

(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  
2024年12月12日 (12.12.2024)



(10) 国际公布号  
WO 2024/251269 A1

(51) 国际专利分类号:  
B29C 64/282 (2017.01) B33Y 30/00 (2015.01)  
B29C 64/393 (2017.01) B33Y 50/02 (2015.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/098196

(22) 国际申请日: 2024年6月7日 (07.06.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
202310679151.3 2023年6月9日 (09.06.2023) CN

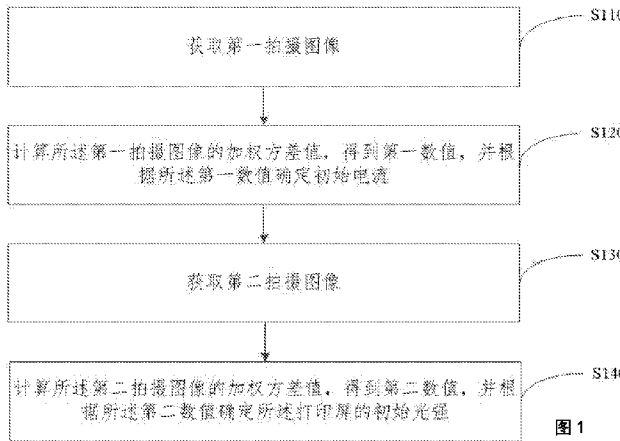
(71) 申请人: 先临三维科技股份有限公司  
(SHINING 3D TECH CO., LTD.) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市萧山区闻堰街道湘滨路1398号, Zhejiang 311258 (CN)。

(72) 发明人: 张园豪 (ZHANG, Yuanhao); 中国浙江省杭州市萧山区闻堰街道湘滨路1398号, Zhejiang 311258 (CN)。 赵晓波 (ZHAO, Xiaobo); 中国浙江省杭州市萧山区闻堰街道湘滨路1398号, Zhejiang 311258 (CN)。 邱凯佳 (QIU, Kaijia); 中国浙江省杭州市萧山区闻堰街道湘滨路1398号, Zhejiang 311258 (CN)。 陈达 (CHEN, Da); 中国浙江省杭州市萧山区闻堰街道湘滨路1398号, Zhejiang 311258 (CN)。

(74) 代理人: 北京开阳星知识产权代理有限公司 (BEIJING MIZAR STAR INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国北京市海淀区西三环北路89号中国外文大厦A座604, Beijing 100089 (CN)。

(54) Title: LIGHT UNIFORMITY ADJUSTMENT METHOD AND APPARATUS, DEVICE, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种光均匀性调节方法、装置、设备和存储介质



S110 Obtain a first captured image  
S120 Calculate a weighted variance value of the first captured image to obtain a first numerical value, and determine an initial current according to the first numerical value  
S130 Obtain a second captured image  
S140 Calculate a weighted variance value of the second captured image to obtain a second numerical value, and determine initial light intensity of a printing screen according to the second numerical value

(57) Abstract: The present invention relates to a light uniformity adjustment method and apparatus, a device, and a storage medium. The light uniformity adjustment method comprises: obtaining a first captured image, wherein the first captured image is obtained by an acquisition device photographing a first display image displayed on a printing screen; calculating a weighted variance value of the first captured image to obtain a first numerical value, and determining an initial current according to the first numerical value; obtaining a second captured image, wherein the second captured image is obtained by the acquisition device photographing, under the initial

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))。

current, a second display image displayed on the printing screen; and calculating a weighted variance value of the second captured image to obtain a second numerical value, and determining initial light intensity of the printing screen according to the second numerical value. According to the method provided by the present application, uniformity calibration can be performed on the light intensity of a full-frame, thereby ensuring the details and precision of a fine model.

(57) 摘要: 本发明涉及一种光均匀性调节方法、装置、设备和存储介质。光均匀性调节方法, 包括: 获取第一拍摄图像, 其中, 第一拍摄图像是采集装置拍摄打印屏上显示的第一显示图像得到的; 计算第一拍摄图像的加权方差值, 得到第一数值, 并根据第一数值确定初始电流; 获取第二拍摄图像, 其中, 第二拍摄图像是在初始电流下采集装置拍摄打印屏上显示的第二显示图像得到的; 计算第二拍摄图像的加权方差值, 得到第二数值, 并根据第二数值确定打印屏的初始光强。本申请提供的方法, 能够对全幅面光强进行均匀性校准, 从而保证精细模型的细节和精度。

## 一种光均匀性调节方法、装置、设备和存储介质

本公开要求于 2023 年 06 月 09 日提交中国专利局、申请号为 202310679151.3、发明名称为“一种光均匀性调节方法、装置、设备和存储介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本公开中。

### 技术领域

本公开涉及 3D 打印技术领域，尤其涉及一种光均匀性调节方法、装置、设备和存储介质。

### 背景技术

目前，LCD (Liquid Crystal Display) 光固化打印机多采用矩阵式紫外光源。为提高 LCD 打印屏上初始光强的均匀性，结构上通常采用拉远光程、修改灯珠布局或透镜结构、COB 光源 (Chip On Board Light) 结合菲涅尔透镜的方式。但由于每颗灯珠的实际发光功率会有差异，加上光学器件的老化、制造误差和安装精度的限制，紫外光穿过 LCD 打印屏后，全幅面内不同区域的光强值会大小不一致，导致光敏树脂曝光不均匀，精细模型的细节及精度也无法保证。因此，需要对全幅面光强进行进一步的均匀性校准。

### 发明内容

#### (一) 要解决的技术问题

本公开要解决的技术问题是现有打印机光强不均匀的问题。

#### (二) 技术方案

为了解决上述技术问题，本公开实施例提供了一种光均匀性调节方法，包括：

获取第一拍摄图像，其中，所述第一拍摄图像是采集装置拍摄打印屏上显示的第一显示图像得到的；

计算所述第一拍摄图像的加权方差值，得到第一数值，并根据所述第一数值确定初始电流；

获取第二拍摄图像，其中，所述第二拍摄图像是在所述初始电流下所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的第二显示图像得到的；

计算所述第二拍摄图像的加权方差值，得到第二数值，并根据所述第二数值确定所述打印屏的初始光强。

第二方面，还提供了一种光均匀性调节装置，包括：

第一获取单元，用于获取第一拍摄图像，其中，所述第一拍摄图像是采集装置拍摄打印屏上显示的第一显示图像得到的；

第一计算单元，用于计算所述第一拍摄图像的加权方差值，得到第一数值，并根据所述第一数值

确定初始电流；

第二获取单元，用于获取第二拍摄图像，其中，所述第二拍摄图像是在所述初始电流下所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的第二显示图像得到的；

第二计算单元，用于计算所述第二拍摄图像的加权方差值，得到第二数值，并根据所述第二数值确定所述打印屏的初始光强。

第三方面，还提供了一种电子设备，包括：

存储器；

处理器；以及

计算机程序；

其中，计算机程序存储在存储器中，并被配置为由处理器执行以实现如上述的光均匀性调节方法。

第四方面，还提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行以实现上述实施例的光均匀性调节方法。

### (三) 有益效果

本公开实施例提供的上述技术方案与现有技术相比具有如下优点：

本公开实施例提供了一种光均匀性调节方法，包括：获取第一拍摄图像，其中，第一拍摄图像是采集装置拍摄打印屏上显示的第一显示图像得到的；计算第一拍摄图像的加权方差值，得到第一数值，并根据第一数值确定初始电流；获取第二拍摄图像，其中，第二拍摄图像是在初始电流下采集装置拍摄打印屏上显示的第二显示图像得到的；计算第二拍摄图像的加权方差值，得到第二数值，并根据第二数值确定打印屏的初始光强。本申请提供的方法通过计算拍摄图像的加权方差值确定打印机的初始电流，以便加快光均匀调节速度，随后在初始电流下，将全幅面第二拍摄图像的像素灰度加权方差值作为收敛条件，在收敛的情况下，基于打印屏显示第二显示图像时的光强调整打印屏的电流，以确定初始光强，能够对全幅面光强进行均匀性校准，从而保证精细模型的细节和精度。

应当理解的是，以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的，并不能限制本公开。

### 附图说明

此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分，示出了符合本公开的实施例，并与说明书一起用于解释本公开的原理。

为了更清楚地说明本公开实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，对于本领域普通技术人员而言，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为本公开实施例提供了一种光均匀性调节方法的流程示意图；

图 2 为本公开实施例提供了一种 3D 打印机的结构示意图；

图 3 为本公开实施例提供了一种标定点图的示意图；

图 4 为本公开实施例提供了一种掩膜生成示意图；

图 5 为图 1 示出的一种光均匀性调节方法中 S140 的细化流程示意图；

图 6 为本公开实施例提供的一种光均匀过程示意图；

图 7 为本公开实施例提供的一种光均匀前后的灰度色阶图；

图 8 为本公开实施例提供的另一种光均匀性调节方法的流程示意图；

图 9 为本公开实施例提供的一种光均匀性调节装置的结构示意图；

5 图 10 为本公开实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

## 具体实施方式

为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本公开的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，  
10 都属于本公开保护的范围。

目前通常使用的光源校准技术是将打印区域的整个幅面分割为若干测量点位，并使用光功率计逐点测量，获得各点位的光强分布数据。找到其中的最小值后，调整各点位灰度从而得到全幅面的灰度掩膜图像，最终实现整个曝光面的灰度校准。但该方案以离散的点代替对应分割面的区域光强，点与点之间的光均匀性校准精度较差，当且仅当分割点位足够多时才能提高精度，但相应地也会增加检测  
15 时间和难度。

通常使用的 LCD 打印面曝光技术所使用的常规曝光图片是一张 256 灰阶的黑白图片，白色（灰度 255）表示 100%全亮区域，黑色（灰度 0）表示完全暗灭，曝光区域的光辐射强度与该区域切片图案的灰度呈正相关。使用黑白相机，拍摄待测光源在 LCD 打印屏上的灰度分布图，根据采集图像的灰度信息计算光源的光强灰度掩膜图像，将灰度掩膜图像与模型切片图案叠加，紫外光穿过 LCD 打  
20 印屏后，可实现屏上光强的一致性需求。该技术无需考虑紫外灯珠的安装误差，可以适应各种结构的光源。目前，该技术主要有两种实现方式：

(1) 区域分割方式：首先，利用基准光源对相机模组进行平场校正。然后相机获取曝光区域的原始灰度分布图，将分布图分割为多个区域，提取各离散区域的灰度平均值来进行灰度的对应补偿。在所有分割区域的拟合灰度值中选取基准灰度值，据此计算其他区域的灰度补偿系数，从而得到与曝光区域对应的掩膜图像。该方案中离散区域的灰度用平均值表示，其边界采用插值的方式进行拟合。虽然计算速度快，但对于光强分布极为复杂（图像空间频率变化快）的区域，平均值并不能完美地表示该区域的光强，也就是说不同区域的光强不是完全一致的，灵活性比较差。此外，区域的交界处可能会在掩膜图像上形成一条明显的分界线，与真实光强分布状态不符。对于一些精细模型，会出现局部  
25 细节模糊的问题。

(2) 全像素校准：获取曝光面所有像素级灰度分布图，然后将最小灰度值作为基准，依次计算其它像素对应的掩膜灰度值，最后通过图像缩放实现全幅面的掩膜光均匀性校准。该方案未对相机空间位置进行标定，目前仅通过图像缩放来进行位置校准，准确度无法保证，也未考虑相机老化、畸变、安装偏差带来的影响，会使得采集到的灰度图与真实图存在偏差，难以准确地使掩膜和光强分布状态一一对应，光均匀效果受限。此外，该方式容易受到屏幕坏点、环境光、噪点的影响，难以达到最佳  
30

光匀状态。

综上所述，现有技术中相机与曝光面的空间位置未进行一一映射，且未综合考虑相机安装角度、相机老化畸变、外界环境光等因素的干扰，使得相机原始采集图像与真实光强分布状态有偏差；其次，现有技术多通过对相机采集到的灰度图进行区域分割，并提取各离散区域的灰度平均值来生成灰度掩膜图，之后借助插值的方式来达到光强的均匀性要求，但该种方案对原始图像有损，仅当分割区域足

5 膜图，之后借助插值的方式来达到光强的均匀性要求，但该种方案对原始图像有损，仅当分割区域足够多时才能达到较好的效果。

针对上述技术问题，本公开实施例提供了一种光均匀性调节方法，通过相机位置和感光度校准来排除相机感光 CCD 老化、镜头畸变脏污、外界环境光等外在因素的干扰，同时建立相机与打印屏曝光面的空间位置关系，能够准确获取光源的光强灰度分布图，随后通过分析全幅面采集图像的像素灰度

10 度加权方差值，自动多次迭代获取最佳掩膜图像。本公开实施例能适配各种光源结构及环境条件，可实现小型化便携化，有效减少工人的安装调试时间，实现屏上打印光强的快速均匀化。具体通过下述一个或多个实施例进行详细说明。

图 1 为本公开实施例提供的一种光均匀性调节方法的流程示意图，应用于 3D 打印机，具体包括如图 1 所示的如下步骤 S110 至 S140：

15 示例性的，参见图 2，图 2 为本公开实施例提供的一种 3D 打印机的结构示意图，打印机包括黑白相机 1、悬臂支架 2、匀光膜 3、LCD 打印屏 4 和 LCD 打印机显示屏 5，黑白相机 1 借助悬臂支架 2 安装在打印机上，匀光膜 3 放置在 LCD 打印屏 4 上方，黑白相机 1 镜头的轴线与匀光膜 3 的平面垂直，LCD 打印屏 4 刷新如图 3 所示的标定点图，旋转黑白相机 1 调焦环，从 LCD 打印机显示屏 5 里实时观察标定点图的边缘清晰度，当边缘锐利时即为对焦完成，后续实施例在黑白相机 1 完成对焦

20 的情况下进行 LCD 打印屏 4 的光均匀性调节流程。

S110、获取第一拍摄图像。

其中，所述第一拍摄图像是采集装置拍摄打印屏上显示的第一显示图像得到的。

可选的，在获取第一拍摄图像之前，所述方法还包括：

获取第三拍摄图像，其中，所述第三拍摄图像是所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的标定点图

25 得到的；根据所述第三拍摄图像计算所述采集装置的相机参数；获取第四拍摄图像，其中，所述第四拍摄图像是所述采集装置拍摄标准光源得到的；基于所述相机参数对所述第四拍摄图像进行裁切，得到目标尺寸的第一裁切图像，其中，所述目标尺寸为所述打印屏的尺寸；计算所述第一裁切图像的掩膜图像，得到第一掩膜图像，所述第一掩膜图像用于补偿所述第一拍摄图像。

可选的，上述根据所述第三拍摄图像计算所述采集装置的相机参数之后，所述方法还包括：

30 根据标定残差值和预设残差值的大小，判断所述采集装置和所述打印屏的相对空间位置是否标定合格，其中，所述标定残差值是根据所述第三拍摄图像计算出的；若所述残差标定值小于所述预设残差值，则生成位置标定合格的判断结果；或者，若所述残差标定值大于或等于所述预设残差值，则生成位置标定不合格的判断结果。

可理解的，采集装置是指图 2 所示的打印机中的黑白相机 1，打印屏是指图 2 所示的打印机中的

35 LCD 打印屏 4。完成对采集装置的对焦后，对采集装置的相机位置进行标定，具体的，打印屏上刷新

标定点图,采集装置拍摄打印屏显示的标定点图,得到第三拍摄图像,并将第三拍摄图像传输至打印机中的数据  
5 处理模块,数据处理模块用于对拍摄图像进行补偿、裁切、计算等一系列的处理,具体的,根据第三拍摄图像计算出相机的内外参矩阵和标定残差值,相机的内外参矩阵记为相机参数,并根据标定残差值和预设残差值的大小,判断采集装置和打印屏的相对空间位置(相机参数)是否标定合格,若残差标定值小于预设残差值,则说明位置标定合格,若残差标定值大于或等于预设残差值,则说明位置标定不合格,需要检查相机工装,调整相机位置或者部件。

示例性的,参见图3,图3为本公开实施例提供的一种标定点图的示意图,标定点图是由黑色背景和多个均匀的分布的白色圆点,用于标定相机位置,可根据用户需求自行选择标定点图。

可选的,所述获取第四拍摄图像,具体可以通过如下步骤实现:

10 在所述判断结果为位置标定合格的情况下,获取第四拍摄图像。

可理解的,确定位置标定合格后,对相机光敏感度进行标定,具体的,将标准光源放置在如图2所示的打印机的匀光膜3上,标准光源的屏幕光强均匀度要大于90%,标准光源可以是移动终端,例如平板,使其屏幕上显示纯白图。采集装置拍摄该标准光源,得到第四拍摄图像,并将第四拍摄图像传送给LCD打印机的数据处理模块进行处理,具体的,基于上述确定合格的相机参数对第四拍摄  
15 图像进行裁切,得到目标尺寸的第一裁切图像,其中,目标尺寸为打印屏的尺寸,也就是使得裁切后的第四拍摄图像的尺寸和打印屏一致,可理解的是,拍摄得到的第四拍摄图像可能存在黑色边缘,因此基于打印屏的尺寸对第四拍摄图像进行裁切,以得到标准光源的拍摄图像。随后,计算第一裁切图像的掩膜图像,得到第一掩膜图像,第一掩膜图像用于补偿后续采集装置拍摄得到的拍摄图像,第一掩膜图像具体用于修正相机的CCD镜头的感光差异(长时间照射紫外线,相机CCD元件光敏感度  
20 会有差异)、打印屏上不同位置到相机感光CCD的光程差(相机距离LCD打印屏越近,光程差影响程度越大)、相机轴线与打印屏不垂直引发的光程差(相机角度偏转产生的光程差)、外界环境光带来的杂光影响。

示例性的,参见图4,图4为本公开实施例提供的一种掩膜生成示意图,图4包括原生灰度值、掩膜灰度值和光均匀后灰度值,在上述实施例的基础上,其中,原生灰度值是指第一裁切图像的灰度  
25 值,掩膜灰度值是指第一掩膜图像的灰度值,确定原生灰度值中的最小灰度值后,逐像素调整掩膜灰度值使得第一裁切图像全幅面的灰度值向最小灰度值靠近,全幅面的灰度值是指原生灰度值,光均匀后灰度值即为最小灰度值,如图4所示的一种掩膜灰度值计算方式如下所述,原生灰度值为225,最小灰度值为190,掩膜灰度值 $220=255-(225-190)$ ,灰度值范围是0-255,其中,0是灰度值的最小值,255是灰度值的最大值,其他计算掩膜灰度值的方法不作赘述。

30 可理解的,完成相机敏感度标定,并计算得到用于修正采集装置影响的第一掩膜图像后,需要确定打印机的初始电流,具体的,移除放置在匀光膜3上的标准光源,在打印屏上曝光出一张白图,该白图记为第一显示图像,采集装置拍摄打印屏上显示的第一显示图像,得到第一拍摄图像,并将第一拍摄图像传递给打印机的数据处理模块进行处理。

S120、计算所述第一拍摄图像的加权方差值,得到第一数值,并根据所述第一数值确定初始电流。

35 可选的,上述S120中计算所述第一拍摄图像的加权方差值,得到第一数值,具体可以通过如下

步骤实现：

利用所述第一掩膜图像对所述第一拍摄图像进行补偿，得到补偿后的第一拍摄图像；基于所述相机参数对所述补偿后的第一拍摄图像进行裁切，得到所述目标尺寸的第二裁切图像；计算所述第二裁切图像的像素灰度加权方差值，得到第一数值。

5 可理解的，在上述 S110 的基础上，将第一拍摄图像和第一掩膜图像进行叠加，以补偿采集装置对第一拍摄图像的影响，得到补偿后的第一拍摄图像。随后，对补偿后的第一拍摄图像进行裁切处理，使其尺寸和打印屏的尺寸一致，得到第二裁切图像。计算第二裁切图像的像素灰度加权方差值，得到第一数值。

可选的，上述 S120 中根据所述第一数值确定初始电流，具体可以通过如下步骤实现：

10 按照预设步长调整当前电流，得到目标电流，其中，所述第一拍摄图像是在所述当前电流下得到的；获取在所述目标电流下所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的所述第一显示图像得到的第五拍摄图像；计算所述第五拍摄图像的加权方差值，得到第三数值；若调整电流的累计次数达到预设次数，则在所述第一数值和所述第三数值中确定最大数值，并将所述最大数值对应的电流确定为初始电流。

可理解的，完成第一数值的计算后，按照预设步长自动调整打印机的当前电流，得到目标电流，  
15 第一拍摄图像是在当前电流下，采集装置拍摄打印屏显示的第一显示图像得到的，根据预设步长确定预设次数，预设次数可以是采集装置的拍摄次数和/或电流的调整次数，其中，步长小次数就少，例如预设步长为 1 预设次数为 10。在拍摄和调整过程中，计算累计次数，若当前累计的调整次数小于预设次数，则在目标电流下采集装置拍摄打印屏上显示的第一显示图像，得到第五拍摄图像，并基于上述计算流程计算第五拍摄图像的加权方差值，得到第三数值，也就是每拍摄一张图像就计算一次加  
20 权方差值，调整一次电流，也就是拍摄次数、调整次数和计算次数相同，第一拍摄图像、当前电流和第一数值是一一对应的关系。重复上述调整、拍摄、补偿、裁切和计算的处理流程，得到一系列数值，一系列数值至少包括第一数值和第二数值，在上述预设次数为 10 的基础上，一系列数值共包括 10 个数值，随后直至累计的拍摄次数（电流的调整次数）达到预设次数，则在一系列数值中确定最大数值，并将最大数值对应的电流设置为打印机的初始电流，可理解的是，最大数值说明图像亮暗像素信息最丰富，不会出现过曝或欠曝带来的数据偏差，最大值对应的电流也是采集装置适宜的电流，随后  
25 在初始电流下正式开始光均匀性校准。

S130、获取第二拍摄图像。

其中，所述第二拍摄图像是在所述初始电流下所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的第二显示图像得到的。

30 可理解的，在上述 S120 的基础上，确定打印机的初始电流后，在初始电流下，打印屏刷新一张白图，白图灰度为 255，记为第二显示图像，随后同样在初始电流下，采集装置拍摄打印屏显示的第二显示图像，得到第二拍摄图像，并将第二拍摄图像传送给数据处理模块。

S140、计算所述第二拍摄图像的加权方差值，得到第二数值，并根据所述第二数值确定所述打印屏的初始光强。

35 可选的，上述计算所述第二拍摄图像的加权方差值，得到第二数值，具体可以通过如下步骤实现：

基于所述相机参数对所述第二拍摄图像进行裁切，得到和所述打印屏尺寸一致的第三裁切图像；计算所述第三裁切图像的加权方差值，得到第二数值。

可理解的，在上述 S130 的基础上，基于相机参数对第二拍摄图像进行裁切，得到和打印屏尺寸一致的第三裁切图像，计算第三裁切图像的加权方差值，得到第二数值。随后，判断第二数值和第一预设阈值的大小，若第二数值小于第一预设阈值，则计算第三裁切图像的掩膜图像，得到目标掩膜图像，并将打印屏显示目标掩膜图像时的目标光强作为打印屏的初始光强，调整打印机电流以完成打印屏的光均匀性调节，后续打印屏可以基于初始光强进行 3D 打印。

本公开实施例提供了一种光均匀性调节方法，通过相机位置标定以及相机光敏感度标定，能够消除相机畸变、安装误差和环境光等影响。通过计算加权方差值和对电流进行动态调整的方式确定的初始电流，在一定程度上能够减少过曝或欠曝带来的数据偏差。随后基于光敏感度标定得到的掩膜图像对采集装置在初始电流下拍摄得到的图像进行补偿，能够提高后续计算掩膜图像以提高光均匀度。

在上述实施例的基础上，图 5 为图 1 示出的一种光均匀性调节方法中 S140 的细化流程示意图，可选的，所述根据所述第二数值确定所述打印屏的初始光强，具体包括如图 5 所示的如下步骤 S510 至 S560：

S510、确定所述第二拍摄图像的最小灰度值，并基于所述最小灰度值计算所述第二拍摄图像的掩膜图像，得到第二掩膜图像。

可理解的，计算得到第二数值后，确定第二拍摄图像的最大灰度值和最小灰度值，逐像素调整掩膜灰度值使得第二拍摄图像全幅面的灰度值向最小灰度值靠近，得到由掩膜灰度值组成的第二掩膜图像，具体实现方式参见图 4 所示的掩膜生成方式，在此不作赘述。

可选的，上述确定所述第二拍摄图像的最小灰度值，并基于所述最小灰度值计算所述第二拍摄图像的掩膜图像，得到第二掩膜图像，具体可以通过如下步骤实现：

确定所述第二拍摄图像的灰度峰值，并基于所述灰度峰值和第二预设阈值确定目标范围；将所述第二拍摄图像中灰度值在所述目标范围之外的目标灰度值修改为预设的临界灰度值，得到待处理图像；确定所述待处理图像的最小灰度值，并基于所述最小灰度值计算所述待处理图像的掩膜图像，得到第二掩膜图像。

可理解的，完成第二拍摄图像的裁切，得到第三裁切图像后，基于第三裁切图像的灰度色阶图确定灰度峰值，并基于灰度峰值和第二预设阈值确定目标范围，目标范围是指第三裁切图像灰度值的上下界限，第二预设阈值可以理解为具体灰度值或者 1% 的总像素数。确定目标范围后，将第三裁切图像全幅面的灰度值中处于目标范围之外的目标灰度值修改为预设临界灰度值，处于目标范围中的其余灰度值保留，得到待处理图像，也就是保留灰度峰值目标范围内的灰度值，调整范围外的灰度值为临界灰度值，例如，目标范围为 165-255，临界灰度值为 165，也就是将灰度值 110 修改为 165，使其在目标范围内。可理解的是，对于存在缺陷的图像，裁切后还会存在极亮和极暗的区域，缺陷可能是由于相机镜头畸变、环境杂光、打印屏坏点等因素造成的拍摄图像异常，因此在该种情况下可以将高于或低于目标范围的灰度值修改为临界灰度值，该种处理方式可以消除杂光、坏点对后续计算的影响，

减少极度亮暗区域对光均匀调节的影响。随后，计算待处理图像的掩膜图像，得到第二掩膜图像。

S520、判断所述第二数值是否大于第一预设阈值，若是，则获取第六拍摄图像。

其中，所述第六拍摄图像是所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的所述第二掩膜图像得到的。

可理解的，在上述 S510 的基础上，判断第二数值是否大于第一预设阈值，也就是判断拍摄图像的加权方差值是否在合格范围内，若第二数值大于第一预设阈值，则说明第一迭代得到的第二拍摄图像的加权方差值不在合格范围内，将第二掩膜图像刷新到打印屏上，采集装置拍摄打印屏得到第六拍摄图像。

示例性的，参见图 6，图 6 为本公开实施例提供的一种光均匀过程示意图，图 6 包括  $n$  个拍摄图像，记为  $A1-A_n$ ，还包括  $n$  个掩膜图像，记为  $B1-B_n$ ，对  $A1$  进行裁切，可以理解为将  $A1$  中黑色边缘去除，得到第三裁切图像，记为  $A1-1$ ， $A1-1$  的尺寸和  $B1$  的尺寸相同，其中， $A1$  和  $B1$  之间存在对应关系，以此类推， $A_n$  和  $B_n$  之间存在对应关系，对  $A_n$  进行裁切，可以得到光均匀后的裁切图像，记为  $A_n-1$ 。在第二数值大于第一预设阈值的情况下， $A1$  为第二拍摄图像， $B1$  为基于  $A1$  得到的第二掩膜图像， $A2$  为第六拍摄图像，后续还需要继续进行光强均匀化过程，重复上述拍摄、补偿、裁切、处理和计算的处理流程。

15 可选的，若所述第二数值小于或等于所述第一预设阈值，所述方法还包括：

测量所述打印屏在显示所述第二掩膜图像时的目标光强，并将所述目标光强确定为所述打印屏的初始光强。

可理解的，若第二数值小于或等于第一预设阈值，说明第一次迭代得到的第二拍摄图像的加权方差值就在合格范围内，将第二掩膜图像刷新到打印屏上，使用光功率测量计测量此时打印屏上的光强值，记为目标光强，并将目标光强作为打印屏的初始光强，具体的，调整灯板电流值，直至打印屏在调整电流值下测量得到的光强为目标光强，至此完成打印屏光强均匀化过程。该种情况下，将第二拍摄图像作为目标拍摄图像，将第二掩膜图像作为目标掩膜图像，用于确定目标光强，如图 6 所示，目标掩膜图像为  $B_n$ ，目标拍摄图像为  $A_n$ ， $A_n$  即为光均匀后拍摄到的图像。

S530、计算所述第六拍摄图像的加权方差值，得到第四数值。

25 可理解的，在上述 S520 的基础上，对第六拍摄图像进行补偿、裁切和修改等处理后，计算处理后的第六拍摄图像的加权方差值，得到第四数值，计算加权方差值的方式不作赘述。

S540、计算所述第六拍摄图像的掩膜图像，得到第三掩膜图像。

可理解的，在上述 S520 的基础上，计算处理后的第六拍摄图像的掩膜图像，得到第三掩膜图像，生成掩膜图像的方式参见上述实施例，在此不作赘述，掩膜图像和加权方差值的处理顺序不作限定。

30 S550、若所述第四数值小于或等于所述第一预设阈值，则将所述第三掩膜图像作为目标掩膜图像。

可理解的，在上述 S530 和 S540 的基础上，若第四数值小于或等于第一预设阈值，说明第二次迭代得到的第六拍摄图像的加权方差值就在合格范围内，将第三掩膜图像作为目标掩膜图像，将第六拍摄图像作为目标拍摄图像。

可选的，若所述第四数值大于所述第一预设阈值，所述方法还包括：

35 将所述第三掩膜图像和所述第二掩膜图像叠加，得到第四掩膜图像；获取第七拍摄图像，其中，

所述第七拍摄图像是所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的所述第四掩膜图像得到的；计算所述第七拍摄图像的加权方差值，得到第五数值；计算所述第七拍摄图像的掩膜图像，得到第五掩膜图像；若所述第五数值小于或等于所述第一预设阈值，则将所述第五掩膜图像作为目标掩膜图像。

可理解的，若第四数值大于第一预设阈值，说明第二次迭代得到的第六拍摄图像的加权方差值不在合格范围内，还需要进行第三次迭代，将第二次迭代计算得到的第三掩膜图像和第一次迭代计算得到的第二掩膜图像叠加，得到新掩膜图，记为第四掩膜图，第四掩膜图像如图 6 所示的 B2。随后将第四掩膜图发送到打印屏上，此时采集装置拍摄打印屏得到第七拍摄图像，重复上述针对拍摄图像的补偿、裁切和计算的处理流程，得到第五数值，并比较第五数值和第一预设阈值的大小，若第五数值小于第一预设阈值，则说明第三次迭代得到的第七拍摄图像的加权方差值就在合格范围内，计算处理后的第七拍摄图像的掩膜图像，得到第五掩膜图像，该种情况下，将第七拍摄图像作为目标拍摄图像，将第五掩膜图像作为目标掩膜图像。

可理解的是，若第五数值大于第一预设阈值，说明第三迭代得到的第七拍摄图像的加权方差值不在合格范围内，也就是需要进行第四次迭代，将第三次迭代计算得到的第五掩膜图像和第二次迭代计算得到的第四掩膜图像叠加，得到新掩膜图，记为第六掩膜图，以此类推，重复上述拍摄、补偿、裁切和计算的处理流程，直至拍摄图像的加权方差值在合格范围内，则结束光均匀过程，或者，迭代次数达到指定迭代次数（例如 10 次）后，若加权方差值仍不在合格范围内，也结束光均匀过程，检查打印屏是否存在投光缺陷，并对打印屏进行调整，若多次调整后加权方差值仍未合格，则可以提示该打印屏已达最大使用寿命。

S560、测量所述打印屏在显示所述目标掩膜图像时的目标光强，并将所述目标光强确定为所述打印屏的初始光强。

可理解的，在上述 S550 的基础上，得到目标掩膜图像，说明在指定迭代次数内，目标拍摄图像的加权方差值在合格范围内，将根据目标拍摄图像计算得到的目标掩膜图像刷新到打印屏上，使用光功率测量计测量此时打印屏上的光强值，将该光强值记为目标光强，并将目标光强作为打印屏的初始光强，具体的，调整灯板电流值，直至打印屏在目标电流值下测量得到的光强为目标光强，至此完成打印屏光强均匀化过程。该种情况下，如图 6 所示，目标拍摄图像为  $A_n$ ，目标掩膜图像为  $B_n$ ， $A_n$  理解为光均匀后拍摄到的图像。

示例性的，参见图 7，图 7 为本公开实施例提供的一种光均匀前后的灰度色阶图，具体包括光均匀前的灰度色阶图 710 和光均匀后的灰度色阶图 720，光均匀前的灰度色阶图 710 为第二拍摄图像的灰度色阶图，光均匀后的灰度色阶图 720 为目标拍摄图像的灰度色阶图，由光均匀前的灰度色阶图 710 可以看出第二拍摄图像全幅面的灰度值变换范围比较大，存在极暗和极亮的区域，其分布是不均匀的，由光均匀后的灰度色阶图 720 可以看出目标拍摄图像全幅面的灰度值均接近光均匀前的灰度色阶图 710 中的最小灰度值，其分布是均匀的。

可理解的是，在多次迭代以获取目标掩膜图像的过程中，每次迭代都会进行拍摄、补偿、裁切、修改和两次计算的处理流程，具体每个流程的详细步骤参见上述实施例，在此不作赘述。

本公开实施例提供了一种光均匀性调节方法，将像素灰度加权方差值作为迭代收敛目标，用于评

估光均匀效果,可以确保达到最佳光均匀状态。通过多次迭代找到目标拍摄图像和目标掩膜图像的方式,可以准确的使掩膜图像和光强分布状态一一对应,其中目标拍摄图像即为光均匀的最佳状态,且该种调节方式,不受光源结构和环境限制,能够快速准确的实现打印屏光强的均匀化。

- 5 在上述实施例的基础上,参见图 8,图 8 为本公开实施例提供的另一种光均匀性调节方法的流程图示意图,具体包括如图 8 所示的如下步骤 S810 至 S880:
- S810、相机拍摄打印屏显示的标定点图,数据处理模块计算拍摄图像的标定残差值。
- S820、判断标定残差值是否合格。
- 可理解的,在上述 S810 的基础上,若是,执行 S830,若否,执行 S810。
- 10 S830、相机拍摄标准光源,数据处理模块基于拍摄图像生成掩膜图像。
- S840、相机拍摄打印屏显示的白图,数据处理模块基于掩膜图像对拍摄图像进行补偿,并生成新掩膜图像;
- S850、相机拍摄打印屏显示的新掩膜图像,数据处理模块计算加权方差值并生成新掩膜图像。
- S860、判断加权方差值是否合格。
- 15 可理解的,在上述 S850 的基础上,若是,执行 S870,若否,执行 S880。
- S870、使用光功率计测量打印屏显示新掩膜图像时的目标光强对应的目标电流值,将打印屏电流调整为目标电流值,使得打印屏的初始光强和目标光强相同,完成光均匀过程。
- S880、打印屏依次刷新掩膜图像,直至加权方差值合格或达到指定迭代次数。
- 可理解的,若在指定迭代次数内,加权方差值不合格,继续执行 S850。
- 20 可理解的,S810 至 S880 的具体实现步骤参见上述实施例,在此不作赘述。

图 9 为本公开实施例提供的一种光均匀性调节装置的结构示意图。本公开实施例提供的光均匀性调节装置可以执行光均匀性调节方法实施例提供的处理流程,如图 9 所示,光均匀性调节装置 900 包括第一获取单元 910、第一计算单元 920、第二获取单元 930 和第二计算单元 940,其中:

- 25 第一获取单元 910,用于获取第一拍摄图像,其中,所述第一拍摄图像是采集装置拍摄打印屏上显示的第一显示图像得到的;
- 第一计算单元 920,用于计算所述第一拍摄图像的加权方差值,得到第一数值,并根据所述第一数值确定初始电流;
- 第二获取单元 930,用于获取第二拍摄图像,其中,所述第二拍摄图像是在所述初始电流下所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的第二显示图像得到的;
- 30 第二计算单元 940,用于计算所述第二拍摄图像的加权方差值,得到第二数值,并根据所述第二数值确定所述打印屏的初始光强。
- 可选的,装置 900 还用于:
- 获取第三拍摄图像,其中,所述第三拍摄图像是所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的标定点图
- 35 得到的;

根据所述第三拍摄图像计算所述采集装置的相机参数；

获取第四拍摄图像，其中，所述第四拍摄图像是所述采集装置拍摄标准光源得到的；

基于所述相机参数对所述第四拍摄图像进行裁切，得到目标尺寸的第一裁切图像，其中，所述目标尺寸为所述打印屏的尺寸；

5 计算所述第一裁切图像的掩膜图像，得到第一掩膜图像，所述第一掩膜图像用于补偿所述第一拍摄图像。

可选的，第一计算单元 920 用于：

利用所述第一掩膜图像对所述第一拍摄图像进行补偿，得到补偿后的第一拍摄图像；

基于所述相机参数对所述补偿后的第一拍摄图像进行裁切，得到所述目标尺寸的第二裁切图像；

10 计算所述第二裁切图像的像素灰度加权方差值，得到第一数值。

可选的，第一计算单元 920 用于：

按照预设步长调整当前电流，得到目标电流，其中，所述第一拍摄图像是在所述当前电流下得到的；

15 获取在所述目标电流下所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的所述第一显示图像得到的第五拍摄图像；

计算所述第五拍摄图像的加权方差值，得到第三数值；

若调整电流的累计次数达到预设次数，则在所述第一数值和所述第三数值中确定最大数值，并将所述最大数值对应的电流确定为初始电流。

可选的，第二计算单元 940 用于：

20 确定所述第二拍摄图像的最小灰度值，并基于所述最小灰度值计算所述第二拍摄图像的掩膜图像，得到第二掩膜图像；

判断所述第二数值是否大于第一预设阈值，若是，则获取第六拍摄图像，其中，所述第六拍摄图像是所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的所述第二掩膜图像得到的；

计算所述第六拍摄图像的加权方差值，得到第四数值；

25 计算所述第六拍摄图像的掩膜图像，得到第三掩膜图像；

若所述第四数值小于或等于所述第一预设阈值，则将所述第三掩膜图像作为目标掩膜图像；

测量所述打印屏在显示所述目标掩膜图像时的目标光强，并将所述目标光强确定为所述打印屏的初始光强。

可选的，第二计算单元 940 用于：

30 确定所述第二拍摄图像的灰度峰值，并基于所述灰度峰值和第二预设阈值确定目标范围；

将所述第二拍摄图像中灰度值在所述目标范围之外的目标灰度值修改为预设的临界灰度值，得到待处理图像；

确定所述待处理图像的最小灰度值，并基于所述最小灰度值计算所述待处理图像的掩膜图像，得到第二掩膜图像。

35 可选的，第二计算单元 940 用于：

测量所述打印屏在显示所述第二掩膜图像时的目标光强,并将所述目标光强确定为所述打印屏的初始光强。

可选的,第二计算单元 940 用于:

将所述第三掩膜图像和所述第二掩膜图像叠加,得到第四掩膜图像;

5 获取第七拍摄图像,其中,所述第七拍摄图像是所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的所述第四掩膜图像得到的;

计算所述第七拍摄图像的加权方差值,得到第五数值;

计算所述第七拍摄图像的掩膜图像,得到第五掩膜图像;

若所述第五数值小于或等于所述第一预设阈值,则将所述第五掩膜图像作为目标掩膜图像。

10 图 9 所示实施例的光均匀性调节装置可用于执行上述方法实施例的技术方案,其实现原理和技术效果类似,此处不再赘述。

图 10 为本公开实施例提供的一种电子设备的结构示意图。下面具体参考图 10,其示出了适于用来实现本公开实施例中的电子设备 100 的结构示意图。本公开实施例中的电子设备 100 可以包括但不限于诸如移动电话、笔记本电脑、数字广播接收器、PDA (个人数字助理)、PAD (平板电脑)、PMP (便携式多媒体播放器)、车载终端 (例如车载导航终端)、可穿戴电子设备等等的移动终端以及诸如数字 TV、台式计算机、智能家居设备等等的固定终端。图 10 示出的电子设备仅仅是一个示例,不应对本公开实施例的功能和使用范围带来任何限制。

20 如图 10 所示,电子设备 100 可以包括处理装置 (例如中央处理器、图形处理器等) 101,其可以根据存储在只读存储器 (ROM) 102 中的程序或者从存储装置 108 加载到随机访问存储器 (RAM) 103 中的程序而执行各种适当的动作和处理以实现如本公开所述的实施例的光均匀性调节方法。在 RAM 103 中,还存储有电子设备 100 操作所需的各种程序和数据。处理装置 101、ROM 102 以及 RAM 103 通过总线 104 彼此相连。输入/输出 (I/O) 接口 105 也连接至总线 104。

25 通常,以下装置可以连接至 I/O 接口 105: 包括例如触摸屏、触摸板、键盘、鼠标、摄像头、麦克风、加速度计、陀螺仪等的输入装置 106; 包括例如液晶显示器 (LCD)、扬声器、振动器等的输出装置 107; 包括例如磁带、硬盘等的存储装置 108; 以及通信装置 109。通信装置 109 可以允许电子设备 100 与其他设备进行无线或有线通信以交换数据。虽然图 10 示出了具有各种装置的电子设备 100,但是应理解的是,并不要求实施或具备所有示出的装置。可以替代地实施或具备更多或更少的装置。

30 特别地,根据本公开的实施例,上文参考流程图描述的过程可以被实现为计算机软件程序。例如,本公开的实施例包括一种计算机程序产品,其包括承载在非暂态计算机可读介质上的计算机程序,该计算机程序包含用于执行流程图所示的方法的程序代码,从而实现如上所述的光均匀性调节方法。在这样的实施例中,该计算机程序可以通过通信装置 109 从网络上被下载和安装,或者从存储装置 108 被安装,或者从 ROM 102 被安装。在该计算机程序被处理装置 101 执行时,执行本公开实施例的方法中限定的上述功能。

35

需要说明的是,本公开上述的计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或者计算机可读存储介质或者是上述两者的任意组合。计算机可读存储介质例如可以是一一但不限于一一电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件,或者任意以上的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子可以包括但不限于:具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机访问存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM或闪存)、光纤、便携式紧凑磁盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。在本公开中,计算机可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质,该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。而在本公开中,计算机可读信号介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号,其中承载了计算机可读的程序代码。这种传播的数据信号可以采用多种形式,包括但不限于电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。计算机可读信号介质还可以是计算机可读存储介质以外的任何计算机可读介质,该计算机可读信号介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用的程序。计算机可读介质上包含的程序代码可以用任何适当的介质传输,包括但不限于:电线、光缆、RF(射频)等等,或者上述的任意合适的组合。

在一些实施方式中,客户端、服务器可以利用诸如HTTP(HyperText Transfer Protocol,超文本传输协议)之类的任何当前已知或未来研发的网络协议进行通信,并且可以与任意形式或介质的数字数据通信(例如,通信网络)互连。通信网络的示例包括局域网(“LAN”),广域网(“WAN”),网际网(例如,互联网)以及端对端网络(例如,ad hoc 端对端网络),以及任何当前已知或未来研发的网络。

上述计算机可读介质可以是上述电子设备中所包含的;也可以是单独存在,而未装配入该电子设备中。

可选的,当上述一个或者多个程序被该电子设备执行时,该电子设备还可以执行上述实施例所述的其他步骤。

可以以一种或多种程序设计语言或其组合来编写用于执行本公开的操作的计算机程序代码,上述程序设计语言包括但不限于面向对象的程序设计语言—诸如Java、Smalltalk、C++,还包括常规的程式程序设计语言—诸如“C”语言或类似的程序设计语言。程序代码可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在涉及远程计算机的情形中,远程计算机可以通过任意种类的网络—包括局域网(LAN)或广域网(WAN)—连接到用户计算机,或者,可以连接到外部计算机(例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接)。

附图中的流程图和框图,图示了按照本公开各种实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段、或代码的一部分,该模块、程序段、或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意,在有些作为替换的实现中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个接连地表示的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程

图中的方框的组合，可以用执行规定的功能或操作的专用的基于硬件的系统来实现，或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

描述于本公开实施例中所涉及到的单元可以通过软件的方式实现，也可以通过硬件的方式来实现。其中，单元的名称在某种情况下并不构成对该单元本身的限定。

5 本文中以上描述的功能可以至少部分地由一个或多个硬件逻辑部件来执行。例如，非限制性地，可以使用的示范类型的硬件逻辑部件包括：现场可编程门阵列（FPGA）、专用集成电路（ASIC）、专用标准产品（ASSP）、片上系统（SOC）、复杂可编程逻辑设备（CPLD）等等。

10 在本公开的上下文中，机器可读介质可以是有形的介质，其可以包含或存储以供指令执行系统、装置或设备使用或与指令执行系统、装置或设备结合地使用的程序。机器可读介质可以是机器可读信号介质或机器可读储存介质。机器可读介质可以包括但不限于电子的、磁性的、光学的、电磁的、红外的、或半导体系统、装置或设备，或者上述内容的任何合适组合。机器可读存储介质的更具体示例会包括基于一个或多个线的电气连接、便携式计算机盘、硬盘、随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、可擦除可编程只读存储器（EPROM 或快闪存储器）、光纤、便捷式紧凑盘只读存储器（CD-ROM）、光学储存设备、磁储存设备、或上述内容的任何合适组合。

15 需要说明的是，在本文中，诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者网关不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者网关所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者网关中还存  
20 在另外的相同要素。

以上所述仅是本公开的具体实施方式，使本领域技术人员能够理解或实现本公开。对这些实施例的多种修改对本领域的技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本公开的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本公开将不会被限制于本文所述的这些实施例，  
25 而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

### 工业实用性

30 本公开的光均匀性调节方法通过相机位置和感光度校准来排除相机感光 CCD 老化、镜头畸变脏污、外界环境光等外在因素的干扰，在打印机的初始电流下，将全幅面图像的像素灰度加权方差值作为收敛条件，在收敛的情况下，基于打印屏显示图像时的光强调整打印屏的电流，以确定初始光强，实现了屏上打印光强的快速均匀化，还可以适配各种光源结构及环境条件，具有很强的工业实用性。

## 权利要求书

1.一种光均匀性调节方法，其特征在于，包括：

获取第一拍摄图像，其中，所述第一拍摄图像是采集装置拍摄打印屏上显示的第一显示图像得到的；

5 计算所述第一拍摄图像的加权方差值，得到第一数值，并根据所述第一数值确定初始电流；

获取第二拍摄图像，其中，所述第二拍摄图像是在所述初始电流下所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的第二显示图像得到的；

计算所述第二拍摄图像的加权方差值，得到第二数值，并根据所述第二数值确定所述打印屏的初始光强。

10 2.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述获取第一拍摄图像之前，所述方法还包括：

获取第三拍摄图像，其中，所述第三拍摄图像是所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的标定点图得到的；

根据所述第三拍摄图像计算所述采集装置的相机参数；

获取第四拍摄图像，其中，所述第四拍摄图像是所述采集装置拍摄标准光源得到的；

15 基于所述相机参数对所述第四拍摄图像进行裁切，得到目标尺寸的第一裁切图像，其中，所述目标尺寸为所述打印屏的尺寸；

计算所述第一裁切图像的掩膜图像，得到第一掩膜图像，所述第一掩膜图像用于补偿所述第一拍摄图像。

20 3.根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述根据所述第三拍摄图像计算所述采集装置的相机参数之后，所述方法还包括：

根据标定残差值和预设残差值的大小，判断所述采集装置和所述打印屏的相对空间位置是否标定合格，其中，所述标定残差值是根据所述第三拍摄图像计算出的；

若所述残差标定值小于所述预设残差值，则生成位置标定的判断结果；或者，若所述残差标定值大于或等于所述预设残差值，则生成位置标定不合格的判断结果；

25 所述获取第四拍摄图像，包括：

在所述判断结果为位置标定合格的情况下，获取第四拍摄图像。

4.根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述计算所述第一拍摄图像的加权方差值，得到第一数值，包括：

利用所述第一掩膜图像对所述第一拍摄图像进行补偿，得到补偿后的第一拍摄图像；

30 基于所述相机参数对所述补偿后的第一拍摄图像进行裁切，得到所述目标尺寸的第二裁切图像；  
计算所述第二裁切图像的像素灰度加权方差值，得到第一数值。

5.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据所述第一数值确定初始电流，包括：

按照预设步长调整当前电流，得到目标电流，其中，所述第一拍摄图像是在所述当前电流下得到的；

获取在所述目标电流下所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的所述第一显示图像得到的第五拍摄图像；

计算所述第五拍摄图像的加权方差值，得到第三数值；

若调整电流的累计次数达到预设次数，则在所述第一数值和所述第三数值中确定最大数值，并将所述最大数值对应的电流确定为初始电流。

6.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述计算所述第二拍摄图像的加权方差值，得到第二数值，包括：

基于所述相机参数对所述第二拍摄图像进行裁切，得到和所述打印屏尺寸一致的第三裁切图像；  
计算所述第三裁切图像的加权方差值，得到第二数值。

7.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据所述第二数值确定所述打印屏的初始光强，包括：

确定所述第二拍摄图像的最小灰度值，并基于所述最小灰度值计算所述第二拍摄图像的掩膜图像，得到第二掩膜图像；

判断所述第二数值是否大于第一预设阈值，若是，则获取第六拍摄图像，其中，所述第六拍摄图像是所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的所述第二掩膜图像得到的；

计算所述第六拍摄图像的加权方差值，得到第四数值；

计算所述第六拍摄图像的掩膜图像，得到第三掩膜图像；

若所述第四数值小于或等于所述第一预设阈值，则将所述第三掩膜图像作为目标掩膜图像；

测量所述打印屏在显示所述目标掩膜图像时的目标光强，并将所述目标光强确定为所述打印屏的初始光强。

8.根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述确定所述第二拍摄图像的最小灰度值，并基于所述最小灰度值计算所述第二拍摄图像的掩膜图像，得到第二掩膜图像，包括：

确定所述第二拍摄图像的灰度峰值，并基于所述灰度峰值和第二预设阈值确定目标范围；

将所述第二拍摄图像中灰度值在所述目标范围之外的目标灰度值修改为预设的临界灰度值，得到待处理图像；

确定所述待处理图像的最小灰度值，并基于所述最小灰度值计算所述待处理图像的掩膜图像，得到第二掩膜图像。

9.根据权利要求7所述的方法，其特征在于，若所述第二数值小于或等于所述第一预设阈值，所述方法还包括：

测量所述打印屏在显示所述第二掩膜图像时的目标光强，并将所述目标光强确定为所述打印屏的初始光强。

10.根据权利要求7所述的方法，其特征在于，若所述第四数值大于所述第一预设阈值，所述方法还包括：

将所述第三掩膜图像和所述第二掩膜图像叠加，得到第四掩膜图像；

获取第七拍摄图像，其中，所述第七拍摄图像是所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的所述第四

掩膜图像得到的；

计算所述第七拍摄图像的加权方差值，得到第五数值；

计算所述第七拍摄图像的掩膜图像，得到第五掩膜图像；

若所述第五数值小于或等于所述第一预设阈值，则将所述第五掩膜图像作为目标掩膜图像。

5 11.一种光均匀性调节装置，其特征在于，包括：

第一获取单元，用于获取第一拍摄图像，其中，所述第一拍摄图像是采集装置拍摄打印屏上显示的第一显示图像得到的；

第一计算单元，用于计算所述第一拍摄图像的加权方差值，得到第一数值，并根据所述第一数值确定初始电流；

10 第二获取单元，用于获取第二拍摄图像，其中，所述第二拍摄图像是在所述初始电流下所述采集装置拍摄所述打印屏上显示的第二显示图像得到的；

第二计算单元，用于计算所述第二拍摄图像的加权方差值，得到第二数值，并根据所述第二数值确定所述打印屏的初始光强。

12.一种电子设备，其特征在于，包括：

15 存储器；

处理器；以及

计算机程序；

其中，所述计算机程序存储在所述存储器中，并被配置为由所述处理器执行以实现如权利要求 1 至 10 中任一所述的光均匀性调节方法。

20 13.一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求 1 至 10 中任一所述的光均匀性调节方法的步骤。

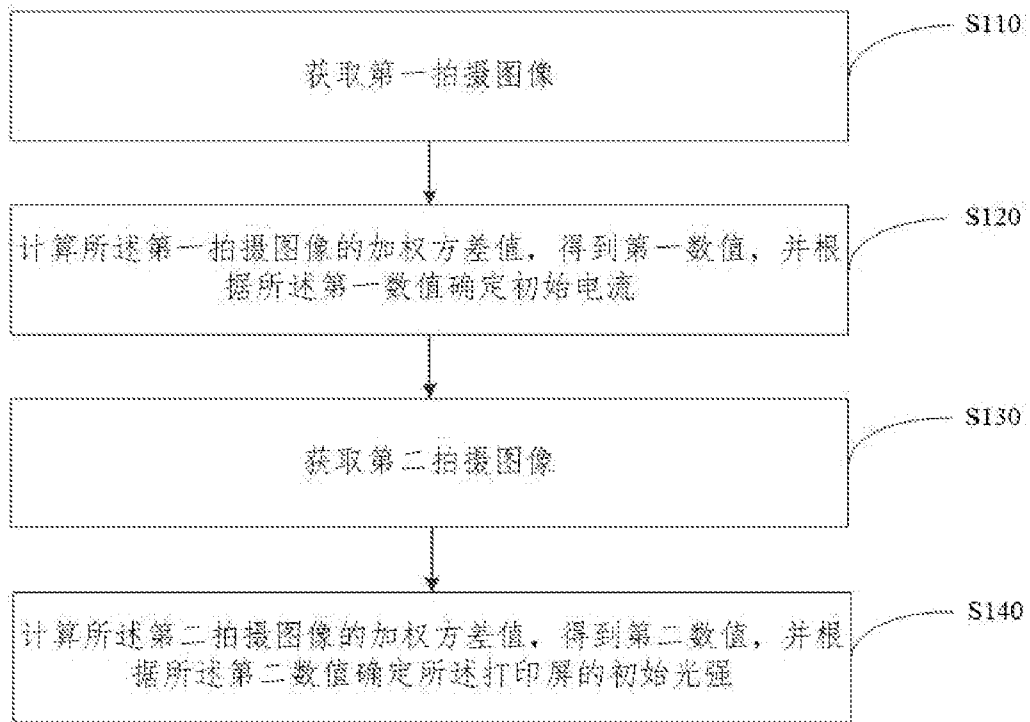


图 1

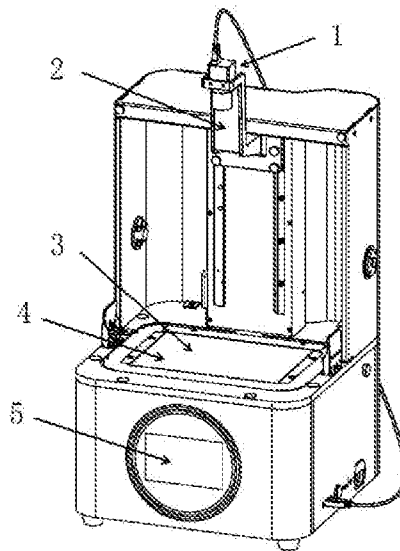


图 2

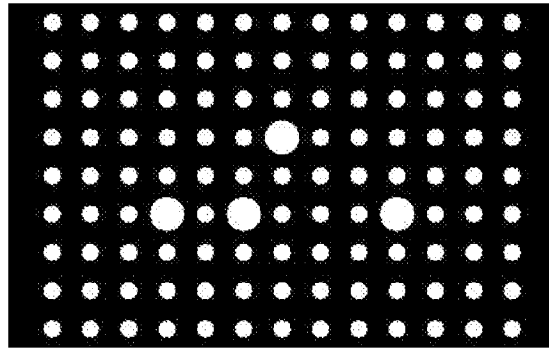


图 3

225	231	247	255
230	200	231	248
219	223	234	249
190	227	253	216

原生灰度值

220	214	198	190
215	245	214	197
226	222	211	196
255	218	192	229

掩膜灰度值

190	190	190	190
190	190	190	190
190	190	190	190
190	190	190	190

光均匀后灰度值

图 4

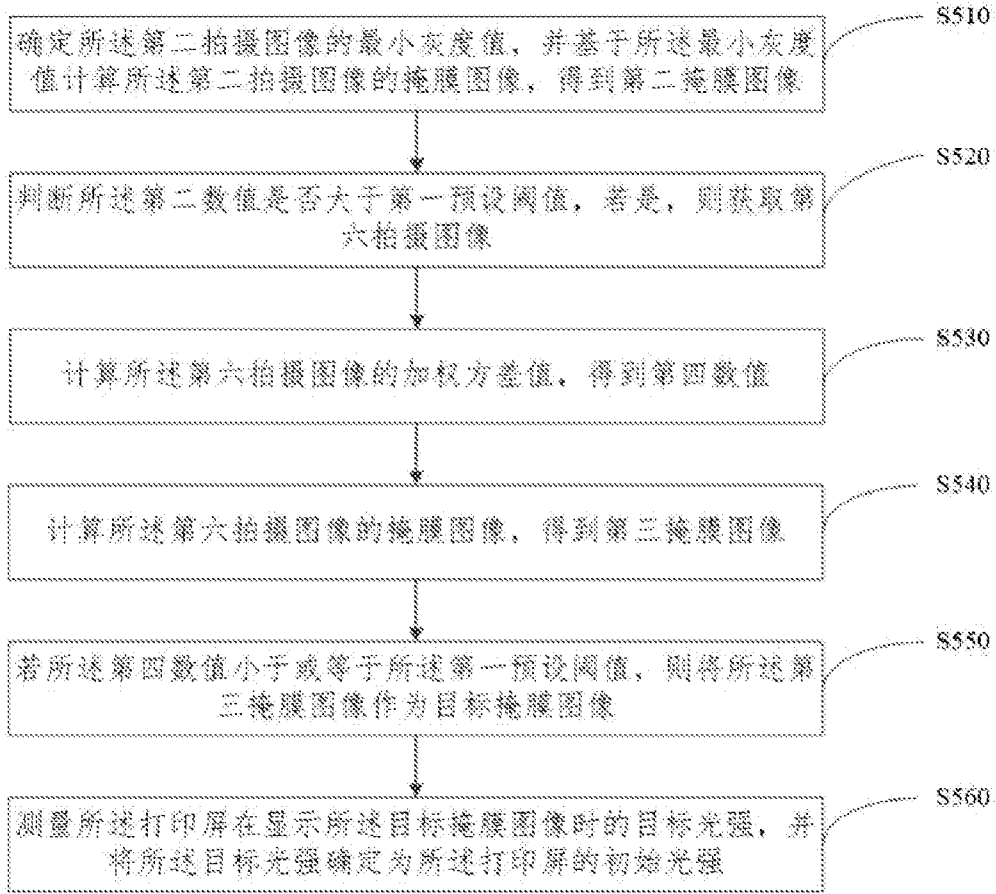


图 5

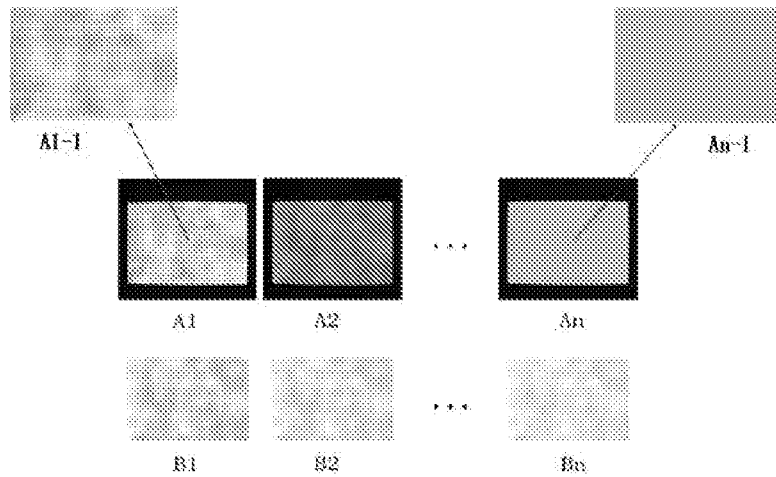


图 6

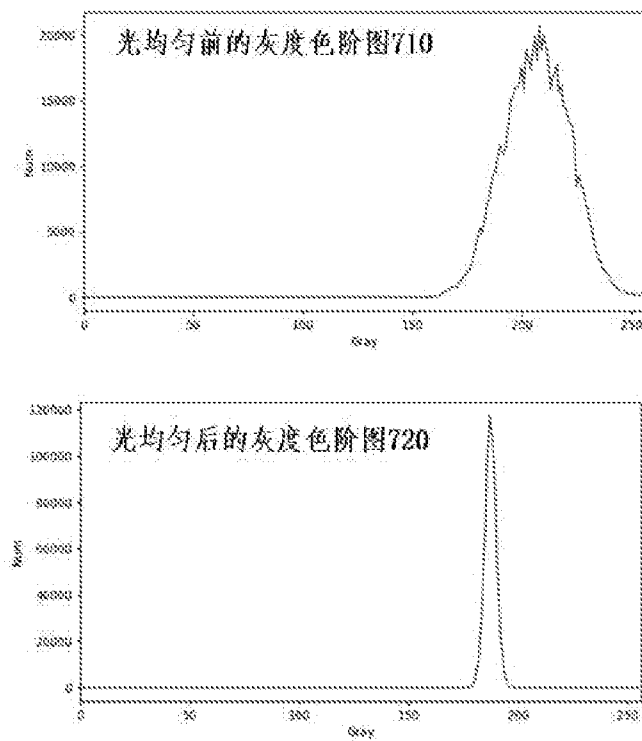


图 7

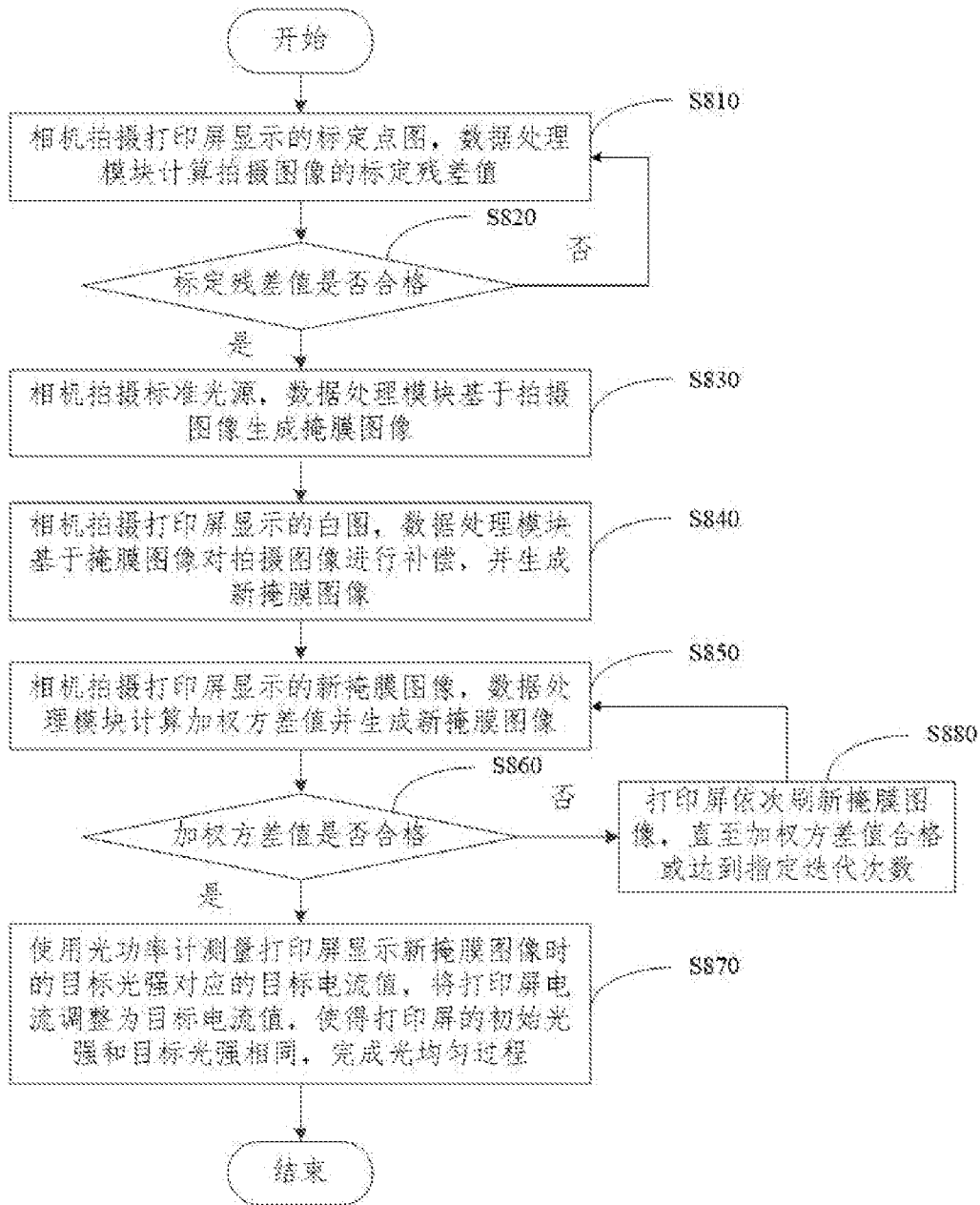


图 8

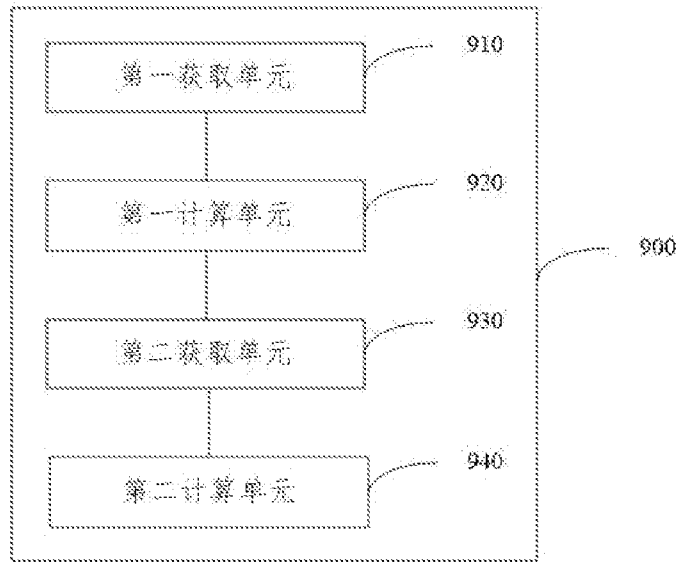


图 9

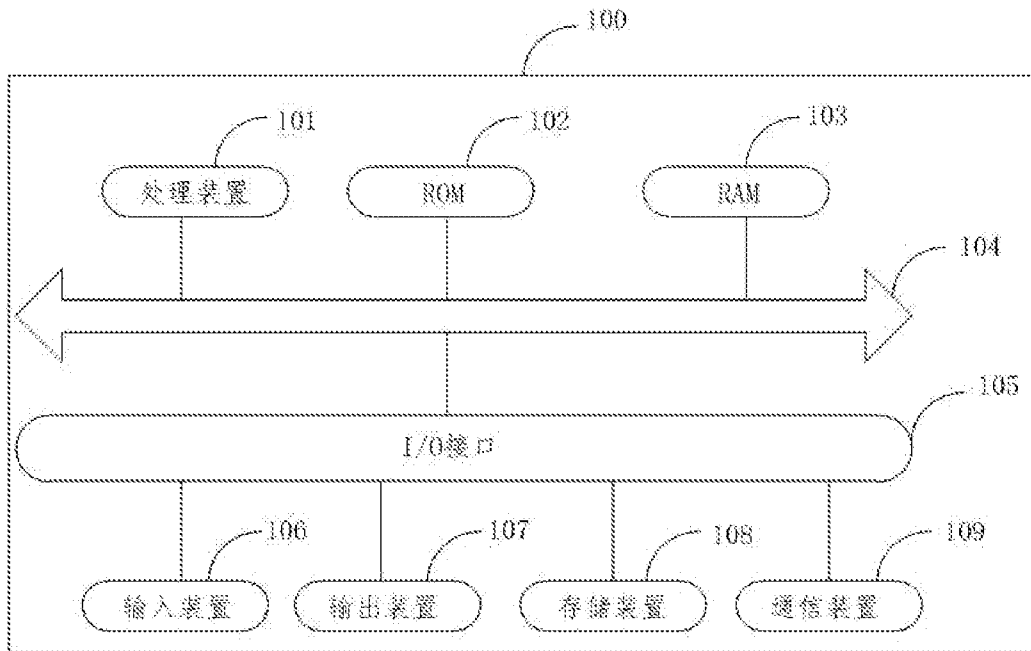


图 10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/098196

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
B29C64/282(2017.01)i; B29C64/393(2017.01)i; B33Y30/00(2015.01)i; B33Y50/02(2015.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC: B29C, B33Y		
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)		
CNTXT, VEN, ENTXTC, CNKI: 光, 均匀性, 调节, 图像, 加权方, 差值, 电流, 光强, 灰度, LCD, light, uniformity, adjust+, weighted variance value, current, intensity		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116442523 A (SHINING 3D TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 July 2023 (2023-07-18) description, paragraphs [0019]-[0086], and figures 1-10	1-13
A	CN 112959662 A (SHENZHEN CBD TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 June 2021 (2021-06-15) description, paragraphs [0076]-[0108], and claims 1-8	1-13
A	CN 113469918 A (GUANGZHOU HEIGE ZHIZAO INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 October 2021 (2021-10-01) entire document	1-13
A	CN 114683539 A (SHENZHEN CBD TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 July 2022 (2022-07-01) entire document	1-13
A	CN 115609915 A (UNIZ TECHNOLOGY (BEIJING) CO., LTD.) 17 January 2023 (2023-01-17) entire document	1-13
A	CN 114281274 A (SHENZHEN ANYCUBIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 05 April 2022 (2022-04-05) entire document	1-13
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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		Date of mailing of the international search report
11 July 2024		13 August 2024
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2024/098196**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2023105042 A1 (SHENZHEN ANYCUBIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 06 April 2023 (2023-04-06) entire document	1-13
A	CN 113936580 A (SHENZHEN SEICHI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 14 January 2022 (2022-01-14) entire document	1-13

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/CN2024/098196</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	116442523	A	18 July 2023	None			
CN	112959662	A	15 June 2021	None			
CN	113469918	A	01 October 2021	None			
CN	114683539	A	01 July 2022	None			
CN	115609915	A	17 January 2023	None			
CN	114281274	A	05 April 2022	None			
US	2023105042	A1	06 April 2023	WO	2022028305	A1	10 February 2022
				EP	4194179	A1	14 June 2023
CN	113936580	A	14 January 2022	None			

<p>A. 主题的分类</p> <p>B29C64/282(2017.01)i; B29C64/393(2017.01)i; B33Y30/00(2015.01)i; B33Y50/02(2015.01)i</p> <p>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</p>																										
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: B29C, B33Y</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNTEXT, VEN, ENTXT, CNKI: 光, 均匀性, 调节, 图像, 加权方, 差值, 电流, 光强, 灰度, LCD, light, uniformity, adjust+, weighted variance value, current, intensity</p>																										
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 116442523 A (先临三维科技股份有限公司) 2023年7月18日 (2023 - 07 - 18) 说明书第[0019]-[0086]段, 图1-10</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 112959662 A (深圳市创必得科技有限公司) 2021年6月15日 (2021 - 06 - 15) 说明书第[0076]-[0108]段, 权利要求1-8</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 113469918 A (广州黑格智造信息科技有限公司) 2021年10月1日 (2021 - 10 - 01) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 114683539 A (深圳市创必得科技有限公司) 2022年7月1日 (2022 - 07 - 01) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 115609915 A (优你造科技(北京)有限公司) 2023年1月17日 (2023 - 01 - 17) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 114281274 A (深圳市纵维立方科技有限公司) 2022年4月5日 (2022 - 04 - 05) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2023105042 A1 (SHENZHEN ANYCUBIC TECH CO LTD) 2023年4月6日 (2023 - 04 - 06) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 116442523 A (先临三维科技股份有限公司) 2023年7月18日 (2023 - 07 - 18) 说明书第[0019]-[0086]段, 图1-10	1-13	A	CN 112959662 A (深圳市创必得科技有限公司) 2021年6月15日 (2021 - 06 - 15) 说明书第[0076]-[0108]段, 权利要求1-8	1-13	A	CN 113469918 A (广州黑格智造信息科技有限公司) 2021年10月1日 (2021 - 10 - 01) 全文	1-13	A	CN 114683539 A (深圳市创必得科技有限公司) 2022年7月1日 (2022 - 07 - 01) 全文	1-13	A	CN 115609915 A (优你造科技(北京)有限公司) 2023年1月17日 (2023 - 01 - 17) 全文	1-13	A	CN 114281274 A (深圳市纵维立方科技有限公司) 2022年4月5日 (2022 - 04 - 05) 全文	1-13	A	US 2023105042 A1 (SHENZHEN ANYCUBIC TECH CO LTD) 2023年4月6日 (2023 - 04 - 06) 全文	1-13
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 116442523 A (先临三维科技股份有限公司) 2023年7月18日 (2023 - 07 - 18) 说明书第[0019]-[0086]段, 图1-10	1-13																								
A	CN 112959662 A (深圳市创必得科技有限公司) 2021年6月15日 (2021 - 06 - 15) 说明书第[0076]-[0108]段, 权利要求1-8	1-13																								
A	CN 113469918 A (广州黑格智造信息科技有限公司) 2021年10月1日 (2021 - 10 - 01) 全文	1-13																								
A	CN 114683539 A (深圳市创必得科技有限公司) 2022年7月1日 (2022 - 07 - 01) 全文	1-13																								
A	CN 115609915 A (优你造科技(北京)有限公司) 2023年1月17日 (2023 - 01 - 17) 全文	1-13																								
A	CN 114281274 A (深圳市纵维立方科技有限公司) 2022年4月5日 (2022 - 04 - 05) 全文	1-13																								
A	US 2023105042 A1 (SHENZHEN ANYCUBIC TECH CO LTD) 2023年4月6日 (2023 - 04 - 06) 全文	1-13																								
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																										
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“D” 申请人在国际申请中引证的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																										
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2024年7月11日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2024年8月13日</p>																								
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p>		<p>授权官员</p> <p>王晓燕</p> <p>电话号码 (+86) 62084973</p>																								

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 113936580 A (深圳精智达技术股份有限公司) 2022年1月14日 (2022 - 01 - 14) 全文	1-13

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2024/098196

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	116442523	A	2023年7月18日	无			
CN	112959662	A	2021年6月15日	无			
CN	113469918	A	2021年10月1日	无			
CN	114683539	A	2022年7月1日	无			
CN	115609915	A	2023年1月17日	无			
CN	114281274	A	2022年4月5日	无			
US	2023105042	A1	2023年4月6日	WO	2022028305	A1	2022年2月10日
				EP	4194179	A1	2023年6月14日
CN	113936580	A	2022年1月14日	无			