杂剂化合物来以20nm共沉积发光层。进一步地,以30nm厚度形成电子传输层(掺杂有以下[201]化合物Liq 50%)以及以1nm的厚度形成LiF膜。接着,以1:9比例形成15nm的Mg:Ag膜。并且,利用上述实施例化合物1、2以70nm的厚度形成覆盖层(capping layer)来制造出有机发光器件。

[0083] 比较例2

[0084] 除了在上述实施例中将 $\alpha$ -NPB用于覆盖层之外,以相同方式制造了用于器件比较例2的有机发光器件。

[0085] 实验例2:器件实施例3至4的发光特性

[0086] 利用源表(Source meter, Model 237, Keithley)和亮度计(PR-650, Photo Research)测量了根据上述实施例及比较例制造的有机发光器件的驱动电压、电流效率及色坐标,基于1000nit的结果值如下表4。

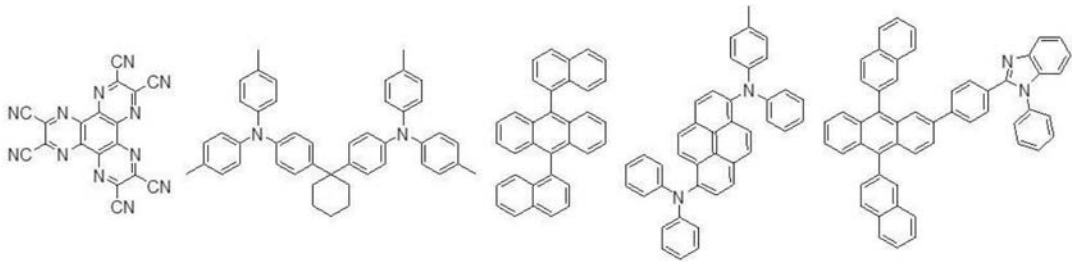
[0087] 表4

分类	覆盖层	驱动电压 (V)	发光效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	光提取效率
[0088] 实施例3	化合物1	3.6	8.8	7.7	1.13
实施例4	化合物2	3.7	8.6	7.3	1.10
比较例2	$\alpha$ -NPB	4.3	7.8	5.7	1.00

[0089] 观察上表4所示的结果,当像本发明的有机发光器件那样在器件设置低折射率的覆盖层时,可以确认到光提取效率比现有器件(比较例2)提高10%以上。并且,可知驱动电压降低,电流效率得到了改善。



[0090] 这是因为折射率及每种颜色的波长区域中的折射率差 ( $\Delta_{B-G}$ 、 $\Delta_{G-R}$ 、 $\Delta_{B-R}$ ) 值小, 由此提高光提取效率, 使得器件特性可以更加优异。



[0091]

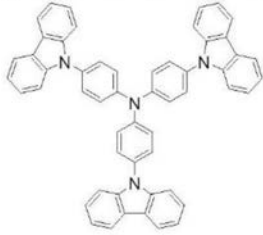
[HAT-CN]

[TAPC]

[BH1]

[BD1]

[201]



[TCTA]

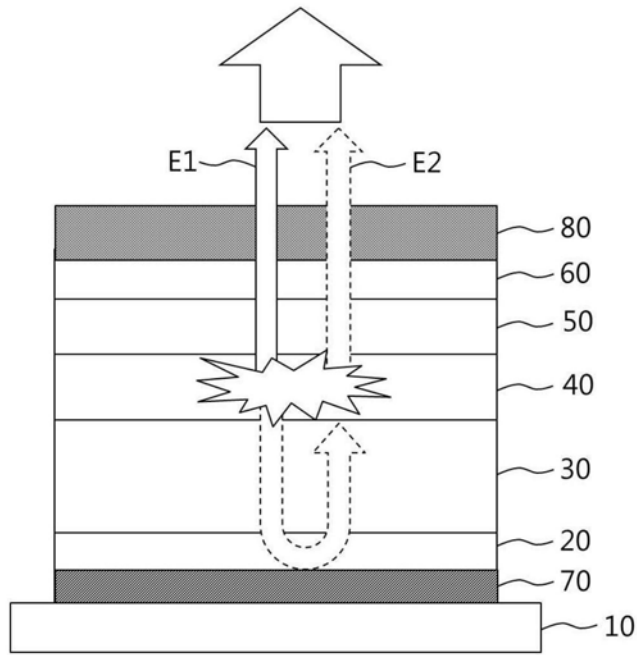


图1