

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 7 月 2 日 (02.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/135292 A1

- (51) 国际专利分类号:
G09G 3/36 (2006.01) *H04N 9/31* (2006.01)
G03B 21/20 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/127263
- (22) 国际申请日: 2019 年 12 月 23 日 (23.12.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811615815.5 2018 年 12 月 27 日 (27.12.2018) CN
- (71) 申请人: 深圳光峰科技股份有限公司 (APPOTRONICS CORPORATION LIMITED)
[CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区粤海街

道学府路 63 号高新区联合总部大厦 20-22 楼, Guangdong 518000 (CN)。

- (72) 发明人: 胡飞(HU, Fei); 中国广东省深圳市南山区粤海街道学府路 63 号高新区联合总部大厦 20-22 楼, Guangdong 518000 (CN)。 余新(YU, Xin); 中国广东省深圳市南山区粤海街道学府路 63 号高新区联合总部大厦 20-22 楼, Guangdong 518000 (CN)。 徐梦梦(XU, Mengmeng); 中国广东省深圳市南山区粤海街道学府路 63 号高新区联合总部大厦 20-22 楼, Guangdong 518000 (CN)。 陈晨(CHEN, Chen); 中国广东省深圳市南山区粤海街道学府路 63 号高新区联合总部大厦 20-22 楼, Guangdong 518000 (CN)。 李屹(LI, Yi); 中国广东省深圳市南山区粤海街道学府路 63 号高新区联合总部大厦 20-22 楼, Guangdong 518000 (CN)。

(54) Title: DISPLAY DEVICE AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 显示设备及其控制方法

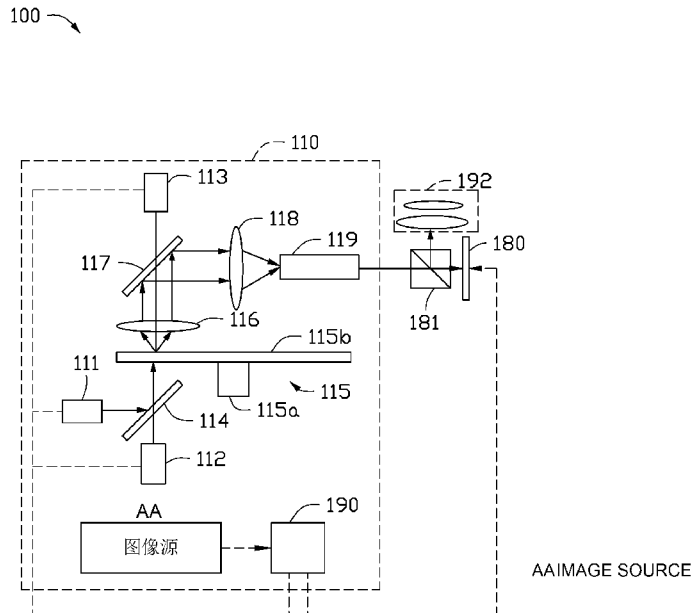


图 2

(57) Abstract: Provided are a display device (100, 200, 300) and a control method therefor. The display device (100, 200, 300) comprises: a control apparatus (190) for converting original image data based on three primary colors of each pixel in each frame of image to be displayed into pixel modulation data based on four primary colors of each pixel; a light source system (110, 210, 310) for emitting four primary colors of light corresponding to the four primary colors, wherein the four primary colors of light comprise three primary colors of laser and a primary color of fluorescent light; and a light modulation apparatus (180, 380) for modulating the four primary

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

colors of light emitted from the light source system (110, 210, 310) according to the pixel modulation data based on the four primary colors of each pixel in each frame of image to be displayed, thereby obtaining image light of the image to be displayed. The image is modulated by using three primary colors of laser, wherein the color gamut displayed by the laser in the three primary colors of light can completely cover the color gamut that can be achieved by a solid color exciting light source, and the addition of fluorescent light as a primary color light can reduce speckle contrast while achieving the required brightness more efficiently.

(57) 摘要: 一种显示设备 (100、200、300) 及其控制方法, 显示设备 (100、200、300) 包括: 控制装置 (190), 用于将每帧待显示图像中每个像素的基于三基色的原始图像数据转换为每个像素的基于四基色的像素调制数据; 光源系统 (110、210、310), 用于发出与四基色对应的四种基色光, 其中, 四种基色光包括三种基色的激光和一种基色的荧光; 以及光调制装置 (180、380), 用于根据每帧待显示图像中每个像素的基于四基色的像素调制数据对光源系统 (110、210、310) 发出的四种基色光进行调制, 从而得到待显示图像的图像光。利用三种基色的激光进行调制图像, 其中, 三种基色光中的激光显示的色域能够完全覆盖由纯色激发光源所能达到的色域, 而荧光作为基色光加入能够更高效达到所需的亮度的同时减少散斑对比度。

显示设备及其控制方法

技术领域

本发明涉及显示技术领域，尤其涉及一种显示设备及其控制方法。

背景技术

本部分旨在为权利要求书中陈述的本发明的具体实施方式提供背景或上下文。此处的描述不因为包括在本部分中就承认是现有技术。

激光投影设备的光源分为两大类，一类是通过短波长的激光激发不同颜色的荧光粉以产生红绿蓝三基色的基色光。另一类直接利用红绿蓝三色激光作为三基色光源。

对于激光激发荧光粉的方案，因为氮化镓基底的半导体蓝光激光器具有效率高，寿命长，工作稳定的特点，利用蓝光半导体激光器激发荧光粉色轮的方案具有寿命长，效率高，系统稳定，成本低的特点。但是由于荧光粉产生的荧光的频谱较宽，因而导致这种方案的色域比较窄。如图 1 所示，一般利用此技术的投影设备能够基本覆盖 sRGB 色域，通过一些增强处理，如加入窄带的光滤波器去除绿光和红光中的黄光光谱，能够增强其色域达到 DCI-P3 色域。但是窄带滤波会损失相当大的光亮度，从而使得系统的效率大大降低。

另一方面，直接利用红绿蓝三色激光作为三基色光源的投影系统，因为 RGB 激光具有很好的单色性，因而具有非常宽广的色域范围。利用 RGB 激光的投影系统能够轻易的达到 REC 2020 的色域标准。RGB 激光的投影系统也存在诸多缺点。第一个缺点是散斑。散斑是由于激光的相干性，导致在投影平面上反射的光由于平面的起伏产生的相位差引起干涉，导致投影画面出现亮度分布的不均匀。虽然有很多发明尝试解决激光散斑的问题，但是效果都不理想。第二个缺点是 RGB 系统的成本高。这是由于 RGB 中的红和绿激光在目前的技术下还不成熟。半导体绿激光的效率目前还只能达到 20% 以下，远低于氮化镓衬

底的蓝光激光器和三元衬底的红光激光器，且成本很高。而红激光虽然效率能做到和蓝激光差不多，但是红激光的温度稳定性差，不仅随着温度的增加其效率显著降低，而且中心波长也会发生漂移。这两点使得 RGB 激光系统随温度变化会出现偏色。这就需要对红激光器增加恒温装置以稳定红激光器的工作状态。在高亮度投影设备中，这也意味着需要大功率的冷却装置来保证红激光的工作温度稳定，从而大大增加了 RGB 激光投影系统的成本。

发明内容

本发明一方面提供一种显示设备，包括：

控制装置，用于将每帧待显示图像中每个像素的基于三基色的原始图像数据转换为每个像素的基于四基色的像素调制数据；

光源系统，用于发出与四基色对应的四种基色光，其中，四种基色光包括三种基色的激光和一种基色的荧光；以及

光调制装置，用于根据每帧待显示图像中每个像素的基于四基色的像素调制数据对光源系统发出的四种基色光进行调制，从而得到待显示图像的图像光。

本发明另一方面提供一种显示设备的控制方法，包括以下步骤：

将每帧待显示图像中每个像素的基于三基色的原始图像数据转换为基于四基色的像素调制数据；

利用光源系统发出与四基色对应的四种基色光，其中，四种基色光包括三种基色的激光和一种基色的荧光；以及

光调制装置根据每帧待显示图像中每个像素的基于四基色的像素调制数据，对光源系统发出的四种基色光进行调制，从而得到待显示图像的图像光。

本发明中利用三种基色的激光进行调制图像，其中，三种基色光中的激光显示的色域能够完全覆盖由纯色激发光光源所能达到的色域，而荧光作为基色光的加入能够更高效达到所需的亮度，本发明中充分利用荧光的高光效、无散斑、低成本的特性，将荧光与激光进行混光使得出射图像具有较低的散斑对比度，有利于缓解出射激光引起

散斑效应，具有较好的显示效果。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例/方式技术方案，下面将对实施例/方式描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施例/方式，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

- 图 1 为激光荧光色域与标准色域对比图。
- 图 2 为本发明第一实施方式中提供的显示设备的结构示意图。
- 图 3 为图 2 所示的波长转换装置的俯视结构示意图。
- 图 4 为本发明第二实施方式中提供的显示设备的结构示意图。
- 图 5 为图 4 所示的波长转换装置的俯视结构示意图。
- 图 6 为本发明第三实施方式中提供的显示设备的结构示意图。

主要元件符号说明

显示设备	100、200、300
光源系统	110、210、310
第一发光体	111、211
第二发光体	112、212
第三发光体	113、213
第四发光体	313a
第一引导元件	114、214、314
波长转换装置	115、215、315
驱动单元	115a、215a
基板	115b、215b、315b
转换区	Y
反射区	115c、215c
透射区	115d

收集透镜组	116
第二引导元件	117、217、317
中继透镜	118
匀光器件	119
光调制装置	180、380
TIR 棱镜	181
控制装置	190
镜头装置	192

如下具体实施方式将结合上述附图进一步说明本发明。

具体实施方式

为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点，下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细描述。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明，所描述的实施例仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本发明。

请参阅图 2，本发明第一实施方式提供一种显示设备 100，包括光源系统 110、光调制装置 180 与控制装置 190。光源系统 110 用于发出四种基色光，其中，四种基色光包括三种基色的激光和一种基色的荧光；控制装置 190 用于将每帧待显示图像中每个像素的基于三基色的原始图像数据转换为基于四基色的像素调制数据，像素调制数据所基于的四基色对应光源系统 110 发出的四种基色光的色坐标；光调制装置 180，用于根据每帧待显示图像中每个像素的像素调制数据对光

源系统 110 发出的四种基色光进行调制，从而得到待显示图像的图像光。

本实施方式中，光源系统 110 出射的四种基色光可以是 RGB 激光与黄色荧光，即四种基色光为红色激光、绿色激光、蓝色激光与黄色荧光。在一种实施方式中，四种基色光为品红色激光、青色激光、蓝色激光与黄色荧光，可以理解的是，四种基色光还可以是其他颜色的激光与荧光的组合，并不以此为限。

控制装置 190 用于读取图像源中的每帧待显示图像中的每个像素的基于三基色的原始图像数据，进一步地，本实施方式中，每帧待显示图像的各像素的原始图像数据为 RGB 编码格式，但是可以理解，在变更实施方式中，待显示图像的各像素的原始图像数据不限于 RGB 编码格式，如也可以为 YUV、XYZ 编码格式等。进一步地，每帧待显示图像的各像素的原始图像数据包括基于三基色的原始图像数据，如红色原始图像数据 r_s 、绿色原始图像数据 g_s 及蓝色原始图像数据 b_s 。在一种实施方式中， r_s 、 g_s 、 b_s 可以由灰阶值来表征，如其中一个像素的三基色的原始图像数据 r_s 、 g_s 、 b_s 可以分别为灰阶值 100、120、150。

进一步地，每帧待显示图像的每个像素的基于三基色的原始图像数据包括其所属的色域范围，并且每帧待显示图像的每个像素的原始图像数据所属的色域范围信息是已知或可以获知的。具体地，在一种实施方式中，除了各像素的三基色原始图像数据外，该帧待显示图像的各像素的原始图像数据还可以包括其所属的色域范围信息，进而控制装置 190 接收任意一帧待显示图像的各像素的原始图像数据后，依据其色域范围信息可以获知该帧待显示图像的各像素的原始图像数据所属的色域范围。不同色域中的基色光的色坐标不同，例如 REC 2020 色域标准规定的 RGB 三基色在 xyY 坐标下分别为 $(0.708, 0.292, 0.2627)$ ， $(0.17, 0.797, 0.6780)$ ， $(0.131, 0.046, 0.0593)$ 。

其中，每帧待显示图像中每个像素的原始图像数据所属色域范围在 xyY 坐标系下的三基色光 r_0 、 g_0 、 b_0 的色坐标 (x_r, y_r, Y_r) 、 (x_g, y_g, Y_g) 、 (x_b, y_b, Y_b) 可以利用以下公式 1 表示：

$$\begin{bmatrix} r_0 \\ g_0 \\ b_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_r & y_r & Y_r \\ x_g & y_g & Y_g \\ x_b & y_b & Y_b \end{bmatrix} \quad (\text{公式 1}).$$

可以理解，xyY 坐标系可以以 CIE 1937 标准定义，CIE 1937 以一个三维向量定义了任意人眼可以分辨的绝对颜色和颜色的亮度，其不随色域的变换而变换。如前，每帧待显示图像的每个像素的原始图像数据所属的色域范围信息是已知或可以获知的，即每帧待显示图像中每个像素的原始图像数据所属的色域范围在 xyY 坐标下的三基色 r_0 、 g_0 、 b_0 的色坐标 (x_r, y_r, Y_r) 、 (x_g, y_g, Y_g) 、 (x_b, y_b, Y_b) 是已知或可以获知的。

进一步地，依据该帧待显示图像中每个像素的原始图像数据 r_s 、 g_s 、 b_s 计算的像素的三刺激值 X ， Y ， Z 如公式 2 所示：

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = C \begin{bmatrix} r_s \\ g_s \\ b_s \end{bmatrix} \quad (\text{公式 2}).$$

其中，待显示图像所属色域对应的三基色的颜色转换矩阵 C 与原始图像数据所属色域范围相对应，其为依据任一像素的原始图像数据及其所属的色域范围信息计算对应的三刺激值 X ， Y ， Z 所需的颜色转换矩阵，其符合以下公式 3：

$$C = \begin{bmatrix} \frac{x_r}{y_r} Y_r & \frac{x_g}{y_g} Y_g & \frac{x_b}{y_b} Y_b \\ Y_r & Y_g & Y_b \\ \frac{1-x_r-y_r}{y_r} Y_r & \frac{1-x_g-y_g}{y_g} Y_g & \frac{1-x_b-y_b}{y_b} Y_b \end{bmatrix} \quad (\text{公式 3}).$$

由公式 3 可知，颜色转换矩阵 C 是任一像素的原始图像数据所属的色域对应三基色 r_0 、 g_0 、 b_0 范围在 xyY 坐标下的色坐标 (x_r, y_r, Y_r) 、 (x_g, y_g, Y_g) 、 (x_b, y_b, Y_b) 决定。具体地，在一种实施方式中，该帧待显示图像的原始图像数据所属色域范围信息可以包括颜色转换矩阵 C ，即除了基于三基色的原始图像数据外，该帧待显示图像的原始图像数据可以存储有基于三基色的颜色转换矩阵 C 作为该帧待显示图像的原始图像数据所属色域范围信息，但是在一种变更实施方式中，该

帧待显示图像的原始图像数据所属色域的范围信息也可以为三基色 r_0 、 g_0 、 b_0 的色坐标 (x_r, y_r, Y_r) 、 (x_g, y_g, Y_g) 、 (x_b, y_b, Y_b) 信息或者代表色域范围信息的特定字符或编码等，并不限于上述。

进一步地，依据上述公式 1、2、3 可知，依据任一像素的三基色原始图像数据 r_s 、 g_s 、 b_s 及其所属的色域范围信息，任一像素的三基色原始图像数据 r_s 、 g_s 、 b_s 所属的色域范围信息即三基色光 r_0 、 g_0 、 b_0 的色坐标 (x_r, y_r, Y_r) 、 (x_g, y_g, Y_g) 、 (x_b, y_b, Y_b) ，可以计算获得任一像素的三刺激值 X ， Y ， Z 。

对于显示设备 100 来说，其存储有基于四基色的颜色转换矩阵 C' ，其中，基于四基色光的颜色转换矩阵 C' 与光源系统 110 出射的四种基色光在 xyY 坐标系下的色坐标相关。

光源系统 110 提供至光调制装置 180 的四种基色光 r_0' 、 g_0' 、 b_0' 、 y_0' 的色坐标分别为 (x_r', y_r', Y_r') 、 (x_g', y_g', Y_g') 、 (x_b', y_b', Y_b') 、 (x_y', y_y', Y_y') 。可以理解，对于显示设备 100，其光源系统 110 发出的基色光固定不变时，利用每帧待显示图像中的像素调制数据得到的图像所属的色域范围也是已知的，即为光源系统 110 发出的基色光所能显示的色域范围。四种基色光 r_0' 、 g_0' 、 b_0' 、 y_0' 的色坐标 (x_r', y_r', Y_r') 、 (x_g', y_g', Y_g') 、 (x_b', y_b', Y_b') 、 (x_y', y_y', Y_y') 可以通过测量光源系统 110 发出的基色光的色域范围来获得。

控制装置 190 用于根据每个像素的基于三基色的原始图像数据、每个像素的基于三基色的原始图像数据所属色域对应的三基色的颜色转换矩阵 C 、以及每个像素的基于三基色的原始图像数据所属色域对应的四基色的颜色转换矩阵 C' ，计算得到每个像素的基于四基色的调制数据 r' 、 g' 、 b' 、 y' 。在光源系统 110 出射基色光固定不变的情况下，显示设备 10 基于四基色的颜色转换矩阵 C' 也是固定不变的，如可以在显示设备 10 的制造过程中预先存储颜色转换矩阵 C' ，使得显示设备 10 在正常工作时可以使用颜色转换矩阵 C' 产生像素调制数据。进一步地，光源系统 110 出射的四基色光 r_0' 、 g_0' 、 b_0' 、 y_0' 的色坐标 (x_r', y_r', Y_r') 、 (x_g', y_g', Y_g') 、 (x_b', y_b', Y_b') 、 (x_y', y_y', Y_y') 可以利用以下公式 4 表示：

$$\begin{bmatrix} r_0' \\ g_0' \\ b_0' \\ y_0' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_r' & y_r' & Y_r' \\ x_g' & y_g' & Y_g' \\ x_b' & y_b' & Y_b' \\ x_y' & y_y' & Y_y' \end{bmatrix} \quad (\text{公式 4})。$$

进一步地，依据显示设备 100 的利用基于四基色的像素调制数据计算像素的三刺激值 X, Y, Z 如公式 5 所示：

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = C' \begin{bmatrix} r' \\ g' \\ b' \\ y' \end{bmatrix} \quad (\text{公式 5})。$$

其中，每个像素的像素调制数据包括多个基色调制数据，多个基色调制数据包括第一基色调制数据、第二基色调制数据、第三基色调制数据与第四基色调制数据，分别表示为 r' 、 g' 、 b' 、 y' ，具体地， r' 、 g' 、 b' 、 y' 分别为调制数据所属色域范围的四种基色光的灰度值。基于原始图像数据所属色域范围的基于四基色的颜色转换矩阵 C' 为根据任意一个像素的像素调制数据计算对应的三刺激值 X, Y, Z 所需的颜色转换矩阵，其符合以下公式 6：

$$C' = \begin{bmatrix} \frac{x_r'}{y_r'} Y_r' & \frac{x_g'}{y_g'} Y_g' & \frac{x_b'}{y_b'} Y_b' & \frac{x_y'}{y_y'} Y_y' \\ Y_r' & Y_g' & Y_b' & Y_y' \\ \frac{1-x_r'-y_r'}{y_r'} Y_r' & \frac{1-x_g'-y_g'}{y_g'} Y_g' & \frac{1-x_b'-y_b'}{y_b'} Y_b' & \frac{1-x_y'-y_y'}{y_y'} Y_y' \end{bmatrix} \quad (\text{公式 6})。$$

由公式 6 可知，基于四基色的颜色转换矩阵 C' 是由光源系统 110 出射四种基色光形成图像所属色域范围决定的，即由光源系统 110 出射的四种基色光的色坐标决定，在本发明中，原始图像数据所属色域范围与光调制装置 180 出射图像光的色域范围相同。由于无论任意一个像素的原始图像数据所属色域范围为何，像素的三刺激值 X, Y, Z 保持不变，因此依据上述公式 1-6，任意一个像素的基于三基色的原始图像数据 r_s 、 g_s 、 b_s 与显示设备 100 的基于第四基色的像素调制数据之间的关系满足以下公式 7：

$$\begin{bmatrix} r' \\ g' \\ b' \\ y' \end{bmatrix} = C'^{-1} C \begin{bmatrix} r_s \\ g_s \\ b_s \end{bmatrix} \quad (\text{公式 7})。$$

依据上述描述可知，对于一个显示设备，需将每帧待显示图像的原始图像数据（如基于三基色的原始图像数据 r_s 、 g_s 、 b_s ）转换为基于四基色的像素调制数据，每个像素的像素调制数据包括分别用于调制光源系统 110 出射的一种基色光的四个基色调制数据 r' 、 g' 、 b' 、 y' ，进一步光调制装置 180 依据每个像素的四个基色调制数据 r' 、 g' 、 b' 、 y' 对光源系统 110 出射的对应基色光进行调制可以准确产生待显示图像的图像光。由此可知，控制装置 190 中存储的将接收到的任意一个像素的基于三基色的原始图像数据转换为基于四基色的像素调制数据的转换矩阵 U 可以符合公式 8：

$$U = C'^{-1} C \quad (\text{公式 8})。$$

依据上述公式 7-8，控制装置 190 根据待显示图像中每个像素的基于三基色的原始图像数据、待显示图像所属色域对应三基色的颜色转换矩阵 C ，待显示图像所属色域对应四基色的颜色转换矩阵 C' ，即可计算得到待显示图像中每个像素的调制数据。原始图像数据 r_s 、 g_s 、 b_s 输入至控制装置 190 后，控制装置 190 依据转换矩阵 U 即可计算获得像素调制数据中的第一基色调制数据至第四基色调制数据 r' 、 g' 、 b' 、 y' 。

由于公式 7 中，已知该帧待显示图像中任意一像素的基于三基色原始图像数据 r_s 、 g_s 、 b_s ，求解该任意一像素的基于四基色的基色调制数据 r' 、 g' 、 b' 、 y' ，由于只有三个方程求解四个未知数，有无穷多个解。在一种实施方式中，随机指定其中一个基色调制数据，再求其他三个基色调制数据。一般地，四个基色调制数据的取值范围为 $[0, 1]$ ，随机选取的一个值作为一个基色调制数据可能使得求解到的其余三个基色调制数据超出取值范围。另一种实施方式中，利用增加预设条件来求解像素调制数据中的各个基色调制数据。比如，预设条件为：光源系统 110 出射的四种基色光中的三种基色的激光的亮度平方和最小，求解 $\min(r'^2 + g'^2 + b'^2)$ ，从而得到四个基色调制数据 r' 、 g' 、 b' 、 y' 。将

公式 5 变换为:

$$A \begin{bmatrix} -y' \\ 1 \end{bmatrix} = B \begin{bmatrix} r' \\ g' \\ b' \end{bmatrix} \quad (\text{公式 9}).$$

其中,

$$A = \begin{bmatrix} \frac{x_y'}{y_y'} Y_y' & X \\ Y_y' & Y \\ \frac{1-x_y'-y_y'}{y_y'} Y_y' & Z \end{bmatrix} \quad (\text{公式 10}),$$

$$B = \begin{bmatrix} \frac{x_r'}{y_r'} Y_r' & \frac{x_g'}{y_g'} Y_g' & \frac{x_b'}{y_b'} Y_b' \\ Y_r' & Y_g' & Y_b' \\ \frac{1-x_r'-y_r'}{y_r'} Y_r' & \frac{1-x_g'-y_g'}{y_g'} Y_g' & \frac{1-x_b'-y_b'}{y_b'} Y_b' \end{bmatrix} \quad (\text{公式 11}).$$

即矩阵 A 与 B 均由光源系统 110 出射的四种基色光的色坐标及对应像素的三刺激值 X、Y、Z 决定, 其中, 四基色的色坐标为已知或可获知, 对应像素的三刺激值 X、Y、Z 可以通过公式 2 求得, 即矩阵 A 与矩阵 B 均可以通过计算得到。

将公式 10-11 带入公式 9, 从而得到公式 12:

$$\begin{bmatrix} r' \\ g' \\ b' \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T A \begin{bmatrix} -y' \\ 1 \end{bmatrix} = T \begin{bmatrix} -y' \\ 1 \end{bmatrix} \quad (\text{公式 12}).$$

其中,

$$T = (B^T B)^{-1} B^T A = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} \\ t_{21} & t_{22} \\ t_{31} & t_{32} \end{bmatrix} \quad (\text{公式 13}),$$

t_{11} 、 t_{12} 、 t_{21} 、 t_{22} 、 t_{31} 、 t_{32} 均可以根据矩阵 A 与矩阵 B 计算得到。
为求解 $\min(r'^2 + g'^2 + b'^2)$, 定义函数:

$$f(r', g', b') = \begin{bmatrix} r' \\ g' \\ b' \end{bmatrix}^2,$$

将公式 12 代入函数 $f(r',g',b')$ ，在函数 $f(r',g',b')$ 取得最小值时，满足条件 $\nabla f = 0$ ，

从而得到公式 14：

$$D[y'] = d \quad (\text{公式 14}),$$

其中，

$$D = \begin{bmatrix} t_{11}^2 & t_{21}^2 & t_{31}^2 \end{bmatrix},$$

$$d = [t_{11}t_{12} + t_{21}t_{22} + t_{31}t_{32}].$$

由于矩阵 D 及 d 均可由矩阵 T 中的元素计算得出，从而可以根据公式 12 及公式 14 求得像素调制数据中的各个基色调制数据 r' 、 g' 、 b' 及 y' 。

控制装置 190 还用于根据计算得到的每个像素的像素调制数据中的四个基色调制数据，统计每帧待显示图像中的四种基色的基色调制数据最大值，即统计每帧待显示图像中的每种基色光的亮度最大值，并根据每种基色的基色调制信号最大值控制光源系统 110 出射的每种基色光的亮度。其中，控制装置 190 用于判断每帧待显示图像中的每种基色的基色调制数据最大值是否大于 1，若是，则设置对应基色的基色调制数据最大值为 1，此时光源系统 110 达到最大功率。

光调制装置 180 用于时序调制光源系统 110 出射的四种基色光，光调制装置 180 调制每帧待显示图像的时间段为调制时段，每个调制时段包括多个子时段，光调制装置 180 分别在每个子时段中调制四种基色光中的一种基色光。具体地，每个调制时段包括的多个子时段包括第一子时段、第二子时段、第三子时段与第四子时段，光调制装置 180 用于在第一子时段根据每个像素的第一基色调制数据 r' 调制第一基色光，在第二子时段根据每个像素的第二基色调制数据调制第二基色光 g' ，在第三子时段根据每个像素的第三基色调制数据调制第三基色光 b' ，在第四子时段根据每个像素的第四基色调制数据调制第四基色光 y' ；控制装置 190 用于在出射任一基色光的子时段中，根据每种基色的基色调制数据最大值控制光源系统 110 的功率。

具体地，光源系统 110 包括第一发光体 111、第二发光体 112、第三发光体 113 与波长转换装置 115。其中，第一发光体 111、第二发光

体 112、第三发光体 113 分别用于发出激光作为第一基色光、第二基色光与第三基色光，波长转换装置 115 用于在激发光的激发下产生荧光作为第四基色光。

在本实施方式中，第一基色光为红色激光，第二基色光为绿色激光，第三基色光为蓝色激光，激发光为第三色激光，第四基色光为黄色荧光。在其他实施方式中，第一发光体 111、第二发光体 112 与第三发光体 113 还可以是其他颜色的激光器，具体第一发光体 111、第二发光体 112 与第三发光体 113 包括激光器的数量可以根据需要进行选择。

请一并参阅图 2-图 3，波长转换装置 115 包括驱动单元 115a 与基板 115b，其中，基板 115b 呈圆形，驱动单元 115a 设置于基板 115b 的底部，用于带动基板 115b 做周期性运动，本实施方式中，基板 115b 呈圆盘状，驱动单元 115a 用于带动基板 115b 做周期性旋转，在其他实施方式中，基板 115b 呈条形，驱动单元 115a 用于带动基板 115b 做往复运动。

基板 115 设置有转换区 Y、反射区 115c 以及透射区 115d，在驱动单元 115a 的带动下，转换区 Y、反射区 115c 以及透射区 115d 时序位于激发光的光路上。在本实施方式中，转换区 Y、反射区 115c 以及透射区 115d 时序地位于激发光的光路上。

转换区 Y 用于将激发光转换为第四基色光，并用于反射第四基色光，本实施方式中，第四基色光为黄色荧光，故转换区 Y 设置有黄色波长转换材料，比如荧光粉、量子点或磷光材料，有利于充分利用黄色波长转换材料的高光效和稳定性。反射区 115c 用于反射第三基色光，在一种实施方式中，反射区 115c 用于对反射区 115c 的入射光进行漫反射，以缓解第三基色光产生的散斑现象。透射区 115d 用于透射第一发光体 111 与第二发光体 112 出射的第一基色光与第二基色光，可以理解的是，透射区 115d 在一种实施方式中还透射区 115d 的入射光进行散射，以缓解第一基色光与第二基色光产生的散斑现象。

波长转换装置 115 用于在第一子时段出射红色激光、在第二子时段出射绿色激光、第三子时段出射蓝色激光、第四子时段出射黄色荧

光。故在第一子时段与第二子时段中，波长转换装置 115 的透射区 115d 位于激发光的光路上，在第三子时段中，反射区 115c 位于激发光的光路上，在第四子时段，转换区 Y 位于激发光的光路上。

波长转换装置 115 时序出射的第一基色光至第四基色光沿同一光路入射至光调制装置 180 进行调制得到待显示图像的图像光。具体地，第一发光体 111 与第二发光体 112 设置于基板 115b 邻近驱动单元 115a 的一侧，第三发光体设置于基板 115b 背离驱动单元 115a 的一侧，第一发光体 111 与第二发光体 112 经过第一引导元件 114 后入射至基板 115b。第一引导元件 114 可以包括但不限于反红透绿二向色片。光源系统 110 还包括邻近波长转换装置 115 设置的收集透镜组 116，用于对入射至基板 115b 上的光进行会聚，并对基板 115b 出射的光进行准直。收集透镜组 116 出射的各种基色光依次经过第二引导元件 117、中继透镜 118 以及匀光器件 119 后从光源系统 110 出射。其中，第二引导元件 117 可以包括但不限于区域膜片，第二引导元件 117 的一部分区域用于透射蓝色激光，第二引导元件 117 的其他区域用于反射光。匀光器件 119 可以为光学积分棒或复眼透镜，用于对匀光器件 119 的入射光进行匀光。光源系统 110 出射的各种基色光经过 TIR 棱镜 181 后入射至光调制装置 180，光调制装置 180 出射的图像光经过 TIR 棱镜 181 与镜头装置 192 之后从显示设备 100 出射。

光调制装置 180 用于在第一子时段、第二子时段与第三子时段中分别调制第一基色光、第二基色光以及第三基色光，另外，控制装置 190 还用于在第一子时段、第二子时段与第三子时段中，分别发出用于控制第一发光体 111、第二发光体 112 与第三发光体 113 功率的第一控制信号、第二控制信号与第三控制信号。具体地，控制装置 190 用于在第一子时段、第二子时段与第三子时段中，分别根据每帧待显示图像中第一基色调制数据 r' 、第二基色调制数据 g' 与第三基色调制数据 b' 的最大值，基色光的亮度与对应发光体的功率之间的关系，计算得到对应发光体的功率，并发出第一控制信号、第二控制信号与第三控制信号。比如，控制装置 190 用于在第一子时段中，根据每帧待显示图像中的第一基色调制数据 r' 的最大值，第一基色光的亮度与第

一发光体 111 的功率的关系，计算得到第一发光体 111 的功率，并发出第一控制信号以控制第一发光体 111 的功率，并得到亮度与第一基色调制数据最大值对应的第一基色光。光调制装置 180 在第一子时段中根据第一基色调制数据 r' 调制的第一基色光，使得红色图像光形成的显示图像中的不同像素可以对应不同的第一基色光的亮度。可以理解的是，控制装置 190 通过与发出第一控制信号相同的方法发出第二控制信号与第三控制信号，光调制装置 180 时序调制第一基色光、第二基色光与第三基色光。

光调制装置 180 还用于在第四子时段调制第四基色光，控制装置 190 根据每帧待显示图像中的第四基色的基色调制数据最大值、波长转换装置 115 出射的第四基色光的亮度与发出激发光的发光体（本实施方式中为第三发光体 113）的功率之间的关系，计算得到发出激发光的发光体的功率，并发出用于控制发出激发光的发光体的功率的第四控制信号，得到亮度与第四基色调制数据最大值相对应的第四基色光。可以理解，发出激发光的发光体的功率越大，第四基色光的亮度越高。光调制装置 180 对第四基色光进行调制，使得黄色图像光形成的显示图像的不同像素能够具有不同的第四基色光的亮度，由此可使得每一帧显示图像中的每一个像素具有与像素调制数据对应的四基色亮度。

在本实施方式中，控制装置 190 根据探测获得波长转换装置 115 的转动位置，即获得当前位于激发光光路上的区段信息。在不同的子时段，点亮对应颜色的发光体，即为对应颜色的发光体提供相应的驱动电流，其他发光体关闭。比如，在第一子时段，控制装置 190 发出第一控制信号点亮第一发光体 111，并控制其他发光体不发光。并且，第三发光体在第三子时段与第四子时段的驱动电流可能不相等。

可以理解的是，显示设备 100 中还可以设置其他必要的光学引导元件，比如分光元件、合光元件、反射元件、中继系统等等，在这里不做赘述。

本发明中利用三种基色的激光进行调制图像，其中，三种基色光中的激光显示的色域能够完全覆盖由纯色激发光光源所能达到的色

域，而荧光作为基色光的加入能够更高效达到所需的亮度，本发明中充分利用荧光的高光效、无散斑、低成本的特性，将荧光与激光进行混光使得出射图像具有较低的散斑对比度，有利于缓解出射激光引起散斑效应，具有较好的显示效果。

请参阅图 4-图 5，本发明第二实施方式提供的显示设备 200 与显示设备 100 的主要区别在于，显示设备 200 的光源系统 210 中，第一发光体 211、第二发光体 212 与第三发光体 213 均设置于波长转换装置 215 中基板 215b 背离驱动单元 215a 的一侧，相应地，基板 215b 上设置有转换区 Y 与反射区 215c，并省略设置透射区，波长转换装置 215 的结构得到的简化，降低了制作工艺与生产难度。反射区 215c 用于反射第一基色光、第二基色光与第三基色光，即在第一子时段中，波长转换装置 215 反射第一基色光，第二子时段中，波长转换装置 215 反射第二基色光。进一步地，第一发光体 211、第二发光体 212、第三发光体 213 与波长转换装置 215 之间还设置有第一引导元件 214 与第二引导元件 217，以引导第一基色光、第二基色光与第三基色光以相同光路入射至基板 215b。

请参阅图 6，本发明第三实施方式提供的显示设备 300 与显示设备 100 相比，主要区别在于，显示设备 300 的光源系统 310 中，还包括用于发出激发光的第四发光体 313a，第一基色光、第二基色光与第三基色光不经过波长转换装置 315，而是经过第一引导元件 314 与第二引导元件 317 的引导沿相同光路入射至光调制装置 380。相应地，波长转换装置 315 省略设置反射区与透射区，第四发光体 313a 发出的激发光用于经过波长转换装置 315 的转换区（图未示）产生第四基色光，可以理解的是，基板 315b 用于出射第四基色光并且不用于出射其他颜色光，不需要在用于出射不同颜色光的两个区段的连接处关闭第四发光体 313a，有利于避免多段式波长转换装置出现的轮辐现象，有利于提高系统光效。第四发光体 313a 可以用于发出蓝色激光作为激发光，激发光与第三基色光的光谱曲线可以相同也可以不同。在变更实施方式中，波长转换装置 315 还可以是固定的荧光粉片。

需要说明的是，在本发明的精神或基本特征的范围，上述显示

设备的各个实施方式中的各具体方案可以相互适用，为节省篇幅及避免重复起见，在此就不再赘述。

本发明还提供一种应用于上述实施方式中的显示设备的控制方法，应用于各个显示设备中的具体技术方案与显示设备的控制方法中的具体技术方案可以相互适用。显示设备的控制方法具体包括以下步骤：

S101：将每帧待显示图像中每个像素的基于三基色的原始图像数据转换为基于四基色的像素调制数据。

具体地，控制装置根据每个像素的基于三基色的原始图像数据、每个像素的基于三基色的原始图像数据所属色域对应的三基色的颜色转换矩阵、以及每个像素的基于三基色的原始图像数据所属色域对应的四基色的颜色转换矩阵，根据公式 1-14 计算得到每个像素的基于四基色的像素调制数据。在求解像素调制数据的过程中，利用三个方程求解像素调制数据中的四个基色调制数据，有无穷多个解。四个基色调制数据的取值范围为 $[0, 1]$ ，随机选取的一个值作为一个基色调制数据可能使得求解到的其余三个基色调制数据超出取值范围。另一种求解方法是，控制装置根据预设条件计算得到每个像素的基于四基色的像素调制数据，预设条件为：四种基色光中的三种基色的激光的亮度平方和最小，也即是各种基色的激光的基色调制数据平方和最小。

S102：利用光源系统发出与上述四基色对应的四种基色光，其中，四种基色光包括三种基色的激光和一种基色的荧光。

控制装置还根据每个像素的每个基色调制数据，统计每帧待显示图像的每个像素的像素调制数据中每种基色的基色调制数据最大值，并根据每种基色的基色调制数据最大值控制光源系统出射的对应颜色基色光的亮度。控制装置用于判断每帧待显示图像中的每种基色的基色调制数据最大值是否大于 1，若是，则设置对应基色光的亮度最大值为 1。

光源系统包括：分别用于发出激光作为第一基色光、第二基色光与第三基色光的第一发光体、第二发光体与第三发光体，以及用于在激发光的激发下产生荧光作为第四基色光的波长转换装置。光调制装

置用于调制每帧待显示图像的时间段为调制时段，每个调制时段包括第一子时段、第二子时段、第三子时段与第四子时段，第一子时段、第二子时段、第三子时段与第四子时段分别用于调制第一基色光、第二基色光、第三基色光与第四基色光。

在第一子时段、第二子时段与第三子时段中，分别根据每帧待显示图像中的第一基色调制数据最大值、第二基色调制数据最大值与第三基色调制数据最大值，基色光的亮度与对应发光体的功率之间的关系，计算得到并控制对应发光体的功率；在第四子时段，根据每帧待显示图像中的第四基色调制数据最大值、波长转换装置出射的第四基色光的亮度与发出激发光的发光体的功率之间的关系，计算得到并控制发出激发光的发光体的功率。

S103: 根据每帧待显示图像中每个像素的像素调制数据，利用光调制装置对光源系统发出的四种基色光进行调制，从而得到待显示图像的图像光。由于像素调制数据是基于原始图像数据所属色域对应的四基色的颜色转换矩阵计算得到，光调制装置调制后的图像光形成的图像的所属色域即为原始图像数据的所属色域，光调制装置出射图像光的所属色域范围与原始图像数据所属色域范围一致。

本发明中利用三种基色的激光进行调制图像，其中，三种基色光中的激光显示的色域能够完全覆盖由纯色激发光光源所能达到的色域，而荧光作为基色光的加入能够更高效达到所需的亮度，本发明中充分利用荧光的高光效、无散斑、低成本的特性，将荧光与激光进行混光使得出射图像具有较低的散斑对比度，有利于缓解出射激光引起散斑效应，具有较好的显示效果。

对于本领域技术人员而言，显然本发明不限于上述示范性实施例的细节，而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下，能够以其他的具体形式实现本发明。因此，无论从哪一点来看，均应将实施例看作是示范性的，而且是非限制性的，本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定，因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化涵括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。此外，显然“包括”一词不排除其他单

元或步骤，单数不排除复数。装置权利要求中陈述的多个装置也可以由同一个装置或系统通过软件或者硬件来实现。第一，第二等词语用来表示名称，而并不表示任何特定的顺序。

最后应说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制，尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本发明的技术方案进行修改或等同替换，而不脱离本发明技术方案的精神和范围。

权 利 要 求 书

1.一种显示设备，其特征在于，包括：

控制装置，用于将每帧待显示图像中每个像素的基于三基色的原始图像数据转换为所述每个像素的基于四基色的像素调制数据；

光源系统，用于发出与所述四基色对应的四种基色光，其中，所述四种基色光包括三种基色的激光和一种基色的荧光；以及

光调制装置，用于根据所述每帧待显示图像中每个像素的基于四基色的像素调制数据对所述光源系统发出的所述四种基色光进行调制，从而得到所述待显示图像的图像光。

2.如权利要求 1 所述的显示设备，其特征在于，所述控制装置用于根据所述每个像素的基于三基色的原始图像数据、所述每个像素的原始图像数据所属色域对应三基色的颜色转换矩阵、以及所述每个像素的原始图像数据所属色域对应四基色的颜色转换矩阵，计算得到所述每个像素的基于四基色的像素调制数据。

3.如权利要求 2 所述的显示设备，其特征在于，所述控制装置还用于根据预设条件计算得到所述每个像素的基于四基色的像素调制数据，所述预设条件为：所述四种基色光中的三种基色的激光的亮度平方和最小。

4.如权利要求 3 所述的显示设备，其特征在于，所述每个像素的像素调制数据包括分别用于调制所述四种基色光的四个基色调制数据，所述控制装置还用于统计所述每帧待显示图像中每个像素的每个基色调制数据，得到所述每帧待显示图像中每种基色的基色调制数据最大值，并根据所述每种基色的基色调制数据最大值控制由所述光源系统出射的所述每种基色光的功率。

5.如权利要求 4 所述的显示设备，其特征在于，所述控制装置还用于分别判断所述每帧待显示图像中的每种基色的基色调制数据最大值是否大于 1，若是，则设置所述大于 1 的基色调制数据最大值为 1。

6.如权利要求 4 所述的显示设备，其特征在于，所述光调制装置调制所述每帧待显示图像的时间段为调制时段，所述调制时段包括多

个子时段，所述光调制装置分别在每个子时段中调制所述四种基色光中的一种基色光；

所述控制装置用于在任一子时段中，根据所述每帧待显示图像中每种基色的基色调制数据最大值控制所述光源系统的功率。

7.如权利要求 6 所述的显示设备，其特征在于，所述光源系统包括：

第一发光体、第二发光体与第三发光体，分别用于发出第一基色光、第二基色光与第三基色光；以及

波长转换装置，用于在激发光的激发下发出第四基色光。

8.如权利要求 7 所述的显示设备，其特征在于，第一基色光、第二基色光和第三基色光分别为红色激光、绿色激光和蓝色激光，所述第四基色光为黄色荧光。

9.如权利要求 7 所述的显示设备，其特征在于，

所述调制时段中的多个子时段包括第一子时段、第二子时段、第三子时段与第四子时段；

所述每个像素的像素调制数据的多个基色调制数据包括第一基色调制数据、第二基色调制数据、第三基色调制数据与第四基色调制数据；

所述每帧待显示图像中的所述第一基色的基色调制数据最大值为第一基色调制数据最大值，所述第二基色的基色调制数据最大值为第二基色调制数据最大值，所述第三基色的基色调制数据最大值为第三基色调制数据最大值，所述第四基色的基色调制数据最大值为第四基色调制数据最大值；

所述光调制装置用于在所述第一子时段根据所述每个像素的第一基色调制数据调制所述第一基色光，在所述第二子时段根据所述每个像素的第二基色调制数据调制所述第二基色光，在所述第三子时段根据所述每个像素的第三基色调制数据调制所述第三基色光，在所述第四子时段根据所述每个像素的第四基色调制数据调制所述第四基色光；

所述控制装置用于在所述第一子时段、所述第二子时段与所述第

三子时段中，分别根据所述每帧待显示图像中的所述第一基色调制数据最大值、所述第二基色调制数据最大值与所述第三基色调制数据最大值，基色光的亮度与功率对应发光体的功率之间的关系，计算得到对应发光体的功率，并发出分别用于控制所述第一发光体、所述第二发光体与所述第三发光体功率的第一控制信号、第二控制信号与第三控制信号；

所述控制装置还用于在所述第四子时段，根据每帧待显示图像中的所述第四基色调制数据最大值、所述波长转换装置出射的第四基色光的亮度与发出所述激发光的发光体的功率功率之间的关系，计算得到用于发出所述激发光的发光体的功率，并发出用于控制发出所述激发光的发光体的功率的第四控制信号；

所述光源系统用于在根据所述第一控制信号至所述第四控制信号在对应子时段以对应功率出射对应基色光。

10.如权利要求 9 所述的显示设备，其特征在于，所述激发光为所述第三基色光。

11.如权利要求 10 所述的显示设备，其特征在于，所述波长转换装置包括：

转换区，用于将所述第三基色光转换为所述第四基色光，并反射所述第四基色光；以及

反射区，与所述转换区时序地位于所述第三基色光的光路上，用于反射所述第三基色光；

所述波长转换装置出射的光被引导至所述光调制装置。

12.如权利要求 11 所述的显示设备，其特征在于，所述反射区还用于反射所述第一基色光与所述第二基色光。

13.如权利要求 11 或 12 所述的显示设备，其特征在于，所述反射区用于对入射于所述反射区的光进行漫反射。

14.如权利要求 11 所述的显示设备，其特征在于，所述波长转换装置还包括用于透射所述第一基色光与所述第二基色光的透射区，所述透射区、所述转换区与所述反射区时序地位于所述激发光的光路上。

15.如权利要求 14 所述的显示设备，其特征在于，所述透射区还

用于对入射于所述透射区的光进行散射。

16.如权利要求 9 所述的显示设备，其特征在于，所述光源系统还包括用于发出所述激发光的第四发光体。

17.一种显示设备的控制方法，包括以下步骤：

将每帧待显示图像中每个像素的基于三基色的原始图像数据转换为基于四基色的像素调制数据；

利用光源系统发出与所述四基色对应的四种基色光，其中，所述四种基色光包括三种基色的激光和一种基色的荧光；以及

光调制装置根据所述每帧待显示图像中每个像素的基于四基色的像素调制数据，对所述光源系统发出的四种基色光进行调制，从而得到待显示图像的图像光。

18.如权利要求 17 所述的显示设备的控制方法，其特征在于，所述将每帧待显示图像中每个像素的基于三基色的原始图像数据转换为基于四基色的像素调制数据的步骤包括：

根据所述每个像素的基于三基色的原始图像数据、所述每个像素的原始图像数据所属色域对应三基色的颜色转换矩阵、以及所述每个像素的原始图像数据所属色域对应四基色的颜色转换矩阵，计算得到所述每个像素的基于四基色的像素调制数据。

19.如权利要求 18 所述的显示设备的控制方法，其特征在于，还包括：

根据预设条件计算得到所述每个像素的基于所述四基色的像素调制数据，所述预设条件为：所述四种基色光中的三种基色的激光的亮度平方和最小。

20.如权利要求 19 所述的显示设备的控制方法，其特征在于，所述每个像素的像素调制数据包括分别用于调制所述四种基色光的四个基色调制数据，所述利用光源系统发出与所述四基色对应的四种基色光的步骤包括：

统计所述每帧待显示图像中每个像素的每个基色调制数据，得到所述每帧待显示图像中的每种基色的基色调制数据最大值，并根据所述每帧待显示图像中每种基色的基色调制数据最大值控制由所述光源

系统出射的所述每种基色光的功率。

21.如权利要求 20 所述的显示设备的控制方法，其特征在于，还包括：

分别判断所述每帧待显示图像中的每种基色的基色调制数据最大值是否大于 1，若是，则设置所述大于 1 的基色调制数据最大值为 1。

22.如权利要求 20 所述的显示设备的控制方法，其特征在于，所述光源系统包括：

第一发光体、第二发光体与第三发光体，分别用于发出第一基色光、第二基色光与第三基色光；以及

波长转换装置，用于在激发光的激发下发出第四基色光；

所述光调制装置用于调制所述每帧待显示图像的时间段为调制时段，所述调制时段包括多个子时段，所述光调制装置分别在每个子时段中调制所述四种基色光中的一种基色光，所述多个子时段包括第一子时段、第二子时段、第三子时段与第四子时段；所述每个像素的像素调制数据的多个基色调制数据包括第一基色调制数据、第二基色调制数据、第三基色调制数据与第四基色调制数据；所述光调制装置用于在所述第一子时段根据所述每个像素的第一基色调制数据调制所述第一基色光，在所述第二子时段根据所述每个像素的第二基色调制数据调制所述第二基色光，在所述第三子时段根据所述每个像素的第三基色调制数据调制所述第三基色光，在所述第四子时段根据所述每个像素的第四基色调制数据调制所述第四基色光；

所述统计所述每帧待显示图像中每个像素的每个基色调制数据，得到所述每帧待显示图像中的每种基色的基色调制数据最大值，并根据所述每帧待显示图像中每种基色的基色调制数据最大值控制有所述光源系统出射的所述每种基色光的亮度的步骤包括：

在所述第一子时段、所述第二子时段与所述第三子时段中，分别根据所述每帧待显示图像中的所述第一基色的基色调制数据最大值、所述第二基色的基色调制数据最大值与所述第三基色的基色调制数据最大值，基色光的亮度与功率对应发光体的功率之间的关系，计算得到并控制对应发光体的功率；

在所述第四子时段，根据所述每帧待显示图像中的所述第四基色的基色调制数据最大值、所述波长转换装置出射的第四基色光的亮度与发出所述激发光的发光体的功率功率之间的关系，计算得到并控制发出所述激发光的发光体的功率。

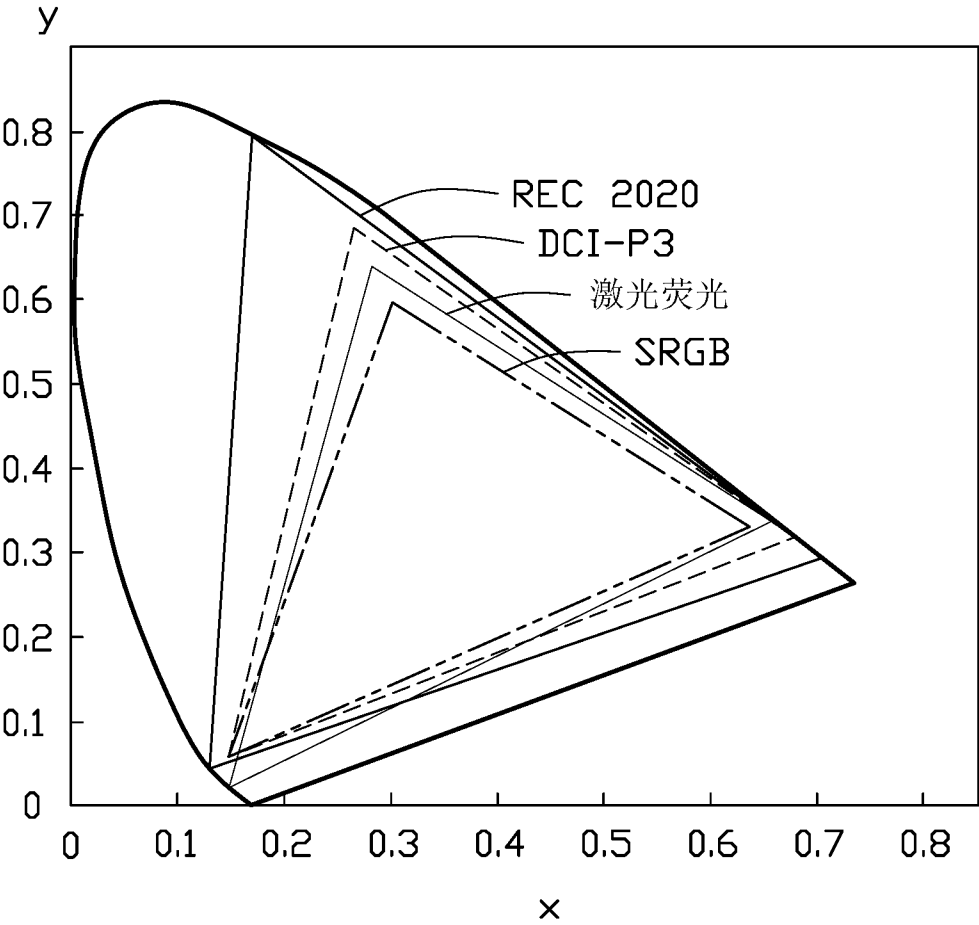


图 1

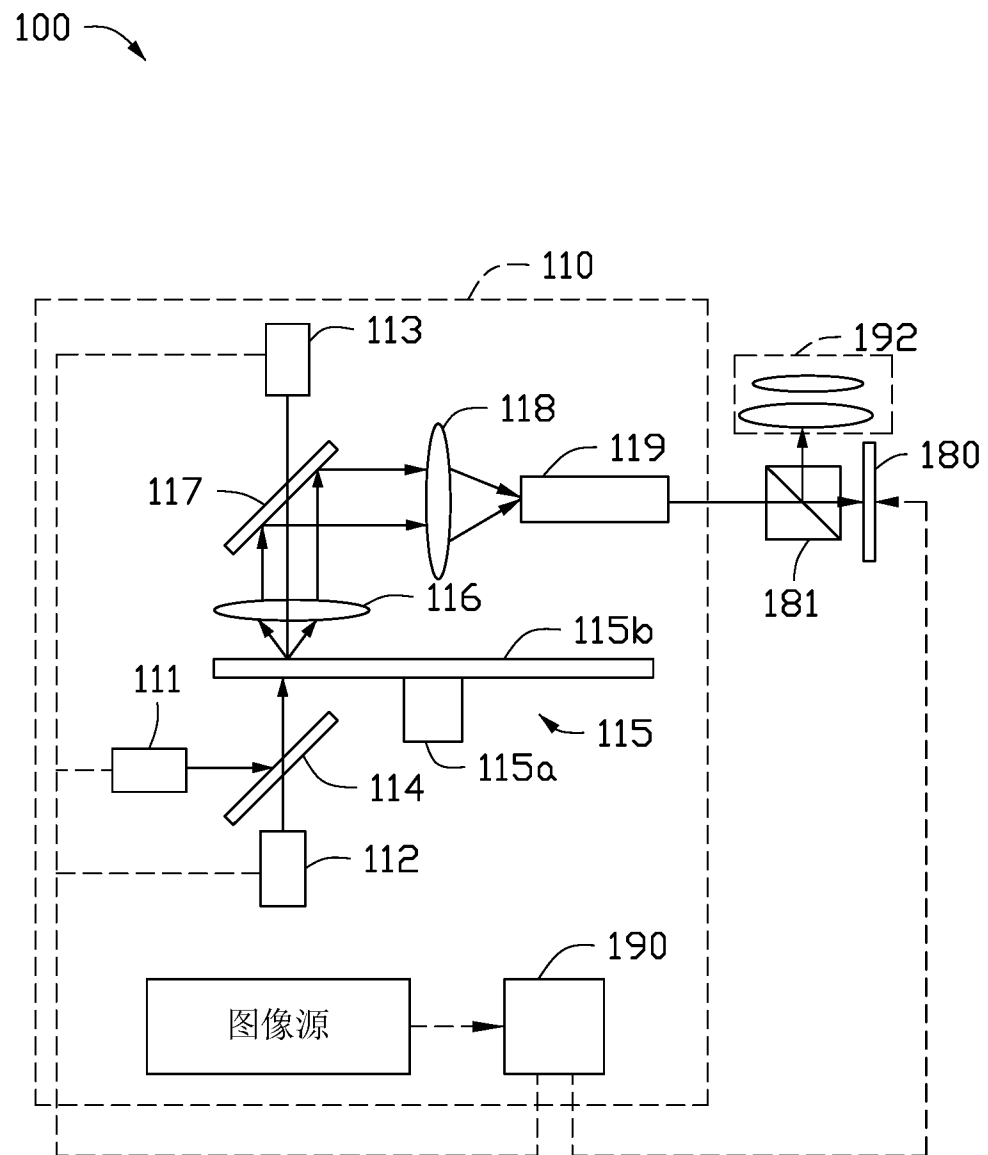


图 2

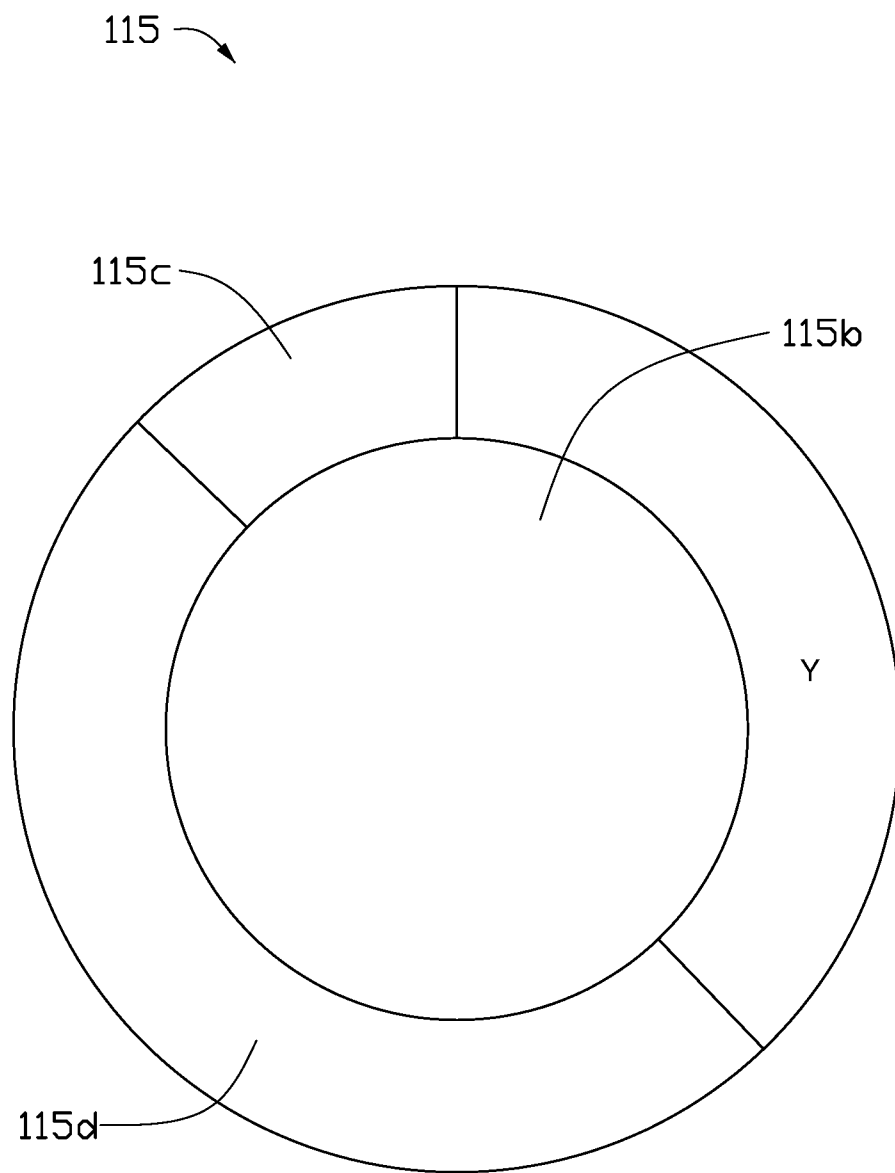


图 3

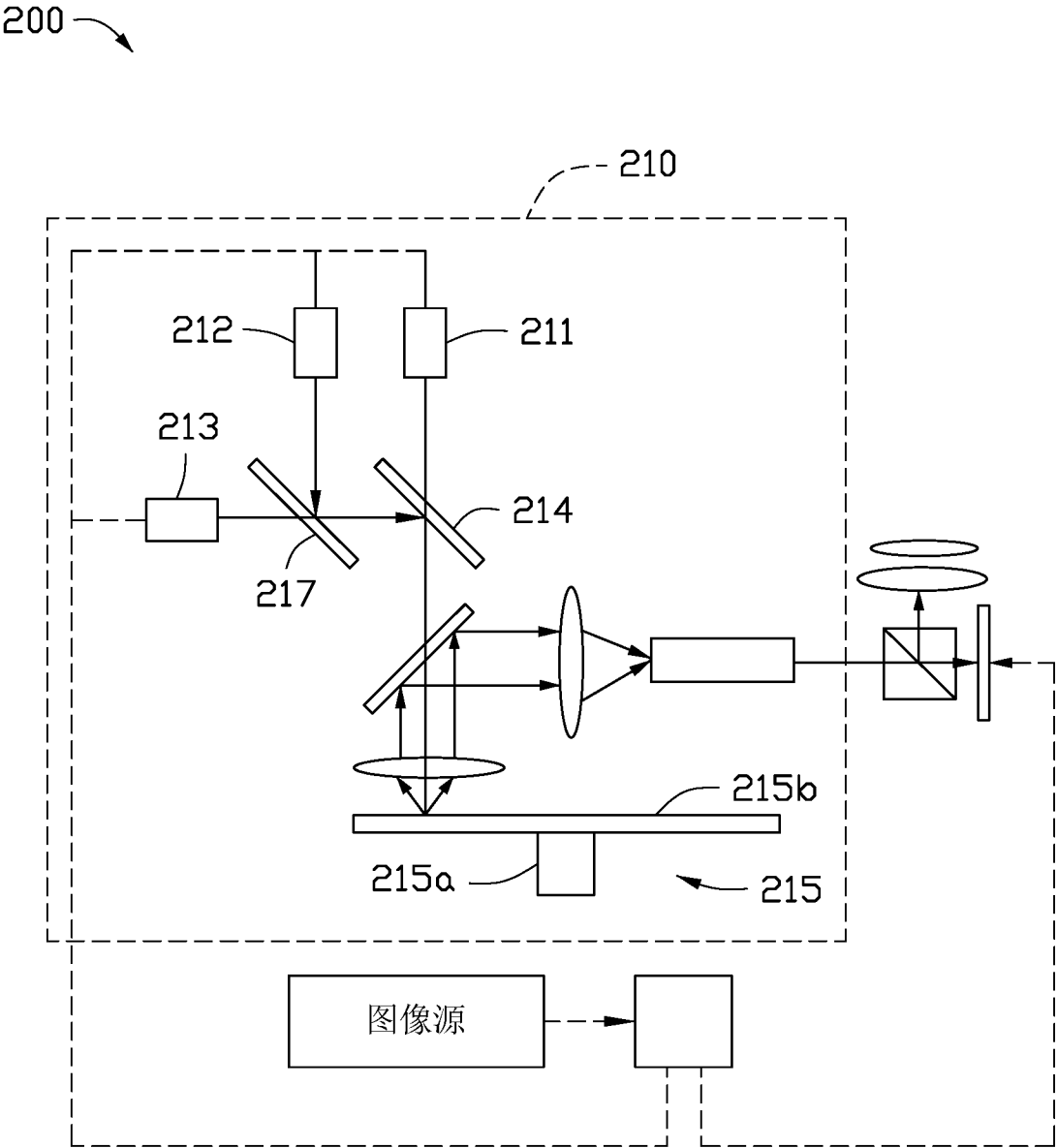


图 4

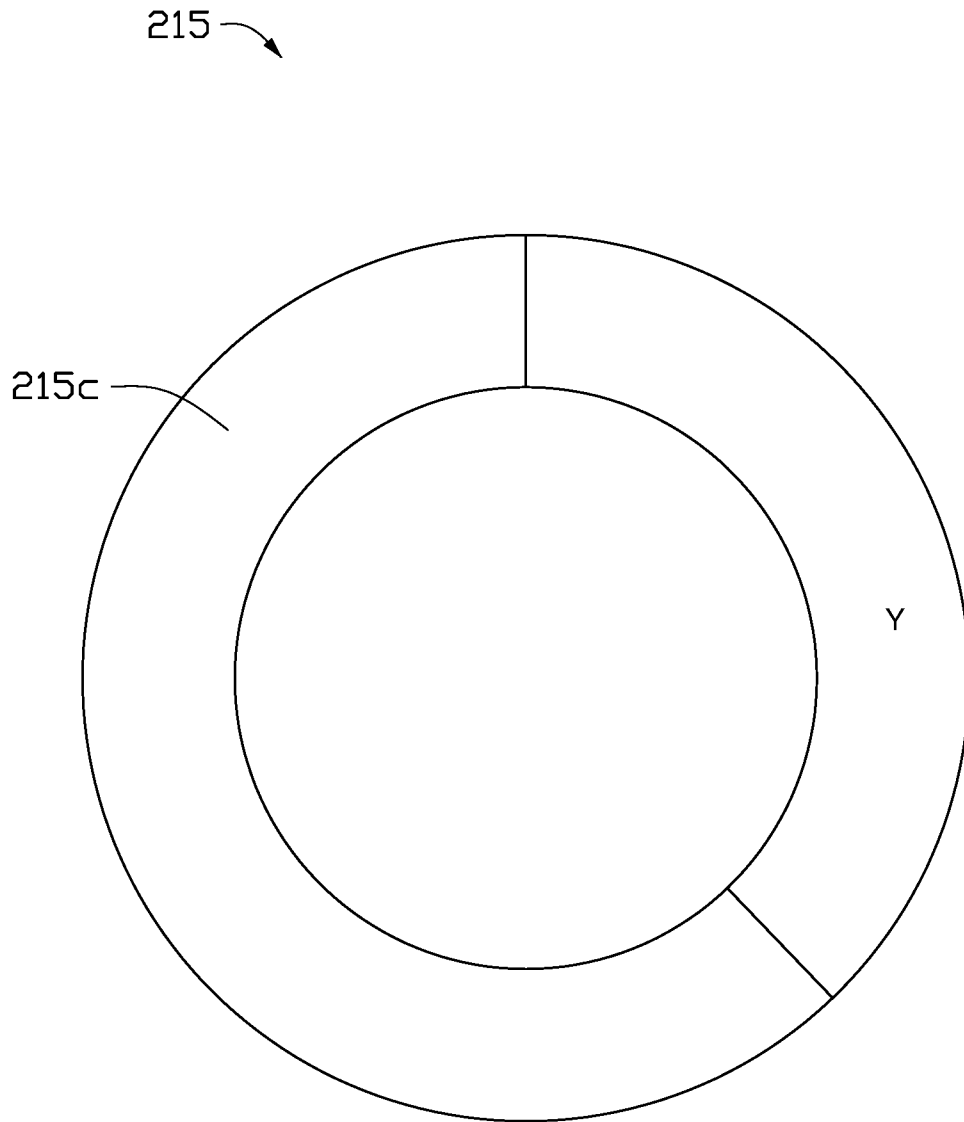


图 5

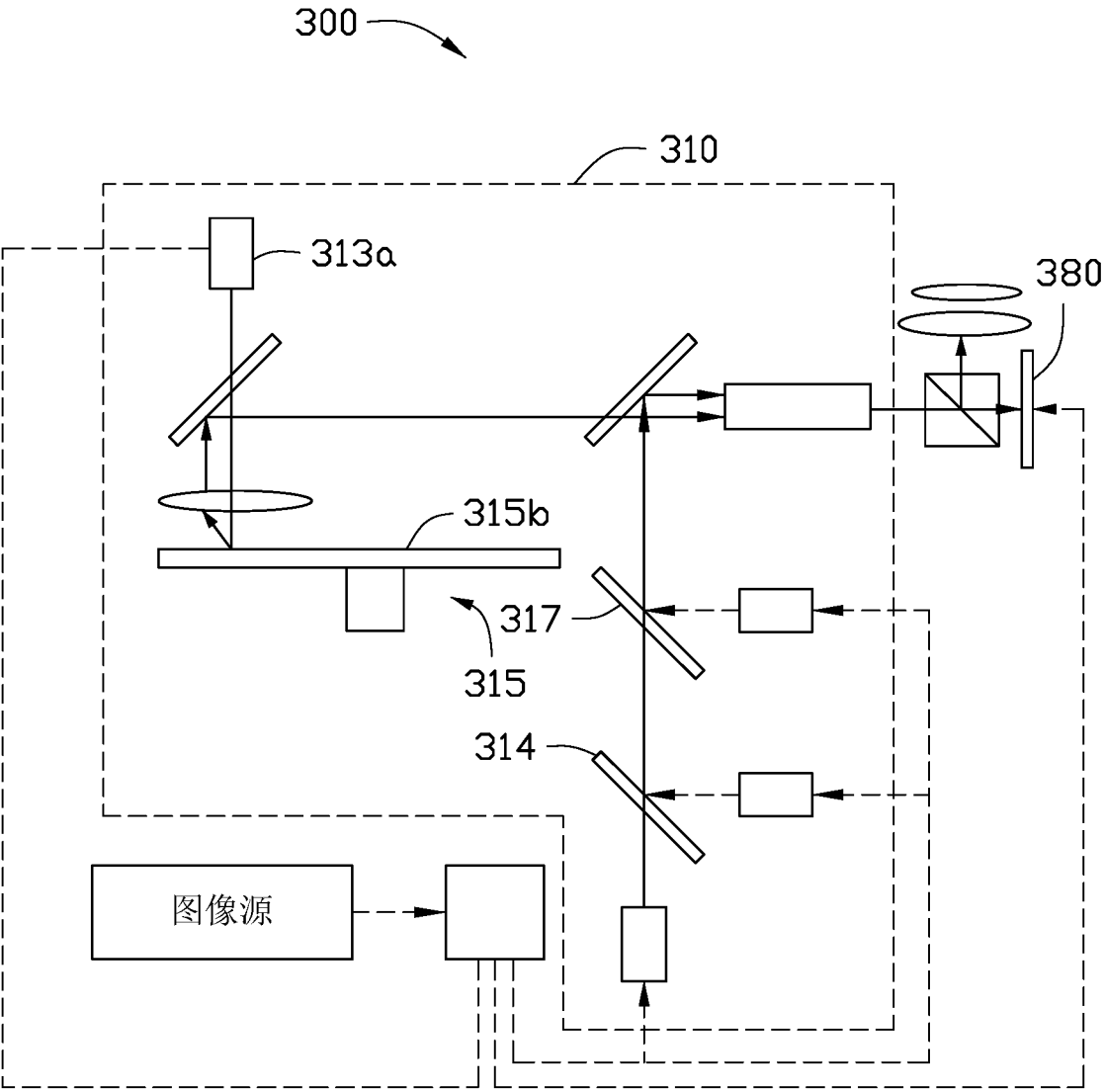


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/127263

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G09G 3/36(2006.01)i; G03B 21/20(2006.01)i; H04N 9/31(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G09G G03B H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 光峰光电, 投影, 基色, 原色, 元色, 调制, 三, 3, 四, 4, 转换, 激光, 荧光, 矩阵, 透射, 反射, color, colour, project???, three, four, laser, fluorescen

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106154711 A (APPOTRONICS CORPORATION LTD.) 23 November 2016 (2016-11-23) description, paragraphs [0033]-[0055], and figures 5-13	1, 17
Y	CN 106154711 A (APPOTRONICS CORPORATION LTD.) 23 November 2016 (2016-11-23) description, paragraphs [0033]-[0055], and figures 5-13	2-16, 18-22
Y	CN 106652928 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 10 May 2017 (2017-05-10) description, paragraphs [0059]-[0100]	2-16, 18-22
A	CN 102292761 A (DOLBY LABORATORIES LICENSING CORPORATION) 21 December 2011 (2011-12-21) entire document	1-22
A	CN 102939762 A (EASTMAN KODAK COMPANY) 20 February 2013 (2013-02-20) entire document	1-22
A	CN 105022211 A (DELTA ELECTRONICS INC.) 04 November 2015 (2015-11-04) entire document	1-22
A	CN 1813283 A (EASTMAN KODAK COMPANY) 02 August 2006 (2006-08-02) entire document	1-22



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 March 2020

Date of mailing of the international search report

25 March 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/127263**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 105988266 A (YLX INCORPORATED) 05 October 2016 (2016-10-05) entire document	1-22
A	WO 2012002254 A1 (JVC KENWOOD CORP. et al.) 05 January 2012 (2012-01-05) entire document	1-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/127263

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106154711	A	23 November 2016	WO	2016161934	A1	13 October 2016
				CN	106154711	B	24 July 2018
CN	106652928	A	10 May 2017	CN	106652928	B	17 May 2019
CN	102292761	A	21 December 2011	PL	2389670	T3	29 March 2019
				HU	E041640	T2	28 May 2019
				US	2011273495	A1	10 November 2011
				EP	2389670	A1	30 November 2011
				PT	2389670	T	17 December 2018
				DK	2389670	T3	07 January 2019
				CN	102292761	B	05 March 2014
				WO	2010085505	A1	29 July 2010
				EP	3422339	A1	02 January 2019
				JP	5393807	B2	22 January 2014
				KR	20110105009	A	23 September 2011
				EP	3422338	A1	02 January 2019
				JP	2012515948	A	12 July 2012
				US	8711085	B2	29 April 2014
				EP	3422337	A1	02 January 2019
				EP	2389670	B1	03 October 2018
				KR	101305304	B1	06 September 2013
				ES	2700874	T3	19 February 2019
CN	102939762	A	20 February 2013	US	2011310303	A1	22 December 2011
				BR	112012030174	A2	20 June 2017
				WO	2011159594	A1	22 December 2011
				CN	102939762	B	02 September 2015
				US	8469519	B2	25 June 2013
				EP	2583467	A1	24 April 2013
				IN	201300392	P1	05 February 2016
CN	105022211	A	04 November 2015	CN	105022211	B	30 November 2016
CN	1813283	A	02 August 2006	JP	2007524109	A	23 August 2007
				TW	I367476	B	01 July 2012
				KR	101041882	B1	16 June 2011
				KR	20060024001	A	15 March 2006
				US	6897876	B2	24 May 2005
				US	2004263528	A1	30 December 2004
				EP	1636788	B1	08 April 2009
				JP	4829110	B2	07 December 2011
				WO	2005004104	A2	13 January 2005
				TW	200509058	A	01 March 2005
				CN	100444245	C	17 December 2008
				DE	602004020471	D1	20 May 2009
				EP	1636788	A2	22 March 2006
CN	105988266	A	05 October 2016	JP	2018506070	A	01 March 2018
				US	2018033357	A1	01 February 2018
				WO	2016124094	A1	11 August 2016
				US	10134317	B2	20 November 2018
WO	2012002254	A1	05 January 2012	JP	2013178290	A	09 September 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/127263

A. 主题的分类

G09G 3/36(2006.01)i; G03B 21/20(2006.01)i; H04N 9/31(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G09G G03B H04N

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC: 光峰光电, 投影, 基色, 原色, 元色, 调制, 三, 3, 四, 4, 转换, 激光, 荧光, 矩阵, 透射, 反射, color, colour, project???, three, four, laser, fluorescen

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 106154711 A (深圳市光峰光电技术有限公司) 2016年 11月 23日 (2016 - 11 - 23) 说明书第[0033]-[0055]段、附图5-13	1, 17
Y	CN 106154711 A (深圳市光峰光电技术有限公司) 2016年 11月 23日 (2016 - 11 - 23) 说明书第[0033]-[0055]段、附图5-13	2-16, 18-22
Y	CN 106652928 A (东南大学) 2017年 5月 10日 (2017 - 05 - 10) 说明书第[0059]-[0100]段	2-16, 18-22
A	CN 102292761 A (杜比实验室特许公司) 2011年 12月 21日 (2011 - 12 - 21) 全文	1-22
A	CN 102939762 A (伊斯曼柯达公司) 2013年 2月 20日 (2013 - 02 - 20) 全文	1-22
A	CN 105022211 A (台达电子工业股份有限公司) 2015年 11月 4日 (2015 - 11 - 04) 全文	1-22
A	CN 1813283 A (伊斯曼柯达公司) 2006年 8月 2日 (2006 - 08 - 02) 全文	1-22

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2020年 3月 11日

国际检索报告邮寄日期

2020年 3月 25日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

李文斐

电话号码 86-(10)-53962508

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 105988266 A (深圳市绎立锐光科技发展有限公司) 2016年 10月 5日 (2016 - 10 - 05) 全文	1-22
A	W0 2012002254 A1 (JVC KENWOOD CORP. 等) 2012年 1月 5日 (2012 - 01 - 05) 全文	1-22

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/127263

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	106154711	A	2016年 11月 23日	WO	2016161934	A1	2016年 10月 13日
				CN	106154711	B	2018年 7月 24日
CN	106652928	A	2017年 5月 10日	CN	106652928	B	2019年 5月 17日
CN	102292761	A	2011年 12月 21日	PL	2389670	T3	2019年 3月 29日
				HU	E041640	T2	2019年 5月 28日
				US	2011273495	A1	2011年 11月 10日
				EP	2389670	A1	2011年 11月 30日
				PT	2389670	T	2018年 12月 17日
				DK	2389670	T3	2019年 1月 7日
				CN	102292761	B	2014年 3月 5日
				WO	2010085505	A1	2010年 7月 29日
				EP	3422339	A1	2019年 1月 2日
				JP	5393807	B2	2014年 1月 22日
				KR	20110105009	A	2011年 9月 23日
				EP	3422338	A1	2019年 1月 2日
				JP	2012515948	A	2012年 7月 12日
				US	8711085	B2	2014年 4月 29日
				EP	3422337	A1	2019年 1月 2日
				EP	2389670	B1	2018年 10月 3日
				KR	101305304	B1	2013年 9月 6日
				ES	2700874	T3	2019年 2月 19日
CN	102939762	A	2013年 2月 20日	US	2011310303	A1	2011年 12月 22日
				BR	112012030174	A2	2017年 6月 20日
				WO	2011159594	A1	2011年 12月 22日
				CN	102939762	B	2015年 9月 2日
				US	8469519	B2	2013年 6月 25日
				EP	2583467	A1	2013年 4月 24日
				IN	201300392	P1	2016年 2月 5日
CN	105022211	A	2015年 11月 4日	CN	105022211	B	2016年 11月 30日
CN	1813283	A	2006年 8月 2日	JP	2007524109	A	2007年 8月 23日
				TW	1367476	B	2012年 7月 1日
				KR	101041882	B1	2011年 6月 16日
				KR	20060024001	A	2006年 3月 15日
				US	6897876	B2	2005年 5月 24日
				US	2004263528	A1	2004年 12月 30日
				EP	1636788	B1	2009年 4月 8日
				JP	4829110	B2	2011年 12月 7日
				WO	2005004104	A2	2005年 1月 13日
				TW	200509058	A	2005年 3月 1日
				CN	100444245	C	2008年 12月 17日
				DE	602004020471	D1	2009年 5月 20日
				EP	1636788	A2	2006年 3月 22日
CN	105988266	A	2016年 10月 5日	JP	2018506070	A	2018年 3月 1日
				US	2018033357	A1	2018年 2月 1日
				WO	2016124094	A1	2016年 8月 11日
				US	10134317	B2	2018年 11月 20日
WO	2012002254	A1	2012年 1月 5日	JP	2013178290	A	2013年 9月 9日