



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103383074 B

(45)授权公告日 2017. 10. 24

(21)申请号 201310163390.X

(22)申请日 2013.05.06

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103383074 A

(43)申请公布日 2013.11.06

(30)优先权数据

61/642,984 2012.05.04 US

61/783,888 2013.03.14 US

(73)专利权人 天空公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 奥雷利安·J·F·戴维

特洛伊·A·特罗蒂尔

迈克尔·拉甘·克拉梅什

阿尔潘·查克拉博尔蒂

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 余刚 李静

(51)Int.Cl.

F21S 2/00(2016.01)

H01L 33/06(2010.01)

H01L 33/50(2010.01)

F21Y 115/10(2016.01)

(56)对比文件

CN 201535446 U, 2010.07.28,

CN 101881400 A, 2010.11.10,

CN 1431722 A, 2003.07.23,

CN 102405538 A, 2012.04.04,

CN 1484324 A, 2004.03.24,

JP 特开2011-57763 A, 2011.03.24,

审查员 王春萌

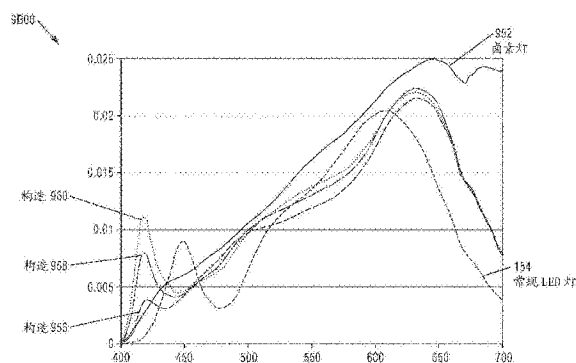
权利要求书3页 说明书30页 附图43页

(54)发明名称

具有改善光质的 LED 灯

(57)摘要

本发明公开了一种具有改善光质的LED灯。所述灯发射大于500lm且光谱功率分布中的多于2%的功率是在从约390nm至约430nm的波长范围内发射。



1. 一种LED型灯,包括:

至少一个紫色LED器件,其中,所述紫色LED器件包括至少一个n型区、被配置为发射具有390nm至430nm的波长的光的一个发光有源区、一个电子封阻层以及一个p型区,其中,所述发光有源区至少包括多个InGaN层以及具有的厚度介于40nm与500nm之间的多量子阱结构;以及

波长转换材料,所述波长转换材料被构造成与所述紫色LED器件相互作用,使得所述LED型灯发射具有光谱功率分布SPD的白光,其中,所述光谱功率分布中功率的2%至15%是在从390nm至430nm的波长范围内发射的;其中,

所述至少一个紫色LED器件被构造成具有的外部量子效率大于45%,该45%是在400A/cm²的电流密度下、在室温下测量时得到。

2. 根据权利要求1所述的灯,其中,所述LED型灯的光通量为至少1500lm。

3. 根据权利要求1所述的灯,其中,所述灯包括MR16规格。

4. 根据权利要求1所述的灯,其中,所述灯包括PAR30灯规格。

5. 根据权利要求1所述的灯,其中,所述至少一个紫色LED器件被构造成在100℃或更大的结温下以200A/cm²的电流密度发射多于200W/cm²。

6. 根据权利要求1所述的灯,其中,所述至少一个紫色LED器件被构造为泵激至少一个蓝色磷光体或至少一个青色磷光体。

7. 根据权利要求1所述的灯,其中,所述LED型灯进一步包括至少一个LED器件,所述至少一个LED器件被构造成在除由所述至少一个紫色LED器件发射的波长之外的波长下发射。

8. 根据权利要求1所述的灯,其中,所述灯的特征在于短波长光谱功率分布差小于35%并且相关色温在2500K至7000K范围内。

9. 根据权利要求1所述的灯,其中,所述光谱功率分布的在390nm至430nm范围内的分率被配置为实现特定CIE白度值。

10. 根据权利要求9所述的灯,其中,所述光谱功率分布的在390nm至430nm范围内的所述分率使得在相同相关色温的CIE参考照明体的照明下,由所述灯照亮的高白度参考样品的CIE白度在相同样品的CIE白度的负20点和正40点内,其中,所述相同相关色温的CIE参考照明体分别如下:如果相关色温<5000K,那么所述CIE参考照明体为黑体辐射体,或者如果相关色温>5000K,那么所述CIE参考照明体为D照明体。

11. 根据权利要求9所述的灯,其中,所述光谱功率分布的在390nm至430nm范围内的所述分率使得在相同相关色温的CIE参考照明体的照明下,由所述灯照亮的高白度参考物体的相关色温校正白度在相同物体的相关色温校正白度的负20点和正40点内,其中,所述相同相关色温的CIE参考照明体分别如下:如果相关色温<5000K,那么所述CIE参考照明体为黑体辐射体,或者如果相关色温>5000K,那么所述CIE参考照明体为D照明体。

12. 根据权利要求1所述的灯,其中,所述LED型灯进一步包括至少一个发蓝光的LED器件,且由所述LED型灯发射的蓝光的至少一部分由所述至少一个发蓝光的LED器件提供。

13. 根据权利要求1所述的灯,其中,由所述灯所发射的光的特征在于光束角窄于25°且中心光束烛光高于2200cd。

14. 根据权利要求1所述的灯,其中,所述灯的特征在于显色指数大于90并且相关色温在2500K至7000K的范围内。

15. 根据权利要求1所述的灯, 其中, R_9 大于80。

16. 根据权利要求1所述的灯, 其中, 大采样集显色指数大于80。

17. 一种LED型灯, 包括:

基极, 具有小于 40mm^2 的基极面积;

至少一个紫色LED器件, 所述至少一个紫色LED器件安装在所述基极上并且包括n型区、p型区和发光有源区, 所述发光有源区被构造成发射具有从390nm至430nm的波长的光, 所述发光有源区至少包括多个InGa_N层以及具有的厚度介于40nm与500nm之间的多量子阱结构; 以及

波长转换材料, 所述波长转换材料被构造成与所述紫色LED器件相互作用, 使得所述LED型灯发射的白光具有500lm以上的光通量, 以及光谱功率分布SPD中功率的2%至10%是在从390nm至430nm的波长范围内发射的。

18. 根据权利要求17所述的灯, 其中, 所述灯的特征在于MR16规格。

19. 根据权利要求17所述的灯, 其还包括光学耦合至所述至少一个紫色LED器件的光学透镜, 其中, 所述光学透镜的直径小于40mm。

20. 根据权利要求17所述的灯, 其中, 所述灯的特征在于部分阴影角宽小于1度。

21. 根据权利要求17所述的灯, 其中, 所述灯的特征在于对于部分阴影区中的两点, 色度变化 D_{uv} 小于8。

22. 根据权利要求17所述的灯, 其中, 所述灯的特征在于所发射的光束在所述所发射的光束的中心和具有10%强度的点之间的色度变化 D_{uv} 小于8。

23. 一种光源, 包括:

多个发光二极管LED, 每个发光二极管包括n型区、p型区和发光有源区, 所述发光有源区被构造成发射具有从390nm至430nm的波长的光, 所述发光有源区至少包括多个InGa_N层以及具有的厚度介于40nm与500nm之间的多量子阱结构; 以及

波长转换材料, 所述波长转换材料被构造成与所述发光二极管相互作用, 使得所述光源发射具有光谱功率分布SPD的白光, 其中, 所述光谱功率分布中的功率的2%至15%是在390nm至430nm的范围内, 且在相同相关色温的CIE参考照明体的照明下, 由所述光源照亮的高白度参考样品的CIE白度在相同样品的CIE白度的负20点至正40点内, 其中, 所述相同相关色温的CIE参考照明体分别如下: 如果相关色温 $<5000\text{K}$, 那么所述CIE参考照明体为黑体辐射体, 或者如果相关色温 $>5000\text{K}$, 那么所述CIE参考照明体为D照明体。

24. 一种光源, 包括:

多个紫色LED, 每个紫色LED包括n型区、p型区和发光有源区, 所述发光有源区被构造成发射具有从390nm至430nm的波长的光, 所述发光有源区至少包括多个InGa_N层以及具有的厚度介于40nm与500nm之间的多量子阱结构; 以及

波长转换材料, 所述波长转换材料被构造成与所述紫色LED相互作用, 使得所述光源发射具有光谱功率分布SPD的白光, 其中, 所述光谱功率分布中的功率的2%至10%是在390nm至430nm的范围内, 且在相同相关色温的陶瓷金属卤化物照明体的照明下, 由所述光源照亮的高白度参考样品的CIE白度在相同样品的CIE白度的负20点至正40点内。

25. 一种光源, 包括:

多个发光二极管LED, 每个发光二极管包括n型区、p型区和发光有源区, 所述发光有源

区被构造成发射具有从390nm至430nm的波长的光,所述发光有源区至少包括多个InGaN层以及具有的厚度介于40nm与500nm之间的多量子阱结构;以及

波长转换材料,所述波长转换材料被构造成与所述发光二极管相互作用,使得所述光源发射具有以下光谱功率分布和色度的白光,其中,所述光谱功率分布中的功率的至少2%至15%是在从390nm至430nm的波长范围内,以及其中,由所述光源照亮的高白度参考样品与所述光源的白点的色度相差至少两个Duv点和至多十二个Duv点,且色度偏移大体上朝向色彩空间的蓝色方向。

具有改善光质的LED灯

[0001] 相关申请案

[0002] 本申请在35U.S.C.§119(e)下主张2012年5月4日美国临时申请 No.61/642,984, 和2013年3月14日申请的美国临时申请No.61/783,888 的权益,所述申请每个以引用的方式全部并入本文。

技术领域

[0003] 本公开涉及具有发光二极管(LED)灯的一般照明领域且更特定而言涉及具有改善光质的LED灯的技术。

背景技术

[0004] 由于普通光源的有限效率,需要用于一般照明的高效率LED源。在近几年,技术进步已使LED型的灯提供足量的光通量以在40W范围取代一般照明源和更高范围-例如,发射500lm的灯和更高范围。强烈需要保持增加LED型的灯的流明输出,同时还改善其产生的光的品质。

[0005] 因此需要有改善的方法。

发明内容

[0006] 因此,公开了用于具有改善光质且其中采用以下构造、系统和方法的 LED的技术。

[0007] 在第一方面,提供包括LED器件的LED灯,其中所述LED灯的特征在于多于500lm的光通量,和其中多于2%的功率在约从390nm至约 430nm的波长范围内发射的光谱功率分布 (SPD)。

[0008] 在第二方面,提供LED型灯,其特征大于多于500lm的光通量,其中所述灯包括基极面积小于40mm²的一个或多个LED源模(die)。

[0009] 在第三方面,提供包括多个发光二极管(LED)的光源,其中SPD 的至少2%在390nm至430nm的范围内,且使得在相同CCT的CIE参考照明体(分别是如果CCT<5000K,那么为黑体辐射体,或者如果CCT>5000 K,那么为D照明体)的照明下,由所述光源照亮的高白度参考样品的 CIE白度在相同样品的CIE白度的负20点至正40点内。

[0010] 在第四方面,提供包括LED的光源,其中SPD的至少2%在约390nm 至430nm的范围内,且使得在相同CCT的陶瓷金属卤化物照明体的照明下,由所述光源照亮的高白度参考样品的CIE白度在相同样品的CIE白度的负20点至正40点内。

[0011] 在第五方面,提供包括多个发光二极管(LED)的光源,其中由光源发射的光的特征在于其中功率的至少2%在从约390nm至430nm的范围内的光谱功率分布,以及其中由所述源照亮的高白度参考样品与所述光源的白点的色度相差至少两个Duv点和至多十二个Duv点的色度,且色度偏移大体上朝向色彩空间的蓝色方向。

[0012] 在第六方面,公开了光学器件,其包括:含块状镓和氮的基板,其具有表面区;含n型镓和氮的外延材料,其形成于所述表面区上面;有源区,其包括双异质结构井区,且至少

一个虚设井被构造在所述双异质结构井区的每侧上,所述至少一个虚设井中的每个具有所述双异质结构井区的宽度的约百分之十至约百分之九十的宽度;含p型镓和氮的外延材料,其形成于所述有源区上面;和接触区,其形成于所述含p型镓和氮的外延材料上面。

附图说明

[0013] 领域技术人员将了解,本文所述图示仅是说明性目的。所述图示无意限制本公开的范围。

[0014] 图1A是示出黑体与常规LED灯的光谱功率分布 (SPD) 对比的图,其使用具有3000K的相同CCT和相等光通量的蓝色泵LED和一个磷光体,来对比于根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯。

[0015] 图1B是示出黑体与常规LED灯的SPD对比的图,其使用具有6500 K的相同CCT和相等的光通量的蓝色泵LED和一个磷光体,来对比于根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯。

[0016] 图2A是在具有2700K CCT的常规LED的源照明下显示同色异谱的两个泛红物体的照片,以对比具有改善光质的LED灯。

[0017] 图2B是图2A的草图,其示出在具有2700K CCT的常规LED光源的照明下显示同色异谱的两个泛红物体,以对比具有改善光质的LED灯。

[0018] 图3是示出具有3000K的相同CCT和相同的光通量的常规LED与黑体之间的短波长SPD差 (SWS) 的细节的图,来对比根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯。

[0019] 图4是示出对于两种光源均具有3000K CCT的白炽光源和常规LED 光源,带光学增亮剂的白纸的总辐射因数的图,来对比根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯。

[0020] 图5A描绘用于LED灯系统中的反射器杯,来对比根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯。

[0021] 图5B描绘具有多个LED光源的反射器杯,来对比根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯。

[0022] 图6描绘测量投射阴影的实验设备,来对比根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯。

[0023] 图7描绘示出常规LED型MR-16灯的相对于角度的在投射阴影内的相对光通量的图,来对比根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯。

[0024] 图8是MR16灯体、光学透镜、LED光源的草图,所述LED光源包括根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯中使用的紫色泵LED和磷光体混合器。

[0025] 图9A是示出两者具有3000K的CCT和相等的光通量的黑体和根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯的模式化SPD对比的图。

[0026] 图9B是示出具有300K CCT的照明体的SPD对比,来对比根据一些实施方案的具有改善光质的灯的图。

[0027] 图10是示出D65照明体与根据一些实施方案的具有改善光质的LED 灯的SPD对比的图。

[0028] 图11是示出两者具有3000K的CCT的黑体辐射器与某些实施方案之间的短波长SPD差成SPD紫分率的函数的图,来对比根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯。

[0029] 图12是示出两者具有6500K的CCT的D65照明体与实施方案之间的短波长SPD差成SPD紫分率的函数的图,来对比根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯。

[0030] 图13A是示出两者具有2700K CCT的两个泛红物体在由常规LED 光源和由特定构造的照明下的照片。

[0031] 图13B是图13A的草图,其示出在由两者具有2700K CCT的常规 LED光源和由本发明构造的照明下的两个泛红物体。

[0032] 图14是示出对于两者具有3000K CCT的白炽光源和选定的实施方案的带光学增亮剂的白纸样品的总辐射因数的图,来对比根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯。

[0033] 图15是示出具有6500K CCT的计算光源的CIE白度来对比根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯的图。

[0034] 图16A是示出具有3000K CCT的计算光源的CIE白度来对比根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯的图。

[0035] 图16B是示出具有3000K CCT的光源的CCT校正白度来对比根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯的图。

[0036] 图17是示出对于常规LED型MR-16灯和一实施方案,穿过投射阴影的相对光通量与角度的图,来对比根据一些实施方案的具有改善光质的 LED灯。

[0037] 图18A是示出手在由带多个光源的常规LED灯的照明下的阴影投射照片。

[0038] 图18B是示出手在由如本文所公开的实施方案的照明下的阴影投射的照片。

[0039] 图19A描绘用于根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯中的 MR-16规格灯。

[0040] 图19B描绘用于根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯中的 PAR30规格灯。

[0041] 图19C1和图19C2描绘与根据一些实施方案的具有改善光质的LED 灯一起使用的AR111规格灯。

[0042] 图19D1和图19D2描绘与根据一些实施方案的具有改善光质的LED 灯一起使用的PAR38规格灯。

[0043] 图20是指示50瓦特MR-16灯的中心光束烛光要求作为光束角函数的图。

[0044] 图21是示出由各种照明体照明的各种物体的实验测量的CCT校正白度的图,来对比根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯。

[0045] 图22是示出由具有3000K CCT的各种光源照明的高白度参考标准的(x,y)坐标的图2200,来对比根据一些实施方案的具有改善光质的LED 灯。

[0046] 图23是示出根据一些实施方案的具有5000K CCT的LED灯的实验 SPD的图。

[0047] 图24是使用平面型载具和杯型载具的封装型发光器件的简化图。

[0048] 图25至图36是使用反射模式构造的替代性封装型发光器件的图。

[0049] 图37示出先前技术中已知的单个量子井(SQW)、多个量子井(MQW)和双异质结构(DH);和如本发明所提供的SDH-1和SDH-2的带隙结构的示意图。

[0050] 图38A-图38D示出标准LED结构和由本发明所提供的m平面SDH LED结构的EL100功率(mw)与波长(nm)的关系(图38A);标准结构和由本发明所提供的m平面SDH LED结构的EL1000功率(mw)与波长(nm)的关系(图38B);封装型LED的外部量子效率(%)与电流密度(A/cm²)的关系(图38C);及标准LED和由本发明所提供的SDH LED 在电流密度从100A/cm²到400A/cm²时外部量子效率百分比的下降(图 38D)。

[0051] 图39A示出非-SDH LED和由本发明提供的SDH LED在130°下的 Z-因数(热/冷因数,%)与EL100波长(nm)的关系。测量在m-平面 SDH结构上进行。对于具有AlGan势垒和包层的器件,超过80%的Z-因数是在晶片上测量。

[0052] 图39B示出非-SDH LED和由本发明提供的SDH LED在130°下的 Z-因数(热/冷因数,%)与EL1000波长(nm)的关系。

[0053] 图40示出m-平面SDH LED的低温光致发光性能。所述图示出由本发明提供的m-平面SDH LED在4K、75K、300K和423K温度下的内部量子效率与J的关系。

[0054] 图41示出由本发明提供的m-平面SDH LED的外部量子效率与电流密度(A/cm²)的关系图。正如所示,对于非-最优化光提取的器件,在400 A/cm²获得约45%的EQE。从峰值到400A/cm²观察到小于5%的电流下降。也观察到在150℃下热/冷因数大于78%,相当于在室温与150℃之间热下降小于22%。

[0055] 图42概述根据某些实施方案的LED器件结构的实施方案。

具体实施方式

[0056] 如本文使用的术语“磷光体”意指波长转换材料的任何组合物。

[0057] 术语“CCT”指的是相关色温。

[0058] 如本文使用的术语“SPD”意指光谱的光谱功率分布(例如,其光谱功率与波长的分布)。

[0059] 如本文使用的术语“FWHM”意指在SPD半最大值处的全宽。

[0060] 如本文使用的术语“OBA”指的是光学增亮剂,在吸收一个波长范围内的光且发射在另一波长范围内的光以增加感知白度的物质。通常转换是在紫外光-紫光范围到蓝光范围发生。

[0061] 如本文使用的首字母缩略词“SWSD”指的是短波长SPD差,一种量化在短波长范围内的两种SPD之间的差的度量。这个度量将在本申请中进一步定义。

[0062] 如本文使用的术语“总辐射因数”指的是从本体反射和发射的辐射相对于在相同照明和检测条件下从完全漫反射体反射的辐射的比。

[0063] 如本文使用的术语“Duv”指的是两种色彩坐标(u'1,v'1)与(u'2,v'2)的色点之间的色度差,且定义为:

$$Duv = 1000 \cdot \sqrt{(u'1 - u'2)^2 + (v'1 - v'2)^2}$$

[0065] 如本文使用的术语“紫光泄漏”指的是在390nm至430nm范围内的SPD的分率。

[0066] 如本文使用的术语“CCT校正白度”指的是适用于非6500K的CCT 的CIE白度公式的归纳。

[0067] 如本文使用的术语“高白度参考样品”指的是市售的白度标准,如本文进一步描述,其标称CIE白度为约140。

[0068] 如本文使用的术语“大采样集CRI”指的是显色指数的归纳,其中如本文进一步描述,色彩误差计算是在大量样品而不是8个样品上取平均。

[0069] 现详细参考某些实施方案。所公开的实施方案无意限制权力要求。

[0070] 波长转换材料可为陶瓷或半导体颗粒磷光体、陶瓷或半导体板磷光体、有机或无机降波长转换体、升波长转换体(反斯托克斯(anti-stokes))、纳米颗粒和提供波长转换的

其它材料。一些实例列于下文中：

- [0071] $(\text{Sr}_n, \text{Ca}_{1-n})_{10} (\text{PO}_4)_6 \text{B}_2\text{O}_3 : \text{Eu}^{2+}$ (其中 $0 \leq n \leq 1$)
- [0072] $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_5 (\text{PO}_4)_3 (\text{Cl}, \text{F}, \text{Br}, \text{OH}) : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$
- [0073] $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}) \text{BPO}_5 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$
- [0074] $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_8 * 2\text{SrCl}_2 : \text{Eu}^{2+}$
- [0075] $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})_3 \text{MgSi}_2\text{O}_8 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$
- [0076] $\text{BaAl}_8\text{O}_{13} : \text{Eu}^{2+}$
- [0077] $2\text{SrO} * 0.84\text{P}_2\text{O}_5 * 0.16\text{B}_2\text{O}_3 : \text{Eu}^{2+}$
- [0078] $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}) \text{MgAl}_{10}\text{O}_{17} : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$
- [0079] $\text{K}_2\text{SiF}_6 : \text{Mn}^{4+}$
- [0080] $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}) \text{Al}_2\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$
- [0081] $(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Lu}, \text{Sc}, \text{La}) \text{BO}_3 : \text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$
- [0082] $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_2 (\text{Mg}, \text{Zn}) \text{Si}_2\text{O}_7 : \text{Eu}^{2+}$
- [0083] $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_2 \text{Si}_{1-x}\text{O}_{4-2x} : \text{Eu}^{2+}$ (其中 $0 \leq x \leq 0.2$)
- [0084] $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}) \text{MgSi}_2\text{O}_6 : \text{Eu}^{2+}$
- [0085] $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}) (\text{Al}, \text{Ga})_2\text{S}_4 : \text{Eu}^{2+}$
- [0086] $(\text{Ca}, \text{Sr})_8 (\text{Mg}, \text{Zn}) (\text{SiO}_4)_4 \text{Cl}_2 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$
- [0087] $\text{Na}_2\text{Gd}_2\text{B}_2\text{O}_7 : \text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$
- [0088] $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Mg}, \text{Zn})_2 \text{P}_2\text{O}_7 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$
- [0089] $(\text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}, \text{La})_2 \text{O}_3 : \text{Eu}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$
- [0090] $(\text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}, \text{La})_2 \text{O}_2\text{S} : \text{Eu}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$
- [0091] $(\text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}, \text{La}) \text{VO}_4 : \text{Eu}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$
- [0092] $(\text{Ca}, \text{Sr}) \text{S} : \text{Eu}^{2+}, \text{Ce}^{3+}$
- [0093] $(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{La}, \text{Sm}, \text{Pr}, \text{Lu})_3 (\text{Sc}, \text{Al}, \text{Ga})_{5-n}\text{O}_{12-3/2n} : \text{Ce}^{3+}$ (其中 $0 \leq n \leq 0.5$)
- [0094] $\text{ZnS} : \text{Cu}^+, \text{Cl}^-$
- [0095] $(\text{Y}, \text{Lu}, \text{Th})_3 \text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}^{3+}$
- [0096] $\text{ZnS} : \text{Cu}^+, \text{Al}^{3+}$
- [0097] $\text{ZnS} : \text{Ag}^+, \text{Al}^{3+}$
- [0098] $\text{ZnS} : \text{Ag}^+, \text{Cl}^-$
- [0099] $\text{LaAl} (\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z) (\text{N}_{10-z}\text{O}_z) : \text{Ce}^{3+}$ (其中 $z=1$)
- [0100] $(\text{Ca}, \text{Sr}) \text{Ga}_2\text{S}_4 : \text{Eu}^{2+}$
- [0101] $\text{AlN} : \text{Eu}^{2+}$
- [0102] $\text{SrY}_2\text{S}_4 : \text{Eu}^{2+}$
- [0103] $\text{CaLa}_2\text{S}_4 : \text{Ce}^{3+}$
- [0104] $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}) \text{MgP}_2\text{O}_7 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$
- [0105] $(\text{Y}, \text{Lu})_2 \text{WO}_6 : \text{Eu}^{3+}, \text{Mo}^{6+}$
- [0106] CaWO_4
- [0107] $(\text{Y}, \text{Gd}, \text{La})_2 \text{O}_2\text{S} : \text{Eu}^{3+}$
- [0108] $(\text{Y}, \text{Gd}, \text{La})_2 \text{O}_3 : \text{Eu}^{3+}$

- [0109] $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_n \text{Si}_n \text{N}_n : \text{Eu}^{2+}$ (其中 $2n+4=3n$)
- [0110] $\text{Ca}_3 (\text{SiO}_4) \text{Cl}_2 : \text{Eu}^{2+}$
- [0111] $(\text{Y}, \text{Lu}, \text{Gd})_{2-n} \text{Ca}_n \text{Si}_4 \text{N}_{6+n} \text{Cl}_{1-n} : \text{Ce}^{3+}$, (其中 $0 \leq n \leq 0.5$)
- [0112] 用 Eu^{2+} 和/或 Ce^{3+} 掺杂的 $(\text{Lu}, \text{Ca}, \text{Li}, \text{Mg}, \text{Y}) \alpha\text{-SiAlON}$
- [0113] $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}) \text{SiO}_2 \text{N}_2 : \text{Eu}^{2+}, \text{Ce}^{3+}$
- [0114] $\text{Ba}_3 \text{MgSi}_2 \text{O}_8 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$
- [0115] $(\text{Sr}, \text{Ca}) \text{AlSiN}_3 : \text{Eu}^{2+}$
- [0116] $\text{CaAlSi}(\text{ON})_3 : \text{Eu}^{2+}$
- [0117] $\text{Ba}_3 \text{MgSi}_2 \text{O}_8 : \text{Eu}^{2+}$
- [0118] $\text{LaSi}_3 \text{N}_5 : \text{Ce}^{3+}$
- [0119] $\text{Sr}_{10} (\text{PO}_4)_6 \text{Cl}_2 : \text{Eu}^{2+}$
- [0120] $(\text{BaSi}) \text{O}_{12} \text{N}_2 : \text{Eu}^{2+}$
- [0121] $\text{M}(\text{II})_a \text{Si}_b \text{O}_c \text{NdCe} : \text{A}$ 其中 $(6 < a < 8, 8 < b < 14, 13 < c < 17, 5 < d < 9, 0 < e < 2)$ 和 $\text{M}(\text{II})$ 是 $(\text{Be}, \text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Cu}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Pd}, \text{Tm}, \text{Cd})$ 的二价阳离子和 $(\text{Ce}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Eu}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Yb}, \text{Lu}, \text{Mn}, \text{Bi}, \text{Sb})$ 的 A
- [0122] $\text{SrSi}_2 (\text{O}, \text{Cl})_2 \text{N}_2 : \text{Eu}^{2+}$
- [0123] $\text{SrSi}_9 \text{Al}_{19} \text{ON}_{31} : \text{Eu}^{2+}$
- [0124] $(\text{Ba}, \text{Sr}) \text{Si}_2 (\text{O}, \text{Cl})_2 \text{N}_2 : \text{Eu}^{2+}$
- [0125] $\text{LiM}_2 \text{O}_8 : \text{Eu}^{3+}$, 其中 $\text{M} = (\text{W} \text{ 或 } \text{Mo})$ 。
- [0126] 为了本申请的目的,应理解当磷光体有两个或更多个掺杂剂离子(即,那些在上面磷光体中的冒号后面的离子),这意味着磷光体具有至少一个(但不是必须是所有)那些在材料中的掺杂剂离子。也就是说,正如本领域技术人员所理解,这种类型的表示法意味着磷光体可包括任何或所有那些在结构式中作为掺杂剂的指定离子。
- [0127] 此外,应理解,纳米颗粒、量子点、半导体颗粒和其它类型的材料可以用作波长转换材料。上面的列表中具有代表性,并且不应该被视为包括本文所描述的实施方案中可以利用的所有材料。由于普通光源的效率有限,所以需要用于一般照明的高效率LED光源。在近期,技术进步已使LED型灯提供足量的光通量,以取代在40W范围内的一般照明光源和更高偶发内,例如,发射500lm的灯和更高范围。
- [0128] 这种常规LED灯使用在440nm到460nm范围内发射的泵激LED和磷光体混合物以产生白光。用于常规LED灯中的蓝色泵激LED(例如,约450nm)的选择部分受这种LED的性能水平驱动,这使得它能够产生足量的光(例如,500lm),以满足一些一般照明应用的需要。
- [0129] 强烈需要保持不断增加LED型灯的流明输出,同时也改善它们所产生的光质。
- [0130] LED型灯由几个元件组成,包括:
- [0131] LED光源(或模块),包括LED和磷光体,其产生光;
- [0132] 与LED光源连接的灯体;
- [0133] 重定向或扩散由LED光源射出的光的光学透镜或其它光学元件。
- [0134] 下面讨论一些对由常规LED灯射出的光的质量的重要限制。其中的一些问题都涉及到使用蓝色泵激LED,而某些则与使用扩展LED光源和/或多个LED光源有关。
- [0135] 显色指数(CRI)是经常被采用来评估光源质量的公认度量。它提供有关光源再现

具有相同相关色温 (CCT) 的参考照明体的显色能力的度量。然而,在各种场景下,上述CRI未能正确地描述显色性。

[0136] 事实上,CRI仅大约评估理想黑体辐射器和光源之间的相似性,在于对比照亮的测试色彩样品 (TCS) 的色彩。这些TCS显示变化缓慢的宽反射光谱,因此,在光源的光谱功率分布 (SPD) 中的急剧变化不会不利。TCS测试不构成一个在色彩匹配方面非常严格的测试:他们宽容在狭窄波长范围内出现的光谱差。

[0137] 然而,存在人眼对SPD中的微小变化敏感的情况,比如看具有较少规则反射光谱的物体,或反射光谱都不接近CRI TCS的物体时。在这样的情况下,黑体和光源在窄波长范围内的SPD之间的差可由观察者感知,并判断为不充分的显色性。因此,只有这样才能真正避免照明体同色异谱匹配在所有波长的参考照明体的SPD。

[0138] 图1A是示出黑体102与常规LED灯104的光谱功率分布 (SPD) 对比的图1A00,其使用具有3000K的相同CCT和相等光通量的蓝色泵激 LED和一个磷光体,来对比于根据一些实施方案的具有改善光质的LED 灯。

[0139] 参考照明体和常规LED的对比SPD为图1A和图1B所示,分别针对3000K和6500K的CCT而言(对于3000K,参考是黑体102,和对于 6500K,参考是D65照明体126)。SPD差在短波长范围内尤其显著,在于常规LED光源采用具有以450nm附近为中心的窄谱的蓝色泵激LED,和在较长波长的磷光体发射,由磷光体激发和发射之间的斯托克斯位移 (Stokes shift) 分开。因此,他们的SPD在约450nm的蓝色范围108中太强,在紫色范围106 (390nm至430nm) 中太弱,在青色范围110 (470 nm至500nm) 中弱,这归因于斯托克斯位移。

[0140] 图1B是示出参考照明体 (D65照明体126) 与常规LED灯104的 SPD对比的图1B00,其使用具有6500K的相同CCT和相等的光通量的蓝色泵激LED和一个磷光体,来对比于根据一些实施方案的具有改善光质的LED灯。

[0141] 如前所述,在不同的CCT,包括所示在6500K的SPD,差在短波长范围内尤其显著,在于常规LED光源采用具有以450nm附近为中心的窄谱的蓝色泵激LED,和在较长波长的磷光体发射,由磷光体激发和发射之间的斯托克斯位移分开。

[0142] 此外,这种差不能很好地由CRI描述。事实上,最近的学术研究表明,以CRI为基础的色彩匹配功能低估了人眼在短波长范围内 (例如,紫色、蓝色和青色波长) 的敏感度。因此,匹配在短波长的参考光谱的重要性不能由CRI正确描述,常规LED光源已经很少强调这个问题。提高在这个范围内的SPD匹配可以改善实际光质,超越CRI所预测的光质。

[0143] 图2A是示出两个泛红物体在由具有2700K CCT的常规LED光源照明下的照片2A00,来比较具有改善光质的LED灯。

[0144] 图2A示出两种泛红布料,在日光照明下具有相同的色点。在2700K 的常规LED光源照明下拍摄照片。物体的色彩出现明显不同,物体A (202) 更橙而物体B (204) 更蓝。这是同色异谱的一种表现 (例如,两个物体在特定的照明体下相似而在另一照明体下可出现不同的影响)。在某些情况下,这是不可取的。在这里,如图所示,这两种布料设计为色彩相匹配,然而LED照明下,它们显示不同 (例如,这归因于人的视觉感知)。

[0145] 图2B是图2A的草图2B00,示出在具有2700K CCT的常规LED光源照明下的两个泛红物体,来比较具有改善光质的LED灯。

[0146] 图2B示出两种布料,在日光照明下具有相同的色点。诚如草图所描绘,物体的色彩

出现显著不同,这是同色异谱的一种表现。在某些情况下,这是不可取的。这里两种布料(物体A202和物体B204)设计为色彩相匹配,但在某些LED照明下,他们会出现不同。

[0147] 为了比CRI更准确地量化SPD匹配,可以使用CRI方法(对比一组标准的色坐标),但另一种方法是使用更广泛的标准,包括具有比在TCS 中所提供的更锐利的反射光谱和更大色域的标准,以为更好的SPD样品细节。

[0148] 本文所描述的实施方案概括CRI对应到更广泛的标准。大量物理现实、随机反射光谱可以是数值模拟的。这样的光谱采集涵盖整个色彩空间。通过使用这样的方法(例如,白石(Whitehead)和莫斯曼(Mossman)方法中的一个),可以计算大量的这样的光谱,例如 10^6 个光谱,并使用这些光谱,而不是常规TCS。每个光谱的色彩误差可以计算出来。另外,由于许多光谱对应于类似的色彩空间坐标(例如,在1964(uv)空间),归因于同色异谱,可以利用离散光谱单元定义色彩空间,可以计算在色彩空间的每个单元格中的平均色彩误差。此外,色彩误差可在所有单元中取平均以产生一个大采样集CRI值。如本文进一步所讨论,这种技术是功能良好的,例如,对于现实的LED光谱,不同组的随机光谱产生类似的大采样集CRI值(例如,在约1个点以内),大采样集CRI值不显著取决于离散网格的细节。通过使用这种方法,常规LED灯(具有约84的CRI)具有只有约66的大采样集CRI,这是一个低许多的值。这表明,通过扩大一大组样品(例如,覆盖整个色彩空间)CRI的方法,可以显著改善显色性的估计。定量分析表明,估计值的差主要是由于偏离黑体SPD明显的LED光源光谱的短波长和长波长两端。

[0149] 另一种估计SPD差的简单方法是通过适当的响应函数加权,整合两个SPD之间在可见光波长范围内的距离。例如,可以选择锥基本面S、L 和M(锥受体在人眼的生理反应)。短波长响应S在约400nm至约500nm 的范围内特别敏感,且是一个合适的加权函数,来量化SPD在此范围内的差。

[0150] 示例性定量将短波长SPD差(SWSD)定义为:

$$[0151] \quad SWSD = \frac{\int |SB(\lambda) - LED(\lambda)| \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda}{\int SB(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda}$$

[0152] 这里的LED(λ)是LED光源的SPD。BB(λ)是具有相同CCT和相等的光通量的参考照明体的SPD。按照惯例,参考照明体为低于5000K 的黑体,和另外CIE标准照明体D的相位。S(λ)是短波长锥体基本面。注意如果一个人研究在较长波长的SPD差,类似的函数可以定义为其它锥体响应函数L和M。

[0153] 图3是示出具有3000K的相同CCT和相同光通量的常规LED和黑体之间的SWSD细节的曲线图300,来比较具有改善光质的LED灯。

[0154] 图3描绘具有3000K CCT的常规商业LED光源的SWSD细节。正如预期,出现的差主要来自紫色范围106、蓝色范围108和青色范围110。

[0155] 观察者将认识到,在某些应用中,非常生动的色彩是适宜的。在一些这样的应用中,色彩保真度比色彩饱和度较不重要。因此,不求完美匹配黑体SPD,而在于将加剧色彩饱和度和/色度的SPD。同样,这种影响也不会被CRI值捕捉到。

[0156] 虽然对于灯而言,重要的是正确地显色,但是显白色尤为重要。这两个标准是不等价的。事实上,在日常生活的大部分白色物体显示由于使用荧光种类的高白度,通常被称为光学增亮剂(OBA)或荧光增白剂(FWA)。这些OBA吸收在紫外/紫色波长范围内的光和在蓝

色范围内的荧光。在蓝色范围内的额外光谱贡献是众所周知的,会提高人类的白度感知。通常含有OBA的对象包括白纸、白布料和洗洁精。

[0157] 如图1A和图1B所示,常规LED光源的SPD在紫光和紫外光范围没有任何贡献。因此,OBA荧光未受激发且感知的白度下降。

[0158] 图4是示出对于都具有3000K CCT的白炽光源和常规LED光源而言,带光学增亮剂的白纸样品的总辐射因数的曲线图400,来比较具有改善光质的LED灯。

[0159] 图4通过比较由具有3000K的相同CCT的黑体辐射器(在实践中,卤灯)和常规LED照明的白纸片的总辐射因数,说明了这一点。总辐射因数表示所发射的光采用光源SPD归一化,是由反射和荧光贡献组成。对于黑体102,在约430nm观察到一个明显的峰值(例如,荧光峰402)(总辐射因数高于1);这归因于由紫外光和紫光激发的OBA的荧光。另一方面,对于常规LED灯104,无荧光激发且总辐射因数简单地等于纸张的反射率光谱。

[0160] 各种光源可激发OBA,因为他们的SPD包含紫光和紫外光。这些光源包括某些白炽灯和卤素灯源和某些陶瓷金属卤化物光源。

[0161] 为了量化这种效果,可以使用CIE白度,一个白度评价的公认度量。CIE白度是在“纸与纸板-CIE白度的测定(Paper and board-Determination of CIE whiteness),D65/10°(室外日光)”,ISO国际标准11475:2004E(2004)中定义。

[0162] 表1考虑由各种照明体照明的市售高白度纸张,并指出相应的CIE 白度。在对参考照明体特征分析时,提出的值假定无低于360nm的发射(例如,归因于在相应的灯中存在的UV截止滤光片)。常规蓝色泵激 LED照明下的白度显著低于白炽灯照明下。请注意,对于3000K的CCT,白度值总是负的,这归因于CIE白度的定义,它使用在6500K的参考照明体。因此,CIE白度的绝对值并不表示非6500K的CCT;然而,CIE白度的相对变化仍然表示在白度渲染的变化,因为它们量化朝向蓝色的所需色彩位移,这增强白度的感知。因此,在参考照明体和LED之间的CIE 白度的30点差提示可感知白度的大差异。

[0163] 表1:

[0164]

	参考	LED
--	----	-----

[0165]

	参考	LED
6500K	125	90
3000K	-137	-165

[0166] 代替直接采用CIE白度的等式,其是针对6500K的CCT定义,对于不同CCT的光源,也可以改编CIE白度公式。这可通过技术中已知的数学运算,考虑CIE白度公式的基础做到。示例性数学运算处理包括与CIE 白度类似但修改数值系数的公式推导,这在本文被称为使用术语“CCT校正白度”。CCT校正白度量化包含OBA的物体在照明下的蓝移;然而由于当使用CCT校正白度公式时考虑到照明体的CCT,对于任何CCT,所得到的白度值是正的,绝对值为有意义的。

[0167] 表2示出300K照明体在与参考表1的以上讨论中相同的市售纸上的 CCT校正白度值。如所讨论,CCT-校正白度的绝对值是有意义的,因为它们展现两个照明体之间的白度的大变化。

[0168] 表2:300K照明体的CCT校正白度值

[0169]

CCT	参考	参考
3000K	113	86

[0170] 总之,上面的讨论表明,常规LED是无法在包含OBA的物体中渲染白度,这归因于在他们的SPD中缺乏紫光或紫外光辐射。

[0171] 阴影管理

[0172] 灯会产生阴影。阴影的外观取决于灯的属性。通常来说,长形光源将产生衰减、模糊的阴影,而点状光源将产生极锐利的阴影。这尤其在被照亮物体位于靠近灯时尤为真实。很容易降低阴影锐度(例如,通过将反射器杯或漫射器加装到光源)。另一方面,不容易从长形光源获得锐利阴影。在一些应用中需要锐利的阴影。

[0173] 为了可用于一般照明,LED灯需要输送尽可能小的光通量。由于功率损耗和光源效率的限制,这经常通过将几个LED光源放置在灯架中来实现。这些LED源被分布在灯内,从而增大光源尺寸并会产生模糊阴影。对于诸如卤素MR-16灯的一些使用大型反射器杯的白炽光源来说,也是如此。

[0174] 图5A描绘用于具有改善光质的LED灯的系统中的反射器杯5A00。

[0175] 图5A和图5B描绘卤素MR-16灯泡502和具有由反射器杯边界504 所提供的长形光源区域的多光源LED MR-16506。当然,由多个光源506 (例如,LED)组成的灯产生被视为不适宜的多个阴影,因为这些阴影倾向于“污染”被照亮场景而且可使观察者分心。除非灯远离被照亮物体,否则不可能从多光源灯获得单阴影。

[0176] 图5B描绘具有多个LED光源的反射器杯5B00,以对比具有改善光质的LED灯。改善阴影品质所需要的是具有有限横向延伸的单光源(例如,参见图8)。

[0177] 图6描绘测量投射阴影以对比具有改善光质的LED灯的实验设备 600。

[0178] 图6描述可用于评估阴影锐度的实验设备。灯612定位在远离屏幕 602为90cm处,而且不透明物体604的边缘定位在光束610的中心,远离屏幕10cm。投射阴影是从距离1.2m的观察点614并以25度的观察角观察。还示出完全阴影606的描绘和部分阴影608的描绘。完全阴影606 对应于无光撞击的屏幕区域。部分阴影608对应于有一些光撞击的屏幕区域,而且光强度从完全信号过渡到无信号地跨越这个区域。

[0179] 图7描绘示出常规LED型MR-16灯的相对于角度的在投射阴影内的相对光通量,以对比具有改善光质的LED灯的图700。虚垂直线标记部分阴影区的开始和结束。

[0180] 图7示出在这个实验中的投射阴影的横截面。光强度示出明亮区706、完全阴影区702和部分阴影区704。阴影的锐度可由部分阴影区的角宽(在这个情况中为1度)量化。在此处,源是常规LED MR-16灯,但是各种不同的LED型和卤素MR-16灯示出极相似结果。

[0181] 最后,具有多个LED源的灯有时采用具有不同色点的LED;例如,多个源中的一个可以具有稍偏蓝的SPD且另一个具有稍偏红的SPD,平均起来达到所需的SPD。在这种情况下,所产生的阴影不仅模糊,而且还显示不适宜的色度变化。这可通过测量部分阴影的不同部分中的色坐标(u' , v')来评估。

[0182] 所需要的是可为一般照明输送充足通量,并且同时解决一些或全部以下问题的LED光源:光谱匹配参考SPD、高白度和小LED光源尺寸。

[0183] 本文中所公开的构造是为一般照明提供充足通量并且具有优于标准 LED型灯的改善光质的LED型灯。

[0184] 以下是示例性实施方案:MR-16灯,其包括具有30mm直径的光学透镜和由泵激三种磷光体(蓝色、绿色和红色磷光体)的发紫光LED所形成的LED型光源,以使发射功率中的2%至10%在390nm至430nm的范围内。所述灯发射至少500lm的光通量。这个高光通量是由于上述LED 在高功率密度下的高效率而实现,这些LED可以在200A/cm²的电流密度和100℃或更高的结温下发射大于200W/cm²。

[0185] 图8是用于具有改善光质的LED灯中的MR-16灯体实施方案的草图 800。图8示出MR-16灯体804、光学透镜802和LED源,所述LED源包括紫色泵激LED808和用于具有改善光质的LED灯中的磷光体混合物 806的。

[0186] 基于所述构造的详细描述,各个实施方案可以解决上述问题中的一个或几个。

[0187] 为了降低在蓝-紫色范围内的SPD差,需要修改LED灯的光谱功率分布。所公开的构造通过包括紫色泵激LED来实现这个目的。在示例性实施方案中,这些紫色泵激LED泵激一种蓝色磷光体。在一些实施方案中,所述蓝色磷光体的FWHM大于30nm。相对于常见蓝色泵激LED(其光谱FWHM为~20nm),使用如此宽的磷光体帮助匹配黑体的目标SPD。

[0188] 图9A是示出黑体与具有改善光质的LED灯(参见构造902)的模型化SPD对比的图9A00。

[0189] 图9A将实施方案的SPD与黑体102的SPD对比,这两者均具有3000 K CCT和相同光通量。相对于图1来说,短波长范围中的差显著减小。

[0190] 图9B是示出各种照明体的实验SPD的图9B00。

[0191] 图9B对比具有3000K CCT的照明体的实验SPD。这些照明体是卤素灯952、常规LED灯154和如紫色泄漏不相同(各自的值为约2%、5% 和7%)的构造956、构造958和构造960所示的三个实施方案。

[0192] 具有各种紫色泄漏的实施方案可被考虑并针对高CRI而最优化。例如,实验已经验证具有约7%紫色泄漏的实施方案可以具有约95的CRI、约95的R9和约87的大采样集CRI。其它实施方案可以进一步改善这些值。

[0193] 图10是示出黑体与具有改善光质的LED灯的SPD对比的图1000。

[0194] 图10类似于图9A,但在此处参考照明体D65126具有6500K CCT。还示出构造902的SPD对波长的依赖性。

[0195] 图11是示出均具有3000K CCT的黑体辐射体与构造1102之间的作为SPD紫光分率的函数的短波长SPD差以对比具有改善光质的LED灯的图1100。虚线表示常规LED型光源104的值。

[0196] 图11示出具有3000K CCT的实施方案的SWSD,其是SPD中的紫色光子比例的函数。该SWSD比常规LED灯104低两或更多倍,取决于紫光分率。因此,可以使紫光分率最优化以将SWSD减至最小,但当选择紫光分率时,也可以考虑其它度量。

[0197] 图12是示出均具有6500K CCT的D65照明体与本发明实施方案构造902之间的作为SPD紫光分率的函数的短波长SPD差,以对比具有改善光质的LED灯的图1200。虚线表示常规LED型光源1104的值。

[0198] 图12示出6500K CCT下的短波长SPD差。在此处,参考照明体是 D65。在此处,同样

使紫光分率最优化以将SWSD减至最小,但当选择紫光分率时,也可以考虑其它度量。

[0199] 图13A是示出在均具有2700K CCT的常规LED光源和特定构造的照明下的两个微红物体的图片13A00。物体(物体A202和物体B204)如图2A中所描绘一样。在常规LED源下同色异谱现象再次变得明显而且物体具有不同色彩。对于如本文中所公开的实施方案的特定构造来说,两个物体的色彩几乎一致,正如在日光照明下一样。图13A例示本发明的一些实施方案可如何减小同色异谱现象和改善色彩显现。

[0200] 图13B是图13A的草图,其示出在均具有2700K CCT的常规LED源(例如,灯202)和实例构造902的照明下的两个微红物体。注意色彩差异1304相对于无色彩差异1302的指示。同样地,在常规LED源下同色异谱现象变得明显-物体表现为具有不同色彩。另一方面,当以根据本文中所公开的实施方案的灯照亮时,两个物体的色彩几乎一致(类似于在日光照明下的外观)。图13B例示本发明的一些实施方案可如何减小同色异谱和改善色彩显现。

[0201] 在一些实施方案中,紫色LED泵激多于一种在蓝-青色范围内的磷光体。在一些实施方案中,部分蓝光发射来自LED。

[0202] 为了改善含有OBA的物体的白度,LED型光源应发射足量的在OBA的激发范围内的光。所述构造是通过包括紫色泵激LED来实现这个目的。在示例性实施方案中,在所获得的SPD中的2%至15%功率是在390nm至430nm的范围内发射。在示例性实施方案中,紫色LED泵激一种或几种在蓝-青色范围内发射的磷光体。

[0203] 图14是示出对于均具有3000K CCT的白炽光源和所选择的实施方案来说具有光学增亮剂的白纸样品的总辐射因数,以对比具有改善光质的LED灯的图1400。

[0204] 图14对比一张被均具有相同3000K CCT的黑体102辐射体(在实际中,卤素灯)、常规LED灯1102和本发明实施方案(构造902)照亮的市售白纸片的实验性总辐射因数。不同于常规LED,本发明实施方案的总辐射因数部分地由于OBA荧光的激发而类似于黑体光源。

[0205] 图15是示出经计算具有6500K CCT的光源的CIE白度,以对比具有改善光质的LED灯的图1500。

[0206] 图15显示被其中SPD的紫光量有所不同的各个本发明实施方案(902)照亮的纸片的模型化CIE白度。白度的改善很明显。在这个情况中,根据CIE白度等式的定义,灯的CCT为6500K。虚线示出常规LED光源的CIE白度。

[0207] 除了通过改变紫色泄漏量调谐CIE白度外,在本发明的一些实施方案中还可以通过改变紫色泄漏的峰波长来影响CIE白度。例如,在一些实施方案中,紫色峰可以在410nm、415nm或420nm处达到最大。通常来说,OBA具有在约420nm至430nm下的柔化吸收边缘,所以具有超过420nm的紫色峰的实施方案可以得到较低的OBA光激发。

[0208] 图16A是示出经计算具有3000K CCT的光源的CIE白度,以对比具有改善光质的LED灯的图1600。

[0209] 图16A示出类似于图15的图的图1600,在这个情况中常规LED灯1102的CCT为3000K。在这个情况中,CIE白度原则上无明确界定,因为使用这个等式得到的是负值。然而,仍可将CIE白度用作相对度量以量化白度改善。如上所述,白度是通过在SPD中添加紫色峰而得以显著改善。虚线分别示出黑体102和常规LED灯1102的CIE白度。

[0210] 图16B是示出具有3000K CCT的光源的CCT校正白度以对比具有改善光质的LED灯的图1650。示出了本发明的实施方案(构造902)、黑体光源102和常规LED灯1102的CCT校正

白度。

[0211] 图16B示出的CCT校正白度而非CIE白度。因为在CCT校正白度方程中考虑了照明体的CCT,所以值为正。如图16A中所示,当增大紫色峰时,白度得以显著改善。

[0212] 被各种照明体照亮的各种物体的CCT-校正白度的经验结果和被各种光源照亮的高白度参考标准的坐标分别在图21和图22中给出。

[0213] 熟悉本技术人员将认识到OBA的光激发可用于诱发增强的白度。另外,应当明白这种效应不应被过度使用,因为当将蓝染色赋予物体时会感知到极大的OBA激发,因此减小了感知的白度。例如,许多市售物体在卤素或陶瓷金属卤化物CMH光源的激发下具有约110至140的CIE白度或CCT相关白度。大量地超过这个设计值,例如超出多于40点可能导致不想要的蓝染色。

[0214] 图17是示出常规LED型MR-16灯1702和本发明实施方案(构造 902)的相对于角度的跨过投射阴影的相对光通量,以对比具有改善光质的LED灯的图1700。垂直虚线标记部分阴影区的开始和结束。

[0215] 为了产生锐利物体阴影,光源需要具有有限空间延伸。此外,应为一般照明产生充足光通量。这种构造是通过采用具有小足迹和高光通量以及具有小足迹光学透镜的LED光源实现。

[0216] 在示例性实施方案中,LED光源的面积小于 13mm^2 ,或小于 29mm^2 。在示例性实施方案中,由LED光源发射的光被重新引导或被横向延伸小于40mm的透镜准直化。

[0217] 图17示出利用图6的设备对本发明的实施方案所投射的阴影进行的实验性测量。部分阴影区的角宽小于 0.8° 。

[0218] 图18A是示出在具有多个光源的常规LED灯的照明下由手投射的多个阴影,以对比具有改善光质的LED光源的图片18A00。

[0219] 图18A示出多光源LED如何损害阴影显现。每个光源投射一个阴影,从而获得一个多重且模糊的阴影。在阴影中几乎见不到手指之间的分开。

[0220] 图18B是示出在本发明的实施方案的照明下由手投射的阴影的图片 18B00。

[0221] 在图18B中,阴影是明确界定的。手指清楚地分开。这说明了具有减小的横向长度的单光源如何改善阴影显现。

[0222] 图19A描绘用于具有改善光质的LED灯中的MR-16规格19A00。

[0223] 有许多关于LED灯和接触件的构造。例如表2给出了标准(参见“名称”)和相应特性。

[0224] 表3:

[0225]

名称	底部直径 (螺纹牙顶)	名字	IEC 60061-1 标准表
E05	05 mm	Lilliput 爱迪生螺纹 (LES)	7004-25
E10	10 mm	小型 爱迪生螺纹 (MES)	7004-22
E11	11 mm	小型 Candelabra 爱迪生螺纹 (mini-can)	(7004-06-1)
E12	12 mm	Candelabra 爱迪生螺纹 (CES)	7004-28
E14	14 mm	小型爱迪生螺纹 (SES)	7004-23
E17	17 mm	中型爱迪生螺纹 (IES)	7004-26
E26	26 mm	[中等] (一英寸) 爱迪生螺纹 (ES 或 MES)	7004-21A-2
E27	27 mm	[中等] 爱迪生螺纹 (ES)	7004-21

[0226]

名称	底部直径 (螺纹牙顶)	名字	IEC 60061-1 标准表
E29	29 mm	[中等] 爱迪生螺纹 (ES)	
E39	39 mm	单触式(Mogul)巨型爱迪生螺 纹 (GES)	7004-24-A1
E40	40 mm	(Mogul)巨型爱迪生螺纹 (GES)	7004-24

[0227] 另外,底部部件(例如,壳、套等)可以具有经构造以支持电连接的任何规格(form factor),该电连接可符合任何一组类型或标准。例如表3 给出了标准(参见“类型”)和相应特性,包括第一针脚(例如,电源针脚)与第二针脚(例如,接地针脚)之间的机械间隔。

[0228] 表4:

[0229]

类型	标准	针脚(中 心到中 心)	针脚直径	用法
G4	IEC 60061-1 (7004-72)	4.0 mm	0.65 至 0.75 mm	MR11 和 5/10/20 瓦特及 6/12 伏特的其它小型卤素 灯
GU4	IEC 60061-1 (7004-108)	4.0 mm	0.95 至 1.05 mm	

[0230]

类型	标准	针脚(中心到中心)	针脚直径	用法
GY4	IEC 60061-1 (7004-72A)	4.0 mm	0.65 至 0.75 mm	
GZ4	IEC 60061-1 (7004-64)	4.0 mm	0.95 至 1.05 mm	
G5	IEC 60061-1 (7004-52-5)	5 mm		T4 和 T5 荧光管
G5.3	IEC 60061-1 (7004-73)	5.33 mm	1.47 至 1.65 mm	
G5.3-4.8	IEC 60061-1 (7004-126-1)	5.33 mm	1.45 至 1.6 mm	
GU5.3	IEC 60061-1 (7004-109)			
GX5.3	IEC 60061-1 (7004-73A)	5.33 mm	1.45 至 1.6 mm	MR-16 和 20/35/50 瓦特及 12/24 伏特的其它小型卤素 灯
GY5.3	IEC 60061-1 (7004-73B)		5.33 mm	

[0231]

类型	标准	针脚(中心到中心)	针脚直径	用法
G6.35	IEC 60061-1 (7004-59)	6.35 mm	0.95 至 1.05 mm	
GX6.35	IEC 60061-1 (7004-59)	6.35 mm	0.95 至 1.05 mm	
GY6.35	IEC 60061-1 (7004-59)	6.35 mm	1.2 至 1.3 mm	卤素灯 100W 120V
GZ6.35	IEC 60061-1 (7004-59A)	6.35 mm	0.95 至 1.05 mm	
G8		8.0 mm		卤素灯 100W 120V
GY8.6		8.6 mm		卤素灯 100W 120V
G9	IEC 60061-1 (7004-129)	9.0 mm		卤素灯 120V (US) / 230V (EU)
G9.5		9.5 mm	3.10 至 3.25 mm	常用于螺纹，有几种变形
GU10		10 mm		旋锁式 120/230-伏特 MR-16 卤素照明，35/50 瓦 特，始自 21 世纪中叶

[0232]

类型	标准	针脚(中心到中心)	针脚直径	用法
G12		12.0 mm	2.35 mm	用于螺纹及单端金属卤化物灯
G13		12.7 mm		T8 和 T12 荧光灯
G23		23 mm	2 mm	
GU24		24 mm		旋锁式, 用于自镇流紧凑型荧光灯, 始自 21 世纪
G38		38 mm		大部分用于高瓦特螺纹灯
GX53		53 mm		旋锁式, 用于扁盘形橱柜下紧凑型荧光灯, 始自 21 世纪

[0233] 图19B描绘用于具有改善光质的LED灯中的PAR30灯规格19B00。

[0234] 图19C1和图19C2描绘用于具有改善光质的LED灯中的AR111规格19C00。

[0235] 图19D1和图19D2描绘用于具有改善光质的LED灯中的PAR38规格19D00。

[0236] 图20是指示50-瓦特MR-16灯的作为光束角的函数的中心光束烛光要求的图2000。对于常见应用, 诸如25°光束角来说, 要求至少2200坎的中心光束烛光。

[0237] 图21是示出被各种照明体照亮的各种物体的实验测量CCT-校正白度, 以对比具有改善光质的LED灯的图2100。

[0238] 在图21中的各个标绘物体对应于由Avian Technologies出售的含有不同量OBA的一系列九个白度标准。这些标准的CIE白度随着OBA的量增大而增大。具有最高OBA量的样品(参考数字是AT-FTS-17a)具有约140的CIE白度而且被称为“高白度参考样品”。图2100的x轴指示这些标准(在D65照亮下)的CIE白度。所标绘的物体对应于实验测量值。图的y轴指示在各种照明体下经实验测量的相应CCT-校正白度。照明体包括卤素灯2102、常规LED灯

2104、具有6%紫色泄漏的构造2106 和具有10%紫色泄漏的构造2108。常规LED灯2104无法从OBA激发荧光,因此对于全部所示出的照明体来说,CCT-校正白度大体上相同(约 86)。对于具有较高CIE白度的标准来说,卤素灯2102、构造2106和构造2108示出增大的CCT-校正白度。卤素灯和构造2106具有十分相似的 CCT-校正白度值。构造2108具有较高的CCT-校正白度值。这个图示出,基于紫色泄漏的量,可将感知白度调谐成匹配或超过另一个照明体(诸如卤素灯)的感知白度。

[0239] 图22是示出被具有3000K CCT的各种光源照亮的高白度参考标准的色彩空间坐标(x,y),以对比具有改善光质的LED灯的图2200。

[0240] 图22示出各个点的色彩空间坐标(x,y)。示出关于具有3000K CCT 的照明体的白点2202。还示出被几种照明体照亮的高白度参考标准的实验色坐标。照明体为卤素灯2204、常规LED灯2206、具有6%紫色泄漏的本发明构造2208、具有8%紫色泄漏的本发明构造2210和具有10%紫色泄漏的本发明构造2212。对于卤素灯和三个本发明构造来说,色偏移(相对于白点2202)(x,y)是沿相似方向,而且具有相似幅度。这证实了全部这些照明体均诱发相似白度增强。另一方面,常规LED灯2206的色偏移(x,y)较小而且沿不同方向,这是因为无OBA荧光被诱发(例如,小偏移是由于参考样品的轻微染色)。

[0241] 可将这些色度偏移概括为离照明体白点的一系列Duv值-例如,对于每个照明体来说,将高白度参考样品的色度特征化并且计算其离照明体白点的距离Duv。表5是示出具有3000K CCT的各种照明体的Duv值并说明色偏移方向(朝向蓝色方向或远离蓝色方向)的表。可见,可以激发巨大白度的光源的特征在于朝向蓝色方向约为五和更大的Duv值。相对地,常规蓝色LED光源具有远离蓝色方向为约3的Duv。在表5中,示出两个本发明构造。构造1具有6%的紫色泄漏,且构造2具有10%的紫色泄漏。

[0242] 表5:

[0243]

	卤素源	蓝色泵激 LED	构造 1	构造 2
Duv	5.7	2.7	5.2	9.0
相对蓝色的 方向	朝向	远离	朝向	朝向

[0244] 图23是示出具有改善光质的LED灯的实验SPD的图2300。

[0245] 图23是实施方案的实验光谱。该实施方案具有5000K的CCT、高于95的CRI值、高于95的R9值和约11%紫色泄漏。

[0246] 结论是,适宜构造可用于一般照明目的,并且改善上述光质限制的 LED型灯。

[0247] 在某些实施方案中,本发明所提供的LED器件包括在图24至图36 中所示出的实施方案。

[0248] 照明技术领域特别重要的是装配在非极性和半极性GaN基板上的发光二极管(LED)的发展。这种由InGaN发光层制成的器件已展现操作波长延伸到紫色区(390至430nm)、蓝色区(430至490nm)、绿色区(490至560nm)和黄色区(560至600nm)的输出功率记录。例如,具有402nm峰发射波长的紫色LED最近被装配在m-平面(1-100)GaN基板上和展示高于45%的外部量子效率,虽然不具有光提取增强特征,而且示出在高电流密度下的优异性能,且翻转极小。利用高性能块状GaN型LED,便可以获得几类白色光源。在一个实现方案中,将发紫光块状GaN型LED与磷光体封装在一起。优选地,该磷光体是发蓝光、绿光和红光三种磷光体或其子组合的掺合物。

[0249] 可以将极性、非极性或非极性LED装配在块状氮化镓基板上。根据本技术已知的方法,氮化镓基板一般是从通过氢化物气相外延或氨热法生长的晶块切片而得。如被共同授让并且以引用的方式并入本文的美国专利申请NO.61/078,704中所公开般,还可以通过氢化物气相外延与氨热法生长的组合来装配氮化镓基板。晶块可以在单晶种晶体上沿c-方向、m-方向、a-方向或半极性方向生长。半极性平面可以通过(hkl)密勒(Miller)指数指定,其中 $i=-(h+k)$, l 非零而且 h 和 k 中至少一个非零。氮化镓基板可以被切割、研磨、抛光和化学机械抛光。氮化镓基板取向可以在 $\{1-100\}$ m平面、 $\{11-20\}$ a平面、 $\{11-22\}$ 平面、 $\{20-2\pm 1\}$ 平面、 $\{1-10\pm 1\}$ 平面、 $\{1-10-\pm 2\}$ 平面或 $\{1-10\pm 3\}$ 平面的 $\pm 5^\circ$ 、 $\pm 2^\circ$ 、 $\pm 1^\circ$ 或 $\pm 0.5^\circ$ 内。氮化镓基板优选具有低位错密度。

[0250] 根据本技术已知的方法,例如按照以引用全文的方式并入本文的美国专利7,053,413中所公开的方法,将均相外延极性、非极性或非极性LED装配在氮化镓基板上。例如,按照以引用全文的方式并入本文的美国专利7,338,828和7,220,324所公开的方法,将至少一个 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 层(其中 $0\leq x\leq 1$, $0\leq y\leq 1$ 且 $0\leq x+y\leq 1$)淀积在基板上。该至少一个 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 层可以通过金属-有机化学气相淀积、通过分子束外延、通过氢化物气相外延或其组合来淀积。 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 层包括当有电流通过时优先发光的活性层。该活性层可以是具有在约0.5nm与约40nm之间的厚度的单量子井。在另实施方案中,活性层是具有在约40nm与约500nm之间的厚度的多个量子井,或双异质结构。在一个具体实施方案中,该活性层包括 $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 层,其中 $0\leq y\leq 1$ 。

[0251] 本发明提供了包括放置在安装构件上的至少一个LED的封装和器件。在其它实施方案中,原材料可包括含极性氮化镓的材料和其它物质(诸如蓝宝石、氮化铝、硅、碳化硅、和其它基板)。本发明封装和器件优选与磷光体组合以使白光放电。

[0252] 图24是平面型载具封装式发光器件100和凹形或杯形封装式发光器件110的图。本发明提供了一种构造在平面型载具封装100中的封装式发光器件。如所示,所述器件具有具表面区的安装构件。安装构件是由合适材料(诸如陶瓷、半导体(例如,硅)、金属(铝、合金42或铜)、塑料、电介质等等)制成。基板可以作为引线框架构件、载具或其它结构。在附图中,这些结构统称作“基板”。

[0253] 支承LED的安装构件可具有不同形状、大小和构造。通常,安装构件的表面区基本上是平的,但可以存在一种或多种微变,表面区(例如,表面)可是杯形的、梯田形的、或者平面型形或杯形的组合。此外,表面区通常具有光滑表面、镀层或涂层。这个镀层或涂层可是金、银、铂、铝、其上具有金属的电介质、或适合于粘合到上覆半导体材料的其它材料。

[0254] 再参考图24,光学器件具有覆于表面区上面的发光二极管。发光二极管器件103可

是任何类型的LED,但在优选实施方案中优选装配在含半极性或非极性GaN的基板上,但可装配在含极性氮化镓某的种材料上。优选地,LED发射极化电磁辐射105。发光器件连接到第一电位(其附接到基板)和第二电位109(其连接到连接到发光二极管的电线或引线111)。

[0255] 发光二极管器件可是发蓝光LED器件并且大体上极化的发射是波长从约440纳米到约490纳米的蓝光。在特定实施方案中,{1-100}m平面块状基板或{10-1-1}半极性块状基板用于半极性蓝色LED。基板具有扁平表面,其中均方根(RMS)粗糙度约0.1nm,穿线位错密度小于 $5 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$,并且载具浓度约 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 。外延层是在大气压下通过金属有机气相沉积(MOCVD)沉积在基板上。在生长期间族V前体(氨)的流动速率对族III前体(三甲基镓、三甲基铟、三甲基铝)的流动速率的比介于约3000与约12000之间。首先,将n型(掺杂硅)GaN的接触层沉积在基板上,其中厚度约5微米并且掺杂度约 $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 。其次,将未掺杂的InGaIn/GaN多量子井(MQW)沉积成活性层。MQW超晶格具有六个部分,包括8nm InGaIn和37.5nm GaIn的交替层作为势垒层。接着,沉积10nm未掺杂的AlGaIn电子封阻层。最后,沉积p型GaIn接触层,其中厚度约200nm并且电洞浓度约 $7 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 。氧化铟锡(ITO)电子束蒸发到作为p型接触件的p型接触层上并且进行快速热退火。大小约 $300 \times 300 \text{ }\mu\text{m}^2$ 的LED台面是通过使用基于氯的电感耦合等离子体(ICP)技术的光刻法和干法刻蚀而形成。Ti/Al/Ni/Au电子束蒸发到暴露的n-GaIn层上以形成n型接触件,Ti/Au电子束蒸发到ITO层的一部分上以形成p型接触垫,并且晶圆切成分立的LED芯。电接触件是通过常规引线键合形成。

[0256] 在特定实施方案中,光学器件具有形成于与LED分离的表面区的暴露部分上且厚达100微米或100微米以下的材料。所述材料包括转换从波长选择性反射器反射的电磁辐射的波长转换材料。通常,所述材料是通过LED发射激发并且发射第二波长的电磁辐射。在优选实施方案中,所述材料在与蓝光交互中发射大体上绿色、黄色和或红色的光。

[0257] 实体优选包括选自 $(Y, Gd, Tb, Sc, Lu, La)_3(Al, Ga, In)_5O_{12}:Ce^{3+}$ 、 $SrGa_2S_4:Eu^{2+}$ 、 $SrS:Eu^{2+}$ 的磷光体或磷光体混合物,并且胶体量子点薄膜包括CdTe、ZnS、ZnSe、ZnTe、CdSe或CdTe。在其它实施方案中,所述器件包括能够发射大体上红色的光的磷光体。这个磷光体选自以下项的一个或多个: $(Gd, Y, Lu, La)_2O_3:Eu^{3+}, Bi^{3+}$; $(Gd, Y, Lu, La)_2O_2S:Eu^{3+}, Bi^{3+}$; $(Gd, Y, Lu, La)VO_4:Eu^{3+}, Bi^{3+}$; $Y_2(O, S)_3:Eu^{3+}$; $Ca_{1-x}Mo_{1-y}Si_yO_4$, 其中 $0.05 \leq x \leq 0.5, 0 \leq y \leq 0.1$; $(Li, Na, K)_5Eu(W, Mo)_4O_4$; $(Ca, Sr)_2S:Eu^{2+}$; $SrY_2S_4:Eu^{2+}$; $CaLa_2S_4:Ce^{3+}$; $(Ca, Sr)_2S:Eu^{2+}$; $3.5MgO \cdot 0.5MgF_2 \cdot GeO_2:Mn^{4+}$ (MFG); $(Ba, Sr, Ca)_2Mg_xP_2O_7:Eu^{2+}, Mn^{2+}$; $(Y, Lu)_2WO_6:Eu^{3+}, Mo^{6+}$; $(Ba, Sr, Ca)_3Mg_xSi_2O_8:Eu^{2+}, Mn^{2+}$, 其中 $1 < x \leq 2$; $(RE_{1-y}Ce_y)Mg_{2-x}Li_xSi_{3-x}P_xO_{12}$, 其中RE是Sc、Lu、Gd、Y和Tb的至少一个, $0.0001 < x < 0.1$ 并且 $0.001 < y < 0.1$; $(Y, Gd, Lu, La)_{2-x}Eu_xW_{1-y}Mo_yO_6$, 其中 $0.5 \leq x \leq 1.0, 0.01 \leq y \leq 1.0$; $(SrCa)_{1-x}Eu_xSi_5N_8$, 其中 $0.01 \leq x \leq 0.3$; $SrZnO_2:Sm^{3+}$; M_nO_nX , 其中M选自以下组:Sc、Y、镧系元素、碱土金属和其混合物;X是卤素; $1 \leq m \leq 3$;并且 $1 \leq n \leq 4$,且其中镧系元素掺杂度的频谱权重范围可从0.1%到40%;并且 Eu^{3+} 使硝酸盐或硼酸盐磷光体活化;和其混合物。

[0258] 量子点材料包括半导体族并且其大小和化学物确定其发光特性的掺杂稀土的氧化纳米晶体。半导体量子点的典型化学物包括熟知的 $(Zn_xCd_{1-x})Se$ [$x=0..1$]、 $(Zn_x, Cd_{1-x})Se$ [$x=0..1$]、 $Al(As_xP_{1-x})$ [$x=0..1$]、 $(Zn_x, Cd_{1-x})Te$ [$x=0..1$]、 $Ti(As_xP_{1-x})$ [$x=0..1$]、 $In(As_xP_{1-x})$ [$x=0..1$]、 $(Al_xGa_{1-x})Sb$ [$x=0..1$]、 $(Hg_x, Cd_{1-x})Te$ [$x=0..1$] 闪锌矿半导体晶体结构。掺杂稀土的氧化纳米晶体的已发布实例包括 $Y_2O_3:Sm^{3+}$ 、 $(Y, Gd)_2O_3:Eu^{3+}$ 、 $Y_2O_3:Bi$ 、

$\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Tb}$ 、 $\text{Gd}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$ 、 $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$ 、 $\text{Lu}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$ 、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ ，但不应排除其它简单氧化物或正硅酸盐。许多这些材料经积极调查作为含有毒材料的Cd和Te的合适替代。

[0259] 为此，当磷光体具有两个或两个以上掺杂离子（即，在上述磷光体中冒号之后的离子），此意味着磷光体具有材料内掺杂离子的至少一个（但无需是所有）。如所属技术领域熟练人员应了解，这个符号意味着磷光体可包含在配剂中作为掺杂物的任何或所有指定离子。

[0260] 在另一实施方案中，发光二极管器件包括能够发射范围从约380纳米到约440纳米的至少一个发紫光LED器件并且实体能够发射大体上白色的光。在特定实施方案中，(1-100) m平面块状基板用于非极性紫色LED。基板具有扁平表面，其中均方根 (RMS) 粗糙度约0.1nm，穿线位错密度小于 $5 \times 10^6 \text{cm}^{-2}$ ，并且载具浓度约 $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 。外延层是在大气压下通过金属有机气相沉积 (MOCVD) 沉积在基板上。在生长期间族V前体（氨）的流动速率对族III前体（三甲基镓、三甲基铟、三甲基铝）的流动速率的比介于约3000与约12000之间。首先，将n型（掺杂硅）GaN的接触层沉积在基板上，其中厚度约5微米并且掺杂度约 $2 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 。其次，将未掺杂的InGaN/GaN多量子井 (MQW) 沉积成活性层。MQW超晶格具有六个部分，包括16nm InGaN和18nm GaN的交替层作为势垒层。接着，沉积10nm未掺杂的AlGaN电子封阻层。最后，沉积p型GaN接触层，其中厚度约160nm并且电洞浓度约 $7 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 。氧化铟锡 (ITO) 电子束蒸发到作为p型接触件的p型接触层上并且进行快速热退火。大小约 $300 \times 300 \mu\text{m}^2$ 的LED台面是通过光刻法和干法刻蚀而形成。Ti/Al/Ni/Au 电子束蒸发到暴露的n-GaN层上以形成n型接触件，Ti/Au电子束蒸发到 ITO层的一部分上以形成接触垫，并且晶圆切成分立的LED芯。电接触件是通过常规引线键合形成。还可以根据特定实施方案使用或组合其它有色LED。在类似实施方案中，LED装配在极性块状GaN定向上。

[0261] 在特定实施方案中，实体包括能够发射大体上蓝色的光、大体上绿色的光和大体上红色的光的磷光体混合物。举例来说，发蓝光磷光体可选择由以下项组成的组： $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_5(\text{PO}_4)_3(\text{Cl}, \text{F}, \text{Br}, \text{OH}):\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}; \text{Sb}^{3+}$ ， $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}) \text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ ； $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}) \text{BPO}_5:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ ； $(\text{Sr}, \text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6 * n \text{B}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{2+}$ ； $2\text{SrO} * 0.84 \text{P}_2\text{O}_5 * 0.16 \text{B}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{2+}$ ； $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_8 * 2\text{SrCl}_2:\text{Eu}^{2+}$ ； $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}) \text{Mg}_x\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ ； $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ (SAE)； $\text{BaAl}_8\text{O}_{13}:\text{Eu}^{2+}$ ；和其混合物。绿色磷光体可选自由以下项组成的组： $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}) \text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ (BAMn)； $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}) \text{Al}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ ； $(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Lu}, \text{Sc}, \text{La}) \text{BO}_3:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$ ； $\text{Ca}_8\text{Mg}(\text{SiO}_4)_4\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ ； $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ ； $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_2(\text{Mg}, \text{Zn}) \text{Si}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ ； $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}) (\text{Al}, \text{Ga}, \text{In})_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ ； $(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{La}, \text{Sm}, \text{Pr}, \text{Lu})_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ ； $(\text{Ca}, \text{Sr})_8(\text{Mg}, \text{Zn}) (\text{SiO}_4)_4\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ (CASI)； $\text{Na}_2\text{Gd}_2\text{B}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$ ； $(\text{Ba}, \text{Sr})_2(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Zn}) \text{B}_2\text{O}_6:\text{K}, \text{Ce}, \text{Tb}$ ；和其混合物。红色磷光体可选自由以下项组成的组： $(\text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}, \text{La})_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$ ； $(\text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}, \text{La})_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$ ； $(\text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}, \text{La}) \text{VO}_4:\text{Eu}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$ ； $\text{Y}_2(\text{O}, \text{S})_3:\text{Eu}^{3+}$ ； $\text{Ca}_{1-x}\text{Mo}_{1-y}\text{Si}_y\text{O}_4$ ，其中 $0.05 \leq x \leq 0.5, 0 \leq y \leq 0.1$ ； $(\text{Li}, \text{Na}, \text{K})_5\text{Eu}(\text{W}, \text{Mo})\text{O}_4$ ； $(\text{Ca}, \text{Sr}) \text{S}:\text{Eu}^{2+}$ ； $\text{SrY}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ ； $\text{CaLa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$ ； $(\text{Ca}, \text{Sr}) \text{S}:\text{Eu}^{2+}$ ； $3.5\text{MgO} * 0.5\text{MgF}_2 * \text{GeO}_2:\text{Mn}^{4+}$ (MFG)； $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}) \text{Mg}_x\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ ； $(\text{Y}, \text{Lu})_2\text{WO}_6:\text{Eu}^{3+}, \text{Mo}^{6+}$ ； $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_3\text{Mg}_x\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ ，其中 $1 < x \leq 2$ ； $(\text{RE}_{1-y}\text{Ce}_y) \text{Mg}_{2-x}\text{Li}_x\text{Si}_{3-x}\text{P}_x\text{O}_{12}$ ，其中RE是Sc、Lu、Gd、Y和Tb的至少一个， $0.0001 < x < 0.1$ 并且 $0.001 < y < 0.1$ ； $(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Lu}, \text{La})_{2-x}\text{Eu}_x\text{W}_{1-y}\text{Mo}_y\text{O}_6$ ，其中 $0.5 \leq x \leq 1.0, 0.01 \leq y \leq 1.0$ ； $(\text{SrCa})_{1-x}\text{Eu}_x\text{Si}_5\text{N}_8$ ，其中 $0.01 \leq x \leq 0.3$ ； $\text{SrZnO}_2:\text{Sm}^{+3}; \text{MnO}_n\text{X}$ ，其中M选自以下组：Sc、Y、镧系元素、碱土金属和其混合物；X是卤素； $1 \leq m \leq 3$ ；并且 $1 \leq n \leq 4$ ，且其中

镧系元素掺杂度的频谱权重范围可从0.1%到40%；并且 Eu^{3+} 使硝酸盐或硼酸盐磷光体活化；和其混合物。

[0262] 应明白还可使用包括磷光体、半导体、半导体纳米粒子(“量子点”)、有机发光材料等等和其组合的其它“能量转换发光材料”。能量转换发光材料通常可是一种波长转换材料和/或多种波长转换材料。

[0263] 在一个实施方案中,封装式器件具有扁平载具构造并且包括具有扁平的波长选择性区的附件。附件可由合适材料(诸如光学透明塑料、玻璃或其它材料)制成。附件具有合适形状119,其可是环形、圆形、蛋形、梯形或其它形状。如参考杯形载具构造所示,封装式器件提供在梯田形或杯形载具内。取决于实施方案,具有合适形状和材料的附件被构造来使从内部附件区反射的电磁辐射变容易并且甚至优化。波长选择性材料可是作为涂层涂于附件的表面区的过滤器件。在优选实施方案中,波长选择性表面是透明材料,诸如分布式布拉格反射器(DBR)堆栈、衍射光栅、被调整来使选择性波长散射的粒子层、光子晶体结构、被调整用于以特定波长进行等离子体共振增强或双向滤色或其它途径的纳米粒子层。

[0264] 波长转换材料通常在散热片的一百微米内,其是热导率大于约15、100、200或甚至300Watt/m-Kelvin的表面区。在特定实施方案中,波长转换材料的平均粒子间距离约小于波长转换材料的平均粒子大小的约2倍,但其可是波长转换材料的平均粒子大小的3倍、5倍或甚至10倍。或者,波长转换材料可作为过滤器件。

[0265] 图25至图36是具有反射模式构造的封装式发光器件的图。附件具有内部区和体积界定在内部区内的外部区。体积是敞开的并且填充有透明材料(诸如硅橡胶或惰性气体)以在LED器件与表面区之间提供光学路径。在优选实施方案中,光学路径包括从波长选择性材料到波长转换材料接着回通过波长选择性材料的路径。在特定实施方案中,附件还具有一定厚度并且装在载具的基区周围。

[0266] 通常,实体悬浮在合适介质中。这种介质的实例可是掺杂有金属或半导体材料(尤其包括层状材料和/或复合物)的硅橡胶、玻璃、旋涂玻璃、塑料、聚合物。取决于实施方案,包含聚合物的介质开始于射流状态,填充附件的内部区,并且可填充和密封LED器件。介质接着弯曲并且达到大体上稳定的状态。介质优选是光学透明的,但还可是选择性透明的。此外,一旦弯曲介质通常基本上是惰性的。在优选实施方案中,介质具有允许由LED器件产生的大部分电磁辐射跨过介质并且以所希望波长通过附件的低吸收能力。在其它实施方案中,介质可经过掺杂或处理以选择性地过滤、分散或改变选定光波长。举例来说,介质可运用金属、金属氧化物、电介质或半导体材料和/或这些材料的组合进行处理。

[0267] LED器件可构造成多种封装,诸如圆柱形、表面安装、电源、灯、倒装芯片、星形、阵列、条状或依赖于透镜(硅橡胶、玻璃)或基台(陶瓷、硅、金属、复合物)的几何形状。或者,封装可是这些封装的任何变体。

[0268] 在其它实施方案中,封装式器件可包括其它类型的光学和/或电子器件,诸如OLED、激光器、纳米粒子光学器件等。如果需要,那么光学器件可包括集成电路、传感器、机械的机电系统或其它器件。封装式器件可连接到整流器以进行供电。整流器可连接到合适底座(诸如爱迪生螺纹,诸如E27或E14)、双针脚底座(诸如MR16或GU5.3)或卡口座(诸如GU10)。在其它实施方案中,整流器可与封装式器件空间分离。

[0269] 由磷光体粒子组成的屏幕上的像素分辨率极限是磷光体粒子大小自身。通过产生

其厚度处于粒子直径规模的磷光体层,产生有效的‘自然像素化’,其中每个晶粒变成像素。即,通过单个磷光体粒子定义有色像素。发明人已确定经合适设计的再循环腔(例如,选择性反射构件)可启用延伸的吸收路径长度因此使所要磷光体量最小化以产生正确的最终色彩,甚至产生这种磷光体‘单层’或子单层。这种类型的单或多粒子屏幕将改善 LED器件的热性能、封装光学效率和总性能。众多概念推广可应用于磷光体的混合、远程、层状板形构造。

[0270] 图31示出了采用这种概念的本发明的实施方案。在这个实例中,反射模式磷光体层的总厚度处于平均晶粒高度级。磷光体的选定封装密度甚至可允许晶粒间有间隙,并且实现高转换效率,前提是晶粒取决于其表面反射性够足。当然,多种磷光体可包含在反射模式层中,例如发白光 LED的发红光、绿光和/或蓝光磷光体。优点包括使粒子的热构造优化(直接或近乎直接附接到基板),使磷光体粒子之间的串扰最小化因此使交叉吸收事件最小化,最小程度使用昂贵磷光体材料和使产生n色屏幕的处理步骤最小化和使远场分色最小化。

[0271] 用于运用薄磷光体层的方法包括但不限于喷涂/静电粉末喷涂、具有在粉末路径中用于对粉末进行充电的挡板电极的超声喷涂、单层粒子自组装、浸笔微影术、单层电泳沉积、沉淀、具有喷粉的光粘应用、具有粘接的静电拾音、浸涂等。

[0272] 现有技术(例如,美国专利7,026,66中的Krames等人)示出了磷光体转换效率减小多于来自主要LED的30%直接发射。然而,诸如在此描述的反射模式器件改善在从LED到反射器的直接发射增加时的效率,因为不存在将光反散射到LED器件中的磷光体粒子,其接着可有损耗。这是反射模式概念的核心优势。

[0273] Johnson在磷光体手册中(Shionoya和Yen,16,787,1999)告知(J.Opt.Soc.Am42,978,1952)磷光体粒子层的发光亮度与数量之间存在某种关系。这示出了基于卤化磷光体酸盐粉末建模的约5个粒子层。亮度随粒子层数量增大为10层稳定漂降(从4层到10层损耗30%)。给定在LED型应用中典型粒子大小为15 μm 到20 μm 并且给定5层处的估计峰值荧光,希望波长转换材料的最大厚度小于或等于约100 μm 。

[0274] 由30%发射的芯片光必须在到达磷光体转换材料前首先到达波长选择性表面的要求部分定义的反射模式几何形状高度消除了发射芯片附近和在芯片与波长选择性表面之间的体积中的散射介质。这减小了芯片内的反散射损耗以及封装级散射损耗,从而引起更有效的光学设计。此外,波长转换光的产生主要发生在波长转换材料的顶面处,从而允许这个产生的光最少程度阻碍从封装离开的光学路径。通过确保波长转换材料放置在安装构件的表面区上,波长转换材料具备用于散热的优化散热路径,从而允许波长转换材料在减小的温度下并且以高于波长转换材料不具有用于在最低可能温度下操作的适当热路径的设计的转换效率进行操作。通过将波长转换材料层的厚度限于100 μm 或100 μm 以下,热路径不会被波长转换材料自身的厚度连累。

[0275] 在测试中,发明人发现如果再循环效应足够强,那么需要极薄磷光体层。实际上,甚至小于‘单层’的磷光体材料可引起高转换。这提供以下优点:a)需要的磷光体材料量减小,b)提供更益于散热的较薄层,和c)引起较少级联的降频转换事件的‘自然像素化’(即,其中紫色泵激、蓝色泵激、绿色泵激、红色泵激)。

[0276] 在特定实施方案中,由本公开提供的LED器件包括图37至图42所示的器件。

[0277] 异质基板上的生长通常需要基板界面处的低温或高温结核层、用于减轻形成于GaN/基板界面处的失配缺陷的横向外延过生长的技术、通常有n型GaN组成的厚缓冲层(但可是生长在基板与发光活性层之间以减小失配缺陷的相反效应的其它层,诸如 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$)、放置在基板与发光活性层之间以通过应力减小、缺陷缓解或某些其它机制改善反射效率的 InGaN/GaN 或 AlGaN/GaN 或 AlInGaN/AlInGaN 超晶格、放置在基板与发光活性层之间以通过应力减小、缺陷缓解或某些其它机制改善反射效率的 InGaN 或 AlGaN 缓冲层、和用于减少静电放电(ESD)和减小漏电的较厚p型GaN层。在包括所有这些层的情况下,常规LED生长可需要4小时到10小时。

[0278] 通过在块状GaN基板上生长LED,例如可消除低温结核层。无需缺陷缓解技术(诸如横向外延过生长),因为不存在失配位错。通常无需在基板与有源区之间采用合金超晶格或合金层来改善反射效率。此外,由于生长在异质基板中的常规LED中所要的许多不同生长层通常需要不同生长温度,所以LED结构中减小量的生长层还将需要在生长配剂中有较小温度斜变。由于总生长时间减小,所以总循环时间内温度斜变时间的一小部分变得更重要。因此,在这种情形下所要的减小斜变对高生长通量是至关重要的。

[0279] 在特定实施方案中,本方法提供了含块状镓和氮的基板。在特定实施方案中,氮化镓构件是特征在于具有半极性或非极性晶态表面区的块状GaN基板,但可是其它构件。块状氮化GaN基板包括氮并且表面位错密度低于 10^5cm^{-2} 。氮化晶体或晶圆可以包括 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$,其中 $0 \leq x, y, x+y \leq 1$ 。在一个特定实施方案中,氮化晶体包括GaN,但可是其它材料。在一个或多个实施方案中,GaN基板具有穿线位错,浓度介于约 10^5cm^{-2} 与约 10^8cm^{-2} 之间,在大体上正交于或斜交于表面的方向上。由于位错的正交或斜交定向,所以表面位错密度低于约 10^5cm^{-2} 。在优选实施方案中,本发明可以包括含镓和氮且以任何定向(例如,c平面、a平面、m平面)构造的基板。在特定实施方案中,基板优选 $(\text{Al}, \text{Ga}, \text{In})\text{N}$ 型。基板的穿线位错(TD)密度 $< 1\text{E}8\text{cm}^{-2}$,堆垛层错(SF)密度 $< 5\text{E}3\text{cm}^{-1}$,并且可以掺杂有浓度 $> 1\text{E}17\text{cm}^{-3}$ 的硅和/或氧。当然,可存在其它变化、修改和替代。

[0280] 如所示,所述方法在含镓和氮的基板的表面上面形成n型材料。在特定实施方案中,n型材料是外延形成的并且厚度小于2微米,或小于1微米,或小于0.5微米,或小于0.2微米,或可是其它大小。在特定实施方案中,n型材料是 $(\text{Al}, \text{Ga}, \text{In})\text{N}$ 型。生长会在小于约1,200摄氏度或小于约1,000摄氏度但通常大于950摄氏度的温度下发生。在优选实施方案中,n型材料是无意掺杂的(UID)或使用硅物种(例如,Si)或氧物种(例如, O_2)掺杂而成。在特定实施方案中,掺杂物可源自硅烷、乙硅烷或氧等等。在特定实施方案中,n型材料用作n型(掺杂硅)GaN的接触区并且特征在于厚度约5微米和掺杂度约 $2 \times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ 。在优选实施方案中,含镓和氮的外延材料是在大气压下通过金属有机气相沉积(MOCVD)沉积在基板上。在生长期间族V前体(氨)的流动速率对族III前体(三甲基镓、三甲基铟、三甲基铝)的流动速率的比介于约3000与约12000之间。当然,可存在其它变化、修改和替代。

[0281] 在优选实施方案中,所述方法在n型接触区上面形成有源区。有源区包括至少一个双异质结构井区,其中在双异质结构井区的每侧上具有至少一个虚设井。有源区还可以可选地包括势垒区。

[0282] 在特定实施方案中,沉积AlGaIn电子封阻区。在优选实施方案中,沉积p型GaN接触区。

[0283] 在特定实施方案中,氧化铟锡(ITO)电子束蒸发到作为p型接触件的p型接触层上并且进行快速热退火。大小约 $300 \times 300 \mu\text{m}^2$ 的LED台面是通过使用基于氯的电感耦合等离子体(ICP)技术的光刻法和干法刻蚀而形成。Ti/Al/Ni/Au电子束蒸发到暴露的n-GaN层上以形成n型接触件, Ti/Au电子束蒸发到ITO层的一部分上以形成p型接触垫,并且晶圆切成分立的LED管芯。电接触件是通过常规引线键合形成。当然,可存在其它变化、修改和替代。

[0284] 在优选实施方案中,本发明提供了一种光滑的合成外延材料。使用例如含n型镓和氮的某种材料,表面粗程度的特征在于约1nm RMS并且对于5微米空间区而言5微米是较小的。在特定实施方案中,使用例如含p型镓和氮的某种材料,表面粗程度的特征在于约1nm RMS并且对于5微米空间区而言5微米是较小的。当然,可存在其它变化、修改和替代。

[0285] 在特定实施方案中,氮化晶体包括氮并且表面位错密度低于 10^5cm^{-2} 。氮化晶体或晶圆可以包括 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$,其中 $0 \leq x, y, x+y \leq 1$ 。在一个特定实施方案中,氮化晶体包括GaN。在优选实施方案中,在至少3毫米的长度规模上,氮化晶体基本上无低角度晶界,或倾斜晶界。氮化晶体还可以包括光学吸收系数大于 1000cm^{-1} (其中覆于脱模层上面的底座晶体基本上透明)、光学吸收系数小于 50cm^{-1} 的脱模层,并且还可以包括表面位错密度低于 10^5cm^{-2} 的高质外延层。脱模层可以在氮化底座晶体和高质外延层不具备的条件下刻蚀。当然,可存在其它变化、修改和替代。

[0286] 在特定实施方案中,基板可以具有10度、5度、2度、1度、0.5度或0.2度内的大表面定向(0001)、(000-1)、{1-100}、{11-20}、{1-1 0 $\pm$ 1}、{1-10 $\pm$ 2}、{1-10 $\pm$ 3}或{11-2 $\pm$ 2}。基板的位错密度低于 10^4cm^{-2} 、低于 10^3cm^{-2} 或低于 10^2cm^{-2} 。在波长介于约465nm与约700nm之间下,氮化底座晶体或晶圆的光学吸收系数可以低于 100cm^{-1} 、低于 50cm^{-1} 或低于 5cm^{-1} 。在波长介于约700nm与约3,077nm之间并且波长介于约3,333 nm与约6,667nm之间下,氮化底座晶体的光学吸收系数可以低于 100cm^{-1} 、低于 50cm^{-1} 或低于 5cm^{-1} 。当然,可存在其它变化、修改和替代。

[0287] 在特定实施方案中,LED器件包括GaN基板、覆于GaN基板上面的 GaNSi层、覆于GaNSi层上面的1nm到10nm厚InGaN虚设井、覆于InGaN 虚设井上面的1nm到30nm厚InGaN势垒层、覆于InGaN势垒层上面的 5nm到80nm厚双异质结构层、覆于双异质结构层上面的1nm到30nm 厚InGaN势垒层、覆于InGaN势垒层上面的1nm到10nm厚InGaN虚设井层、覆于虚设井层上面的势垒层、覆于势垒层上面的5nm到40nm厚 AlGaN:Mg电子封阻层和覆于电子封阻层上面的p-GaN层。

[0288] 在特定实施方案中,光学器件(诸如LED器件)包括:含块状镓和氮的基板,其具有表面区;含n型镓和氮的外延材料,其形成于表面区上面;有源区,其包括双异质结构井区,且至少一个虚设井被构造在双异质结构井区的每侧上,所述至少一个虚设井的每个的宽度是双异质结构井区的宽度的约10%到90%;含p型镓和氮的外延材料,其形成于有源区上面;和接触区,其形成于含p型镓和氮的外延材料上面。

[0289] 在光学器件的特定实施方案中,表面区构造在c平面、m平面或a 平面定向上,其可以是非标准平面或任何半极性平面。

[0290] 在光学器件的特定实施方案中,表面区构造在c平面定向上;并且至少一个虚设井的每个的宽度是双异质结构井区的宽度的约20%到约30%。

[0291] 在光学器件的特定实施方案中,表面区构造在m平面定向上;并且至少一个虚设井

的每个的宽度是双异质结构井区的宽度的约20%到约 90%。

[0292] 在光学器件的特定实施方案中,双异质结构井区的厚度范围是从90 埃到50埃,或从200埃到400埃。

[0293] 在光学器件的特定实施方案中,至少一个虚设井的每个的厚度范围是从30埃到80埃。

[0294] 在光学器件的特定实施方案中,双异质结构井区位于至少两个GaN 层、至少两个 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 、 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 层、至少两个 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{N}$ 层之间,或位于包括GaN、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 、 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 或 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{N}$ 的两层之间。

[0295] 在光学器件的特定实施方案中,双异质结构井区被构造来发射从有源区产生的大部分电磁辐射;并且至少一个虚设井的每个被构造来使产生电磁辐射变容易,同时基本上不会在至少一个虚设井的每个中产生电磁辐射。

[0296] 在特定实施方案中,光学器件还包括构造在双异质结构井区的任一侧上的多个虚设井区。

[0297] 在光学器件的特定实施方案中,双异质结构井区包括 $\text{In}_z\text{Ga}_{1-z}\text{N}$ 。

[0298] 在特定实施方案中,光学器件包括n型InGaN/GaN超晶格区,其中双异质结构井区形成于n型InGaN/GaN超晶格区上面。

[0299] 还公开了用于制造由本公开提供的光学器件(诸如LED器件)的方法。在特定实施方案中,用于制造光学器件的方法包括:提供含块状镓和氮的基板,其具有表面区;在表面区上面形成含n型镓和氮的外延材料;形成有源区,其包括双异质结构井区,且至少一个虚设井被构造在双异质结构井区的每侧上,所述至少一个虚设井的每个的宽度是双异质结构井区的宽度的约10%到90%;在有源区上面形成含p型镓和氮的外延材料;和在含p型镓和氮的外延材料上面形成接触区。

[0300] 在特定方法中,表面区构造在c平面、m平面或a平面定向上,其可以是非标准平面或任何半极性平面。

[0301] 在特定方法中,表面区构造在c平面定向上;并且每个虚设井的宽度是双异质结构井区的宽度的约20%到约30%。

[0302] 在特定方法中,表面区构造在m平面定向上;并且至少一个虚设井的每个的宽度是双异质结构井区的宽度的约20%到约90%。

[0303] 在特定方法中,双异质结构井区的厚度范围是从90埃到50埃,或从 200埃到400埃。

[0304] 在特定方法中,至少一个虚设井的每个的厚度范围是从30埃到80 埃。

[0305] 在特定方法中,双异质结构井区位于至少两个GaN层、至少两个 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 、 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 层、至少两个 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{N}$ 层之间,或位于包括 GaN、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 、 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 或 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{N}$ 的两层之间。

[0306] 在特定方法中,双异质结构井区被构造来发射从有源区产生的大部分电磁辐射;并且至少一个虚设井的每个被构造来使产生电磁辐射变容易,同时基本上不会在每个虚设井区中产生电磁辐射。

[0307] 在特定方法中,光学器件还包括构造在双异质结构井区的任一侧上的多个虚设井。

- [0308] 在特定方法中,双异质结构井区包括 $\text{In}_z\text{Ga}_{1-z}\text{N}$ 。
- [0309] 在特定方法中,光学器件包括n型 InGaN/GaN 超晶格区,其中双异质结构井区覆于n型 InGaN/GaN 超晶格区上面。
- [0310] 下述实例对本文公开的实施方案的构成要素的详细实例进行描述。所属技术领域熟练人员应明白可以在不脱离本公开的范围的情况下对材料和方法进行许多修改。
- [0311] 实施方案1.一种包括LED器件的LED灯,所述LED器件发射大于 5001m且其中SPD中多于2%的功率在约390nm至约430nm的范围内发射。此(和其它)实施方案中的灯可通过以下这些方法获得:(i)仅使用泵激紫光LED,(ii)将紫色LED加增至泵激蓝光型系统,或(iii)或者蓝色和泵激紫光LED的组合。
- [0312] 实施方案2.根据实施方案1所述的灯,其中SPD中多于5%的功率在约390nm至约430nm的范围内发射。
- [0313] 实施方案3.根据实施方案1所述的灯,其中SPD中小于1%的功率在400nm以下发射。
- [0314] 实施方案4.根据实施方案1所述的灯,其中光束角窄于 15° 且中心光束烛光高于15000cd。
- [0315] 实施方案5.根据实施方案1所述的灯,其发射至少1500lm。
- [0316] 实施方案6.根据实施方案1所述的灯,其还包括MR16规格。
- [0317] 实施方案7.根据实施方案1所述的灯,其中灯输出面具有约121mm 的直径。
- [0318] 实施方案8.根据实施方案1所述的灯,其还包括PAR30灯规格。
- [0319] 实施方案9.根据实施方案1所述的灯,其中所述SPD中的至少部分功率由至少一个发紫光LED提供。
- [0320] 实施方案10.根据实施方案9所述的灯,其中所述至少一个发紫光 LED在 100°C 或更大的结温下以 $200\text{A}/\text{cm}^2$ 的电流密度发射多于 $200\text{ W}/\text{cm}^2$ 。
- [0321] 实施方案11.根据实施方案9所述的灯,其中所述至少一个发紫光 LED泵激至少蓝磷光体或青色磷光体。
- [0322] 实施方案12.根据实施方案9所述的灯,其中所述至少一个发紫光 LED泵激多于一个蓝色/青色磷光体。
- [0323] 实施方案13.根据实施方案9所述的灯,其还包括至少一个LED,所述至少一个LED在除由实施方案1所述的发紫光LED发射的波长之外的波长下发射,其中CCT在2500K-7000K范围的源的SWSD小于35%。
- [0324] 实施方案14.根据实施方案1所述的灯,其中CCT在5000K-7000K 的范围的源的SWSD小于35%。
- [0325] 实施方案15.根据实施方案1所述的灯,其中紫色泄漏低于10%。
- [0326] 实施方案16.根据实施方案1所述的灯,其中典型白纸的CIE白度改善达至少5点,优于在约390nm至约430nm范围内不具有明显SPD 分量的类似灯。
- [0327] 实施方案17.根据实施方案1所述的灯,其中所述紫色泄漏被构造成实现特定CIE白度。
- [0328] 实施方案18.根据实施方案1所述的灯,其中所述紫色泄漏使得在相同CCT的CIE参考照明体(分别是如果 $\text{CCT}<5000\text{K}$,那么为黑体辐射体,或者如果 $\text{CCT}>5000\text{K}$,那么为D照明体)的照明下,由所述灯照亮的高白度参考样品的CIE白度在相同样品的CIE白度的负20点

和正40点内。

[0329] 实施方案19.根据实施方案1所述的灯,其中所述紫色泄漏使得在相同CCT的CIE参考照明体(分别是如果 $CCT < 5000K$,那么为黑体辐射体或者如果 $CCT > 5000K$,那么为D照明体)的照明下,由所述灯照亮的高白度参考物体的CCT校正白度在相同物体的CCT校正白度的负20点和正40点内。

[0330] 实施方案20.根据实施方案1所述的灯,其中所述紫色泄漏使得在对比于由相同CCT的CIE参考照明体(分别是如果 $CCT < 5000K$,那么为黑体辐射体,或者如果 $CCT > 5000K$,那么为D照明体)照亮的相同样品的色度偏移时,相对于由所述灯照亮的高白度参考样品的源白点的($u' v'$)色度偏移(i)大体上在相同方向;和(ii)至少具有类似量值。

[0331] 实施方案21.根据实施方案1所述的灯,其中所述蓝光的部分由LED 提供。

[0332] 实施方案22.根据实施方案1所述的灯,其中光束角窄于 25° 且中心束烛光高于2200cd。

[0333] 实施方案23.根据实施方案1所述的灯,其中所述灯是MR-16规格。

[0334] 实施方案24.根据实施方案1所述的灯,其中CCT在约2500K至约 7000K的范围内的源的CRI大于90。

[0335] 实施方案25.根据实施方案1所述的灯,其中CCT在约5000K至约 7000K的的范围内的源的CRI大于90。

[0336] 实施方案26.根据实施方案1所述的灯,其中R9大于80。

[0337] 实施方案27.根据实施方案1所述的灯,其中大样本集CRI大于80。

[0338] 实施方案28.一种发射大于500lm的LED型灯,其包括基极面积小于 $40mm^2$ 的一个或多个LED源模。

[0339] 实施方案29.根据实施方案29所述的灯,其中SPD中的多于2%功率在约390nm至约430nm的范围内发射。

[0340] 实施方案30.根据实施方案29所述的灯,其中所述灯是MR-16规格。

[0341] 实施方案31.根据实施方案29所述的灯,其中光学透镜的直径小于 40mm。

[0342] 实施方案32.根据实施方案29所述的灯,其中部分阴影角宽度小于 1° 。

[0343] 实施方案33.根据实施方案29所述的灯,其中对于部分阴影区域中的两点,色度变化 Duv 小于8。

[0344] 实施方案34.根据实施方案29所述的灯,其中光束在所发射光束中心与10%强度的点之间的色度变化 Duv 小于8。

[0345] 实施方案35.一种包括LED的光源,其中SPD的至少2%在约390nm 至430nm的范围内,且使得在相同CCT的CIE参考照明体(分别是如果 $CCT < 5000K$,那么为黑体辐射体,或者如果 $CCT > 5000K$,那么为D照明体)的照明下,由光源照亮的高白度参考样品的CIE白度在相同样品的 CIE白度的负20点至正40点内。

[0346] 实施方案36.根据实施方案36中的光源,其中在相同CCT的CIE 参考照明体(分别是如果 $CCT < 5000K$,那么为黑体辐射体,或者如果 $CCT > 5000K$,那么为D照明体)的照明下,由所述光源照亮的高白度参考样品的CIE白度为相同样品的CIE白度的至多200%。

[0347] 实施方案37.一种包括LED的光源,其中SPD的至少2%在约390nm 至430nm的范围内,且使得在相同CCT的CIE参考照明体(分别是如果 $CCT < 5000K$,那么为黑体辐射体,或者

如果CCT>5000K,那么为D照明体)的照明下,由光源照亮的高白度参考样品的CIE白度在相同样品的 CIE白度的负20点至正40点内。

[0348] 实施方案38.一种包括LED的光源,其中SPD的至少2%在约390nm 至430nm的范围内,且使得在相同CCT的陶瓷金属卤化物照明体的照明下,由光源照亮的高白度参考样品的CIE白度在相同样品的CIE白度的负 20点至正40点内。

[0349] 实施方案39.根据实施方案38的光源,其中在相同CCT的CIE参考照明体(分别是如果CCT<5000K,那么为黑体辐射体,或者如果 CCT>5000K,那么为D照明体)的照明下,由所述光源照亮的高白度参考样品的CCT校正白度为相同样品的CCT校正白度的至多200%。

[0350] 实施方案40.一种包括LED的光源,其中SPD中的至少2%在390nm 至430nm的范围内,且使得源照亮的高白度参考样品的色度与所述光源的白点的色度相差至少两个Duv点和至多十二个Duv点,且大体上朝向蓝色方向。

[0351] 实施方案41.一种包括LED的光源,其中SPD中的至少2%在390nm 至430nm的范围内,且使得源照亮且CIE白度为至少130的市售白纸的色度与所述源的白点的色度相差至少两个Duv点,且大体上朝向蓝色方向。

[0352] 实施方案42.一种方法,其包括:选择含有OBA的物体;在不含有 LED的光源下测量所述OBA的光学激发;和产生包括LED的光源,其中 SPD的至少2%在390-430nm的范围内,且使得所述OBA在所述LED光源下的光学激发为OBA在不含有LED的光源下的光学激发的至少50%。

[0353] 实施方案43.根据实施方案42所述的方法,其中不含有LED的光源为卤素或陶瓷金属卤化物源。

[0354] 实施方案44.一种方法,其包括:选择含有OBA的物体;在不含有 LED的光源下测量物体的色度,称为参考色度;和产生包括LED的光源,其中SPD的至少2%在390-430nm的范围内,且使得所述物体在所述LED 光源下的色度在所述参考色度的5个Duv点内。

[0355] 实施方案45.根据实施方案44所述的方法,其中所述不含有LED的光源为卤素或陶瓷金属卤化物(CMH)源。

[0356] 实施方案46.一种包括LED的光源,其中SPD的至少2%在 390-430nm的范围内,且使得在由相同CCT校正白度值的CIE参考照明体的照明下,由光源照亮的使用CCT校正白度的高白度参考样品在相同样品CCT校正白度的负20点至正40点内。

[0357] 实例灯实施方案

[0358] 以下实例描述本公开的灯实施方案。本实施方案为MR-16灯。其含有LED光源,所述LED光源包括泵激三种磷光体-红色、绿色和蓝色磷光体的泵激紫光LED。所述灯发射大于500lm且CCT在2700K至3000K 的范围内。LED光源的直径为6mm且光学透镜的直径为30mm。所述灯的光束角为25度且中心束蜡烛功率至少为2200坎德拉。

[0359] 最后,应注意,存在实施本文所公开的实施方案的替代方法。因此,本实施方案被认为是说明性的而非限制性的,并且权利要求并不受限于本文给出的细节,而是可在其范围及等同物内进行修改。

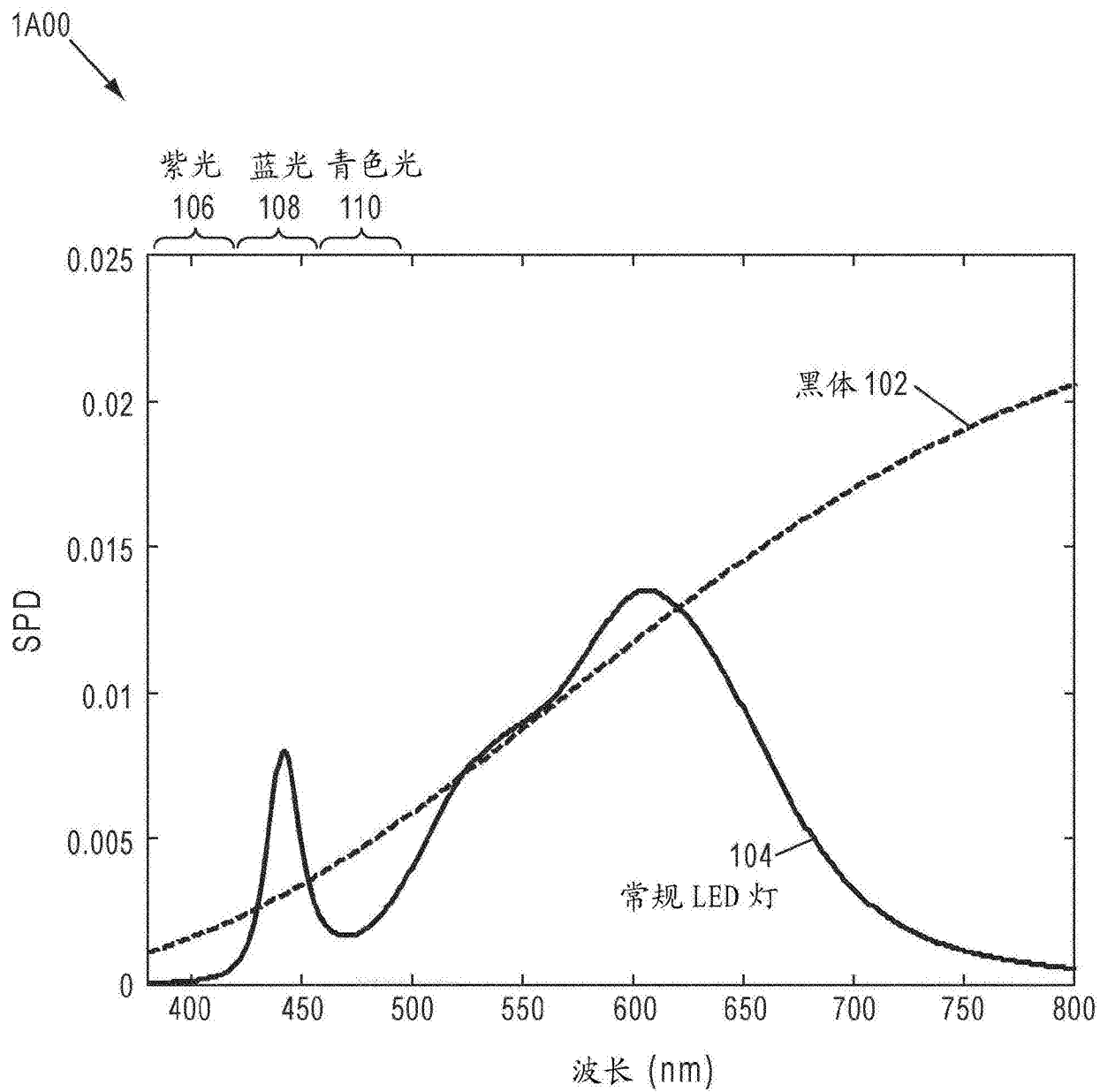


图1A

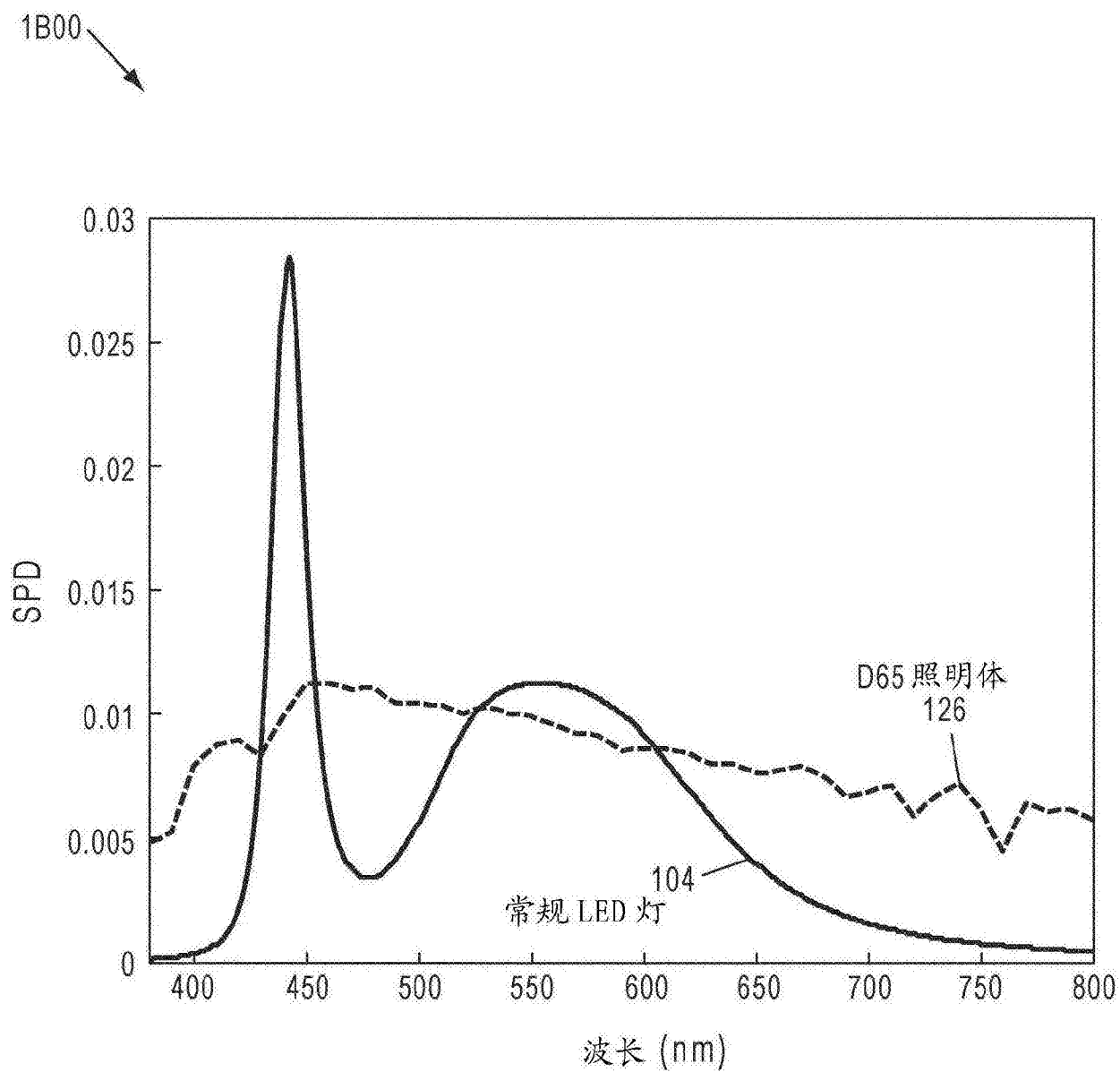


图1B

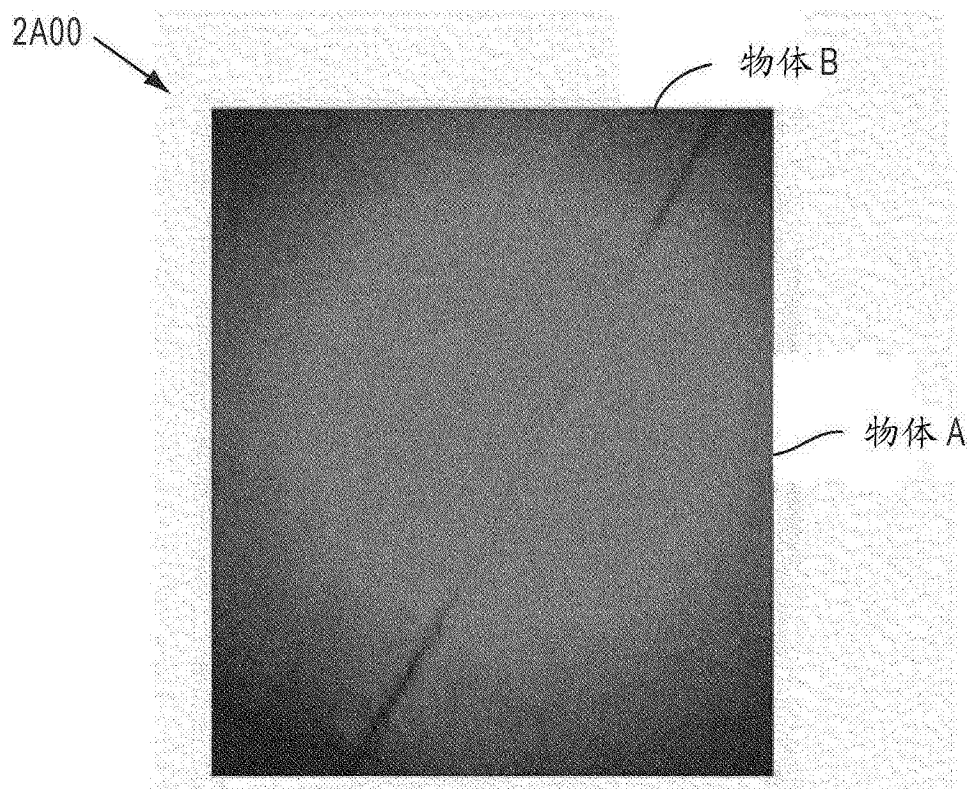


图2A

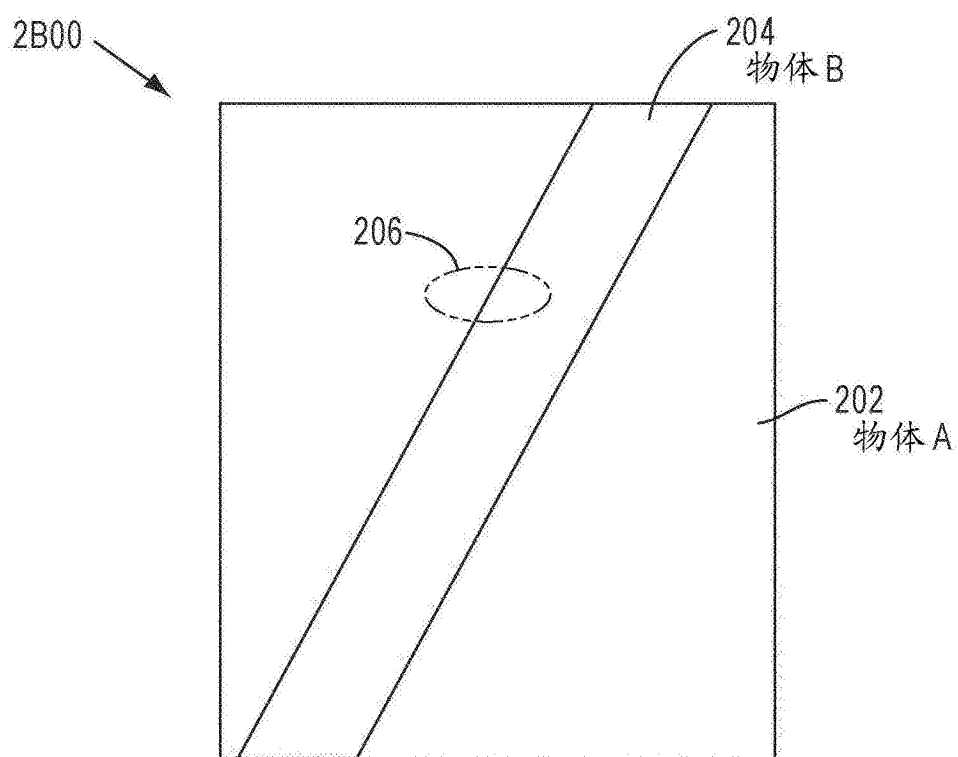


图2B

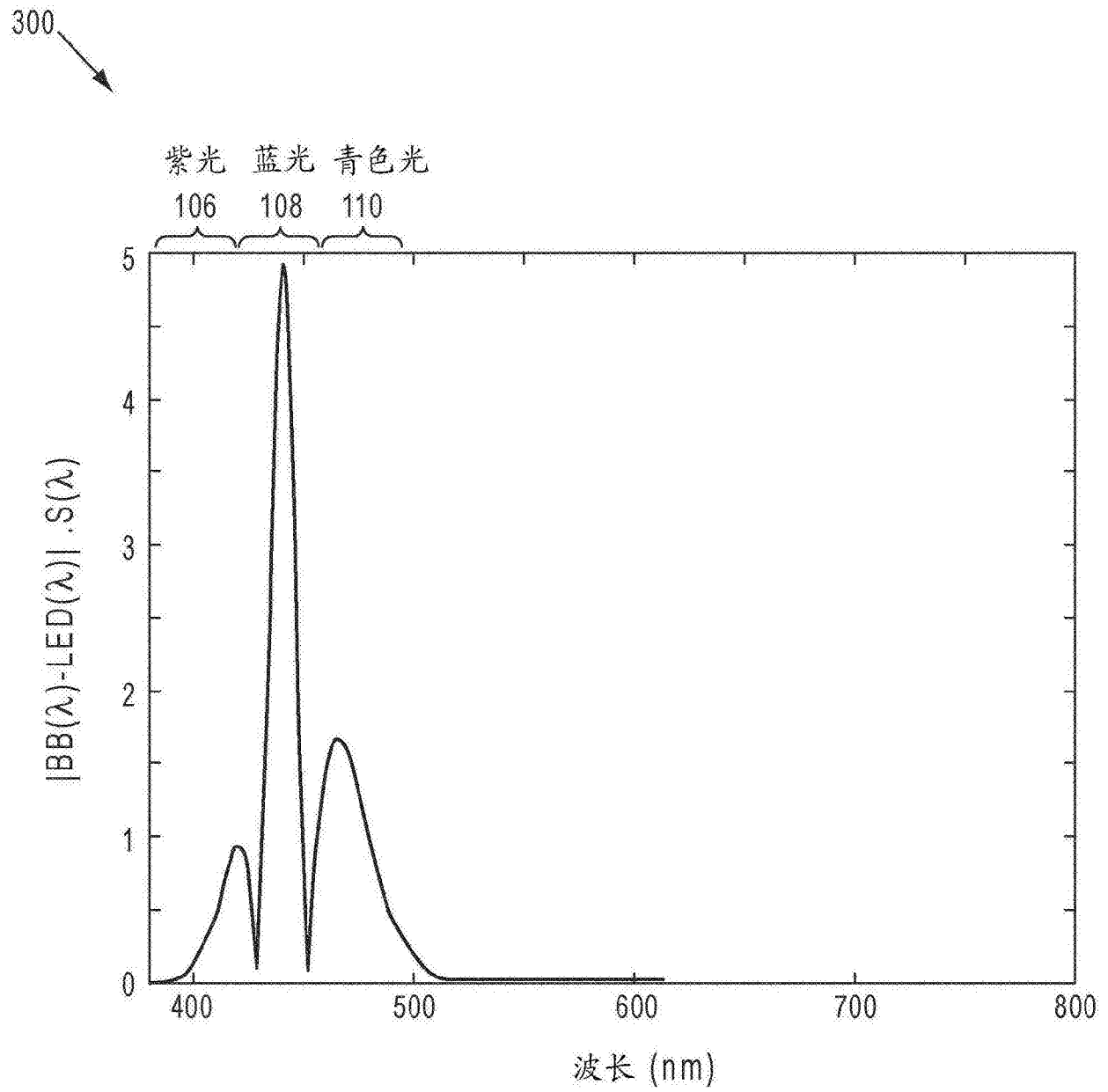


图3

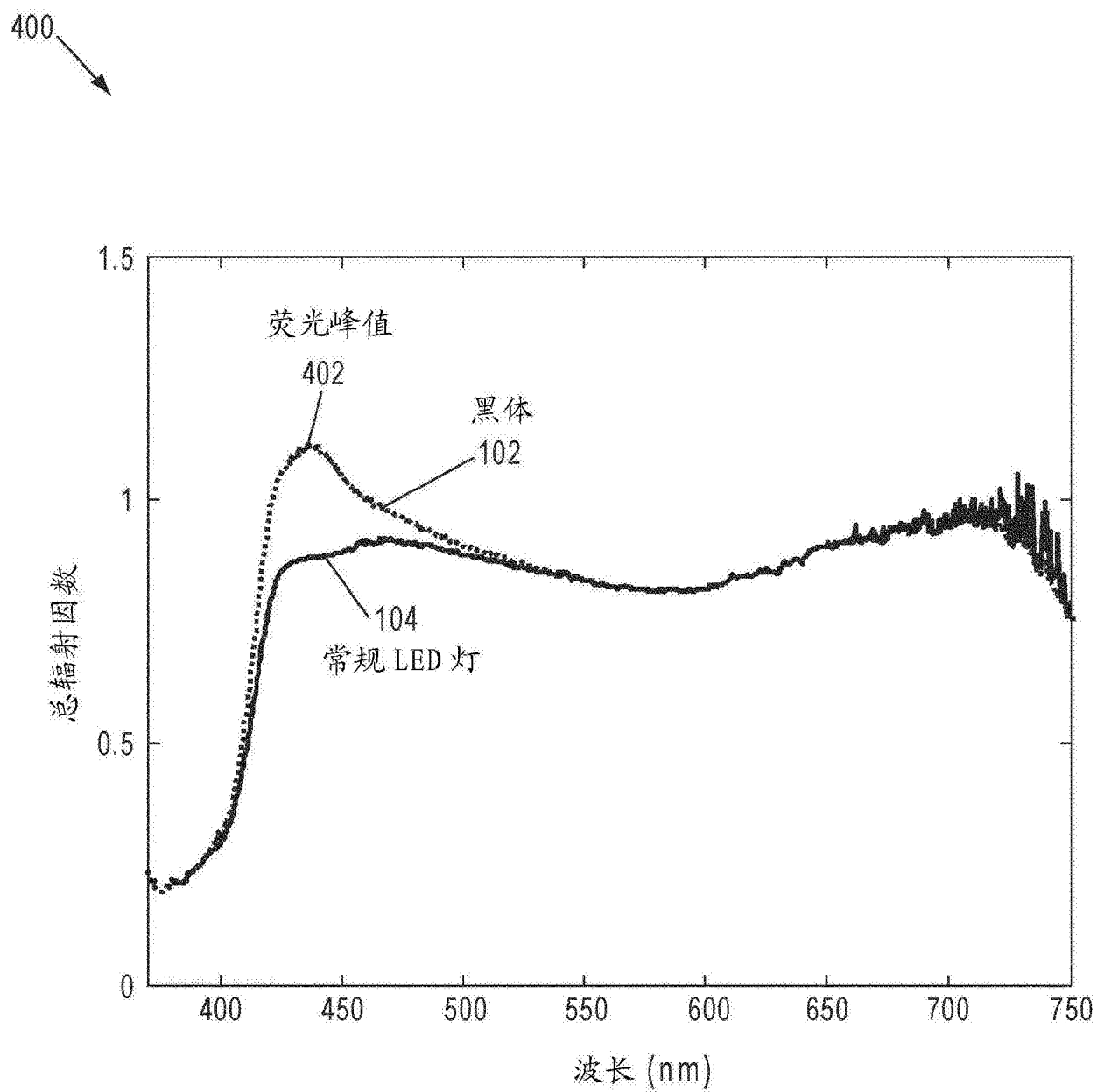


图4

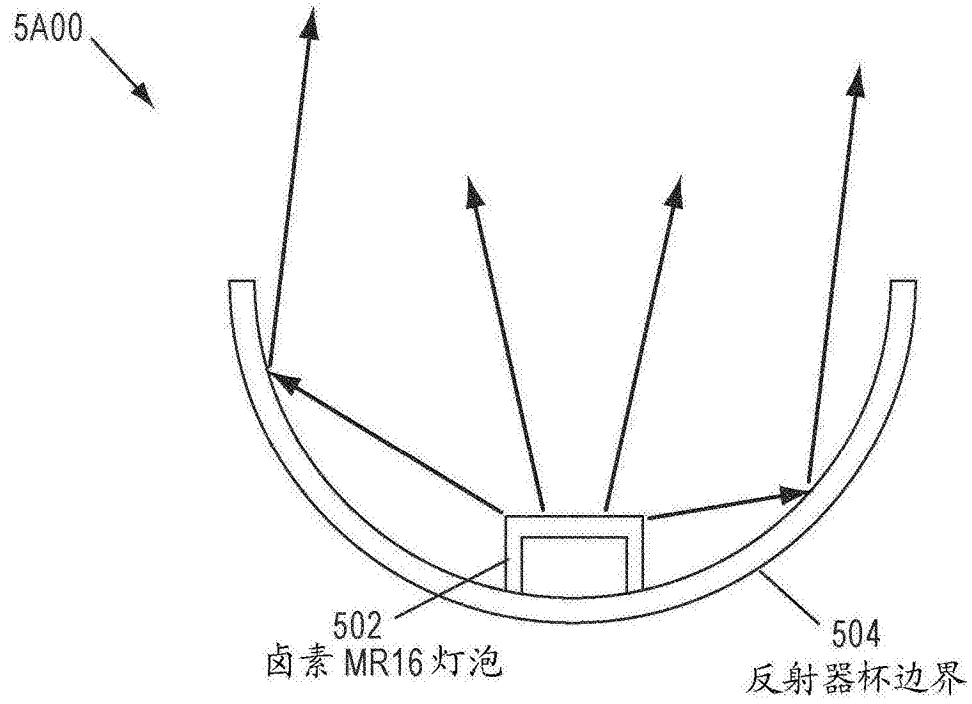


图5A

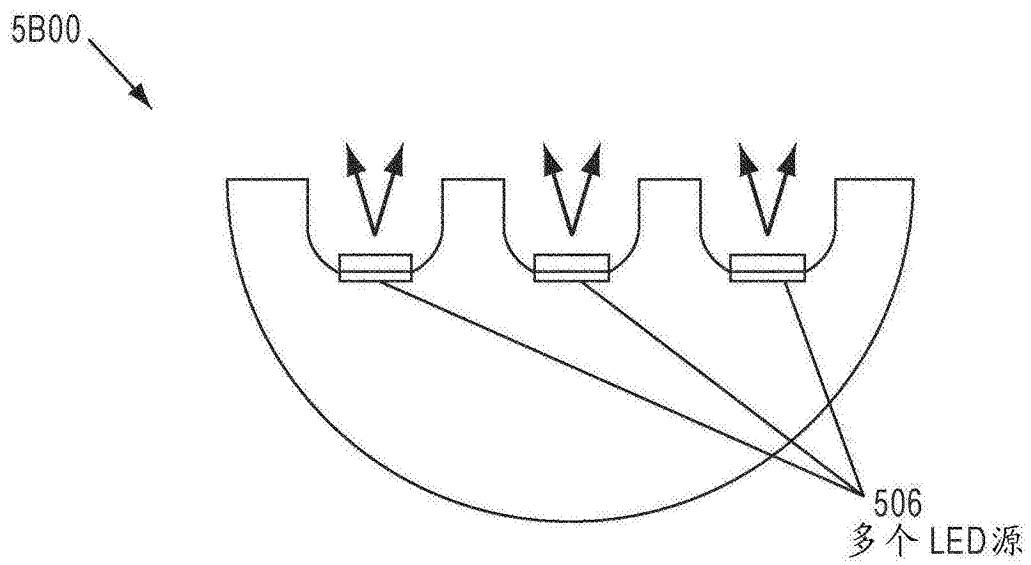


图5B

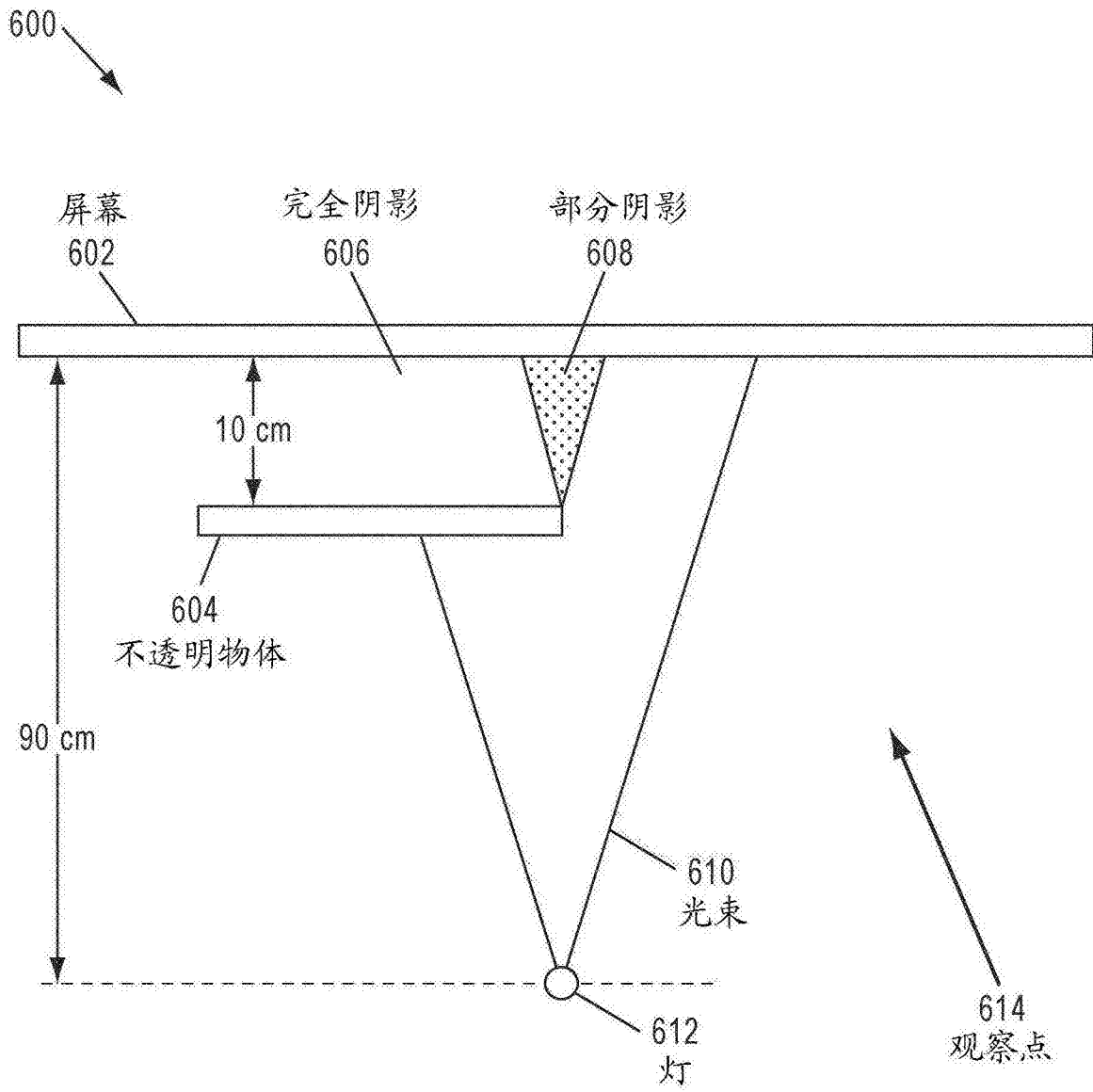


图6

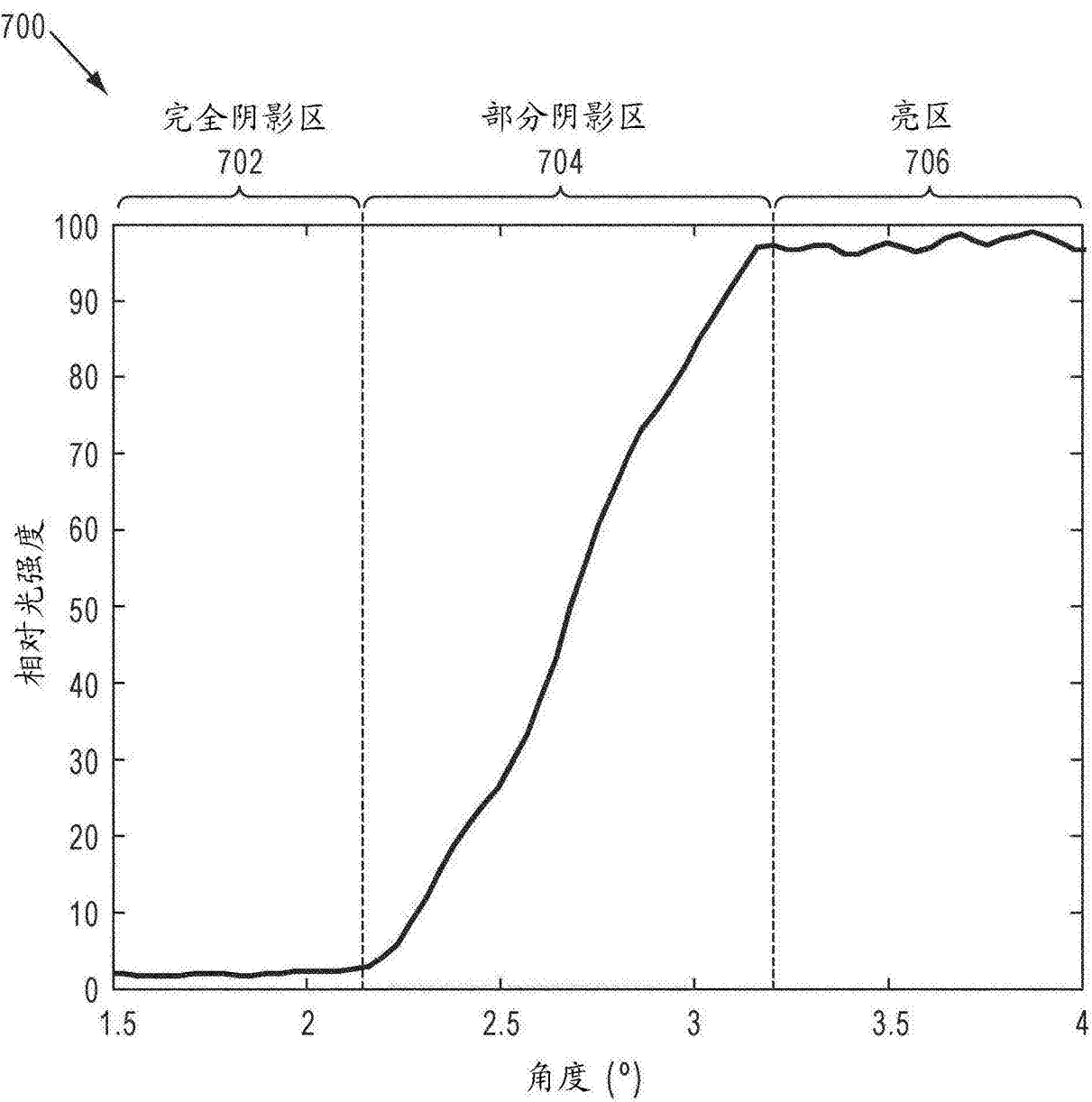


图7

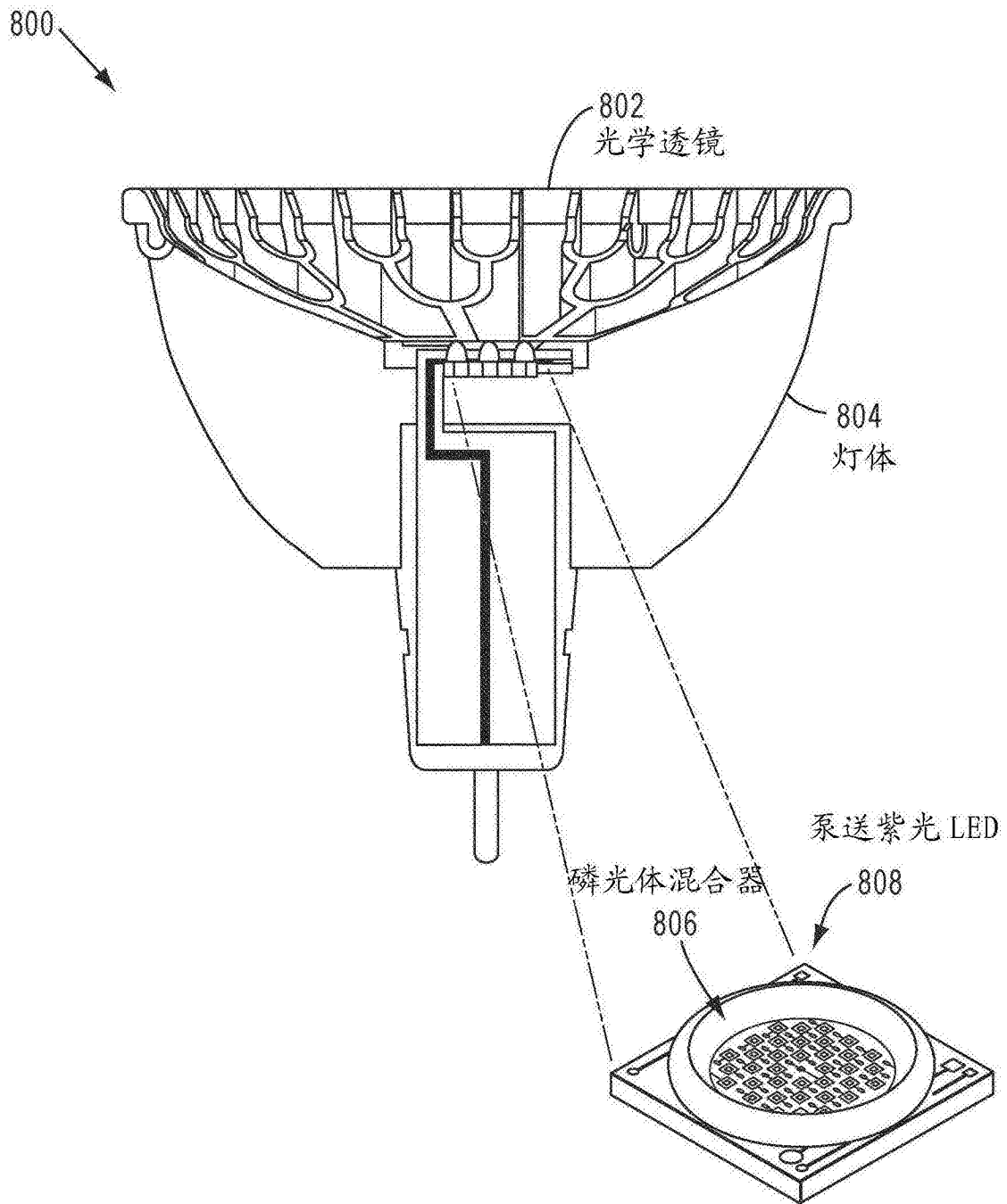


图8

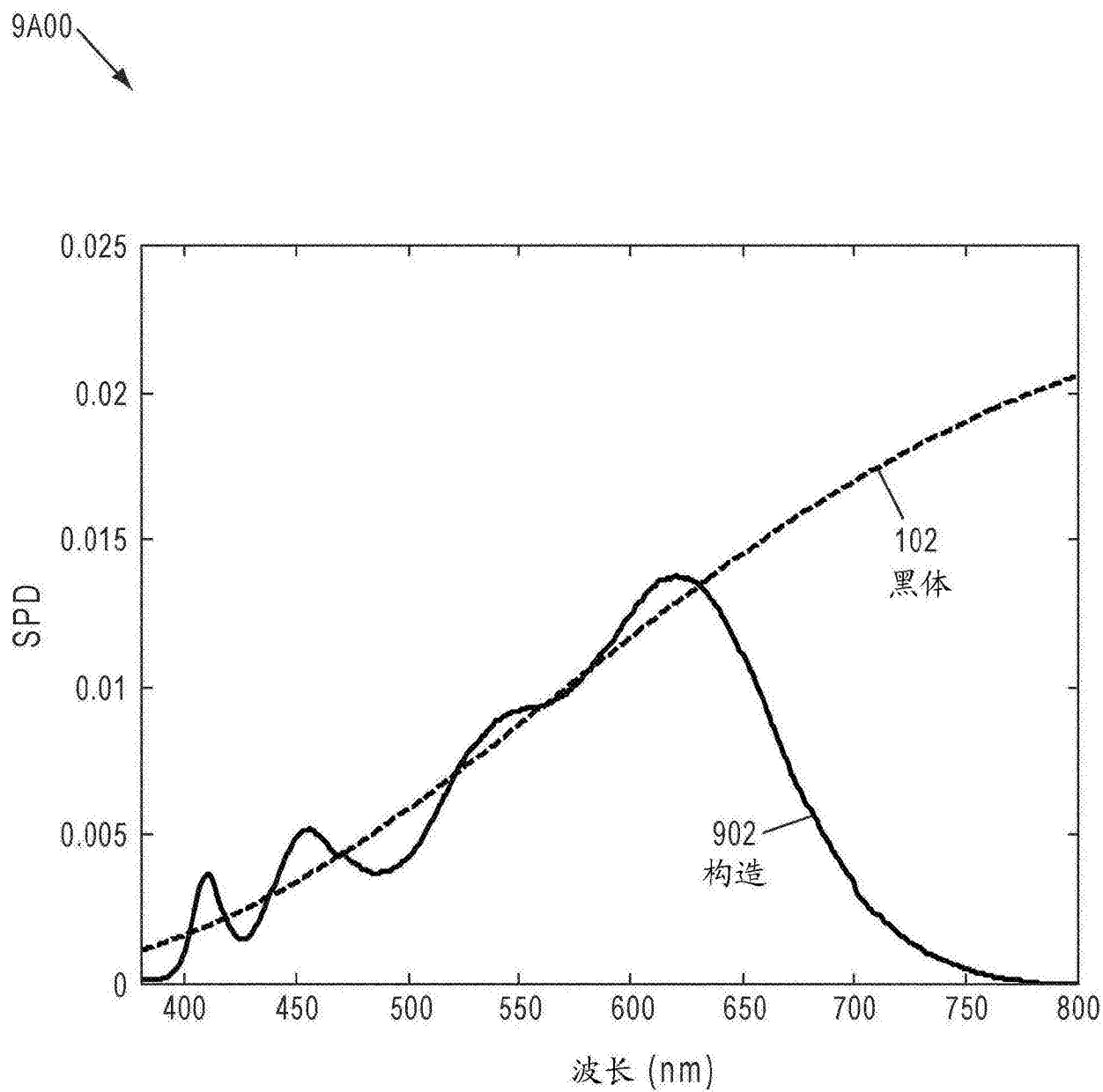


图9A

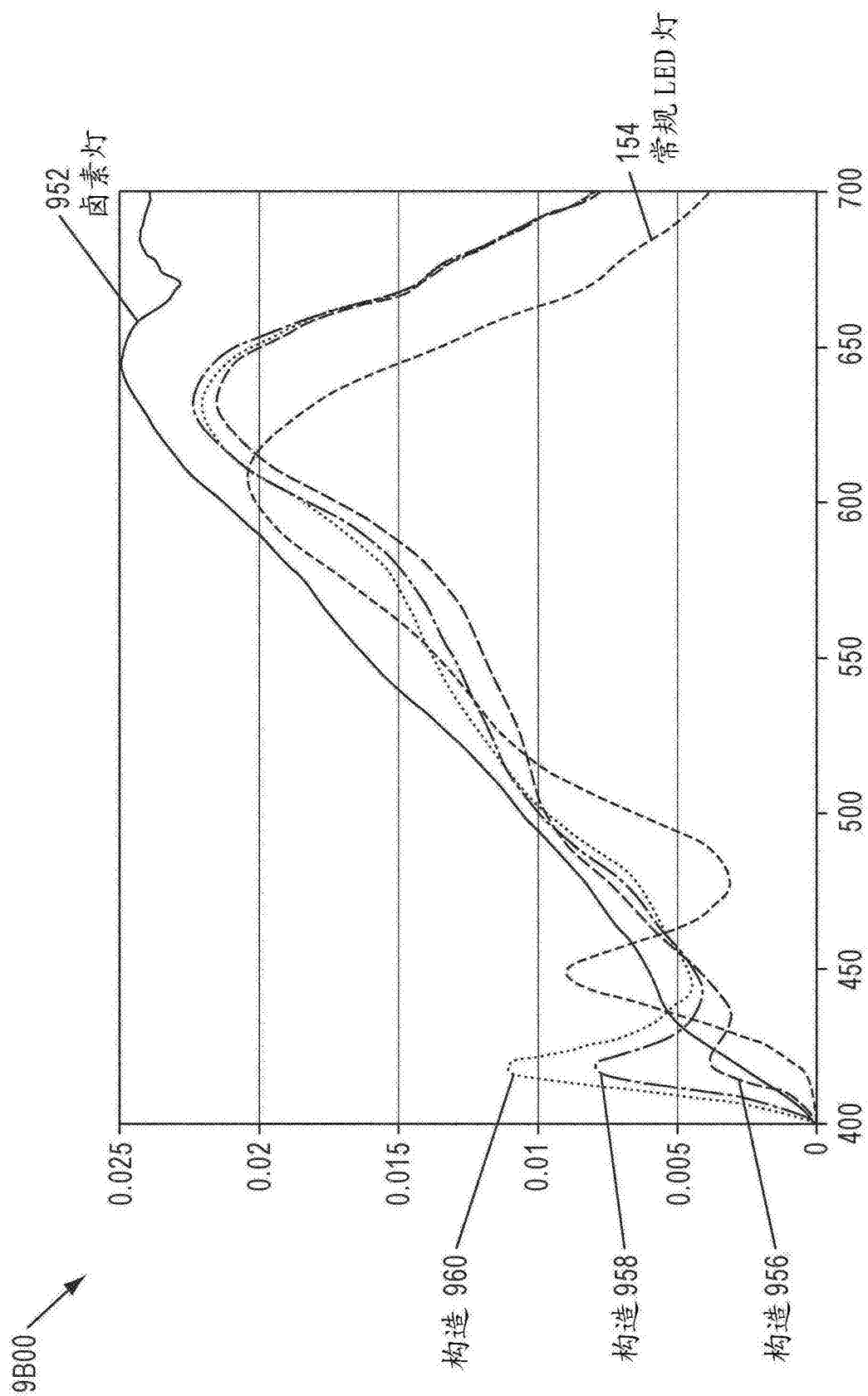


图9B

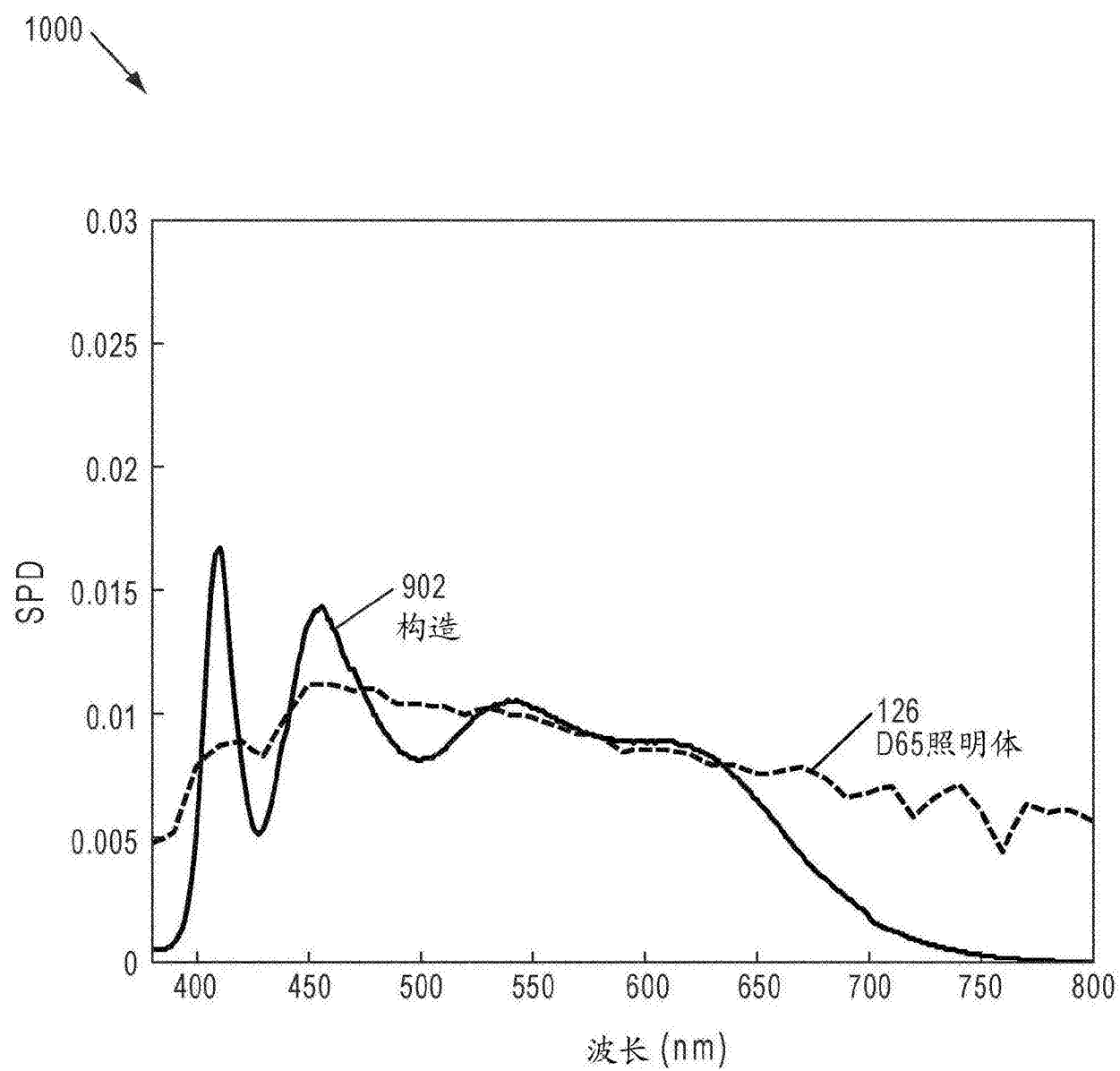


图10

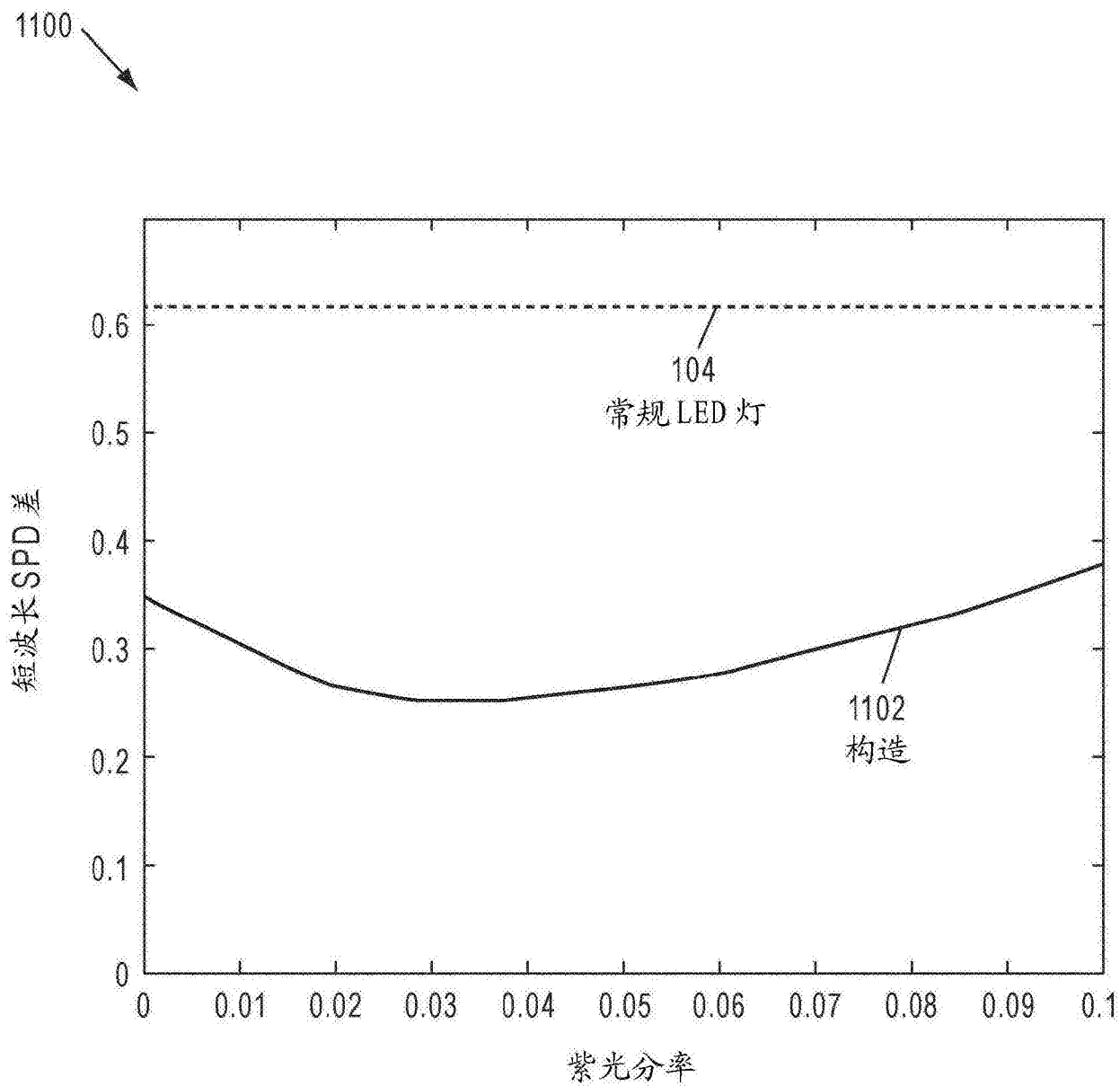


图11

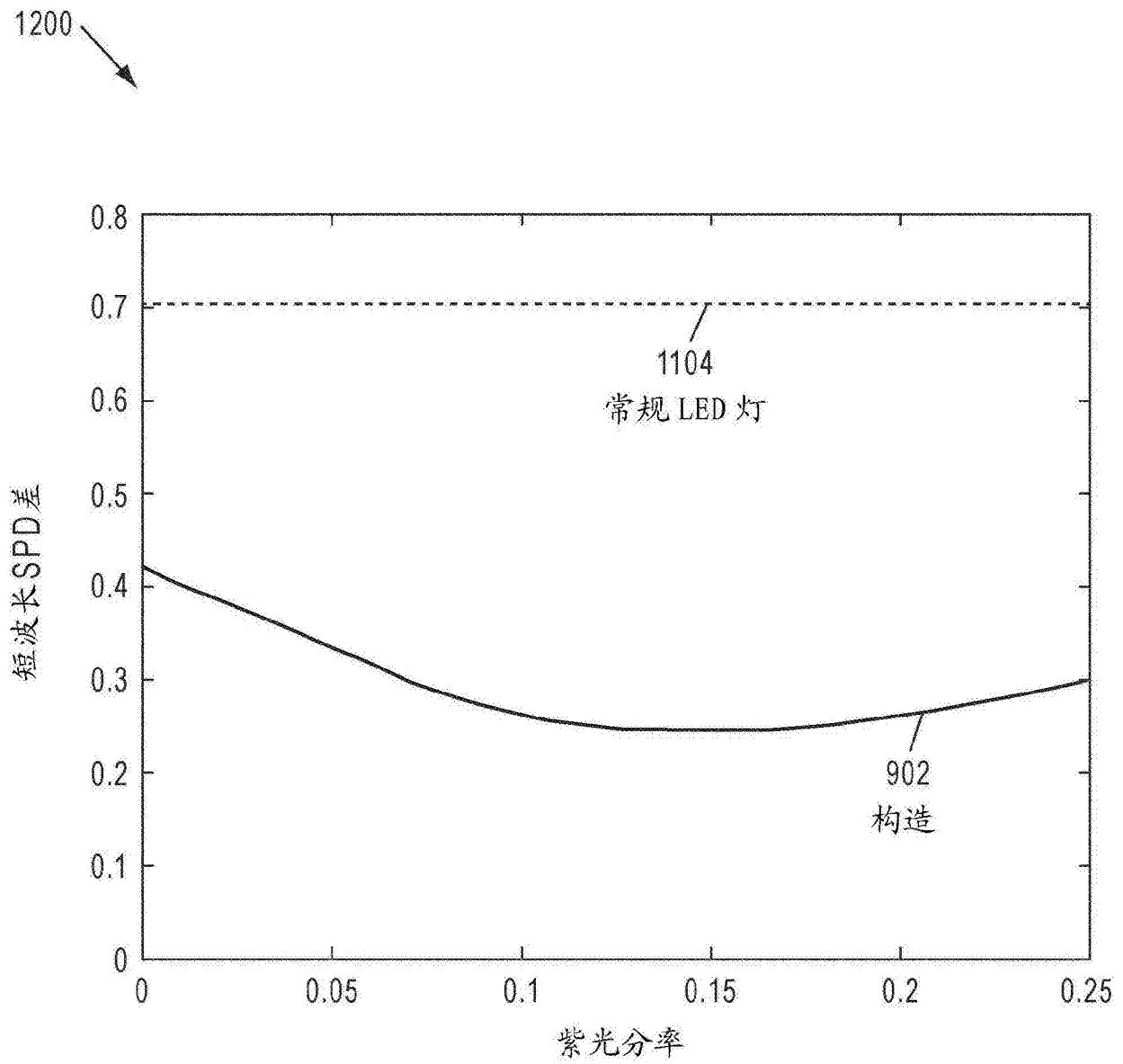


图12

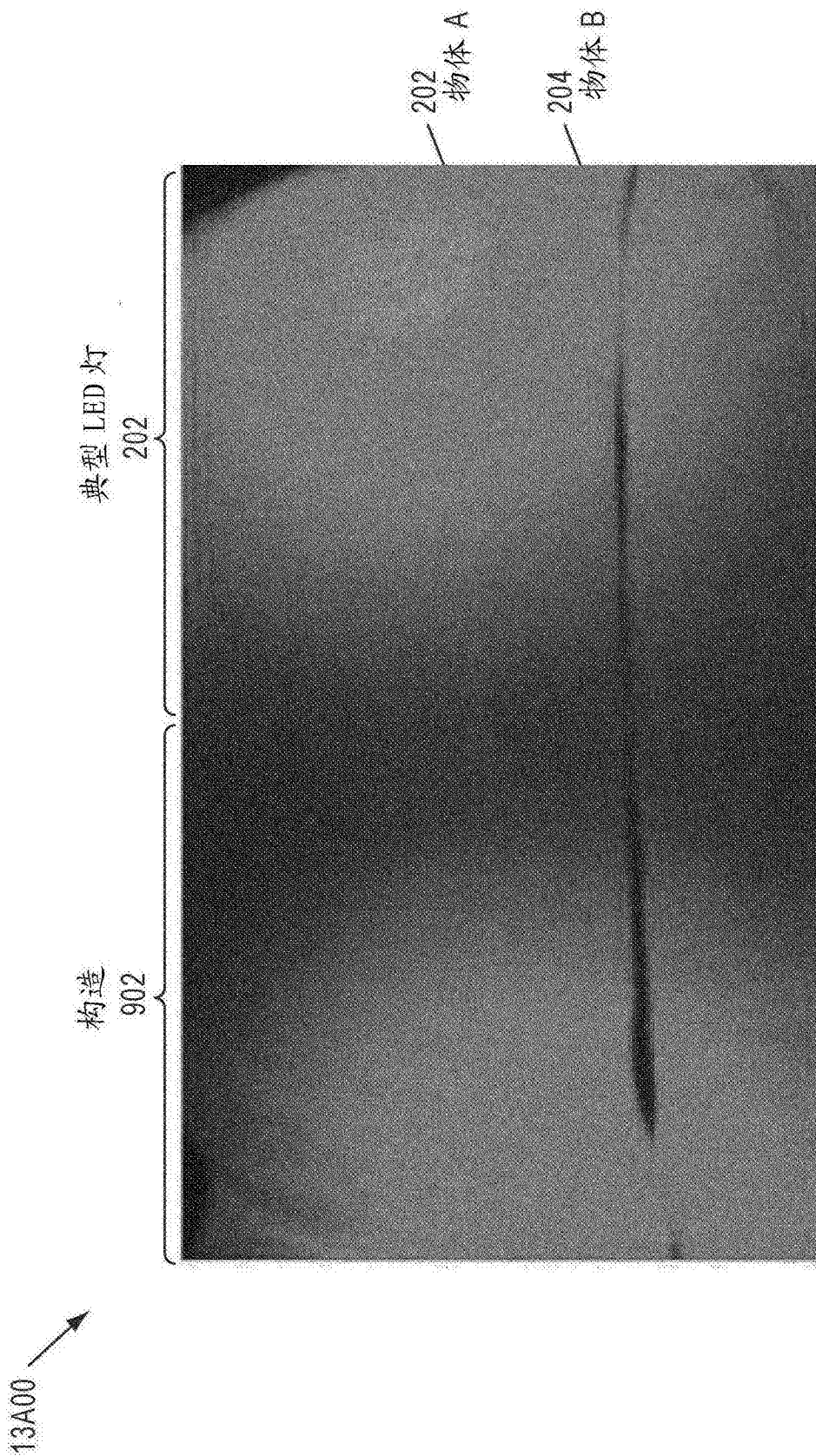


图13A

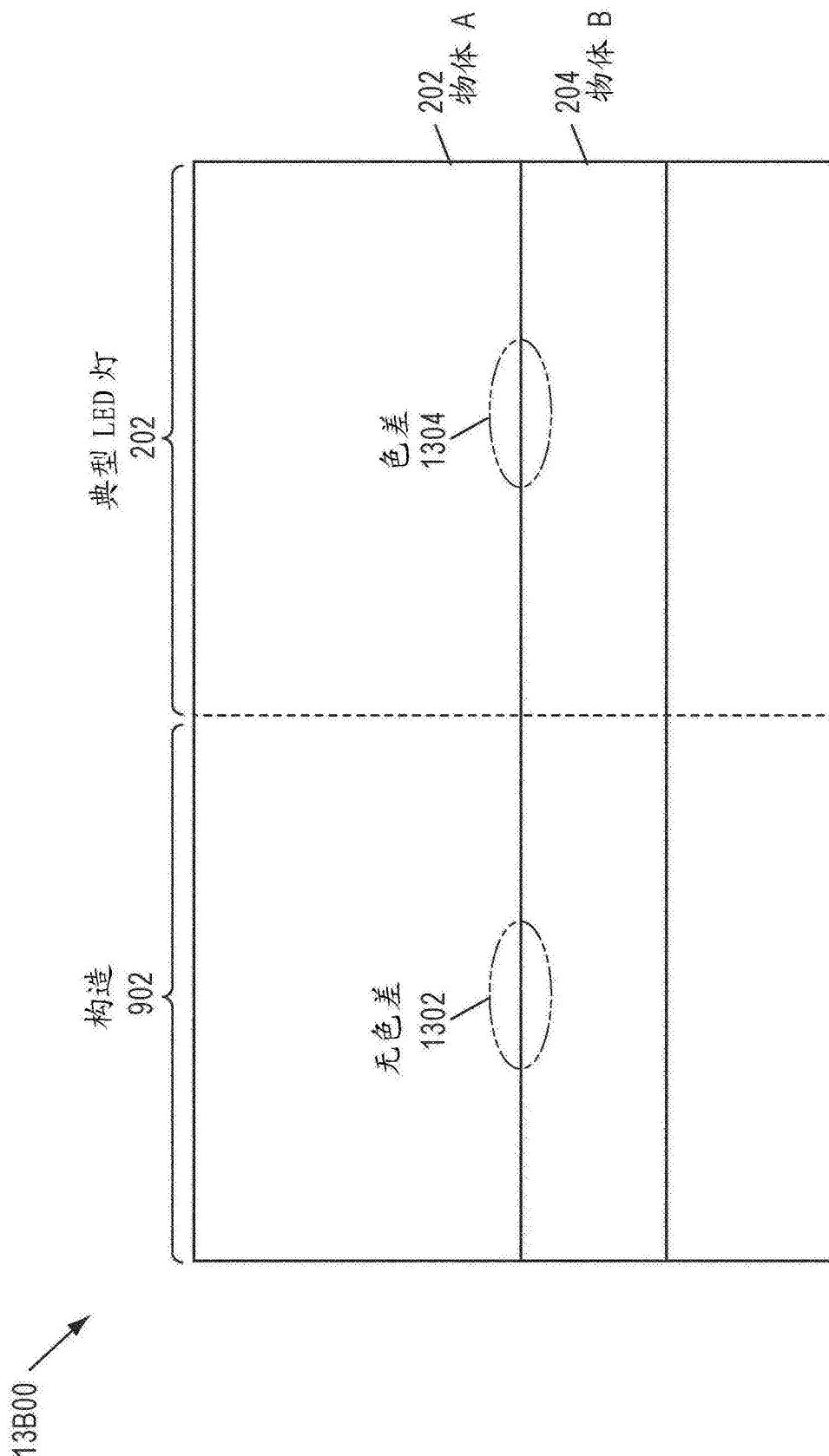


图13B

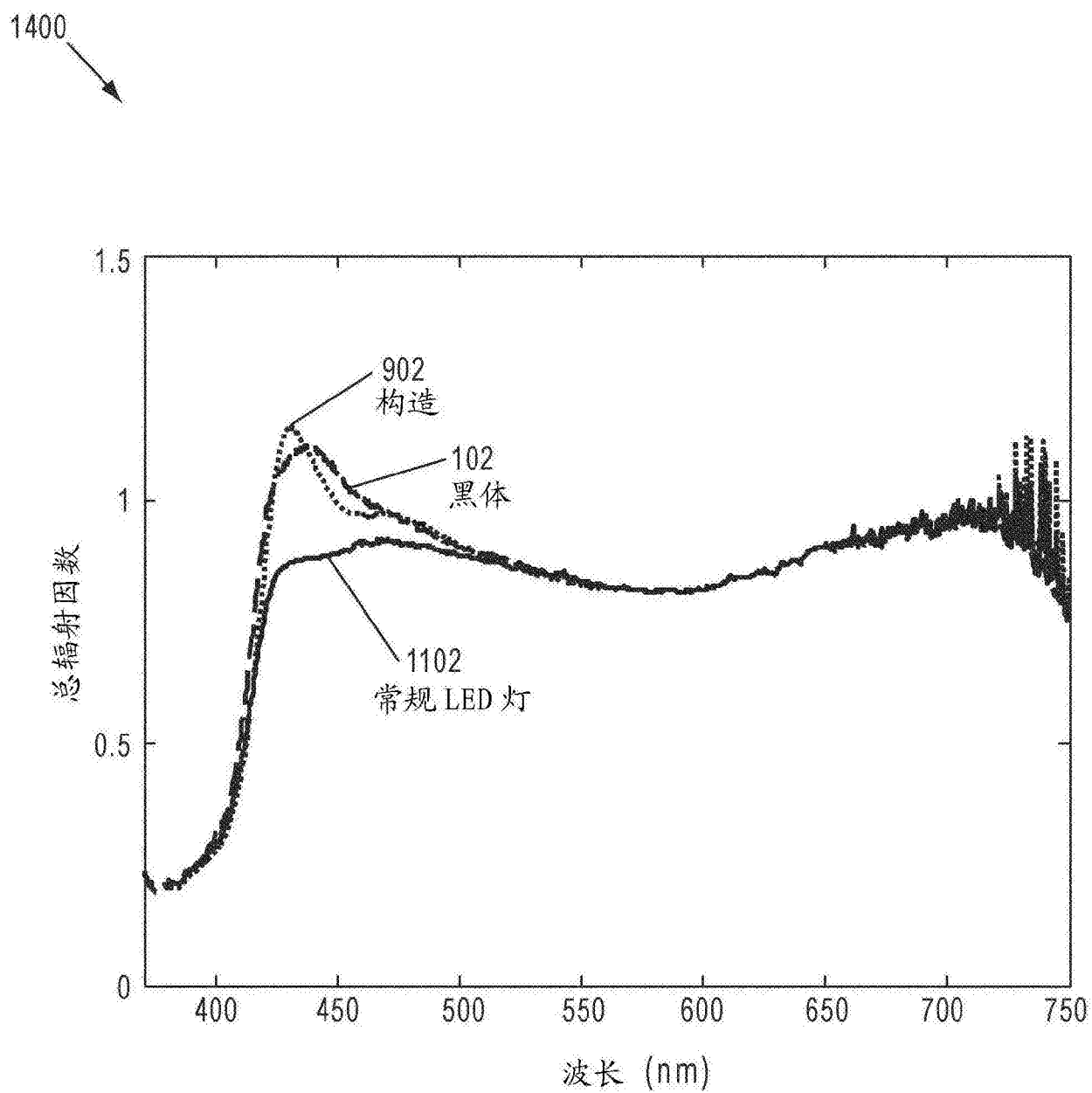


图14

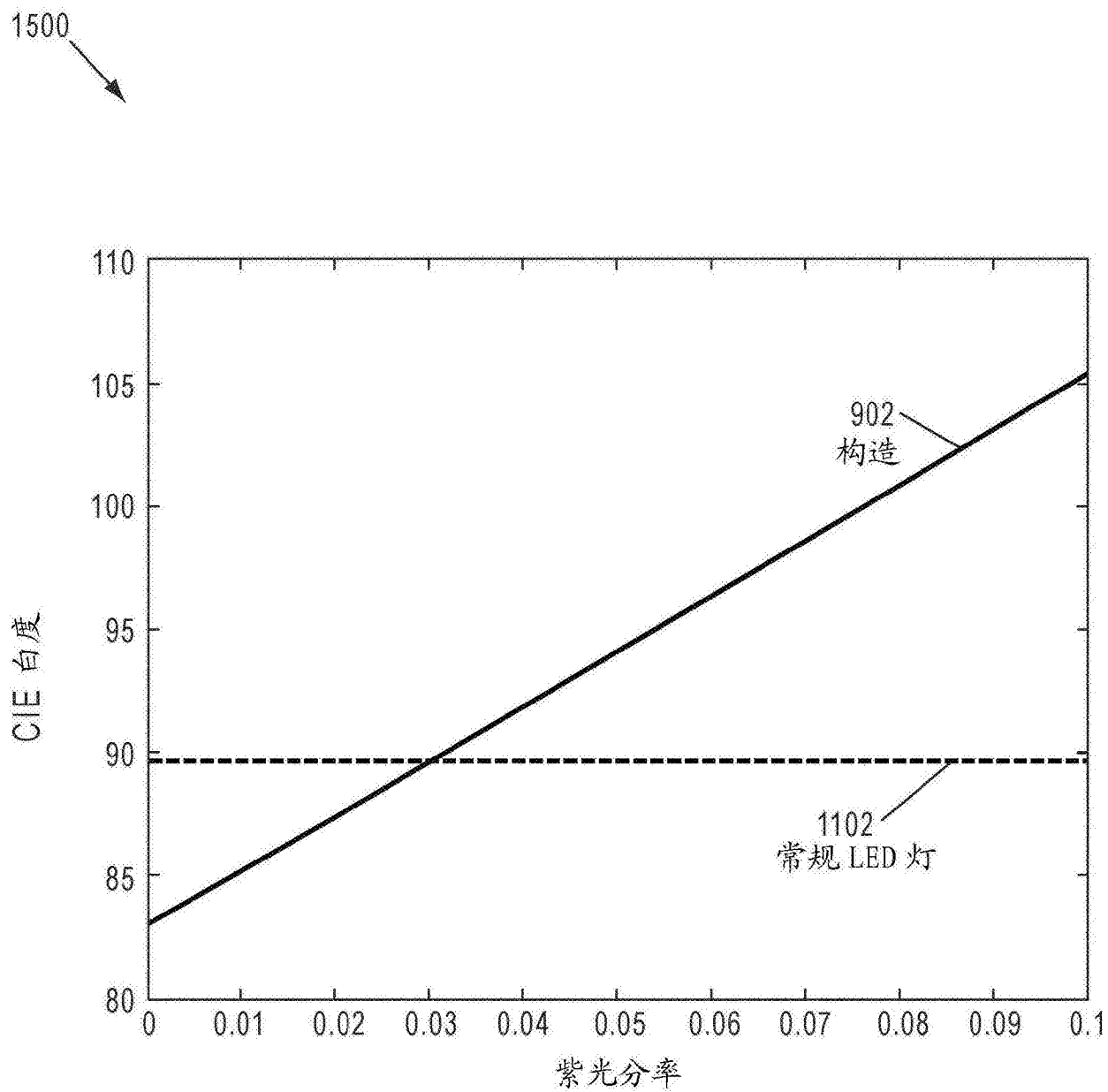


图15

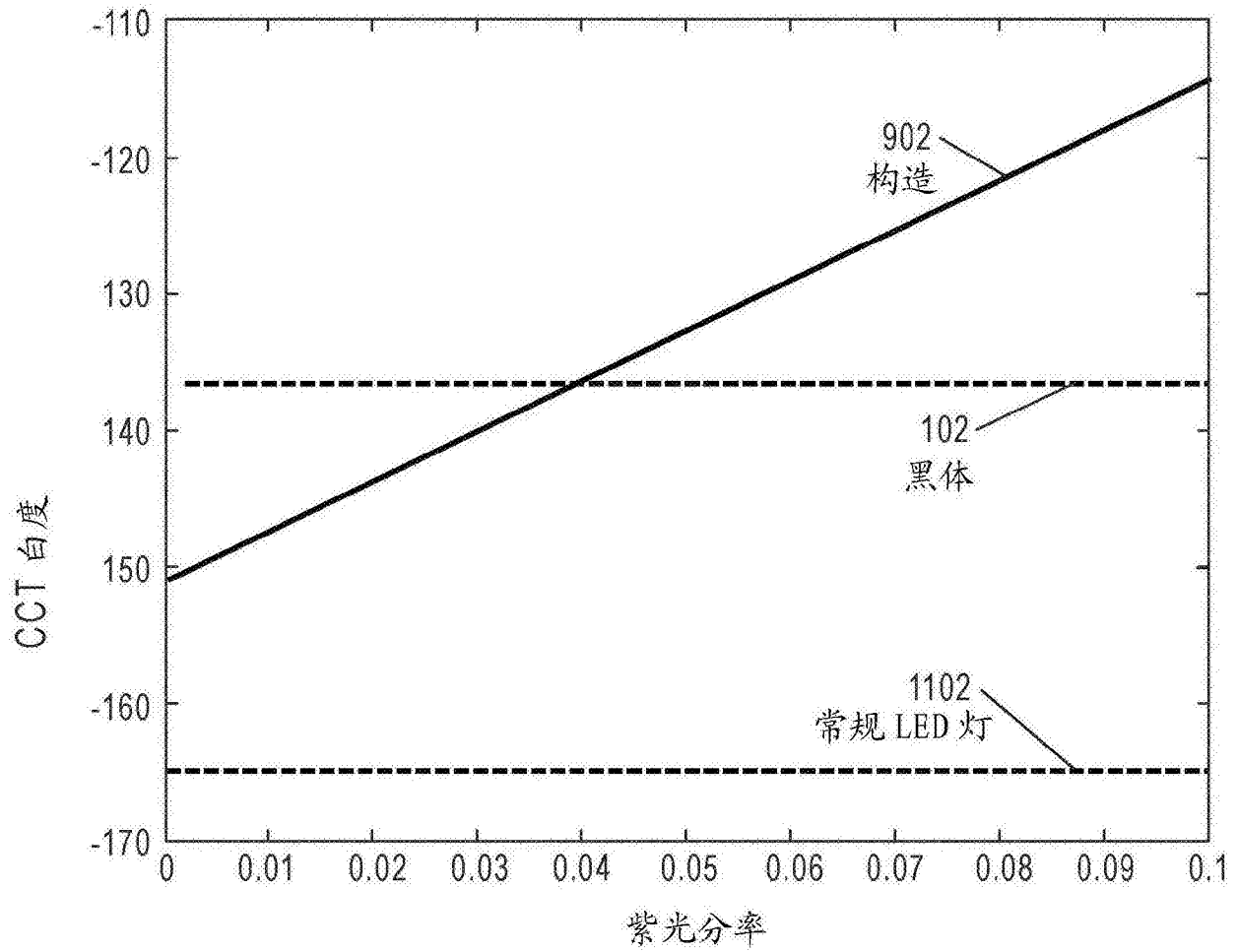
16A00
↓

图16A

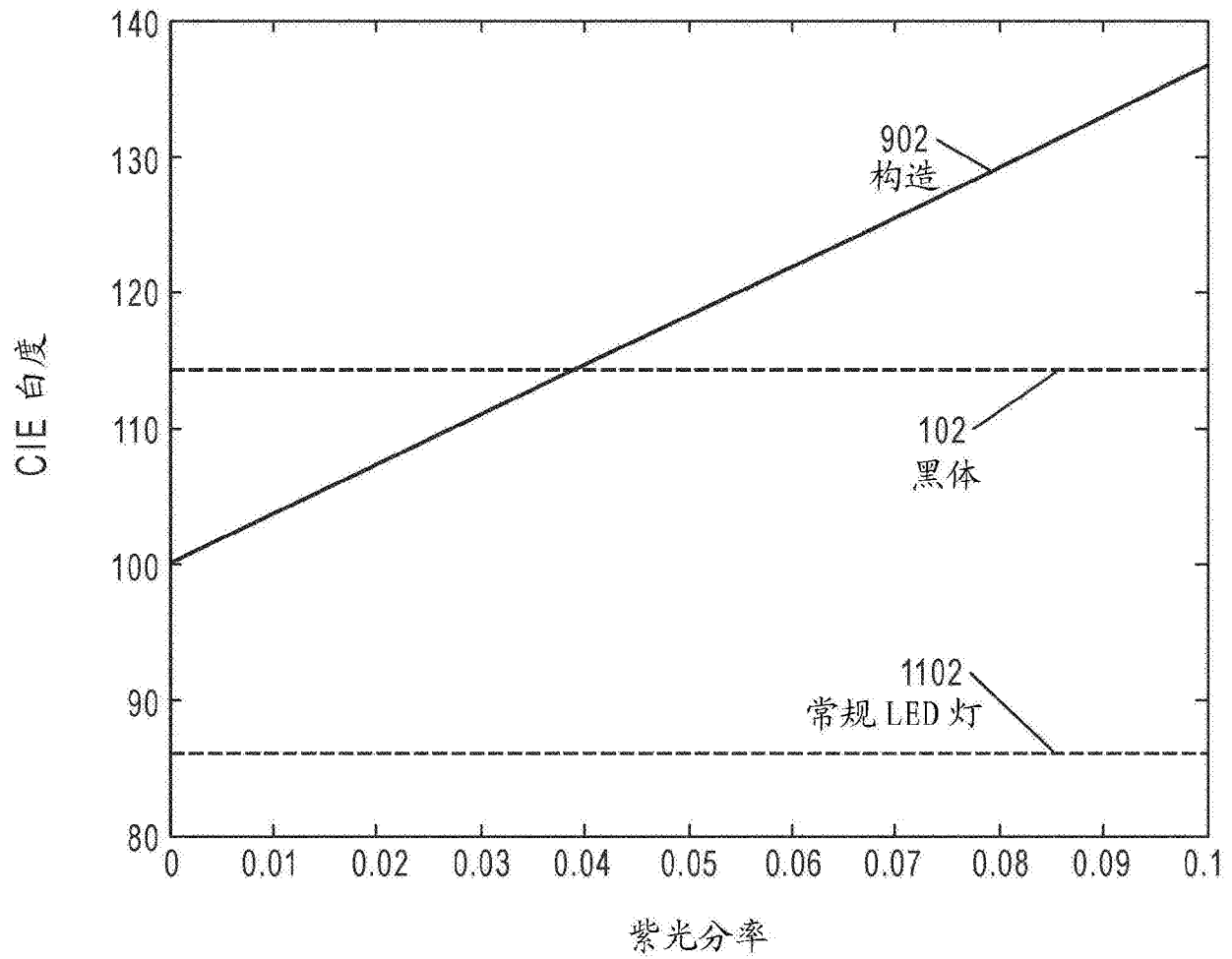
16B00
↓

图16B

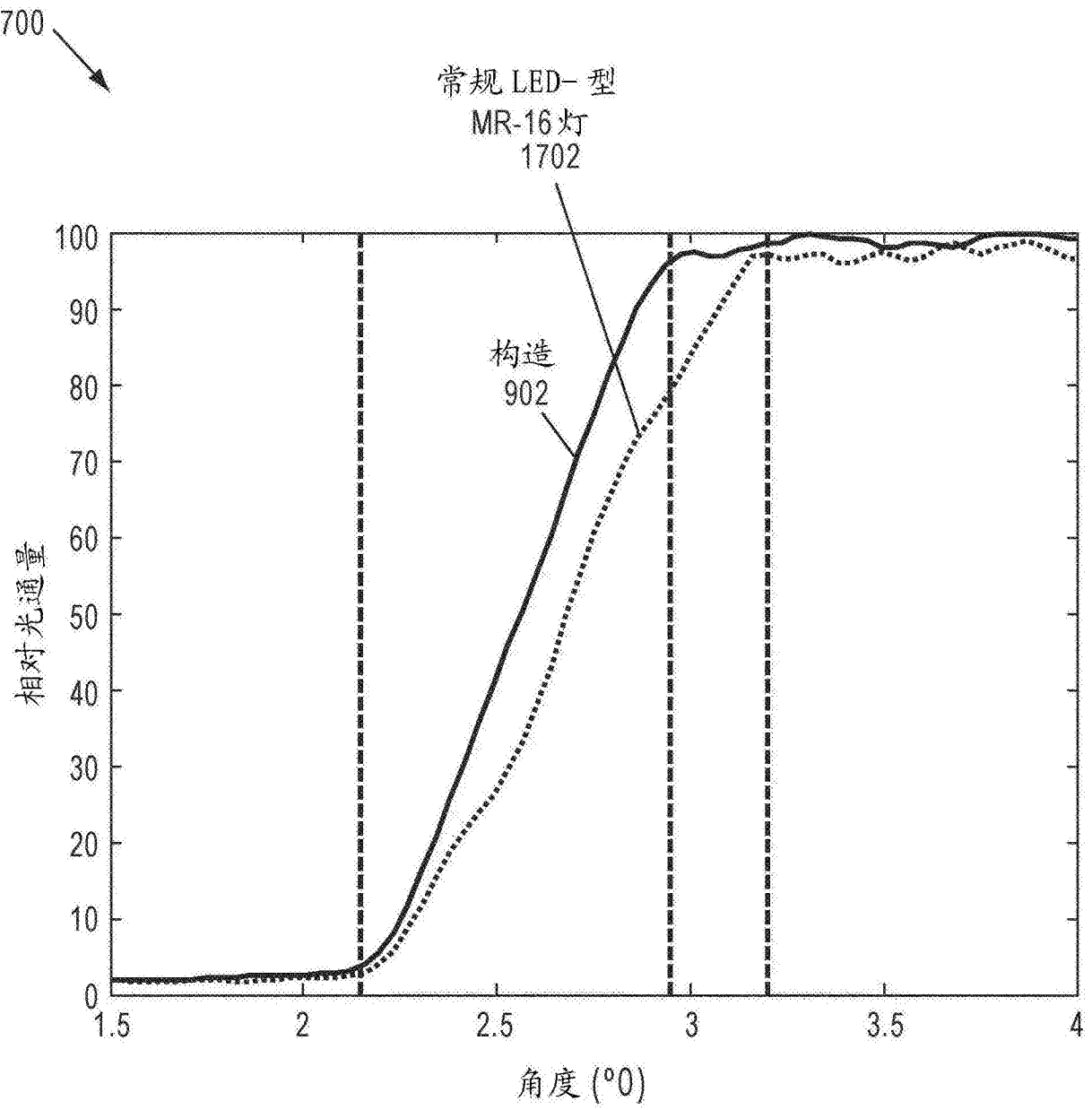


图17

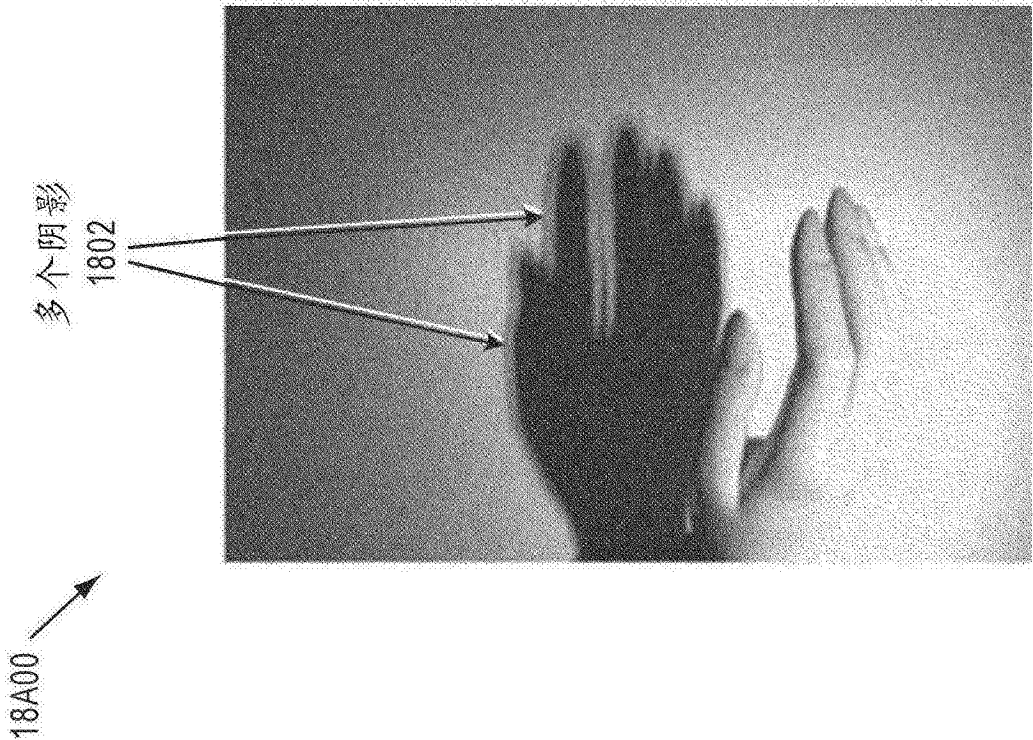


图18A

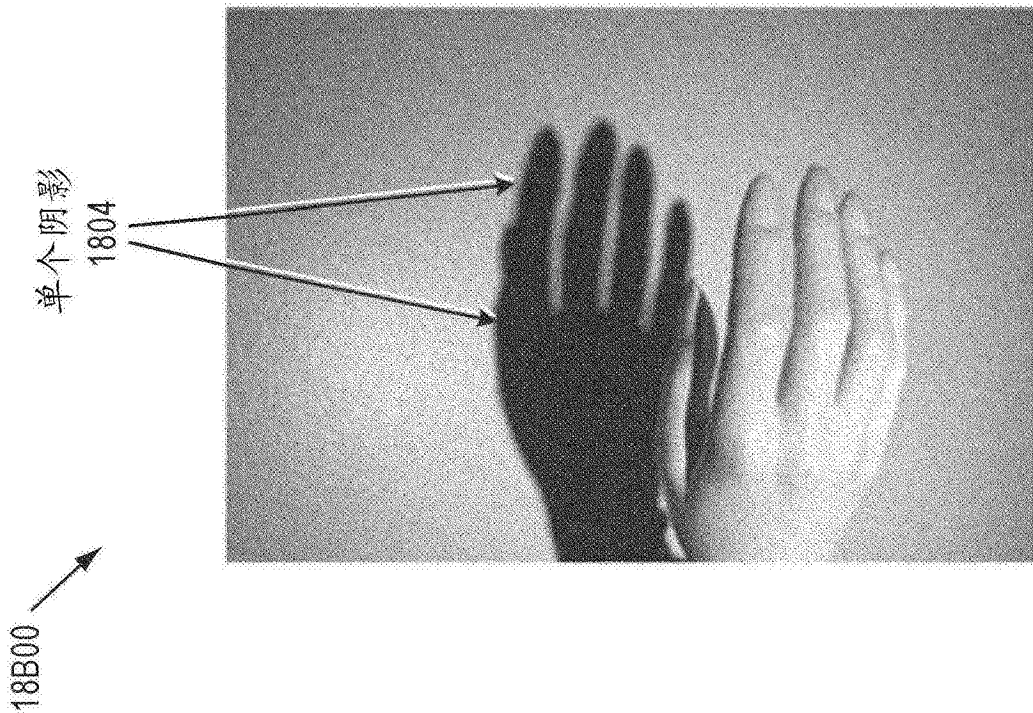


图18B

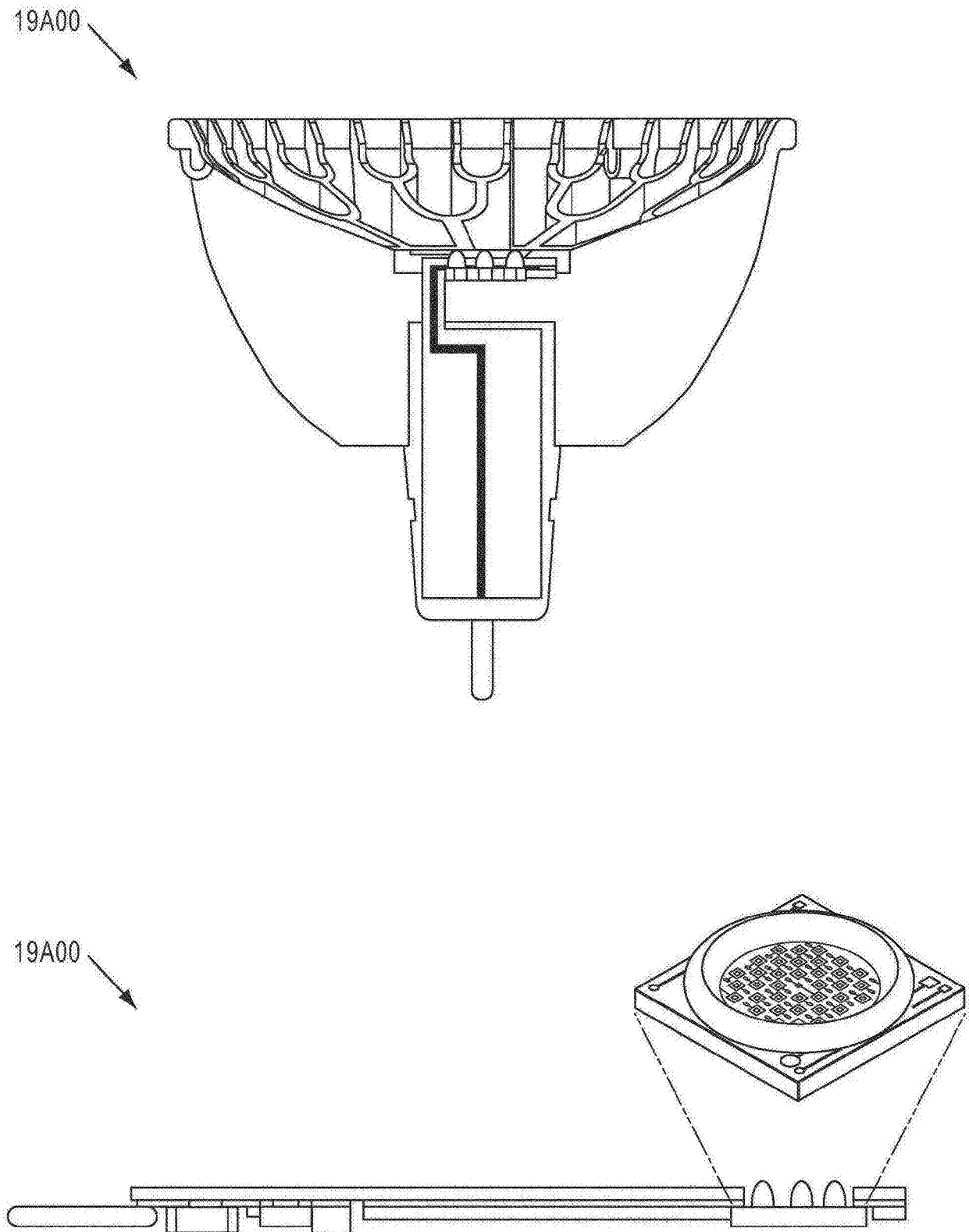


图19A

19B00

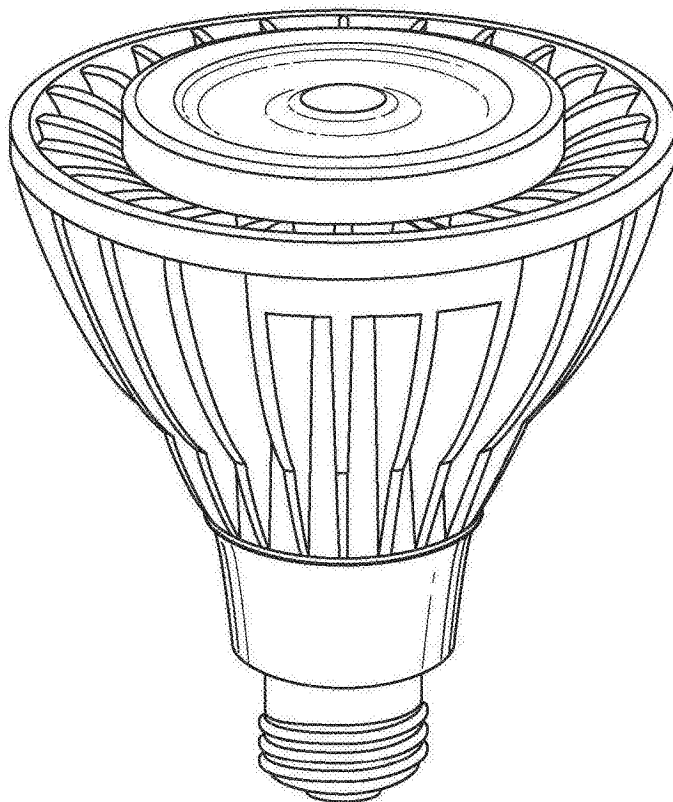


图19B

19C00

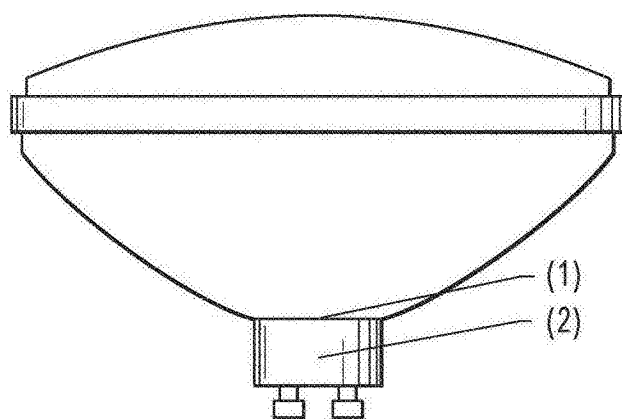


图19C1

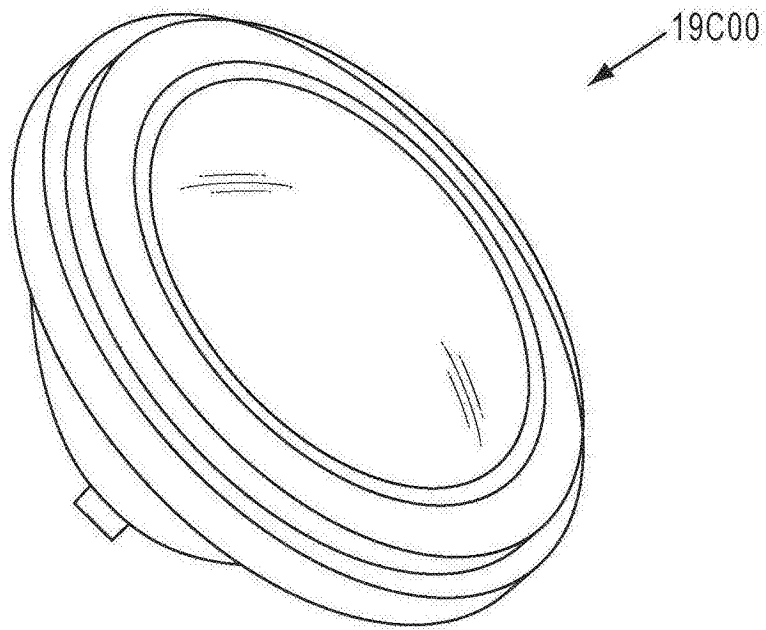


图19C2

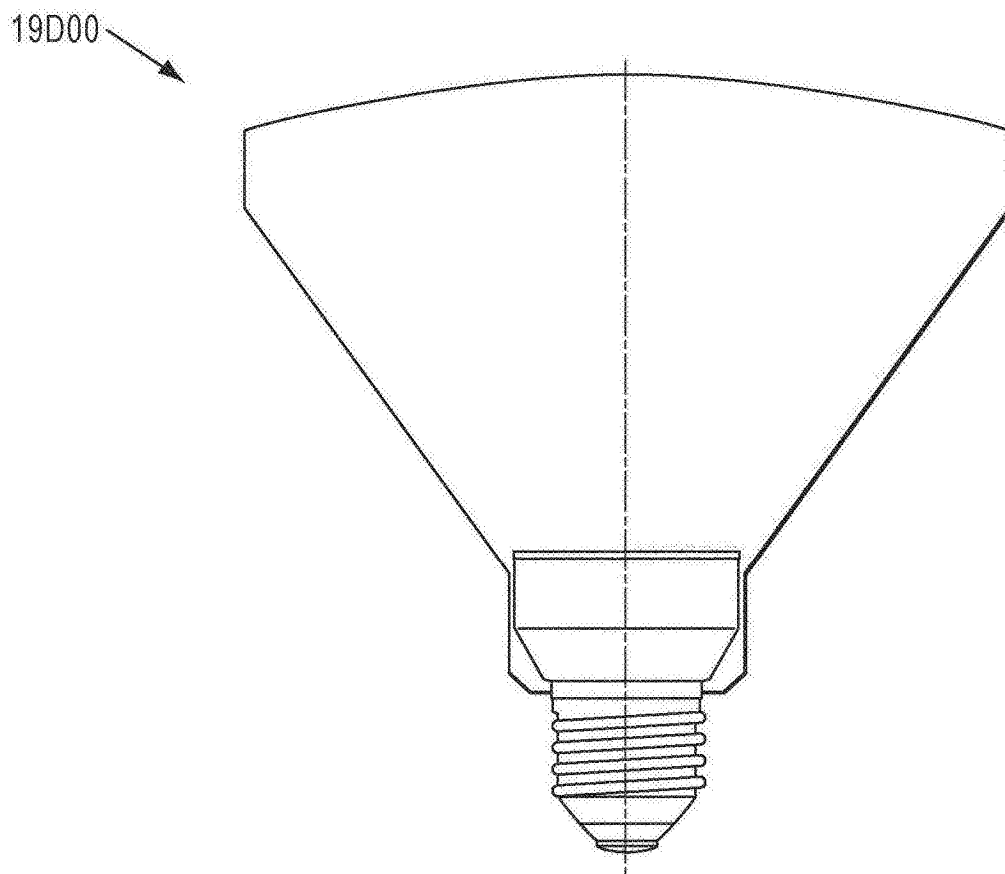


图19D1

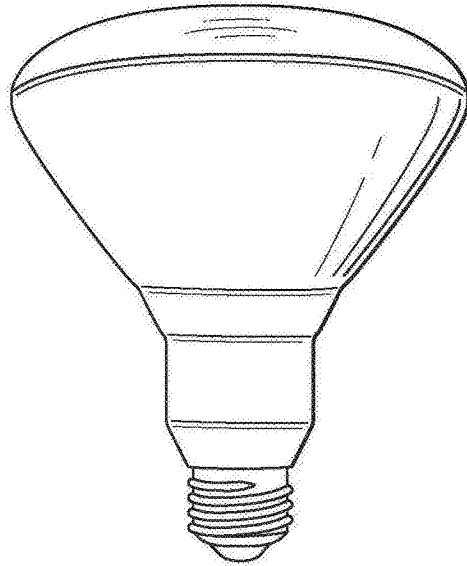


图19D2

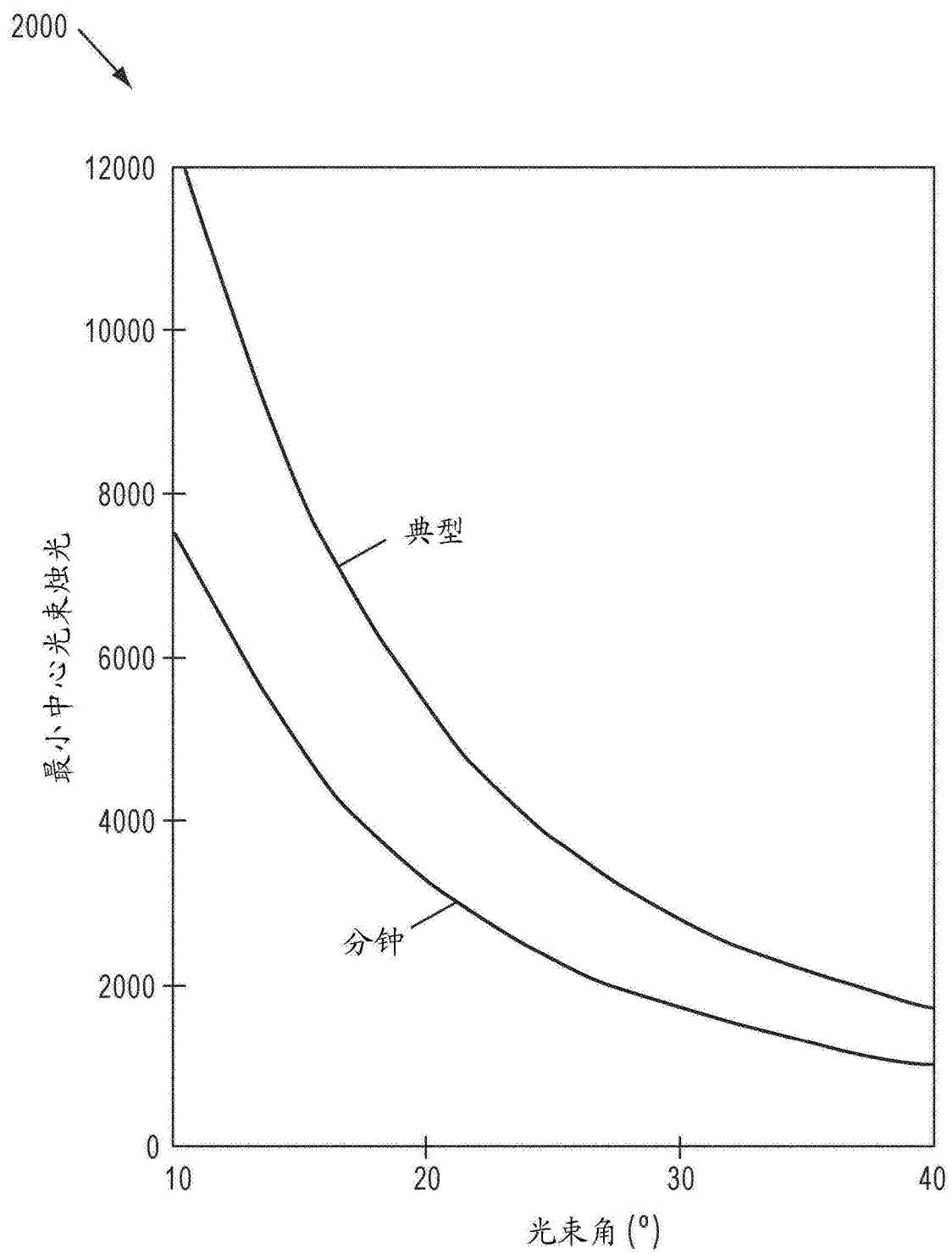


图20

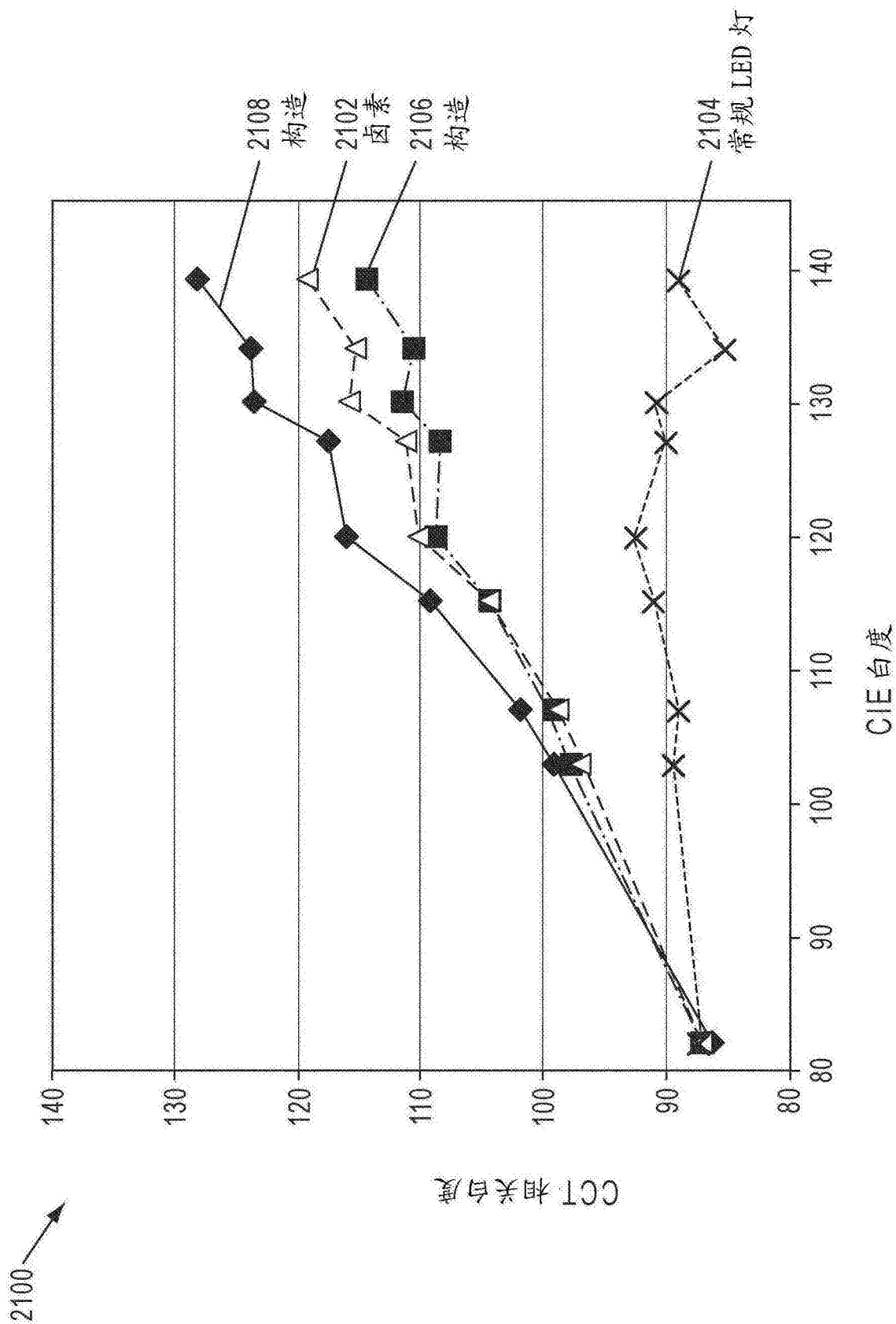


图21

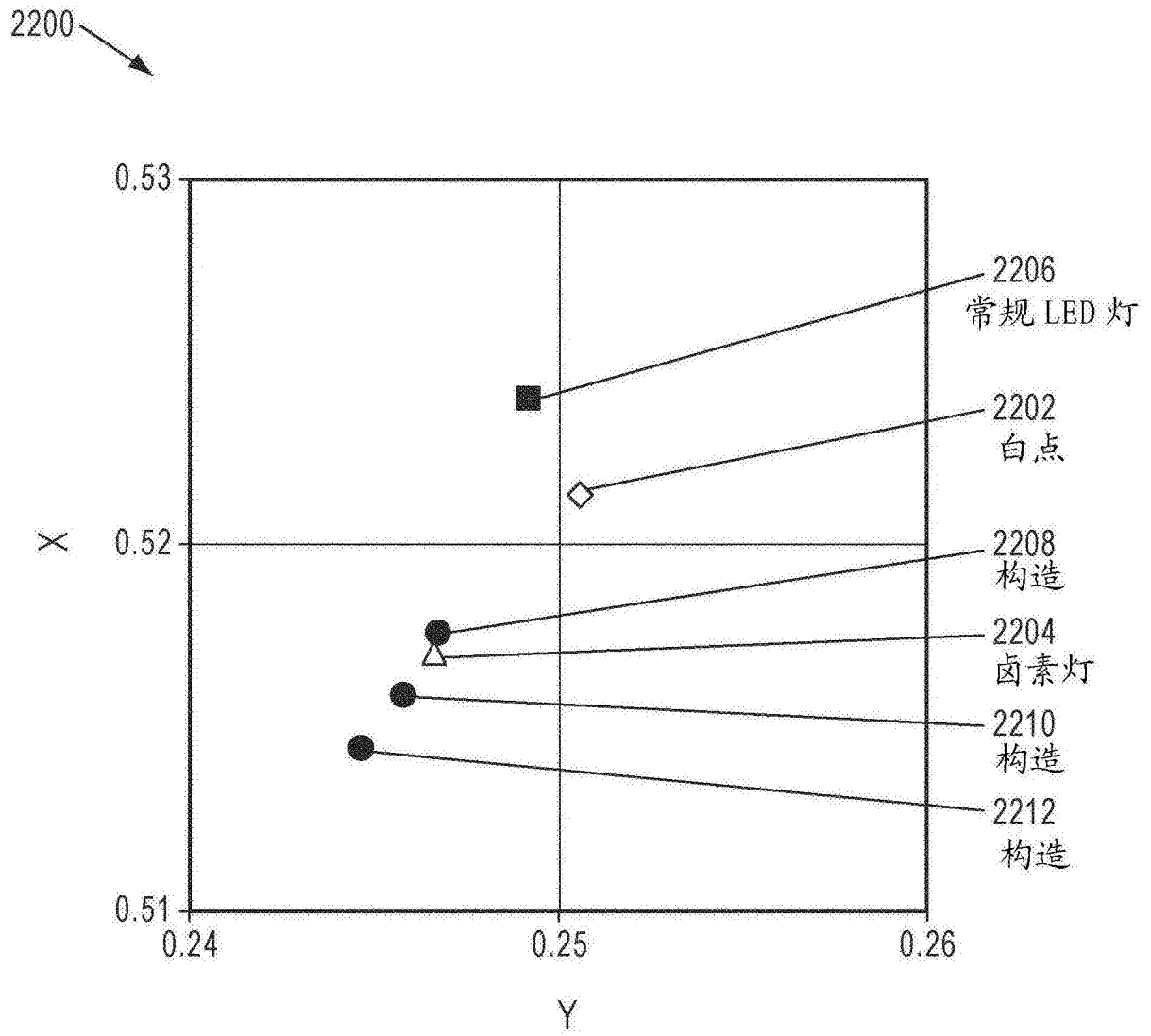


图22

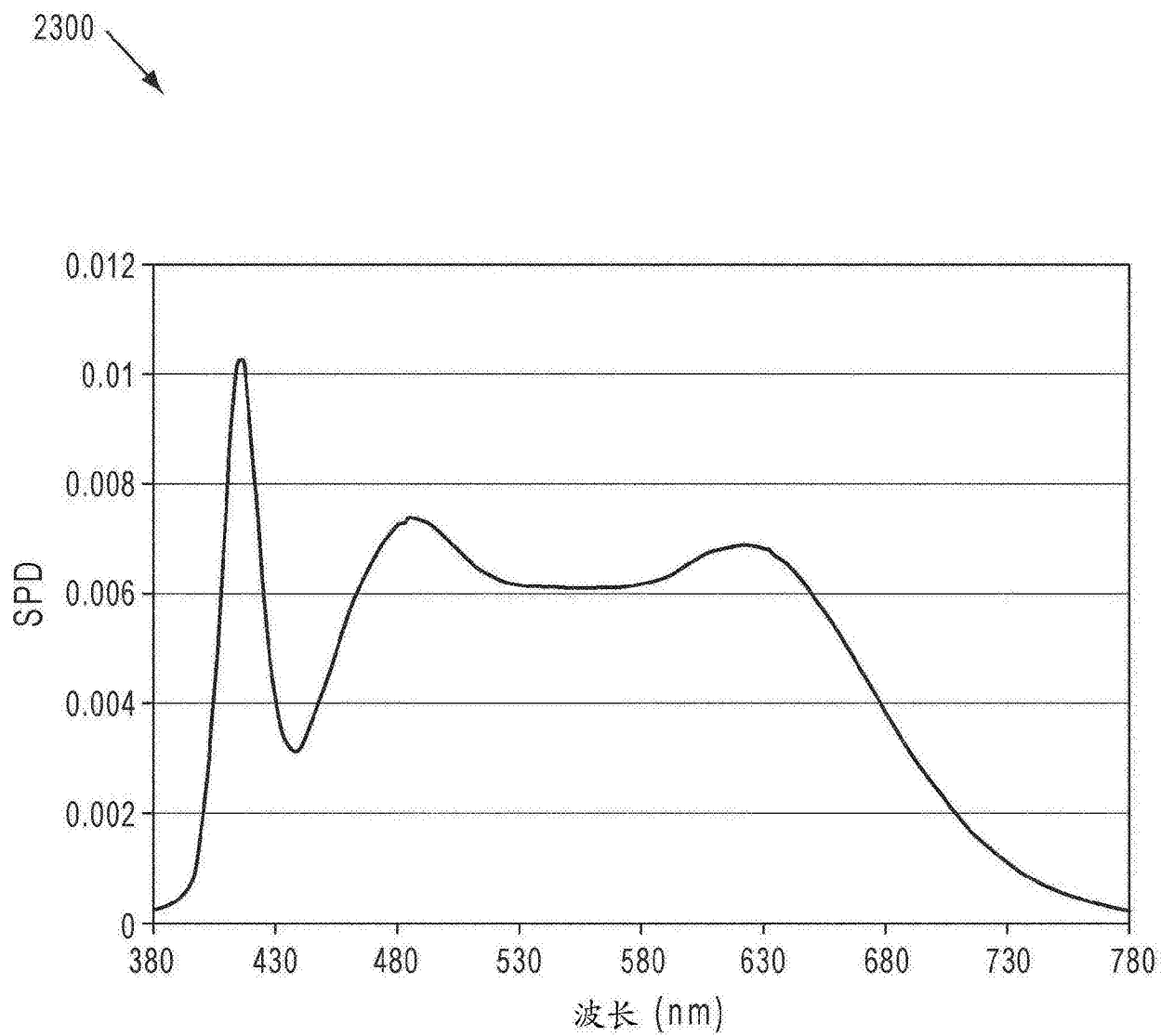


图23

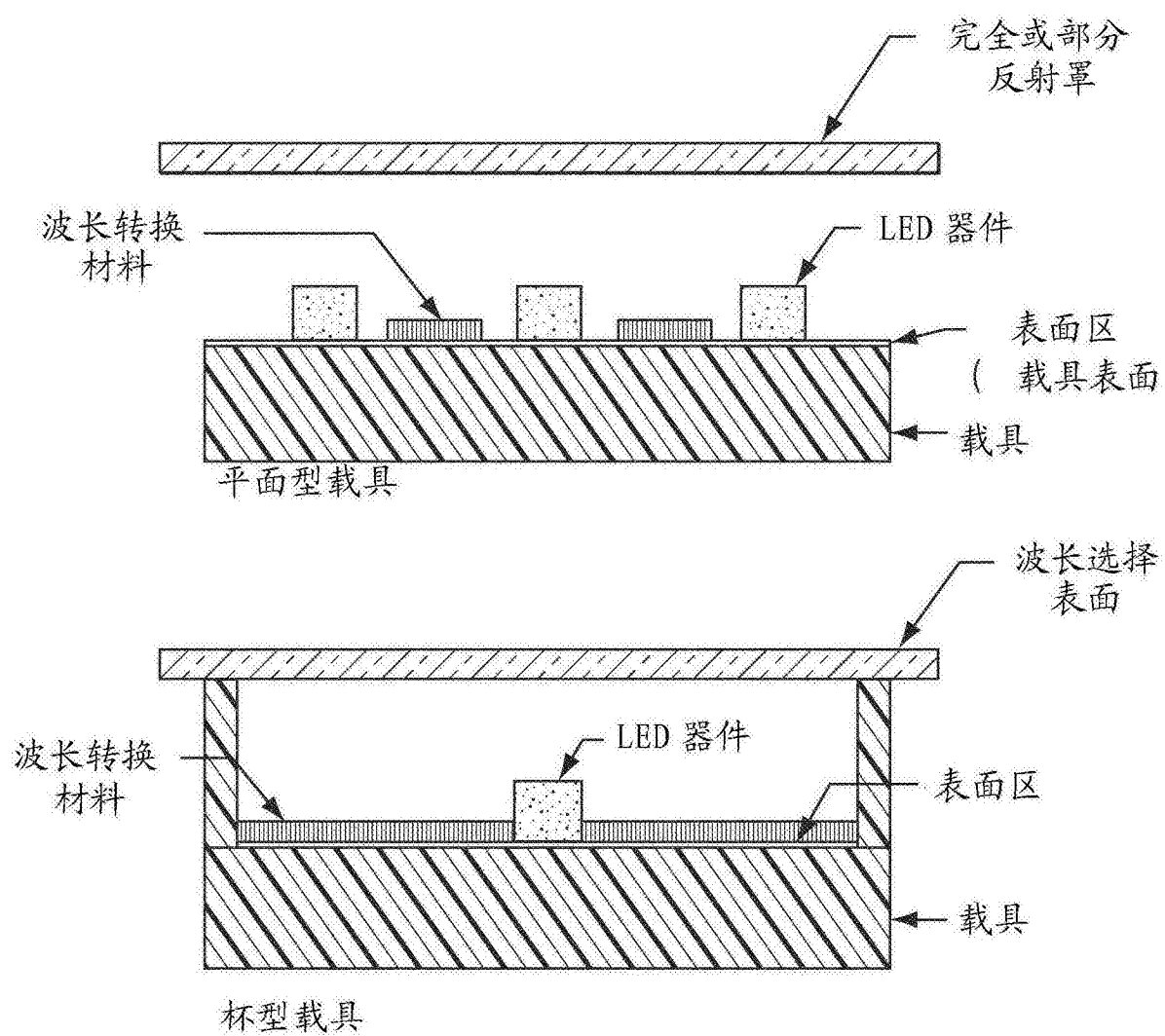


图24

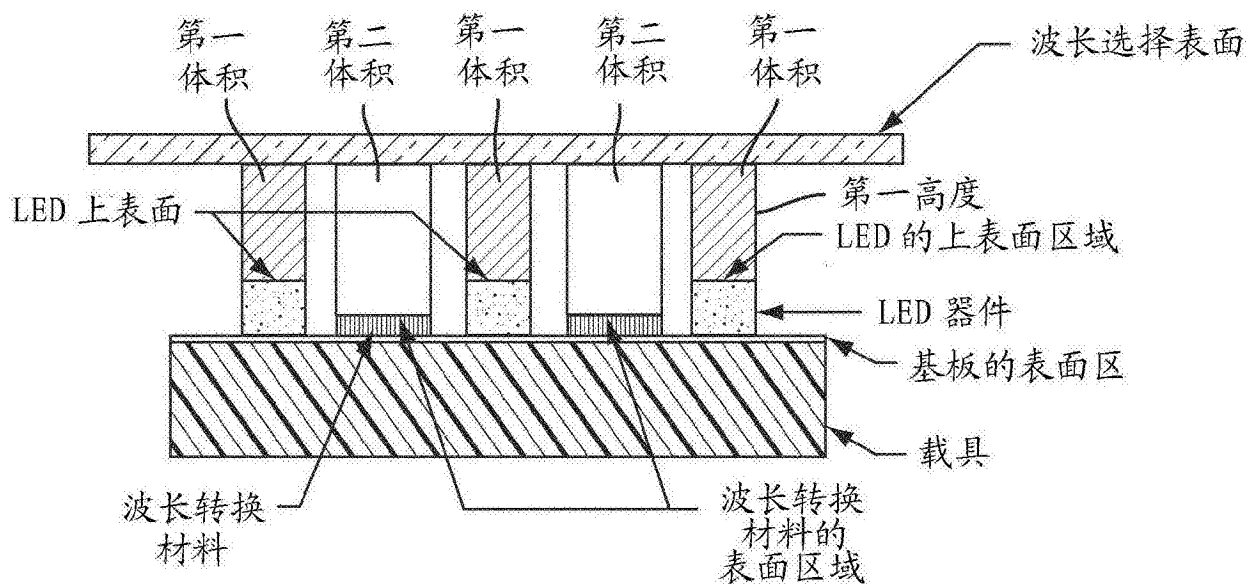


图25

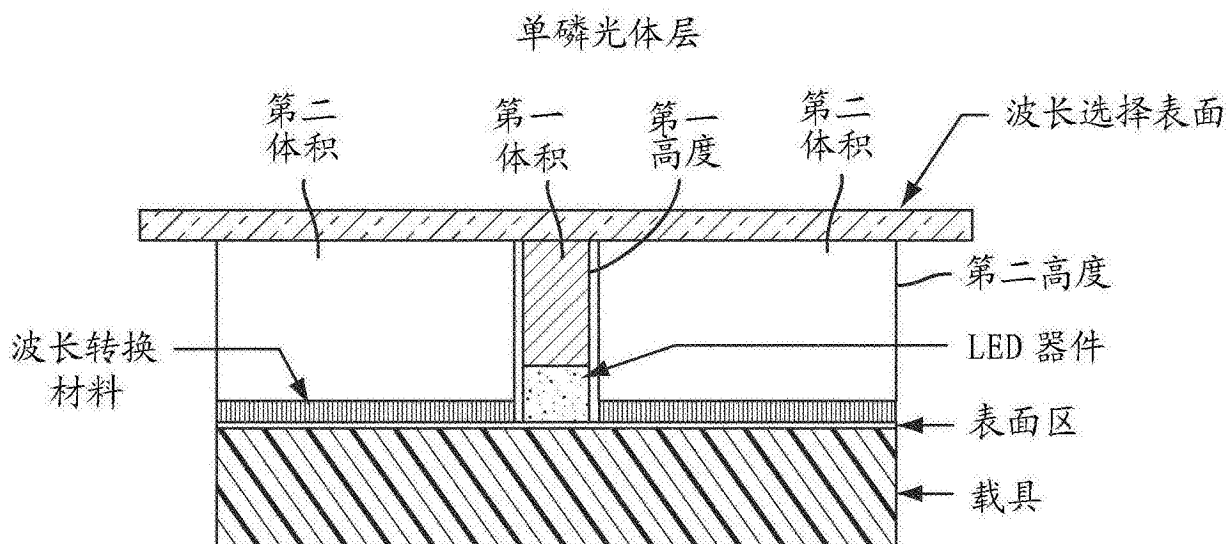


图26

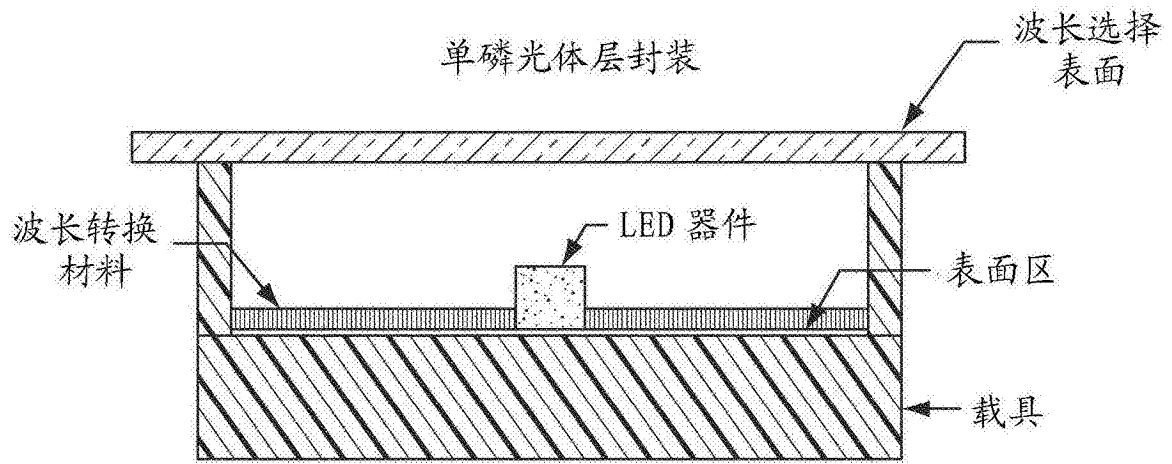


图27

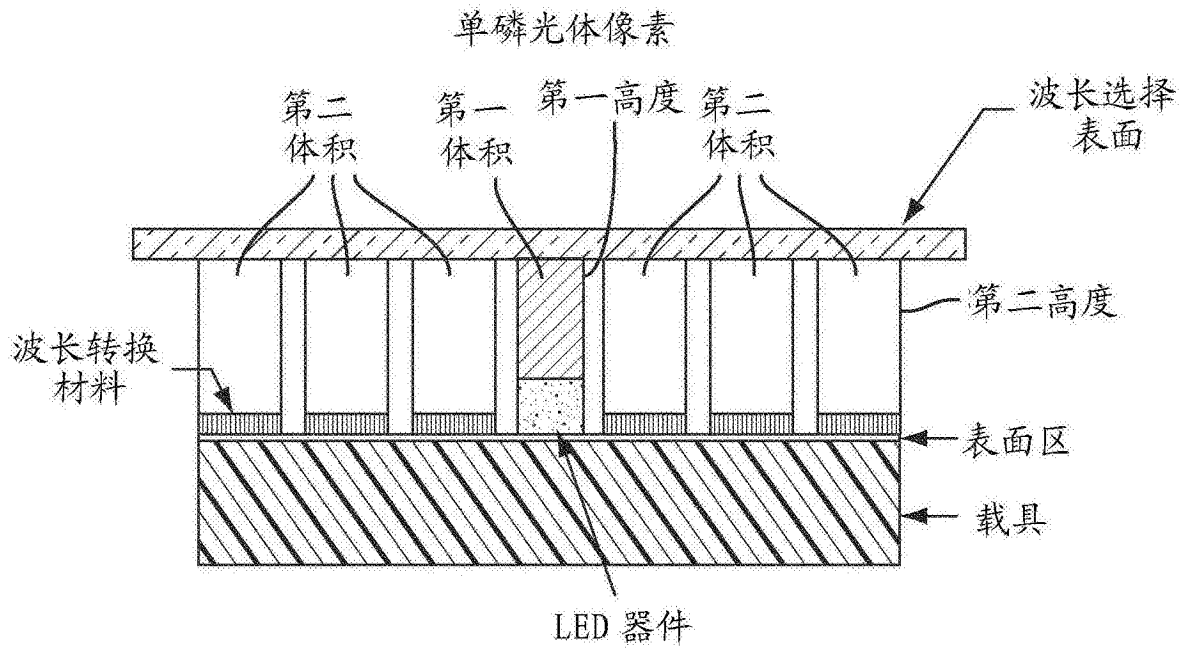


图28

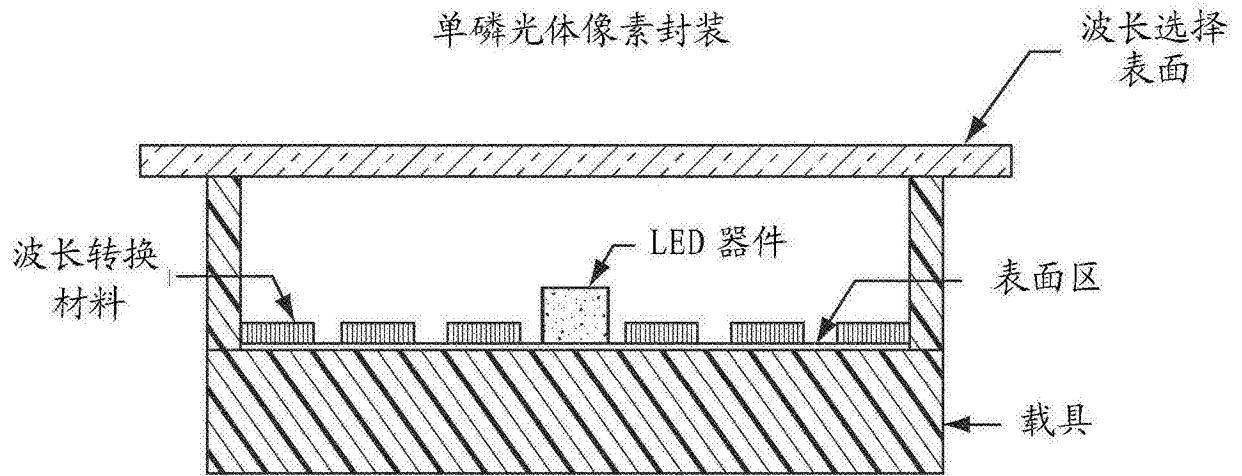


图29

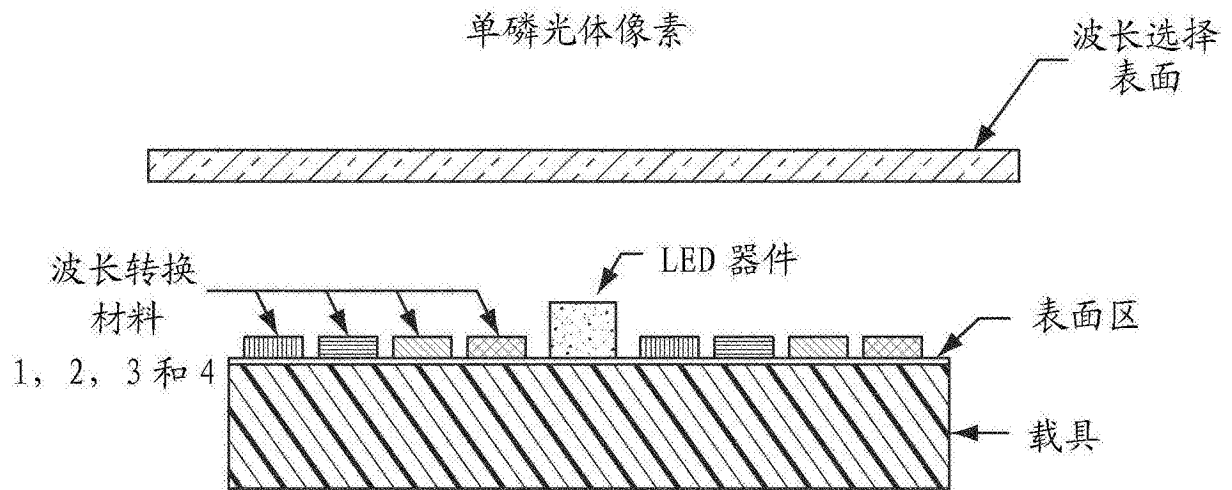


图30

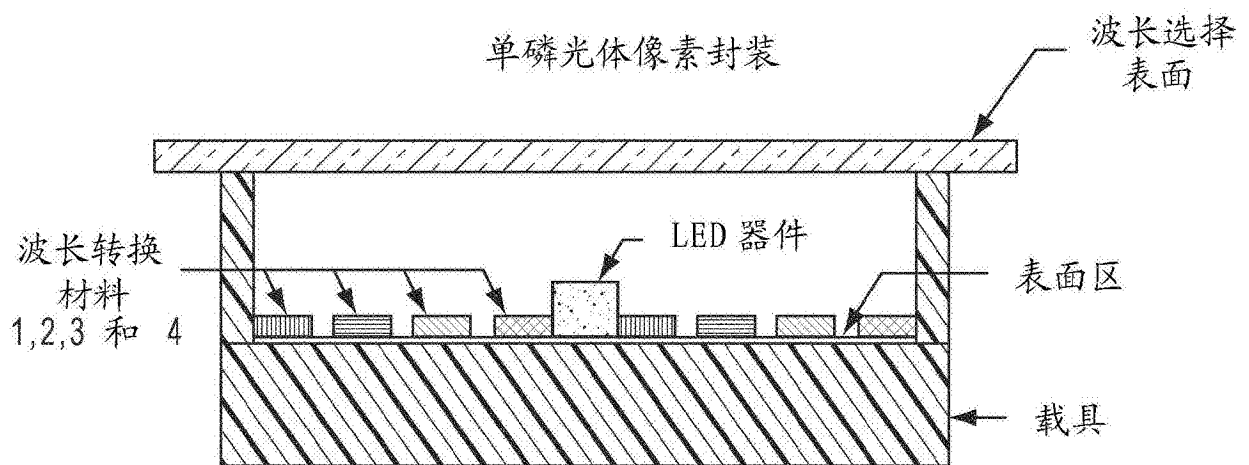


图31

反射模式腔体

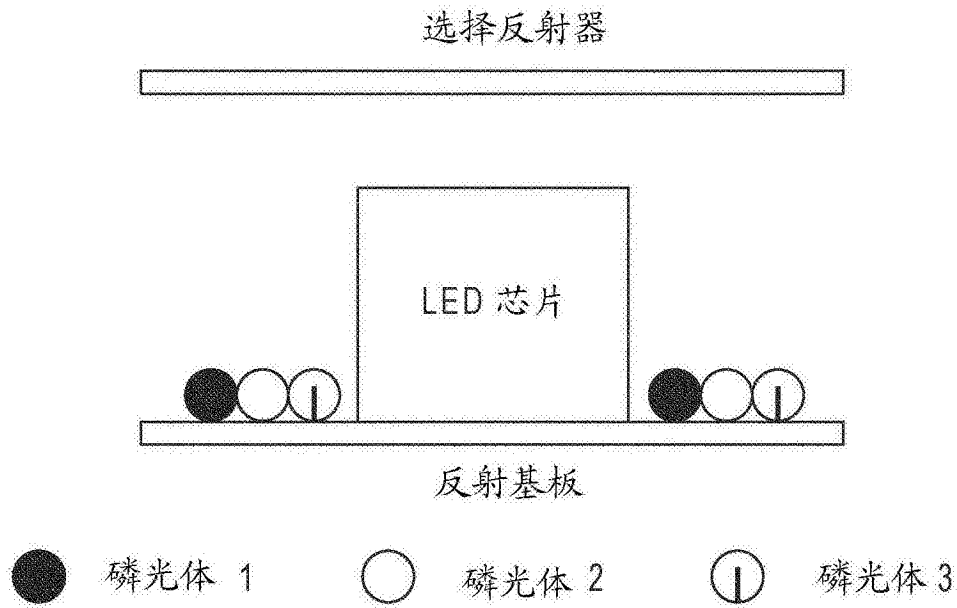


图32

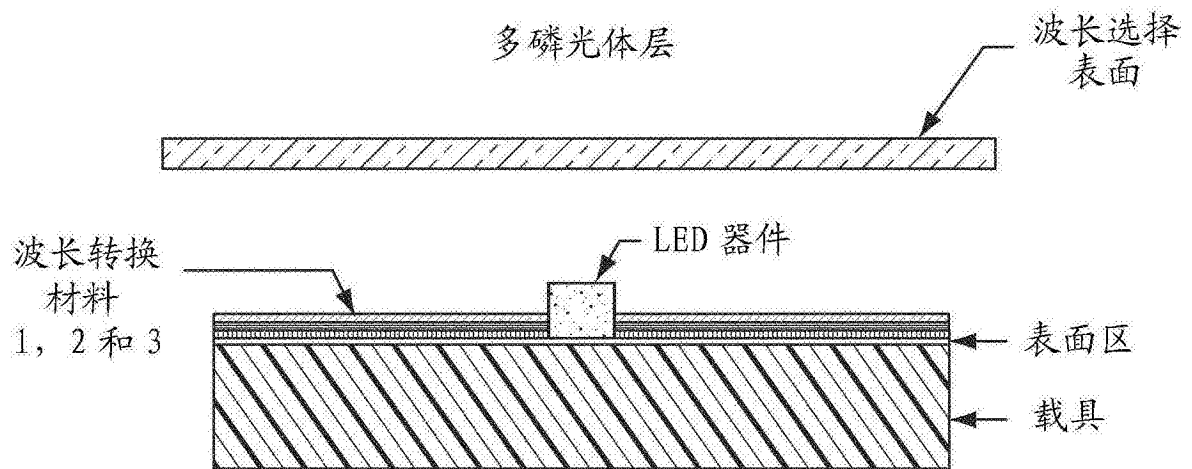


图33

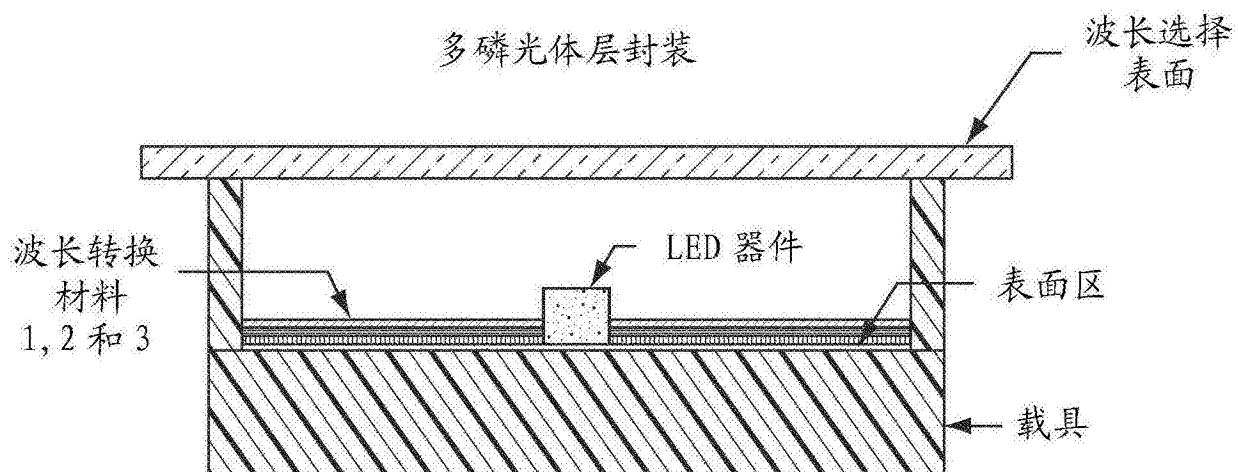


图34

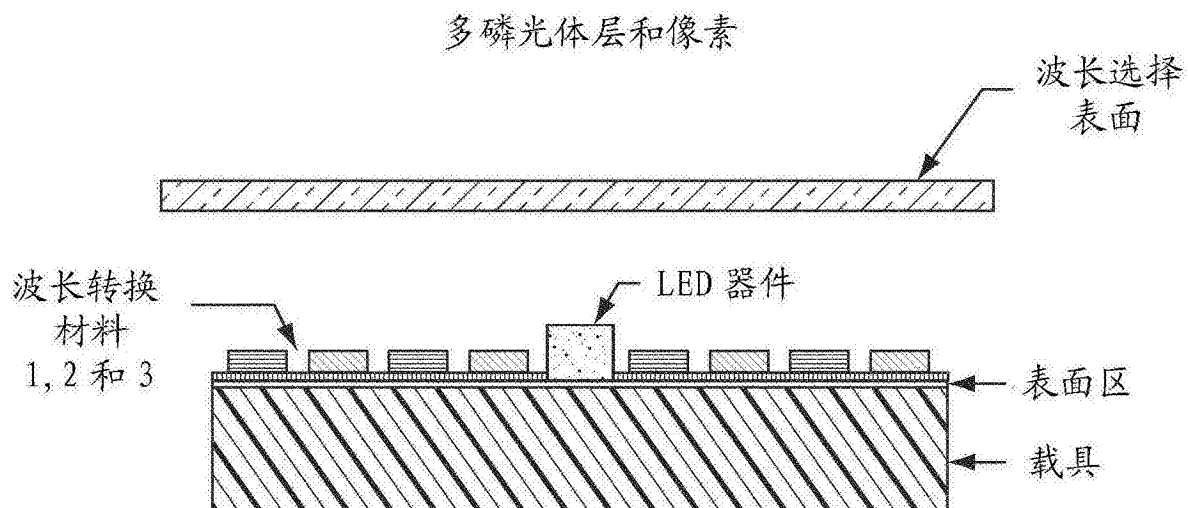


图35

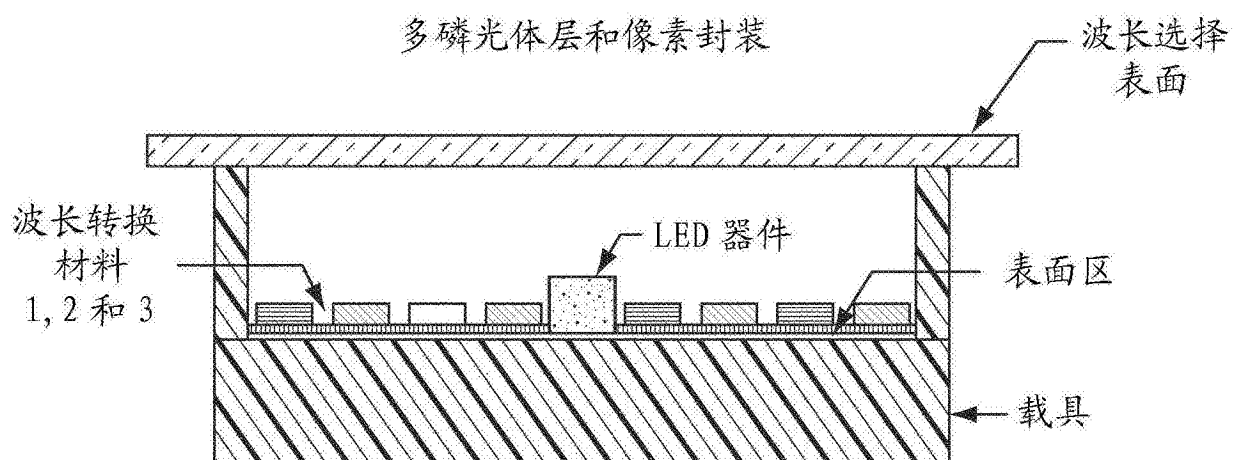
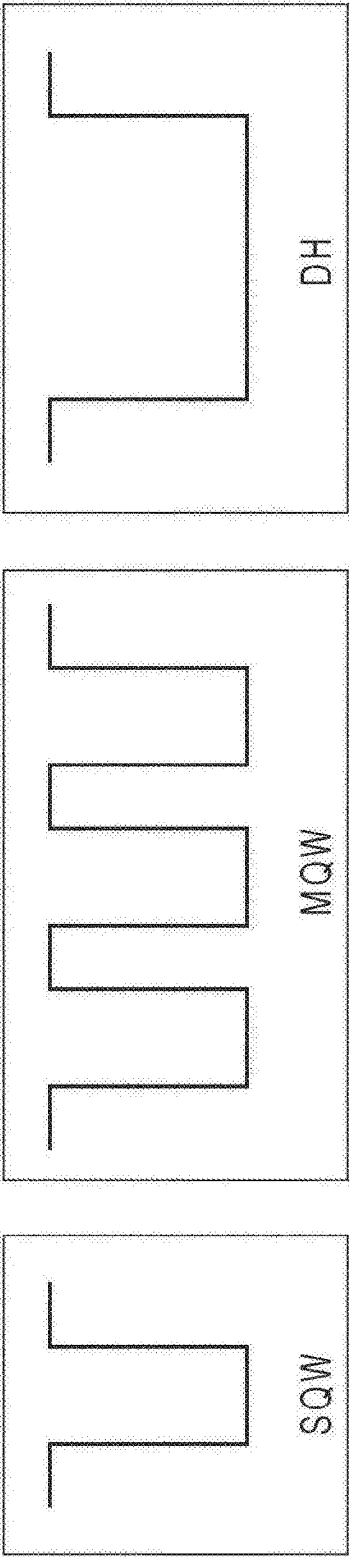


图36

先前技术：



本发明：

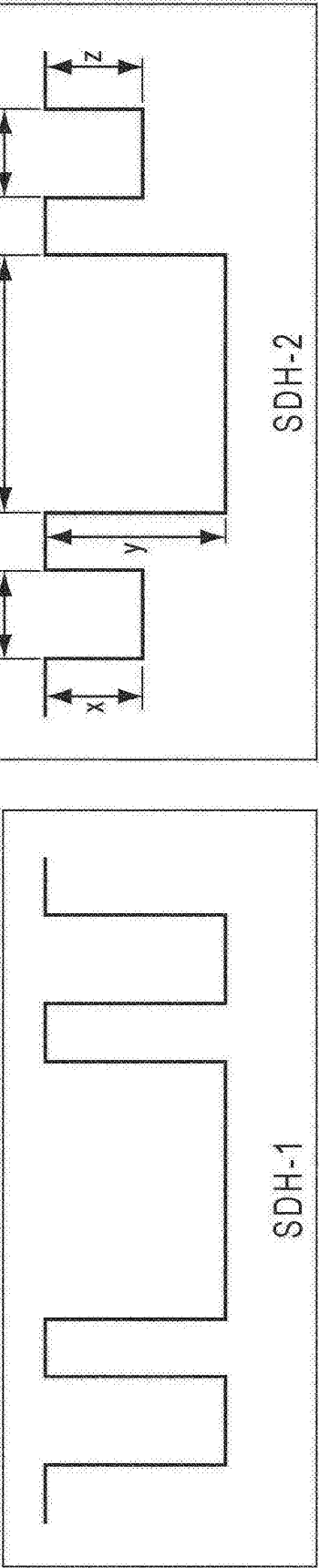


图37

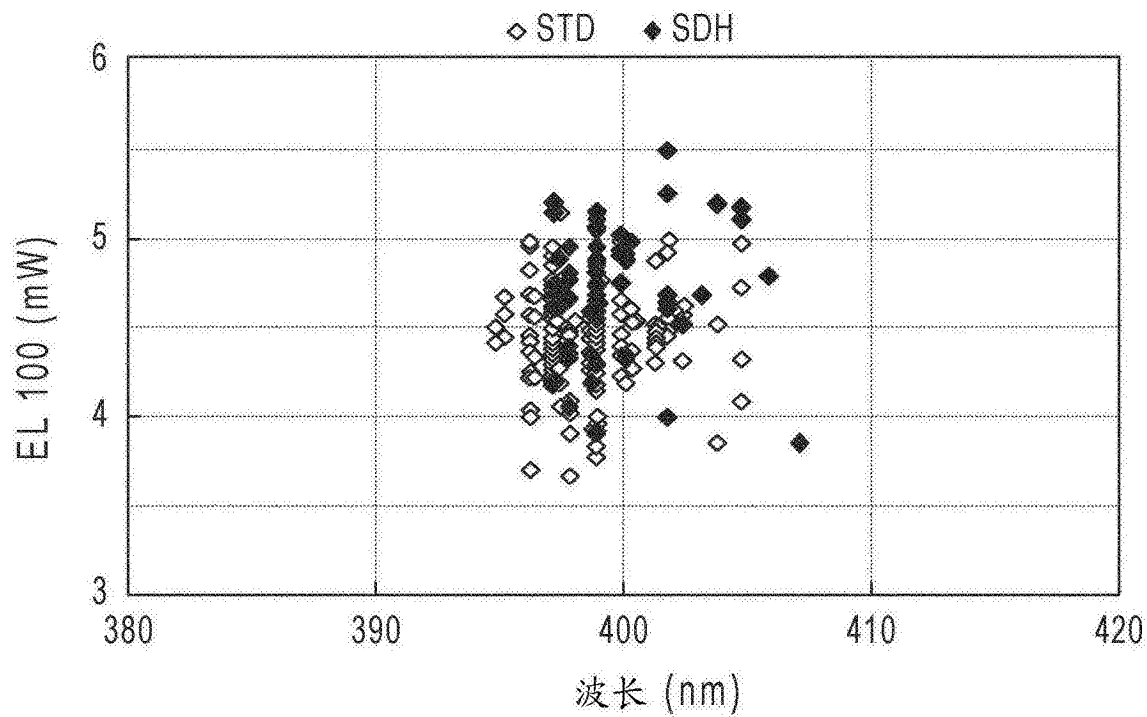


图38A

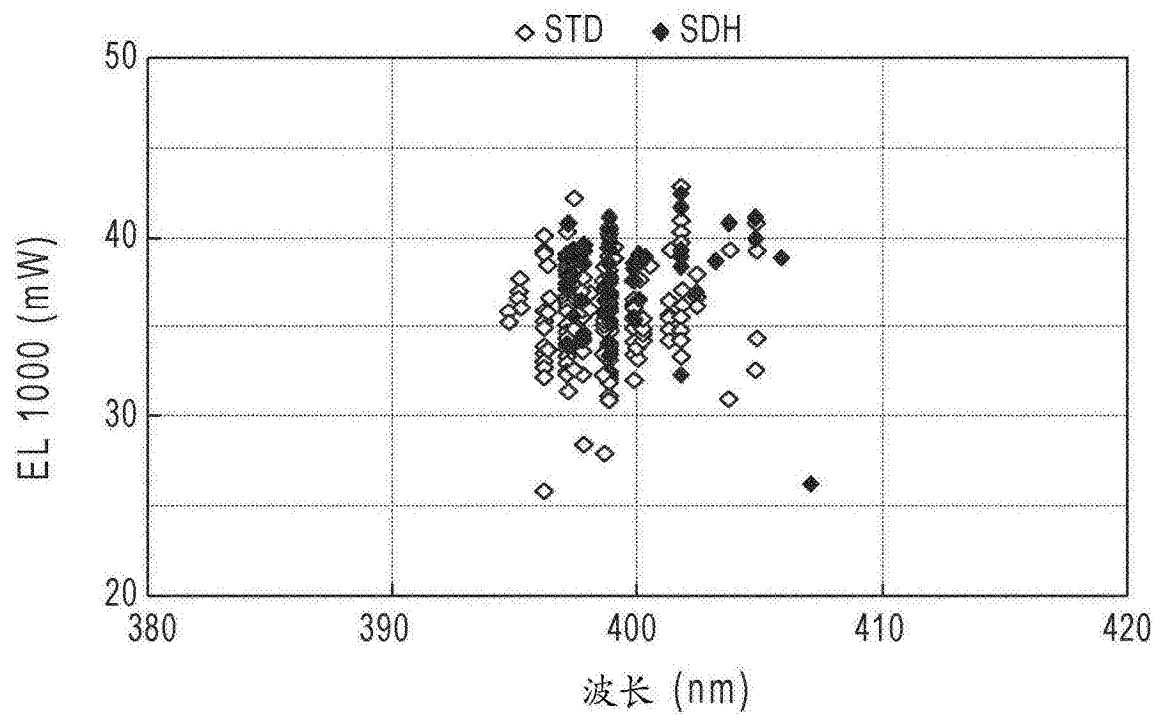


图38B

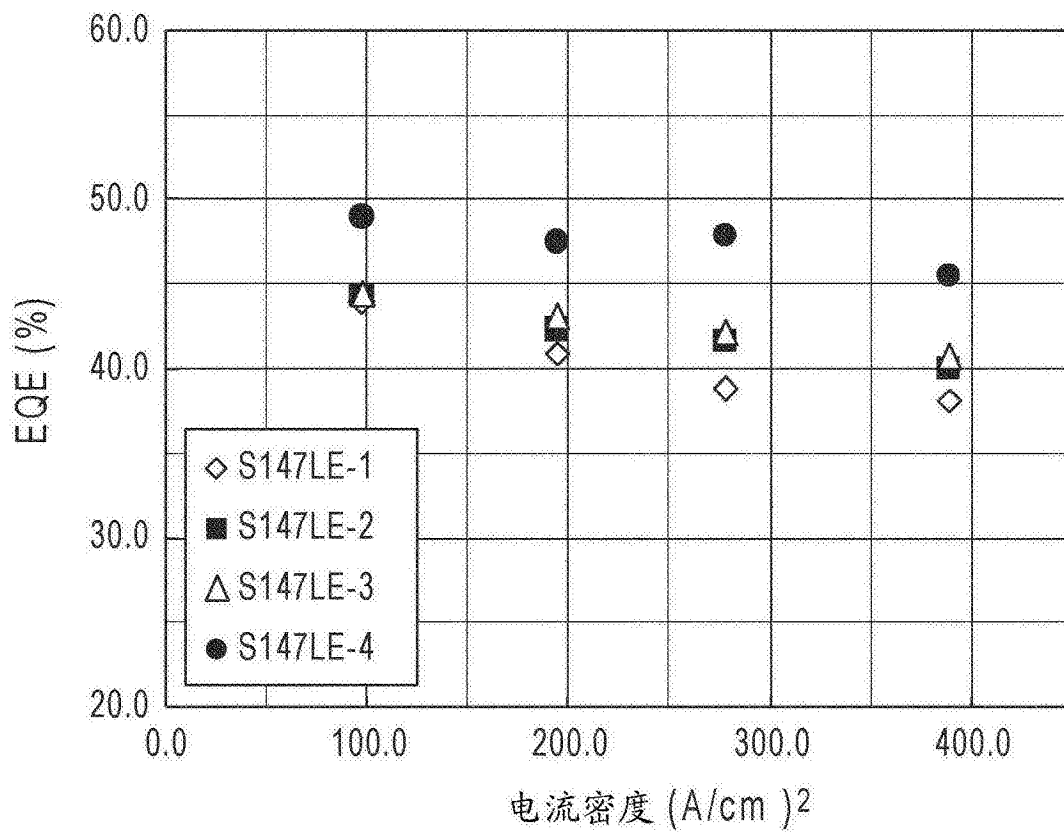


图38C

100A/cm² - 400A/cm²之间的 EQE 滚降

结构	EQE 滚降%
STD	13.4
SDH 90A	9.8
SDH 180A	8.6
SDH 210A	7.1



图38D

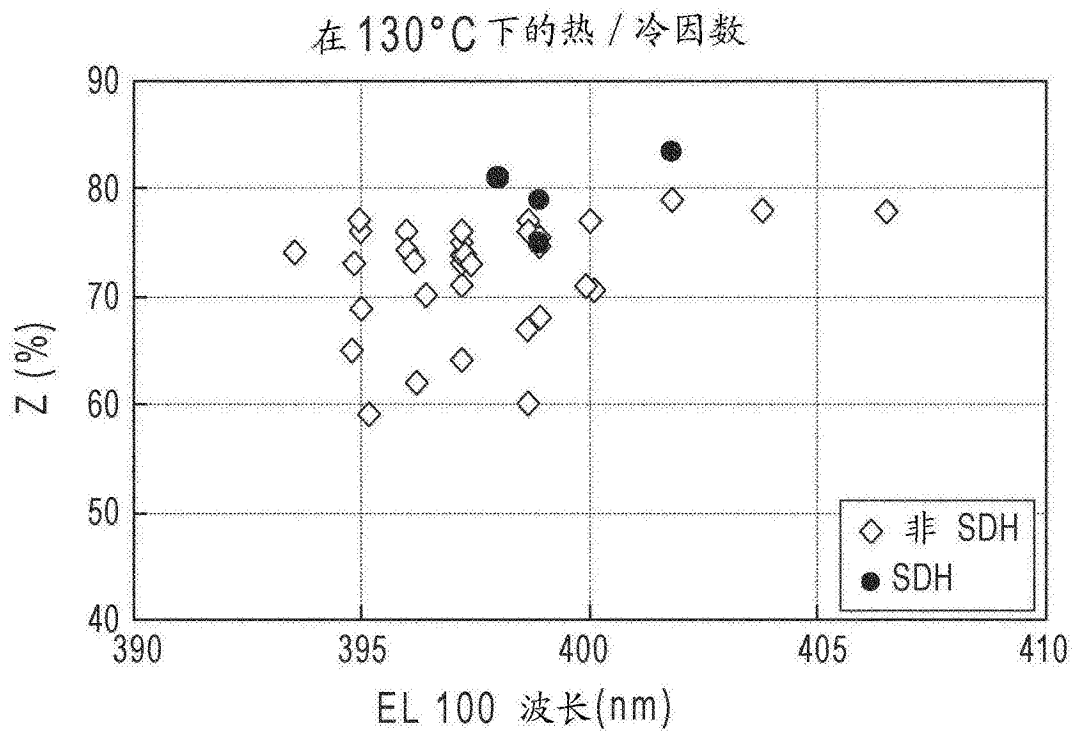


图39A

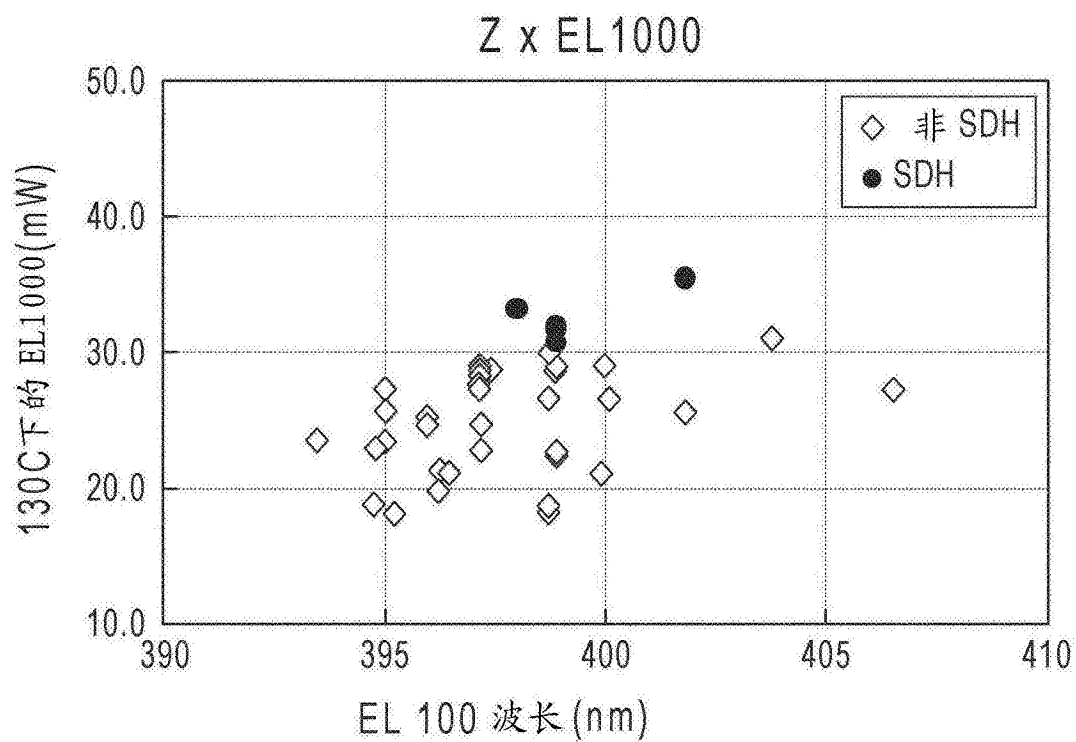


图39B

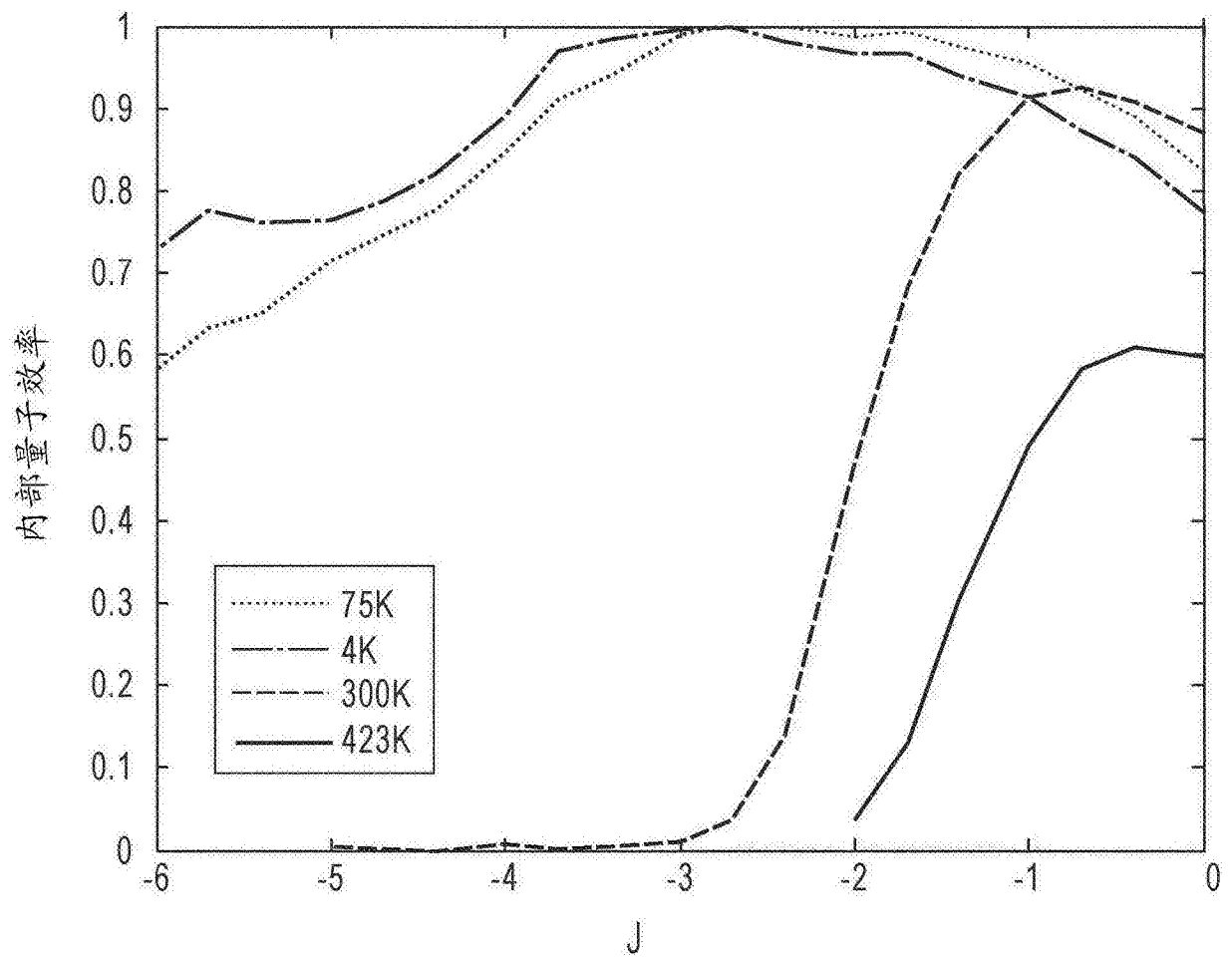


图40

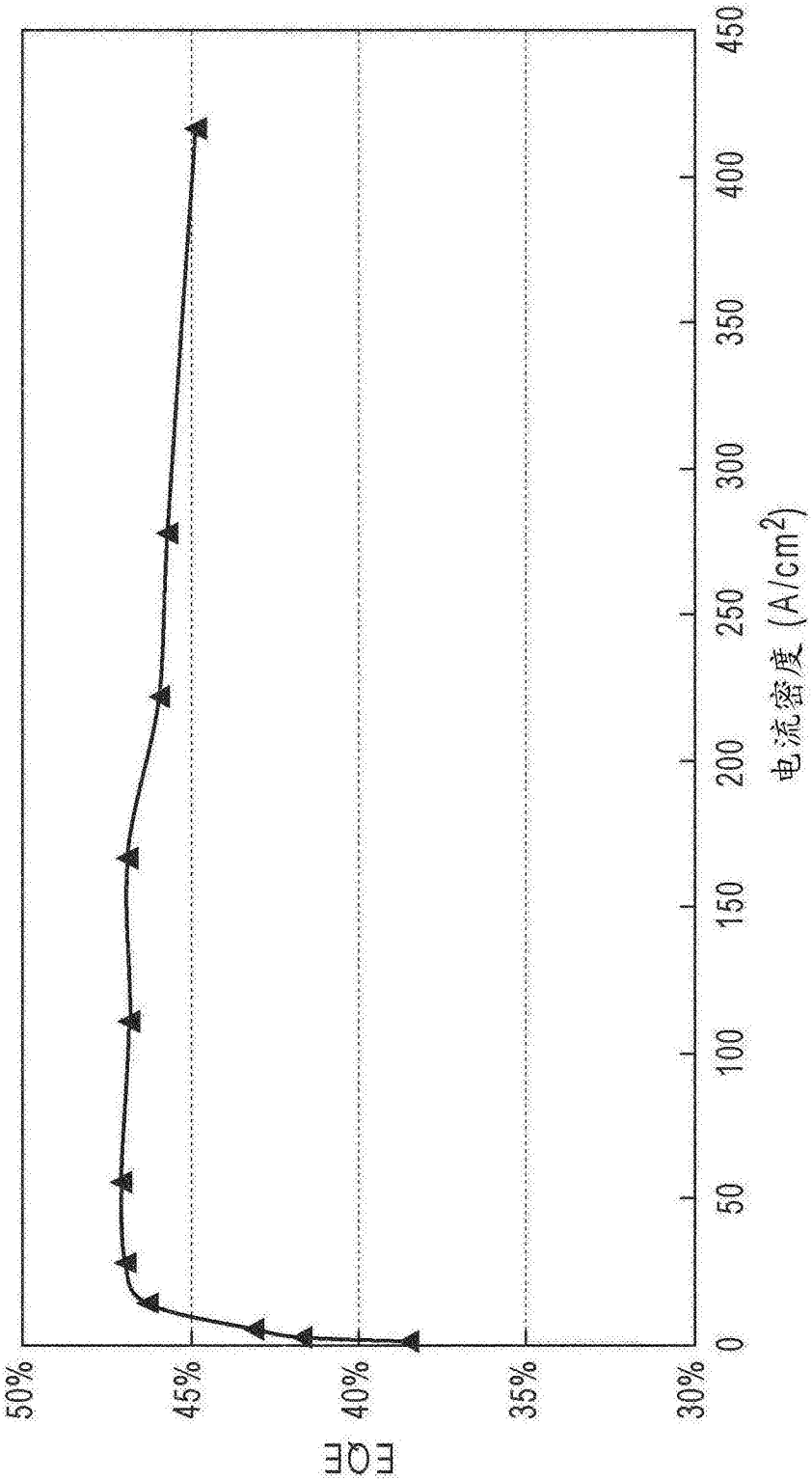


图41

LED 器件结构

- GaN 基板
- GaNSi
- 虚设井 (InGaN) 1-10 nm
- 势垒 (InGaN) 1-30 nm
- 双异质结构井 5-80 nm
- 势垒 (InGaN) 1-30
- 虚设井 (InGaN) 1-10 nm
- 势垒
- 电子封阻 (AlGaIn:Mg) 5-40 nm
- PGaN

图42