



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 112640101 B

(45) 授权公告日 2025. 07. 11

(21) 申请号 201980055832.4

(22) 申请日 2019.07.01

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112640101 A

(43) 申请公布日 2021.04.09

(30) 优先权数据
18181789.1 2018.07.04 EP
1810774.8 2018.06.29 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.02.24

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2019/067634 2019.07.01

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/002710 EN 2020.01.02

(73) 专利权人 巴科股份有限公司

地址 比利时科特赖克

(72) 发明人 C·D·泰德特盖特 J·I·兰伯特
S·C·A·范哈克

(74) 专利代理机构 北京聿宏知识产权代理有限公司 11372
专利代理师 吴大建 金淼

(51) Int.Cl.
H10H 29/24 (2025.01)
H10H 20/851 (2025.01)

(56) 对比文件
CN 108333833 A, 2018.07.27
CN 105339996 A, 2016.02.17
CN 104683775 A, 2015.06.03

审查员 王兴娟

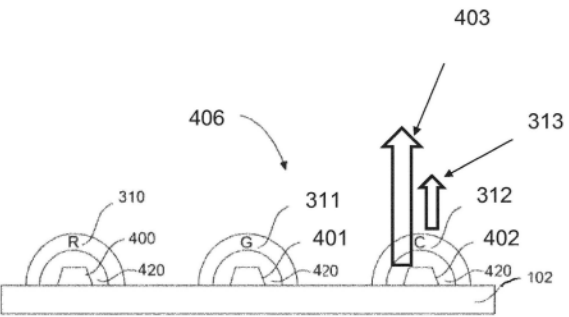
权利要求书4页 说明书14页 附图10页

(54) 发明名称

使用量子点或量子片转换器的显示器

(57) 摘要

本发明涉及一种包括像素阵列的显示设备，每一像素包括具有发射具有蓝色点的光的LED器件的至少三个子像素，其中第一子像素被设计成发射具有第一色点的红光，第二子像素被设计成发射具有第二色点的绿光，其表征为，第三子像素的LED器件覆盖有设计成发射具有第四色点的光的第三波长转换层，所述第四色点使得由所述LED器件发射的未经波长转换层转换的光和被波长转换层转换的光的组合产生具有第三色点的光，其中第一、第二和第三色点定义其中包括所设色彩空间的第二色空间。



1. 一种包括像素阵列的显示设备, 每一像素包括至少三个子像素, 每一子像素包括配置成发射具有光源色点的色谱的LED器件, 该三个LED器件是相同类型的, 所述LED器件发射相同的蓝光, 所述蓝光为深蓝光,

其中第一子像素的LED器件覆盖有被设计成发射具有第一色点的红光的第一波长转换层,

第二子像素的LED器件被设计成覆盖有发射具有第二色点的绿光的第二波长转换层,

所述光源色点、所述第一色点和所述第二色点定义了与所设色彩空间不同的第一色彩空间,

其特征在于, 第三子像素的LED器件覆盖有第三波长转换层, 所述第三波长转换层被设计成发射具有带第四色点的主波长的光, 所述第四色点是青色点, 其中, 来自所述第三子像素的LED器件的一些光没有被所述第三波长转换层转换并且来自所述第三子像素的LED器件的一些光被所述第三波长转换层转换, 所述第四色点使得由所述LED器件发射的未被所述第三波长转换层转换的光与被所述第三波长转换层转换的光的组合产生具有第三色点的光, 所述第三色点是蓝色点的光和所述青色点的光的组合,

其中所述第一、第二和第三色点定义其中包括所设色彩空间的第二色彩空间,

其中, 所述第三波长转换层被配置成在由所述第三子像素的LED器件发射的蓝光激发时吸收小于20%的所述第三子像素的LED器件发射的蓝光, 80%或更多的蓝光出射而不被转换。

2. 如权利要求1所述的显示设备, 其特征在于, 由第一到第三子像素的LED器件发射的光具有等于或小于455nm的主波长。

3. 如权利要求1所述的显示设备, 其特征在于, 第一到第三子像素的LED器件发射的光具有在区间420nm到455nm内的主波长, 或者具有小于455nm且大于400nm、或者大于380nm、或者大于像素中所使用的材料的透明吸收边缘的主波长。

4. 如权利要求1所述的显示设备, 其特征在于, 由所述第三子像素的LED器件发射的波长和从所述第三波长转换层发射的光至少相差25nm。

5. 如权利要求4所述的显示设备, 其特征在于, 由所述第三子像素的LED器件发射的波长和从所述第三波长转换层发射的光相差高达35nm。

6. 如权利要求5所述的显示设备, 其特征在于, 由所述第三子像素的LED器件发射的波长和从所述第三波长转换层发射的光相差高达45nm。

7. 如权利要求1所述的显示设备, 其特征在于, 所设色彩空间是Rec 709、Rec 2020、sRGB、DCI-P3中的任一者。

8. 如权利要求1所述的显示设备, 其特征在于, 所述第四色点使得其位于色度图色彩空间中连接所述光源色点和所述第三色点的线的左侧, 在所述第三色点上方。

9. 如权利要求1所述的显示设备, 其特征在于, 所述第三波长转换层的厚度和所述第三波长转换层中的下变频材料的密度被选择成使得当具有所述第四色点的经转换光和具有所述光源色点的未被转换的光相组合时, 由所述第三子像素的LED器件发射的适当量的光被转换以得到所述第三色点。

10. 如权利要求1所述的显示设备, 其特征在于, 诸LED器件具有相同主波长、光谱半宽或辐射通量。

11. 如权利要求1所述的显示设备,其特征在于,所述第三波长转换层被配置成在由所述第三子像素的LED器件发射的蓝光激发时发射波长小于520nm的光。

12. 如权利要求11所述的显示设备,其特征在于,所述第三波长转换层被配置成在由所述第三子像素的LED器件发射的蓝光激发时发射波长为490nm的光。

13. 如权利要求1所述的显示设备,其特征在于,所述第一波长转换层被配置成在由所述第一子像素的LED器件的蓝光激发时发射620nm的光。

14. 如权利要求1所述的显示设备,其特征在于,所述第二波长转换层被配置成在由所述第二子像素的LED器件的蓝光激发时发射532nm的光。

15. 如权利要求1所述的显示设备,其特征在于,小于10%的由所述第一子像素的LED器件发射的蓝光逃逸穿过所述第一波长转换层,和/或其中小于10%的由所述第二子像素的LED器件发射的蓝光逃逸穿过所述第二波长转换层。

16. 如权利要求15所述的显示设备,其特征在于,小于5%的由所述第一子像素的LED器件发射的蓝光逃逸穿过所述第一波长转换层,和/或其中小于5%的由所述第二子像素的LED器件发射的蓝光逃逸穿过所述第二波长转换层。

17. 如权利要求16所述的显示设备,其特征在于,小于1%的由所述第一子像素的LED器件发射的蓝光逃逸穿过所述第一波长转换层,和/或其中小于1%的由所述第二子像素的LED器件发射的蓝光逃逸穿过所述第二波长转换层。

18. 如权利要求1所述的显示设备,其特征在于,诸波长转换层包括量子片或量子点。

19. 如权利要求1所述的显示设备,其特征在于,第一滤光器被定位在所述第一波长转换层上,和/或第二滤光器被定位在所述第二波长转换层上,和/或第三滤光器被定位在所述第三波长转换层上。

20. 如权利要求19所述的显示设备,其特征在于,所述第一和/或第二滤光器滤除由相应LED器件发射的穿过相应波长转换层的蓝光。

21. 如权利要求19所述的显示设备,其特征在于,所述第一和/或第二滤光器和/或第三滤光器吸收在环境光的光谱中找到的波长的至少一部分,对于所述第一滤光器而言除了与所述第一色点相对应的波长之外,对于所述第二滤光器而言除了与所述第二色点相对应的波长之外,以及对于所述第三滤光器而言除了与蓝色点和第四色点相对应的波长之外。

22. 一种制造显示设备的方法,包括:

- 形成像素阵列,每一像素包括至少三个子像素,每一子像素包括配置成发射具有光源色点的色谱的LED器件,所述至少三个子像素的LED器件全部是相同类型的,所述LED器件发射相同的蓝光,所述蓝光为深蓝光,

- 用设计成发射具有第一色点的红光的第一波长转换层覆盖第一子像素的LED器件,

- 用设计成发射具有第二色点的绿光的第二波长转换层覆盖第二子像素的LED器件,

- 所述光源色点、所述第一色点和所述第二色点定义与所设色彩空间不同的第一色彩空间,

- 其特征在于,用第三波长转换层覆盖第三子像素的LED器件,所述第三波长转换层被设计成发射具有带第四色点的主波长的光,所述第四色点是青色点,其中,来自所述第三子像素的LED器件的一些光没有被所述第三波长转换层转换并且来自所述第三子像素的LED器件的一些光被所述第三波长转换层转换,所述第四色点使得由所述LED器件发射的未被

所述第三波长转换层转换的光与被所述第三波长转换层转换的光的组合产生具有第三色点的光,其中所述第一、第二和第三色点定义其中包括所设色彩空间的第二色彩空间,所述第三色点是蓝色点的光和所述青色点的光的组合,

其中,所述第三波长转换层被配置成在由所述第三子像素的LED器件发射的蓝光激发时吸收小于20%的所述第三子像素的LED器件发射的蓝光,80%或更多的蓝光出射而不被转换。

23.如权利要求22所述的方法,其特征在于,由第一到第三子像素的LED器件发射的光具有等于或小于455nm的主波长。

24.如权利要求23所述的方法,其特征在于,第一到第三子像素的LED器件发射的光具有在区间420nm到455nm内的主波长,或者具有小于455nm且大于400nm、或者大于380nm、或者大于像素中所使用的材料的透明吸收边缘的主波长。

25.如权利要求22所述的方法,其特征在于,由所述第三子像素的LED器件发射的波长和由所述第三波长转换层发射的光至少相差25nm。

26.如权利要求25所述的方法,其特征在于,由所述第三子像素的LED器件发射的波长和由所述第三波长转换层发射的光相差高达35nm。

27.如权利要求26所述的方法,其特征在于,由所述第三子像素的LED器件发射的波长和由所述第三波长转换层发射的光相差高达45nm。

28.如权利要求22所述的方法,其特征在于,所设色彩空间是Rec 709、Rec2020、sRGB、DCI-P3中的任一者。

29.如权利要求22所述的方法,其特征在于,所述第四色点使得其位于色度图色彩空间中连接所述光源色点和所述第三色点的线的左侧,在所述第三色点上方。

30.如权利要求22所述的方法,其特征在于,所述第三波长转换层的厚度和所述第三波长转换层中的下变频材料的密度被选择成使得当具有所述第四色点的经转换光和具有所述光源色点的未被转换的光相组合时,由所述第三子像素的LED发射的适当量的光被转换以得到所述第三色点。

31.如权利要求22所述的方法,其特征在于,所述LED器件具有相同主波长、光谱半宽或辐射通量。

32.如权利要求22所述的方法,其特征在于,所述第三波长转换层被配置成在由所述第三子像素的LED器件发射的蓝光激发时发射波长大于480nm和/或小于520nm的光。

33.如权利要求32所述的方法,其特征在于,所述第三波长转换层被配置成在由所述第三子像素的LED器件发射的蓝光激发时发射波长为490nm的光。

34.如权利要求22所述的方法,其特征在于,所述第一波长转换层被配置成在由所述第一子像素的LED器件的蓝光激发时发射620nm的光。

35.如权利要求22所述的方法,其特征在于,所述第二波长转换层被配置成在由所述第二子像素的LED器件的蓝光激发时发射532nm的光。

36.如权利要求22所述的方法,其特征在于,小于10%的由所述第一子像素的LED器件发射的蓝光逃逸穿过所述第一波长转换层,和/或其中小于10%的由所述第二子像素的LED器件发射的蓝光逃逸穿过所述第二波长转换层。

37.如权利要求36所述的方法,其特征在于,小于5%的由所述第一子像素的LED器件发

射的蓝光逃逸穿过所述第一波长转换层,和/或其中小于5%的由所述第二子像素的LED器件发射的蓝光逃逸穿过所述第二波长转换层。

38.如权利要求37所述的方法,其特征在于,小于1%的由所述第一子像素的LED器件发射的蓝光逃逸穿过所述第一波长转换层,和/或其中小于1%的由所述第二子像素的LED器件发射的蓝光逃逸穿过所述第二波长转换层。

39.如权利要求22所述的方法,其特征在于,诸波长转换层包括量子片或量子点。

40.如权利要求22所述的方法,其特征在于,第一滤光器被定位在所述第一波长转换层上,和/或第二滤光器被定位在所述第二波长转换层上,和/或第三滤光器被定位在所述第三波长转换层上。

41.如权利要求40所述的方法,其特征在于,所述第一和/或第二滤光器滤除由相应LED器件发射的穿过相应波长转换层的蓝光。

42.如权利要求40所述的方法,其特征在于,所述第一和/或第二滤光器和/或第三滤光器吸收在环境光的光谱中找到的波长的至少一部分,对于所述第一滤光器而言除了与所述第一色点相对应的波长之外,对于所述第二滤光器而言除了与所述第二色点相对应的波长之外,以及对于所述第三滤光器而言除了与蓝色点和第四色点相对应的波长之外。

43.一种包括至少三个子像素的像素结构,每一子像素包括配置成发射具有光源色点的色谱的LED器件,该三个LED器件是相同类型的,所述LED器件发射相同的蓝光,所述蓝光为深蓝光,

其中第一子像素的LED器件覆盖有被设计成发射具有第一色点的红光的第一波长转换层,

第二子像素的LED器件被设计成覆盖有发射具有第二色点的绿光的第二波长转换层,

所述光源色点、所述第一色点和所述第二色点定义与所设色彩空间不同的第一色彩空间,

其特征在于,第三子像素的LED器件覆盖有第三波长转换层,所述第三波长转换层被设计成发射具有带第四色点的主波长的光,所述第四色点是青色点,其中,来自所述第三子像素的LED器件的一些光没有被所述第三波长转换层转换并且来自所述第三子像素的LED器件的一些光被所述第三波长转换层转换,所述第四色点使得由所述LED器件发射的未被所述第三波长转换层转换的光与被所述第三波长转换层转换的光的组合产生具有第三色点的光,其中所述第一、第二和第三色点定义其中包括所设色彩空间的第二色彩空间,所述第三色点是蓝色点的光和所述青色点的光的组合,

其中,所述第三波长转换层被配置成在由所述第三子像素的LED器件发射的蓝光激发时吸收小于20%的所述第三子像素的LED器件发射的蓝光,80%或更多的蓝光出射而不被转换。

使用量子点或量子片转换器的显示器

技术领域

[0001] 本发明涉及具有转换层的LED显示器中的改进和设计此类显示器的方法以及制造和驱动LED显示器的像素结构和方法。

背景技术

[0002] US9728687“Quantum Platelet Converter(量子片转换器)”描述了包括将LED以发射波长发出的光转换成较长波长的光的QPC下变频器的示例性LED器件。如在图1中解说的,其对应于US9728687的图8,此类LED器件100包括LED管芯或芯片102。诸如硅酮之类的密封剂106可被布置在发射UV或蓝光的LED管芯或芯片102上。密封剂106可以用作保持一个或多个QPC下变频器108和110的基底。密封剂和QPC下变频器形成波长转换层104。QPC下变频器108可包括用于将LED芯片102发射的蓝光下变频成不同的较长光学波长(例如,红色、绿色或黄色的光)的不同QPC结构。例如,QPC下变频器108可包括用于将蓝光转换为红光的红QPC结构(108)、用于将蓝光转换为绿光的绿QPC结构(110)、用于将蓝光转换为黄光的黄QPC结构,或者上述QPC结构的两种或全部三种类型的组合。各种QPC结构可嵌入到可包括诸如硅酮之类的粘合剂材料的密封剂106中。

[0003] 另外,如在对应于US9728687的图11的图2上解说的,透明层112可被置于嵌有QPC的波长转换层104和LED芯片102之间。透明层可以作为散热层以减少热对色彩转换材料102的负面影响,并且还可以通过将LED光扩散到更大的表面来作为光学峰值通量减少层,通常称为“远程荧光体”应用,如在高功率照明中。

[0004] US9865577“LED display with wavelength converting layer(具有波长转换层的LED显示器)”描述了一种像素,其中R、G和B子像素将相同的蓝、深蓝或UV LED来用于所有的红、绿和蓝子像素。蓝、深蓝或UV LED 400结合在基板102上并覆盖有波长转换层310。可以在LED 400和转换层310之间形成光/热分布层320。

[0005] 本发明的图3A是根据现有技术的像素106的示意性侧视图图解。图3A对应于US9865577的图11B。如在图3A中解说的,每一微LED器件400被设计成发射深蓝(DB)色谱。不同波长转换层310可被设计成以RGB子像素布置来发射红(R)、绿(G)和蓝(B)。

[0006] 当使用色彩转换材料时,通常与发射光谱相比,激发光谱越低,色彩转换材料的吸光度越好。NPL(纳米片)或QDOT的吸收截面取决于激发波长。对于特定转换材料,吸光度可存在峰值。图7示出了来自Sigma-Aldrich®的Lumidot™ CdSe/ZnS 610nm红色发光量子点粒子的光谱。线710代表吸收光谱。如在该附图中可看到的,在发射峰附近存在局部吸收峰730(归因于第一激发能级),但是对于低于500nm的波长,吸光度要强得多。不同转换材料和具有不同发射峰波长的相同材料将在不同波长处显示出激发峰,但都将表现出朝向更深蓝的吸收增加。

[0007] 吸收截面越小,获得全色转换所需的QDot/NPL越多。使用深蓝/UV激发源有两个优点:(1)吸收截面在较低波长处显著更大,从而显著降低了所需浓度(因子4到10甚至更多)和(2)因为所需浓度较低,再吸收的平均路径长度将减小。第二个优点解释如下:当蓝光子

被吸收并转换成红色时,红光子可与另一色QDOT/NPL相遇并被再吸收。它随后有两种可能性:QDOT/NPL可重新发射红光子,或者它可被转换成热。当然,QDOT/NPL浓度的越高,被吸收的红光子转换成热的概率就增加。所以,降低色彩转换材料的浓度会增加红光子的逃逸概率。

[0008] 需要使用深蓝激发源以获得良好的效率,因为(1)它提供了更高的吸收效率,以及(2)它降低了再吸收概率。

[0009] 然而,在RGB显示器中,关于色点的要求是严格的。例如,需要实现特定的色彩矩形as或Rec709、DCI-P3、Rec2020或任何其他。在这种情况下,本机深蓝LED不能用作显示器的蓝色点,因为它远远超出了这些色彩三角形。显示器将丢失大量蓝色点/青色点。这一问题的一个解决方案是使用另一蓝LED来作为蓝色点,而不使用色彩转换材料。然而,这意味着应该使用两种LED:深蓝用于红和绿转换,而普通蓝(约465nm)用于蓝色。

[0010] 从制造观点来看,这意味着需要充填两种不同的蓝LED。高分辨率LED壁通常用所谓的质量传递技术来充填,因为拾放单组件方法变得过于昂贵。因而,由于需要两个步骤,使用两个不同的蓝LED较不与质量传递技术相兼容。使用相同的蓝LED将简化/启用质量传递技术,并还简化物流,从而降低高分辨率LED显示器的高成本。需要找出一种解决方案来避免使用两种类型的LED或使用类似465nm的LED来生成蓝发射。

[0011] 本发明的图3B是根据现有技术的像素的示意性侧视图图解,其对应于US9865577的图11C。如在图3B中解说的,每一微LED器件被设计成发射蓝(B)色谱。在此类实施例中,不同波长转换层310可被设计成发射红(R)和绿(G)。波长转换层310没有被形成在第三光分布层320上。以这一方式,在不必转换来自蓝发射子像素的蓝光的情况下实现RGB子像素布置。US9865577中的蓝光被定义为其范围在450nm到495nm之间的光谱。

[0012] 不幸的是,在这一情形中出现其他问题。当使用蓝色二极管(峰值波长大于455nm)来用于激发R和G转换器层以及用于蓝色子像素时,需要更多转换器材料来实现当使用较短峰值波长来激发光时所需的正确亮度。

[0013] 本发明的图3C是根据现有技术的像素106的示意性侧视图图解(来自US9865577的图11D)。如在图3C中解说的,每一微LED器件400被设计成发射紫外(UV)色光谱。在此类实施例中,不同波长转换层310可被设计成发射红(R)、绿(G)和蓝(B)光。

[0014] 在像素中使用UV光时存在问题。例如,必须阻止UV光渗出转换层且阻止UV光到达观看使用这些LED的显示器的观看者的眼睛。

[0015] US9865577“LED display with wavelength converting layer(具有波长转换层的LED显示器)”还公开了使用分散在波长转换层中的染料或颜料吸收除绿色(用于绿色子像素)或红色(用于红色子像素)以外的颜色。具体而言,分散在转换层中的染料或颜料可以吸收LED器件的蓝或深蓝光发射,从而减少未转换的蓝色或深蓝色的渗出。这一染料或颜料降低结构的效率(输入功率到输出亮度)。实际上,在可将蓝光或深蓝光下变频成红光或绿光之前,在转换层中可以吸收至少一些蓝光或深蓝光。这可能影响利用US9865577中描述的像素的LED显示器的总体功率效率。

[0016] 由如在US9865577和US9728687中所描述的LED制成的像素可以比迄今可能的像素更小。较小的像素是提高LED显示器分辨率的必要条件。在本领域中,像素之间的空间通常是增加LED显示器的对比度的黑矩阵。随着分辨率的增加,LED所占面积与黑矩阵面积之比

也随之增加。这意味着LED的光学属性或LED的封装对LED显示器的对比度有更大的影响。事实上,与LED之间的黑矩阵相比,更多的环境光与LED或其封装相互作用。需要解决方案来防止对比度降低。

[0017] 需要对现有技术进行改进。

发明内容

[0018] 下面给出了本领域的具有转换层的LED显示器所呈现出的一些问题,由此可以通过本发明的实施例解决这些问题中的一个或一些或全部:

[0019] -LED显示器的对比度越来越多地受像素的表面的影响,而越来越少地受像素间黑矩阵的影响。当用作激发光的深蓝二极管与蓝色子像素中使用的蓝色二极管相同时,可以实现的色彩空间不是例如Rec709或Rec2020等标准中所推荐的。

[0020] -使用深蓝+色彩转换器允许再现所需的色彩空间,但(1)过深的蓝或UV限制了材料的使用,因为许多透明材料在UV中有吸收边缘,(2)显示器可发射一些UV,(3)过深的蓝或UV引入更大的斯托克斯(Stokes)位移损失。

[0021] -将与色彩空间兼容的相同的蓝色LED用于蓝色子像素以及用作红和绿下变频材料的激发,需要较高浓度的色彩转换材料,从而导致较低的能量转换效率。这一能量损失转化成热。然而,温度的升高又会降低效率,因为依赖于量子点或量子片的转换层对温度变化(非常)敏感:随着温度的升高,量子产率受到负面影响。

[0022] 在本发明的实施例中,分别提供像素结构和显示器,其中深蓝LED被用于最佳效率。Q点可被用作转换层。LED面板可为所有子像素配备相同的深蓝LED,并且无需对LED进行分类。

[0023] 深蓝色点可能对某些色彩标准不利,例如它在光谱轨迹中可能过深。通过使用具有特定色彩坐标的绿转换层(例如量子点)(提供从25nm最多到45nm的蓝波长差)和来自具有特定色彩坐标的深蓝LED的残余光,创建新的蓝色点。

[0024] 本发明的目标是提供一种像素结构,该像素结构包括至少三个子像素,每一子像素包括LED器件,该LED器件被配置成发射具有光源色点的色谱,这三个LED器件是相同类型的,

[0025] 其中第一子像素的LED器件覆盖有被设计成发射具有第一色点的红光的第一波长转换层,

[0026] 第二子像素的LED器件覆盖有被设计成发射具有第二色点的绿光的第二波长转换层,

[0027] 光源色点、第一色点和第二色点定义与所设色彩空间不同的第一色彩空间,

[0028] 其表征为,第三子像素的LED器件覆盖有第三波长转换层,所述第三波长转换层被设计成发射具有带第四色点的主波长的光,所述第四色点使得由所述LED器件发射的未被波长转换层转换的光与被波长转换层转换的光的组合产生具有第三色点的光,其中所述第一、第二和第三色点定义其中包括所设色彩空间的第二色彩空间。

[0029] 像素结构的三个LED器件优选来自同一制造商。像素结构的三个LED器件优选放射相同颜色的光。由像素结构的第一到第三子像素的LED器件发射的光优选地是相同的并且具有等于或小于455nm的主波长。

[0030] 像素结构的第一子像素到第三子像素的LED器件发射的光是相同的,并且具有420nm到455nm的区间内的主波长,或者具有小于455nm并且大于400nm、或者大于380nm、或者大于像素中所使用的材料的透明吸收边缘的主波长。

[0031] 由第三子像素的LED器件发射的波长和由第三波长转换层发射的光至少相差25nm,优选高达35nm,甚至更优选高达45nm。

[0032] 所设色彩空间不是任意的。它不受显示器的制造商的控制。在本申请中,术语“所设色彩空间”是与标准相关的精确专业术语。所设色彩空间可以是由Rec 709、Rec 2020、sRGB、DCI-P3所定义的色彩空间中的任一者。

[0033] 本发明的目的是提供一种显示器,其中对于显示器的每一像素,该像素包括红、绿和蓝色子像素,每一子像素由相同的光源或相同类型的光源驱动,显示器可以再现预定义的色彩空间内或由标准(诸如Rec.2020 (ITU-R Recommendation BT.2020) 色彩空间、Rec.709标准、DCI-P3色彩空间,等等)定义的色彩空间内的任何色彩。预定义色彩空间不是任意的。它不受显示器的制造商的控制。在本申请中,术语“预定义色彩空间”是与标准相关的精确专业术语。

[0034] 为了能够用红、绿和蓝光源再现这些色彩空间,色彩空间必须在由红、绿和蓝光源相关联的三个色点所形成的三角形内。使用如在现有技术部分中所讨论的深蓝LED,不可能再现诸如Rec.2020、Rec.709(图8中的880)或DCI-P3(图8中的870)等色彩空间的所有色彩,因为青蓝区域中的色彩不能被再现。事实上,深蓝LED的色点850过低,如图8所示。本发明不排除其他标准。

[0035] 例如,对于REC.709色彩空间(ITU-R Recommendation BT.709),红原色的CIE坐标是($x_r=0.64$; $y_r=0.33$);绿原色($x_g=0.30$; $y_g=0.60$);蓝原色($x_b=0.15$; $y_b=0.06$)。色域内的色彩将落在连接这些原色的三角形内。在REC2020色域中,红原色的CIE坐标是($x_r=0.708$; $y_r=0.292$);绿原色($x_g=0.170$; $y_g=0.797$);蓝原色($x_b=0.131$; $y_b=0.046$)。本发明的目的是提供一种包括像素阵列的显示设备,每一像素包括至少三个子像素,每一子像素包括被配置成发射具有光源色点的色谱的LED器件,其中第一子像素的LED器件覆盖有被设计成发射具有第一色点的红光的第一波长转换层,第二子像素的LED器件覆盖有被设计成发射具有第二色点的绿光的第二波长转换层,所述光源色点、所述第一色点和所述第二色点定义了与所设色彩空间不同的第一色彩空间,其表征为,第三子像素的LED器件覆盖有第三波长转换层,所述第三波长转换层被设计成发射具有带第四色点的主波长的光,所述第四色点使得由所述LED器件发射的未被波长转换层转换的光与被波长转换层转换的光的组合产生具有第三色点的光,其中所述第一、第二和第三色点定义其中包括所设色彩空间的第二色彩空间。

[0036] 所有激发的LED器件优选地是相同的,例如发射相同色彩且优选地由同一制造商来供应。激发的LED器件可甚至来自同一制造批次。如果所有激发的LED器件是相同的,则在机器人拾放不同激发LED器件时不需要重新对准。同样,诸批次之间可能损失较少时间。这使得寻源和采购问题容易得多且可降低成本。

[0037] 由激发的LED器件发射的光可能在显示设备要显示的所设色彩空间的外部。通过这些激发的LED器件,显示设备可以在包括所设色彩空间的色彩空间中显示。所设色彩空间可以是显示器必须能够显示的最小色彩空间。所设色彩空间不是任意的。它不受显示器的

制造商的控制。术语“所设色彩空间”是与标准相关的精确专业术语。

[0038] 优点是,通过相同类型的三个LED,发射不包括在所设色彩空间中的光,以高效方式提供包括所设色彩空间的色彩空间是可能的。使用相同类型的LED或基本相同的LED,根据本发明的显示设备的制造工艺得到改进,因为其与作为拾放单组件方法的质量传递技术兼容。此外,所需的色彩空间可以由显示器以高效的方式生成。

[0039] 有利地,由第三子像素的LED器件发射的波长和由第三波长转换层发射的光至少相差25nm,优选高达35nm,甚至更优选高达45nm。

[0040] 增加光激发的波长与波长转换层的光发射之间的波长差提高波长转换层的效率。

[0041] 有利地,所设色彩空间是Rec 709、Rec 2020、sRGB、DCI-P3中的任一者。此类色彩空间定义了显示器需要满足的标准或推荐。对于RGB光源必须满足的色点,许多技术不能满足这些严格要求。本发明提供了对于所有红、绿和蓝子像素使用相同类型的LED来达到那些目标色彩空间的手段。

[0042] 有利地,第四色点使得其位于色度图色彩空间中连接光源色点和第三色点的线的左侧,在所述第三色点上方。

[0043] 为了达到目标色点或第三色点,使用色彩混合理论,发明人已经观察到,可以选择CIE色度图中连接光源色点和目标色彩空间的第三色点的线的左侧且在光源色点上方的任何点。

[0044] 有利地,所述第三波长转换层的厚度和所述第三波长转换层中的下变频材料的密度被选择成使得当具有所述第四色点的经转换光和具有所述光源色点的未被转换的光相组合时,由所述第三子像素的LED发射的适当量的光被转换以得到所述第三色点。

[0045] 这些参数确定由波长转换层转换的光量,这进一步确定由第三子像素发射的光的第三色点,其包括经转换光和穿过波长转换层的未经转换光。

[0046] 有利地,波长转换层的厚度和第三波长转换层中的下变频材料的密度使得所获得的包括经转换光和具有第三色点的未经转换光的光的光通量最大。

[0047] 有利地,LED器件被配置成发射其主波长小于455nm和/或大于420nm、或大于400nm、或大于380nm、或大于像素中所使用的材料的透明吸收边缘的色谱。

[0048] 有利地,光源色点是蓝色点。

[0049] 优点是使激发波长朝向UV提高了波长转换层的吸收,并且从而提高效率。然而,该下限由像素中所使用材料的透明吸收边缘确定。

[0050] 有利地,所述第三波长转换层被配置成在由第三子像素的LED器件发射的蓝光激发时发射波长大于480nm和/或优选地小于520nm的光,且甚至更优选地发射波长为490nm的光。

[0051] 此波长具有提供所需的第四色点的优点,使得当具有该第四色点的经转换光在与具有光源色点的光源的未经转换光混合时生成具有第三色点的光。

[0052] 有利地,第三波长转换层被配置成吸收由第三LED器件发射的蓝光的小于50%、优选地小于20%、且甚至更优选地小于10%。

[0053] 在本发明的实施例中,第三子像素的光源发射的光的一小部分需要被吸收并因而被转换,以便在混合经转换光和未经转换光之际提供第三色点。

[0054] 有利地,第一波长转换层被配置成在被第一LED器件的蓝光激发时发射620nm处的

光。

[0055] 这些波长需要与所设色彩空间兼容。在Rec 709、Rec 2020、sRGB等色彩空间的情况下,620nm处的发射对于红色是最优的。然而,在不脱离本发明的精神的情况下,如果显示器要生成不同的所设色彩空间,则本发明不限于使用此波长。

[0056] 有利地,第二波长转换层被配置成在被第二LED器件的蓝光激发时发射532nm处的光。由第二LED器件发射的蓝光优选地是由第一LED器件和第三LED器件发射的相同蓝色。

[0057] 这些波长需要与所设色彩空间兼容。在Rec 709、Rec 2020、sRGB等色彩空间的情况下,532nm处的发射对于绿色是最优的。然而,在不脱离本发明的精神的情况下,如果显示器要生成不同的所设色彩空间,则本发明不限于使用此波长。

[0058] 有利地,优选地小于10%或优选地小于5%或优选地小于1%的由所述第一子像素的LED器件发射的蓝光逃逸穿过所述第一波长转换层,和/或其中优选地小于10%或优选地小于5%或优选地小于1%的由所述第二子像素的LED器件发射的蓝光逃逸穿过所述第二波长转换层。

[0059] 优点是,LED发射的大部分光由第一和第二子像素的波长转换层转换。考虑到激发光和发射光之间的波长差异,这样的高效率通常得到满足。

[0060] 有利地,波长转换层包括量子片或量子点。

[0061] 与例如荧光体粒子相比,量子点和量子片具有如下优点:很小,并且提供具有窄带宽的纯色和光。发射波长也可以通过改变粒子的大小来选择。

[0062] 有利地,第一滤光器被定位在所述第一波长转换层上,和/或第二滤光器被定位在所述第二波长转换层上,和/或第三滤光器被定位在所述第三波长转换层上。

[0063] 滤光器可以是相同或不同的。

[0064] 有利地,第一、第二和第三滤光器被丝网印刷或喷墨印刷在子像素上。

[0065] 有利地,所述第一和/或第二滤波器滤除由相应LED器件发射的穿过相应波长转换层的蓝光。

[0066] 滤除在第一和第二子像素内未转换的蓝光具有提高显示设备的对比度和提高图像质量的优点。

[0067] 有利地,第一和/或第二滤光器吸收在环境光的光谱中发现的蓝波长和可选的其他波长。

[0068] 有利地,第一和/或第二滤光器滤除由相应LED器件发射的穿过相应波长转换层的蓝光,和/或其中第一和/或第二滤光器和/或第三滤光器吸收在环境光的光谱中发现的至少一部分波长,对于第一滤光器而言除了与第一色点相对应的波长,对于第二滤光器而言除了与第二色点相对应的波长,且对于第三滤光器而言除了与蓝色点和第四色点相对应的波长。

[0069] 在配置成吸收环境光的第三波长转换层上提供蓝吸收层是另一个优点。

[0070] 此类滤光器具有增加显示设备的对比度的优点,并且能够锐化根据本发明的显示设备的子像素的所需发射光谱。

[0071] 有利地,像素的大小小于1mm并且像素间距最多为1mm,使得显示设备是高分辨率显示设备。

[0072] 本发明还提供一种制造显示设备的方法,包括:

[0073] -形成像素阵列,每一像素包括至少三个子像素,每一子像素包括配置成发射具有光源色点的色谱的LED器件,

[0074] -用设计成发射具有第一色点的红光的第一波长转换层覆盖第一子像素的第一LED器件,

[0075] -用设计成发射具有第二色点的绿光的第二波长转换层覆盖第二子像素的第二LED器件,

[0076] -所述光源色点、所述第一色点和所述第二色点定义与所设色彩空间不同的第一色彩空间,

[0077] 其表征为,用第三波长转换层覆盖第三子像素的第三LED器件,该第三波长转换层被设计成发射具有带第四色点的主波长的光,所述第四色点使得由所述LED器件发射的未被波长转换层转换的光与被波长转换层转换的光的组合产生具有第三色点的光,其中所述第一、第二和第三色点定义其中包括所设色彩空间的第二色彩空间。由LED器件发射的蓝光应当相同并且可以具有等于或小于455nm的主波长,优选在420nm到455nm的区间内。所有激发的LED器件(即,第一到第三LED器件)优选地是相同的,例如发射相同色彩光且优选地由同一制造商来供应。激发的LED器件可甚至来自同一制造批次。如果所有激发的LED器件是相同的,则在机器人拾放不同激发LED器件时不需要重新对准。同样,诸批次之间可能损失较少时间。这使得寻源和采购问题容易得多且可降低成本。由激发的LED器件发射的光可能在显示设备要显示的所设色彩空间的外部。通过这些激发的LED器件,显示设备可以在包括所设色彩空间的色彩空间中显示。所设色彩空间可以是显示器必须能够显示的最小色彩空间。

[0078] 根据本发明,提供了一种包括像素阵列的显示设备,每一像素包括配置成发射蓝色谱的至少三个LED器件,其中该三个LED器件中的第一LED器件覆盖有设计成发射红光的第一波长转换层,该三个LED器件中的第二LED器件覆盖有设计成发射绿光的第二波长转换层,其表征为,该三个LED器件中的第三LED器件覆盖有第三波长转换层,该第三波长转换层被设计成发射主波长大于与目标蓝色点相对应的波长的光,使得第三LED器件的未经波长转换层转换的光与被波长转换层转换的光的组合产生具有目标蓝色点的光,目标蓝色点与诸如标准色彩空间之类的所设或预定义色彩空间兼容。

[0079] 为了实现上述目的,显示器的像素具有至少三个光源,诸如设计成发射蓝(B)色谱的LED器件。诸如LED器件之类的光源之一覆盖有被设计成对蓝光执行波长转换并发射红光(R)的第一转换层。诸如LED器件之类的光源之一覆盖有被设计成对蓝光执行波长转换并发射绿光(G)的第二转换层。诸如LED器件之类的第三光源覆盖有被设计成对蓝光执行波长转换的第三转换层。这一波长转换可被设计成调整可被显示的色域或色彩空间。例如,第三波长转换器可被适配成发射特定量的青光(C)。第三转换层可被设计成与第一和第二转换层相比吸收较少蓝光。

[0080] 本发明该方面的优点是,它允许在不影响色彩空间的情况下,将诸如LED器件之类的相同激发光源用于诸如LED显示器之类的显示器的R、G和B子像素。这是通过选择三种波长转换材料来发射红光、绿光和蓝光来实现的。

[0081] 本发明该方面的另一优点是,它允许在不增加功率耗散的情况下,将诸如LED器件之类的相同光源用于诸如LED显示器之类的显示器的R、G和B子像素。

[0082] 本发明该方面的又一优点是,它允许将诸如LED器件之类的相同光源用于诸如LED显示器之类的显示器的R、G和B子像素,同时降低R和G子像素所需的转换器材料的量。诸如LED器件之类的被设计成发射蓝色谱的光源优选地具有小于455nm的主波长。

[0083] 当由诸如LED器件之类的光源发射的蓝光激发时,红波长转换器层可发射620nm处的光。当由诸如LED器件之类的光源发射的蓝光激发时,绿波长转换器层可发射532nm处的光。

[0084] 第三波长转换层在由诸如LED器件之类的光源发射的蓝光激发时可发射波长大于480nm的光从而获得目标蓝色点,并吸收小于50%的由LED器件发射的蓝光,优选地小于20%或更优选地小于10%的由LED器件发射的蓝光。第三波长转换层在被LED器件发射的蓝光激发时可以发射波长为490nm的光,并且吸收小于15%的蓝光。

附图说明

[0085] 对本发明的特定实施例的附图的以下描述本质上仅是示例性的,并非旨在限制本发明的教导及其应用或使用。贯穿附图,对应附图标记指示相同或对应部件或特征。

[0086] 图1是根据现有技术的具有QPC下变频器的LED器件的示意表示。

[0087] 图2是根据现有技术的LED器件的示意表示。

[0088] 图3A是根据现有技术的示意表示。

[0089] 图3B是根据现有技术的示意表示。

[0090] 图3C是根据现有技术的示意表示。

[0091] 图4是根据本发明的实施例的像素结构的示意表示。

[0092] 图5是根据本发明的另一实施例的像素结构的示意表示。

[0093] 图6是示出白LED的光谱的图,其示出了由用于激发荧光体的由GaN基LED直接发射的蓝光和由Ce³⁺:YAG荧光体发射的经斯托克斯位移的光。

[0094] 图7解说了来自Sigma-Aldrich®的Lumidot™ CdSe/ZnS 610nm红光发射量子点粒子的光谱。

[0095] 图8解说了CIE 1931色彩空间色度图和根据本发明的实施例可以实现的各色彩空间。

[0096] 图9解说了当蓝光源以440nm发射时用第三波长转换层实现的色彩空间以及色点,第三波长转换层可被选择来实现目标蓝色点。

[0097] 图10解说了当蓝光源以445nm发射时用第三波长转换层实现的色彩空间以及色点,第三波长转换层可被选择来实现目标蓝色点。

[0098] 首字母缩略词和定义

[0099] 色点 色点对应于色彩在色度图(如CIE 1931色彩空间)中的坐标。

[0100] 对比率是显示系统的属性,定义为该系统能够产生的最亮色彩(白)的亮度与最暗色彩(黑)的亮度的比率。高对比率是任何显示器的所需方面。

[0101] 青是蓝绿色。它由主波长在480-520nm之间或在范围490-520中(即,在绿光和蓝光的波长之间)的光引起。

[0102] 深蓝光指的是具有被包括在380到455nm的范围中的波长的光。

[0103] 峰值光波长是从诸如LED器件之类的光源在光学上发射的最高波长,而主光波长

指的是由人眼感知的色泽(color shade)。

[0104] 主波长被定义为由人眼感知的单个波长。一般而言,一个光源由来自该光源的多个波长光谱组成,而不是一个单一波长。我们的大脑将这些多个光谱转换成与一个特定波长相一致的单色光,这就是我们察看光时所看到的。这就是光源的主波长。

[0105] 高分辨率显示器 对于LED壁挂式显示器而言,高分辨率的现有技术持续提高。若干年前,就像美国时代广场的巨型广告牌一样,像素间距在10mm左右,而几年前4mm是标准间距。今天,高分辨率LED墙意味着像素间距在0.8到1.2mm的量级。

[0106] 相同光源是指基本相同的光源或者是相同类型的,即在其发射光谱或发射峰值波长的给定公差内。也可指来自同一制造商并通过相同工艺制造的光源。它们可属于同一批次。

[0107] 峰值波长。峰值波长被定义为光源的辐射度量发射光谱达到其最大值的情况下的单个波长。更简单而言,它并不代表人眼对光源的任何感知发射,而是通过光电探测器。

[0108] 量子片转换器(QPC)是具有独特光学属性的二维半导体纳米晶体,通常为4到7层晶体晶胞(例如CdSe)。这些是二维结构,被激发的电子-空穴(=激子)只具有在两个维度上的自由度,一个维度是禁止的,称为一维约束。(极端情况是一个原子厚的层,例如石墨烯)。相比之下,量子点是球形半导体纳米晶体,半径通常为50到200个晶胞。这些是“零维”结构;激子没有自由度,称为三维约束。当然也有二维约束,其中激子只有一个自由度;这些被称为纳米棒(例如,碳纳米管)。

[0109] 两者都依赖于带隙调谐的原理,并且因而由约束效应造成发射波长调谐。

[0110] 子像素 子像素是设计用于发射特定色彩(例如,红、绿或蓝)的光的像素的组件。

[0111] 波长转换层 波长转换层是包含下变频材料的层,例如量子点或量子片(也称为纳米片(nanoplatelet))。为具有最高效转换而需要的下变频材料的密度是由许多因素确定的。最重要的诸因素是:(1)深蓝光子的吸收截面;深蓝光子的高吸收截面减少了完全转换所需的粒子数,(2)经转换光子的再吸收截面,(3)色彩转换粒子的浓度,以及(4)层的厚度。

[0112] 浓度和厚度彼此相关;浓度越高,层越薄。可使层厚度很小,其受制造方法的限制,。

[0113] 所设色彩空间或预定义色彩空间不是任意的。它们不受显示器的制造商的控制。术语“所设色彩空间”或“预定义色彩空间”都是与标准相关的精确专业术语。

[0114] 说明性实施例的详细描述

[0115] 将参照特定实施例来描述本发明,但本发明不限于此,而是仅受权利要求限制。权利要求中的任何附图标记不应被解释为限制范围。

[0116] 在本说明书和权利要求书中使用术语“包括”时,该术语不排除其他元件或步骤。在引用单数名词时使用不定冠词或定冠词(例如,“一”或“该”、“所述”)之处,这包括该名词的复数形式,除非特别声明。

[0117] 此外,在说明书中及在权利要求中的术语第一、第二、第三等等用于在类似的元件之间进行区分,并且不一定用于描述顺序次序或时间次序,除非指明。应理解,如此使用的术语在适当的情况下是可互换的,并且本文中所描述的本发明的实施例能够以与本文中所描述或解说的不同的顺序来进行操作。在此使用的术语或定义单纯被提供以辅助理解本发明。

[0118] 术语“约”或“近似”等等是同义词,并且被用于指示由该术语修饰的值具有与其相关联的理解范围,其中该范围可以是+20%、+15%、+10%、+5%或+1%。术语“基本上”被用于指示结果(例如,测量值)接近目标值,其中接近可以意指例如该结果在该值的80%内、在该值的90%内、在该值的95%内、或在该值的99%内。

[0119] 为了避免与现有技术相关联的问题,发明人进行了以下观察。使用深蓝光源(诸如深蓝LED,例如450nm)提供显著增加绿和红波长转换器的吸收截面的优点。然而,对于蓝色点,该蓝450nm光没有高效地完全转换成最优蓝色点或目标蓝色点(例如465nm)。事实上,激发波长和发射波长之差太小;这将是非常低效的。发明人已经发现,通过在诸如蓝LED(例如450nm)之类的蓝光源的顶部上沉积少量青色波长转换材料(例如490nm),可以生成更好的蓝色。这少量的青与来自蓝光源(诸如蓝LED)的蓝450nm光一起足以生成经优化的(目标)蓝色点,同时激发光谱和发射光谱之差仍然足够大以获得显著的效率。由LED器件发射的蓝光应当相同并且可以具有等于或小于455nm的主波长,优选在420nm到455nm的区间内。所有激发的LED器件(即,第一到第三LED器件)优选地是相同的,例如发射相同色彩光(例如,450nm)且优选地由同一制造商来供应。激发的LED器件可甚至来自同一制造批次。如果所有激发的LED器件是相同的,则在机器人拾放不同激发LED器件时不需要重新对准。同样,诸批次之间可能损失较少时间。这使得寻源和采购问题容易得多且可降低成本。由激发的LED器件发射的光可能在显示设备要显示的所设色彩空间的外部。通过这些激发的LED器件,显示设备可以在包括所设色彩空间的色彩空间中显示。所设色彩空间可以是显示器必须能够显示的最小色彩空间。

[0120] 图4示出了根据本发明的第一方面的像素的示意性表示。像素406具有三个子像素。第一子像素可以是红色子像素。第一蓝LED 400照亮第一波长转换层310,该第一波长转换层310被设计成在由第一蓝LED 400发射的光激发时发射红光(R)。第二子像素可以是绿色子像素。第二蓝LED 401照亮第二波长转换层311,该第二波长转换层311被设计成在由第二蓝LED 401发射的光激发时发射绿光(G)。第三子像素可以是蓝色子像素。第三蓝LED 402照亮第三波长转换层312,该第三波长转换层312被设计成发射如下光:其色点使得第三蓝LED的经转换光和未经转换光的组合产生具有目标蓝色点的发射光。如果目标蓝色点对应于具有467nm波长的光,并且蓝LED发射具有450nm主波长的光,则当波长转换层被第三蓝LED 402所发射的具有约490nm波长的光(其对应于青光(C))激发时,第三波长转换元件应发射光。本领域技术人员清楚地知道,可以使用CIE xy色度图中的加色混合理论来评估与经转换光的波长相对应的色点或与目标蓝色点对应的色点。对于所有子像素而言,由LED器件发射的蓝光应当相同并且可以具有等于或小于455nm的主波长,优选在420nm到455nm的区间内。

[0121] 优选地,蓝LED 400、401和402基本相同,尤其是它们被设计成发射基本相同的光谱。“相同”可以意味着例如它们来源于同一制造商、具有同一参考编号,并且在预定区间内表现出在预定公差内相同或基本相同的属性(如主波长、光谱半宽、辐射通量)。

[0122] 由LED 400、401及402发射的蓝光具有等于或小于455nm的主波长,优选在420nm到455nm的区间内。事实上,如上所述,使用尽可能深的蓝色是有利的,因为对于红和绿波长转换层而言吸收截面更大并且再吸收更少。然而,下限是由所使用的材料的吸收边缘决定的,并且有害紫外线的使用会对用户造成危险。

[0123] 第一波长转换层310被设计成发射主波长为620nm或基本上为620nm的红光。关于由第一波长转换层发射的波长的公差取决于如上所定义的要再现的色彩空间。

[0124] 层310的厚度和波长转换层中的下变频材料(例如,量子点或量子片)的密度优选地使得所获得的转换最大。例如,优选地小于10%或优选地小于5%或优选地小于1%的由诸如二极管400之类的蓝光源发射的蓝光将渗出波长转换层310。这将导致一些蓝光泄漏,这可被顶部层吸收。

[0125] 第二波长转换层311被设计成发射主波长为532nm或基本上为532nm的绿光。关于由第一波长转换层发射的波长的公差取决于如上所定义的要再现的色彩空间。层311的厚度和下变频材料(例如,量子点或量子片)的密度使得所获得的转换最大。例如,小于10%或优选地小于5%或优选地小于1%的由诸如二极管401之类的蓝光源发射的蓝光将渗出波长转换层310。这将导致一些蓝光泄漏,这可被附加的顶部层吸收。

[0126] 如上所述,对于原色,例如,445至450nm的蓝色,532nm的绿色,620nm的红色,不可能生成符合行业标准(如ITU-R Recommendation BT.709,又名Rec709)的LED显示器所需的色彩空间,因为该色彩空间标准的所有色彩不在由对应于这三个波长的三个色点所形成的三角形内。事实上,色彩空间的绿蓝色部分不能被再现。

[0127] 为了克服这些问题,第三波长转换层312被设计成在被光源激发时发射进一步的色彩,优选地具有其波长高于所需蓝色的光谱,使得该进一步的色彩和激发波长的组合提供目标蓝色点。因此,第三波长转换层312的选择是使得显示器的像素可以达到特定的色域或色彩空间。因而,波长转换层可被配置成发射例如青光。这是为了生成可被像素406覆盖并满足例如Rec709的要求的色彩空间而提供的。由第三波长转换层发射的光的光谱优选地具有如下主波长:其优选地至少为480nm,更优选地在480nm到520nm的范围内,甚至更优选地在例如490nm处。

[0128] 层312的厚度和第三波长转换层312中的下变频材料(例如,量子点或量子片)的密度可使得对于正确(或目标)蓝色点而言所获得的光通量最大。例如,如图4所示,由诸如二极管402之类的蓝光源发射的蓝光的80%或更多将离开波长转换层312而不被转换。离开波长转换层312的蓝光403(该光未被转换)和由转换层发射的青光313(经转换光)通过转换层312混合。因而,层的厚度和下变频材料的密度被选择成使得由光源发射的适当量的光被转换,以便在经转换光和未经转换光相组合时达到目标色点。因而,为了达到所需效果,在设计中必须同时考虑以下参数:光源(或蓝LED)的波长、目标蓝色点(或波长)、在被光源激发后由第三波长转换层发射的光的波长,波长转换层的厚度和波长转换层中的下变频材料的密度。

[0129] 图8解说了CIE色彩空间、光谱位点890和由诸如Rec.709(880)、DCI P3(870)之类的标准定义的各种色彩空间。红色点810、绿色点820和目标蓝色点860形成三角形805,其中包括各种色彩空间。对应于深蓝光源的色点由850表示。为了达到目标蓝色点860,由光源发射的光必须与青区域中具有色点840的光相组合。出于效率原因(波长需要进一步分开),青色点840应该相比深蓝色点850更远离目标蓝色点860。可以看到,所有三个色点(840、850、860)都在色彩空间中的同一条线上,并且目标蓝色点可以作为按它们的强度加权的光源色点850和青色点840的加权算术平均值来计算。在图8的示例中,蓝光源发射440nm的波长,FWHM为19nm,且波长转换层在由蓝光源激发后发射490nm的波长,FWHM为50nm。为了达到目

标蓝色点,未经转换蓝光的贡献为92%,而经转换青光的贡献为8%。

[0130] 如上文概述的,本领域技术人员知道,关于加色混合的理论可被用于评估达到目标蓝色点所需的未经转换光和经转换光的贡献。在实践中,未经转换光和经转换光对达到目标蓝色点的贡献取决于许多因素。可作出第一猜测。此第一猜测可以使用加色混合理论来作出,并且如果光源的光谱带宽和波长转换层发射的光是已知的,则会更精确。为了得到正确的值,在实践中,对经组合光束的色点作出测量。

[0131] 因而,为了达到目标蓝色点,第三波长转换层在被诸如LED器件之类的光源发射的蓝光激发时应发射波长大于480nm的光。第三波长转换层还应吸收小于50%的LED蓝光,优选地小于20%或更优选小于10%的由LED器件发射的蓝光,以便达到目标蓝色点。

[0132] 图9和10示出了与波长转换层发射的波长相对应的哪些色点可以在理论上分别以440nm和445nm发射的蓝光源来选择。图9中的线900左侧和图10中的线1000左侧的所有色点理论上可分别用440nm和445nm光源选择来达到目标色点。然而,不能忘记按光源的激发波长和波长转换层的发射波长之间的波长差所规定的效率要求,该波长差应至少为25nm,优选地为35nm,且甚至更优选地为45nm。

[0133] 诸如LED 400、401和402之类的蓝光源与它们所照亮的波长转换层之间的空间可以是空的或用填充材料填充(全部或部分)。填充材料可以作为峰值通量去除器和散热器来限制诸如LED之类的光源与波长转换层之间的热交换。

[0134] LED 400、401、402的示例是来自 **Epistar®** 的ES-VADBA12B,其主波长在区间[445nm-455nm]内且光谱半宽为25nm。

[0135] 使用发射405nm的光的光源或LED作为波长转换材料的激发波长形成本发明的范围的一部分。然而,取决于蓝色的深度,可能会出现以下效果:

[0136] (1) 显示器可能发射一些UV光,但归因于安全原因,这应被避免,

[0137] (2) 许多光学透明材料被UV吸收,并且如此选择UV LED已经将排除许多标准经济材料或现成材料,以及

[0138] (3) 蓝色越深,斯托克斯位移损失越大。例如,当405nm光子被吸收并且发射红620nm光子时,归因于该问题的量子性质,可获得的上限效率由比率 $405/620=65\%$ 来确定。

[0139] 因此,对于显示应用,蓝光源的波长优选地应在例如420nm到455nm的范围内,下边界由所使用的材料的透明吸收边缘确定。

[0140] 如上文所讨论的,蓝光源的波长越深,下变频材料(或波长转换层)的吸收越高。这一效果在图7中解说。降低激发波长具有增加吸收的效果,这在图7中以线710来示出。如上文所讨论的,减少朝向紫外光谱的波长会增加吸收。如上文所述,UV光谱中的下限主要基于所使用的材料的透明吸收边缘、技术人员已知的与UV相关的安全问题以及斯托克斯位移来定义。

[0141] 因此,光源或LED光源可以发射深蓝光或波长在380到455nm、或400到455nm、或420到455nm范围内的光,其中下边界由所使用材料的透明吸收边缘确定。

[0142] 对于上述波长范围,使用沉积在蓝光源(诸如深蓝LED)上的青色转换材料,蓝色点可被校正并朝目标蓝色点移位,并且如此解决早先提到的问题。

[0143] 该结构的重要属性是:

[0144] (1) 归因于色点移位而获得的目标色彩三角形(或色彩空间),

[0145] (2) 尽可能高的能效 (这是由于所有三个波长转换元件的激发光谱和发射光谱之间的差异足够大以获得非常高的效率而实现的),

[0146] (3) 根据本发明, 为像素的每一子像素使用三个相同光源以改进显示器的制造工艺。

[0147] 在使用色彩转换层时发生的效果是, 会想象需要吸收尽可能多的蓝色, 这将被转换成例如红色。但随后红色需要逃离该层, 并且自吸收需要最小化。这两个要求是竞争性的, 即高浓度用于蓝吸收而低浓度用于红逃逸。如早先讨论的, 较深蓝色有帮助。结果表明, 当以最大的色彩转换效率为目标时, 归因于转换和自吸收这两个效应的竞争, 一些蓝色将漏出穿过该结构。然而, 可以通过在波长转换层之后 (即在其上方) 提供蓝吸收层来移除该泄漏。将此蓝吸收混入波长转换层本身将无助于提高效率, 因为如果吸收材料与色彩转换材料混合, 则一些蓝光子将在色彩转换层的第一部分中已被吸收。

[0148] 在本发明的第二方面中, 如图5所示, 滤光器被放置在红色和绿色子像素的第一和第二波长转换层上。对于这两个子像素, 滤光器可以相同, 或者红色子像素上的滤光器500可以不同于绿色子像素上的滤光器501。

[0149] 滤光器500、501可以例如丝网印刷在子像素上。

[0150] 滤光器500和501滤除由LED 400、401发射并将传递穿过波长转换层的蓝光。

[0151] 滤光器500、501还可被设计成吸收在环境光 (例如, 在LED显示器的周围预期的阳光或人造光) 的光谱中发现的蓝波长和其他波长。这将有利地增加使用根据本发明的实施例的像素的LED显示器的对比度。除目标发射波长 (以达到目标色点) 外, 所有波长都将被吸收; 红像素的红色, 蓝像素的蓝色和青色, 以及绿像素的绿色。此类滤光器也可以印刷在蓝像素上, 以去除一些环境光, 除了有助于目标蓝色点的波长之外。

[0152] 图6示出了白LED的光谱, 其示出了用于激发荧光体的由GaN基LED直接发射的蓝光 (峰值约在465nm处) 和由Ce³⁺:YAG荧光体发射 (其以约500-700nm发射) 的更宽带的经斯托克斯位移的光。

[0153] 对于这一特定荧光体, 吸收 (激发) 峰在约465nm处。如果假定其将在450nm处达到峰值, 则出于效率原因, 最好在450nm处泵浦荧光体。

[0154] 图7作为示例示出了来自Sigma-Aldrich®的Lumidot™ CdSe/ZnS 610nm红色发射量子点粒子的频谱。线710代表吸收光谱, 而线720代表荧光。从图中可以清楚, 在深UV处, 吸收是最有效的, 并迅速增加。将波长衰减到500nm以下的光学滤光器将不仅衰减在LED上反射的蓝光, 它还将防止环境光中存在的蓝光 (即LED器件400、401、402之外的光源发射的光) 激发波长转换层。分散在波长转换层中的颜料预期比位于波长转换层上的滤光器效率低 (即, 比波长转换层更远离蓝LED 400、401、402)。实际上, 在LED 400、4001、402所发射的蓝光能够与波长转换层相互作用之前, 此类滤光器将不会衰减蓝光。外部源发射的蓝光在到达波长转换层之前首先会被衰减。

[0155] 从图6和7可以看出, 荧光体粒子和量子点 (还有量子片) 之间的差异是所发射光的光谱带宽。量子点/量子片的优点是它们产生纯且饱和的具有窄带宽的发射色彩, 其特征是半最大值全宽在20-45nm范围内。它们的发射波长可以通过改变量子点的大小来调节。

[0156] 相反, 大多数荧光体粒子具有宽带发射光谱。与基于量子点/量子粒子的波长转换层相比, 与荧光体粒子所发射的光相关联的色点将往往更接近色彩空间中的白点, 并且因

而将不在如图9和10所示的线的左侧。

[0157] 根据本发明的实施例的波长转换层的量子点/量子片的核可以是基于磷化铟或基于硒化镉的。

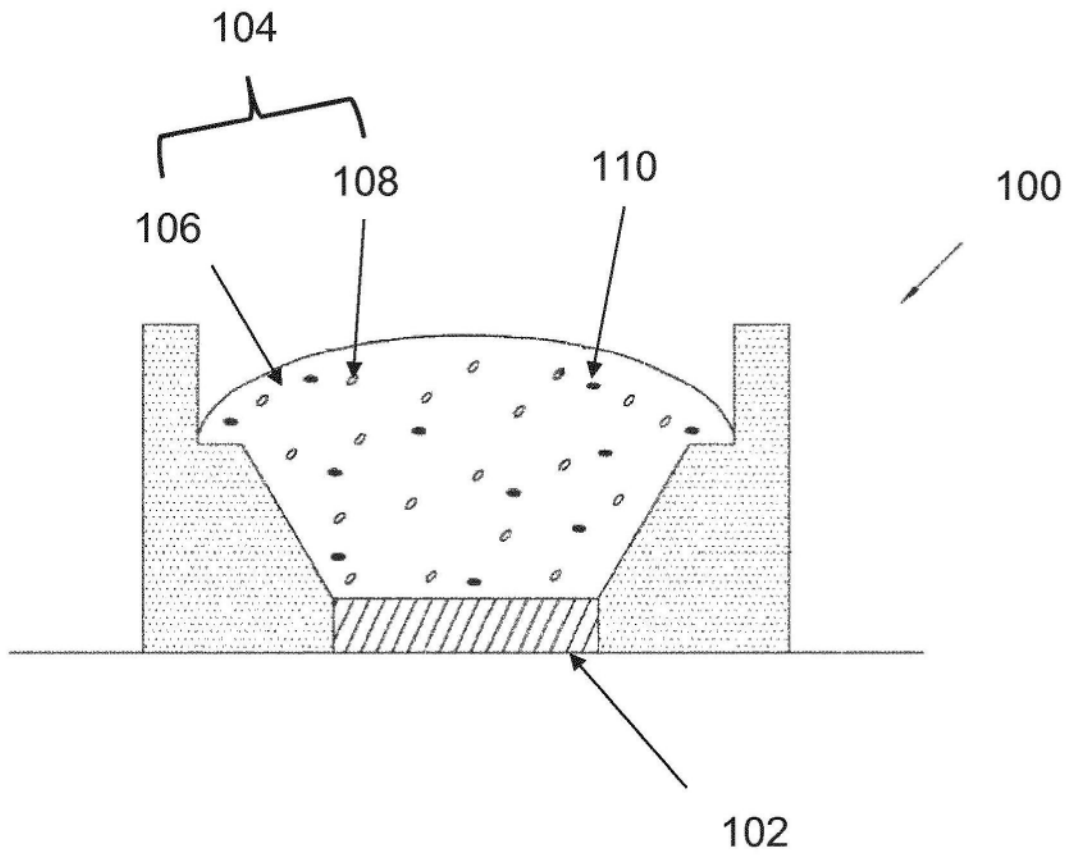
[0158] 包括量子点和/或量子片的波长转换层尤其适合于高分辨率显示器,尤其是归因于量子点/量子片的尺寸。事实上,可以达到的像素(每一像素包括三个子像素)的大小小于1mm,像素间距约为1mm。由于荧光体颗粒太大(10 μ m的量级),因此无法使用荧光体来实现这种尺寸。研磨荧光体颗粒会减小其尺寸,但也会影响其效率。

[0159] 量子点/量子片LED显示器将使用喷墨打印来批量生产。(1) 喷墨打印荧光体颗粒将需要太多的时间。由于荧光体颗粒的尺寸大得多,因此需要厚得多的转换,并且(2) 归因于荧光体颗粒的研磨性质和更长的时间,还应经常更换打印头。

[0160] 因此,荧光体由于其尺寸和更宽的光谱带宽而不适合在高分辨率显示器上进行色彩转换。

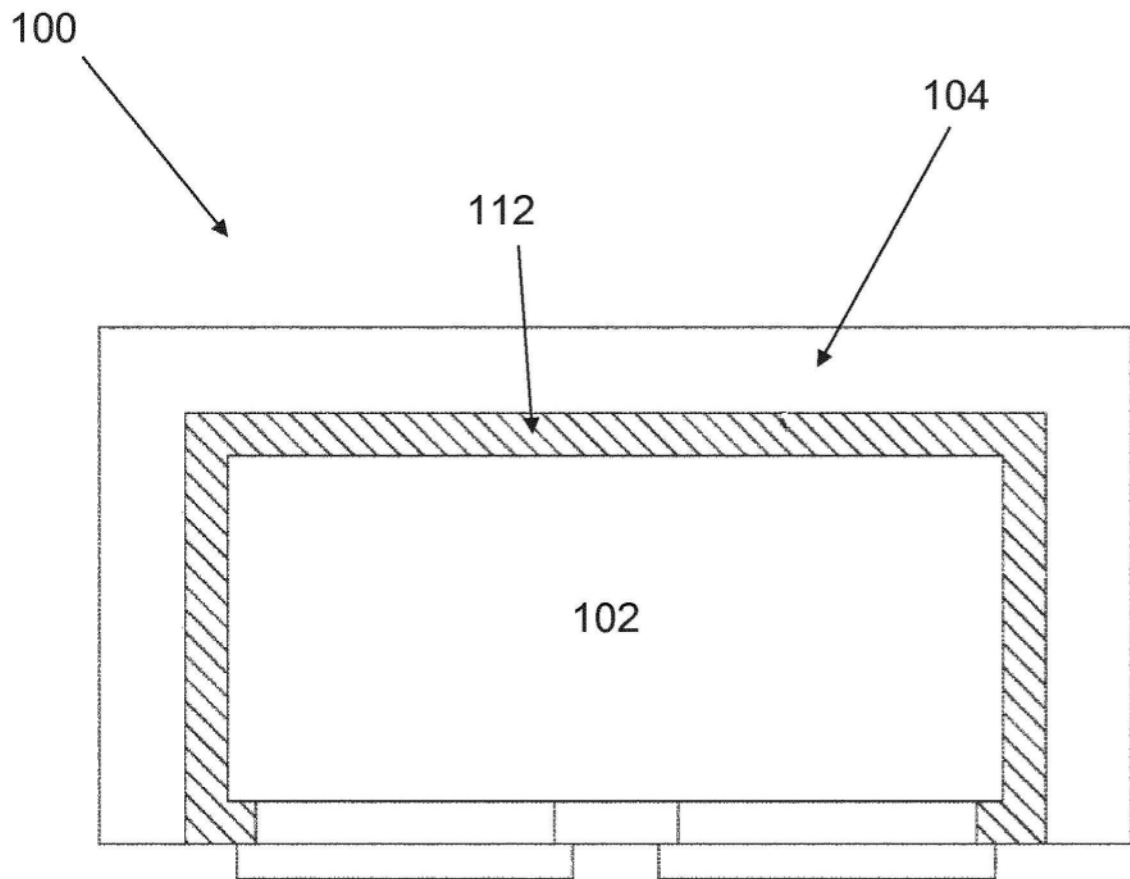
[0161] 虽然参考LED光源来描述了本发明的实施例,但是本发明不限于此。可以使用根据本发明的实施例的适于激发波长转换层的任何光源。例如,OLED也可以与本发明的实施例一起使用。

[0162] 尽管以上已经参考特定实施例描述了本发明,但是这样做是为了阐明而不是限制本发明。技术人员将理解,在不脱离本发明的范围的情况下,可以对所公开的特征进行各种修改和不同的组合。



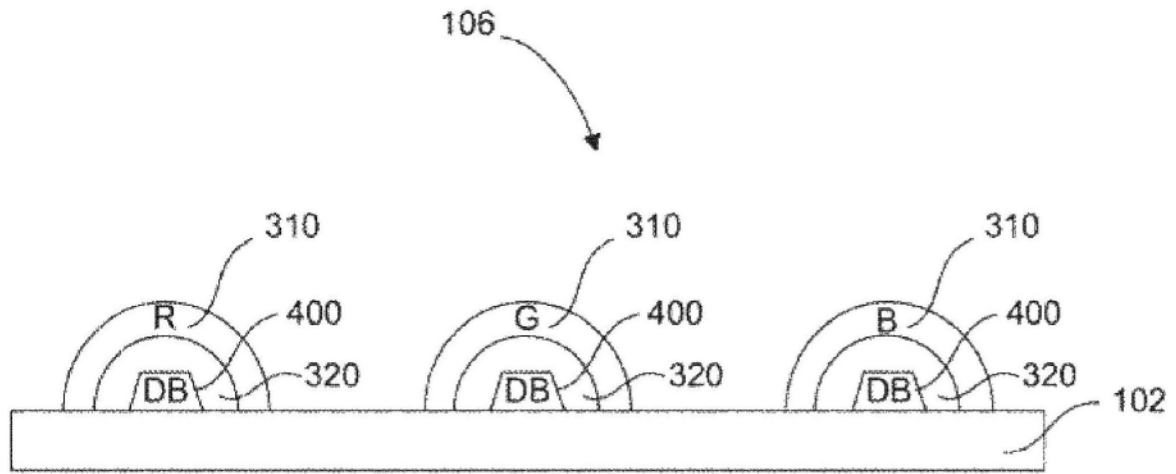
现有技术

图1



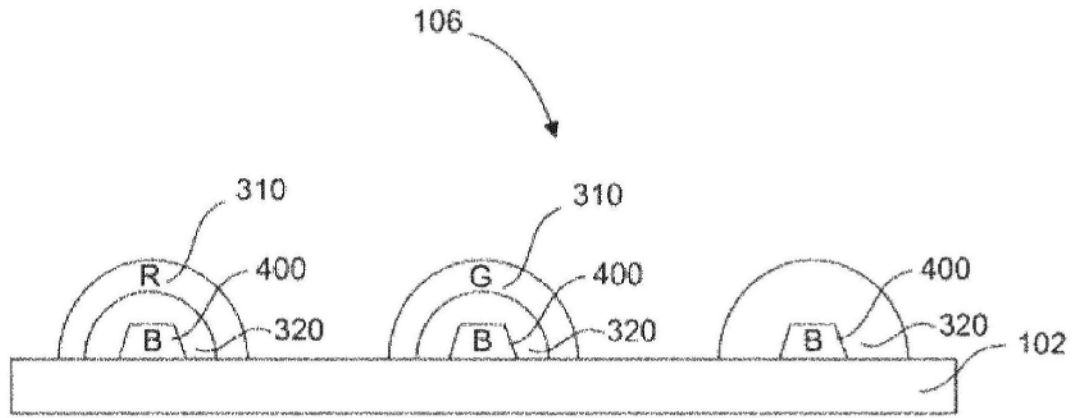
现有技术

图2



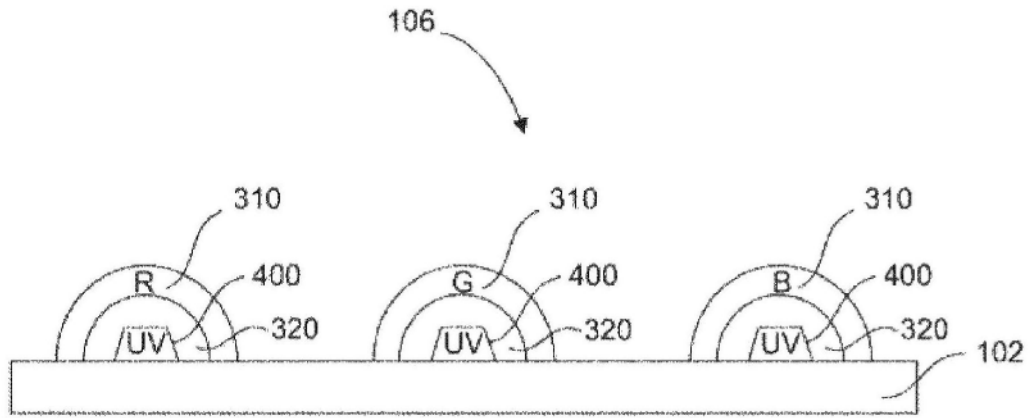
现有技术

图3A



现有技术

图3B



现有技术

图3C

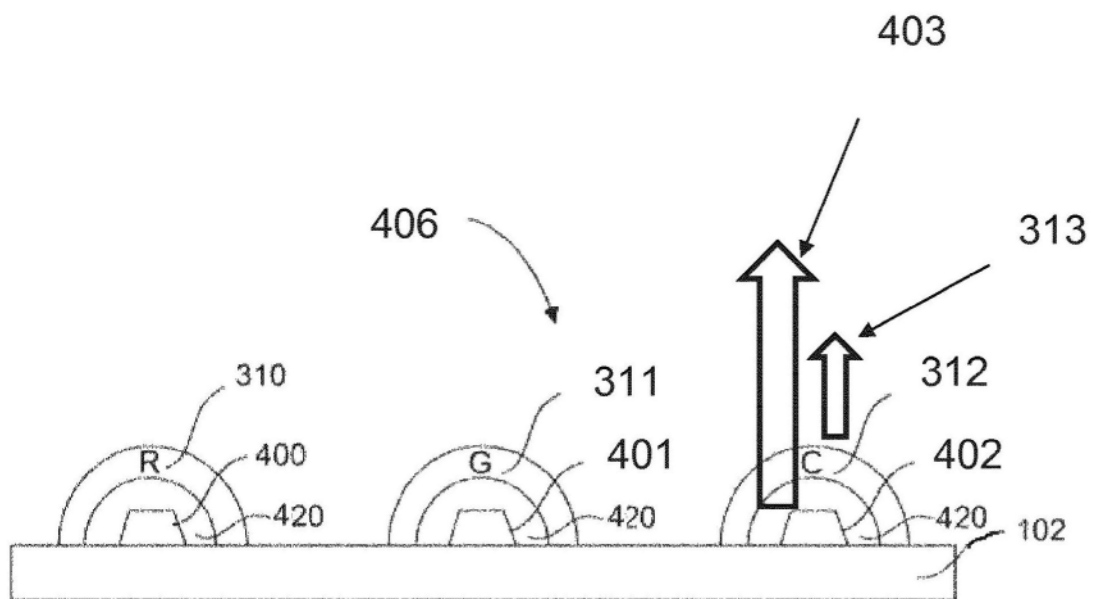


图4

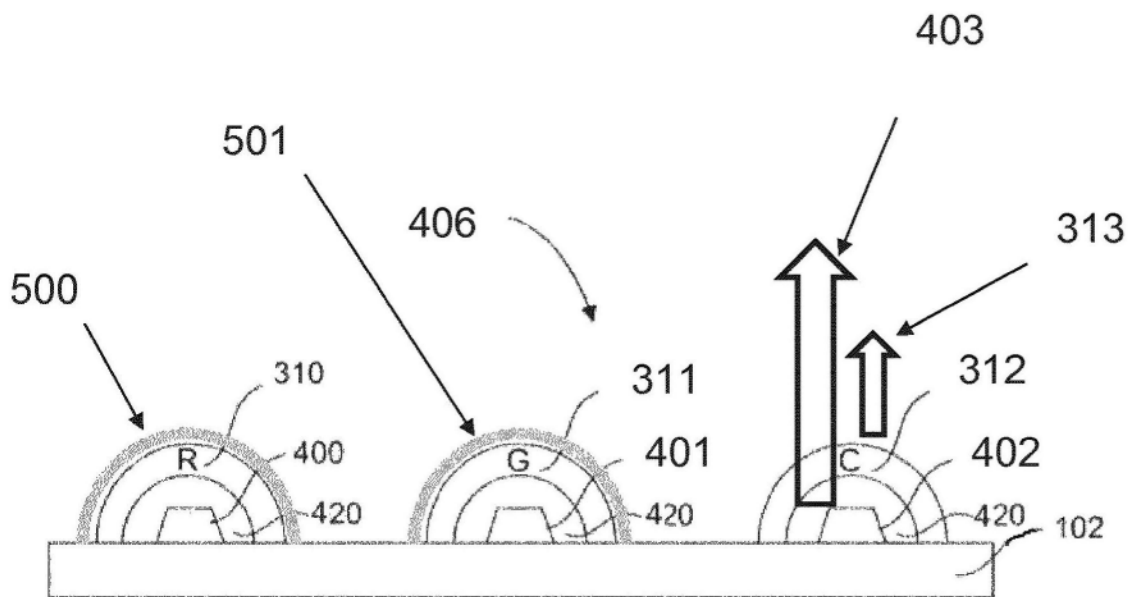


图5

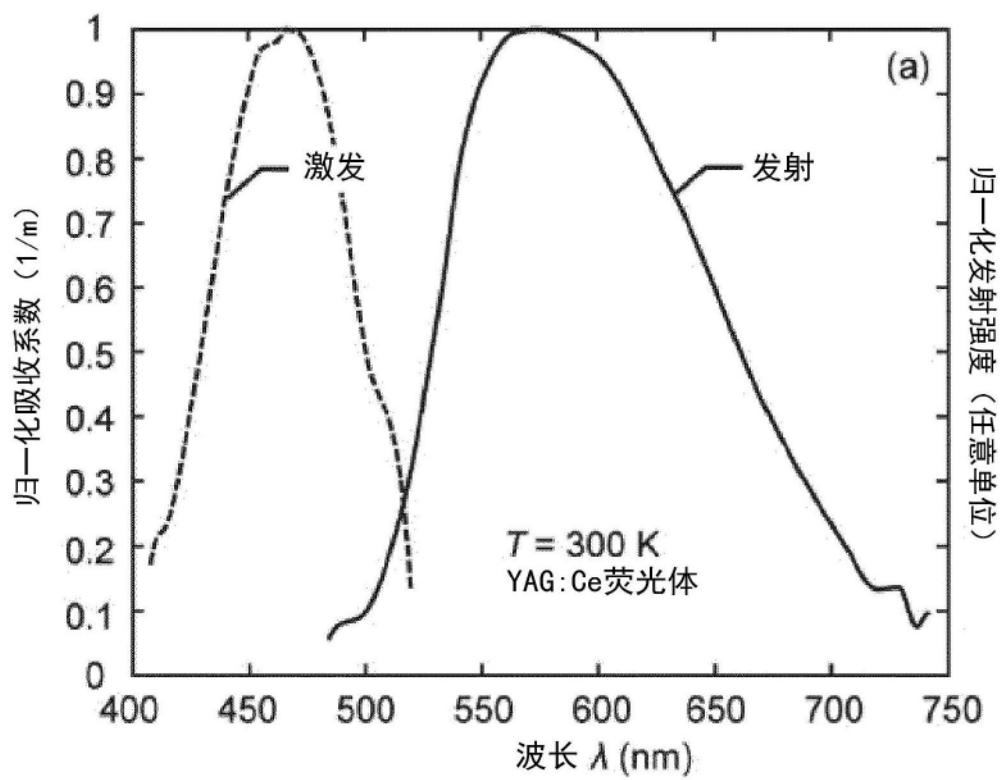


图6

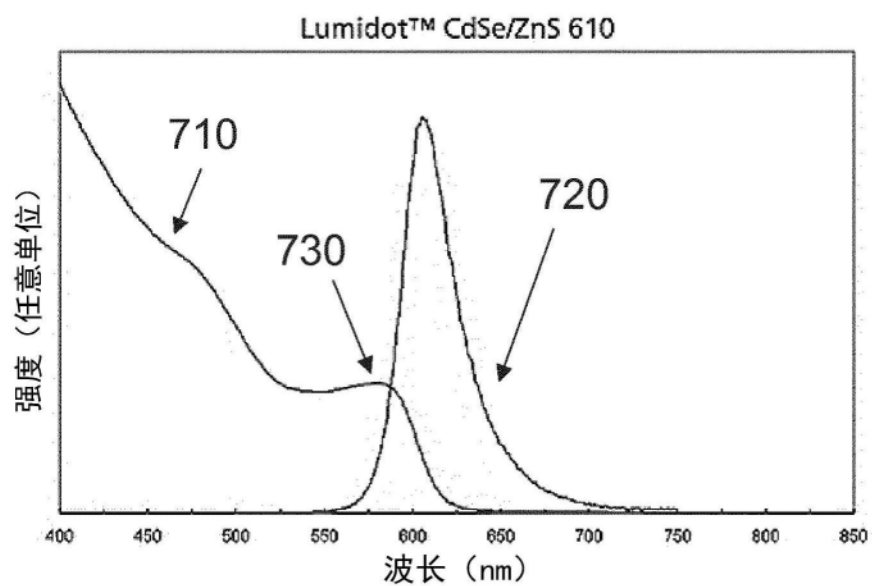


图7

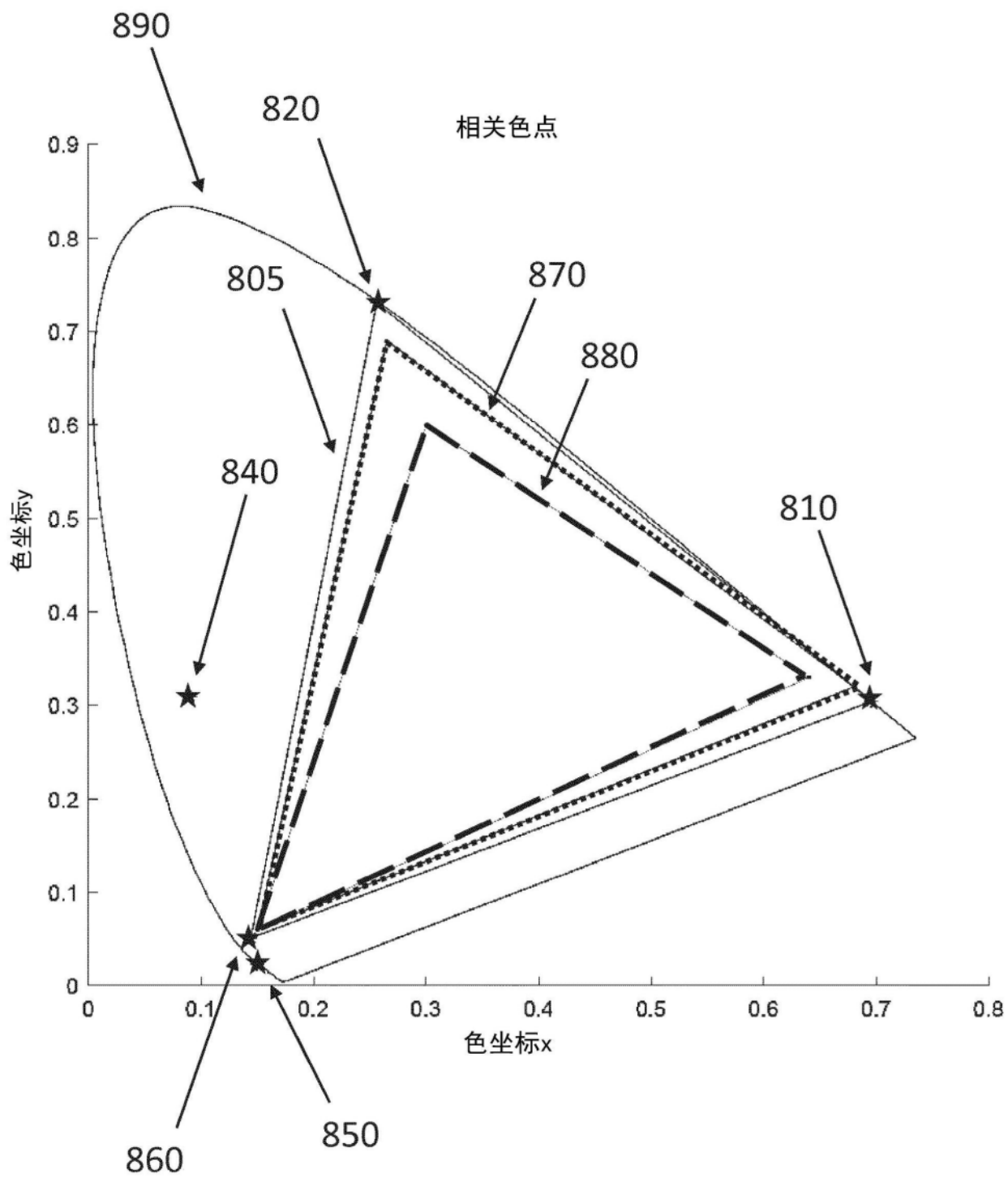


图8

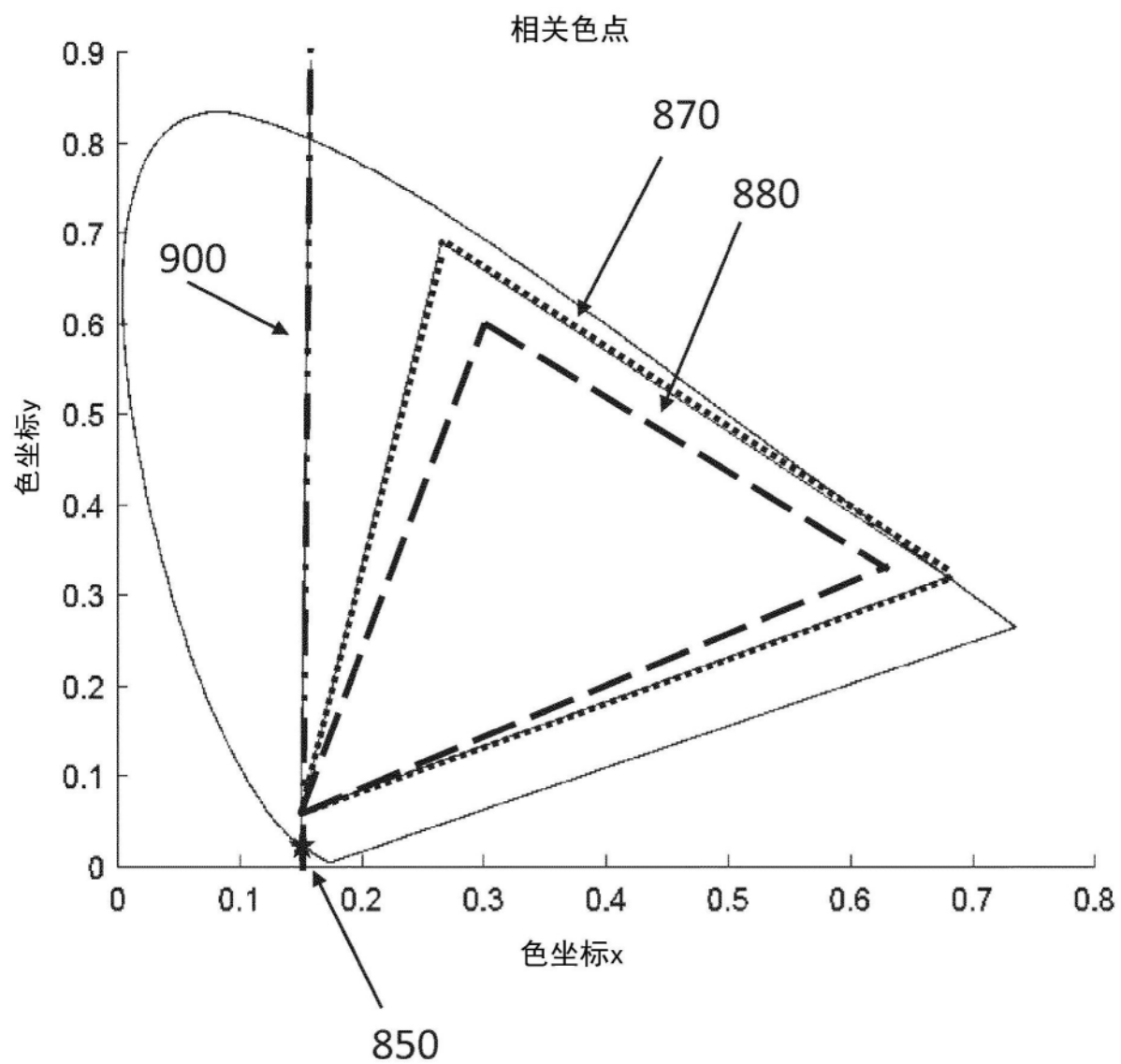


图9

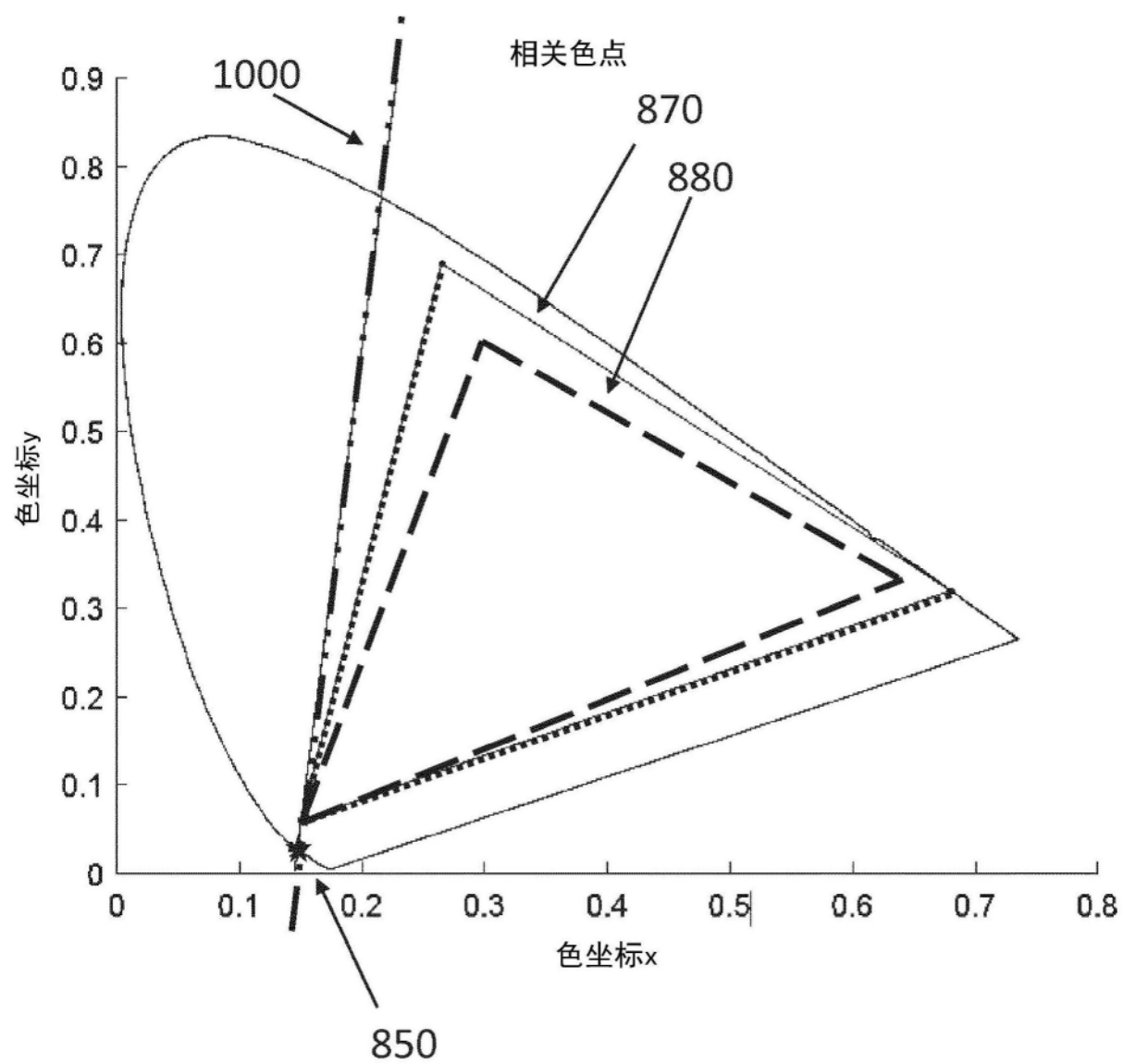


图10