



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110299440 A

(43)申请公布日 2019.10.01

(21)申请号 201910530056.0

(22)申请日 2019.06.19

(71)申请人 江南大学

地址 214000 江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号

(72)发明人 陈国庆 许建文 吴亚敏 马超群  
朱纯 辜姣 李磊 朱拓 高辉

(74)专利代理机构 哈尔滨市阳光惠远知识产权代理有限公司 23211

代理人 彭素琴

(51) Int. Cl.

H01L 33/50(2010.01)

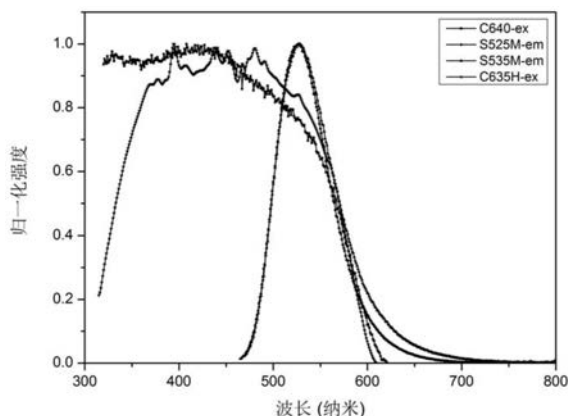
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种高发光效率和高显色指数的白光LED的制备方法

(57)摘要

本发明涉及一种高发光效率和高显色指数的白光LED的制备方法,属于LED发光技术领域。本发明通过在蓝光LED芯片上涂覆两种绿色荧光粉和一种红色荧光粉的方式来白光LED,获得了发光效率LER高达142.74lm/w,Ra最高达96.9,R9高达98.53的优质暖白光LED,并且与目前其他荧光粉涂覆的白光LED的发光效果相比,实验效果更加理想,这使其能够广泛用于高质量固态照明。



1. 一种高发光效率和高显色指数的白光LED的制备方法,其特征在于,所述方法是通过在蓝光LED芯片上涂覆两种绿色荧光粉和一种红色荧光粉来获得白光LED。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述红色荧光粉包括C628EB、C630EB、C650EB、C655E、C660EB、C635H或C640。
3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述两种绿色荧光粉分别为S525绿荧光粉和S535绿荧光粉。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述红色荧光粉、S535绿荧光粉和S525绿荧光粉的质量比为:1.95:(3-9):(3-11)。
5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法是先将S525绿色荧光粉、S535绿色荧光粉和红色荧光粉与荧光胶水混合均匀后,再涂覆在蓝光LED芯片上。
6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述荧光胶水包括AB胶、硅胶或环氧树脂。
7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述荧光胶水与红、绿荧光粉总量的质量比为(2~3):1。
8. 应用权利要求1-7任一所述的方法制备得到的白光LED。
9. 权利要求8所述的白光LED在照明灯、指示灯等方面的应用。
10. 权利要求1-7任一所述的方法在提高白光LED发光效率和显色指数方面的应用。

## 一种高发光效率和高显色指数的白光LED的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种高发光效率和高显色指数的白光LED的制备方法,属于LED发光技术领域。

### 背景技术

[0002] 目前,学术界与工业界都对白光LED表现出极大的兴趣,因为他与传统的白炽灯泡和荧光灯管相比,具有节能、高效、环保、使用寿命长等优点。他们现在正迅速渗透到照明和显示市场,为温室气体减少和环境保护做出了巨大贡献。对于WLED,两个最重要的参数是LER和CRI,它们分别用于表征发光效率和显色性。然而,在LER和CRI之间存在权衡,因为它们对光谱配置有不同的要求,即增加一个将在另一个上妥协。因此,减少他们之间的权衡对科学家和工程师来说是一个极具挑战性和高度追求的课题。对于CRI,是与通过自然日光下的颜色再现相比,Ra通常用于评估光源的颜色再现能力,其通过平均不饱和颜色样本(R1-R8)的前八个特殊显色指数的值而获得。

[0003] Ra大于80的WLED对于大多数照明应用是可接受的。然而,只有Ra不足以代表颜色质量,通常情况下,深红色在色调中很普遍,例如超市中的肉类、鱼类、蔬菜和水果、画廊中的艺术品、展示橱窗中的衣服、人体皮肤和外科手术等。人类在这些照明应用中,除了Ra之外,需要给出表示饱和红色的R9指数以准确地呈现红色。为了提供丰富的红色和合理的光质量评级系统,需要具有高Ra和R9的WLED,并且现在受到越来越多的关注。因此,在不牺牲WLED的发光效率的情况下以获得优异的高质量白光,大大提高R9和Ra是非常需要的。

### 发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明通过选取两种绿色荧光粉以及对绿色荧光粉再吸收较少的红色荧光粉,更利于获得高发光效率的白光LED;再通过不断的配比与摸索,得出了荧光粉的最佳配比,此时的LED具有高发光效率与显色指数,具有一定的实用价值。

[0005] 本发明的第一个目的是提供一种高发光效率和高显色指数的白光LED的制备方法,所述方法是通过在蓝光LED芯片上涂覆两种绿色荧光粉和一种红色荧光粉的方式来获得白光LED。

[0006] 在本发明一种实施方式中,所述红色荧光粉包括C628EB、C630EB、C650EB、C655E、C660EB、C635H或C640。

[0007] 优选地,所述红色荧光粉包括C640红色荧光粉和C635H红色荧光粉。

[0008] 在本发明一种实施方式中,所述两种绿色荧光粉分别为S525绿荧光粉和S535绿荧光粉

[0009] 在本发明一种实施方式中,所述红色荧光粉、S535绿荧光粉和S525绿荧光粉的质量比为:1.95:(3-9):(3-11)。

[0010] 优选地,所述红色荧光粉、S535绿荧光粉和S525绿荧光粉的质量比为:(1.95):(6-8):(5-10)。

[0011] 优选地,所述红色荧光粉、S535绿荧光粉和S525绿荧光粉的质量比为:(1.95):(8):(7-10)。

[0012] 在本发明一种实施方式中,所述方法是先将S525绿色荧光粉、S535绿色荧光粉和红色荧光粉与荧光胶水混合均匀后,再涂覆在蓝光LED芯片上。

[0013] 在本发明一种实施方式中,所述荧光胶水包括AB胶、硅胶或环氧树脂。

[0014] 在本发明一种实施方式中,所述荧光胶水与红、绿荧光粉总量的质量比为(2~3):1。

[0015] 本发明的第二个目的是提供一种应用上述的方法制备得到的白光LED。

[0016] 本发明的第三个目的是提供一种上述白光LED在照明灯、指示灯等方面的应用,包括超市中的肉类、鱼类、蔬菜和水果、画廊中的艺术品、展示橱窗中的衣服、人体皮肤和外科手术。

[0017] 本发明的第四个目的是提供一种上述方法在提高白光LED发光效率和显色指数方面的应用。

[0018] 本发明的有益效果:

[0019] 本发明通过在蓝光LED芯片上涂覆两种绿色荧光粉和一种红色荧光粉的方式来白光LED,获得了发光效率LER高达142.74lm/w,Ra最高达96.9,R9高达98.53的优质暖白光LED,并且与目前其他荧光粉涂覆的白光LED的发光效果相比,实验效果更加理想,这使其能够广泛用于高质量固态照明。

## 附图说明

[0020] 图1为发射峰在455nm的蓝光LED光谱。

[0021] 图2为六种红色荧光粉的激发光谱与两种绿色荧光粉的发射光谱。

[0022] 图3为两种红色荧光粉的激发光谱与两种绿色荧光粉的发射光谱。

[0023] 其中,ex代表激发光谱,em代表发射光谱。

## 具体实施方式

[0024] 以下对本发明的优选实施例进行说明,应当理解实施例是为了更好地解释本发明,不用于限制本发明。

[0025] 实施例1:

[0026] 具体方法步骤如下:

[0027] (1) 配制荧光粉:选取红色荧光粉C640,用量为0.0195g;绿色荧光粉S535,用量为0.08g和绿色荧光粉S525,用量为0.09g,混合均匀;

[0028] (2) 制作白光LED样品:将步骤(1)得到的荧光粉与AB胶混合搅拌均匀后涂覆于带凹槽的蓝光LED芯片上,然后放在150℃的烘烤箱里固化1.5小时,将固化后的样品冷却至室温,其中,蓝光LED的发射光谱见图1;

[0029] (3) 使用杭州远方色谱有限公司的配备的带有夹具的积分球的HAAS-2000高精度快速光谱辐射计测量样品,记录Ra、R9、LER,结果如表1所示。

[0030] 实施例2:不同红色荧光粉对白光LED性能的影响

[0031] 采用实施例1的方法制备白光LED样品,区别在于,红色荧光粉分别为C628EB、

C630EB、C650EB、C655E、C660EB、C635H,其他条件同实施例1。所得白光LED的发射光谱图见图2和3,Ra、R9、LER结果如表1所示。

[0032] 表1不同红色荧光粉对白光性能的影响

[0033]

| 实验序号     | 红色荧光粉  |        | 绿粉 S535/g | 绿粉 S525/g | A 胶/g | B 胶/g | 发光效率/  | Ra   | R <sub>9</sub> |
|----------|--------|--------|-----------|-----------|-------|-------|--------|------|----------------|
| 1        | C628EB | 0.0195 | 0.08      | 0.09      | 0.22  | 0.22  | 128.92 | 93.1 | 56.18          |
| 2        | C630EB | 0.0195 | 0.08      | 0.09      | 0.22  | 0.22  | 130.8  | 93.4 | 71.35          |
| 3        | C650EB | 0.0195 | 0.08      | 0.09      | 0.22  | 0.22  | 68.12  | 91.5 | 88.71          |
| 4        | C655E  | 0.0195 | 0.08      | 0.09      | 0.22  | 0.22  | 116.35 | 87   | 77.6           |
| 5        | C660EB | 0.0195 | 0.08      | 0.09      | 0.22  | 0.22  | 84.18  | 88.5 | 34.67          |
| 6        | C635H  | 0.0195 | 0.08      | 0.09      | 0.22  | 0.22  | 124.13 | 93.9 | 62.33          |
| 7 (实施例1) | C640   | 0.0195 | 0.08      | 0.09      | 0.22  | 0.22  | 142.74 | 96.9 | 98.53          |

[0034] 由图2-3选出了C640这种红色荧光粉进行配比,认为这种红色荧光粉与S535、S525混合是最佳的、最能得到高发光效率与高显色指数的白光LED。而由表1中的实验数据可以看出,C640这种红色荧光粉与S535、S525的混合发光效果是最好的,这也进一步验证了由图2-3选出了C640这种红色荧光粉进行配比的准确性。

[0035] 实施例3:红色荧光粉和绿色荧光粉质量比对白光LED性能的影响

[0036] 1、绿色荧光粉S525用量对白光LED性能的影响

[0037] 采用实施例1的方法制备白光LED样品,区别仅在于,绿色荧光粉S525的用量分别为0.06g、0.07g、0.08g、0.09g、0.10g、0.11g、0.12g,其他条件同实施例1。所得白光LED的Ra、R9、LER结果如表2所示。

[0038] 表2绿色荧光粉S525用量对白光LED性能的影响

[0039]

| 实验序号 | 红粉 C640/g | 绿粉 S535/g | 绿粉 S525/g | 绿粉总量/g | A 胶/g | B 胶/g | 发光效率/% | Ra   | R <sub>9</sub> |
|------|-----------|-----------|-----------|--------|-------|-------|--------|------|----------------|
| 1    | 0.0195    | 0.08      | 0.06      | 0.14   | 0.22  | 0.22  | 117.31 | 93.2 | 85.83          |
| 2    | 0.0195    | 0.08      | 0.07      | 0.15   | 0.22  | 0.22  | 118.68 | 95.8 | 95.47          |
| 3    | 0.0195    | 0.08      | 0.08      | 0.16   | 0.22  | 0.22  | 124.96 | 96.8 | 97.45          |
| 4    | 0.0195    | 0.08      | 0.09      | 0.17   | 0.22  | 0.22  | 142.74 | 96.9 | 98.53          |
| 5    | 0.0195    | 0.08      | 0.10      | 0.18   | 0.22  | 0.22  | 126.52 | 96.6 | 96.23          |
| 6    | 0.0195    | 0.08      | 0.11      | 0.19   | 0.22  | 0.22  | 124.25 | 95.8 | 84.09          |
| 7    | 0.0195    | 0.08      | 0.12      | 0.2    | 0.22  | 0.22  | 119.22 | 94.9 | 83.38          |

[0040] 由表2中的实验数据可以看出,随着S525用量的增加,发光效率是先增加后减小,最高达到了142.74lm/w,而其他也都稳定在120lm/w左右,说明实验序号4是最佳的配比,而

且Ra达到了96.9、R<sub>9</sub>达到了98.53,不管是发光效率还是显色指数都远超一般照明需求,属于高质量白光LED。

[0041] 2、绿色荧光粉S535用量对白光LED性能的影响

[0042] 采用实施例1的方法制备白光LED样品,区别在于,绿色荧光粉S535的用量分别为0.03g、0.04g、0.05g、0.06g、0.07g、0.08g、0.09g,其他条件同实施例1。所得白光LED的Ra、R<sub>9</sub>、LER结果如表3所示。

[0043] 表3绿色荧光粉S535用量对白光LED性能的影响

[0044]

| 实验<br>序号 | 红粉<br>C640/g | 绿粉<br>S535/g | 绿粉<br>S525/g | 绿粉总量/g | A 胶/g | B 胶/g | 发光效率/% | R <sub>a</sub> | R <sub>9</sub> |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------|-------|-------|--------|----------------|----------------|
| 1        | 0.0195       | 0.03         | 0.09         | 0.12   | 0.22  | 0.22  | 115.42 | 87.1           | 55.54          |
| 2        | 0.0195       | 0.04         | 0.09         | 0.13   | 0.22  | 0.22  | 118.58 | 88.5           | 60.87          |
| 3        | 0.0195       | 0.05         | 0.09         | 0.14   | 0.22  | 0.22  | 119    | 92.6           | 80.75          |
| 4        | 0.0195       | 0.06         | 0.09         | 0.15   | 0.22  | 0.22  | 119.37 | 94.2           | 89.78          |
| 5        | 0.0195       | 0.07         | 0.09         | 0.16   | 0.22  | 0.22  | 124.4  | 96.3           | 95.9           |
| 6        | 0.0195       | 0.08         | 0.09         | 0.17   | 0.22  | 0.22  | 142.74 | 96.9           | 98.53          |
| 7        | 0.0195       | 0.09         | 0.09         | 0.18   | 0.22  | 0.22  | 120    | 93.7           | 81.83          |

[0045] 随着S535用量的增加,发光效率先增加后减小,在质量比为C640:S535:S525=0.0195:0.08:0.09时达到最佳效果,发光效率很高的同时,也确保了显色指数Ra和R<sub>9</sub>也很高,这对于超市中的肉类、鱼类、蔬菜和水果、画廊中的艺术品、展示橱窗中的衣服、人体皮肤和外科手术等的照明是非常迫切需要的。

[0046] 实施例4:两种绿色荧光粉质量比对白光LED性能的影响

[0047] 采用实施例1的方法制备白光LED样品,区别在于,固定绿色荧光粉总量分别为0.14g、0.15g、0.16g、0.17g,其中,绿色荧光粉S535和S525的质量比见表4,其他条件同实施例1。所得白光LED的Ra、R<sub>9</sub>、LER结果如表4所示。

[0048] 对比例1:一种绿色荧光粉和一种红色荧光粉制备白光LED

[0049] 采用实施例1的方法,区别在于,绿色荧光粉总量为0.17g,仅采用一种绿色荧光粉,其他条件同实施例1。所得白光LED的Ra、R<sub>9</sub>、LER结果如表4所示。

[0050] 表4两种绿色荧光粉质量比对白光LED性能的影响

[0051]

| 实验序号      | 红粉<br>C640/g | 绿粉<br>S535/g | 绿粉<br>S525/g | 绿粉总量<br>/g | A 胶<br>/g | B 胶<br>/g | 发光效率/% | Ra   | R <sub>9</sub> |
|-----------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------|-----------|--------|------|----------------|
| 1         | 0.0195       | 0.05         | 0.09         | 0.14       | 0.22      | 0.22      | 119    | 92.6 | 80.75          |
| 2         | 0.0195       | 0.08         | 0.06         | 0.14       | 0.22      | 0.22      | 117.31 | 93.2 | 85.83          |
| 3         | 0.0195       | 0.1          | 0.04         | 0.14       | 0.22      | 0.22      | 109.16 | 92.1 | 81.28          |
| 4         | 0.0195       | 0.06         | 0.09         | 0.15       | 0.22      | 0.22      | 119.37 | 94.2 | 89.78          |
| 5         | 0.0195       | 0.08         | 0.07         | 0.15       | 0.22      | 0.22      | 118.68 | 95.8 | 95.47          |
| 6         | 0.0195       | 0.1          | 0.05         | 0.15       | 0.22      | 0.22      | 109.39 | 95.7 | 94.07          |
| 7         | 0.0195       | 0.07         | 0.09         | 0.16       | 0.22      | 0.22      | 124.4  | 96.3 | 95.9           |
| 8         | 0.0195       | 0.08         | 0.08         | 0.16       | 0.22      | 0.22      | 124.96 | 96.8 | 97.45          |
| 9         | 0.0195       | 0.1          | 0.06         | 0.16       | 0.22      | 0.22      | 116.73 | 96.3 | 95.28          |
| 10(对比例 1) | 0.0195       | 0            | 0.17         | 0.17       | 0.22      | 0.22      | 74.35  | 92.8 | 77.15          |
| 11        | 0.0195       | 0.08         | 0.09         | 0.17       | 0.22      | 0.22      | 142.74 | 96.9 | 98.53          |
| 12        | 0.0195       | 0.1          | 0.07         | 0.17       | 0.22      | 0.22      | 114.78 | 96.2 | 92.56          |
| 13(对比例 1) | 0.0195       | 0.17         | 0            | 0.17       | 0.22      | 0.22      | 118.35 | 88.1 | 53.46          |

[0052] 由表4可以看出,只混合一种绿色荧光粉不但发光效率和显色指数Ra很低,而且R<sub>9</sub>也很低,明显没有混合两种绿色荧光粉的发光效果好。随着两种绿色荧光粉质量比的改变,发光效率与显色指数也在不断的改变,但是由于两者之间的相互制约作用,发光效率高的时候,显色指数就很低;显色指数高的时候,发光效率又比较低。只有在质量比为C640:S535:S525=0.0195:0.08:0.09时达到最佳效果,这个时候发光效率与显色指数的相互制约作用最小,这时的发光效率LER=142.74lm/w、Ra=96.9、R<sub>9</sub>=98.53。

[0053] 对比例2:两种绿色荧光粉和一种红色荧光粉制备白光LED

[0054] 采用实施例1的方法,区别在于,绿色荧光粉分别为GAL535M和GAL525,其他条件同实施例1。所得白光LED的Ra、R<sub>9</sub>、LER结果如表5所示。

[0055] 表5不同种类绿色荧光粉对白光性能的影响

[0056]

| 实验序号         | 红粉 (0.0195g) | 绿粉 (0.08g) | 绿粉 (0.09g) | 发光效率/% | Ra   | R <sub>9</sub> |
|--------------|--------------|------------|------------|--------|------|----------------|
| 1            | C640         | GAL535M    | GAL525     | 119.57 | 86.6 | 92.34          |
| 2<br>(实施例 1) | C640         | S535       | S525       | 142.74 | 96.9 | 98.53          |

[0057] 由表5可以看出,选取了目前较为常用的两种绿色荧光粉GAL535M、GAL525与C640

混合后,与实施例1进行对比。发现发光效率、Ra、R<sub>9</sub>都比实施例1小很多,发光效果远不及实验2,说明不是所有绿色荧光粉均能达到本发明所能达到的效果。

[0058] 虽然本发明已以较佳实施例公开如上,但其并非用以限定本发明,任何熟悉此技术的人,在不脱离本发明的精神和范围内,都可做各种的改动与修饰,因此本发明的保护范围应该以权利要求书所界定的为准。



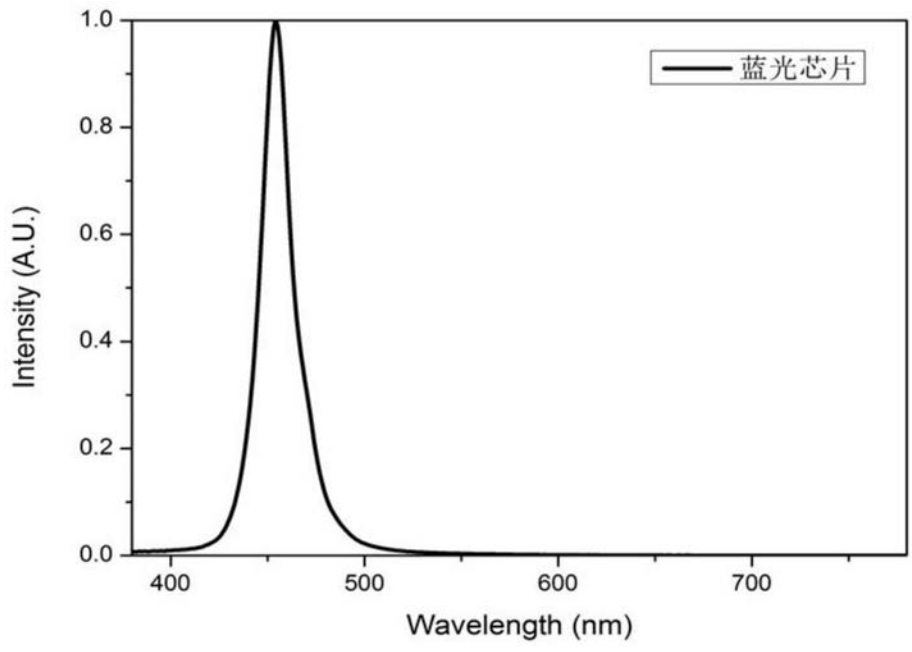


图1

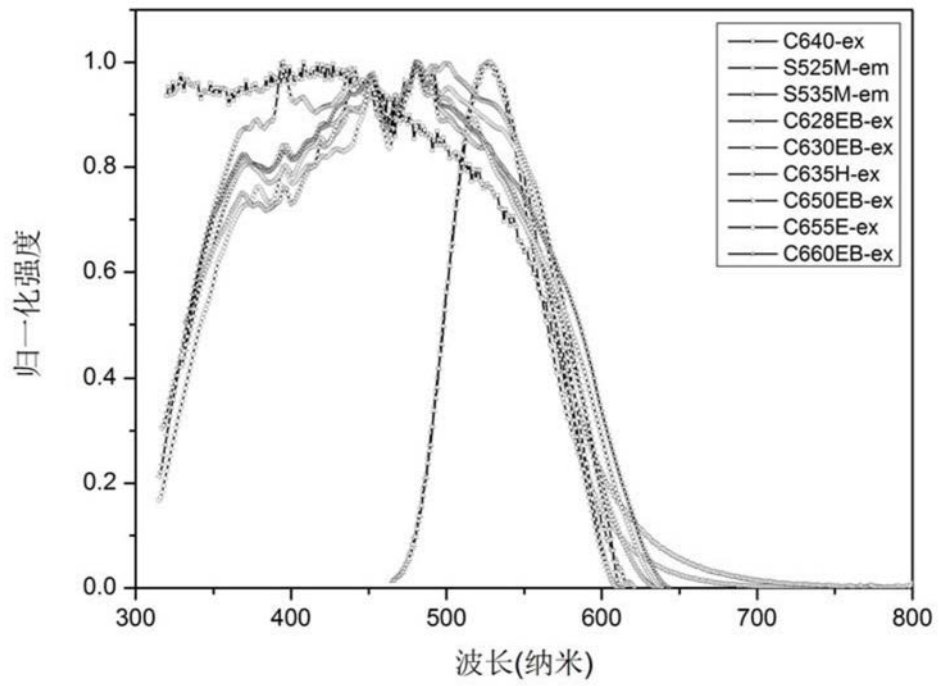


图2

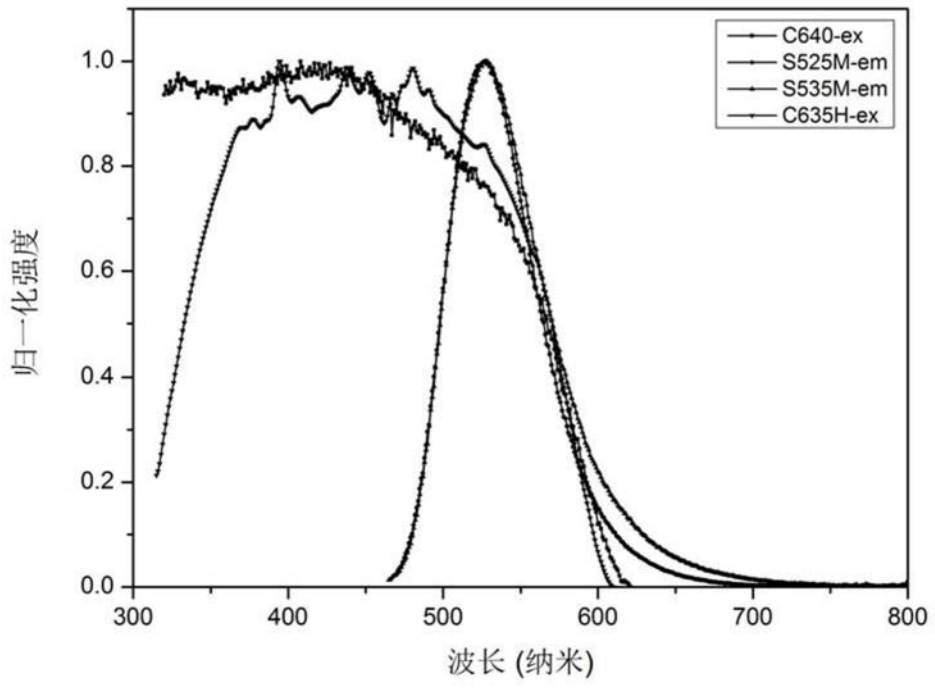


图3