



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112558345 A

(43) 申请公布日 2021.03.26

(21) 申请号 202011293074.0

(22) 申请日 2016.12.21

(30) 优先权数据

15003667.1 2015.12.23 EP

(62) 分案原申请数据

201680081207.3 2016.12.21

(71) 申请人 凡泰姆股份公司

地址 瑞士施泰法

(72) 发明人 N·吕希恩格尔 I·韦伯

S·劳尔 M·欧斯扎卡

B·哈特梅尔

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038

代理人 姜煌

(51) Int.Cl.

G02F 1/1335 (2006.01)

G02F 1/13357 (2006.01)

G09F 9/30 (2006.01)

C09K 11/02 (2006.01)

C09K 11/66 (2006.01)

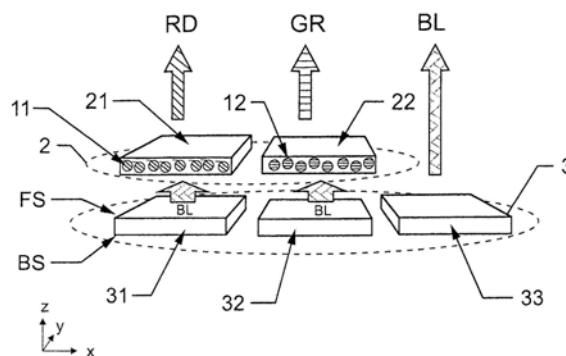
权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

显示设备

(57) 摘要

一种显示设备,其包含光发射器,该光发射器包含光发射器部分(31,32,33)的套组(3),其中该套组的至少一个光发射器部分(31)经配置成发射具有激发波长的光,及包含色彩转换层,该色彩转换层包含转换层部分(21,22)的套组(2)。该套组(2)的至少一个转换层部分(21)包含含有固体聚合物组合物的膜,其中该固体聚合物组合物包含发光晶体(11),其中该发光晶体(11)具有钙钛矿结构,且选自式(I)化合物: $M_a^1 M_b^2 X_c$  (I),其中 $M^1$ 表示Cs,任选地经至多30摩尔%的一种或多种其他具有配位数12的金属掺杂, $M^2$ 表示Pb,任选地经至多30摩尔%的一种或多种具有配位数6的金属掺杂,且X独立地表示选自自由Cl、Br、I、氰根、及硫氰酸根所组成的组的阴离子。发光晶体(11)具有3nm至3000nm之间的尺寸,及响应于被套组(3)的至少一个相应光发射器部分(31)发射的光的激发而发出波长的光,其中该激发波长比该波长短。



1. 一种显示设备,其包含

光发射器,包含光发射器部分 (31,32,33) 的套组 (3), 其中该套组的至少一个光发射器部分 (31) 经配置成发射具有激发波长的光,

色彩转换层,包含转换层部分 (21,22) 的套组 (2),

其中该套组 (2) 的至少一个转换层部分 (21) 包含含有固体聚合物组合物的膜,其中该固体聚合物组合物包含发光晶体 (11)

其中该发光晶体 (11)

-具有钙钛矿结构

-选自式 (I) 化合物:

$\text{CsPbX}_3$  (I), 其中

Cs 任选地经至多 30 摩尔%的一种或多种其他具有配位数 12 的金属掺杂,

Pb 任选地经至多 30 摩尔%的一种或多种具有配位数 6 的金属掺杂,

X 独立地表示选自由 Cl、Br、I、氰根、及硫氰酸根所组成的组的阴离子,

-具有 3nm 至 3000nm 之间的尺寸,

-响应于被套组 (3) 的至少一个相应光发射器部分 (31) 发射的光的激发而发出波长的光,

其中激发波长比该波长短;且

其中该聚合物是交联的。

2. 根据权利要求 1 的显示设备,其中该转换层部分仅仅包含一种类型的根据式 (I) 的用于发射专用色光的发光晶体。

3. 根据前述权利要求中一项的显示设备,

其中该发光晶体 (11) 具有 5nm 至 100nm 之间的尺寸;和/或

其中该发光晶体 (11) 的量低于  $2.0\text{g}/\text{m}^2$ , 优选地低于  $1.5\text{g}/\text{m}^2$ 。

4. 根据前述权利要求中任一项的显示设备,其中每转换层部分 (21) 的发光晶体 (11) 选自由以下所组成的组

- $\text{CsPbBr}_x\text{I}_{3-x}$ , 其中  $0 \leq x < 2$ ,

- $\text{CsPbCl}_y\text{Br}_{3-y-z}\text{I}_z$ , 其中  $0 < y < 1, 2 \leq z \leq 3-y$ ,

各自用于发射红光,或

- $\text{CsPbBr}_x\text{I}_{3-x}$ , 其中  $2 \leq x \leq 3$

- $\text{CsPbCl}_y\text{Br}_z\text{I}_{3-y-z}$ , 其中  $0 < y < 1, 1 < z \leq 3-y$ ,

各自用于发射绿光。

5. 根据前述权利要求中任一项的显示设备,

其中该固体聚合物组合物包含选自由以下所组成的组的聚合物:丙烯酸酯聚合物、碳酸酯聚合物、砜聚合物、环氧聚合物、乙烯基聚合物、氨基甲酸酯聚合物、酯聚合物、苯乙烯聚合物、有机硅聚合物及环烯烃共聚物,优选丙烯酸酯聚合物。

6. 根据前述权利要求中任一项的显示设备,

其中该膜厚度在  $5\mu\text{m}$  至  $500\mu\text{m}$ , 和/或

其中发光晶体于固体聚合物组合物 (21) 中的浓度在 0.01wt% 至 0.50wt% 之间。

7. 根据前述权利要求中任一项的显示设备,其中该色彩转换层具有 10% 至 99% 之间的

光学雾度。

8. 根据前述权利要求中任一项的显示设备, 其中该套组 (2) 的第一转换层部分 (21) 包含含有第一发光晶体 (11) 的第一膜, 该第一发光晶体 (11) 响应于被套组 (3) 的第一相应光发射器部分 (31) 发射的光的激发而发出红光, 且

其中第二转换层部分 (22) 包含含有第二发光晶体 (12) 的第二膜, 该第二发光晶体 (12) 响应于被套组 (3) 的第二相应光发射器部分 (32) 发射的光的激发而发出绿光。

9. 根据前述权利要求中任一项的显示设备, 其中该套组 (3) 的光发射器部分 (31, 32, 33) 的数目高于该套组 (2) 的转换层部分 (21, 22) 的数目。

10. 根据权利要求8或9的显示设备, 其包含像素, 该像素包含:

- 该第一转换层部分 (21) 连同相应的第一光发射器部分 (31),
- 该第二转换层部分 (22) 连同相应的第二光发射器部分 (32), 及
- 第三光发射器部分 (33)。

11. 根据前述权利要求中任一项的显示设备, 其包含

水蒸气透过率小于  $0.2 \text{ g mm m}^{-2} \text{ 天}^{-1}$  的阻挡层, 优选地涵盖作为整体的色彩转换层 (2) 或单独地涵盖转换层部分 (21, 22),

优选地其中各个阻挡层的材料选自由以下所组成的组: 聚偏二氯乙烯、环烯烃共聚物、高密度聚乙烯、金属氧化物、 $\text{SiO}_x$ 、 $\text{Si}_x\text{N}_y$ ; 任选地为有机/无机多层形式。

12. 根据前述权利要求中任一项的显示设备, 其中该色彩转换层包含散射粒子, 尤其由  $\text{TiO}_2$  或  $\text{ZrO}_2$  制备,

其中该散射粒子具有  $\text{RI} > 2$  的折射率 (RI),

其中该散射粒子具有 100nm 至 1000nm 的尺寸, 和/或

其中散射粒子于该色彩转换层中的浓度在 1 至 40wt% 之间, 优选地在 3 至 20wt% 之间。

13. 根据前述权利要求中任一项的显示设备,

其中该光发射器部分 (31, 32, 33) 各自包含有机发光二极管 (OLED), 且  
尤其其中该显示设备为 OLED 显示器。

14. 根据权利要求1至12中任一项的显示设备,

其中该光发射器部分 (31, 32, 33) 各自包含无机发光二极管 (LED)。

15. 根据权利要求1至12中任一项的显示设备,

其中该光发射器为液晶显示器 (LCD) 的背光, 且  
尤其其中该显示设备为 LCD 显示器。

## 显示设备

[0001] 本申请为申请号为201680081207.3、申请日为2016年12月21日、发明名称为“显示设备”的发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及发光晶体 (LC) 领域。本发明提供一种显示设备。

### 背景技术

[0003] 显示器为我们的世界重要的完整部分且以不同尺寸运用于广泛范围的电子设备中。尤其彩色显示器是非常流行的，导致产生各种技术以使其色域 (即可显示的色彩的宽谱) 最大化。

[0004] 为了显示广泛的色彩，大部分常见的显示器技术诸如液晶显示器 (LCD) 技术依赖于用于过滤各个光源的红、绿及蓝光的彩色滤光器整合。因而通过控制红、绿及蓝光的强度而实现所期望的色调。

[0005] 此显示器的色域限制在由各个光源所发射的色谱，此光源典型地未集中在主要红、蓝、及绿波长，因此使得显示高度饱和的色彩是不可能的。

[0006] 本发明的公开内容

[0007] 根据本发明的方面，提供了一种显示设备。该显示设备包含光发射器，该光发射器包含光发射器部分的套组，及包含色彩转换层，该色彩转换层包含转换层部分的套组，该套组的至少一个转换层部分经配置成响应于被套组的至少一个相应光发射器部分发射的光的激发而发出波长的光。套组的至少一个光发射器部分经配置成发射具有激发波长的光。此发射的光的激发了至少一个色彩转换层中的发光晶体，其响应于激发，发射不同于优选蓝光的较短激发波长 (在400至490nm之间的范围内的波长) 的波长的光。

[0008] 为了提供主题 (subject) 发光性质，主题色彩转换部分包含发光晶体，此发光晶体响应于激发而发射限定波长的光。发光晶体可包埋在包含紧邻发光晶体的聚合物的固体聚合物组合物中。固体聚合物组合物以膜形式促成色彩转换部分。

[0009] 适当的发光晶体具有钙钛矿结构。此钙钛矿结构本身是已知的且被描述成具有通式  $M^1M^2X_3$  的立方、准立方 (pseudocubic)、四方或斜方形晶体，其中  $M^1$  为配位数12的阳离子 (立方八面体 (cuboctaeder)) 且  $M^2$  为配位数6的阳离子 (八面体 (octaeder)) 且 X 为在晶格的立方、准立方、四方或斜方形位置中的阴离子。这些结构中，所选的阳离子或阴离子可被其他离子替代 (随机或规则地)，仍保留其晶体结构。此发光晶体的制造是已知的，例如来自 Protesescu 等人 (Nano Lett., 2015, 15, 3692-3696)。

[0010] 有利地，发光晶体选自式 (I) 化合物：

[0011]  $M_a^1M_b^2X_c$  (I)，其中

[0012]  $M^1$  表示 Cs，

[0013]  $M^2$  表示 Pb，

[0014] X 独立地表示选自由 Cl、Br、I、氰根、及硫氰酸根所组成的组的阴离子，

[0015] a表示1,

[0016] b表示1,

[0017] c表示3。

[0018] 独立地意指X可选自上述命名的一种阴离子或者可为大于一种上述阴离子的组合。术语硫氰酸根应包括共振结构,即硫氰酸根及异硫氰酸根。

[0019] 本发明的实施方式中,在钙钛矿结构内, $M^1$ 可经至多30摩尔%的一种或多种其他具有配位数12的金属掺杂。有利地, $M^1$ 经至多10摩尔%的一种或多种此金属掺杂。适当的金属 $M^1$ 选自由以下所组成的组:Rb、K、Na、及Li。

[0020] 本发明的实施方式中,在钙钛矿结构内, $M^2$ 可掺杂至多30摩尔%的一种或多种其他具有配位数6的金属。有利地, $M^2$ 经至多10摩尔%的一种或多种此金属掺杂。适当的金属 $M^2$ 选自由以下所组成的组:Ge、Sn、Sb及Bi。

[0021] 本发明的实施方式中,X选自Cl、Br及I中的一种;或者X独立地表示Cl、Br及I中的两种;或者X表示Cl、Br及I。Cl、Br、I、氰根及硫氰酸根的量可通过常规实验诸如此领域中已知的MS或XRF测定;小的Cl阴离子将发射移向蓝色,大的I阴离子朝向红色,而中等尺寸的Br阴离子朝向可见光谱的绿色部分。

[0022] 发光晶体具有3nm至3000nm之间的尺寸,且尤其在5至100nm之间。

[0023] 因此,优选地使用铯铅卤化物纳米晶体和/或掺杂型铯铅卤化物纳米晶体(其具有钙钛矿结构)作为发光晶体。具有特定波长的光的发射取决于在上述限制条件内的发光晶体材料的选择,且可取决于发光晶体的尺寸。

[0024] 色彩转换层包含至少一个且优选地多个色彩转换层部分的套组。转换层部分应理解是单独地将蓝光由指定的光发射器部分转换成专用的(dedicated)颜色的部分。因此,转换层部分的膜仅仅包含一种类型的根据式(I)所选的用于发射专用色光的发光晶体。

[0025] 光发射器包含至少一个且优选地多个光发射器部分的套组。光发射器部分应理解是单独地可寻址和/或可控制以发光的部分。多个发射器部分因此单独地可控制以使得例如这些光发射器部分的各个部分可被控制发光,而同时其余部分可被控制不发光或发出不同强度的光。具体地,每一光发射器部分提供有单独接点以接受控制信号。

[0026] 在优选实施方式中,多个光发射器部分提供于相应的套组中且多个转换层部分提供于相应的套组中。此处,专用的光发射器部分被指定至一个转换层部分以激发其所含的发光晶体。如果光发射器部分的数目等同于转换层部分的数目,则光发射器部分与转换层部分之间为一对一的关联,使得每一转换层部分具有其自己的指定光发射器部分。然而,非常优选的是光发射器部分的数目超过转换层部分的数目,以使得转换层部分具有指定的光发射器部分,而有一些光发射器部分并不具有指定的转换层部分。这些剩下的光发射器部分的发出这样的光,该光可能不被任何色彩转换部分所转换,但可用于将激发波长加至整体发光光谱中,例如作为之后会被引入的像素的一部分,此像素为可调谐的而发出各种颜色/波长的光且此像素可有助于显示器。

[0027] 在不同实施方式中,单一光发射器部分与多个转换层部分组合地提供于相应的套组中。此实施方式中,优选地提供其他控制元件(诸如液晶)于朝向每一转换层部分的激发光路径中以控制每个转换层部分的激发。

[0028] 至少一个且优选地每一个转换层部分均包含膜。各膜包含固体聚合物组合物,其

中该固体聚合物组合物包含指定的发光晶体。优选地,膜经定义为具有的长度及宽度的至少一者(且优选地二者)超过膜的高度/厚度。本上下文中的膜也可称为元件。膜的尺寸可包括膜的厚度,该厚度小于、等于或大于膜的长度及宽度中的各者。

[0029] 在优选实施方式中,色彩转换层包含第一转换层部分,该第一转换层部分包括第一膜。第一膜经配置成发射红光,优选地响应于来自于光发射器的蓝光的激发。第一膜包含第一固体聚合物组合物,接着此第一固体聚合物组合物包含第一发光晶体。第一发光晶体的红光发射性质优选地是因为适当地选择限定尺寸的材料组合物所致。红光被视为是具有590nm至700nm范围间的峰值波长的光。

[0030] 除了第一转换层部分之外,色彩转换层优选地还包含第二转换层部分,该第二转换层部分包括第二膜。第二膜经配置成发射绿光,优选地响应于来自于光发射器的蓝光的激发。第二膜包含第二固体聚合物组合物,接着此第二固体聚合物组合物包含第二发光晶体。第二发光晶体的绿光发射性质优选地是因为适当地选择限定尺寸的材料组合物所致。绿色发光晶体优选地具有不同于红色发光晶体的化学组合物和/或尺寸。绿光被视为是具有490nm至570nm范围间的峰值波长的光。在优选实施方式中,第一及第二膜中的一者或多者可包含散射粒子,诸如 $\text{TiO}_2$ 或 $\text{ZrO}_2$ 。

[0031] 优选地,第一发光晶体具有上式(I)及相应的尺寸,和第二发光晶体具有上式(I)及相应的尺寸。

[0032] 优选实施方式中,第一发光晶体具有式(I-1)

[0033]  $\text{CsPbI}_x\text{Z}_{3-x}$  (I-1), 其中

[0034]  $1 < x \leq 3$ ,

[0035] Cs、Pb是如上所述般任选地经至多30摩尔%掺杂,

[0036] Z表示Cl、Br中的一种或多种。

[0037] 特别有利地,第一发光晶体具有式 $\text{CsPbBr}_x\text{I}_{3-x}$ , 其中 $0 \leq x < 2$ 和/或具有式 $\text{CsPbCl}_y\text{Br}_{3-y-z}\text{I}_z$ , 其中 $0 < y < 1, 2 \leq z \leq 3-y$ 。

[0038] 有利地,第二发光晶体具有式(I-2)

[0039]  $\text{CsPbBr}_x\text{Z}_{3-x}$  (I-2), 其中

[0040]  $2 \leq x \leq 3$ ,

[0041] Cs、Pb是如上所述般任选地经至多30摩尔%掺杂,

[0042] Z表示Cl、I中的一种或多种。

[0043] 特别有利地,第二发光晶体具有式 $\text{CsPbCl}_y\text{Br}_z\text{I}_{3-y-z}$ , 其中 $0 < y < 1, 1 < z \leq 3-y$ , 和/或具有式 $\text{CsPbBr}_x\text{I}_{3-x}$ , 其中 $2 \leq x \leq 3$ 。

[0044] 在非常优选的实施方式中,设定发射红光的第一发光晶体为式 $\text{CsPbBr}_x\text{I}_{3-x}$ 化合物, 其中 $0 \leq x < 2$ 、或式 $\text{CsPbCl}_y\text{Br}_{3-y-z}\text{I}_z$ 化合物, 其中 $0 < y < 1, 2 \leq z \leq 3-y$ , 且显现590nm至700nm范围间的峰值波长, 优选地FWHM在15至50nm之间。

[0045] 在非常优选的实施方式中,设定发射绿光的第二发光晶体为式 $\text{CsPbCl}_y\text{Br}_z\text{I}_{3-y-z}$ 化合物, 其中 $0 < y < 1, 1 < z \leq 3-y$ , 或式 $\text{CsPbBr}_x\text{I}_{3-x}$ 化合物, 其中 $2 \leq x \leq 3$ , 且显现490nm至570nm范围间的峰值波长, 优选地FMWH在15至50nm之间。

[0046] 对于前述两个实施方式,第一及第二发光晶体的尺寸各自在5nm至100nm之间。

[0047] 优选地,第一膜仅包含第一发光晶体而不含第二发光晶体,而第二膜仅包含第二

发光晶体而不含第一发光晶体。优选地,第一膜仅包含第一发光晶体而不含任何其他发光晶体,而第二膜仅包含第二发光晶体而不含任何其他发光晶体。通过这些方式,第一膜分别地仅专用于响应于激发而发射红光,但无绿光或其他颜色的光,而第二膜分别地仅专用于响应于激发而发射绿光,但无红光或其他颜色的光。此概念可适用于如果为多个第一膜时的任一第一膜,及如果为多个第二膜时的任一第二膜,此多个膜的概念将于稍后引入。

[0048] 本发明色彩转换层提供第一与第二发光晶体的空间隔离。此隔离是通过将第一发光晶体仅布置在专用第一膜中及通过将第二发光晶体仅布置在专用第二膜中,且可能地除此之外也在第一膜与第二膜之间通过间隙而实现。通过这么做,可避免第一发光晶体与第二发光晶体之间的阳离子及阴离子的交换。鉴于每一膜的制造优选地于单独的悬浮液中进行,因而避免第一发光晶体及第二发光晶体于常见的悬浮液中混合。取而代之地,这样的混合将导致原始第一及第二发光晶体以上述离子交换为基准通过反应/再结合而转换成不同的发光晶体。结果,此不同的发光晶体会发出不同于第一或第二发光晶体的波长的光。不被理论所束缚,由于此离子交换反应,所得上述红及绿发光晶体的调和物(formulation)将取决于红及绿色粒子的有效组成而发出在原始红与绿发射峰之间的波长的光。取而代之地,第一及第二发光晶体在制造阶段隔离且因此加至悬浮液的不同部分中,可导致硬化/固化/干燥后的上述第一及第二膜。

[0049] 通过这么做,发射绿光的发光晶体(也称为绿色发光晶体)并不与发红光的发光晶体(也称为红色发光晶体)相互作用。悬浮液的每一部分优选地包含指定的发光晶体、溶剂、配体、及聚合物。鉴于所得膜为固体膜,可避免第一膜中的第一发光晶体与第二膜中的第二发光晶体相互作用。如果第一膜及第二膜相邻排列,鉴于仅有位于第一及第二膜界面的LC的阳离子/阴离子可能再结合,因而可大程度地避免此相互作用。

[0050] 本发明设备提供优异的光致发光量子产率。

[0051] 术语“量子产率(QY)”于领域中已知且涉及系统所吸收的每光子的特定事件的发生次数的量。本发明上下文中,术语“量子产率”意指所述物质的“光致发光量子产率”且此二术语以相同的意义使用。“光致发光量子产率”定义了系统所吸收的每光子有多少较高波长(较低能量)的光子被所述系统发射。

[0052] 例如,建议用于本发明膜中的固体聚合物组合物的量子产率共为>60%,且优选地>80%,最优选地>90%,优选地在被蓝光激发时。此外,归功于材料选择、晶体尺寸、及绿色及红色LC的严格隔离,尖锐的波长分布可分别地于发射的红及绿光中实现,以使得所得的发射光的品质优秀。优选地,第一膜及第二膜各自的固体聚合物组合物用于可见发光的FWHM(半峰全宽)为<50nm,优选地<40nm,且最优选地<30nm,各自分别在红或绿光的范围内。例如,可观察到500nm发射峰的FWHM为22nm,同时测得例如76%的高光致发光量子产率。

[0053] 本设备的实施方式遵守欧盟的RoHS(“危害性物质限制(Restriction of Hazardous Substances)”)指令。在本专利申请提出之时,可应用的指令2011/65/EU通常限制下列元素的使用:铅(Pb)<1000ppm(重量)、汞(Hg)<1000ppm、镉(Cd)<100ppm、六价铬(Cr6+)<1000ppm、多溴联苯(PBB)<1000ppm、多溴二苯醚(PBDE)<1000ppm。另一方面,这是通过选择不含Cd的材料(其仍提供优异的量子产率/性能)而实现。根据RoHS指令第2版(2011/65/EU)的Pb的限制为1000ppm,其于本发明实施方式中以每片膜为基准而实现,且是总计每一转换层部分及色彩转换层本身而实现。优选地,根据任一本发明实施方式的每一转换层部

分的总Pb浓度低于1000ppm、更优选地在30ppm至1000ppm的范围内、且最优选地在100ppm至900ppm之间。RoHS指令的遵从可通过分别选择适当浓度的第一及第二膜中的第一及第二发光晶体、及通过确定第一及第二膜的厚度尺寸而实现。主体(subject)浓度可通过MS或XRF测量法测量。

[0054] 优选地,有关于每膜的固体聚合物组合物的聚合物基质方面的各个发光晶体浓度在0.01wt%至0.5wt%的范围内。在发射红光的第一膜的情况下,第一发光晶体的浓度优选地在0.01wt%至0.5wt%、更优选地在0.05wt%至0.38wt%之间;最优选地在0.1wt%至0.35wt%之间;和对于发射绿光的第二膜,优选地在0.01wt%至0.50wt%之间、更优选地在0.05wt%至0.31wt%之间、最优选地在0.1wt%至0.28wt%之间。一方面此浓度范围的上限支持RoHS的遵从,另一方面此范围的下限在转换层部分的合理膜厚度提供充分的发射。

[0055] 优选地,每膜的厚度在5 $\mu$ m至500 $\mu$ m之间。优选地,用于吸收套组的相应光发射器部分发射的蓝光的膜厚度在5 $\mu$ m至500 $\mu$ m之间。优选地,发射红光的第一膜的厚度在5 $\mu$ m至500 $\mu$ m之间、更优选地在10 $\mu$ m至500 $\mu$ m之间、最优选地在40 $\mu$ m至200 $\mu$ m之间且发射绿光的第二膜的厚度在30 $\mu$ m至500 $\mu$ m之间、优选地在50 $\mu$ m至500 $\mu$ m之间、最优选地在70 $\mu$ m至400 $\mu$ m之间。当保持发光晶体的总量于膜恒定时,一方面厚度范围的下限支持RoHS的遵从,另一方面厚度范围的上限提供设备中有限材料的使用。

[0056] 有关于膜表面方面的发光晶体的量极低,典型地低于2.0g/m<sup>2</sup>的范围且非常优选地低于1.5g/m<sup>2</sup>。当与常规的CdSe或InP材料相比时,此膜的相同吸收率仅可通过粗略地1.8倍更高量的材料实现。例如,经发现99.9%的蓝光吸收率需要2.2g/m<sup>2</sup>的CdSe,相比之下对于CsPbBr<sub>3</sub>仅1.2g/m<sup>2</sup>。

[0057] 本发明的优选实施方式中,包含1.0g/m<sup>2</sup>至1.5g/m<sup>2</sup>发光晶体(诸如1.2g/m<sup>2</sup> CsPbBr<sub>3</sub>)的膜具有大约400至500 $\mu$ m、尤其500 $\mu$ m的厚度,且完全地吸收相应光发射器部分的蓝光(尤其是其的99.9%)。此层发射较长波长的光,尤其是绿或红光。

[0058] 对于此色彩转换层的膜的制造,具有高吸收率的材料是有利的。尤其,高吸收率得以制造出较薄的膜,这对例如显示设备的生产是重要的。此外,较薄的膜需要较少的基质材料,因此可降低其制造成本。

[0059] 同时存在的高量子产率、RoHS的遵从、低材料使用、发射光谱的稳定峰位置及窄FWHM、可调谐的发射光谱及高稳定性代表着本发明相对于现有技术的主要成就。常规地,建议以CdSe或InP材料用于LC。然而,虽然前者提供充分的量子产率,但是RoHS的遵从是具有挑战性的且经常依赖管理的豁免。另一方面后者为RoHS的遵从但显现差的光学品质(量子产率<60%;FWHM>40nm)。对照之下,本发明的转换层部分提供良好的量子产率、低峰值FWHM和RoHS遵从性。这是如下实现的:通过选择用于LC的适当材料、应用适当LC浓度及膜厚度且同时布置不同的LC于不同膜中导致LC之间彼此隔离以避免离子交换反应。

[0060] 与惯用的彩色滤光器(其仅通过白色光谱吸收某些波长来调节颜色)相比,本发明实施方式的性质是优异的。虽然在常规的彩色滤光器中,大部分的入射光能量丧失于吸收作用,但在本发明的情况下,取决于所用材料的量子产率,有大于90%的入射光可被转换成期望的颜色。这导致设备具有好很多的能量效率。

[0061] 至于进一步具体化光学性质方面,优选地第一及第二膜均具有10至99%之间的雾度。雾度可通过RI>2.0且尺寸100-1000nm的散射粒子、或通过微结构或微晶聚合物结构引



入。散射粒子于色彩转换层中的浓度优选地在1至40wt%之间,且更优选地在3至20wt%之间。

[0062] 在一实施方式中,套组的各种转换层部分的膜彼此隔离,例如通过填满空气的间隙或通过不同的固体材料(例如LCD显示器中的黑色矩阵(black matrix)结构)隔离。于不同的实施方式中,套组的各种转换层部分的膜被布置成彼此相邻。因此,色彩转换层未必需要其连续部分。取而代之地,单独部分,优选地布置在相同水平,可促成色彩转换层。

[0063] 在一实施方式中,光发射器的各部分彼此隔离,例如通过填满空气的间隙或通过不同的固体材料(例如LCD显示器中的黑色矩阵结构)隔离。因此,光发射器未必需要其连续部分。取而代之地,单独光发射器部分,优选地布置在相同水平,可促成光发射器。优选地,光发射器具有长度及宽度的至少一者(且优选地二者)超过光发射器的高度/厚度的平面形状。这优选地也适用在促成光发射器的单独光发射器部分。

[0064] 在优选实施方式中,每一转换层部分连接至所指定的光发射器部分。

[0065] 在优选实施方式中,提供基板以支撑光发射器。因此,光发射器部分通过在其之间的黏合或连接层(其可提供供光发射器部分用的控制信号)连接至基板。基板可为聚合物基板诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯基板或无机材料诸如玻璃。基板优选地为薄片状结构,优选地基板的长度及宽度均超过高度/厚度,且优选地均超过其厚度至少十倍。在此实施方式中,光发射器被布置在色彩转换层与基板之间。

[0066] 另一实施方式中,可提供一个或多个阻挡层,优选地各个阻挡层于20-50℃温度/90%相对湿度及大气压力具有小于 $0.2 \text{ (g*mm) / (m}^2\text{*天)}$ 的水蒸气透过率。任何上述及下述的实施方式中,设备可包括位于色彩转换层的不然会暴露的表面顶部的阻挡层。此阻挡层尤其可具有低的水蒸气透过率以避免膜中的LC响应于暴露至水中而降解。阻挡层于一实施方式中可透 $\text{O}_2$ ,或者于不同的实施方式中也可为不透氧。优选地阻挡层是透光的,且优选地此阻挡层可以单层形式或多层形式存在。阻挡层优选地包含有机聚合物和/或无机材料。适当的有机聚合物可选自由以下所组成的组:聚偏二氯乙烯(PVdC)、环烯烃共聚物(COC)、高密度聚乙烯(HDPE);适当的无机材料可选自由以下所组成的组:金属氧化物、 $\text{SiO}_x$ 、 $\text{Si}_x\text{N}_y$ 。最优选地,聚合物阻挡层包含选自PVdC及COC组的材料。

[0067] 在此实施方式中,色彩转换层被布置在光发射器与阻挡层之间。

[0068] 阻挡层优选地涵盖作为整体的色彩转换层或转换层部分。涵盖可意指将色彩转换层沉积于光发射器上后的色彩转换层的覆盖。

[0069] 阻挡层也可直接覆盖在光发射器部分,该光发射器部分并未被指定的转换层部分所覆盖。

[0070] 在一实施方式中,若有的话,基板也可作为阻挡层以使得基板的暴露表面可不必被专用的阻挡层覆盖。然而,于不同的实施方式中,且尤其当基板可透水时,则基板的不然会暴露的表面也可被阻挡膜所覆盖。

[0071] 优选地,基板、光发射器、色彩转换层、及阻挡层是垂直堆叠的,即与其平面延伸成直角。另一方面,转换层部分的各种膜被布置成彼此为横向。

[0072] 显示设备可具有对角线大于3英寸的平面延伸例如作为手提式显示器或者优选地具有对角线大于15英寸的平面延伸作为计算机或电视用的显示器。虽然上述需要基板(若有的话)、第一膜及第二膜各自的矩形平面延伸,但要强调的是其范围并不限制在矩形组

件。显示设备也可采用不同的基本形状,诸如圆形、椭圆形等等。

[0073] 于不同的变化中,若有的话,一个或多个中间层(尤其具有透光性质)可被布置在基板与光发射器、光发射器与色彩转换层、色彩转换层与阻挡层的一者或多者之间。要注意的是,转换层部分的每一单个膜片的尺寸优选地低于最终应用中可通过眼睛察觉到的尺寸(可与LCD屏幕中的像素尺寸相比)。

[0074] 设备的任何上述实施方式并不限于单一第一膜及单一第二膜。优选地,包含第一固体聚合物组合物的多个第一膜及包含第二固体聚合物组合物的多个第二膜被布置在相同水平且促成色彩转换层。

[0075] 本上下文中,转换层部分与指定的光发射器部分的组合排列被视为是子像素。优选地,像素是通过包括第一膜连同红色发光晶体的第一子像素、包括第二膜连同绿色发光晶体的第二子像素、及并不包括膜连同任何发光晶体但如果指定的光发射器部分被激活则发射蓝光的第三子像素形成。为此目的,色彩转换层可包含并不包括含发光晶体的膜的部分,即该部分为第三子像素的一部分。此部分可例如仅包括非透明聚合物。这些非发光部分提供光的透射,优选地通过其下的光发射器部分所发射的蓝光。这三种子像素可形成显示设备的像素。取决于确切的显示器结构,三种子像素之间的面积比可不同于1:1:1。显示设备可具有多个像素。通过单独地控制每像素的三个相应光发射器部分的光发射,则可调整通过主体像素所发射的光的感知色。因此,色彩转换层优选地包含许多的第一膜、许多的第二膜、及许多的非发光部分,各自的单一者促成一个像素。

[0076] 在一实施方式中,每一光发射器部分以有机发光二极管(OLED)代表。OLED可呈现为整合层化的元件,可能地包括顶部玻璃层,其上可例如通过喷墨打印法布置指定的色彩转换层。在此实施方式中,显示设备为OLED显示器。如上所定义的多个像素包含于OLED显示器中,每一像素包含三个OLED作为光发射器部分,每一OLED各自发蓝光。

[0077] 于不同的实施方式中,每一光发射器部分以无机发光二极管(LED)代表。LED可呈现为整合层化的元件,可能地包括顶部玻璃层,其上可例如通过喷墨打印法布置指定的色彩转换层。此实施方式中,显示设备为LED显示器。如上所定义的多个像素包含于LED显示器中,每一像素包含三个或多个LED作为光发射器部分,每一LED各自发蓝光。

[0078] 于不同的实施方式中,显示设备为液晶显示器(LCD),其中光发射器为液晶显示器的背光。此处,色彩转换层可取代常规显示器的彩色滤光器层,此常规显示器的彩色滤光器层仅过滤入射光、但并不响应于激发而发光。因此,此显示设备可额外地包含第一偏振器、第一基板、一些液晶、第二基板、及第二偏振器。

[0079] 显示设备可作为移动或静止计算设备、电信设备、或电视设备的显示器。

[0080] 发光晶体(LC)优选地由半导体材料制成。发光晶体应包括量子点(典型地在3-12nm范围内)及至多100nm的纳米晶体及至多3 $\mu$ m的发光晶体。优选地,发光晶体大约为等尺寸的(诸如球形或立方形)。粒子被认为是大约等尺寸,如果所有3个正交维数的长宽比(最长:最短方向)为1-2。LC显现(如同此术语意指)发光或更具体地限定的光致发光。本发明的上下文中,发光晶体典型地为单晶粒子,由于表面活化剂的存在而与其他粒子空间隔离。其为显现直接带隙(典型地在1.1-3.8eV、更典型地1.4-3.5eV、甚至更典型地1.7-3.2eV的范围内)的半导体材料。以等于或高于带隙的电磁辐射激发/照明后,价带电子被激发至导带,留下价带中的电子空穴。然后所形成的激子(电子-电子空穴对)以光致发光形式辐射地再

结合,其中最大强度以LC带隙值为中心且显现至少1%的光致发光量子产率。与外部电子及电子空穴源接触,LC可显现电致发光。本发明上下文中,LC并未显现机械发光(例如压电发光)、化学发光、电化学发光、和热致发光。

[0081] 量子点(QD)特别涉及半导体纳米晶体,其具有典型地在3-12nm之间的直径。于此范围内,QD的物理直径小于块状激子波尔半径,导致量子局限效应占主导地位。结果,QD的电子状态且因此带隙是QD组合物及物理尺寸的函数,即吸收/发射的颜色与QD尺寸相关联。QD样品的光学品质与其均质性直接关联(较为单分散的QD会具有较小的发射FWHM)。当QD到达大于波尔半径的尺寸时,量子局限效应受阻碍且因为供激子再结合的非辐射路径可能变得占优势而使样品可能不再发光。因此,QD为纳米晶体的特定子组,尤其以其尺寸及尺寸分布限定。QD的性质与这些参数直接关联,将其与纳米晶体作出区别。

[0082] 除了各个类型的发光晶体以外,第一及第二固体聚合物组合物各自包含硬化、固化或干燥聚合物,优选地第一固体聚合物组合物及第二固体聚合物组合物中均具有相同类型,包括有机和/或无机合成材料。优选地,聚合物选自以下所组成的组:丙烯酸酯聚合物(包括共聚物)、碳酸酯聚合物、砜聚合物、环氧聚合物、乙烯基聚合物、氨基甲酸酯聚合物、酯聚合物、环烯烃共聚物、苯乙烯聚合物及有机硅聚合物。最优选地,聚合物选自下列列表:丙烯酸酯聚合物(包括共聚物)、聚苯乙烯、有机硅、及环烯烃共聚物。此外,聚合物可为直链或交联。

[0083] 在优选实施方式中,当第一膜与第二膜直接接触时,第一膜的聚合物不同于第二膜的聚合物以避免第一膜与第二膜的潜在互混合。

[0084] 硬化/固化/干燥聚合物优选地为透光性,即非不透明以使得通过发光晶体发射的光,及可能的用于激发发光晶体的光源的光通过。

[0085] 优选地,除了硬化/固化/干燥聚合物及各个类型的发光晶体之外,一种或多种第一及第二聚合物组合物还包含选自下列组的表面活性剂:非离子性、阴离子性、阳离子性及两性离子表面活性剂;优选地选自胺或羧基封端的表面活性剂的组。

[0086] 术语“表面活性剂”、“配体”、“分散剂(dispersant)”及“分散剂(dispersing agent)”为领域中已知且实质地具有相同意义。本发明的上下文中,这些术语意指除了溶剂以外的有机物质,其是用于悬浮液或胶体中以改善粒子的隔离及避免附聚或沉降。不被理论所束缚,据信将粒子加至溶剂之前或之后,表面活性剂物理或化学地连接于粒子表面上且由此提供期望的效应。术语表面活性剂包括聚合物材料及小分子;表面活性剂典型地含有极性端基及非极性端基。本发明的上下文中,溶剂(例如甲苯)不被认为是表面活性剂。

[0087] 上文所用的与制造方面有关的“悬浮液”是已知的且涉及具有固体内相(i.p.)及液体外相(e.p.)的非均匀流体。外相包含一种或多种分散剂/表面活性剂、任选地一种或多种溶剂及任选地一种或多种预聚合物或溶解聚合物。因此,每一类型的发光晶体(第一,第二)添加至悬浮液的专用部分中。进一步的处理包括将悬浮液的一或每一部分施用至基板上的期望区域。此步骤也称为溶液处理,其意指通过使用基于溶液(=液体)的起始材料将涂层或薄膜施用至基板。这被认为是显著的优点,因为其使得能够通过适用于大面积及连续处理的简单技术而制造所有膜。

[0088] 优选地,转换层部分的发光晶体被包埋于基质诸如聚合物基质或无机基质中,以使第一膜中的第一LC彼此空间隔离,且第二膜中的第二LC彼此空间隔离。所得“LC/QD复合

体”意指包含LC/QD、表面活性剂及基质的固体无机/有机复合材料且促成各个第一或第二膜。

[0089] 其他有利的实施方式列于从属权利要求以及下文说明中。

[0090] 附图简述

[0091] 本发明的实施方式、实施例、代表或引导实施方式的实验、方面及优点将由下列的其详细说明而更加明了。此说明提及附图，其中：

[0092] 图1显示根据本发明实施方式的显示设备的分解图；

[0093] 图2显示根据本发明优选实施方式的液晶显示器的分解图；

[0094] 图3显示根据本发明另一实施方式的显示设备的分解图；且

[0095] 图4显示通过色彩转换层的光谱，该色彩转换层被呈现为聚合物箔，其含有当以 Samsung SUHD TV (型号UE48JS8580T) 的450nm蓝色背光激发时发射绿或红光的根据本发明实施方式的LC。

[0096] 图式详细说明

[0097] 图1绘示根据本发明实施方式的显示设备的分解图。显示设备包含光发射器，该光发射器包含三个光发射器部分31、32、33的套组3，光发射器部分31、32、33各自具有前侧FS及背侧BS。显示设备包含色彩转换层2。转换层包含第一及第二转换层部分21、22的套组2，其中套组的转换层部分21、22各自对应于套组3的光发射器部分31、32。由此，转换层部分的套组2可直接被布置至光发射器部分的套组3的前侧FS上，其中套组2的转换层部分21、22是与套组3的相应光发射器部分31、32直接接触，或者可以有介入于转换层部分21、22的套组与光发射器部分31、32的套组间的层以例如保护转换层的套组2。此外，转换层部分21及相应的光发射器部分31可布置与下一对转换层部分22及相应光发射器部分32相邻或留间隔。

[0098] 第一转换层部分21、第二转换层部分22、及光发射器部分的套组3各自具有沿着x轴方向的长度、沿着y轴方向的宽度、及沿着z轴方向的厚度。

[0099] 第一转换层部分21包含呈第一膜形式的第一固体聚合物组合物。第一固体聚合物组合物至少包含第一聚合物及第一发光晶体11，其中第一发光晶体11选自如本文所定义的式(I)化合物。

[0100] 第一发光晶体11具有3nm至3000nm之间的尺寸。响应于被相应第一光发射器部分31激发，第一发光晶体11发射红光RD。

[0101] 第二转换层部分2包含呈第二膜形式的第二固体聚合物组合物。第二固体聚合物组合物包含至少第二聚合物及第二发光晶体12。第二发光晶体12选自如本文所定义的式(I)化合物。

[0102] 第二发光晶体12具有3nm至3000nm之间的尺寸。响应于被相应第二光发射器部分32激发，第二发光晶体12发射绿光GR。

[0103] 第一及第二聚合物优选地但不必相同。

[0104] 如同图1中所指示，一旦第一转换层21经暴露至第一光发射器部分31的辐射，且尤其暴露至蓝色辐射BL，则第一发光晶体11被激发并发射红光RD。一旦第二转换层22经暴露至第二光发射器部分32的辐射，且尤其暴露至蓝色辐射BL，则第二发光晶体12被激发而发射绿光GR。第三光发射器部分33发射蓝光BL但并不对应于套组的一个转换层部分。套组的光发射器部分31、32、33可独立地控制，尤其各个光发射器部分31、32、33的强度可单独地控

制。

[0105] 三种颜色的发射光的混合提供了被显示设备所发射的色调。因此,本发明设备优选地可作为显示器屏幕的构造块(building block)。

[0106] 图2显示本发明的优选实施方式,其中显示设备可作为LCD屏幕的构造块。LCD屏幕实质地包含第一52及第二54基板,尤其玻璃基板,其中液晶层53介入于第一基板52与第二基板54之间。第一基板52包含用于选择性地将电场施加至液晶层53的金属丝层(wire layer)。第一偏振器51被布置在第一基板52的一侧,此侧远离液晶层53。第二基板54包含指向液晶层53的公用电极。第二偏振器55配置于第二基板54的表面,此表面远离液晶层53。

[0107] 第一51及第二55偏振器的偏振方向优选地被旋转成彼此为 $90^\circ$ 。由背光50所发射的光通过第一偏振器51且在进入液晶层53之前实现线性偏振。取决于液晶分子的扭曲程度(其取决于经由配置于第一52及第二基板54上的电极所施加的电场),进入液晶层53的光的偏振方向的取向被旋转,尤其偏振方向被旋转 $90^\circ$ 。只有在进入液晶层53的光的偏振方向被偏振使得其可通过第二偏振滤光器55时,则此光被LCD屏幕所发射。

[0108] 第一视图中,图1中的套组3的第一、第二、及第三光发射器部分31、32、33分别对应于LCD显示器的第一、第二、及第三部分310、320、330,其中一部分的LCD显示器实质地包含一部分的背光50、一部分的第一偏振器51、一部分的第一基板52、一组液晶分子53、一部分的第二基板54及一部分的第二偏振滤光器55。如果光离开第二偏振滤光器55部分且进入套组2的第一及第二相应转换层21、22,其激发各个发光晶体。响应于被相应的第一光发射器部分310所激发,第一发光晶体11发射红光RD。响应于被相应的第二光发射器部分320所激发,第二发光晶体12发射绿光GR。优选地,LCD显示器的第三部分330并未指定给套组的转换层部分,使得LCD显示器的第三部分330发射背光的优选蓝光BL。

[0109] 于不同视图中,背光50可以其本身被视为是光发射器,而蓝光对各个转换层组件的选择性发射是通过控制元件(其在本发明情况下为可寻址的液晶分子53)所控制。

[0110] 图3显示显示设备的另一实施方式,其中相同的数字意指相同的元件。图1中的套组3的第一、第二、及第三光发射器部分31、32、33对应于优选地发射蓝光的第一、第二、及第三有机发光二极管(OLED) 61、62、63。套组2的转换层部分21、22可直接地布置至各个地第一61及第二62OLED的前侧FS或者可布置于各个OLED的封装上。第三OLED 63不对应于套组2的任何转换层部分21、22。

[0111] 虽然本发明的当前优选实施方式已显示及说明,但应该清楚地理解的是,本发明并未局限于此,而可在下列权利要求的范围内以其他方式进行各种呈现及操作。

## 实施例

[0112] 实施例1:

[0113] 发射绿光的发光晶体(LC)是根据Protesescu等人呈现的文献步骤(Nano Lett., 2015, 15, 3692-3696)合成。LC浓度通过将分散体加热至 $450^\circ\text{C}$ ,此导致溶剂蒸发再将配体烧掉而限定为0.54%。将分散体以Quantaaurus C11347-11总量子产率设备(备有积分球)进行光学表征。于450nm激发的LC分散体具有以500nm为中心且FWHM为23nm的光致发光峰且光致发光量子产率为89%。

[0114] 将11.75wt%此配方与87.25wt%的30wt%PMMA(Plexiglas 7N)的甲苯溶液及

1wt%TiO<sub>2</sub>散射粒子(Kronos 2800)混合,再直接倒至已预热至60℃的玻璃基板上。将过量的混合物以刮刀移除且在60℃干燥4小时后,得到大约400μm厚度的膜。在以450nm光激发时,膜显现以500nm为中心且FWHM为22nm的峰的光致发光且光致发光量子产率为76%。以所测量的起始配方的固体负荷为基准,膜具有775ppm的Pb浓度。

[0115] 将此箔置于蓝色Samsung SUHD TV背光(型号UE48JS8580T)上,导致仅有以500nm为中心的峰的绿光发射(图4)。

[0116] 实施例2:

[0117] 发射红光的发光晶体(LC)是根据Protesescu等人呈现的文献步骤(Nano Lett., 2015, 15, 3692-3696)合成。LC浓度通过将分散体加热至450℃,这导致溶剂蒸发再将配体烧掉而限定为0.06%。将分散体以Quantaaurus C11347-11总量子产率设备(备有积分球)进行光学表征。于450nm激发的LC分散体具有以638nm为中心且FWHM为33nm的光致发光峰且光致发光量子产率为72%。

[0118] 将16.875wt%此配方与80.125wt%的30wt%PMMA(Plexiglas 7N)的甲苯溶液及3wt%TiO<sub>2</sub>散射粒子(Kronos 2800)混合,再直接倒至已预热至60℃的玻璃基板上。将过量的混合物以刮刀移除且在60℃干燥4小时后,得到大约400μm厚度的膜。在以450nm光激发时,膜显现以641nm为中心且FWHM为31nm的峰的光致发光且光致发光量子产率为70%。以所测量的起始配方的固体负荷为基准,膜具有90ppm的Pb浓度。

[0119] 将此箔置于蓝色Samsung SUHD TV背光(型号UE48JS8580T)上,导致仅有以641nm为中心的峰的红光发射(蓝光完全被吸收)(图4)。

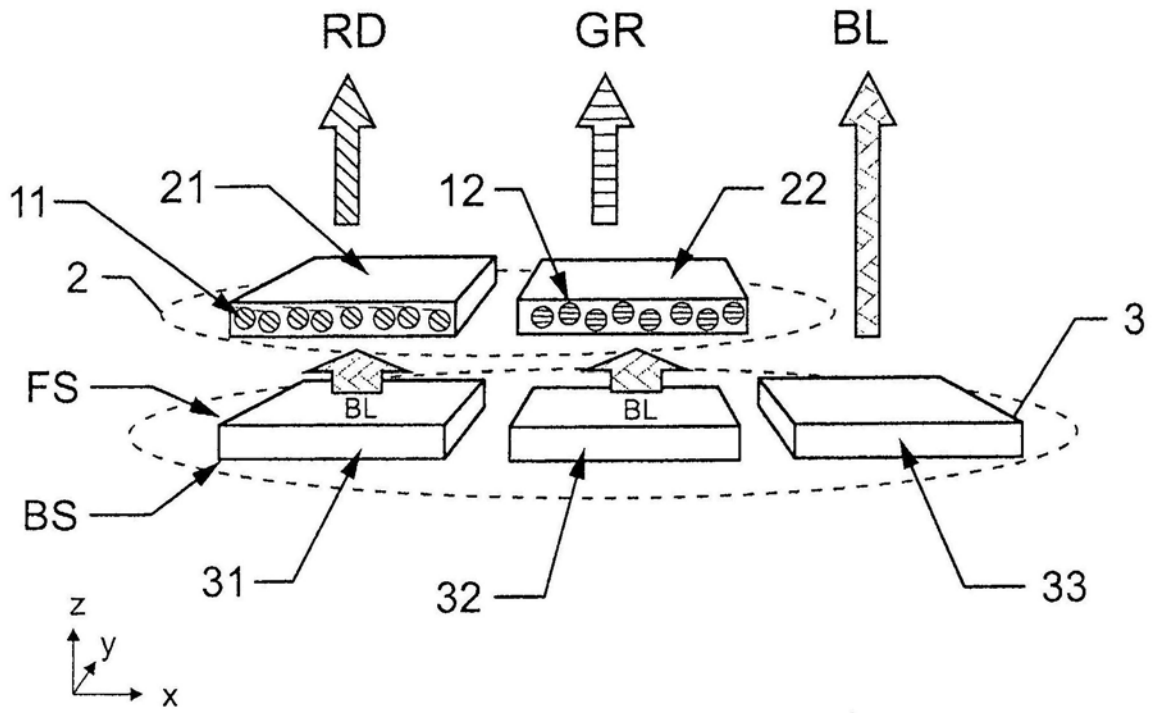


图1

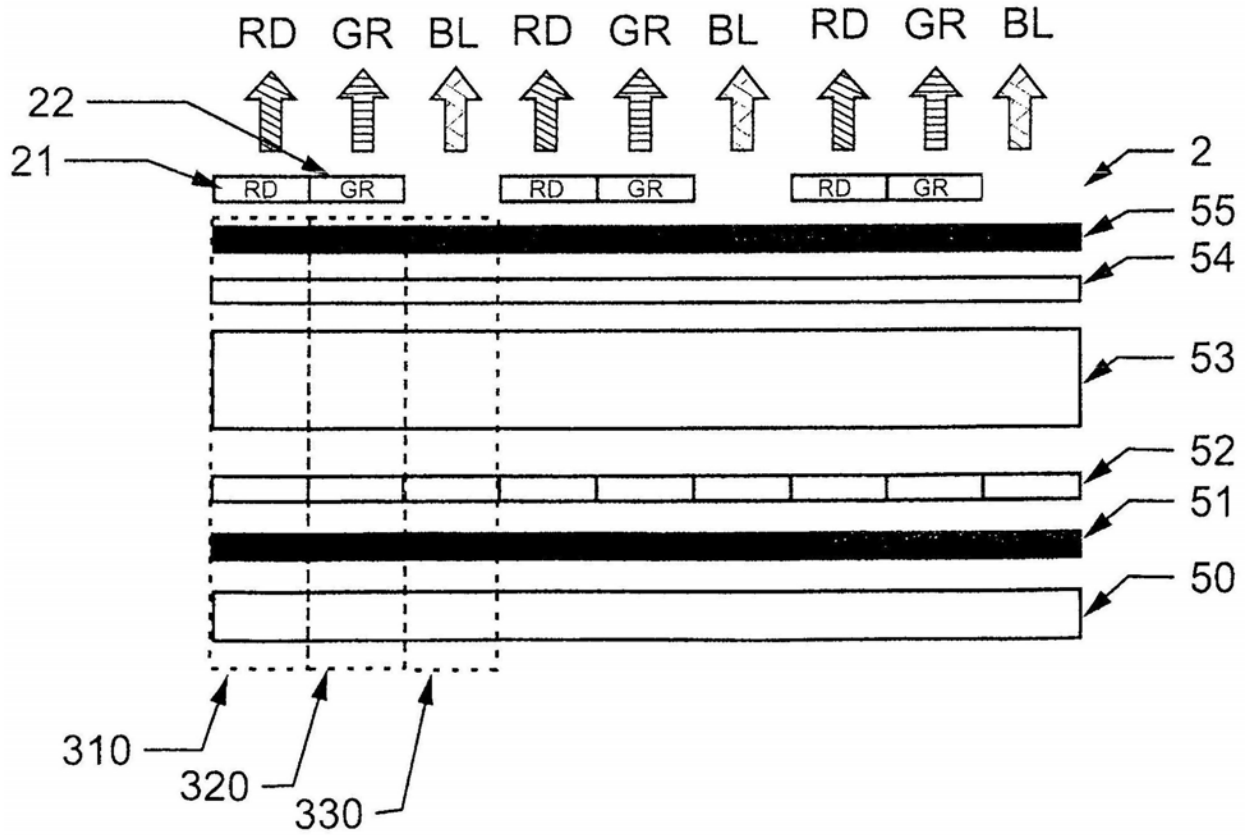


图2

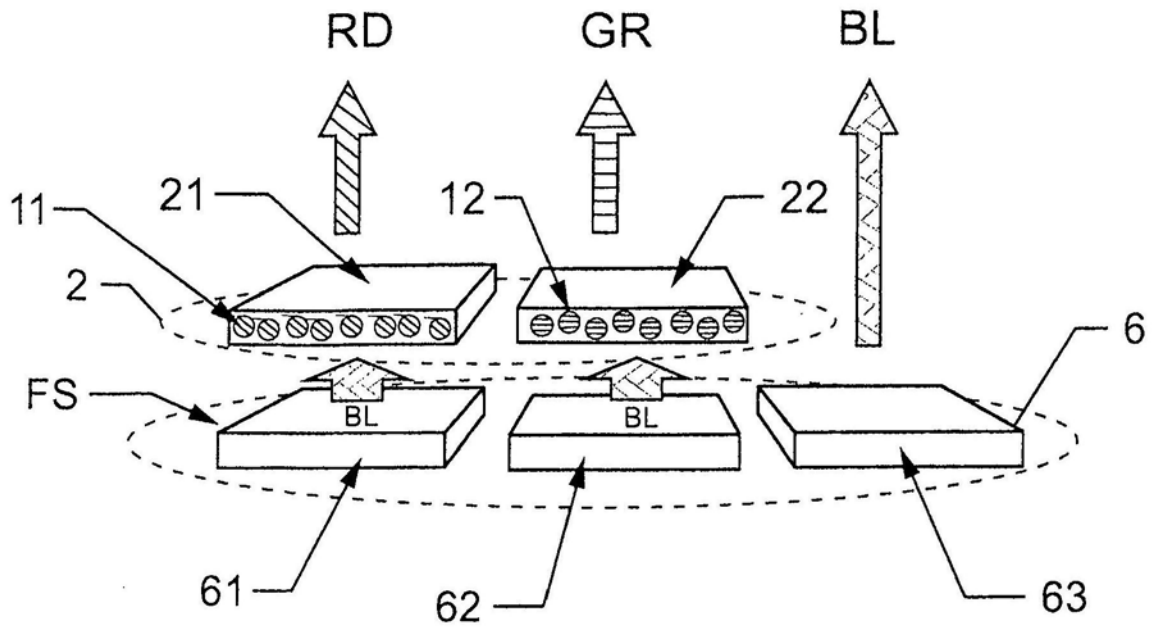


图3

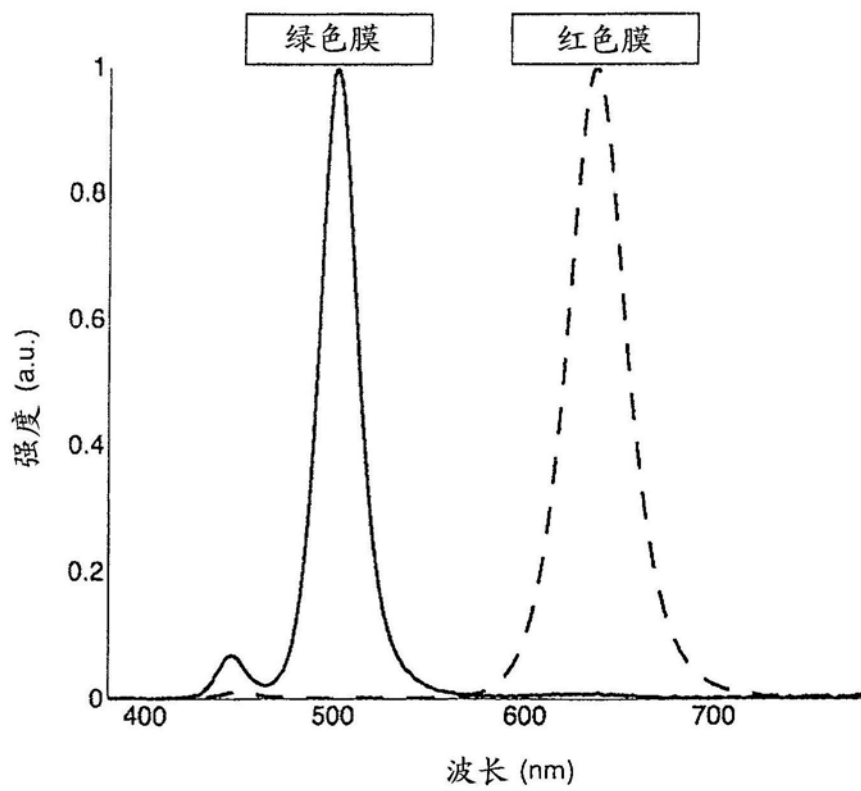


图4