



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114554123 B

(45) 授权公告日 2024.06.25

(21) 申请号 202210003848.4

詹姆斯·格雷格森

(22) 申请日 2015.05.15

约翰尼斯·米诺

(65) 同一申请的已公布的文献号

吉尔·罗森菲尔德

申请公布号 CN 114554123 A

(74) 专利代理机构 北京聿宏知识产权代理有限公司 11372

(43) 申请公布日 2022.05.27

专利代理人 吴大建 金森

(30) 优先权数据

(51) Int.CI.

61/994,002 2014.05.15 US

H04N 5/74 (2006.01)

62/148,041 2015.04.15 US

G02B 27/18 (2006.01)

(62) 分案原申请数据

G02F 1/13 (2006.01)

201580037946.8 2015.05.15

G03B 21/00 (2006.01)

(73) 专利权人 MTT创新公司

G03B 35/20 (2021.01)

地址 加拿大不列颠哥伦比亚省

(56) 对比文件

(72) 发明人 埃里克·科扎克 格温·丹贝格

CN 103477640 A, 2013.12.25

安德斯·巴莱斯塔特

审查员 牛耘佳

巴维恩·库马兰

权利要求书1页 说明书22页 附图17页

(54) 发明名称

用于显示通过图像数据限定的图像的方法

(57) 摘要

光投影系统和方法可以包括组合来自两个或更多个投影仪的光。可以对每个投影仪进行控制使得投影仪的组合光输出匹配投射的光的目标。在一些实施方式中，执行优化以生成用于投影仪中的每个投影仪的图像数据和控制信号。可以在图像投影应用、照明应用和3D立体成像中应用实施方式。



1. 一种用于显示通过图像数据限定的图像的方法,所述方法包括:
通过使用第一成像元件调制来自第一光源的光来生成第一调制光;
使用提升光源对第二成像元件提供提升光,其中,所述提升光没有被第一成像元件调制;
通过使用所述提升光和所述第一调制光二者照射所述第二成像元件的表面来组合所述提升光和所述第一调制光;
使用所述第二成像元件进一步调制所组合的光;
对图像数据进行处理;
确定所述图像中的最低亮度水平;
确定所述图像的对比度;以及
当所述对比度低于阈值时:
模拟光幕照明;
基于所述光幕照明确定所述图像中的最低可感知亮度水平;
添加处于与所述最低可感知亮度水平相对应的水平的可见提升光;
输出用于所述第一成像元件、所述第二成像元件、所述第一光源和所述提升光源的控制信号;以及
当不需要低黑色水平时,输出用于提升光源的控制信号使得添加大于或等于所述图像中的最低亮度水平的水平的可见提升光。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,组合所述提升光和所述第一调制光包括:将所述提升光和所述第一调制光引导入棱镜。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述提升光均匀地照射所述第二成像元件的所述表面。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述提升光被布置成根据期望的亮度分布来向所述第二成像元件的所述表面提供结构化照明。
5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述结构化照明在所述第二成像元件的所述表面上的一些部分上具有的亮度比所述结构化照明在所述第二成像元件的所述表面的其他部分具有的亮度高,并且所述结构化照明的最高亮度部分的亮度是所述结构化照明的最低亮度部分的亮度的至少两倍。
6. 根据权利要求1至5中的任一项所述的方法,其中,操作提升光源包括控制所述提升光源的光输出。
7. 根据权利要求6所述的方法,其中,控制所述提升光源的光输出至少部分地基于所述图像的对比度。
8. 根据权利要求7所述的方法,包括:通过处理所述图像的图像直方图来确定所述图像的对比度。
9. 根据权利要求1至8中的任一项所述的方法,包括:结合操作提升光源来使所述第一光源变暗。
10. 根据权利要求1所述的方法,还包括:当不需要低黑色水平时,使所述第一光源变暗,以补偿由提升光源添加到所述图像的可见提升光。

用于显示通过图像数据限定的图像的方法

[0001] 本申请是国际申请日为2015年5月15日、国际申请号为PCT/CA2015/000324、发明名称为“优化用于多投影仪系统的驱动方案”的中国专利申请(进入中国国家阶段的中国申请号为201580037946.8)的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求2014年5月15日提交的第61/994002号美国申请和2015年4月15日提交的第62/148041号美国专利申请的优先权。为了美国的目的,本申请根据美国法典第35节第119条要求2014年5月15日提交的题为BRIGHTNESS BOOSTER FOR MULTIPLE-STAGE PROJECTORS(用于多级投影仪的亮度提升器)的第61/994002号美国申请以及2015年4月15日提交的题为OPTIMIZING DRIVE SCHEMES FOR MULTIPLE PROJECTOR SYSTEMS(优化用于多投影仪系统的驱动方案)的第62/148041号美国专利申请的权益,出于各种目的以上两个申请特此通过引用被合并到本文中。

技术领域

[0004] 本发明涉及用于投射图像的图像投影仪和方法。本发明具有例如以下的应用:电影投影、投影电视、广告显示、诸如空间自适应汽车前灯等的一般照明。

背景技术

[0005] 许多光投影仪具有均匀地照射图像形成芯片的光源,其中,成像芯片诸如为减色法地调制入射光以产生目标图像的DMD、LCoS、LCD或反射式LCD(或膜)。这样的投影仪通常1)不能超过通过光源的光学功率、投射的图像大小和图像屏幕的反射率设置的峰值亮度;以及2)具有受图像形成设备限制的动态范围或对比度,其中,图像形成设备例如为象LCD、LCoS或DMD成像芯片的膜或数字设备。

[0006] 光投影仪在它们的产生具有指定的亮度和色度值的目标图像的能力方面不同。能力的范围源自与最大峰值亮度(光源的光学输出)、最低黑色水平(black-level)、由此而导致的对比度(包括的图像形成技术的对比度)、色纯度和色域(由应用于宽带源或应用于例如激光光源的波长的滤波器决定)有关的技术限制以及均匀性和噪声规范。一些投影仪可以产生具有有限对比度的光输出,例如,达到 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 的峰值亮度以及 $1\text{cd}/\text{m}^2$ 的黑色水平以及由此而导致的100:1的对比度。其他投影仪可以达到更亮的亮区(通过增加光源功率)和/或更深的黑色水平(使用更高对比度图像形成技术)。在一些系统中,通过调制图像两次(“双调制”)可以实现非常深的黑色水平。可以通过在光路中插入光圈或孔来动态调整投影仪的对比度或动态范围,其中,光圈或孔径的光阻可以响应于图像内容被驱动。

[0007] 要在投影仪上再现的图像或视频内容的类型和要求可以在图像或视频内容的呈现过程中随着时间显著变化。呈现可以例如包括电影院中电影的呈现、使用投影仪的现场表演或者当在不同状况下在车辆中驾驶时自适应(图像)投影仪前灯的光投射。例如,电影可能以黑暗、高对比度、黑白场景开始,并且随后包含亮且低对比度的具有纯色的场景。当在夜间驾驶时,自适应车前灯可能需要将均匀且低对比度的光场投射在城市外的空荡的道

路上,但是在城市内则需要产生非常高对比度、亮的图像以突出停车标志、避免照射道路上的信号信息或即将到来的车(在该区域投射阴影)。

[0008] 对于类似平均的光(功率)输出而言,高亮度高动态范围的投影仪通常贵于标准的低动态范围投影仪。对于此,一个原因是实现较好的黑色水平常常在系统内需要更多元件(例如,使用级联的光衰减元件的双调制设计)。另一原因是在同一屏幕上实现较高的峰值亮度在投影仪中需要更多的光源功率。

[0009] 仍然需要好的方法来控制投射系统再现具有如在上面的示例中的随着时间显著变化的特征(例如,诸如动态范围、黑色水平、最大亮度、色饱和度的特征)的图像内容。这样的方法将有益地提供诸如降低功率要求、提供好的黑色水平和/或提供亮的亮区的优点。

[0010] 仍然需要提供较高的图像质量和较好的成本效益之一或者两者的光投射系统。

[0011] 仍然需要实际的且有成本效益的适合投射诸如图像、期望的灯照明图案等的图案的投射系统。特别需要能够如实显示具有随着时间显著改变的特征的内容的这样的系统(例如,被要求在一些时候显示亮的低对比度图像而在其他时候显示具有亮的亮区的暗图像的系统。)

发明内容

[0012] 本发明具有若干方面。一个方面提供了一种组合多个投影仪的投影仪系统。投影仪可以具有彼此不同的性能特性。投影仪可以是分离的设备或者共享诸如控制电子元件或某些光学元件的某些部件。另一方面提供给了一种对协调两个或更多个投影仪的操作以显示图像的有用的控制硬件设备。另一方面提供了一种用于将输入图像信号分成分离的图像的方法。

[0013] 可以使用多个图像生成设备来形成组合图像。每个设备具有一组操作规范(操作规范可以包括诸如峰值亮度、分辨率、黑色水平、对比度、色品程度(chromatic extent)或色域等的规范)。定义的数学函数提供了数学框架内的图像质量和成本度量,其中,数学框架允许优化以实现诸如改进的图像质量或较低的成本的目标。优化的结果产生用于每个图像生成设备的分离的图像数据。

[0014] 该构思可以应用于投影仪,其中,具有类似或不同能力的两个或更多个系统根据图像数据产生组合图像。

[0015] 在低动态范围投影仪存在于装置中或者不能找到合适的大输出功率的高动态范围投影仪的情况下,期望的会是组合具有类似或不同性能的两个或更多个投影仪以产生具有高峰值亮度和低黑色水平的单个图像。这样的布置的示例包括低动态范围投影仪和高动态范围投影仪以产生具有高峰值亮度和低黑色水平的单个图像。

[0016] 在附图中示出以及/或者在以下说明了中描述了另外的方面和示例实施方式。

附图说明

[0017] 附图示出本发明的非限制性示例实施方式。

[0018] 图1是示出根据示例实施方式的投射系统的框图。

[0019] 图2A是示例图像。图2B和图2C分别是由LDR投影仪和HDR投影仪投射的可以被进行组合以再现图2A的图像的图像。

- [0020] 图3A是另一示例图像。图3B和图3C分别是由LDR投影仪和HDR投影仪投射的可以被进行组合以再现图3A的图像的图像。
- [0021] 图4A是另一示例图像。图4B和图4C分别是由LDR投影仪和HDR投影仪投射的可以被进行组合以再现图4A的图像的图像。
- [0022] 图5A是另一示例图像。图5B和图5C分别是由LDR投影仪和HDR投影仪投射的可以被进行组合以再现图5A的图像的图像。
- [0023] 图6A是另一示例图像。图6B和图6C分别是由LDR投影仪和HDR投影仪投射的可以被进行组合以再现图6A的图像的图像。
- [0024] 图7是显示器的抽象构思的示意性图示。
- [0025] 图8图示了串联作用的两个显示器。
- [0026] 图9图示了并联作用的两个显示器。
- [0027] 图10是图示示例复合显示器的框图。
- [0028] 图11是图示在其中执行显示器参数优化以确定要用于使用显示器再现输入目标图像的参数和照明的系统的框图。
- [0029] 图12是图示组合来自第一投影仪和第二投影仪的图像以产生输出图像的流程图。
- [0030] 图13是图示出用于确定什么图像将由多个投影仪中的每个投影仪显示以产生目标图像的方法的流程图。
- [0031] 图14是图示具有独立的主光源和辅光源(“提升光源”)以及可以操纵或减弱屏幕上的光的两个成像元件的投射系统的框图。
- [0032] 图15是图示如何控制具有主光源和辅(提升)光源的投射系统的光源的流程图。
- [0033] 图16图示出具有不同的图像特征和对应的用于辅(提升)光源的强度设定(控制信号)的示例图像数据。

具体实施方式

[0034] 贯穿以下描述,阐述了具体细节以提供对本发明的更加充分的理解。然而,本发明可以在没有这些细节的情况下被实践。在其他实例中,未详细示出或描述公知的元件以避免不必要的使本发明模糊不清。因此,说明书和附图应以示例性而非限制性的意义进行看待。

[0035] 组合两个或更多个低动态范围投影仪(投影仪平铺显示(tiling))或者甚至是两个低峰值亮度、高对比度(动态范围)投影仪的一个动机是提升所得到的图像的屏幕上的整体亮度(illuminance)(亮度(brightness))。低动态范围投影仪是常见的并且是商用技术,因此与类似的总输出亮度的高动态范围投影仪相比要求非常低的购买价格。

[0036] 图1示意性图示出包括多个投影仪的投影仪系统。

[0037] 在一些实施方式中,多个投影仪中的全部投影仪均对同一观察区域(例如,投影仪的视场的边界可以相同)贡献光。多个投影仪中的每个投影仪可以将光传送至观察区域中的任何部分。观看者感知投影仪的组合输出。在一些实施方式中,投影仪中的每个投影仪投射在观看屏幕的整个显示区域上。

[0038] 在组合有低动态范围投影仪和高动态范围投影仪(LDR和HDR)的系统中,由投影仪中的每个投影仪向最终图像贡献的光的最佳比率可以变化很大。该变化是诸如以下的图像

和环境属性的结果：

- [0039] • 在屏幕位置处的环境光水平
- [0040] • 图像峰值亮度
- [0041] • 图像平均亮度
- [0042] • 两个投影仪的光输出
- [0043] • 两个投影仪的效率(流明/瓦特)
- [0044] • LDR投影仪的最小黑色水平
- [0045] • 图像中的黑色的量
- [0046] • 黑特征与亮特征的接近性(光幕照明(veiling luminance))
- [0047] • LDR投影仪中的可以通过HDR投影仪校正的非均匀性(或其他伪影)的存在
- [0048] • HDR投影仪中的可以通过使用LDR投影仪来减少的斑点(或其他伪影)的存在
- [0049] • 通过示出较暗的内容(用于功耗优化)来降低投影仪的功耗的能力
- [0050] 下面是示出可以如何根据本发明的示例实施方式来组合来自HDR投影仪和LDR投影仪的图像的五个示例情况。“亮”和“暗”指的是图像的亮度水平。
 - [0051] 情况1:亮的低动态范围图像,提升的黑色水平
 - [0052] 图像(图2A)具有高的黑色水平。较暗的细节被白色特征紧密包围。在该示例情况下,图像的期望亮度超过LDR投影仪的能力。
 - [0053] LDR投影仪可以被控制成输出尽可能多的光(参见图2B),而HDR投影仪可以被控制成补充较亮特征中的一些特征以仅提高如图2C所示的图像的整体亮度。
 - [0054] 情况2:暗的低动态范围图像,高的黑色水平
 - [0055] 该图像(图3A)不具有非常高的动态范围。LDR投影仪足够亮以至能够产生处于期望水平的图像。在该情况下,LDR投影仪可以仅照原样示出输入图像(图3B),而HDR投影仪可以什么也不输出或者关闭(图3C)。
 - [0056] 情况3:亮的高动态范围图像,高的黑色水平
 - [0057] 该图像(图4A)示出较暗区域中的一些细节,所以图像不具有非常低的黑色水平。图像的较亮部分超过LDR投影仪的亮度能力。LDR投影仪可以显示图4B中所示的图像,而HDR投影仪可以显示图4C中所示的图像。
 - [0058] 情况4:亮的高动态范围图像,低的黑色水平
 - [0059] 该图像(图5A)具有非常低的黑色水平,其中,在暗处完全不存在细节。由于烛火的高期望亮度,所以可以通过使用光圈来完全关闭LDR投影仪或使LDR投影仪变暗,并且HDR投影仪可以产生整个图像(图5C)。
 - [0060] 情况5:暗的低动态范围图像,低的黑色水平
 - [0061] 此处,图像的峰值亮度相当低(参见图6A)并且同时黑色水平同样非常低。LDR投影仪会需要在透镜(下文详细描述)上的光圈以使黑色水平充分降低。在该情况下,通过部分关闭的光圈的峰值亮度将足以显示图像,所以将不需要HDR投影仪。图6B示出由LDR投影仪在光圈部分关闭的情况下输出的图像。图6C示出HDR投影仪的(黑色/空)输出。
 - [0062] 光圈/总体灯功率控制
 - [0063] 低动态范围投影仪在尝试示出黑色时由于光调制器技术的限制常常产生暗灰色图像。作为示例,考虑以下图像:在该图像中,最亮的区域具有低于投影仪的峰值亮度的亮

度。在此,通过使光源变暗可以实现较好的对比度。在另一示例中,在目标图像的暗区中细节的量可能被确定为对于观看者而言具有较高的感知重要性。在这样的情况下,可能通过使投影仪变暗来牺牲亮的内容以重新获得较深的黑色水平。多数低动态范围投影仪是基于灯,并且由于预热问题而不能在每一场景基础上均容易地使投影仪变暗或者打开和关闭投影仪(以产生纯黑色)。

[0064] 在需要关“闭”或仅关小低动态范围投影仪的情况下,可以在光路中放置光圈(例如,在透镜上)。然后,可以将光圈变小以提高投射的图像的黑色水平。还要注意的是,光圈不是二态的;可以将光圈打开至由期望图像黑色水平决定的大小。假定光圈在改变场景时可以以足够的速度改变大小,以不产生显著的滞后。光圈功能也可以通过诸如LCD板(电可变暗)或迅速关闭和打开的高速快门的一些其他的电或机械装置来实现。

[0065] 如果LDR投影仪具有固态光源,该固态光源具有可以控制的光输出,则可以不需要光圈。在这样的实施方式中,可以使得光源的光输出相当于通过收缩的光圈可获得的光的量来使光源变暗。

[0066] 高动态范围投影仪可选地可以包括全局可变暗的固态光源和/或光圈。

[0067] 伪影减轻

[0068] 对于图像质量而言可能有益的是从不完全关闭光圈并且接受稍高的黑色水平。如果HDR投影仪由于场非均匀性或其他伪影而示出较差的图像质量,则至少具有来自LDR投影仪的基本量的光可以有助于从感知上减轻伪影。

[0069] 如果LDR投影仪显示诸如渐晕或其他非均匀性的图像伪影,则HDR投影仪可以用于校正光场的非均匀性。

[0070] 投影仪平衡算法

[0071] 显示表示:

[0072] 为了确定用于每个组件投影仪的设定,可以考虑每个投影仪的能力。

[0073] 先前的方法通常将图像形成建模为简单的流水线(pipeline):每个部件获得输入,对输入进行操作,并且将其传递至下一级。该方法对于由与诸如镜子或透镜的相对多的无源光学部件耦合的诸如光源、调制器或光圈的相对少的可控元件组成的系统是有效的,然而其在更复杂的系统中是不令人满意的。这样的系统可以组合多个显示器(投影仪)或者将一个显示器的输出馈入随后的显示器中。在该情况下,可以对用于流水线的随后的级的参数进行调整以补偿较早的级的性能限制或伪影。

[0074] 有益的是在抽象意义上将每个显示器考虑为接受一组显示参数P(例如,像素值)和源照明S,然后由显示器对该一组显示参数P和源照明S进行操作以产生输出图像 $O=F(P, S)$,其中,函数F对特定显示硬件的操作建模。图7中示出显示器的该抽象构思。

[0075] 该模块化方法使得显示器能够几乎被任意地连接以形成抽象显示器和无源光学部件的网络以对更复杂的成像系统建模。网络中的显示器可以串联连接以形成单个光路,或者并联连接以组合多个光路,或者按照串联设计和并联设计的组合进行连接。

[0076] 图8中示出针对两个显示器的串联连接的示例,作为包括串联连接的两个幅度调制器的系统。这样的布置被用于一些扩展动态范围(EDR)投影仪中,这些投影仪通过级联调制器来补偿单个幅度调制器的有限对比率。因此,输出对比度是两个调制器的对比率的乘积。

[0077] 在投影仪超分辨率应用中找到并联布置的示例,在投影仪超分辨率应用中,利用轻微的注销登记(slight deregistration),来自多个投影仪的输出图像被叠加以生成比存在于来自单个投影仪的图像中的空间频率特征高的空间频率的特征。图9中示出该布置。

[0078] 在并联布置中,将两个幅度调制投影仪的光路进行组合(通过投影屏幕)以产生输出图像。

[0079] 基于以上布置,可以通过由组件显示器生成的图像的相加或复合来数学地确定输出图像。选取具有函数F1和函数F2的两个显示器,函数F1和函数F2分别接受参数P1和参数P2,并联配置导致用于输出图像的以下表达式:

[0080] $0 = F_1(P_1, S_1) + F_2(P_2, S_2)$

[0081] 而串联配置导致以下表达式:

[0082] $0 = F_2(F_1(P_1, S_1), S_2)$

[0083] 也可以在网络中布置任意多个显示器以通过接受组件显示器参数和源照明的并集作为复合显示器的输入来形成复合显示。图10中示出并联配置的示例。

[0084] 因此,复合显示器可以表示为特定类型的抽象显示器,进而,可以将特定类型的抽象显示器布置在网络中和/或进行分组以形成更高水平的复合显示器。假设复合显示器图像形成模式Fi已知,则可以经由串联公式和并联公式的组合来表达整个显示系统的数学图像形成模型。可以应用这样的图像形成模型来优化显示系统的操作。

[0085] 显示器参数优化:

[0086] 该表示的一个益处在于:一旦限定了用于显示系统的整个图像形成模型,则可以经由数值优化来获得用于单个显示器的最优参数。这样的优化可以包含有时是冲突的多个目标以平衡期望的属性,其中,所述期望的属性除了许多其他选择之外还诸如为伪影减轻、组件显示器寿命的最大化、总系统效率、功耗以及输出图像逼真度。

[0087] 将显示系统视为接受参数P和源照明S来产生输出图像的抽象(可能是复合)显示器可以使得参数能够被联合优化。在图11中描绘这样的系统,其中,执行显示参数优化以针对抽象(可能是复合)显示器确定再现输入目标图像T所需的参数P和照明S。该显示器的模拟(或测量)输出然后通过系统被反馈至若干模块:图像逼真度模型、系统约束模型和质量启发式模型。

[0088] 虽然为了图的清楚而没有明确标注,但是系统所使用的模型隐含地可以利用目标图像、源照明和当前参数选择。还可以将被定位以获取示出显示器的输出的图像的摄像机合并到反馈环路中。在一些实施方式中,使用成本函数来执行优化,其中,成本函数包括由摄像机获取的图像与显示系统的期望输出(目标图像)之间的差。

[0089] 模型中的每个模型尝试校正输出图像或参数选择与期望属性的偏差。一个常见模型是图像逼真度:期望的是由系统产生的图像紧密接近目标图像T或者目标图像的修改版本,其中,修改版本或许为考虑感知因素的一个版本。模型使用输出图像与目标图像之间的误差来计算参数调整。优化可以继续进行直到实现了参数的收敛或者用尽了时间预算。

[0090] 系统约束模型确保参数选择的结果是物理可实现的(和期望的配置)。这样的标准可以包括要求源照明分布在可用功率内或者用于调制器的参数在不透光与透光之间变化,即,不产生光。期望的配置可以包括选择具有空间或时间相干性、在一定范围内(参见例如较早的LCoS线性讨论)的参数,或者使功率使用最小化和/或使部件寿命最大化的参数。

[0091] 图像质量启发式算法可以用于补偿不容易建模的或者对于图像形成模型建模的成本高的行为。除了其他伪影之外,图像质量启发式算法可以还包括莫尔纹(moiré)、衍射、时间行为和彩色边纹。启发式模型意在使用经验图像质量标准来帮助补偿这些。图像质量启发式算法还可以被提供用于调整参数以优化人感知的属性,诸如光幕照明、适应水平、平均图片水平、条件等色(metamerism)和对于色度/亮度误差的敏感性变化。在内容生成中可以利用对于这些属性的灵敏度。

[0092] 图12示出在上述抽象显示器框架中描绘的HDR+LDR投影仪。

[0093] LDR投影仪和HDR投影仪它们自身可以是复合显示器。具有用于商业应用的期望属性的示例实施方式具有相对高功率的LDR投影仪连同低功率的HDR投影仪,其中,LDR投影仪可以实现适合典型的平均图片水平的全屏幕白色,HDR投影仪可以实现高得多的峰值亮度,但是其不具有在整个屏幕上这样做的功率。与由于典型图像中的亮度的分布而建造能够增加全屏幕的白度值的单个投影仪相比,这样的系统可以非常高效和成本较少。在这样的实施方式中,期望的是提供允许LDR投影仪的总体变暗的控制。提供这样的总体变暗的一些示例方法使用光圈、可控快门和/或可变输出光源。光圈是调制LDR投影仪的强度的非常简单的显示器,对于可以被动态调制的LDR投影仪而言光圈在原则上可以由源S1替换。

[0094] 显示器参数优化搜索使得输出图像O与目标图像T最佳地匹配的LDR参数P1、光圈/驱动水平参数P2和HDR参数P3。然后,图12的系统代替先前附图中的抽象显示器,其中,参数 $P = \{P_1, P_2, P_3\}$, 并且 $S = \{S_1, S_3\}$ 。然后,通过图像形成模型建模的输出图像为:

$$[0095] 0 = F_2(P_2, F_1(P_1, S_1)) + F_3(P_3, S_3) = F(P, S)$$

[0096] 可以经由优化来获得改进的显示器参数。优化可以包括使表示图像逼真度、图像质量和系统约束的成本函数的和最小化,例如如下:

$$[0097] P = \operatorname{argmin} \infty C(T - F(P, S)) + \sum_{i \in Q} \beta_i Q_i(P, S) \text{ 服从于 } K_j(P, S) = 0 \forall j$$

[0098] 此处,图像逼真度模型是函数C,函数C对由系统F(P, S)产生的图像间的误差加权以产生指示当前组参数可取到什么程度的标量。C的常见示例为均方误差(MSE)或平均绝对误差(MAE)。

[0099] 函数Q_i表示图像质量启发式算法/模型,图像质量启发式算法/模型同样产生标量值,其中,产生的标量值指示当前参数在例如莫尔纹、彩色边纹或衍射伪影的未建模的伪影方面可取到什么程度。常数α和β_i控制赋予各个项(可以是矛盾的)的相对重要性,从而针对内容生成提供了一种相比于一个目标更偏向另一目标的方式。

[0100] 约束K_j对参数施加条件,例如,投影仪中的调制器必须在完全透光与完全不透光之间的范围内操作。此处,将它们表达为满足($K_j(P, S) = 0$)或不满足的集值约束(set-valued constraint),然而现有优化技术可以放宽这些条件以允许小的违反约束。

[0101] 虽然未清楚列出,但是约束函数K和图像质量模型Q还可以依赖于输出图像O=F(F, S)。

[0102] 现在可以表达用于在LDR投影仪与HDR投影仪之间划分图像内容的若干不同方案。在此,将若干不同示例呈现如下:

[0103] HDR投影仪与LDR投影仪之间的平滑混合

[0104] 虽然HDR投影仪对于高亮度区域是必需的,但是从图像质量的角度而言可能期望的是在低于LDR投影仪的全屏幕白色水平的区域中也利用HDR投影仪。这要求在两个投影仪

之间划分内容。

[0105] 达到如此的一个直接方法是使HDR投影仪使用的掩膜(mask)模糊或漫射(diffuse),例如通过使在LDR投影仪的全屏幕白色以上的像素的扩展的二元掩膜(binary mask)模糊。较复杂的方法可以是计算每个像素处的光幕照明的近似值以动态调整混合参数。

[0106] 对于如何在组件投影仪之间划分内容存在若干其他选择。在下面讨论这些选择的示例:

[0107] 1)对于具有高黑色水平和亮区的中等亮度场景以下述亮度分布为目标:在所述亮度分布中,在总LDR投影仪贡献与总HDR投影仪贡献之间存在优选比率(例如,分别为95%和5%)。

[0108] 2)以下述亮度分布为目标:所述亮度分布经由可变暗的源或外部光圈来偏向使用HDR投影仪同时最小化对LDR投影仪的使用。这样的目标潜在地可以减小能量使用和冷却要求,同时提高具有亮的亮区的暗场景的黑色水平。

[0109] 3)针对一个或两个投影仪以时间上一致的亮度分布为目标以最小化时间伪影。

[0110] 4)达到组合的显示系统的绝对最宽动态范围、最高峰值亮度或最深的黑色水平以最大化感知到的图像质量。

[0111] 利用这些方法中的任何方法,可以在场景内在空间上动态调整混合因子以实现期望的局部行为。例如,可以通过亮区的光幕照明来使邻近高亮度区域的低亮度内容模糊。在该情况下,LDR投影仪和HDR投影仪二者均不需要显示这些区域的内容。替选地,一些场景可以具有大的亮的区域和大的暗的区域。然后,可以在考虑投影仪的散射行为的情况下进行上面讨论的调整。

[0112] 扩展色域

[0113] 如果使HDR投影仪和LDR投影仪中使用的原色不同(或许有意地),则可以扩展组合系统的色域。这可以通过将目标图像映射到合适的颜色空间并且确定两可用组原色(primaries)的何种混合最佳地表示目标颜色(例如,选择尽可能宽的一组原色来改进条件等色)来实现。此处的处理在原则上类似于在贯穿本文献已经讨论的扩展动态亮度范围中使用的处理。

[0114] 超分辨率

[0115] 如果HDR投影仪和LDR投影仪被注销登记,则可以增加组合系统的可见分辨率以减小边缘附近的混淆。这可以通过优化高分辨率目标图像来实现,其中,优化高分辨率图像将使得HDR和LDR之间的投影仪贡献自动调整以最佳地近似高空间频率特征。

[0116] 散射补偿&环境条件的反馈

[0117] 来自观看环境的散射可以导致具有升高的水平的暗图像区域。针对目标图像或输出图像合并启发式散射模型使得可以将此考虑在内以便补偿该效应。在该情况下,图像形成模型F可以表示如下:

[0118] $F(P, S) = F'(P, S) + R(P, S)$

[0119] 在此,R是对来自观看环境的散射进行建模的函数,F'是用于非散射观看环境中的系统的图像形成模型。用于使用该图像形成模型优化的显示器的参数自动尝试补偿发生的散射。

[0120] 类似方法可以使用散射光的实际测量来替换函数R以便动态补偿来自观看环境的光散射。

[0121] 图13中图示出的方法详细描述了确定哪个图像将由哪个投影仪示出以及如何计算它们的一个方法。

[0122] 图13中描绘的判定框可能包含少量的时间滞后,使得LDR投影仪和HDR投影仪将不会根据图像而关于阈值来回反复。

[0123] “色调映射图像”操作检查输入图像中的亮度水平(如果可获得的话)并且针对组合的LDR和HDR投影仪的能力来映射亮度水平。该操作还在映射图像中较暗的区域时考虑环境光水平,以及考虑观看者将感觉舒服的最大整体亮度。

[0124] “调整黑色水平”操作在观看者将不能感知较低的黑色水平的情况下将增加映射的图像的黑色水平。该情况的示例将可以是白色域中的黑色文本,在白色域中光幕照明将不允许观看者区分非常低的黑色水平与稍高的黑色水平。为了实现此目的,可以使用投影仪的正向模型(以根据亮度预测光晕)。

[0125] 如果图像在上面操作之后仍具有低的黑色水平,则可以计算光圈尺寸(通过光圈或者通过使光源变暗来减少光的量)以补偿LDR投影仪的提升的本来的黑色水平。收缩光圈还将降低从LDR投影仪可得的峰值亮度。也可以计算减小的峰值亮度。

[0126] 如果具有其变小的光圈大小的LDR投影仪将不能向图像提供足够的光,则可以使用HDR投影仪来生成整个图像。注意,如在上面光圈部分中说明的,可能期望的是从不完全阻挡来自LDR投影仪的所有的光。

[0127] 在黑色水平不低并且图像包含由于不足的亮度能力仅使用LDR投影仪不能被显示的亮区的情况下,可以计算针对LDR投影仪和HDR投影仪的单独的图像。因为在该情况下将两个图像在画面上组合,所以应当小心地“混合”它们使得在从两个不同投影仪传送邻近像素时不会产生边缘伪影。可以单独或组合地选取以下方法:

- [0128] • 阈值联合(总是将像素相加)
- [0129] • 针对每个投影仪使用不同的伽玛(gamma)曲线
- [0130] • 空间变化(一个投影仪的稍稍模糊)
- [0131] • 时间抖动

[0132] 阈值联合的示例将是在围绕亮的特征的小像素区域中。在此,两个投影仪将贡献光并且加在一起以产生像素。可以根据光幕照明效果来计算该区域的大小,或者当在亮区与邻近特征之间存在相当柔和的过渡(渐变的亮点)时该区域的大小可以仅为固定数目的像素。

[0133] 将亮度提升器用于多级投射

[0134] 图14示意性地示出具有两个成像元件的投射系统,其中,当需要再现某些高亮度和/或低对比度图像时在投射系统中使用辅助提升光源。

[0135] 高动态范围投影仪在生成图像时使用两个或更多个成像级来降低黑色水平。这些图像级中的每一个具有与其相关联的损耗,所以在产生非常亮的图像时与单级投影仪相比在多级投影仪中存在多得多的光损耗。当不需要低的黑色水平时,可以在最终的成像级之前在需要时将光相加以提升系统的效率。

[0136] 在投射系统的光路中使用的图像形成元件事实上是非理想的。在形成图像时,它

们使得光在暗区中泄露并且在亮区中吸收一些光,这以整体对比度为代价。为解决该情况,投影仪制造商已经制造了具有多个成像元件的系统以减小通过系统在暗区中泄露的光的量。这转而需要更加亮的光源以补偿在亮区中通过两个(或更多个)成像元件的传输损耗。与单级投影仪相比,这些投影仪在示出亮的图像时动态地显示较低的操作效率。

[0137] 根据权利要求14中的示例实施方式的投射系统检查被投射的图像的性质并且在低对比度高亮度图像的情况下将在最终的成像级之前增加计算的均匀光的量。然后,增加的光将仅必须穿过单个成像级并且引起非常低的传输损耗。因此,产生亮的图像时的系统的操作效率将大幅增加。在产生需要非常少的光和较高对比度的图像时,在最后的成像元件之前添加很少的光或不添加光以保持多级系统的所期待的低黑色水平。

[0138] 以下并非是强制的:传送至第二成像级的提升光是均匀的或均匀(even)的。在一些实施方式中,提升光是非均匀的。提升光是非均匀的示例应用为:在第一成像级提供包括不期望的光斑或其他伪影的光输出的情况下。例如,在第一级是光操纵级的情况下,第一级可以提供非可操纵的静态伪影(例如,朝向边缘的强度的总体滚降(roll-off),或者来自不同激光二极管的出于一个原因或另一原因未被校正的可见斑或带)。在这样的情况下,可以使提升光和伪影的和是均匀或接近均匀的照明的方式来构造提升光。这可以通过提供与来自第一级的伪影的图案相反的非均匀的提升光的图案来实现。

[0139] 图14示出“主光源”和“提升光源”。可以以独立方式来控制两个光源的光输出。期望“主光源”以均匀的或以其他限定的方式来照射第一成像元件。期望“提升光源”照射最后的成像元件。

[0140] 第一成像元件的目的是阻挡光或者操纵光远离图像中较暗的部分,使得最后的成像元件将不必阻挡很多的光投射图像中较暗的部分,从而在期望时产生高对比度图像。第一成像元件例如可以调制来自主光源的光的相位和/或强度。

[0141] “最后的成像元件”可以是成对的,使得提升光源具有它自己的至屏幕的独立光路。这可能在非常高功率的系统中在以下情况下是期望的:单个末级成像元件可能不能处理与在其表面上相加的两个光路相关联的热应力或强度。

[0142] 在彩色投影仪中,可以在系统中针对每个颜色原色独立地实现方法,或者对一个或更多个示例实现方式以色场(color field)顺序方式操作方法。

[0143] 图15是图示出用于这样的投射系统中的光源的强度控制方法的流程图。可以在显示器的控制器中实现这样的方法。在替选实施方式中,在提供输出图像数据和用于光源的控制信号的图像处理系统中实现该方法。

[0144] 执行算法来管理两个光源的相对强度设定。当显示低对比度像时或者当观看者的眼中的光幕照明或者系统或环境中的其他光学散射遮蔽周围暗区使得提升那些暗区的强度不引起显示图像的明显退化时,提升光将是有效的。

[0145] 可以采用例如图像内的亮度分布的直方图或者其他方法的图像统计来确定图像的整体对比度要求。只要可能便可以使用提升光源,这是因为其与来自主光源的光路相比是更有效的光路并且总是可以用于提供达到图像中存在的最暗的水平的亮度。

[0146] 可以使主光源变暗以对由提升光源添加至图像的光进行补偿。

[0147] 图16图示出具有诸如峰值亮度、平均亮度和黑色水平的不同特性以及针对辅(提升)光源的合理的强度水平的示例图像。

[0148] 情况A和情况H示出处于最大强度的全白的图像。在情况B、情况C、情况D、情况I和情况J中，提升光由于光幕照明效果而可以在比最低水平更高处驱动。情况P和情况Q同样受光幕照明影响并且允许一些光来自提升光。在情况K、情况L、情况M、情况N和情况O中，提升光向图像中存在的最低亮度水平驱动。例如，可以通过将图像中的最低亮度水平乘以因子确定的水平来提供提升光。因子可以基于第二调制器的对比度能力。例如，如果特定图像中的最低亮度水平为 $L_{\text{最小}} = 1 \text{cd/m}^2$ ，并且第二调制器的对比度为 $C2 = 2000:1$ ，则可以提供在调制器C2完全打开的情况下具有足以达到 2000cd/m^2 的亮度的提升光，同时通过将第二调制器设置成其最少的光发射状态来使得光水平减小至 1cd/m^2 。

[0149] 在一些实施方式中，如果暗斑超过阈值大小使得其将不会被光幕照明效果遮蔽，则将完全关闭提升光并且通过串联两个图像形成元件来照射屏幕的非黑色区域——大幅减少泄露到暗区中的光的量。在示例情况E、情况F、情况G、情况R、情况S、情况T和情况U中，存在足够的暗的内容使得提升光被断电以保持黑色水平。

[0150] 以下并非是强制的：提升光源和主光源彼此不同。在一些实施方式中提供了以下的光学系统：该光学系统可以将来自主光源的一些或所有光直接引导到绕过第一成像元件的最后的成像元件上。例如，可以应用可变分束器使来自主光源一些光转向至最后的成像元件上。一些实施方式具有独立的提升光源和用于使来自主光源的光转向至最后的成像元件上的配置二者。

[0151] 在一些实施方式中，提供了一个光学元件或多个光学元件以将来自提升光源的光与已经由第一成像元件调制的光组合并且将组合的光引导到最后的成像元件上。在一些实施方式中，一个光学元件或多个光学元件包括棱镜。

[0152] 在一些实施方式中，提升光源包括多个光源，诸如多个发光二极管(LED)。在一个示例实施方式中，将提升光源被布置在第一成像元件的外周周围。例如，提升光源可以包括LED环。可以提供合适的反射器、漫射器、间隔和/或其他光学元件以使得来自提升光源的光均匀地分布在最后的成像元件上。

[0153] 图2A至图6A示出在五种情况下的具有上文讨论的不同特性的示例图像。下文以示例的方式来说明可以如何针对这5种情况中的每个情况来控制辅助(提升)光源。在示例实施方式中，下面示例中使用的投影仪系统可以包括具有可操纵的光源(主光源和第一成像元件)的高效投影仪、次级成像器和仅照射次级成像器的提升器级。次级成像器可以例如包括LCD面板、LCOS、DMD、反射式LCD等的反射或透射式空间光调制器。

[0154] 情况1：亮的低动态范围图像，提升的黑色水平

[0155] 使用提升级来照射图像的大部分。使用第一、操纵和高对比度的级来将最小的亮区添加至图像。需要很少的操纵。

[0156] 情况2：暗的低动态范围图像，高的黑色水平

[0157] 使用提升级来照射整个图像。不使用操纵级。

[0158] 情况3：亮的高动态范围图像，高的黑色水平

[0159] 提升级被完全打开。操纵级同样完全打开，从而提供最大的操纵。情况4：亮的高动态范围图像，低的黑色水平

[0160] 提升级关闭。仅使用操纵级来产生图像。

[0161] 情况5：暗的低动态范围图像，低的黑色水平

[0162] 提升级打开,但是处于减小的强度以保持图像中的黑色水平中的一些。因为不需要亮区,所以操纵级关闭。

[0163] 可以应用本文描述的技术,而不限于在2013年10月20日提交的第61/893270号美国专利申请中描述的类型的显示,该申请特此出于所有目的通过引用被合并到本文中。

[0164] 使用投影仪的组合来显示立体内容

[0165] 本文所描述的组合投影仪或光源的系统适用于需要有成本效益或低成本的应用或者需要3D(立体)内容的高亮度再现的应用。

[0166] 立体图像对包括意在用于以右眼观看的图像和意在用于以左眼观看的图像。图像的差异产生深度效果。无差异将呈现被感知为在投影屏幕的平面内的图像。左眼图像与右眼图像之间的差异将呈现会被感知为远离投影屏幕平面的对象:或者较接近观察者(观众),或者如果倒转则较远(被感知为在屏幕平面之后)。

[0167] 电影和其他立体图像内容的一个特性在于在左眼视图与右眼视图之间的差异不是太大的情况下(例如,描绘对象未被感知为太接近于观看者)更可能实现愉快的观看体验。因此,立体图像对中的左眼视图与右眼视图之间的差异通常保持较小。甚至在具有被感知为很接近(或者很远离)观看者的描绘内容的图像对中,左眼视图和右眼视图中的许多图像区域通常将是相同的,这是因为在几乎所有情况下仅一些对象将被呈现为相对于观看者是近的或远的。

[0168] 若非全部,则许多实际的立体投射系统在光进入观察者的每个眼睛之前需要对从投影屏幕反射的光进行过滤。该过滤导致不同的图像被传送至观看者的左眼和右眼。通常,使用眼镜来提供过滤,其中,眼镜针对左眼和右眼提供不同的滤波器。常用的技术使用滤色镜(用于左眼和右眼的针对颜色原色中的一些或全部的陷波滤波器)、圆或线极化滤波器、时间快门(shutter)或时间极化开关。

[0169] 投射系统被设置为针对左眼或右眼产生不同图像,其中,所述不同的图像具有不同的相应(对应于右眼和左眼处的滤波器)光属性,例如对于左眼视图和右眼视图不同的窄带原色,或者顺时针和逆时针圆极化光,或者具有正交线极化状态的光,或者与眼睛处的时间快门或极化开关的极化匹配的时间光场。

[0170] 所有这些滤波技术的共同之处在于:与类似的非立体投射系统相比,大量的光在投影仪的光源与观察者的眼睛之间丢失。与非立体投射系统相比,立体投射系统还更复杂并且因此更昂贵。另一问题在于:并非总是可以或易于对现有的非立体投影仪进行升级以作为立体投影仪进行操作。

[0171] 在本文所描述的系统中,可以在非立体模式下使用具有与左眼滤波器和右眼滤波器二者兼容的光源(例如,在基于颜色陷波滤波器的系统的情况下宽带光源,或者在圆极化或线性极化滤波器系统的情况下随机极化系统,或者在任何时间快门滤波系统的情况下永远打开的光源)的一个投影仪。非立体投影仪将产生图像中的对左眼视图和右眼视图二者是共有的那些部分。

[0172] 然后,可以使用第二投影仪(一个或更多个投影仪)来显示图像中的左眼视图与右眼视图之间不同的部分。第二投影仪投射具有左眼滤波器和右眼滤波器所需的属性(波长,或极化,或时间图像场)的光。

[0173] 使用这样的系统具有若干益处:与本文描述的系统相比,实现立体投影的附加成

本最小,这是因为多数部件已经包括在架构中。

[0174] 对于第二投影仪的功率要求可以为较低,这是因为具有左与右之间的差异的图像区域相对于图像的所有像素而言通常不大。可以使用光操纵来将光操纵至与被感知为在显示屏幕的平面之外的描绘对象相对应的显示区域。

[0175] 在左眼与右眼之间产生好的分离(=对比度)不是容易的或昂贵的。不够完美的分离将导致意在用于右眼的一些光进入左眼。该效果被称为重影,以及会降低图像质量和引起头痛。因为第二投影仪的功率要求低于主投影仪并且制造这样的第二投影仪的成本较低,所以可以更加注意确保左眼视图和右眼视图真正分离。

[0176] 低功率次级投影仪可以被有成本效益地添加以升级现有非立体投射系统和使得现有非立体投射系统能够显示立体图像。

[0177] LDR/HDR投影仪之间的功率输出关系

[0178] 利用本文描述的投影仪系统,应当可以组合具有例如 $5\times$ 的HDR投影仪的功率的LDR投影仪。因为HDR投影仪比LDR投影仪昂贵得多,所以这将允许更经济的设置。

[0179] 非限制性列举的示例实施方式

[0180] 以下是非限制性的列举的示例实施方式。

[0181] 1.一种用于显示由图像数据限定的图像的方法,所述方法包括:

[0182] 通过使用第一成像元件调制来自第一光源的光来生成第一调制光;

[0183] 提供提升光;

[0184] 组合所述提升光和所述第一调制光;以及

[0185] 使用第二成像元件进一步调制所组合的光。

[0186] 2.根据方面1所述的方法,其中,组合所述提升光和所述第一调制光包括:使用所述提升光和所述第一调制光二者照射所述第二成像元件的表面。

[0187] 3.根据方面1或2所述的方法,其中,组合所述提升光和所述第一调制光包括:将所述提升光和所述第一调制光引导入棱镜。

[0188] 4.根据方面2所述的方法,其中,所述提升光均匀地照射所述第二成像元件的所述表面。

[0189] 5.根据方面2所述的方法,其中,所述提升光被布置成根据期望的亮度分布来向所述第二成像元件的所述表面提供结构化照明。

[0190] 6.根据方面5所述的方法,其中,所述结构化照明在所述第二成像元件的所述表面的一些部分上具有的亮度比所述结构化照明在所述第二成像元件的所述表面的其他部分具有的亮度高,并且所述结构化照明的最高亮度部分的亮度是所述结构化照明的最低亮度部分的亮度的至少两倍。

[0191] 7.根据方面1至6中的任一方面所述的方法,其中,操作提升光源包括控制所述提升光源的光输出。

[0192] 8.根据方面7所述的方法,其中,控制所述提升光源的光输出至少部分地基于所述图像的对比度。

[0193] 9.根据方面8所述的方法,包括:通过处理所述图像的图像直方图来确定所述图像的对比度。

[0194] 10.根据方面1至9中的任一方面所述的方法,包括:结合操作提升光源,使所述第

一光源变暗。

[0195] 11.根据方面1至9中的任一方面所述的方法,包括:处理所述图像数据以识别超过阈值大小的任何暗斑,并且响应于识别到超过所述阈值大小的暗斑而关闭所述提升光源。

[0196] 12.根据方面1至11中的任一方面所述的方法,其中,生成所述提升光包括:操作与所述第一光源分离的提升光源。

[0197] 13.根据方面1至11中的任一方面所述的方法,其中,生成所述提升光包括:将来自所述第一光源的光引导到所述第二成像元件上。

[0198] 14.根据方面13所述的方法,其中,将来自所述第一光源的光引导到所述第二成像元件上包括:控制可变分束器。

[0199] 15.根据方面13所述的方法,其中,将来自所述第一光源的光引导到所述第二成像元件上包括:通过具有一个输入端和两个或更多个输出端的开关来传送所述光,其中,所述一个输入端被布置成接收来自所述第一光源的光,所述输出端之一被布置成将所述光传送至所述第二成像元件。

[0200] 16.根据方面13或15所述的方法,包括:通过时分多路复用来调整传送至所述第二成像元件的提升光的量。

[0201] 17.根据方面1至16中的任一方面所述的方法,包括:处理所述图像数据以确定所述图像中存在的最低亮度水平,以及并且以与所述图像中的所述最低亮度水平相对应的水平操作所述提升光源。

[0202] 18.根据方面1至16中的任一方面所述的方法,包括:处理所述图像数据以模拟光幕照明,确定所述图像中存在的最低可感知亮度水平,以及以与所述最低可感知亮度水平相对应的水平操作所述提升光源。

[0203] 19.根据方面1至17中的任一方面所述的方法,其中,所述第二成像元件包括空间光调制器。

[0204] 20.根据方面1至17中的任一方面所述的方法,其中,所述第二成像元件包括LCD面板、LCOS、反射式LCD面板或DMD。

[0205] 21.一种生成用于控制投影仪以根据图像数据来显示图像的信号的方法,所述投影仪包括第一成像元件和提升光,所述第一成像元件被配置成向第二成像元件提供调制光以供所述第二成像元件进一步调制,所述提升光被配置成传送附加照明以供所述第二成像元件调制,所述方法包括:模拟光幕照明以确定所述图像中的最低可感知亮度水平;以及生成将所述提升光设置在与所述最低可感知亮度水平相对应的水平的信号。

[0206] 22.根据方面21所述的方法,包括:响应于所述图像数据满足条件而执行模拟光幕照明的步骤。

[0207] 23.根据方面22所述的方法,包括:处理所述图像数据以确定所述图像的对比度,其中,所述条件包括确定所述对比度低于阈值。

[0208] 24.根据方面22或23所述的方法,其中,所述方法包括检测所述图像中的任何暗特征,以及所述条件包括确定所述暗特征中的所有暗特征均小于阈值大小。

[0209] 25.根据方面24所述的方法,包括:如果所述暗特征中的任何暗特征大于所述阈值大小,则生成将提升光源设置成关闭的信号。

[0210] 26.根据方面21至23中的任一方面所述的方法,包括处理所述图像数据以检测所

述图像数据中的暗特征,所述方法包括:如果所述暗特征中的任何暗特征大于所述阈值大小,则生成将所述提升光源设置成关闭的信号。

[0211] 27.根据方面21至26中的任一方面所述的方法,包括:处理所述图像数据以确定所述图像中暗的量,以及如果所述图像主要是暗的,则生成将提升光源设置成关闭的信号。

[0212] 28.根据方面21至27中的任一方面所述的方法,包括:结合生成降低照射所述第一成像元件的主光源的水平的信号,生成将所述提升光设置在与所述最低可感知亮度水平相对应的水平的信号。

[0213] 29.根据方面21至27中的任一方面所述的方法,所述方法由所述投影仪中的控制器执行。

[0214] 30.根据方面21至27中的任一方面所述的方法,所述方法由图像处理系统执行,其中,所述图像处理系统被配置成提供针对所述提升光的控制信号的输出图像数据。

[0215] 31.根据方面21至30中的任一方面所述的方法,其中,所述提升光均匀地照射所述第二调制器。

[0216] 32.根据方面21至30中的任一方面所述的方法,其中,所述提升光非均匀地照射所述第二调制器。

[0217] 33.一种光投影仪,包括:

[0218] 第一成像元件,其被配置成向第二成像元件提供调制光以用于所述第二成像元件的进一步调制;以及提升光,其被配置成向所述第二成像元件传送照明以供所述第二成像元件调制。

[0219] 34.根据方面33所述的光投影仪,其中,所述第一成像元件被配置成对来自主光源的光的相位和幅度之一或者对相位和幅度二者进行调制。

[0220] 35.根据方面33或34所述的光投影仪,其中,所述提升光与所述主光源分离。

[0221] 36.根据方面35所述的光投影仪,其中,所述提升光包括多个光源。

[0222] 37.根据方面35所述的光投影仪,其中,所述提升光的多个光源包括多个发光二极管(LED)。

[0223] 38.根据方面35所述的光投影仪,其中,所述提升光的多个光源包括多个激光二极管。

[0224] 39.根据方面36至38中的任一方面所述的光投影仪,其中,所述提升光的所述多个光源被布置在所述第一成像元件的外周周围。

[0225] 40.根据方面36至39中的任一方面所述的光投影仪,其中,所述提升光的所述光源被按照环形进行布置。

[0226] 41.根据方面36至40中的任一方面所述的光投影仪,其中,所述提升光的所述光源能够被单独控制以在所述第二成像元件上产生期望的图案的提升光。

[0227] 42.根据方面33至34中的任一方面所述的光投影仪,其中,所述提升光包括被配置成将来自所述主光源的光直接引导到所述第二成像元件上的光学系统。

[0228] 43.根据方面42所述的光投影仪,其中,所述光学系统包括可变分束器。

[0229] 44.根据方面33至43中的任一方面所述的光投影仪,包括控制器,所述控制器被配置成处理所述图像数据并且输出针对所述第一成像元件和所述第二成像元件以及所述提升光的控制信号。

[0230] 45. 根据方面44所述的光投影仪, 其中, 所述控制器被配置成模拟光幕照明以确定所述图像中的最低可感知亮度水平并且将所述提升光设置在与所述最低可感知亮度水平相对应的水平。

[0231] 46. 根据方面45所述的光投影仪, 其中, 所述控制器被配置成响应于所述图像数据满足条件而执行模拟光幕照明的步骤。

[0232] 47. 根据方面46所述的光投影仪, 其中, 所述控制器被配置成处理所述图像数据以确定所述图像的对比度, 其中, 所述条件包括确定所述对比度低于阈值。

[0233] 48. 根据方面46或47所述的光投影仪, 其中, 所述控制器被配置成检测所述图像中的任何暗特征, 并且所述条件包括确定所述暗特征中的所有暗特征均小于阈值大小。

[0234] 49. 根据方面48所述的光投影仪, 其中, 所述控制器被配置成: 如果所述暗特征的任何暗特征大于所述阈值大小, 则将所述提升光源设置成关闭。

[0235] 50. 根据方面47至49中的任一方面所述的光投影仪, 其中, 所述控制器被配置成: 处理所述图像数据以检测所述图像数据中的暗特征; 以及如果所述暗特征中的任何暗特征大于所述阈值大小, 则将所述提升光源设置成关闭。

[0236] 51. 根据方面47至50中的任一方面所述的光投影仪, 其中, 所述控制器被配置成: 处理所述图像数据以确定所述图像中暗的量; 以及如果所述图像主要是暗的, 则将所述提升光源设置成关闭。

[0237] 52. 根据方面47至51中的任一方面所述的光投影仪, 其中, 所述控制器被配置成: 结合降低所述第一成像元件的照明水平, 将所述提升光设置在与所述最低可感知亮度水平相对应的水平。

[0238] 53. 根据方面33至52中的任一方面所述的光投影仪, 其中, 所述第二成像元件包括空间光调制器。

[0239] 54. 根据方面33至52中的任一方面所述的光投影仪, 其中, 所述第二成像元件包括LCD面板、LCOS、反射式LCD面板或DMD。

[0240] 55. 一种光投影方法, 包括: 控制串联布置的多个成像级以产生调制光, 以及在不需要低黑色水平时在所述成像级中的最后一级之前选择性地添加光。

[0241] 56. 根据方面55所述的光投影方法, 包括: 处理图像数据以确定通过所述图像数据表示的图像的对比度, 所述方法包括在所述对比度低于阈值时添加光。

[0242] 57. 根据方面56所述的光投影方法, 包括: 通过处理图像直方图来确定所述对比度。

[0243] 58. 根据方面55至57中的任一方面所述的光投影方法, 包括: 在所述成像级中的最后一级处均匀地分布所添加的光。

[0244] 59. 根据方面55至58中的任一方面所述的光投影方法, 其中, 控制所述多个成像级包括: 控制所述成像级以调制入射在所述成像级上的光的相位和幅度中的一个或更多个。

[0245] 60. 根据方面55至59中的任一方面所述的光投影方法, 包括: 基于限定要被投影的图像的数据来改变添加的光的量。

[0246] 61. 根据方面55至57中的任一方面所述的光投影方法, 包括: 在所述成像级中的最后一级处非均匀地分布所添加的光。

[0247] 62. 根据方面61所述的光投影方法, 包括: 构造所添加的光, 使得所添加的光与来

自较早的成像级的伪影相加产生所述成像级中的所述最后一级的均匀照明。

[0248] 63.一种光投影仪,包括:

[0249] 第一成像级,其被布置成调制来自主光源的光;

[0250] 第二成像级,其被布置成对由第一成像元件调制的调制光进一步进行调制;以及

[0251] 提升光,其被布置成在所述第一成像级之后并且所述第二成像级之前添加光,使得所添加的光被所述第二成像级调制;以及

[0252] 控制器,其用于处理图像数据并且在不需要低黑色水平时操作所述提升光。

[0253] 64.根据方面63所述的光投影仪,其中,所述控制器被配置成处理所述图像数据以确定通过所述图像数据表示的图像的对比度并且在所述对比度低于阈值时操作所述提升光以添加光。

[0254] 65.根据方面64所述的光投影仪,其中,所述控制器被配置成通过处理图像直方图来确定所述对比度。

[0255] 66.根据方面63至65中的任一方面所述的光投影仪,其中,所述提升光被布置成均匀地照射所述第二成像级。

[0256] 67.根据方面63至65中的任一方面所述的光投影仪,其中,所述第一成像级能够被控制以调制入射在所述第一成像级上的光的相位和幅度中的一个或更多个。

[0257] 68.根据方面63至67中的任一方面所述的光投影仪,其中,所述控制器被配置成基于所述图像数据来改变由所述提升光添加的光的量。

[0258] 69.一种投射通过图像数据限定的光图案的方法,所述方法包括:

[0259] 通过使用第一成像元件调制来自第一光源的光来生成第一调制光;

[0260] 提供提升光;

[0261] 进一步调制所述第一调制光并且调制所述提升光;以及

[0262] 组合调制的提升光和进一步调制的第一调制光。

[0263] 70.根据方面69所述的方法,其中,组合调制的提升光和进一步调制的第一调制光包括:将所述调制的提升光和所述进一步调制的第一调制光投射在表面上。

[0264] 71.根据方面69或70所述的方法,其中,所述调制的提升光与所述进一步调制的第一调制光相比具有更高的黑色水平。

[0265] 72.根据方面69至71中的任一方面所述的方法,其中,所述调制的提升光与所述进一步调制的第一调制光相比具有更高的峰值亮度。

[0266] 73.根据方面69至72中的任一方面所述的方法,其中,所述调制的提升光与所述进一步调制的第一调制光相比具有较低的动态范围。

[0267] 74.根据方面69至73中的任一方面所述的方法,其中,利用第二成像元件执行进一步调制所述第一调制光和调制所述提升光二者。

[0268] 75.根据方面69至74中的任一方面所述的方法,其中,进一步调制所述第一调制光和调制所述提升光二者应用相同的调制。

[0269] 76.根据方面75所述的方法,包括:利用所述提升光均匀地照射所述第二成像元件的表面。

[0270] 77.根据方面69至76中的任一方面所述的方法,其中,提供所述提升光包括:控制提升光源的光输出。

[0271] 78.根据方面77所述的方法,其中,控制所述提升光源的光输出至少部分地基于所述图像数据的对比度。

[0272] 79.根据方面78所述的方法,包括:通过处理所述图像数据的图像直方图来确定所述图像数据的对比度。

[0273] 80.根据方面69至79中的任一方面所述的方法,包括:结合提供所述提升光,使所述第一调制光变暗。

[0274] 81.根据方面69至80中的任一方面所述的方法,包括:处理所述图像数据以识别超过阈值大小的任何暗斑,并且响应于识别到超过所述阈值大小的暗斑而关闭所述提升光。

[0275] 82.根据方面75所述的方法,包括:利用所述提升光非均匀地照射所述第二成像元件的表面。

[0276] 83.根据方面69至82中的任一方面所述的方法,其中,提供所述提升光包括:操作与所述第一光源分离的提升光源。

[0277] 84.根据方面69至82中的任一方面所述的方法,其中,提供所述提升光包括:将来自所述第一光源的光引导到第二光调制器上。

[0278] 85.根据方面84所述的方法,其中,将来自所述第一光源的光引导到所述第二光调制器上包括:控制可变分束器。

[0279] 86.根据方面69至85中的任一方面所述的方法,包括:处理所述图像数据以确定存在的最低亮度水平并且提供处于与所述最低亮度水平相对应的水平的所述提升光。

[0280] 87.根据方面69至85中的任一方面所述的方法,包括:处理所述图像数据以模拟光幕照明,确定所述图像中存在的最低可感知亮度水平以及提供处于与所述最低可感知亮度水平相对应的水平的所述提升光。

[0281] 88.一种投影仪系统,包括多个投影仪,所述多个投影仪至少包括第一投影仪和第二投影仪,所述第一投影仪和所述第二投影仪被布置成使得由所述第一投影仪和所述第二投影仪投射的光被组合成用于观看的投射图像,其中,所述第一投影仪和所述第二投影仪具有选自动态范围、黑色水平和峰值亮度的不同成像特性。

[0282] 89.根据方面88所述的投影仪系统,包括控制系统,所述控制系统被连接以接收限定要由所述投影仪系统投射的图像内容的图像数据并且控制所述投影仪系统投射所述图像内容,

[0283] 其中,所述控制系统被配置成处理所述图像数据并且生成用于由所述第一投影仪和所述第二投影仪中的至少一个进行投射的修改的图像数据。

[0284] 90.根据方面89所述的投影仪系统,其中,所述控制系统被配置成处理所述图像数据以确定动态范围、黑色水平和平均亮度水平并且基于所述动态范围、所述黑色水平和所述最大亮度水平来生成所述修改的图像数据。

[0285] 91.根据方面90所述的投影仪系统,其中,所述第一投影仪与所述第二投影仪相比具有更高的动态范围、更高的峰值亮度和更低的黑色水平。

[0286] 92.根据方面91所述的投影仪系统,其中,在所述图像数据在更高亮度区域中具有的亮度大于所述第二投影仪的最大亮度的情况下,所述控制系统控制亮度阈值,使得所述第一投影仪将光投射在至少所述更高亮度区域中。

[0287] 93.根据方面92所述的投影仪系统,其中,在黑色水平高于黑色水平阈值的情况下

下,所述控制系统被配置成控制所述第二投影仪在所述第二投影仪的能力范围内尽可能多地投射所述图像的光。

[0288] 94.根据方面91至93中的任一方面所述的投影仪系统,其中,所述控制系统被配置成通过一个方法来生成用于所述第一投影仪的所述修改的图像数据,所述方法包括产生亮度高于所述第二投影仪的全屏幕白度值的像素的二元掩膜。

[0289] 95.根据方面94所述的投影仪系统,其中,所述控制系统被配置成扩展所述二元掩膜以及使其模糊。

[0290] 96.根据方面91至95中的任意方面所述的投影仪系统,其中,所述控制系统被配置成通过一个方法来生成用于所述第二投影仪的所述修改的图像数据,所述方法包括对所述图像数据中的具有高于所述第二投影仪的全屏幕白度值的亮度值的像素的亮度进行限幅。

[0291] 97.根据方面89至96中的任一方面所述的投影仪系统,其中,所述控制系统被配置成在所述动态范围、所述黑色水平和所述平均亮度在所述第二投影仪的能力范围内的情况下未经修改地向所述第二投影仪提供所述图像数据。

[0292] 98.根据方面89至97中的任一方面所述的投影仪系统,其中,所述第二投影仪包括可控制的光圈,并且所述控制系统被配置成至少在所述图像数据的黑色水平低于所述第二投影仪的黑色水平的一些情况下控制所述光圈降低所述第二投影仪的黑色水平。

[0293] 99.根据方面89至98中的任一方面所述的投影仪系统,其中,所述控制系统包括用于所述投影仪系统的图像形成模型,并且所述控制系统被配置成通过执行优化来获得用于所述第一投影仪和所述第二投影仪的控制参数的值。

[0294] 100.根据方面99所述的投影仪系统,其中,执行所述优化包括:使成本函数的和最小化。

[0295] 101.根据方面100所述的投影仪系统,其中,所述成本函数包括:与图像逼真度、图像质量和系统约束有关的成本函数。

[0296] 102.根据方面101所述的投影仪系统,其中,与图像逼真度有关的所述成本函数包括均方误差值或平均绝对误差值。

[0297] 103.根据方面101或102所述的投影仪系统,其中,与图像质量有关的所述成本函数包括关于所述图像形成模型未模拟的伪影指示控制参数的当前设置的优选程度的一个或更多个启发式算法。

[0298] 104.根据方面103所述的投影仪系统,其中,所述启发式算法包括:针对莫尔纹、彩色边纹和衍射伪影中一个或更多个的启发式算法。

[0299] 105.根据方面101至104中的任一方面所述的投影仪系统,其中,所述约束将所述控制参数的值限制为能够物理地实现的参数。

[0300] 106.根据方面99至105中的任一方面所述的投影仪系统,其中,所述控制系统被配置成尝试实现所述第一投影仪和所述第二投影仪的总光输出的期望比率。

[0301] 107.根据方面99至105中的任一方面所述的投影仪系统,其中,所述控制系统被偏置成控制所述第一投影仪和所述第二投影仪中的一个来向所述投射图像贡献其能够贡献的尽可能多的光。

[0302] 108.根据方面99至107中的任一方面所述的投影仪系统,其中,所述图像形成模型包括启发式散射模型。

[0303] 109. 根据方面89至108中的任一方面所述的投影仪系统, 其中, 所述第一投影仪和所述第二投影仪具有不同的原色并且控制器被配置成平衡所述第一投影仪和所述第二投影仪的光输出以在所述投射图像中实现在所述第一投影仪和所述第二投影仪中的至少一个的色域之外的颜色。

[0304] 110. 根据方面89至109中的任一方面所述的投影仪系统, 其中, 所述控制器被配置成平衡所述第一投影仪和所述第二投影仪的光输出以实现所述投射图像的图像内容中的高空间频率特征的优化再现。

[0305] 111. 根据方面89至110中的任一方面所述的投影仪系统, 其中, 所述控制参数包括用于所述第一投影仪和所述第二投影仪的像素值。

[0306] 112. 根据方面89至111中的任一方面所述的投影仪系统, 其中, 所述控制参数包括用于所述第一投影仪和所述第二投影仪的光源值。

[0307] 113. 根据方面89至112中的任一方面所述的投影仪系统, 其中, 所述控制系统被配置成考虑所述投射图像的区域中的环境光。

[0308] 114. 根据以上方面中的任一方面所述的方法或装置, 其适用于投射车辆前灯中的光。

[0309] 115. 根据以上方面中的任一方面所述的方法和装置, 包括将从2D投影仪投射的光与包含由一个或更多个其他投影仪投射的立体图像对的光组合, 其中, 所述立体图像对中的左眼图像和右眼图像在时间和可区分的光特性中的一个或两个方面彼此能够区分, 以及由所述2D投影仪投射的光包括匹配所述左眼图像和所述右眼图像二者的光。

[0310] 116. 一种具有本文所描述的任何新的创造性特征、特征的组合或特征的子组合的装置。

[0311] 117. 具有本文所描述的任何新的创造性步骤、动作、步骤和/或动作的组合或者步骤和/或动作的子组合的方法。

[0312] 术语的解释

[0313] 除非上下文清楚地要求, 否则贯穿说明书和权利要求:

[0314] • 与排他性或穷举性含义相反, “包括”、“包含”等应以包括性含义来解读; 也就是说, 以“包括但不限于”的含义;

[0315] • “连接”、“耦合”或其任何变体意味着两个或更多个元件之间的直接或间接的任何连接或耦合; 元件之间的耦合或连接可以是物理的、逻辑的或者其组合;

[0316] • “本文中”、“上文”、“下文”以及类似含义的词在用于描述本说明书时, 应指作为整体的本说明书, 而不是本说明书的任何特定的部分;

[0317] • 关于两个或更多项的列表, “或”覆盖词的以下解释中的所有: 列表中的项中的任一项、列表中的所有项以及列表中项的任何组合;

[0318] • 单数形式“一”、“一个”以及“该”也包括任何适当复数形式的含义。

[0319] 诸如“竖直”、“横向”、“水平”“向上”、“向下”、“向前”、“向后”、“向内”、“向外”、“竖直”、“横向”、“左”、“右”、“前”、“后”、“顶部”、“底部”、“以下”、“以上”、“下”等的在本说明书和任何所附权利要求中使用的(在存在的情况下)指示方向的词, 取决于所描述和图示出的装置的具体取向。本文中描述的主题可以假定各种可替选的取向。因此, 这些方向术语没有被严格地限定并且不应当被狭义地解释。

[0320] 可以使用以下来实现本发明的实施方式:专门设计的硬件,可配置硬件,通过能够在数据处理器上执行的软件(其可以可选地包括“固件”)的提供而配置的可编程数据处理器,专用计算机或数据处理器,所述专用计算机或数据处理器被特别地编程、配置或构造成执行如在本文中详细说明的方法中的一个或更多个步骤,和/或这些中的两个或更多个的组合。特别设计的硬件的示例是:逻辑电路、专用集成电路(“ASIC”)、大规模集成电路(“LSI”)、超大规模集成电路(“VLSI”)等。可配置硬件的示例是:一个或更多个可编程逻辑器件,诸如可编程阵列逻辑(“PAL”)、可编程逻辑阵列(“PLA”)以及现场可编程门阵列(“FPGA”)。可编程数据处理器的示例是:微处理器、数字信号处理器(“DSP”)、嵌入式处理器、图形处理器、数学协处理器、通用计算机、服务器计算机、云计算机、主机计算机、计算机工作站等。例如,用于装置的控制电路中的一个或更多个数据处理器可通过执行在处理器可访问的程序存储器中的软件指令来实现如本文中描述的方法。

[0321] 尽管以给定顺序呈现处理或块,但是替选示例可以以不同的顺序执行具有步骤的例程或应用具有块的系统,并且一些处理或块可以被删除、移动、添加、细分、组合和/或修改以提供替选方案或子组合。可以用各种不同方式来实现这些处理或块中的每个。此外,尽管处理或块有时被示出为被连续地执行,但是替代地这些处理或块可以被并行地执行,或者可以在不同的时间被执行。

[0322] 还可以以程序产品形式提供本发明。程序产品可以包括携带一组计算机可读指令的任何非暂态介质,当由数据处理器执行该组计算机可读指令时,计算机可读指令使数据处理器执行本发明的方法。根据本发明的程序产品可以是各种形式中的任一种形式。程序产品可以包括例如非暂态介质,诸如磁数据存储介质、光数据存储介质、电子数据存储介质、纳米技术存储器等,其中,磁数据存储介质包括软盘、硬盘驱动器,光数据存储介质包括CD ROM、DVD,电子数据存储介质包括ROM、闪速RAM、EPROM、硬线或预编程芯片(例如,EEPROM半导体芯片)。可以可选地压缩或加密程序产品上的计算机可读信号。

[0323] 在一些实施方式中,可以用软件实现本发明。为了更清楚,“软件”包括在处理器上执行的任何指令,并且可以包括(但不限于)固件、驻留软件、微代码等。如本领域技术人员已知的,处理硬件和软件二者可以整体地或部分地是集中式的或分布式的(或集中式和分布式的组合)。例如,可以经由本地存储器、经由网络、经由浏览器或在分布式计算环境下的其他应用或经由适于上述目的的其他装置来访问软件和其他模块。

[0324] 当部件(例如,软件模块、处理器、组件、显示器、光圈、装置、电路等)在上文被提及时,除非另外地指明,否则提及该部件(包括提及“装置”)应被解释为包括作为该部件的等同物的执行所描述的部件的功能的任何部件(即,功能上等同),包括执行在本发明的示出的示例性实施方式中的功能的在结构上与所公开的结构不等同的部件。

[0325] 为了说明的目的本文中已经描述了系统、方法和装置的特定示例。这些仅是示例。本文中提供的技术可以应用到除上述示例系统之外的系统。本发明的实践内许多改变、修改、添加、省略以及置换是可能的。本发明包括对于本领域技术人员将是明显的对所描述的实施方式的变化,包括通过下述方式获得的变化:用等同特征、元件和/或动作替换特征、元件和/或动作;对来自不同实施方式的特征、元件和/或动作进行混合和匹配;将来自本文中描述的实施方式的特征、元件和/或动作与其他技术的特征、元件和/或动作进行组合;和/或省略来自所描述的实施方式的组合的特征、元件和/或动作。

[0326] 因此,意图是:所附权利要求和下文中引入的权利要求被解释为包括可以合理地推断的所有这样的修改、置换、添加、省略以及子组合。权利要求的范围不应受示例中阐述的优选实施方式限制,而是应当被给予与作为整体的说明书一致的最宽的解释。

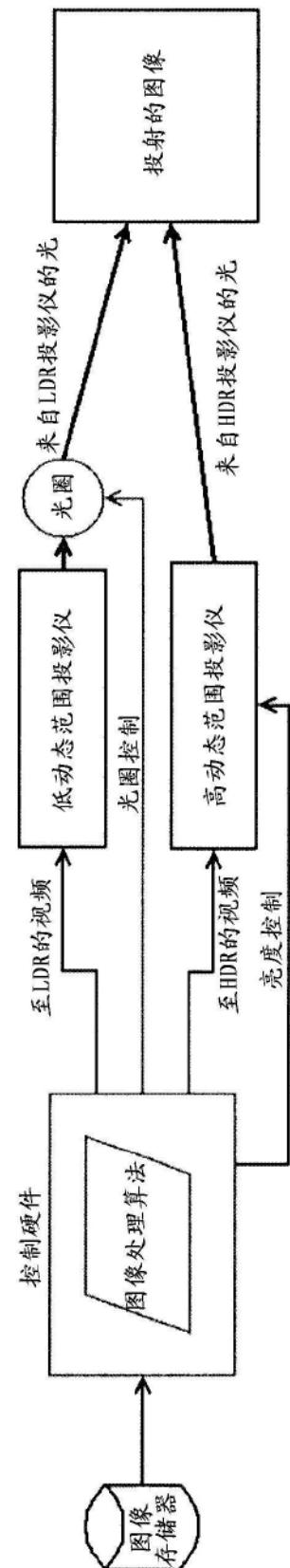


图1



图2A



图2B



图2C



图3A



图3B

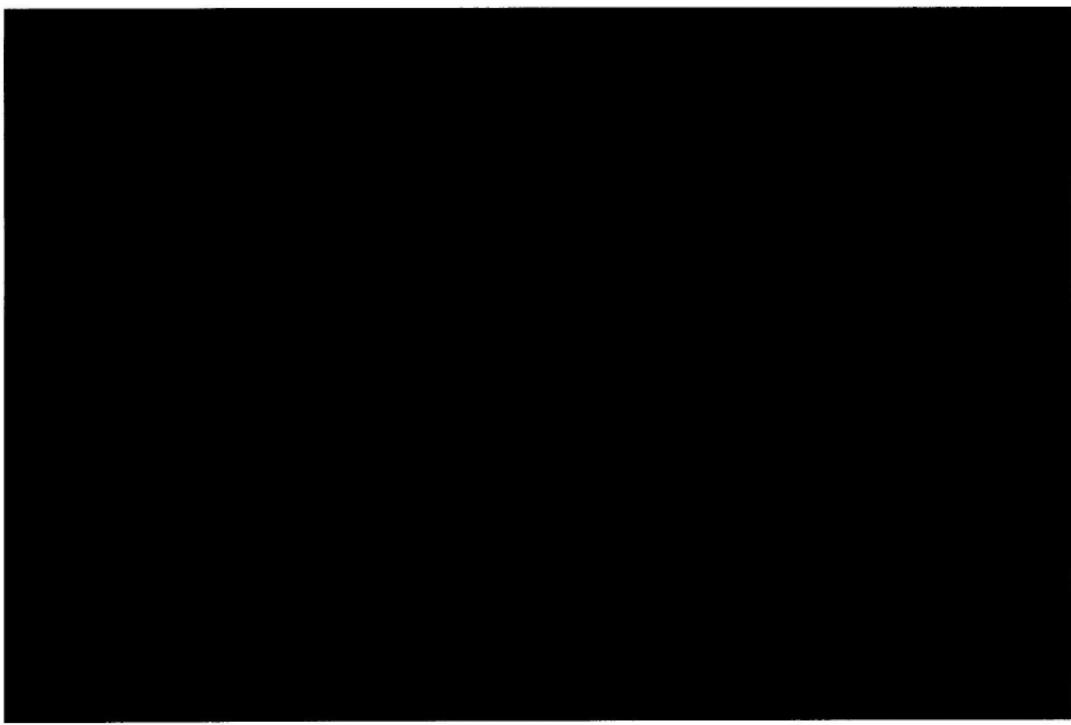


图3C



图4A



图4B



图4C



图5A

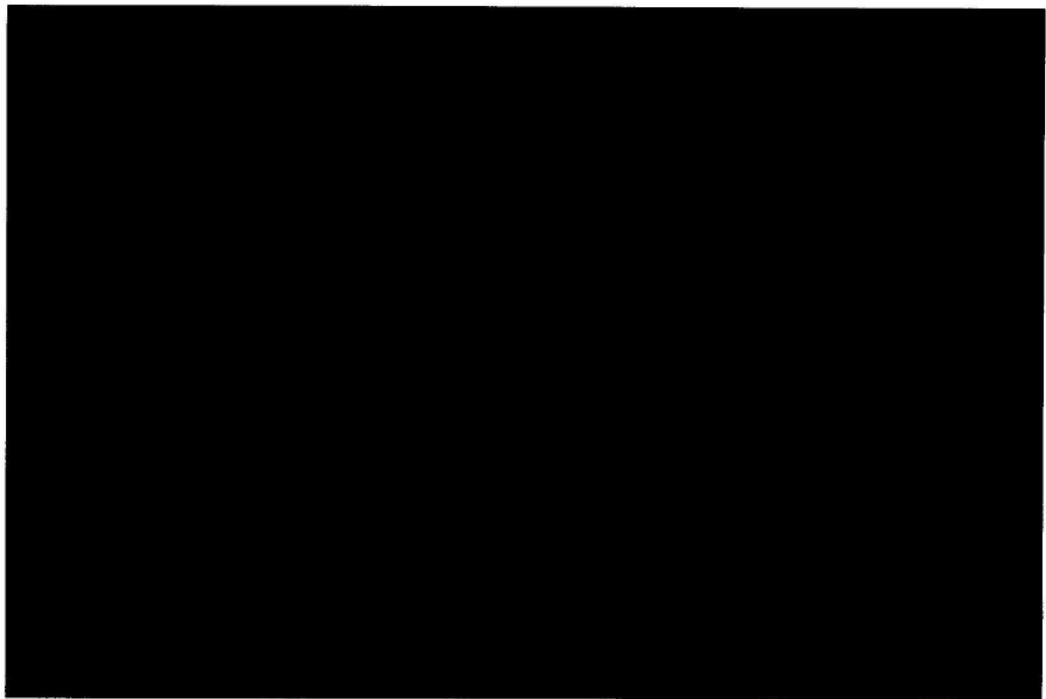


图5B



图5C



图6A

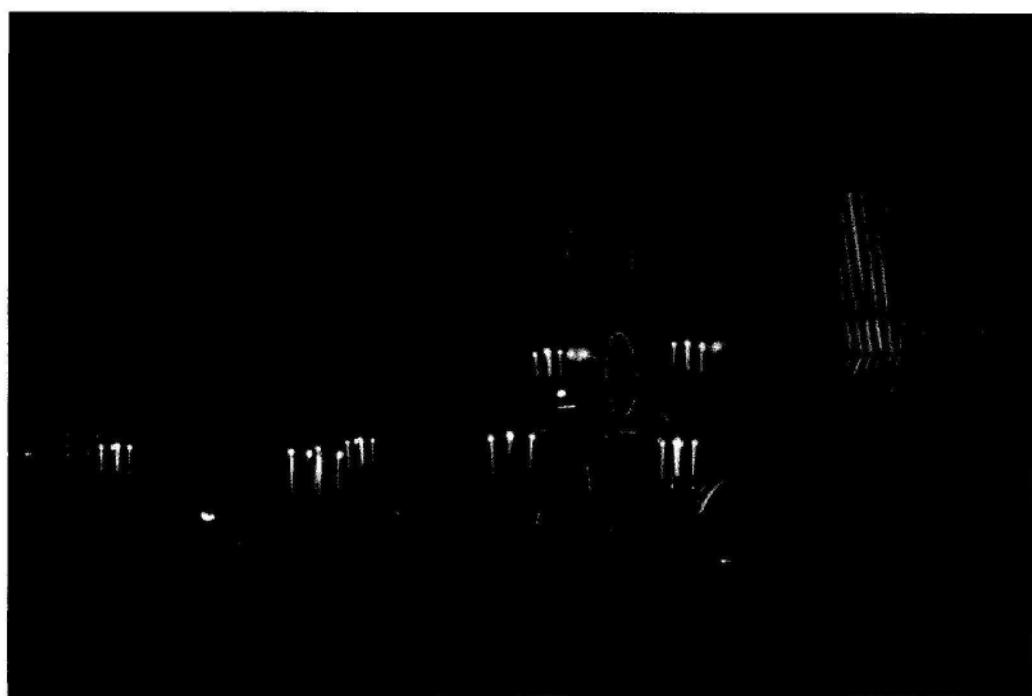


图6B

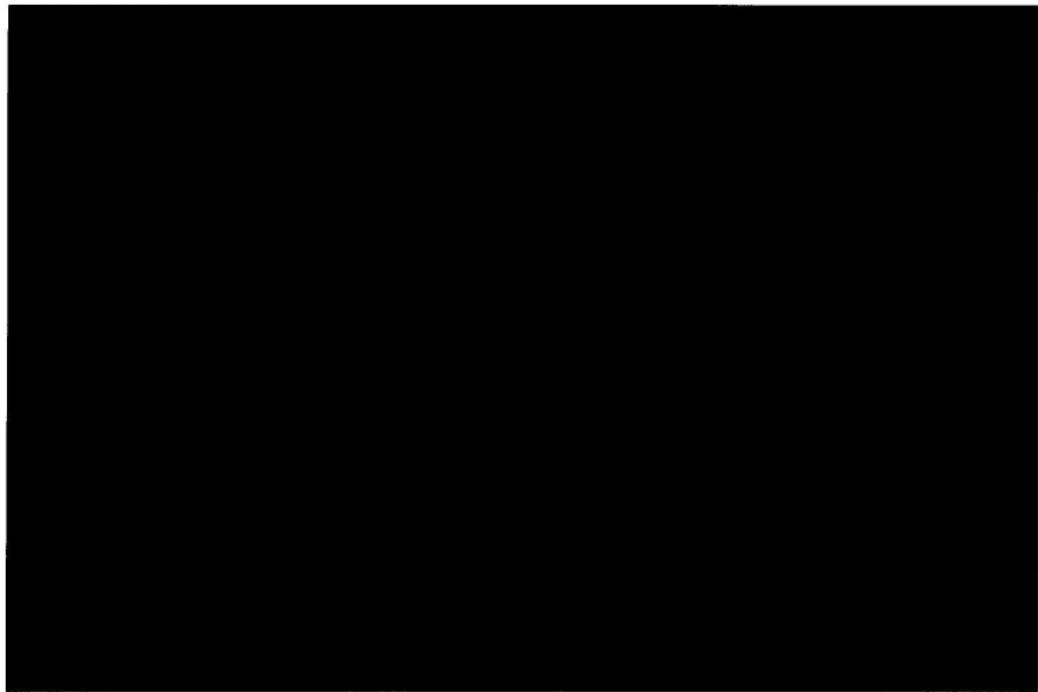


图6C

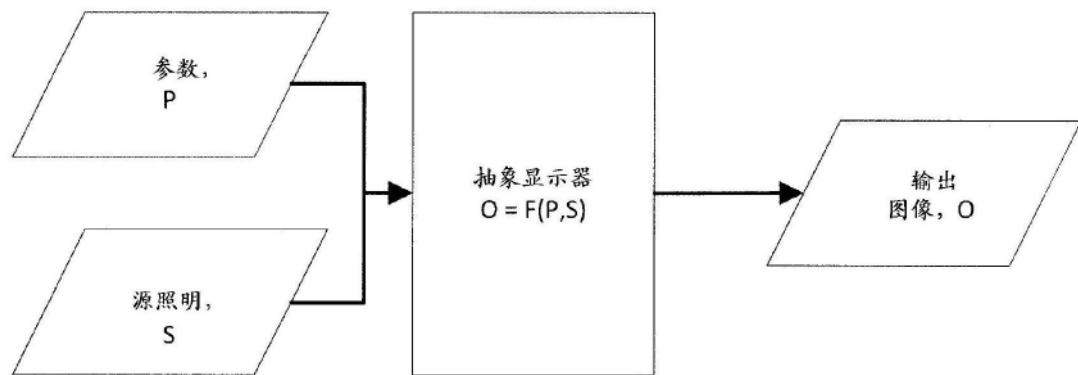


图7

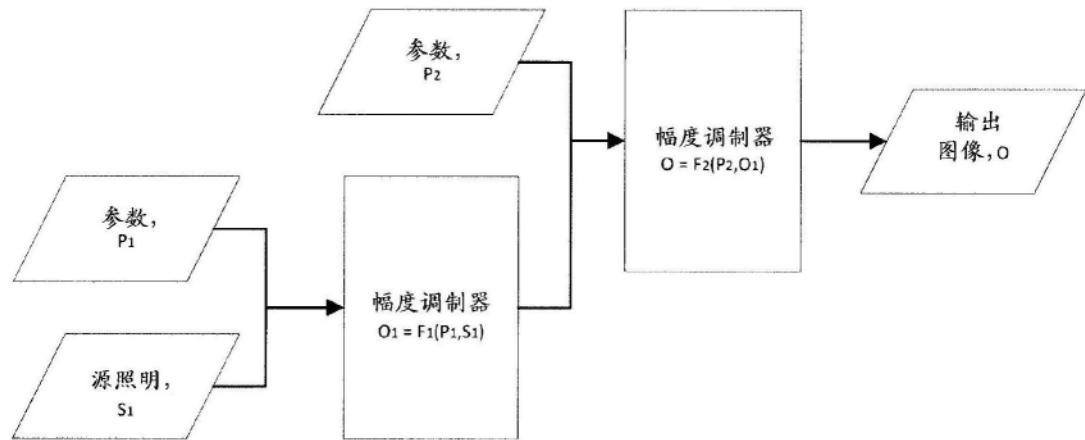


图8

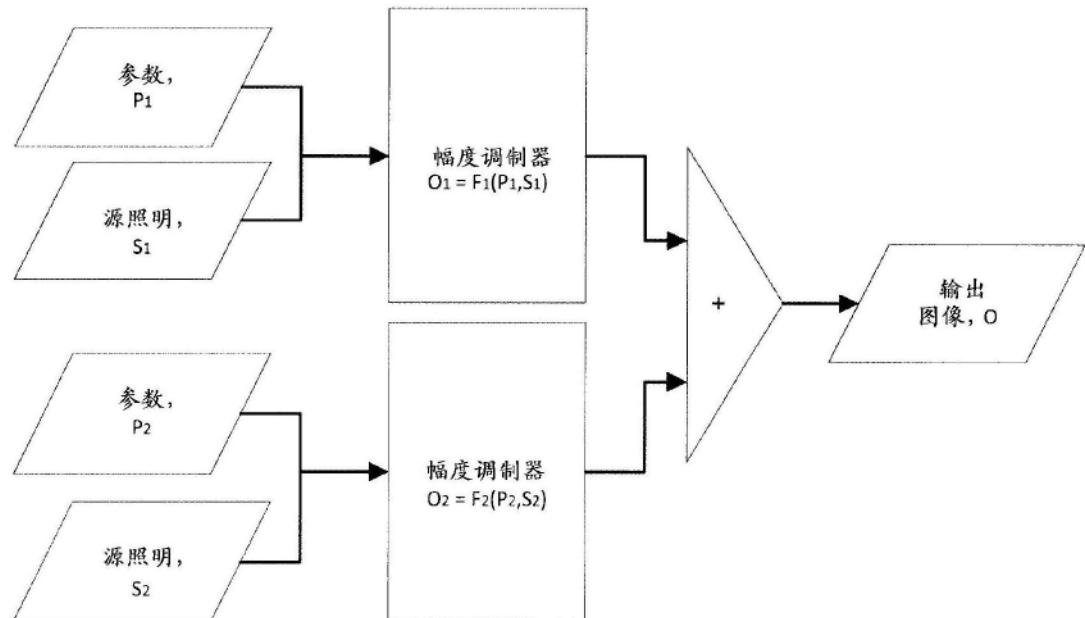


图9

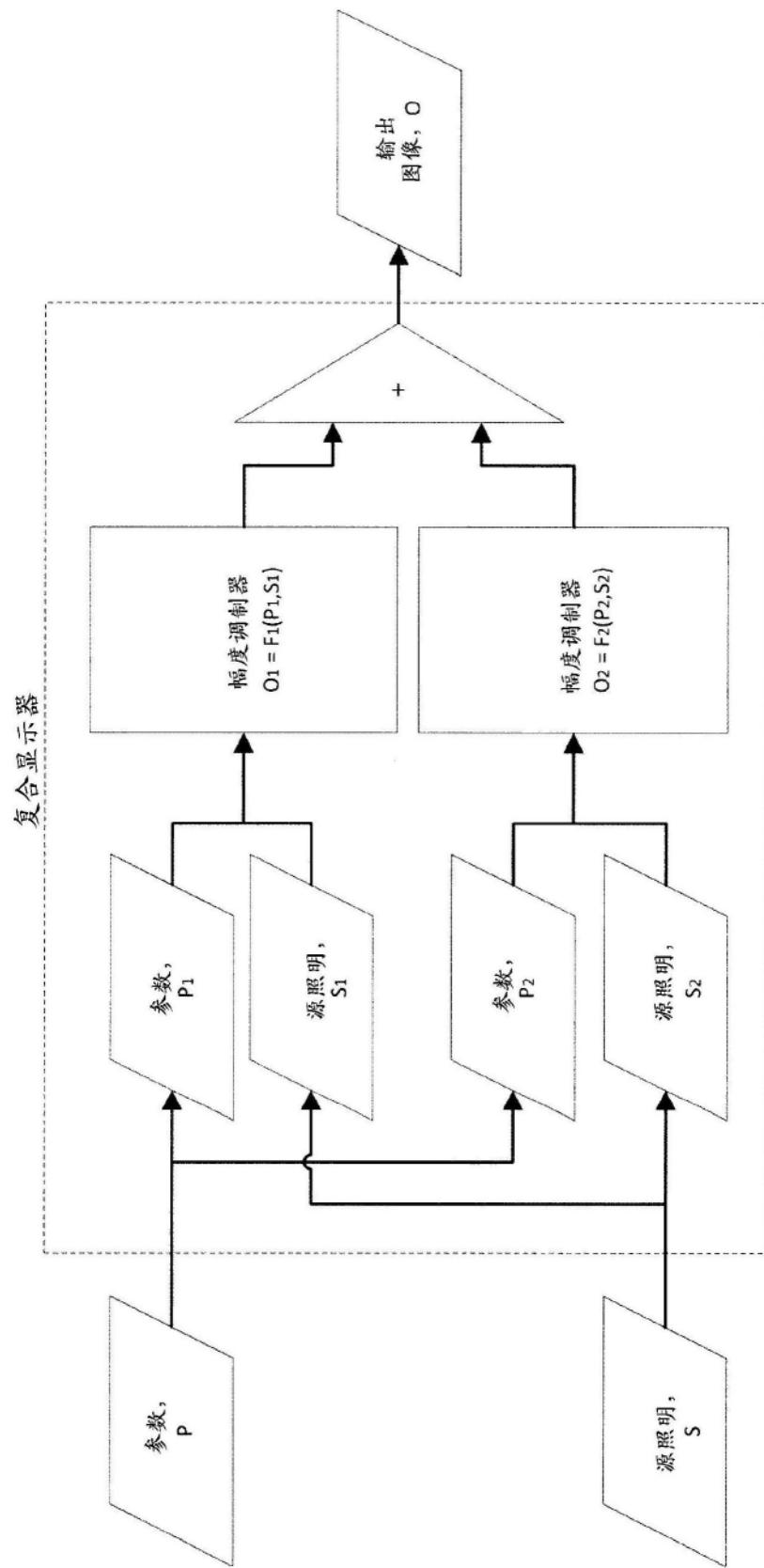


图10

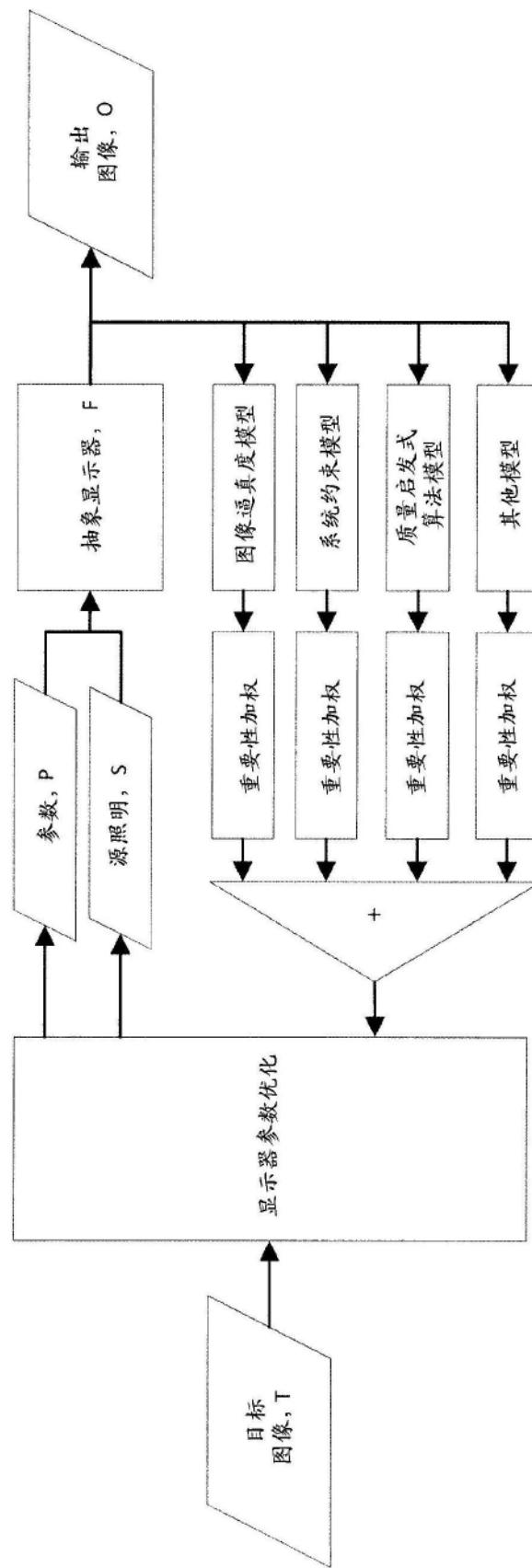


图11

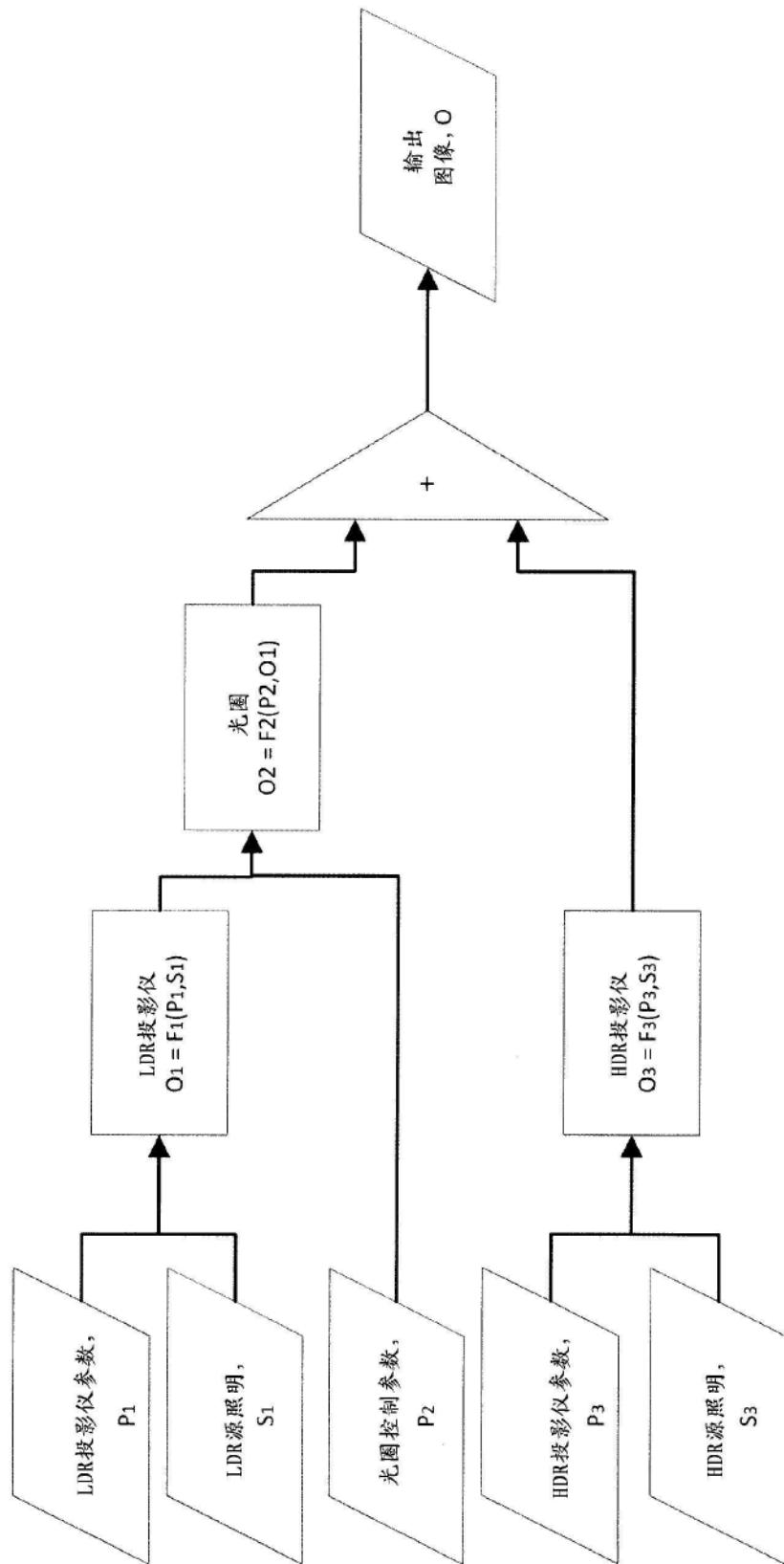


图12

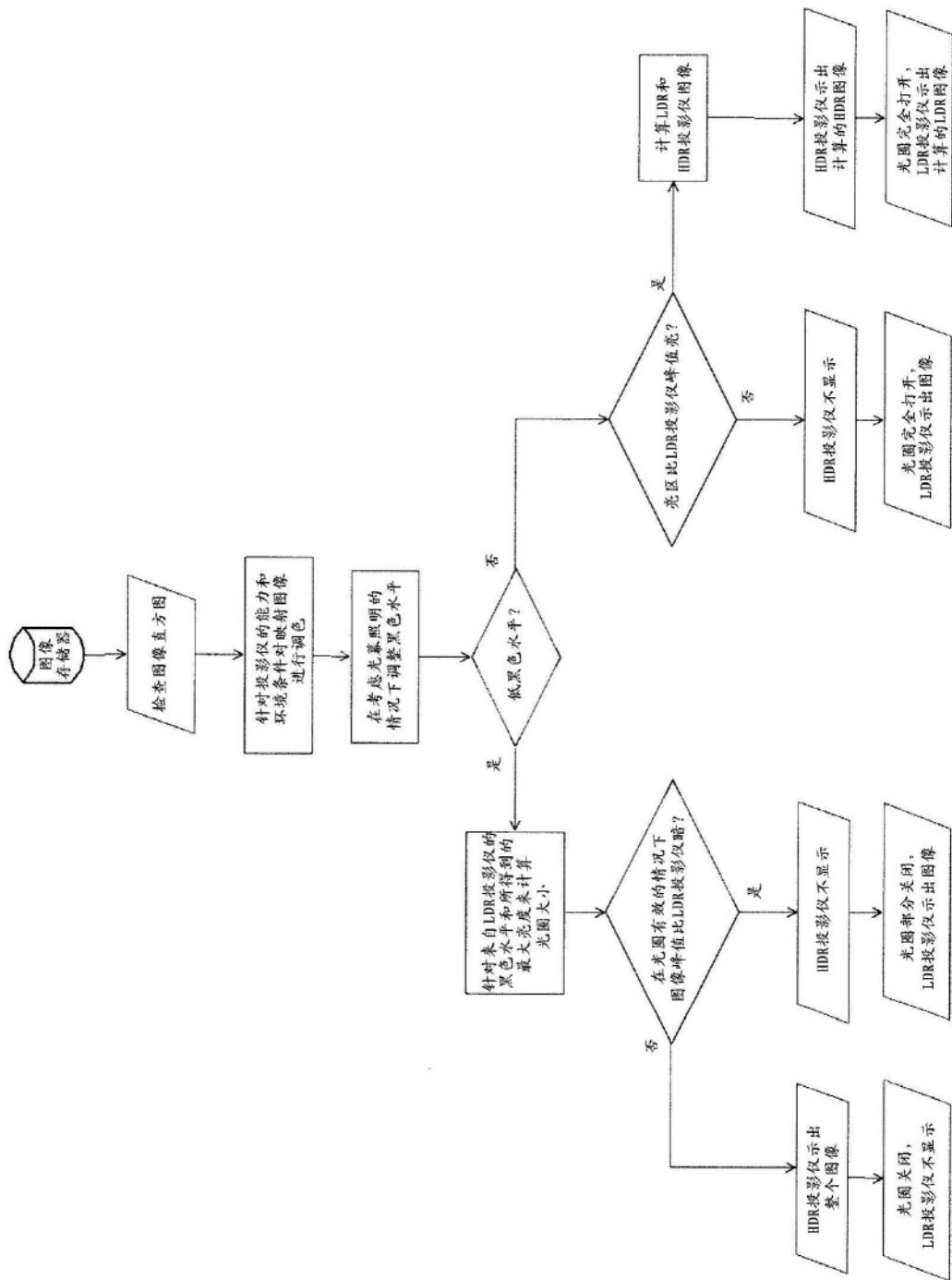


图13

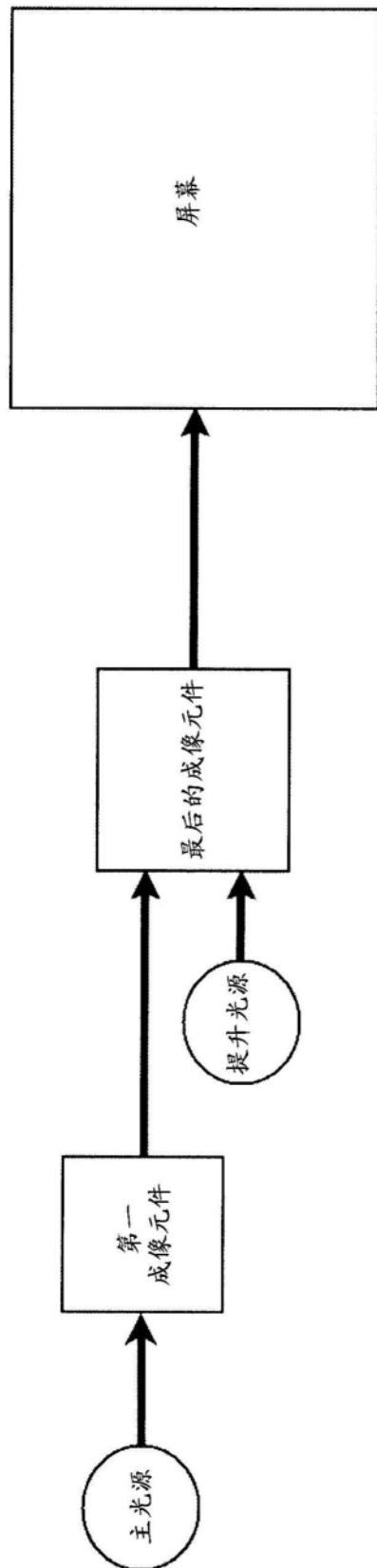


图14

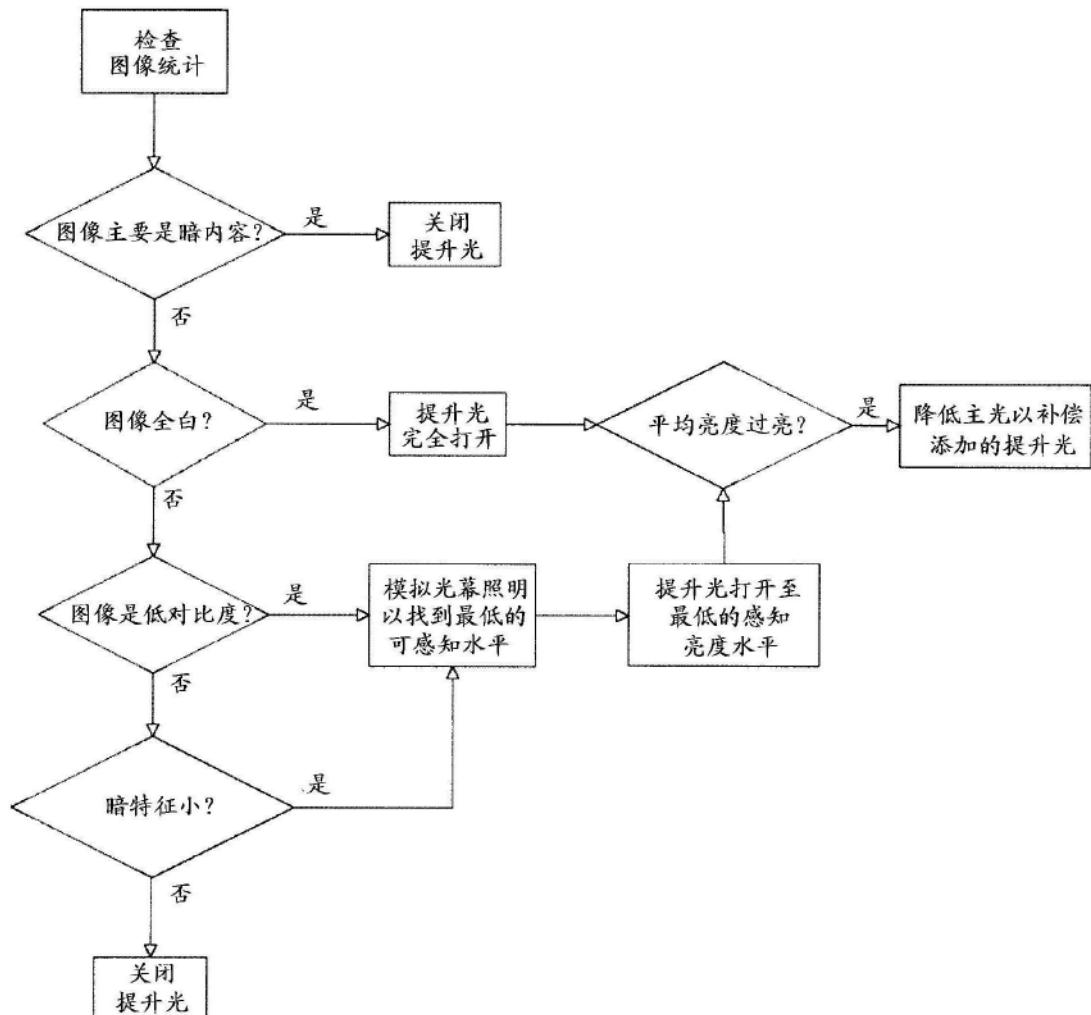


图15

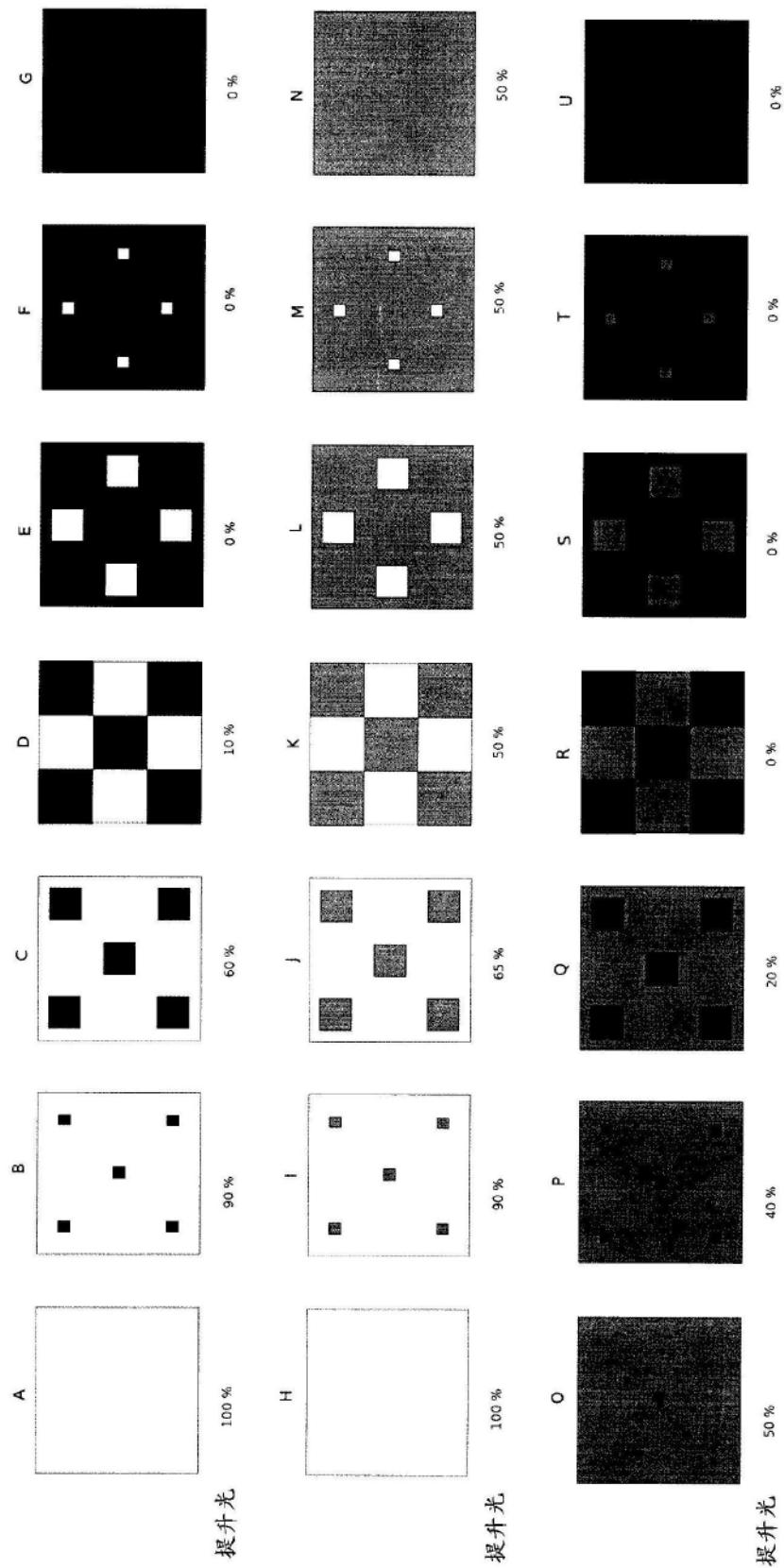


图16