



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109417841 B

(45) 授权公告日 2021.10.29

(21) 申请号 201680084179.0

P·K·皮卡德

(22) 申请日 2016.01.28

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109417841 A

(43) 申请公布日 2019.03.01

(51) Int.CI.

H01L 33/58 (2010.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2018.09.28

(56) 对比文件

US 2008265269 A1, 2008.10.30

US 2015295144 A1, 2015.10.15

US 2011031894 A1, 2011.02.10

US 2012223657 A1, 2012.09.06

US 2007096057 A1, 2007.05.03

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/015318 2016.01.28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02017/131693 EN 2017.08.03

审查员 梁明明

(73) 专利权人 生态照明公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 R·L·V·佩特鲁利

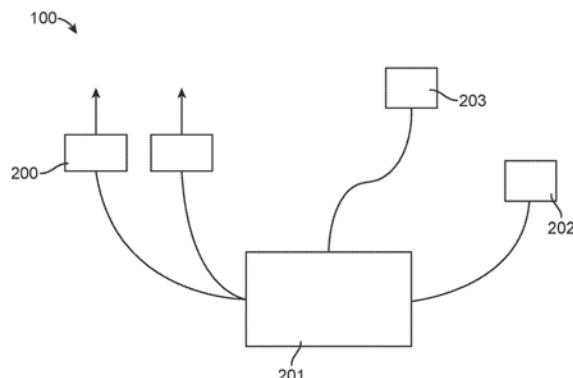
权利要求书3页 说明书22页 附图12页

(54) 发明名称

用于LED光转化的组合物

(57) 摘要

提供多个光通道以形成掺混的白光输出的系统和方法，所述系统和方法利用受体发光体介质来改变由发光二极管提供的光。所述发光体介质内的发光材料的预定掺混物在白光输出中提供预定的光谱功率分布。



1. 一种产生白光的方法,所述方法包括

使来自第一LED串的光穿过由一种或多种发光材料和基体以第一比率组成的第一发光体介质,用于1931CIE图上蓝色范围中的第一组合光;

使来自第二LED串的光穿过由一种或多种发光材料和基体以第二比率组成第二发光体介质,用于1931CIE图上红色范围中的第二组合光;

使来自第三LED串的光穿过由一种或多种发光材料和基体以第三比率组成第三发光体介质,用于1931CIE图上黄色/绿色范围中的第三组合光;

使来自第四LED串的光穿过由一种或多种发光材料和基体以第四比率组成第四发光体介质,用于1931CIE图上青色范围中的第四组合光;和

将第一、第二、第三和第四组合光混合在一起;

其中

在所述第一、第二、第三和第四发光体介质中的每一者内的发光材料包括响应相关的LED串发射在515nm和590nm之间的峰值发射处发射光的一种或多种第一类型的发光材料;和

响应相关的LED串发射在590nm和700nm之间的峰值发射处发射光的一种或多种第二类型的发光材料;

所述一种或多种第一类型的发光材料包括 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ 、 $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 、 $(\text{La}, \text{Y})\text{Si}_6\text{N}_{11}:\text{Ce}$ 或 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ ,

所述一种或多种第二类型的发光材料包括 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ 、 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3$ 或半导体量子点,

并且其中控制电路向所述第一LED串、所述第二LED串、所述第三LED串和所述第四LED串中的每个施加独立电流。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中:

所述蓝色范围包括选自以下的范围:由连接普朗克轨迹的无穷大点的ccx、ccy颜色坐标(0.242, 0.24)和(0.12, 0.068)的线、从4000K和无穷大CCT的普朗克轨迹、4000K的CCT等温线、紫色线和光谱轨迹限定的范围,由20000K的CCT处的60-阶麦克亚当椭圆,低于普朗克轨迹的40个点限定的范围,以及由[0.22, 0.388]、[0.285, 0.225]、[0.257, 0.25835]和[0.19, 0.17]形成的四边形;

所述红色范围包括选自以下的范围:由1600K的CCT等温线和紫色线之间的光谱轨迹、紫色线、连接ccx、ccy颜色坐标(0.61, 0.21)和(0.47, 0.28)的线和1600K的CCT等温线限定的范围,由1200K的CCT处的20-阶麦克亚当椭圆,低于普朗克轨迹的20个点限定的范围,以及由[0.58, 0.3]、[0.627, 0.29]、[0.59, 0.39]和[0.54, 0.41]限定的范围;

所述黄色/绿色范围包括选自以下的范围:由4600K的CCT等温线、4600K和550K之间的普朗克轨迹、光谱轨迹和连接ccx、ccy颜色坐标(0.445, 0.555)和(0.38, 0.505)的线限定的范围,由3700K的CCT处的16-阶麦克亚当椭圆,高于普朗克轨迹的30个点限定的范围,以及由[0.33, 0.41]、[0.363, 0.385]、[0.541, 0.455]和[0.43, 0.56]限定的范围;并且

所述青色范围包括选自以下的范围:由连接ccx、ccy颜色坐标(0.18, 0.55)和(0.27, 0.72)的线、9000K的CCT等温线、9000K和4600K之间的普朗克轨迹、4600K的CCT等温线、和光谱轨迹限定的范围,由6000K的CCT处的30-阶麦克亚当椭圆,高于普朗克轨迹的68个点限定

的范围,以及由[0.318,0.5]、[0.392,0.475]、[0.385,0.525]和[0,31,0.555]限定的范围。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一发光体介质按体积计占所述基体的80%至99%。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一发光体介质按体积计占所述基体的93%至99%。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第二发光体介质按体积计占所述基体的45%至90%。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第三发光体介质按体积计占所述基体的1%至90%。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第三发光体介质按体积计占所述基体的9%至90%。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第四发光体介质按体积计占所述基体的54%至97%。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第四发光体介质按体积计占所述基体的87%至97%。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第三发光体介质包括按体积计高达99%的 $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第四发光体介质包括按体积计高达30%的 $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一发光体介质包括按体积计高达7.5%的 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ 。

13. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第二发光体介质包括按体积计高达15%的 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ 。

14. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第三发光体介质包括按体积计高达85%的 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ 。

15. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第四发光体介质包括按体积计高达10%的 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ 。

16. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一发光体介质包括按体积计高达5%的 $\text{CaAlSiN}_3$ 。

17. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第二发光体介质包括按体积计高达55%的 $\text{CaAlSiN}_3$ 。

18. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一组合光的光谱功率分布具有如下光谱功率分布强度:相对于对于421-460nm的波长范围光谱功率分布强度值为100.0,对于380-420nm波长范围,光谱功率分布强度在0.3和8.1之间;对于461-500nm的波长范围,光谱功率分布强度在20.9和196.1之间;对于501-540nm的波长范围,光谱功率分布强度在15.2和35.6之间;对于541-580nm的波长范围,光谱功率分布强度在25.3和40.5之间;对于581-620nm的波长范围,光谱功率分布强度在26.3和70之间;对于621-660nm的波长范围,光谱功率分布强度在15.4和80.2之间;对于661-700nm的波长范围,光谱功率分布强度在5.9和20.4之间;对于701-740nm的波长范围,光谱功率分布强度在2.3和7.8之间;对于741-780nm

的波长范围,光谱功率分布强度在1.0和2.3之间;

其中红色范围内的第二组合光的光谱功率分布为:对于380nm至420nm之间的波长范围,光谱功率分布强度在0.0%至14.8%之间;对于421nm至460nm之间的波长范围,光谱功率分布强度在2.1%到15%之间;对于461nm至500nm之间的波长范围,光谱功率分布强度在2.0%到6.7%之间;对于501nm至540nm之间的波长范围,光谱功率分布强度在1.4%到12.2%之间;对于541nm至580nm之间的波长范围,光谱功率分布强度在8.7%和20.5%之间;对于581nm至620nm之间的波长范围,光谱功率分布强度在48.5%和102.8%之间;对于621nm至660nm之间的波长范围,光谱功率分布强度为100%;对于661nm至700nm之间的波长范围,光谱功率分布强度在1.8%和74.3%之间;对于701nm至740nm之间的波长范围,光谱功率分布强度在0.5%至29.5%之间;对于741nm至780nm之间的波长范围,光谱功率分布强度在0.3%至9.0%之间;

其中第三组合光的光谱功率分布具有如下光谱功率分布强度:相对于对于541-580nm的波长范围光谱功率分布强度值为100.0,对于380-420nm的波长范围,光谱功率分布强度在0.0和1.1之间;对于421-460nm的波长范围,光谱功率分布强度在1.0和25.3之间;对于461-500nm的波长范围,光谱功率分布强度在4.2和52.7之间;对于501-540nm波长范围,光谱功率分布强度在56.6和77.5之间;对于581-620nm的波长范围,光谱功率分布强度在80.5和123.4之间;对于621-660nm的波长范围,光谱功率分布强度在48.4和144.9之间;对于661-700nm波长范围,光谱功率分布强度在12.6和88.8之间;对于701-740nm的波长范围,光谱功率分布强度在3.2和34.4之间;对于741-780nm的波长范围,光谱功率分布强度在1.0和10.5之间;并且

其中第四组合光的光谱功率分布具有如下光谱功率分布强度:相对于对于501-540nm波长范围光谱功率分布强度值为100.0,对于380-420nm的波长范围,光谱功率分布强度在0.1和0.7之间;对于421-460nm的波长范围,光谱功率分布强度在0.5和1.6之间;对于461-500nm的波长范围,光谱功率分布强度在39.6和58.6之间;对于541-580nm的波长范围,光谱功率分布强度在62.0和80.4之间,相对于581-620nm的波长范围,光谱功率强度在41.6和59.9之间;相对于621-660nm的波长范围,光谱功率分布强度在23.1和57.1之间;相对于661-700nm的波长范围,光谱功率分布强度在6.6和35.0之间;相对于701-740nm的波长范围,光谱功率分布强度在1.8和13.5之间;相对于741-780nm的波长范围,光谱功率分布强度在0.6和4.1之间。

## 用于LED光转化的组合物

### 技术领域

[0001] 本公开内容为固态照明领域。具体而言,本公开内容涉及用于产生白光的方法的发光体组合物。

### 背景技术

[0002] 本领域已知各种发光设备,包括例如白炽灯泡、荧光灯和半导体发光设备比如发光二极管(“LED”)。

[0003] 存在各种资源用于描述由发光设备产生的光,一种常用的资源是1931CIE(国际照明委员会)色品图。1931CIE色品图根据两个CIE参数x和y绘制出人类色彩感知。光谱色在所描绘空间的边缘周围分布,其包括人眼感知到的所有线索。边界线表示光谱色的最大饱和度,并且内部部分表示包括白光的较不饱和的颜色。该图还描绘了具有相关色温的普朗克轨迹,也称为黑体轨迹(BBL),普朗克轨迹表示对应于不同温度下的来自黑体的辐射的色品坐标(即,色点)。因此,可以根据它们的相关色温(CCT)描述在BBL上或BBL附近产生光的发光体。这些发光体使人类观察者获得令人愉快的“白光”,一般照明通常利用在1,800K和10,000K之间的CCT值。

[0004] 显色指数(CRI)被描述为由光源产生的光的颜色的振动(vibrancy)的指示。在实践中,CRI是与参考光源——通常为黑体辐射体或日光光谱——相比,当由特定灯点亮时物体表面颜色偏移的相对量度。特定光源的CRI值越高,光源将其用于照亮的各种物体显色得更好。

[0005] 相对于常规的白炽灯或荧光灯,LED具有展现非常高的功率效率的潜力。大部分LED基本上是单色光源,其似乎发射具有单一颜色的光。因此,大部分LED发射的光的光谱功率分布严密地集中在“峰值”波长周围,“峰值”波长为单个波长,在此LED的光谱功率分布或“发射光谱”达到其由光检测器检测的最大值。LED通常具有约10nm至30nm的半高宽波长范围,这相对于人眼可见光的宽范围是相当窄的,人眼可见光的范围从约380nm至800nm。

[0006] 为了使用LED产生白光,已经提供了包括两个或更多个LED的LED灯,每个LED发射不同颜色的光。不同的颜色组合以产生期望强度和/或颜色的白光。例如,通过使红色、绿色和蓝色LED同时通电,得到的组合光可以呈现白色或接近白色,这取决于例如红色、绿色和蓝色LED源的相对强度、峰值波长和光谱功率分布。由于远离LED的峰值波长的区域中的光谱功率分布中的间隙,来自红色、绿色和蓝色LED的组合发光(aggregate emission)通常提供对于一般照明应用差的CRI。

[0007] 还可以通过利用一种或多种发光材料比如磷光体来将由一个或多个LED发射的一些光转化为一种或多种其它颜色的光而产生白光。没有通过发光材料(一种或多种)转化的由LED发射的光和由发光材料(一种或多种)发射的其它颜色的光的组合可以产生白光或近白光。

[0008] 已经提供了LED灯,其可以发射具有在一定范围内的不同CCT值的白光。这种灯使用具有或没有发光材料的两个或更多个LED,各自的驱动电流增加或减少使由每个LED发射

的光的量增加或减少。通过可控制地改变灯中各个LED的功率,可以将发射的总的光调谐至不同的CCT值。可以提供足够CRI值和效率的CCT值的范围受到LED的选择的限制。

[0009] 由白色人工照明发出的光的光谱轮廓可能影响昼夜生理、警觉和认知表现水平。明亮的人造光可用于许多治疗应用,比如在季节性情感障碍(SAD)、某些睡眠问题、抑郁、时差感、帕金森病患者的睡眠障碍、与轮班相关联的健康后果和人体生物钟的重置中的治疗。人工照明可能改变自然过程,干扰褪黑素产生,或破坏昼夜节律。蓝光可能比其它有色光具有更大的趋势通过破坏可能依赖于日光和黑暗的自然循环的生物体生物过程来影响生物体。因此,在深夜和晚上暴露于蓝光可能对人体健康是有害的。

[0010] 在提供能够在跨越CCT值的范围内提供白光同时实现高效率、高光通量、良好显色性和可接受颜色稳定性的LED灯上仍然存在重大挑战。提供能够提供期望的照明性能同时允许控制昼夜能量性能的照明装置也是一个挑战。

[0011] 因此,迫切需要提供用于将由LED产生的光转化成具有期望的光谱特征的白光的组合物。

## 发明内容

[0012] 本文公开了用于产生白光的组合物的方面,该组合物包括按体积比形成的多种发光材料和基体材料。多种发光材料可包括响应相关的LED串发射在约515nm和590nm之间的峰值发射处发射光的一种或多种第一类型的发光材料,和响应相关的LED串发射在约590nm和约700nm之间的峰值发射处发射光的一种或多种第二类型的发光材料。在一些实施中,一种或多种第一类型的发光材料包括 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ 、 $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 、 $(\text{La},\text{Y})_3\text{Si}_6\text{N}_{11}:\text{Ce}$ 或 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 。在一些实施中,一种或多种第二类型的发光材料包括 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ 、 $(\text{Sr},\text{Ca})\text{AlSiN}_3$ ,或一个或多个半导体量子点。在一些实施中,组合物配置为由发射波长在约360nm和约535nm之间的基本上饱和的光的LED激发,以产生在本文公开的合适的蓝色范围301A-C、红色范围302A-C、黄色/绿色范围303A-C和青色范围304A-C内具有色点的光。在一些情况下,组合物被配置为使得由LED(一个或多个)和相关的组合物一起发出的光具有光谱功率分布(“SPD”),其光谱功率具有的功率比跨越落在图7和8中本文公开的范围内的可见波长光谱。

[0013] 本文公开了产生白光的方法的方面,该方法包括使来自第一LED串的光穿过由一种或多种发光材料和基体以第一比率组成的第一发光体介质,用于1931CIE图上蓝色范围中的第一组合光,使来自第二LED串的光穿过由一种或多种发光材料和基体以第二比率组成的第一发光体介质,用于1931CIE图上红色范围中的第二组合光,使来自第三LED串的光穿过由一种或多种发光材料和基体以第三比率组成的第一发光体介质,用于1931CIE图上黄色/绿色范围中的第三组合光,使来自第四LED串的光穿过由一种或多种发光材料和基体以第四比率组成的第一发光体介质,用于1931CIE图上青色范围中的第四组合光,并且将第一、第二、第三和第四组合光混合在一起。在一些实施中,蓝色范围包括区域301A、301B或301C中的一个,红色范围包括区域302A、302B或302C中的一个,黄色/绿色范围包括区域303A、303B或303C中的一个,和青色范围包括区域304A、304B或304C中的一个。在一些情况下,第一、第二、第三和第四组合光可具有光谱功率分布(“SPD”),其光谱功率具有的功率比跨越落在图7和8中本文公开的范围内的可见波长光谱。在方法的一些实施中,在第一、第

二、第三和第四发光体介质中的每一者内的发光材料包括响应相关的LED串发射在约515nm和590nm之间的峰值发射处发射光的一种或多种第一类型的发光材料,和响应相关的LED串发射在约590nm和约700nm之间的峰值发射处发射光的一种或多种第二类型的发光材料。在一些实施中,一种或多种第一类型的发光材料可以包括BaMgAl10O17:Eu、Lu3Al5O12:Ce、(La,Y)3Si6N11:Ce或Y3Al5O12:Ce,和一种或多种第二类型的发光材料可以包括CaAlSiN3:Eu、(Sr,Ca)AlSiN3或半导体量子点。

[0014] 一般公开内容和下述进一步公开内容仅是示例性的和说明性的,并不限制本公开内容,如所附权利要求书中所限定。鉴于本文提供的细节,本公开内容的其它方面对本领域技术人员将是显而易见的。在附图中,相同的附图标记遍及不同的视图表示相应的部件。所有的标注和注释通过引用被并入,如同在本文充分阐释。

## 附图说明

[0015] 当结合附图阅读时,最佳理解本公开内容以及以下进一步公开内容。出于图解本公开内容的目的,在附图中显示了本公开内容的示例性实施;然而,本公开内容不限于公开的具体方法、组合物和设备。另外,附图不一定按比例绘制。在附图中:

[0016] 图1图解了根据本公开内容的发光设备的方面;

[0017] 图2图解了根据本公开内容的发光设备的方面;

[0018] 图3描绘了1931CIE色品图的图表,其图解了普朗克轨迹的位置;

[0019] 图4A-4D图解了根据本公开内容的发光设备的一些方面,包括由设备的部件所产生的光的一些合适的颜色范围;

[0020] 图5图解了根据本公开内容的发光设备的一些方面,包括由设备的部件所产生的光的一些合适的颜色范围;

[0021] 图6图解了根据本公开内容的发光设备的一些方面,包括由设备的部件所产生的光的一些合适的颜色范围;

[0022] 图7-8是与由本公开内容的设备的部件所产生的光的一些适合的色点的相对光谱功率相对于波长区域的数据表;和

[0023] 图9是适合于本公开内容的实施的发光二极管的光输出的数据表。

[0024] 一般性公开内容和以下进一步的公开内容仅是示例性和说明性的,并不限制本公开内容,如所附权利要求中所限定。鉴于本文提供的细节,本公开内容的其它方面对于本领域技术人员将是显而易见的。在附图中,相同的附图标记遍及不同的视图表示相应的部件。附图中的所有标注和注释在此通过引用被并入,如同在本文被充分阐释。

## 具体实施方式

[0025] 发光二极管(LED)照明相对于白炽灯到荧光照明具有大量优点。优点包括寿命长、低能耗和小尺寸。白光由利用磷光体的LED的组合产生,以将由LED产生的光的波长转化成预先选择的波长或波长范围。

[0026] 在一个方面中,本公开内容提供了可以具有多个发光二极管(LED)串的半导体发光设备100。每个LED串可以具有一个或多于一个LED。如图1中所示意性描绘,设备100可以包括发射光(用箭头示意性显示)的一个或多个LED串(101A/101B/101C/101D)。在一些情况

下,LED串可以具有与其关联的受体发光体介质(102A/102B/102C/102D)。与从受体发光体介质发射的光组合的从LED串发射的光可以穿过一个或多个光学元件103。光学元件103可以是一个或多个扩散器、透镜、光导管、反射元件或其组合。

[0027] 受体发光体介质102A、102B、102C或102D包括一种或多种发光材料,并且被定位以接收由LED或其它半导体发光设备发射的光。在一些实施中,受体发光体介质包括具有发光材料的层,该发光材料直接涂布或喷射到半导体发光设备上或其封装的表面上,和包括发光材料的透明密封材料,该发光材料布置为部分或完全覆盖半导体发光设备。受体发光体介质可以包括在其中混合一种或多种发光材料的一个介质层或类似层,多个堆叠层或介质,其每一个可以包括一种或多种相同或不同的发光材料,和/或多个间隔开的层或介质,其每一个可以包括相同或不同的发光材料。适合的密封材料是本领域技术人员已知的并且具有适合的光学、机械、化学和热特征。在一些实施中,密封材料可以包括二甲基硅树脂、苯基硅树脂、环氧树脂、丙烯酸和聚碳酸酯。在一些实施中,受体发光体介质可以在空间上与LED或其封装的表面分离(即,远距离地定位),其中发光材料布置在基体材料内。基体材料可以是能够保持发光材料并且能够允许光穿过它的任何材料。在一些实施中,这种空间分离可涉及分离至少约1mm、至少约2mm、至少约5mm或至少约10mm的距离。在某些实施方式中,在空间上隔离的发光体介质和一个或多个电激活发射器之间的导电热连通不是显著的。发光材料可以包括磷光体、闪烁体、日辉带、纳米磷光体、在用光照射时在可见光谱中发光的油墨、半导体量子点、或其组合。

[0028] 如图2中所示意性描绘,多个固态封装200可以布置在单个半导体发光设备100中。可以单独控制单个固态发射器封装或成组的固态发射器封装(例如,串联连线)。可以通过本领域技术人员已知的控制元件将驱动电流独立地施加到相关部件来提供对单个发射器、成组的发射器、单个封装、或成组的封装的单独控制。在一个实施方式中,至少一个控制电路201a可以包括电流供应电路,其配置为将通路状态驱动电流独立地施加到单个固态发射器、成组的固态发射器、单个固态发射器封装或成组的固态发射器封装中的每一个。这种控制可以响应于控制信号(任选地包括布置为感测电气、光学、和/或热性质和/或环境条件的至少一个传感器202),并且控制系统203可配置为选择性提供一种或多种控制信号到至少一个电流供应电路。在各种实施方式中,通向不同电路或电路部分的电流可以是预先设定的、用户定义的,或响应于一个或多个输入或其它控制参数。半导体发光设备的设计和制造是本领域技术人员所熟知的,并且因此将省略其进一步描述。

[0029] 图3图解了1931国际照明委员会(CIE)色品图。1931CIE色品图是二维色度空间,其中每种可见颜色由具有x-和y-坐标的点表示。完全饱和的(单色)颜色出现在图表的外边缘,而较不饱和的颜色(其代表波长的组合)出现在图表的内部。如本文所使用,术语“饱和的”意思是具有至少85%的纯度,术语“纯度”具有本领域技术人员熟知的含义,并且用于计算纯度的程序是本领域技术人员熟知的。随着黑体的温度从约1000K变化至10,000K,由图表中的线150表示的普朗克轨迹或黑体轨迹(BBL)遵循白炽灯黑体在色度空间中采取的颜色。黑体轨迹从低温(约1000K)下的深红色变为橙色、淡黄白色、白色和最终在非常高的温度下的浅蓝白色。对应于色度空间中的具体颜色的黑体辐射体的温度被称为“相关色温”。一般而言,对应于约2700K至约6500K的相关色温(CCT)的光被认为是“白”光。具体而言,如本文所使用,“白光”一般指具有这样的色品点的光,该色品点在CCT为2700K和6500K之间的

黑体轨迹上的点的10-阶麦克亚当椭圆内。然而,应当理解,如果需要,可以使用更严格或更宽松的白光定义。例如,白光可以指具有这样的色品点的光,该色品点在CCT为2700K和6500K之间的黑体轨迹上的点的7阶麦克亚当椭圆内。在CIE 1960色品图中可以测量与黑体轨迹的距离,并且由符号 $\Delta uv$ 或DUV指示。如果色品点高于普朗克轨迹,则DUV由正数表示;如果色品点低于轨迹,则DUV用负数指示。如果DUV足够正,则光源可以在相同CCT下呈现淡绿色或淡黄色。如果DUV足够负,则光源可以在相同CCT下呈现紫色或粉红色。对于具体的CCT值,观察者可能更喜欢高于或低于普朗克轨迹的光。DUV计算方法是本领域技术人员所熟知的,并且在ANSI C78.377,美国国家电灯标准(American National Standard for Electric Lamps)一固态照明(SSL)产品的色品规范(Specifications for the Chromaticity of Solid State Lighting (SSL) Products)中更全面地描述,出于所有目的,其通过引用以其整体并入本文。表示CIE标准照明体D65的点也显示在图表中。D65照明体旨在表示平均日光并且具有约6500K的CCT,并且在用于比色法的联合ISO/CIE标准,ISO 10526:1999/CIE S005/E-1998,CIE标准发光体中更完整地描述了光谱功率分布,出于所有目的,其通过引用以其整体并入本文。

[0030] 由光源发射的光可以由色品图比如1931CIE色品图上的点表示,其具有在图表的X-Y轴上指示的颜色坐标(ccx,ccy)。色品图上的区域可以表示具有相似色品坐标的光源。

[0031] 在一些示例性实施中,本公开内容提供了包括多个LED串的半导体发光设备100,每个LED串具有包括发光材料的受体发光体介质。每个串中的LED(一个或多个)和每个串中的发光体介质一起发射不饱和光,该不饱和光具有在1931CIE色品图中的颜色范围内的色点。1931CIE色品图中的“颜色范围”指限定一组颜色坐标(ccx,ccy)的有界区域。

[0032] 在一些实施中,四个LED串(101A/101B/101C/101D)存在于设备100中,并且LED串可以具有受体发光体介质(102A/102B/102C/102D)。第一LED串101A和第一发光体介质102A可以一起发射具有蓝色范围内的第一色点的第一光。第一LED串101A和第一发光体介质102A的组合在本文也被称为“蓝色通道”。第二LED串101B和第二发光体介质102B可以一起发射具有红色范围内的第二色点的第二光。第二LED串101A和第二发光体介质102A的组合在本文也被称为“红色通道”。第三LED串101C和第三发光体介质102C可以一起发射在黄色/绿色范围内具有第三色点的第三光。第三LED串101A和第三发光体介质102A的组合在本文也被称为“黄色/绿色通道”。第四LED串101D和第四发光体介质102D可以一起发射具有青色范围内的第四色点的第四光。第四LED串101A和第四发光体介质102A的组合在本文也被称为“青色通道”。第一、第二、第三和第四LED串101A/101B/101C/101D可以提供有独立施加的通路状态驱动电流,以便将由每个串和发光体介质产生的第一、第二、第三和第四不饱和光的强度调整在一起。通过以控制方式改变驱动电流,可以调整从设备100发射的总的光的颜色坐标(ccx,ccy)。在一些实施中,设备100可以在基本上相同颜色坐标处提供具有不同的光谱功率分布曲线的光,其可在相同CCT处产生不同的光特征。在一些实施中,可以仅产生来自两个或三个LED串的光的模式产生白光。在一个实施中,仅使用第一、第二和第三LED串,即蓝色、红色、和黄色/绿色通道产生白光。在另一实施中,仅使用第一、第二和第四LED串,即蓝色、红色和青色通道产生白光。在一些实施中,在白光产生期间仅两个LED串产生光,因此其它两个LED串不需要在期望的色点处产生具有期望的显色性能的白光。

[0033] 图4A、4B、4C和4D描绘了本公开内容的一些实施的合适的颜色范围。图4A描绘了青

色范围304A,该青色范围由连接ccx、ccy颜色坐标(0.18,0.55)和(0.27,0.72)的线、9000K的CCT等温线、9000K和4600K之间的普朗克轨迹、4600K的CCT等温线、和光谱轨迹限定。图4B描绘了黄色/绿色范围303A,该黄色/绿色范围由4600K的CCT等温线、4600K和550K之间的普朗克轨迹、光谱轨迹和连接ccx、ccy颜色坐标(0.445,0.555)和(0.38,0.505)的线限定。图4C描绘了蓝色范围301A,该蓝色范围由连接普朗克轨迹的无穷大点的ccx、ccy颜色坐标(0.242,0.24)和(0.12,0.068)的线、从4000K和无穷大CCT的普朗克轨迹、CCT等温线、紫色线和光谱轨迹限定。图4D描绘了红色范围302A,该红色范围由1600K的CCT等温线和紫色线之间的光谱轨迹、紫色线、连接ccx、ccy颜色坐标(0.61,0.21)和(0.47,0.28)的线和1600K的CCT等温线限定。应该理解,在描述的颜色范围301A、302A、303A、304A的边界的任何间隙或开口应该用直线闭合以连接相邻的端点,以便限定每个颜色范围的闭合边界。

[0034] 在一些实施中,合适的颜色范围可以比图4A-4D中描绘的那些更窄。图5描绘了本公开内容的一些实施的一些合适的颜色范围。蓝色范围301B可以由20000K的CCT处的60-阶麦克亚当椭圆,低于普朗克轨迹的40个点限定。红色范围302B可以由1200K的CCT处的20-阶麦克亚当椭圆,低于普朗克轨迹的20个点限定。黄色/绿色范围303B可以由3700K的CCT处的16-阶麦克亚当椭圆,高于普朗克轨迹的30个点限定。青色范围304B可以由6000K的CCT处的30-阶麦克亚当椭圆,高于普朗克轨迹的68个点限定。图6描绘了适于本公开内容的一些实施的一些进一步颜色范围:蓝色范围301C、红色范围302C、黄色/绿色颜色范围303C、和青色颜色范围304C。

[0035] 在一些实施中,在第一、第二、第三和第四LED串中的LED可以是具有在约535nm处或低于约535nm的峰值发射波长的LED。在一些实施中,LED发射具有在约360nm和约535nm之间的峰值发射波长的光。在一些实施中,在第一、第二、第三和第四LED串中的LED可以由InGaN半导体材料形成。在一些优选的实施中,第一、第二和第三LED串可以具有这样的LED,该LED具有在约405nm和约485nm之间的峰值波长。在一些实施中,第四LED串可以具有这样的LED,该LED具有在约485nm和约520nm之间的峰值波长。用于第一、第二、第三和第四LED串的LED可以具有在约10nm和约30nm之间的半高宽波长范围。在一些优选的实施中,第一、第二和第三LED串可以包括颜色识别码(bin code)3、4、5或6的一个或多个LUXEON Z Color Line royal blue LEDs(产品代码LXZ1-PR01)或颜色识别码1或2的一个或多个LUXEON Z Color Line blue LEDs(LXZ1-PB01)(荷兰阿姆斯特丹Lumileds Holding B.V.公司)。在一些优选的实施中,第四LED串可以具有颜色识别码5的一个或多个LUXEON Z Color Line blue LEDs(LXZ1-PB01)或颜色识别码1、2、6、7、8或9的一个或多个LUXEON Z Color Line cyan LEDs(LXZ1-PE01)(荷兰阿姆斯特丹Lumileds Holding B.V.公司)。这些颜色BIN的波长信息在图9的表中提供。还可以使用来自其它制造商比如OSRAM GmbH and Cree, Inc.的类似LED,只要它们具有适合值的峰值发射和半高宽波长。

[0036] 在利用发射波长在约360nm和约535nm之间的基本上饱和的光的LED的实施中,设备100可以包括用于每个LED的适合的受体发光体介质,以便产生具有在本文描述的合适的蓝色范围301A-C、红色范围302A-C、黄色/绿色范围303A-C和青色范围304A-C内的色点的光。由每个LED串发射的光,即由LED(一个或多个)和相关的受体发光体介质发射的光一起可以具有光谱功率分布(“SPD”),其光谱功率的功率比在跨越从约380nm至约780nm的可见波长光谱内。尽管不希望受任何具体理论束缚,推测使用这种LED与受体发光体介质组合来

产生在合适的颜色范围301A-C、302A-C、303A-C和304A-C内的不饱和光,对于来自单个设备100的跨越CCT的预定范围的白光提供改善的显色性能。由四个LED串(101A/101B/101C/101D)和受体发光体介质(102A/102B/102C/102D)发射的光的光谱功率分布比的一些适合的范围一起显示在图7和8中。附图显示了波长范围内的光谱功率的比,其中任意参考波长范围被选择用于每个颜色范围,并且标准化为100.0的值。图7和8显示了对于蓝色、青色、黄色/绿色(“yag”)和红色范围内的色点,在相对于值为100.0的标准化范围内的各种范围的光谱强度的合适的最小值和最大值。尽管不希望受任何具体理论束缚,据推测,因为与使用更饱和的颜色的照明装置和方法相比,产生的具有蓝色、青色、和黄色/绿色范围内的色点的光的光谱功率分布包含跨越可见波长内的更高的光谱强度,这允许改善的显色性。

[0037] 当由其各自的LED串(101A/101B/101C/101D)激发时,发光材料的掺混物可用于发光体介质(102A/102B/102C/102D)以产生具有期望的饱和色点的发光体介质。传统上任何期望的组合输出光可以沿着LED串输出光色点和相关的受体发光体介质的饱和色点之间的连线产生。增加光学路径中发光材料的量将使输出光色点朝向发光体介质的饱和色点位移。在一些情况下,受体发光体介质的期望的饱和色点可以通过以一定比率掺混两种或更多种发光材料实现。可以经由本领域已知的方法测定实现期望的饱和色点的合适比率。一般而言,可以处理发光材料的任何掺混物,如同它们是单一发光材料,因此可以调节掺混物中发光材料的比率以继续满足具有不同峰值发射波长的LED串的目标CIE值。响应于LED串(101A/101B/101C/101D)中使用的选择的LED,其可以具有在从约360nm至约535nm的范围内的不同峰值发射波长,可以针对期望的激发调整发光材料。用于调整发光材料的激发和发射的适合的方法在本领域是已知的,并且可以包括例如改变磷光体内掺杂剂的浓度。

[0038] 在本公开内容的一些实施中,发光体介质可以被提供有两种类型的发光材料的组合。第一种类型的发光材料响应相关的LED串发射在约515nm和约590nm之间的峰值发射处发射光。第二种类型的发光材料响应相关的LED串在约590nm和约700nm之间的峰值发射处发射。在一些情况下,本文公开的发光体介质可以由该段落中描述的第一和第二类型中的至少一种发光材料的组合形成。在实施中,第一种类型的发光材料可以响应相关的LED串发射在约515nm、525nm、530nm、535nm、540nm、545nm、550nm、555nm、560nm、565nm、570nm、575nm、580nm、585nm或590nm的峰值发射处发射光。在优选的实施中,第一种类型的发光材料可以在约520nm至约555nm之间的峰值发射处发射光。在实施中,第二种类型的发光材料可以响应相关的LED串发射在约590nm、约595nm、600nm、605nm、610nm、615nm、620nm、625nm、630nm、635nm、640nm、645nm、650nm、655nm、670nm、675nm、680nm、685nm、690nm、695nm或670nm的峰值发射处发射光。在优选的实施中,第一种类型的发光材料可以在约600nm至约670nm之间的峰值发射处发射光。第一和第二种类型的一些示例性发光材料在本文其它地方被公开并且被称为组合物A-F。

[0039] 在一些实施中,本公开内容的发光材料可以包括一种或多种磷光体,磷光体包括下述材料中的一种或多种:BaMg<sub>2</sub>Al<sub>16</sub>O<sub>27</sub>:Eu<sup>2+</sup>、BaMg<sub>2</sub>Al<sub>16</sub>O<sub>27</sub>:Eu<sup>2+</sup>、Mn<sup>2+</sup>、CaSiO<sub>3</sub>:Pb、Mn、CaWO<sub>4</sub>:Pb、MgWO<sub>4</sub>、Sr<sub>5</sub>Cl(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>:Eu<sup>2+</sup>、Sr<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>:Sn<sup>2+</sup>、Sr<sub>6</sub>P<sub>5</sub>BO<sub>20</sub>:Eu、Ca<sub>5</sub>F(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>:Sb、(Ba,Ti)<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>:Ti、Sr<sub>5</sub>F(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>:Sb、Mn、(La,Ce,Tb)PO<sub>4</sub>:Ce、Tb、(Ca,Zn,Mg)<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Sn、(Sr,Mg)<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Sn、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu<sup>3+</sup>、Mg<sub>4</sub>(F)GeO<sub>6</sub>:Mn、LaMgAl<sub>11</sub>O<sub>19</sub>:Ce、LaPO<sub>4</sub>:Ce、SrAl<sub>12</sub>O<sub>19</sub>:Ce、BaSi<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:Pb、SrB<sub>4</sub>O<sub>7</sub>:Eu、Sr<sub>2</sub>MgSi<sub>2</sub>O<sub>7</sub>:Pb、Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb、Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Eu、Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Pr、Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Pr、Ce、F、Y<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb、Y<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Eu、Y<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:

Pr、Zn (0.5) Cd (0.4) S:Ag、Zn (0.4) Cd (0.6) S:Ag、Y<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>:Ce、YAlO<sub>3</sub>:Ce、Y<sub>3</sub>(Al,Ga)<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce、CdS:In、ZnO:Ga、ZnO:Zn、(Zn,Cd) S:Cu、Al、ZnCdS:Ag、Cu、ZnS:Ag、ZnS:Cu、NaI:Tl、CsI:Tl、<sup>6</sup>LiF/ZnS:Ag、<sup>6</sup>LiF/ZnS:Cu、Al、Au、ZnS:Cu、Al、ZnS:Cu、Au、Al、CaAlSiN<sub>3</sub>:Eu、(Sr,Ca)AlSiN<sub>3</sub>:Eu、(Ba,Ca,Sr,Mg)<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Eu、Lu<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce、Eu<sup>3+</sup>(Gd<sub>0.9</sub>Y<sub>0.1</sub>)<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Bi<sup>3+</sup>、Tb<sup>3+</sup>、Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce、(La,Y)<sub>3</sub>Si<sub>6</sub>N<sub>11</sub>:Ce、Ca<sub>2</sub>AlSi<sub>3</sub>O<sub>2</sub>N<sub>5</sub>:Ce<sup>3+</sup>、Ca<sub>2</sub>AlSi<sub>3</sub>O<sub>2</sub>N<sub>5</sub>:Eu<sup>2+</sup>、BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu、Sr<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Cl:Eu、(Ba,Ca,Sr,Mg)<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Eu、Si<sub>6-z</sub>Al<sub>z</sub>N<sub>8-z</sub>O<sub>z</sub>:Eu(其中0<z≤4.2);M<sub>3</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>12</sub>N<sub>2</sub>:Eu(其中M=碱土金属元素)、(Mg,Ca,Sr,Ba)Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>:Eu、Sr<sub>4</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>25</sub>:Eu、(Ba,Sr,Ca)Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Eu、(Sr,Ba)Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>:Eu、(Ba,Mg)<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Eu、(Ba,Sr,Ca)<sub>2</sub>(Mg,Zn)Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>:Eu、(Ba,Ca,Sr,Mg)<sub>9</sub>(Sc,Y,Lu,Gd)<sub>2</sub>(Si,Ge)<sub>6</sub>O<sub>24</sub>:Eu、Y<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>:CeTb、Sr<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>—Sr<sub>2</sub>B<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:Eu、Sr<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub>—2SrCl<sub>2</sub>:Eu、Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Mn、CeMgAl<sub>11</sub>O<sub>19</sub>:Tb、Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Tb、Ca<sub>2</sub>Y<sub>8</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>O<sub>2</sub>:Tb、La<sub>3</sub>Ga<sub>5</sub>SiO<sub>14</sub>:Tb、(Sr,Ba,Ca)Ga<sub>2</sub>S<sub>4</sub>:Eu、Tb、Sm、Y<sub>3</sub>(Al,Ga)<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce、(Y,Ga,Tb,La,Sm,Pr,Lu)<sub>3</sub>(Al,Ga)<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce、Ca<sub>3</sub>Sc<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>:Ce、Ca<sub>3</sub>(Sc,Mg,Na,Li)<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>:Ce、CaSc<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Ce、Eu-活化的β-赛隆(Sialon),SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Eu、(La,Gd,Y)<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb、CeLaPO<sub>4</sub>:Tb、ZnS:Cu、Al、ZnS:Cu、Au、Al、(Y,Ga,Lu,Sc,La)B<sub>0</sub><sub>3</sub>:Ce、Tb、Na<sub>2</sub>Gd<sub>2</sub>B<sub>2</sub>O<sub>7</sub>:Ce、Tb、(Ba,Sr)<sub>2</sub>(Ca,Mg,Zn)B<sub>2</sub>O<sub>6</sub>:K、Ce、Tb、Ca<sub>8</sub>Mg(SiO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>Cl<sub>2</sub>:Eu、Mn、(Sr,Ca,Ba)(Al,Ga,In)<sub>2</sub>S<sub>4</sub>:Eu、(Ca,Sr)<sub>8</sub>(Mg,Zn)(SiO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>Cl<sub>2</sub>:Eu、Mn、M<sub>3</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>9</sub>N<sub>4</sub>:Eu、Sr<sub>5</sub>Al<sub>5</sub>Si<sub>21</sub>O<sub>2</sub>N<sub>35</sub>:Eu、Sr<sub>3</sub>Si<sub>13</sub>Al<sub>3</sub>N<sub>21</sub>O<sub>2</sub>:Eu、(Mg,Ca,Sr,Ba)<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>:Eu、(La,Y)<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Eu、(Y,La,Gd,Lu)<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Eu、Y(V,P)O<sub>4</sub>:Eu、(Ba,Mg)<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Eu、Mn、(Ba,Sr,Ca,Mg)<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Eu、Mn、LiW<sub>2</sub>O<sub>8</sub>:Eu、LiW<sub>2</sub>O<sub>8</sub>:Eu、Sm、Eu<sub>2</sub>W<sub>2</sub>O<sub>9</sub>、Eu<sub>2</sub>W<sub>2</sub>O<sub>9</sub>:Nb和Eu<sub>2</sub>W<sub>2</sub>O<sub>9</sub>:Sm、(Ca,Sr)S:Eu、YAlO<sub>3</sub>:Eu、Ca<sub>2</sub>Y<sub>8</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>O<sub>2</sub>:Eu、Li<sub>2</sub>Y<sub>9</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>O<sub>2</sub>:Eu、(Y,Gd)<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce、(Tb,Gd)<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce、(Mg,Ca,Sr,Ba)<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>(N,O)<sub>8</sub>:Eu、(Mg,Ca,Sr,Ba)Si(N,O)<sub>2</sub>:Eu、(Mg,Ca,Sr,Ba)AlSi(N,O)<sub>3</sub>:Eu、(Sr,Ca,Ba,Mg)<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Cl<sub>2</sub>:Eu、Mn、Eu、Ba<sub>3</sub>MgSi<sub>2</sub>O<sub>8</sub>:Eu、Mn、(Ba,Sr,Ca,Mg)<sub>3</sub>(Zn,Mg)Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>:Eu、Mn、(k-x)MgO·xAF<sub>2</sub>·GeO<sub>2</sub>:yMn<sup>4+</sup>(其中k=2.8至5,x=0.1至0.7,y=0.005至0.015,A=Ca,Sr,Ba,Zn或其混合物)、Eu-活化的α-赛隆、(Gd,Y,Lu,La)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu、Bi、(Gd,Y,Lu,La)<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Eu、Bi、(Gd,Y,Lu,La)V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:Eu、Bi、SrY<sub>2</sub>S<sub>4</sub>:Eu、Ce、CaLa<sub>2</sub>S<sub>4</sub>:Ce、Eu、(Ba,Sr,Ca)MgP<sub>2</sub>O<sub>7</sub>:Eu、Mn、(Sr,Ca,Ba,Mg,Zn)<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>:Eu、Mn、(Y,Lu)<sub>2</sub>WO<sub>6</sub>:Eu、Ma、(Ba,Sr,Ca)<sub>x</sub>Si<sub>y</sub>N<sub>z</sub>:Eu、Ce(其中x,y和z是等于或大于1的整数)、(Ca,Sr,Ba,Mg)<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(F,Cl,Br,OH):Eu、Mn、((Y,Lu,Gd,Tb)<sub>1-x-y</sub>Sc<sub>x</sub>Ce<sub>y</sub>)<sub>2</sub>(Ca,Mg)(Mg,Zn)<sub>2+r</sub>Si<sub>z-q</sub>Ge<sub>q</sub>O<sub>12+δ</sub>、SrAlSi<sub>4</sub>N<sub>7</sub>、Sr<sub>2</sub>Al<sub>2</sub>Si<sub>9</sub>O<sub>2</sub>N<sub>14</sub>:Eu、M<sup>1</sup><sub>a</sub>M<sup>2</sup><sub>b</sub>M<sup>3</sup><sub>c</sub>O<sub>d</sub>(其中M<sup>1</sup>=包括至少Ce的活化剂元素,M<sup>2</sup>=二价金属元素,M<sup>3</sup>=三价金属元素,0.0001≤a≤0.2,0.8≤b≤1.2,1.6≤c≤2.4和3.2≤d≤4.8)、A<sub>2+x</sub>M<sub>y</sub>Mn<sub>z</sub>F<sub>n</sub>(其中A=Na和/或K;M=Si和Al1,和-1≤x≤1,0.9≤y+z≤1.1,0.001≤z≤0.4和5≤n≤7)、KSF/KSNAF、或(La<sub>1-x-y</sub>,Eu<sub>x</sub>,Ln<sub>y</sub>)<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S(其中0.02≤x≤0.50和0≤y≤0.50,Ln=Y<sup>3+</sup>、Gd<sup>3+</sup>、Lu<sup>3+</sup>、Sc<sup>3+</sup>、Sm<sup>3+</sup>或Er<sup>3+</sup>)。在一些优选的实施中,发光材料可以包括磷光体,磷光体包括下述材料中的一种或多种:CaAlSiN<sub>3</sub>:Eu、(Sr,Ca)AlSiN<sub>3</sub>:Eu、BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu、(Ba,Ca,Sr,Mg)<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Eu、β-SiAlON、Lu<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce、Eu<sup>3+</sup>(Cd<sub>0.9</sub>Y<sub>0.1</sub>)<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Bi<sup>3+</sup>、Tb<sup>3+</sup>、Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce、La<sub>3</sub>Si<sub>6</sub>N<sub>11</sub>:Ce、(La,Y)<sub>3</sub>Si<sub>6</sub>N<sub>11</sub>:Ce、Ca<sub>2</sub>AlSi<sub>3</sub>O<sub>2</sub>N<sub>5</sub>:Ce<sup>3+</sup>、Ca<sub>2</sub>AlSi<sub>3</sub>O<sub>2</sub>N<sub>5</sub>:Ce<sup>3+</sup>、Eu<sup>2+</sup>、Ca<sub>2</sub>AlSi<sub>3</sub>O<sub>2</sub>N<sub>5</sub>:Eu<sup>2+</sup>、BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sup>2+</sup>、Sr<sub>4.5</sub>Eu<sub>0.5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Cl、或M<sup>1</sup><sub>a</sub>M<sup>2</sup><sub>b</sub>M<sup>3</sup><sub>c</sub>O<sub>d</sub>(其中M<sup>1</sup>=包括Ce的活化剂元素,M<sup>2</sup>=二价金属元素,M<sup>3</sup>=三价金属元素,0.0001≤a≤0.2,0.8≤b≤1.2,1.6≤c≤2.4和3.2≤d≤4.8)。在进一步优选的实施中,发光材料可以包括磷光体,磷光体包括下述材料中的一种或多种:CaAlSiN<sub>3</sub>:Eu、BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu、Lu<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce或Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce。

[0040] 发光材料可以包括无机或有机磷光体;硅酸盐基磷光体;铝酸盐基磷光体;铝酸

盐-硅酸盐磷光体；氮化物磷光体；硫酸盐磷光体；氮氧化物和含氧硫酸盐磷光体；或石榴石材料。磷光体材料不限于任何特定实例，并且可以包括本领域已知的任何磷光体材料，其具有响应选择的激发光源——即产生影响受体发光体介质的光的相关的一个LED或多个LED——的期望的发射光谱。磷光体发光材料的粒度的d50(平均直径)值可以在约1μm和约50μm之间，优选地在约10μm和约20μm之间，和更优选地在约13.5μm和约18μm之间。量子点在本领域也是已知的。产生的光的颜色来自与量子点的纳米晶体结构相关联的量子限制效应。每个量子点的能级直接与量子点的大小相关。用于量子点的合适的半导体材料在本领域是已知的，并且可以包括在具有核、核/壳或(多个)核/壳结构，并且有或没有表面修饰配体的颗粒中由第II-V、II-VI或IV-VI族元素形成的材料。

[0041] 表1和2显示了一些示例性发光组合物和性质的方面，称为组合物“A”-“F”。

表 1						
	示例性材料(一种或多种)	密度(g/mL)	发射峰值(nm)	FWHM(nm)	发射峰值范围(nm)	FWHM 范围(nm)
组合物“A”	<b>Luag:</b> 镝掺杂的镥铝石榴石(Lu <sub>3</sub> Al <sub>5</sub> O <sub>12</sub> )	6.73	535	95	530-540	90-100
组合物“B”	<b>Yag:</b> 钇掺杂的钇铝石榴石(Y <sub>3</sub> Al <sub>5</sub> O <sub>12</sub> )	4.7	550	110	545-555	105-115
组合物“C”	<b>650 nm-峰值波长发射磷光体:</b> 钇掺杂的钙铝氮化硅(CaAlSiN <sub>3</sub> )	3.1	650	90	645-655	85-95
组合物“D”	<b>525 nm-峰值波长发射磷光体:</b> GBAM : BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu	3.1	525	60	520-530	55-65
组合物“E”	<b>630 nm-峰值波长发射量子点:</b> 用于期望的发射波长的合适尺寸的任何半导体量子点材料	5.1	630	40	625-635	35-45

[0042]

料						
组合物“F”	<b>610 nm-峰值波长发射量子点:</b> 用于期望的发射波长的合适尺寸的任何半导体量子点材料	5.1	610	40	605-615	35-45
基体“M”	硅树脂粘合剂	1.1 mg/mm <sup>3</sup>				

[0043]

表 2					
标识	示例性材料(一种或多种)	实施 1		实施 2	
		粒度(d50)	折射率	粒度	折射率
组合物 “A”	<b>Luag:</b> 镝掺杂的镥铝石榴石 (Lu <sub>3</sub> Al <sub>5</sub> O <sub>12</sub> )	18.0 $\mu\text{m}$	1.84	40 $\mu\text{m}$	1.8
组合物 “B”	<b>Yag:</b> 镝掺杂的钇铝石榴石 (Y <sub>3</sub> Al <sub>5</sub> O <sub>12</sub> )	13.5 $\mu\text{m}$	1.82	30 $\mu\text{m}$	1.85
组合物 “C”	<b>650 nm-峰值波长发射磷光体:</b> 钇掺杂的钙铝氮化硅 (CaAlSiN <sub>3</sub> )	15.0 $\mu\text{m}$	1.8	10 $\mu\text{m}$	1.8
组合物 “D”	<b>525 nm-峰值波长发射磷光体:</b> GBAM : BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu	15.0 $\mu\text{m}$	1.8	n/a	n/a
组合物 “E”	<b>630 nm-峰值波长发射量子点:</b> 用于期望的发射波长的合适尺寸的任何半导体量子点材料	10.0 nm	1.8	n/a	n/a
组合物 “F”	<b>610 nm-峰值波长发射量子点:</b> 用于期望的发射波长的合适尺寸的任何半导体量子点材料	10.0 nm	1.8	n/a	n/a
基体 “M”	硅树脂粘合剂		1.545		1.545

[0044] 组合物A-F的掺混物可用于发光体介质(102A/102B/102C/102D)以产生当由其各自的LED串(101A/101B/101C/101D)激发时具有期望的饱和色点的发光体介质。在一些实施中,一种或多种组合物A-F的一种或多种掺混物可用于产生发光体介质(102A/102B/102C/102D)。在一些优选的实施中,一种或多种组合物A、B和D和一种或多种组合物C、E和F可以被组合以产生发光体介质(102A/102B/102C/102D)。在一些优选的实施中,用于发光体介质(102A/102B/102C/102D)的密封材料包括具有约1.1mg/mm<sup>3</sup>的密度和约1.545的折射率的基体材料。在一些实施中还可以使用具有在约1.4和约1.6之间的折射率的其它基体材料。在一些实施中,组合物A可以具有约1.82的折射率和从约18微米至约40微米的颗粒大小。在一些实施中,组合物B可以具有约1.84的折射率和从约13微米至约30微米的颗粒大小。在一些实施中,组合物C可以具有约1.8的折射率和从约10微米至约15微米的颗粒大小。在一些实施中,组合物D可以具有约1.8的折射率和从约10微米至约15微米的颗粒大小。用于组合物A、B、C和D的适合的磷光体材料可以商购自磷光体制造商,比如Mitsubishi Chemical Holdings Corporation(日本东京)、Intematix Corporation(Fremont, CA)、EMD Performance Materials of Merck KGaA(德国Darmstadt)和PhosphorTech Corporation

(Kennesaw, GA)。

[0046] 在一些实施中,组合物A可以选自Mitsubishi Chemical Corporation售出的“BG-801”产品系列。BG-801系列被提供为铈掺杂的镥铝石榴石( $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ )。对于一些实施,其它磷光体材料也是合适的并且可以具有在约530nm和约560nm之间的峰值发射波长,在约90nm和约110nm之间的FWHM,和在约10μm和约50μm之间的粒度(d50)。

[0047] 在一些实施中,组合物B可以选自Mitsubishi Chemical Corporation售出的“BY-102”或“BY-202”产品系列。BY-102系列被提供为铈掺杂的钇铝石榴石( $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ )。BY-202系列被提供为 $(\text{La}, \text{Y})_3\text{Si}_6\text{N}_{11}:\text{Ce}$ 。对于一些实施,其它磷光体材料也是合适的并且可以具有在约545nm和约560nm之间的峰值发射波长,在约90nm和约115nm之间的FWHM,和在约10μm和约50μm之间的粒度(d50)。

[0048] 在一些实施中,组合物C可以选自Mitsubishi Chemical Corporation售出的“BR-101”、“BR-102”或“BR-103”产品系列。BR-101系列被提供为铕掺杂的钙铝氮化硅( $\text{CaAlSiN}_3$ )。BR-102系列被提供为铕掺杂的锶取代的钙铝氮化硅( $\text{Sr}, \text{Ca} \text{AlSiN}_3$ )。BR-103系列被提供为铕掺杂的锶取代的钙铝氮化硅( $\text{Sr}, \text{Ca} \text{AlSiN}_3$ )。对于一些实施,其它磷光体材料也是合适的并且可以具有在约610nm和约650nm之间的峰值发射波长,在约80nm和约105nm之间的FWHM,和在约5μm和约50μm之间的粒度(d50)。

[0049] 在一些实施中,组合物D可以选自Mitsubishi Chemical Corporation售出的“VG-401”产品系列。VG-401系列被提供为GBAM: $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ 。对于一些实施,其它磷光体材料也是合适的并且可以具有在约510nm和约540nm之间的峰值发射波长,在约45nm和约75nm之间的FWHM,和在约5μm和约50μm之间的粒度(d50)。

[0050] 实施例

[0051] 一般模拟方法。

[0052] 模拟具有具体色点的四个LED串的设备。对于每个设备,选择具有具体发射的四个LED串和受体发光体介质,并且计算得到的四个通道(蓝色、红色、黄色/绿色和青色)的光谱功率分布。

[0053] 利用Scilab(Scilab Enterprises, Versailles, France)、LightTools(Synopsis, Inc., Mountain View, CA)和使用Python(Python Software Foundation, Beaverton, OR)产生的定制软件进行计算。使用LED发射光谱和发光体介质(一种或多种)的激发和发射光谱模拟每个LED串。对于包括磷光体的发光体介质,模拟还包括磷光体颗粒的吸收光谱和颗粒大小。使用颜色识别码3、4、5或6的LUXEON Z Color Line royal blue LED(产品代码LXZ1-PR01)或颜色识别码1或2的LUXEON Z Color Line blue LED(LXZ1-PB01)(荷兰阿姆斯特丹Lumileds Holding B.V.公司)的光谱,制备在蓝色、红色和黄色/绿色区域内产生组合发射的LED串。使用颜色识别码5的LUXEON Z Color Line blue LED(LXZ1-PB01)或颜色识别码1、8或9的LUXEON Z Color Line cyan LED(LXZ1-PE01)(荷兰阿姆斯特丹Lumileds Holding B.V.公司)的光谱,制备在青色区域内产生组合发射的LED串。还可以使用来自其它制造商比如OSRAM GmbH and Cree, Inc.的类似LED。

[0054] 在下述实施例中使用的发光体介质被计算为组合物A、B和D的一种或多种和组合物C、E和F的一种或多种的组合,如本文其它地方更充分描述。本领域技术人员认识到,LED和发光体掺混物的各种组合可以被组合以产生具有1931CIE色品图上期望的色点和期望的

光谱功率分布的组合发射。

[0055] 实施例1

[0056] 模拟具有四个LED串的半导体发光设备。第一LED串由具有约450nm至约455nm的峰值发射波长的蓝色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生蓝色色点与1931CIE色品图色点(0.2625,0.1763)的组合发射。第二LED串由具有约450nm至约455nm的峰值发射波长的蓝色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生红色色点与1931CIE色品图色点(0.5842,0.3112)的组合发射。第三LED串由具有约450nm至约455nm的峰值发射波长的蓝色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生黄色/绿色色点与1931CIE色品图色点(0.4482,0.5258)的组合发射。第四LED串由具有约505nm的峰值发射波长的青色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生青色色点与1931CIE色品图色点(0.3258,0.5407)的组合发射。下述表3显示了由该实施例的设备产生的蓝色、红色、黄色-绿色和青色色点的光谱功率分布,显示光谱功率在以纳米计从380nm至780nm的波长范围内,对于每个颜色范围选择任意的参考波长范围并且标准化为100.0的值:

	表 3									
	380-420	421-460	461-500	501-540	541-580	581-620	621-660	661-700	701-740	741-780
蓝色	0.4	100.0	20.9	15.2	25.3	26.3	25.1	13.9	5.2	1.6
红色	0.0	9.6	2.0	1.4	9.0	48.5	100.0	73.1	29.5	9.0
黄色 - 绿色	1.0	1.1	5.7	75.8	100.0	83.6	69.6	40.9	15.6	4.7
青色	0.1	0.5	53.0	100.0	65.0	41.6	23.1	11.6	4.2	0.6

[0058] 表4和5显示了使用来自上述表1和2中描述的实施1或实施2的组合物A-F,适用于本实施例的蓝色、红色、黄色/绿色和青色通道的受体发光体介质的示例性发光体介质。

	表 4						
	体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物						
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
蓝色掺混物 1		1.54	0.87				97.60
蓝色掺混物 2	1.68		1.89				96.43

[0060]	蓝色掺混物 3	1.35	0.58	1.49				96.58
	蓝色掺混物 4			1.84	1.34			96.82
	蓝色掺混物 5		0.86	1.51	0.93			96.69
	蓝色掺混物 6	0.89				1.73	0.35	97.03
	蓝色掺混物 7		1.34			1.11		97.55
	体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物							
		组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
[0061]	红色掺混物 1		1.66	24.23				74.11
	红色掺混物 2	1.96		24.72				73.32
	红色掺混物 3	0.00	3.43	26.48				70.10
	红色掺混物 4			21.36	1.70			76.94
	红色掺混物 5		0.80	24.49	1.22			73.49
	红色掺混物 6	0.22				12.74	11.75	75.28
	红色掺混物 7		0.07			15.34	7.90	76.70
体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物								
[0061]		组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
	黄色/绿色掺混物 1	54.92		1.82				43.26
	黄色/绿色掺混物 2	56.18	3.90	0.07				39.86
	黄色/绿色掺混物 3			2.49	20.51			77.00
	黄色/绿色掺混物 4		5.21	5.34	46.86			42.59
	黄色/绿色掺混物 5	38.63				1.55	1.84	57.98
	体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物							
[0061]		组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
	青色掺混物 1		4.45	9.16				86.38
	青色掺混物 2	6.29		11.67				82.03
	青色掺混物 3	2.03	3.16	9.94				84.86
	青色掺混物 4			6.30	4.42			89.28
	青色掺混物 5		3.30	6.93	1.41			88.36
	青色掺混物 6	9.12				11.67	9.29	69.92
[0061]	青色掺混物 7		4.82			9.43	6.60	79.15

表 5

	体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 2”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F		基体
蓝色掺混物 8		1.13	1.12					97.75
蓝色掺混物 9	0.73		2.38					96.89
蓝色掺混物 10	0.1	0.14	1.6					97.16
红色掺混物 8		0.58	16.23					83.19
红色掺混物 9	0.42		16.63					82.95

[0062]	红色掺混物 10	1.79	3.09	17.6					77.52
	黄色/绿色掺混物 6	94.48	0.04	3.51					1.97
	青色掺混物 8		3.07	3.67					93.26
	青色掺混物 9	5.32		4.2					90.48

## [0063] 实施例2

[0064] 模拟具有四个LED串的半导体发光设备。第一LED串由具有约450nm至约455nm的峰值发射波长的蓝色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生蓝色色点与1931CIE色品图色点(0.2625,0.1763)的组合发射。第二LED串由具有约450nm至约455nm的峰值发射波长的蓝色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生红色色点与1931CIE色品图色点(0.5842,0.3112)的组合发射。第三LED串由具有约450nm至约455nm的峰值发射波长的蓝色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生黄色/绿色色点与1931CIE色品图色点(0.5108,0.4708)的组合发射。第四LED串由具有约505nm的峰值发射波长的青色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生青色色点与1931CIE色品图色点(0.3258,0.5407)的组合发射。下述表6显示了由该实施例的设备产生的蓝色、红色、黄色-绿色和青色色点的光谱功率分布,显示光谱功率在以纳米计从380nm至780nm的波长范围内,对于每个颜色范围选择任意的参考波长范围并且标准化为100.0的值:

	表 6									
	380-420	421-460	461-500	501-540	541-580	581-620	621-660	661-700	701-740	741-780
蓝色	0.3	100.0	196.1	33.0	40.3	38.2	34.2	20.4	7.8	2.3
红色	0.0	157.8	2.0	1.4	9.0	48.5	100.0	73.1	29.5	9.0
黄色 - 绿色	0.0	1.0	4.2	56.6	100.0	123.4	144.9	88.8	34.4	10.5
青色	0.1	0.5	53.0	100.0	65.0	41.6	23.1	11.6	4.2	0.6

[0066] 表7和8显示了使用来自上述表1和2中描述的实施1或实施2的组合物A-F,适用于本实施例的蓝色、红色、黄色/绿色和青色通道的受体发光体介质的示例性发光体介质。

表 7							
	体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物						
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
蓝色掺混物 1		1.54	0.87				97.59
蓝色掺混物 2		1.34			1.11		97.55
蓝色掺混物 3	1.68		1.89				96.43
蓝色掺混物 4	1.35	0.58	1.49				96.58
蓝色掺混物 5			1.84	1.34			96.82
蓝色掺混物 6		0.86	1.51	0.93			96.69
蓝色掺混物 7	0.89				1.73	0.35	97.03
体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
红色掺混物 1		1.66	24.23				74.11
红色掺混物 2		0.07			15.34	7.90	76.70
红色掺混物 3	1.96		24.72				73.32
红色掺混物 4		3.43	26.48				70.10
红色掺混物 5			21.36	1.70			76.94
红色掺混物 6		0.80	24.49	1.22			73.49
红色掺混物 7	0.22				12.74	11.75	75.28
体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
黄色/绿色掺混物 1		50.54	0.02				49.44
黄色/绿色掺混物 2		37.70			1.40	0.61	60.28
黄色/绿色掺混物 3	43.22		15.08				41.70
黄色/绿色掺混物 4			6.51	19.90			73.59
黄色/绿色掺混物 5		5.01	15.89	37.71			41.39
黄色/绿色掺混物 6	24.41				9.45	11.02	55.11
体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
青色掺混物 1		4.45	9.16				86.38
青色掺混物 2		4.82			9.43	6.60	79.15
青色掺混物 3	6.29		11.67				82.03
青色掺混物 4	2.03	3.16	9.94				84.86
青色掺混物 5			6.30	4.42			89.28
青色掺混物 6		3.30	6.93	1.41			88.36
青色掺混物 7	9.12				11.67	9.29	69.92

[0067]

表 8 体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 2”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
[0068]	蓝色掺混物 8	0	1.13	1.12			97.75
	蓝色掺混物 9	0.73	0	2.38			96.89
	蓝色掺混物 10	0.1	0.14	1.6			98.16
	红色掺混物 8	0	0.58	16.23			83.19
	红色掺混物 9	0.42	0	16.63			82.95
	红色掺混物 10	1.79	3.09	17.6			77.52
	青色掺混物 8	0	3.07	3.67			93.26
	青色掺混物 9	5.32	0	4.2			90.48

## [0069] 实施例3

[0070] 模拟具有四个LED串的半导体发光设备。第一LED串由具有约450nm至约455nm的峰值发射波长的蓝色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生蓝色色点与1931CIE色品图色点(0.2219,0.1755)的组合发射。第二LED串由具有约450nm至约455nm的峰值发射波长的蓝色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生红色色点与1931CIE色品图色点(0.5702,0.3869)的组合发射。第三LED串由具有约450nm至约455nm的峰值发射波长的蓝色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生黄色/绿色色点与1931CIE色品图色点(0.3722,0.4232)的组合发射。第四LED串由具有约505nm的峰值发射波长的青色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生青色色点与1931CIE色品图色点(0.3704,0.5083)的组合发射。下述表9显示了由该实施例的设备产生的蓝色、红色、黄色-绿色和青色色点的光谱功率分布,显示光谱功率在以纳米计从380nm至780nm的波长范围内,对于每个颜色范围选择任意的参考波长范围并且标准化为100.0的值:

表 9										
	380-420	421-460	461-500	501-540	541-580	581-620	621-660	661-700	701-740	741-780
蓝色	8.1	100.0	188.1	35.6	40.0	70.0	80.2	12.4	2.3	1.0
红色	0.7	2.1	4.1	12.2	20.5	51.8	100.0	74.3	29.3	8.4
黄色-绿色	1.0	25.3	52.7	77.5	100.0	80.5	62.0	35.1	13.3	4.0
青色	0.4	1.5	55.5	100.0	65.3	59.9	57.1	35.0	13.5	4.1

[0072] 表10和11显示了使用来自上述表1和2中描述的实施1或实施2的组合物A-F,适用于本实施例的蓝色、红色、黄色/绿色和青色通道的受体发光体介质的示例性发光体介质。

表 10							
	体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物						
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
蓝色掺混物 1		1.47					98.53
蓝色掺混物 2		1.39			0.01		98.60
蓝色掺混物 3	1.84		0.55				97.60
蓝色掺混物 4	1.54	0.55	0.07				97.84
蓝色掺混物 5			0.79	1.49			97.72
蓝色掺混物 6		0.74	0.31	1.33			97.63
蓝色掺混物 7	1.21				0.66		98.13
体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
红色掺混物 1		11.66	21.77				66.57
红色掺混物 2		5.59			17.46	7.21	69.74
红色掺混物 3	13.17		25.45				61.38
红色掺混物 4	6.47	7.75	24.90				60.88
红色掺混物 5			16.55	8.34			75.11
红色掺混物 6		2.37	24.60	11.89			61.13
红色掺混物 7	4.57				16.51	12.47	66.44
体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
黄色/绿色掺混物 1	16.75		2.44				80.81
黄色/绿色掺混物 2	32.98	8.23	0.06				58.73
黄色/绿色掺混物 3			2.90	7.46			89.64
黄色/绿色掺混物 4		0.79	4.25	17.43			77.53
黄色/绿色掺混物 5	10.62				1.98	2.24	85.17
体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
青色掺混物 1			16.88				83.12
青色掺混物 2		2.29			16.58	8.02	73.11
青色掺混物 3	5.00		16.18				78.82
青色掺混物 4	0.43	2.74	15.68				81.14
青色掺混物 5			12.05	1.75			86.20
青色掺混物 6		0.03	10.52	2.79			86.66
青色掺混物 7	4.98				14.42	12.74	67.86

[0073]


表 11

	体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 2”组合物						
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
蓝色掺混物 8		1.06					98.94
蓝色掺混物 9	0.88		0.64				98.48
蓝色掺混物 10	2.92	1.62					95.46
红色掺混物 8		4.02	13.36				82.62
红色掺混物 9	3.25		15.67				81.08
红色掺混物 10	16.56	15.37	16.88				51.19
黄色掺混物 6	39.09	3.06	1.16				56.69
青色掺混物 8		2.0	6.71				91.29
青色掺混物 9	3.83		6.51				89.66

## [0075] 实施例4

[0076] 模拟具有四个LED串的半导体发光设备。第一LED串由具有约450nm至约455nm的峰值发射波长的蓝色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生蓝色色点与1931CIE色品图色点(0.2387,0.1692)的组合发射。第二LED串由具有约450nm至约455nm的峰值发射波长的蓝色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生红色色点与1931CIE色品图色点(0.5563,0.3072)的组合发射。第三LED串由具有约450nm至约455nm的峰值发射波长的蓝色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生黄色/绿色色点与1931CIE色品图色点(0.4494,0.5161)的组合发射。第四LED串由具有约505nm的峰值发射波长的青色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生青色色点与1931CIE色品图色点(0.3548,0.5484)的组合发射。下述表12显示了由该实施例的设备产生的蓝色、红色、黄色-绿色和青色色点的光谱功率分布,显示光谱功率在以纳米计从380nm至780nm的波长范围内,对于每个颜色范围选择任意的参考波长范围并且标准化为100.0的值:

表 12

	380-420	421-460	461-500	501-540	541-580	581-620	621-660	661-700	701-740	741-780
蓝色	1.9	100.0	34.4	32.1	40.5	29.0	15.4	5.9	2.8	1.5
红色	14.8	10.5	6.7	8.7	8.7	102.8	100.0	11.0	1.5	1.1

[0078]	黄色-绿色	1.1	2.3	5.9	61.0	100.0	85.0	51.0	12.6	3.2	1.0
	青色	0.7	1.6	39.6	100.0	80.4	53.0	24.9	9.5	3.3	1.2

[0079] 表13和14显示了使用来自上述表1和2中描述的实施1或实施2的组合物A-F,适用于本实施例的蓝色、红色、黄色/绿色和青色通道的受体发光体介质的示例性发光体介质。

表 13							
	体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物						
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
蓝色掺混物 1		1.49	0.13				98.38
蓝色掺混物 2		1.46			0.15		98.39
蓝色掺混物 3	1.63		1.12				97.24
蓝色掺混物 4	1.36	0.53	0.71				97.41
蓝色掺混物 5			1.24	1.34			97.43
蓝色掺混物 6		0.75	0.84	1.04			97.37
蓝色掺混物 7	0.99				1.27		97.74
体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
红色掺混物 1		2.18	20.26				77.55
红色掺混物 2		0.40			13.83	5.57	80.20
红色掺混物 3	2.57		20.93				76.50
红色掺混物 4	0.68	2.15	22.07				75.10
红色掺混物 5			17.50	2.11			80.40
红色掺混物 6		1.62	20.45	0.85			77.07
红色掺混物 7	0.47				11.38	9.48	78.67
体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
黄色/绿色掺混物 1	46.13		3.33				50.54
黄色/绿色掺混物 2	74.85	15.25	0.09				9.81
黄色/绿色掺混物 3			2.99	18.14			78.87
黄色/绿色掺混物 4		5.55	5.59	38.75			50.11
黄色/绿色掺混物 5	32.93				2.40	3.11	61.56
体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
青色掺混物 1		12.31	8.97				78.72
青色掺混物 2		18.36			7.33	1.03	73.28
青色掺混物 3	17.39		14.53				68.08
青色掺混物 4	1.58	16.41	6.74				75.27
青色掺混物 5			4.42	6.30			89.28
青色掺混物 6		9.00	1.00	8.02			81.98
青色掺混物 7	25.77				11.28	8.70	54.26

[0081]

表 14 体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 2”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
[0082]	蓝色掺混物 8		1.06				98.94
	蓝色掺混物 9	0.76		1.45			97.79
	蓝色掺混物 10	0.08	0.12	1.52			98.28
	红色掺混物 8		0.74	14.13			85.13
	红色掺混物 9	0.6		14.65			84.75
	红色掺混物 10	3.07	3.52	14.75			78.66
	青色掺混物 8		6.31	1.13			92.56
	青色掺混物 9	10.0		2.5			87.50

## [0083] 实施例5

[0084] 模拟具有四个LED串的半导体发光设备。第一LED串由具有约450nm至约455nm的峰值发射波长的蓝色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生蓝色色点与1931CIE色品图色点(0.2524,0.223)的组合发射。第二LED串由具有约450nm至约455nm的峰值发射波长的蓝色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生红色色点与1931CIE色品图色点(0.5941,0.3215)的组合发射。第三LED串由具有约450nm至约455nm的峰值发射波长的蓝色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生黄色/绿色色点与1931CIE色品图色点(0.4338,0.5195)的组合发射。第四LED串由具有约505nm的峰值发射波长的青色LED驱动,使用受体发光体介质,并且产生青色色点与1931CIE色品图色点(0.3361,0.5257)的组合发射。下述表15显示了由该实施例的设备产生的蓝色、红色、黄色-绿色和青色色点的光谱功率分布,显示光谱功率在以纳米计从380nm至780nm的波长范围内,对于每个颜色范围选择任意的参考波长范围并且标准化为100.0的值:

表 15											
	380-420	421-460	461-500	501-540	541-580	581-620	621-660	661-700	701-740	741-780	
蓝色	1.9	100.0	34.4	32.1	40.5	29.0	15.4	5.9	2.8	1.5	
[0086]	红色	0.2	8.5	3.0	5.5	9.5	60.7	100.0	1.8	0.5	0.3
	黄色-绿色	0.8	5.6	6.3	73.4	100.0	83.8	48.4	19.5	6.5	2.0
	青色	0.2	1.4	58.6	100.0	62.0	47.5	28.2	6.6	1.8	0.6

[0087] 表16和17显示了使用来自上述表1和2中描述的实施1或实施2的组合物A-F,适用于本实施例的蓝色、红色、黄色/绿色和青色通道的受体发光体介质的示例性发光体介质。

表 16

体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
蓝色掺混物 1		2.29					97.70
蓝色掺混物 2		2.46			0.15		97.39
蓝色掺混物 3	3.01		0.99				95.99
蓝色掺混物 4	2.34	1.01	0.29				96.35
蓝色掺混物 5			1.25	2.20			96.55
蓝色掺混物 6		1.25	0.60	2.09			96.06
蓝色掺混物 7	1.88				1.16		96.96
体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
红色掺混物 1		2.12	26.06				71.82
红色掺混物 2		0.24			16.36	9.03	74.37
红色掺混物 3	2.43		26.68				70.89
红色掺混物 4	1.02	1.64	28.61				68.72
红色掺混物 5			22.60	2.22			75.19
红色掺混物 6		1.11	26.37	1.45			71.07
红色掺混物 7	0.38				13.79	12.99	72.84
体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
黄色/绿色掺混物 1	42.76		1.82				55.43
黄色/绿色掺混物 2	44.06	3.54	0.05				52.35
黄色/绿色掺混物 3			2.60	16.60			80.80
黄色/绿色掺混物 4		3.59	4.91	38.01			53.50
黄色/绿色掺混物 5	30.44				1.49	1.87	66.20
体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 1”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
青色掺混物 1		1.51	11.87				86.62
青色掺混物 2		2.55			10.92	9.29	77.25
青色掺混物 3	2.06		12.75				85.19
青色掺混物 4		3.42	10.40				86.17
青色掺混物 5			8.17	2.54			89.29
青色掺混物 6		0.63	1.67	8.85			88.85
青色掺混物 7	4.97				12.58	10.32	72.12

[0088]

[0089]

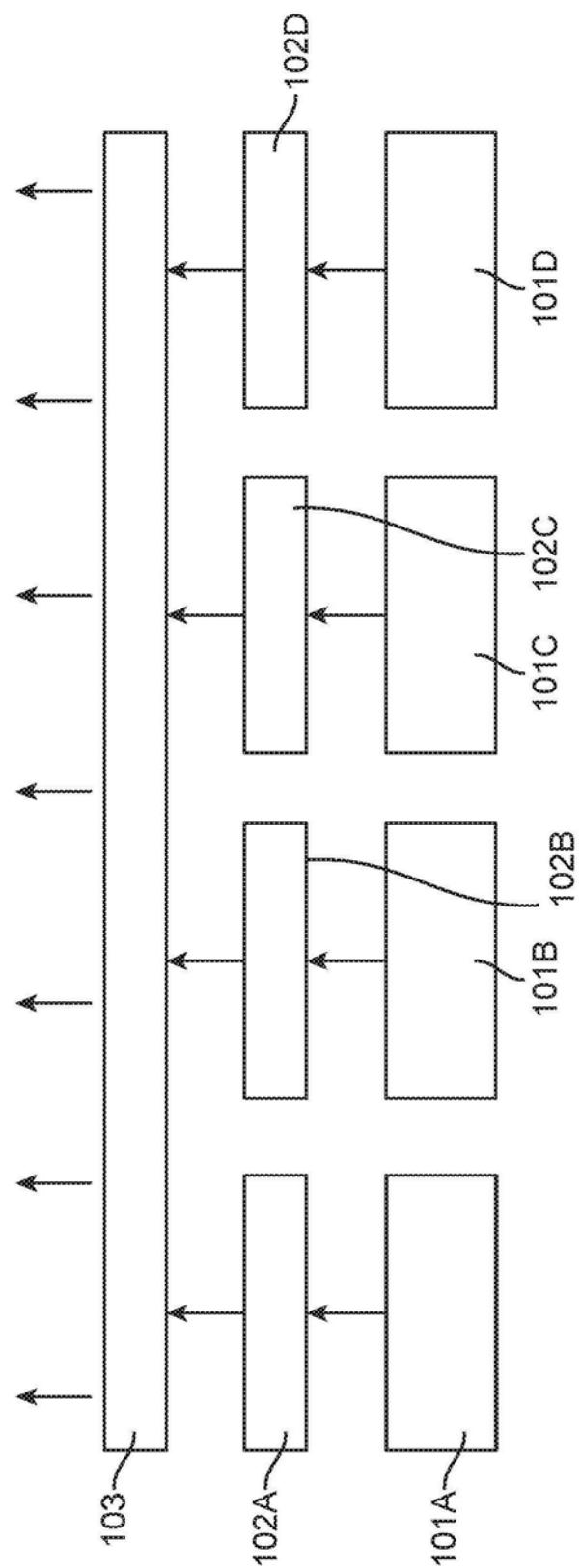
表 17 体积比-使用来自表 1 和 2 的“实施 2”组合物							
	组合物 A	组合物 B	组合物 C	组合物 D	组合物 E	组合物 F	基体
[0090]	蓝色掺混物 8		1.42	0.03			98.55
	蓝色掺混物 9	1.25		1.2			97.55
	蓝色掺混物 10	0.135	0.135	1.080			98.65
	红色掺混物 8		0.74	17.04			82.22
	红色掺混物 9	0.58		17.52			81.90
	红色掺混物 10	2.3	3.97	18.94			74.79
	青色掺混物 8		2.01	5.38			92.61
	青色掺混物 9	3.65		5.55			90.80

[0091] 本领域技术人员将认识到,各种材料可用于制造本文公开的设备和系统中的部件。任何合适的结构和/或材料可用于本文描述的各种特征,并且技术人员将能够基于各种考虑选择合适的结构和材料,包括本文公开的系统的期望用途、它们将被应用的期望的场所、和期望与其结合使用的装置和/或附件,以及其它考虑。常规的聚合复合材料、金属-聚合物复合材料、陶瓷和金属材料适用于各种部件。确定为适用于本文描述的特征和元件的下文发现和/或开发的材料也被认为是可接受的。

[0092] 当本文使用范围用于物理性质比如分子量,或化学性质比如化学式时,旨在包括其中特定示例的范围的所有组合和子组合。

[0093] 在该文件中引用或描述的每个专利、专利申请和出版物的公开内容通过引用以其整体并入本文。

[0094] 本领域技术人员将认识到,可以对本公开内容的示例做出许多改变和改进,并且可以在不背离本公开内容的精神的情况下做出这种改变和改进。因此,所附权利要求旨在覆盖落入本公开内容的真实精神和范围内的所有这种等价变型。



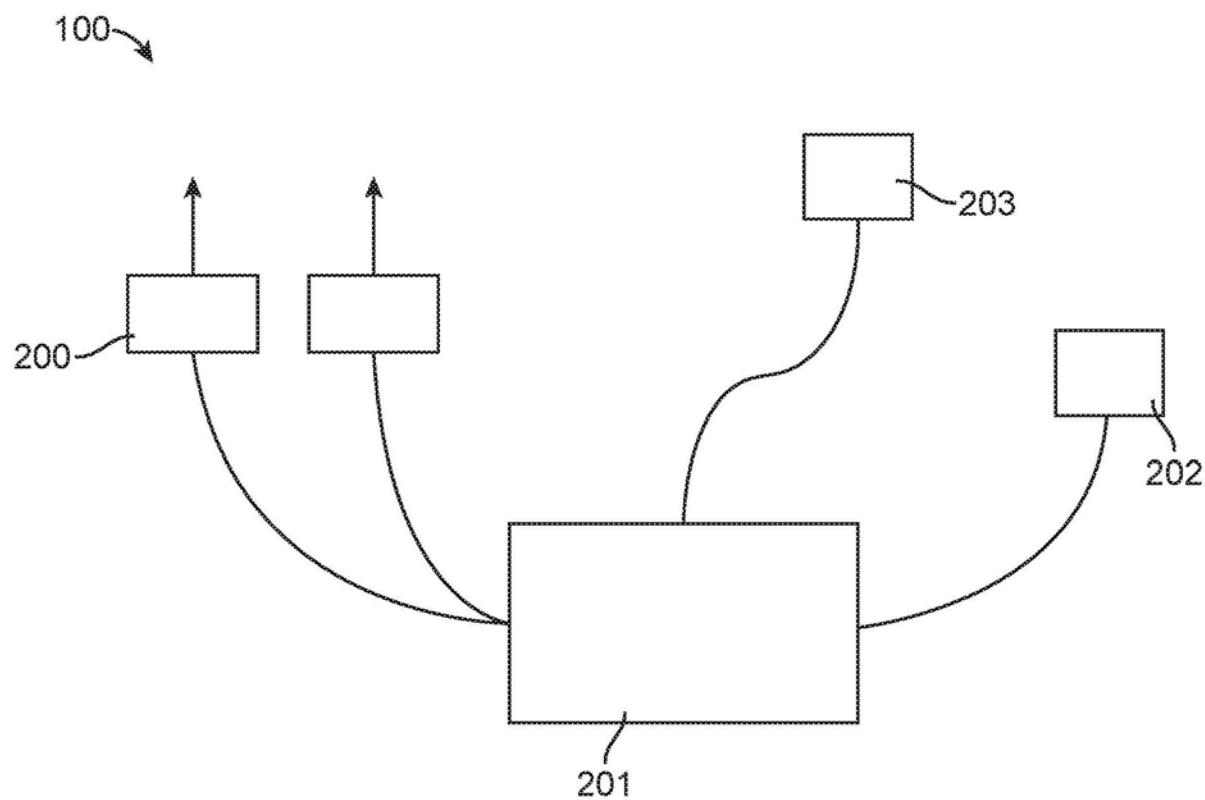


图2

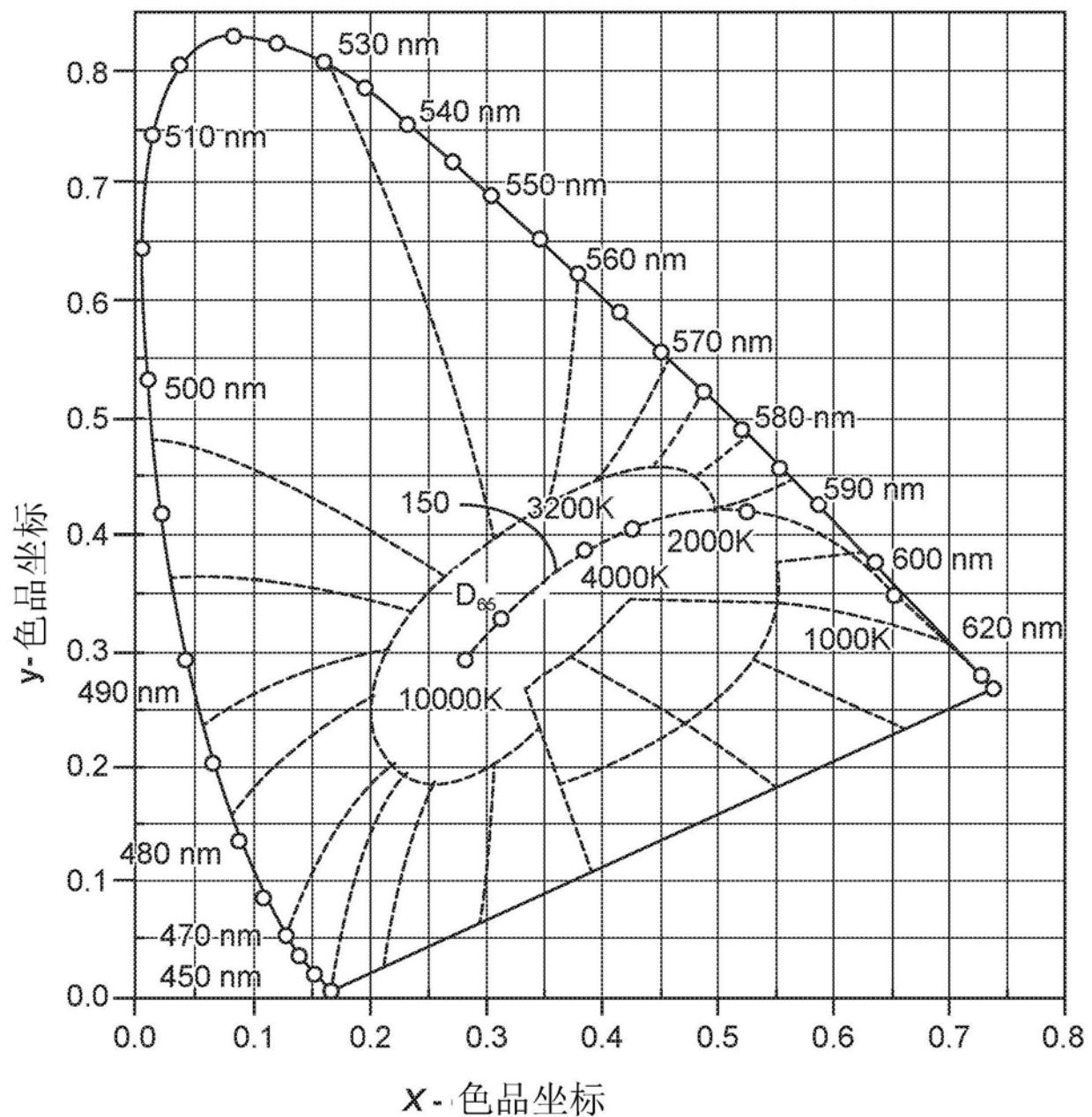


图3现有技术

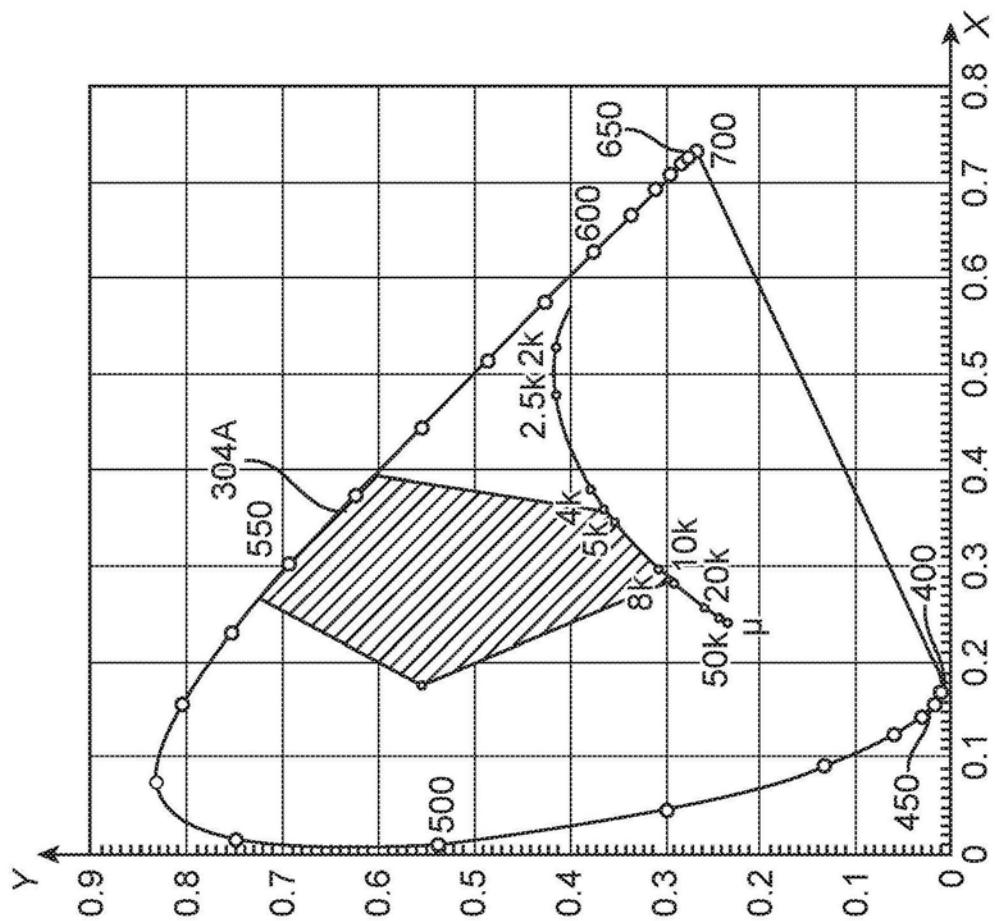


图4A

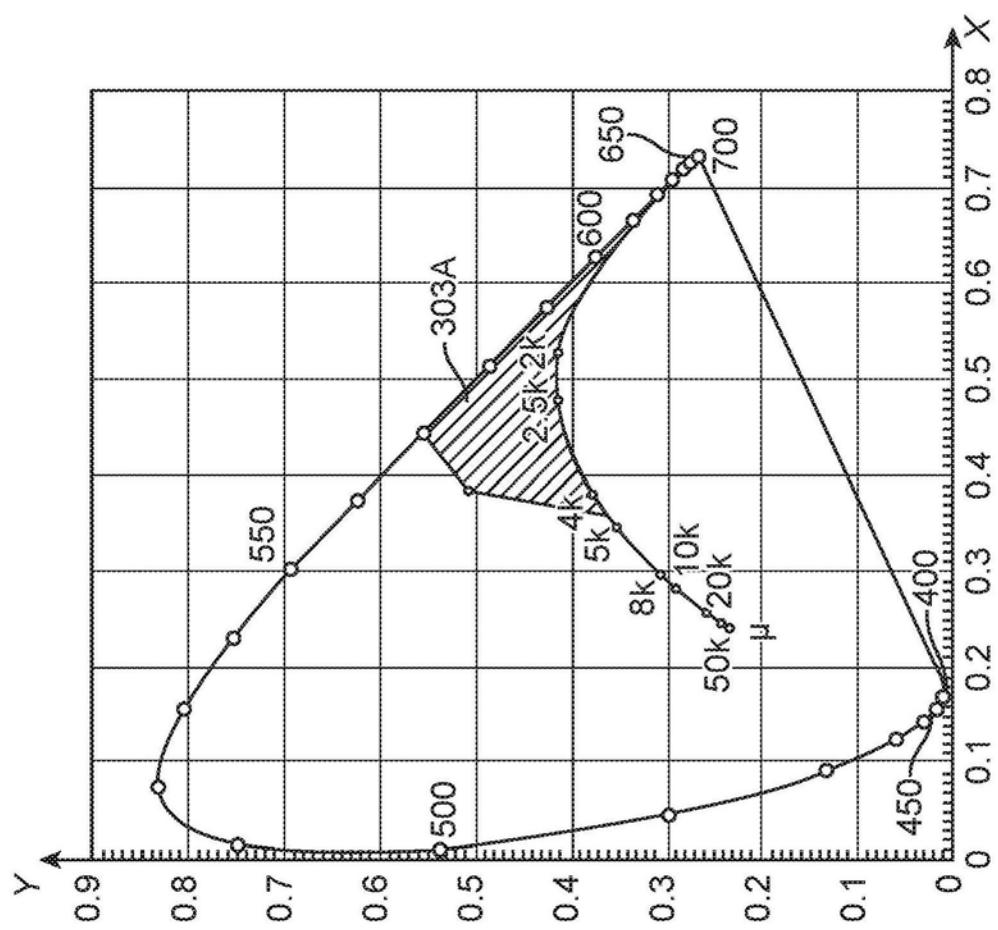


图4B

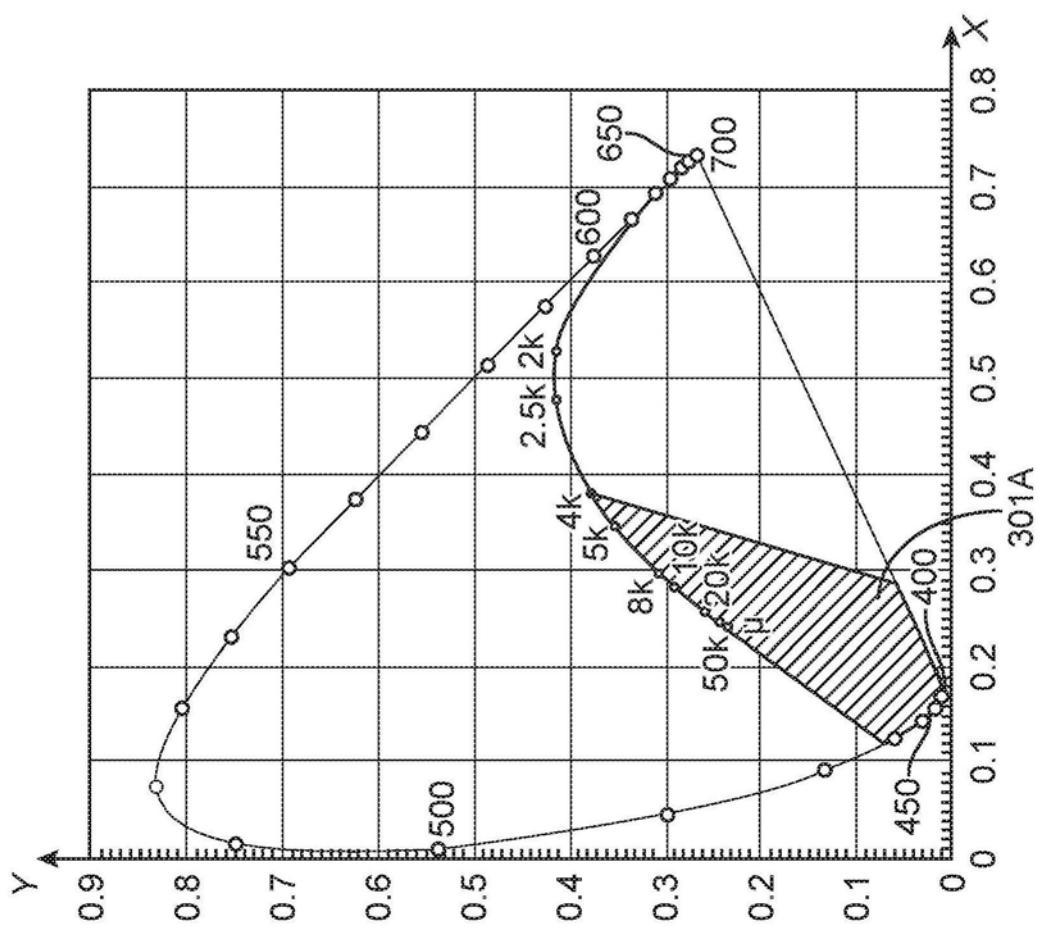


图4C

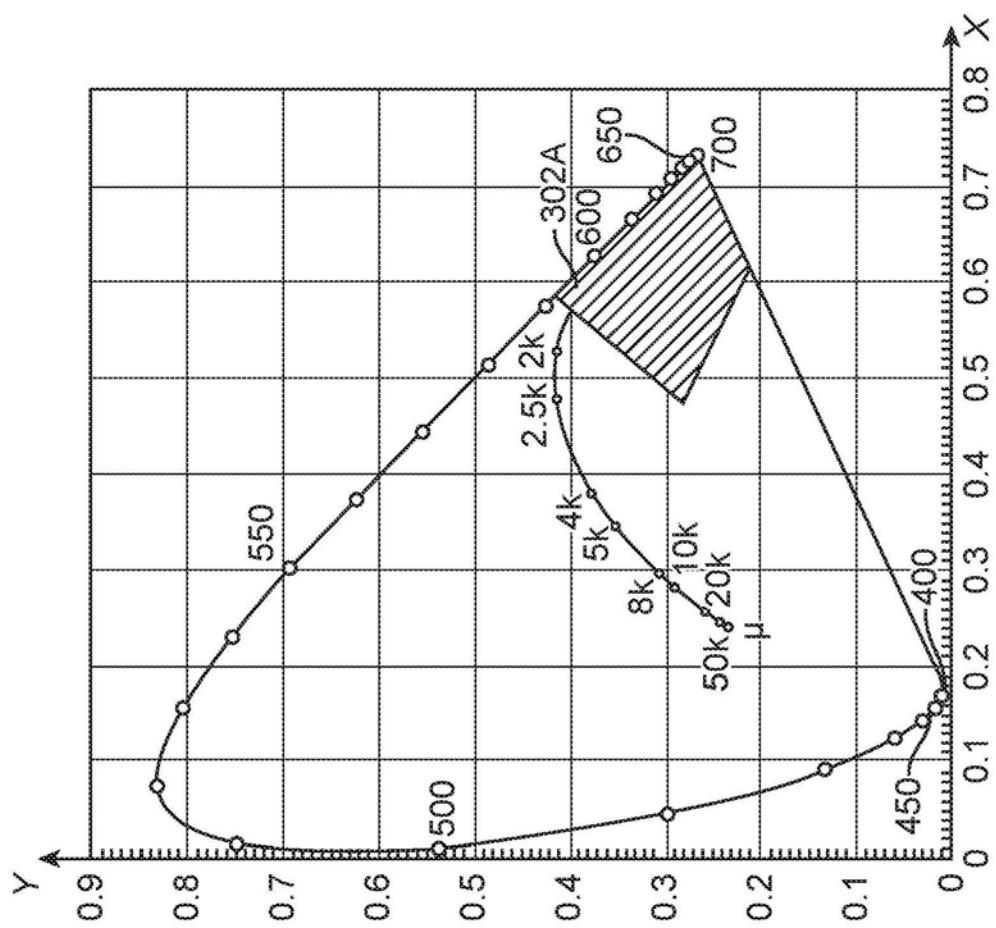


图4D

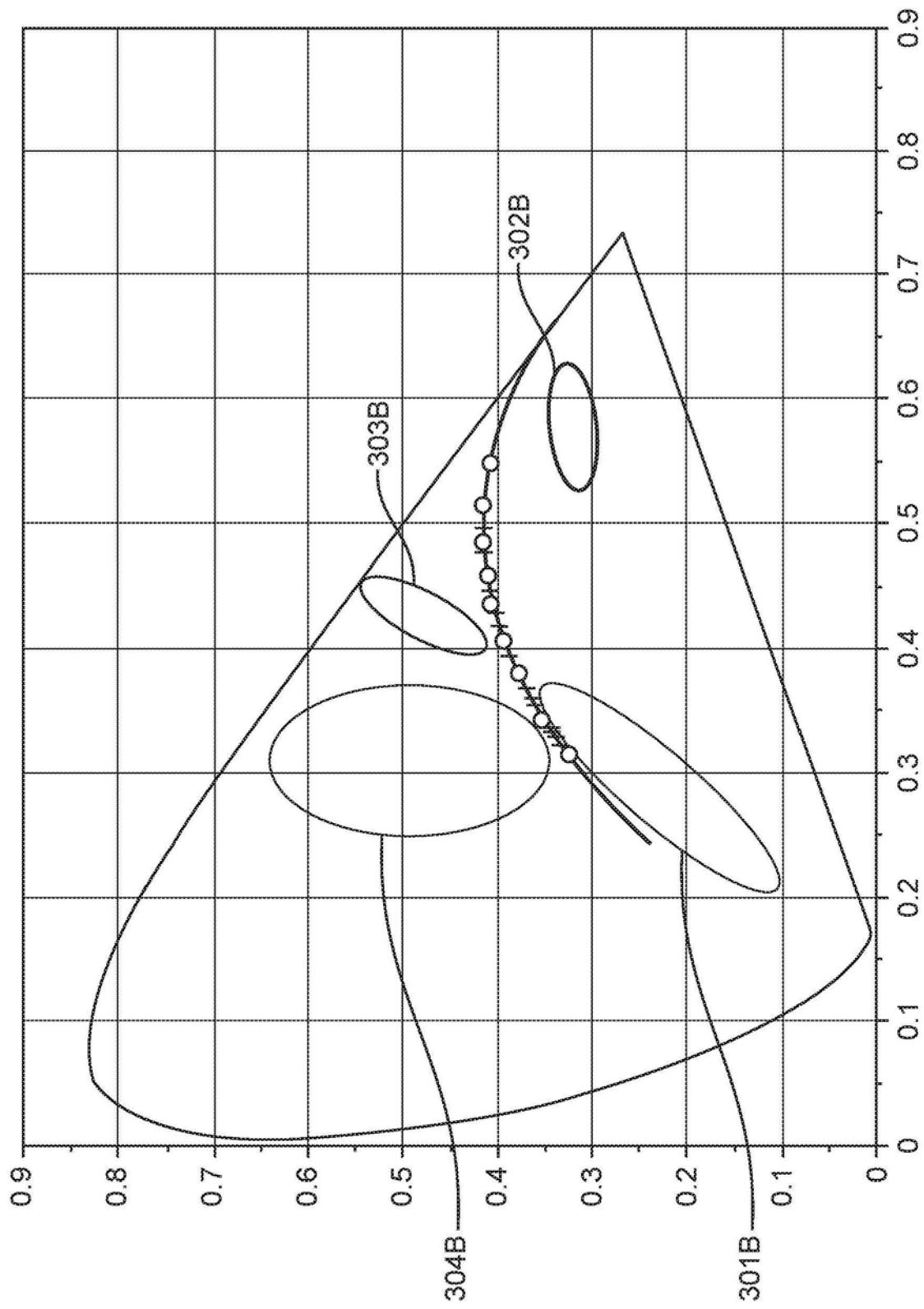


图5

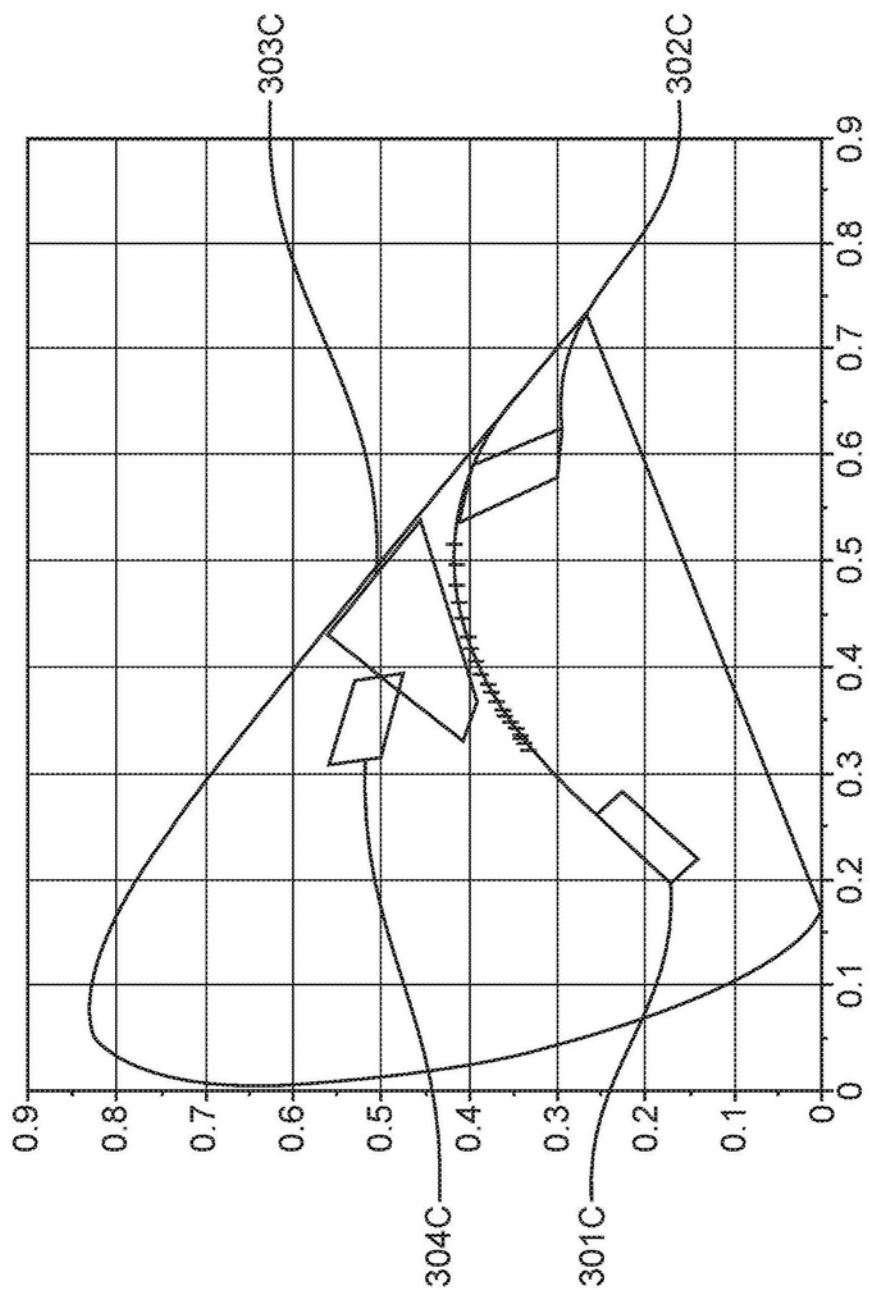


图6

波长范围的光谱功率分布(nm)							
<b>蓝色范围</b>	<b>380-420</b>	<b>421-460</b>	<b>461-500</b>	<b>501-540</b>	<b>541-580</b>	<b>581-620</b>	<b>621-660</b>
<b>最小值</b>	0.3	100.0	20.9	15.2	25.3	26.3	15.4
<b>最大值</b>	8.1	100.0	196.1	35.6	40.5	70.0	80.2
<b>红色范围</b>							
<b>最小值</b>	0.0	2.1	2.0	1.4	8.7	48.5	100.0
<b>最大值</b>	14.8	157.8	6.7	12.2	20.5	102.8	100.0
<b>黄色/绿色范围</b>							
<b>最小值</b>	0.0	1.0	4.2	56.6	100.0	80.5	48.4
<b>最大值</b>	1.1	25.3	52.7	77.5	100.0	123.4	144.9
<b>青色范围</b>							
<b>最小值</b>	0.1	0.5	39.6	100.0	62.0	41.6	23.1
<b>最大值</b>	0.7	1.6	58.6	100.0	80.4	59.9	57.1

		波长范围的光谱功率分布(nm)			
		380-500	501-600	601-700	701-780
<b>蓝色范围</b>					
最小值	100.0	27.0	24.8	1.1	
最大值	100.0	65.1	46.4	6.8	
<b>红色范围</b>					
最小值	17.4	8.9	100.0	1.1	
最大值	3.3	24.8	100.0	18.1	
<b>黄色/绿色范围</b>					
最小值	35.8	100.0	61.2	7.9	
最大值	2.4	100.0	142.0	21.1	
<b>青色范围</b>					
最小值	32.2	100.0	14.7	1.3	
最大值	19.9	100.0	42.4	6.1	

图8

部件号	识别码	主波长/峰值波长(nm)	
		最小值	最大值
LXZ1-PB01	1	460	465
	2	465	470
	5	480	485
LXZ1-PR01	3	440	445
	4	445	450
	5	450	455
LXZ1-PE01	6	455	460
	1	490	498
	2	498	508
	6	490	495
	7	495	500
	8	500	505
	9	505	510

图9