



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112799272 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 15

(21) 申请号 201911105729.4

(22) 申请日 2019.11.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112799272 A

(43) 申请公布日 2021.05.14

(73) 专利权人 深圳光峰科技股份有限公司
地址 518055 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

(72) 发明人 陈晨 胡飞 余新 李屹

(74) 专利代理机构 深圳市赛恩倍吉知识产权代
理有限公司 44334
专利代理师 饶智彬 刘永辉

(56) 对比文件

- CN 1417619 A, 2003.05.14
- US 2011175926 A1, 2011.07.21
- US 2003035123 A1, 2003.02.20
- US 2006132471 A1, 2006.06.22
- CN 101551324 A, 2009.10.07
- CN 1717715 A, 2006.01.04
- JP 2009139876 A, 2009.06.25
- US 2007247595 A1, 2007.10.25
- EP 1174752 A1, 2002.01.23
- US 2005185143 A1, 2005.08.25
- US 2004184005 A1, 2004.09.23
- US 2015145766 A1, 2015.05.28

审查员 杨晓华

(51) Int. Cl.

G03B 21/20 (2006.01)

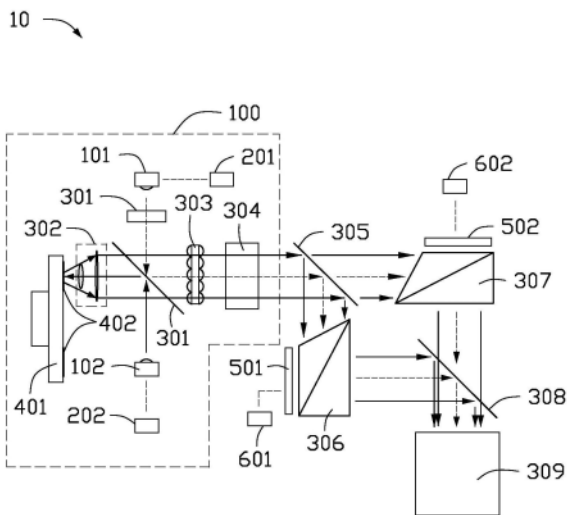
权利要求书3页 说明书12页 附图4页

(54) 发明名称

显示设备及其控制方法

(57) 摘要

本发明提供了一种显示设备控制方法,通过将基色光分配至第一光路和第二光路来实现该基色光显示位深的增加,有利于改善该基色光显示的色彩感与层次感;本发明提供的另一种控制方法通过减少双光调制器产生的热负载的差异,避免由于第一光调制器和第二光调制器的温升不均衡导致第一光调制器和第二光调制器之间出现图像偏移差,有利于避免两个光调制器的相对位移而导致显示质量变差的现象。本发明实施例还提供一种显示设备。



1. 一种显示设备,其特征在于,包括:

光源系统,用于发出至少一种基色光;

分光元件,用于将所述基色光中的至少一种基色光进行分光得到第一光和第二光,其中所述第一光与所述基色光光量之比为第一出光率,所述第二光与所述基色光光量之比为第二出光率;

第一光调制器,位于所述第一光的光路上,用于对所述第一光进行调制,其中根据所述第一光和所述第一光调制器的最小调制时长调制出射第一光量单元;

第二光调制器,位于所述第二光的光路上,用于对所述第二光进行调制,所述第一光和所述第二光经调制后沿同一光路出射,其中根据所述第二光和所述第二光调制器的最小调制时长调制出射第二光量单元;

其中,所述第一光和所述第二光于同一时序分别入射至所述第一光调制器和所述第二光调制器;

通过对所述第一光调制器和第二光调制器合光光路出射的光量组成的第一光量集合进行预设处理,得到第二光量集合,所述第二光量集合对应显示设备高显示位深下的光量集合,以提高显示设备的显示位深。

2. 如权利要求1所述的显示设备,其特征在于,所述光源系统发出第一基色光和第二基色光组成的混合光及第三基色光,所述第三基色光经所述分光元件分光后得到所述第一光和所述第二光。

3. 如权利要求2所述的显示设备,其特征在于,在第一时间序内,所述第一基色光进入所述第一光调制器进行调制,所述第二基色光进入所述第二光调制器进行调制,在第二时序内,所述第一光进入所述第一光调制器进行调制,所述第二光进入所述第二光调制器进行调制。

4. 如权利要求3所述的显示设备,其特征在于,所述第一基色光和所述第一光在所述第一光调制器上产生的热负载之和与所述第二基色光和所述第二光在所述第二光调制器上产生的热负载之和的差值小于预设阈值。

5. 如权利要求1所述的显示设备,其特征在于,所述第一光设置有光衰减元件,用于减小所述第一光调制器调制出射的第一光量单元;

或所述第二光的光路上设置有光衰减元件,用于减小所述第二光调制器调制出射的第二光量单元。

6. 如权利要求1-4任意一项所述的显示设备,其特征在于,所述第二出光率和所述第一出光率的比值为 $2^s - 1$,其中s为正整数。

7. 如权利要求1-4任意一项所述的显示设备,其特征在于,所述第二出光率和所述第一出光率的比值大于 $2^s - 1$ 且小于 $2^{s+1} - 1$,其中s为正整数。

8. 一种显示设备的控制方法,其特征在于,包括用于发出至少一种基色光的光源系统,用于将所述基色光中的至少一种基色光分光得到第一光和第二光的分光元件,其中所述第一光与所述基色光光量之比为第一出光率,所述第二光与所述基色光光量之比为第二出光率,所述显示设备的控制方法包括如下步骤:

根据第一出光率和第二出光率,分别得到当前位深下合光光路能够出射的光量的数值组成的第一光量集合,以及目标位深下合光光路能够出射的光量的数值组成的第二光量集

合；

根据所述第一光量集合和所述第二光量集合，得到在当前位深下要实现目标位深需要扩展的光量的数值；以及

设定每个需要扩展的光量的数值与当前位深对应的第一光量集合中的最大光量的数值之间的映射关系，以提高显示设备的显示位深；

其中，所述光源系统还包括第一光调制器和第二光调制器，所述第一光调制器用于对所述第一光进行调制，所述第二光调制器用于对所述第二光进行调制；所述根据所述第一出光率和所述第二出光率，分别得到当前位深下合光光路能够出射的光量的数值组成的第一光量集合，以及目标位深下合光光路能够出射的光量的数值组成的第二光量集合，包括如下步骤：

根据所述第一出光率和所述第二出光率，得到所述第一光调制器和所述第二光调制器在最小调制时长内可调制的最小光量单元并分别定义为第一光量单元和第二光量单元；该步骤包括如下步骤：

假设所述第一光和所述第二光皆由所述第一光调制器或所述第二光调制器调制，得到当前位深下所述第一光调制器或所述第二光调制器在最小调制时长内可调制的最小光量单元并定义为标准光量单元；以及

根据所述标准光量单元、所述第一出光率和所述第二出光率，得到所述第一光调制器和所述第二光调制器在最小调制时长内可调制的最小光量单元。

9. 如权利要求8所述的显示设备的控制方法，其特征在于，所述根据所述第一出光率和所述第二出光率，分别得到当前位深下合光光路能够出射的光量的数值组成的第一光量集合，以及目标位深下合光光路能够出射的光量的数值组成的第二光量集合，还包括如下步骤：

根据所述第一光调制器和所述第二光调制器可调制的最小光量单元，分别得到当前位深下合光光路可出射的光量的数值组成的第一光量集合，以及目标位深下合光光路可出射的光量的数值组成的第二光量集合。

10. 如权利要求8所述的显示设备的控制方法，其特征在于，所述标准光量单元为 E_0 ，

所述第一出光率为 R ，其中 $R \leq 1$ ，所述第一光调制器和在最小调制时长内可调制的最小光量单元为 RE_0 ；

所述第二出光率为 T ，其中 $T \leq 1$ ，所述第二光调制器在最小调制时长内可调制的最小光量单元为 TE_0 ；

以及当前位深下合光光路可出射的光量的数值组成的第一光量集合 $E_{\text{total}} = \sum_{i=1}^{2^n-1} r_i RE_0 + \sum_{j=1}^{2^n-1} t_j TE_0$ ，其中 $0 \leq r_i \leq 1$ ， r_i 表示第一光调制器在每一帧图像中第 i 次调制对应的状态，其中 $0 \leq t_j \leq 1$ ， t_j 表示第二光调制器在每一帧图像中第 j 次调制对应的状态。

11. 如权利要求10所述的显示设备的控制方法，其特征在于，若所述第二出光率 T 与所述第一出光率 R 的比值为 $2^s - 1$ ，其中 s 为正整数，则所述合光光路出射的光量包含以 $E_0/2^s$ 为单位递增，共有 $2^{n+s} - 2^s + 1$ 个光量状态的第一光量集合，其中在目标位深下的光量包含以 $E_0/2^s$ 为单位递增，共有 2^{n+s} 个状态的第二光量集合。

12. 如权利要求8-11任意一项所述的显示设备的控制方法,其特征在于,根据所述第一光量和第二光量的集合,得到所述第一光量集合相较于所述第二光量集合缺少的光量子集状态,通过设定的光量映射关系增加所述第一光量集合中缺少的光量子集状态对应的光量值。

13. 如权利要求12所述的显示设备的控制方法,其特征在于,将所述第一光量集合中缺少的光量子集对应相同的映射关系,使得每个缺少的光量子集的光量值等于所述第一光量集合中的最大光量值。

显示设备及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及显示技术领域,尤其涉及一种显示设备及显示设备的控制方法。

背景技术

[0002] 现有技术中双空间光调制器的投影系统既包括时序分光还包括空间分光。光源系统通常分时地呈现蓝光和黄光,进入光机后黄光空间分光为红光和绿光,红光和绿光分别进入两个空间光调制器被同时处理。按照不同的产品需求,蓝光既可以与红光共用空间光调制器,也可以与绿光共用空间光调制器。

[0003] 通常出于白平衡的考虑会将蓝光段对应的调制时间长度变短,相应地蓝光调制后出射的颜色灰度的位深可能会小于黄光段对应的绿光和红光,导致蓝光调制后的颜色层次不够丰富。

[0004] 另外,黄光段对应的绿光和红光对两个空间光调制器产生的热负载可能不同,导致双空间光调制器系统中的两个空间光调制器的温升不同,该两个空间光调制器受到热膨胀等热影响可能会出现图像偏移差,从而引起双空间光调制器的相对位移而导致显示质量变差。

发明内容

[0005] 本发明第一方面提供一种显示设备,包括:

[0006] 光源系统,用于发出至少一种基色光;

[0007] 分光元件,用于将所述基色光中的至少一种基色光进行分光得到第一光和第二光,其中所述第一光与所述基色光光量之比为第一出光率,所述第二光与所述基色光光量之比为第二出光率;

[0008] 第一光调制器,位于所述第一光的光路上,用于对所述第一光进行调制,其中根据所述第一光和所述第一光调制器的最小调制时长调制出射第一光量单元;

[0009] 第二光调制器,位于所述第二光的光路上,用于对所述第二光进行调制,所述第一光 and 所述第二光经调制后沿同一光路出射,其中根据所述第二光和所述第二光调制器的最小调制时长调制出射第二光量单元;

[0010] 通过对所述第一光调制器和第二光调制器合光光路出射的光量组成的第一光量集合进行预设处理,得到第二光量集合,所述第二光量集合对应显示设备高显示位深下的光量集合,以提高显示设备的显示位深。

[0011] 在一实施例中,所述光源系统发出第一基色光和第二基色光组成的混合光及第三基色光,所述第三基色光经所述分光元件分光后得到所述第一光和所述第二光。

[0012] 在一实施例中,在第一时序内,所述第一基色光进入所述第一光调制器进行调制,所述第二基色光进入所述第二光调制器进行调制,在第二时序内,所述第一光进入所述第一光调制器进行调制,所述第二光进入所述第二光调制器进行调制。

[0013] 在一实施例中,所述第一基色光和部分所述第三基色光在所述第一光调制器上产

生的热负载之和与所述第二基色光和部分第三基色光在所述第二光调制器上产生的热负载之和的差值小于预设阈值。

[0014] 在一实施例中,所述第一光设置有光衰减元件,用于减小所述第一光调制器调制出射的第一光量单元;或所述第二光的光路上设置有光衰减元件,用于减小所述第二光调制器调制出射的第二光量单元。

[0015] 在一实施例中,所述第二出光率和所述第一出光率的比值为 2^s-1 ,其中s为正整数。

[0016] 在一实施例中,所述第二出光率和所述第一出光率的比值大于 2^s-1 且小于 $2^{s+1}-1$,其中s为正整数。

[0017] 本发明还提供一种显示设备的控制方法,包括

[0018] 用于发出至少一种基色光的光源系统,用于将所述基色光中的至少一种基色光分光得到第一光和第二光的分光元件,其中其中所述第一光与所述基色光光量之比为第一出光率,所述第二光与所述基色光光量之比为第二出光率,所述显示设备的控制方法包括如下步骤:

[0019] 根据第一出光率和第二出光率,分别得到当前位深下合光光路能够出射的光量的数值组成的第一光量集合,以及目标位深下合光光路能够出射的光量的数值组成的第二光量集合;

[0020] 根据所述第一光量集合和所述第二光量集合,得到在当前位深下要实现目标位深需要扩展的光量的数值;以及

[0021] 设定每个需要扩展的光量的数值与当前位深对应的第一光量集合中的最大光量的数值之间的映射关系,以提高显示设备的显示位深。

[0022] 在一实施例中,所述根据所述第一出光率和所述第二出光率,分别得到当前位深下合光光路能够出射的光量的数值组成的第一光量集合,以及目标位深下合光光路能够出射的光量的数值组成的第二光量集合,包括如下步骤:

[0023] 根据所述第一出光率和所述第二出光率,得到所述第一光调制器和所述第二光调制器在最小调制时长内可调制的最小光量单元并分别定义为第一光量单元和第二光量单元;以及

[0024] 根据所述第一光调制器和所述第二光调制器可调制的最小光量单元,分别得到当前位深下合光光路可出射的光量的数值组成的第一光量集合,以及目标位深下合光光路可出射的光量的数值组成的第二光量集合。

[0025] 在一实施例中,所述根据所述第一出光率和所述第二出光率,得到所述第一光调制器和所述第二光调制器在最小调制时长内可调制的最小光量单元,包括如下步骤:

[0026] 假设所述第一光和第二光皆由所述第一光调制器或所述第二光调制器调制,得到当前位深下所述第一光调制器或所述第二光调制器在最小调制时长内可调制的最小光量单元并定义为标准光量单元;以及

[0027] 根据所述标准光量单元、所述第一出光率和所述第二出光率,得到所述第一光调制器和所述第二光调制器在最小调制时长内可调制的最小光量单元。

[0028] 在一实施例中,所述标准光量单元为 E_0 ,

[0029] 所述第一出光率为R,其中 $R \leq 1$,所述第一光调制器和在最小调制时长内可调制的

最小光量单元为 RE_0 ;

[0030] 所述第二出光率为 T ,其中 $T \leq 1$,所述第二光调制器在最小调制时长内可调制的最小光量单元为 TE_0 ;

[0031] 以及当前位深下合光光路可出射的光量的数值组成的第一光量集合 $E_{total} = \sum_{i=1}^{2^n-1} r_i RE_0 + \sum_{j=1}^{2^n-1} t_j TE_0$,其中 $0 \leq r_i \leq 1$, r_i 表示第一光调制器在每一帧图像中第 i 次调制对应的状态,其中 $0 \leq t_j \leq 1$, t_j 表示第二光调制器在每一帧图像中第 j 次调制对应的状态。

[0032] 在一实施例中,若所述第二出光率 T 与所述第一出光率 R 的比值为 2^s-1 ,其中 s 为正整数,则所述合光光路出射的光量包含以 $\frac{E_0}{2^s}$ 为单位递增,共有 $2^{n+s}-2^s+1$ 个光量状态的第一光量集合,其中在目标位深下的光量包含以 $\frac{E_0}{2^s}$ 为单位递增,共有 2^{n+s} 个状态的第二光量集合。

[0033] 在一实施例中,根据所述第一光量和第二光量的集合,得到所述第一光量集合相较于所述第二光量集合缺少的光量子集状态,通过设定的光量映射关系增加所述第一光量集合中缺少的光量子集状态对应的光量值。

[0034] 在一实施例中,将所述第一光量集合中缺少的光量子集对应相同的映射关系,使得每个缺少的光量子集的光量值等于所述第一光量集合中的最大光量值。

[0035] 本发明提供的显示设备及其控制方法通过将基色光分配至第一光调制器和第二光调制器进行调制来实现该基色光显示位深的增加,有利于改善该基色光显示的色彩感与层次感;同时将基色光分配至不同的空间光调制器方案又可以对空间光调制器热负载的差值进行补偿;避免了由于第一光调制器和第二光调制器的温升不均衡导致第一光调制器和第二光调制器之间出现图像偏移差,有利于避免两个光调制器的相对位移而导致显示质量变差的现象。

附图说明

[0036] 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。

[0037] 图1为本发明第一实施例提供的显示设备的结构示意图。

[0038] 图2为图1的显示设备中的光源系统出射光线的时序图。

[0039] 图3-图5为本发明第一实施例提供的显示设备的控制方法的步骤流程图。

[0040] 图6为分光元件的反射率曲线。

[0041] 主要元件符号说明

[0042]	显示设备	10
[0043]	光源系统	100
[0044]	第一光源	101
[0045]	第二光源	102

[0046]	光源控制器	201、202
[0047]	消散斑元件	310
[0048]	透黄反蓝玻片	301
[0049]	波长转换装置	401
[0050]	黄色荧光粉	402
[0051]	荧光收集透镜组	302
[0052]	匀光元件	303
[0053]	中继透镜	304
[0054]	分光元件	305
[0055]	TIR棱镜	306、307
[0056]	第一光调制器	501
[0057]	第二光调制器	502
[0058]	合光元件	308
[0059]	控制器	601、602
[0060]	镜头	309
[0061]	显示设备的控制方法的步骤	S1、S2、S3、S11、S12、S111、
[0062]		S112
[0063]	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

[0064] 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。

[0065] 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。

[0066] 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。

[0067] 本发明提供的显示设备的控制方法通过将同一基色光分配成第一光和第二光并使第一光和第二光分别进入第一光调制器和第二光调制器进行调制来实现该基色光显示位深的增加，有利于丰富显示画面的图像细节；显示设备的另一种控制方法通过控制第一光调制器和第二光调制器产生的热负载的差值，以避免由于第一光调制器和第二光调制器的温升不均衡导致第一光调制器和第二光调制器之间出现图像偏移差，同时有利于避免第一光调制器和第二光调制器出现相对位移而导致显示画面的显示质量变差。本发明实施例中的显示设备可为影院投影机、教育投影机、激光电视、微型投影仪、工程投影机等。

[0068] 需要说明的是，本发明中的“当前位深”指的是采用单个光调制器来调制图像信息时出射的灰度图像的显示位深，即光调制器单独调制入射的基色光时出射的灰度图像的显示位深。“目标位深”是指采用两个或多个光调制器并联调制同一基色光时显示设备出射的

灰度图像的显示位深,常规情况下,“目标位深”是大于“当前位深”,因此可以实现显示设备出射的灰度图像显示位深的提高,例如,当显示的每个光调制器单独调制基色光时可实现的位深为 n ,即“当前位深”为 n ,那么采用两个或多个光调制器,调制不同光量分布的基色光时,显示设备可出射的灰度图像的显示位深,即 $n+s$,其中 s 并大于等于1的整数。

[0069] 第一实施例

[0070] 本发明第一实施例提供了一种显示设备10及其控制方法,请参阅图1,显示设备10包括光源系统100、分光元件305、第一光调制器501、第二光调制器502。

[0071] 光源系统100用于发出至少一种基色光。本实施例中,光源系统100用于发出混合光与第三基色光,其中混合光由第一基色光与第二基色光混合而成。

[0072] 分光元件305用于对光源系统100发出的该至少一种基色光进行分光得到第一光和第二光。本实施例中,分光元件305用于引导混合光中的第一基色光和部分第三基色光进入第一光路(本实施例中第一光路也为反射光路),以及用于引导混合光中的第二基色光和部分第三基色光进入第二光路(本实施例中第一光路也为透射光路)。为了方便说明,下文中将第三基色光进入第一光路的部分光叫做第一光,将第三基色光进入第二光路的部分光叫做第二光。进入第一光路的第一光占入射分光元件305的第三基色光的光量之比为第一出光率(即分光元件305对第三基色光的反射率),进入第二光路的第二光占入射分光元件305的第三基色光的光量之比为第二出光率(即分光元件305对分光元件的透射率)。

[0073] 具体来讲,本发明分光元件305是采用偏振方式的分光时,即将入射的第三基色光分为沿第一光路的具有第一偏振态的第一光,以及沿第二光路的具有第二偏振态的第二光,其中第一偏振态可以S态,第二偏振态为P态,分光元件305可反射S态的光束,透射P态的光束。需要说明的是,当分光元件305为采用偏振方式的分光时,此时合光元件308也应当是采用偏振方式的合光器件。

[0074] 第一光调制器501位于第一光的光路(即第一光路)上,用于对第一光进行调制。本实施例中第一光调制器501用于分时调制第一基色光及部分第三基色光以分别得到第一图像光与部分第三图像光。第二光调制器502位于第二光的光路(即第二光路)上,用于对第二光进行调制,本实施例中第二光调制器502用于分时调制第二基色光及部分第三基色光以分别得到第二图像光与部分第三图像光。

[0075] 进一步地,光源系统100包括第一光源101和第二光源102,第一光源101用于发出第三基色光,第二光源用于发出激发光。本实施例中,第一光源101发出蓝色激光作为第三基色光,第二光源102发出蓝色激发光。光源系统100还包括分别用于调控第一光源101和第二光源102的驱动电流的光源控制器201和光源控制器202。请参阅图2,光源系统100出射的红光和绿光对应的时间段为第一时序,在第一时序中第一光源101处于关断状态,第二光源102处于工作状态;而光源系统100出射蓝光对应的时间段为第二时序,在第二时序中第一光源101处于工作状态,第二光源102处于关断状态。

[0076] 为方便说明,下文中用“黄光段”指代第一时序,用“蓝光段”指代第二时序。请再参阅图1,在黄光段时间内,第二光源102产生的蓝色激发光入射到透黄反蓝玻片301上后被反射入射到表面覆盖有黄色荧光粉402的波长转换装置401上激发产生黄色荧光,产生的黄色荧光被荧光收集透镜组302收集并透过透黄反蓝玻片301,之后进入匀光元件303。匀光元件303可采用方棒或复眼或其他可实现匀光功能的器件。黄色荧光自匀光元件303的匀光后出

射并入射中继透镜304,之后自光源系统100出射。在蓝光段,第一光源101产生的蓝色激光入射到透黄反蓝玻片301上后被反射并先后入射到匀光元件303、中继透镜304后自光源系统100出射。

[0077] 进一步地,光源系统100还包括波长转换装置401,波长转换装置401表面设置有黄色荧光粉402,以在第二光源102发出的激发光的激发下产生黄色荧光作为第一波长光,其中黄色荧光可分成第一基色光和第二基色光,本发明中,第一基色光为由黄色荧光分成的红光,第二基色光为由黄色荧光分成的绿光。波长转换装置401可为色轮或固定式荧光片。

[0078] 光源系统100出射的第一波长光(黄色荧光)和第三基色光(蓝光)投射至分光元件305上,本实施例中分光元件305在黄光段用于引导黄色荧光中的红光进入第一光路,以及用于引导黄色荧光中的绿光进入第二光路,在蓝光段用于引导蓝光分为两部分分别进入第一光路和第二光路,分光元件305例如为波长分光棱镜。

[0079] 本实施例中第一光调制器501用以时序调制红光与蓝光,第二光调制器502用以时序调制绿光和蓝光。本实施例中第一光调制器501和第二光调制器502均为数字微镜器件(Digital Micromirror Device,DMD),在其它实施例中,第一光调制器501和第二光调制器502还可以为液晶显示面板(Liquid Crystal Display,LCD)或硅基液晶(Liquid Crystal on Silicon,LCoS)。进入第一光路的光和蓝光经过TIR棱镜306以在第一光调制器501的调制面上进行均匀照明,进入第二光路的绿光和蓝光经过TIR棱镜307以在第二光调制器502的调制面上进行均匀照明,红光、绿光分别经第一光调制器501和第二光调制器502的灰度调制后出射第一图像光和第二图像光,蓝光经第一光调制器501和第二光调制器502的灰度调制后分别出射部分第三图像光,第一图像光、第二图像光和第三图像光由合光元件308合光后出射至镜头309。

[0080] 可以理解,本发明所说的基色光是指可以用于合成其他颜色光的基础光,基色光可以是单色光,例如本领域常用的红光、绿光、蓝光;也可以是间色光,例如品红光、黄光、青光;还可以是其他混合色的光,只要当画面的某一颜色表现不出众时,通过添加对应颜色的基色光,经混合后可改善画面显示效果即可,需要说明的是,本实施方式的蓝色基色光同时经第一光调制器501和第二光调制器502的调制出射形成第三图像光,可以理解的是,在其它实施方式中,绿色基色光和红色基色光可同时经第一光调制器501和第二光调制器502的调制出射实现图像光的方案也在本发明的保护范围内。

[0081] 请参阅图3,显示设备10的控制方法包括如下步骤:

[0082] S1:根据第一出光率和第二出光率,分别得到当前位深下合光光路可出射的光量的数值组成的第一光量集合,以及目标位深下合光光路可出射的光量的数值组成的第二光量集合。

[0083] 请参阅图4,进一步地,S1包括S11和S12:

[0084] S11:根据第一出光率和第二出光率,得到第一光调制器501和第二光调制器502在最小调制时长内可调制的最小光量单元并分别定义为第一光量单元和第二光量单元。

[0085] 本实施例中,最小调制时长 t_{LSB} 为第一光调制器501或第二光调制器502可显示的最低有效位LSB对应的调制时间,第一光调制器501和第二光调制器502皆为数字微镜器件。请参阅图5,进一步地,S11包括S111和S112:

[0086] S111:假设第一光和第二光皆由第一光调制器或第二光调制器调制,得到当前位

深下第一光调制器或第二光调制器在最小调制时长内可调制的最小光量单元并定义为标准光量单元。

[0087] 在一实施例中,假设光路中第一光调制器501和第二光调制器502在时间上单独可以实现n位显示,换句话说,第一光调制器501和第二光调制器502的当前位深为n位,最低有效位对应的调制时间为 t_{LSB} ,当所有入射光入射到第一光调制器501或第二光调制器502上时,任一像素显示的标准光量单元 E_0 与 t_{LSB} 对应。

[0088] S112:根据第一光调制器501或第二光调制器502的标准光量单元、第一出光率和第二出光率,得到第一光调制器501和第二光调制器502在最小调制时长内可调制的最小光量单元。

[0089] 本实施例中,若第一光调制器501和第二光调制器502在反射光路和透射光路中同时使用,当透射光对应的第二光调制器502的微反射镜全部处于关闭状态时,反射光路中最低有效位对应的光量变为 RE_0 ,即第一光量单元,其中 $RE_0 \leq E_0$ ($R \leq 1$),R为光路中分光元件305的反射率。在反射光路中的第一光调制器501的微反射镜全部处于关闭状态时,透射光路中最低有效位对应的光量变为 TE_0 ,即第二光量单元,其中 $TE_0 \leq E_0$ ($T \leq 1$),T为光路中分光元件305的透射率,因此可见光路中可以实现的最小光量单元变为 $\min(R, T) * E_0 \leq E_0$,故而相较于第一光和第二光全部进入第一光调制器501或第二光调制器502中的一个进行调制,本实施例的最小光量单元有所下降,提供的显示设备10可显示的位深可以提高。

[0090] 在一透射光路和反射光路的光量平均分配的实施例中, $R=T$,一般情况下, $R+T=1$,则 $R=T=1/2$,因此第一光路(反射光路)和第二光路(透射光路)中最低有效位LSB对应的光量均为 $\frac{E_0}{2}$,即第一光量单元 RE_0 和第二光量单元 TE_0 皆为 $\frac{E_0}{2}$,此时第三基色光合光光路中的最小光量单元为 $\frac{E_0}{2}$,相较于第三基色光通过一个空间光调制方案的最小光量单元 E_0 ,最小光量单元有所减小,因此可显示的位深是可以提高的。

[0091] S12:根据第一光调制器501和第二光调制器502可调制的最小光量单元,分别得到当前位深下合光光路可出射的光量的数值组成的第一光量集合,以及目标位深下合光光路可出射的光量的数值组成的第二光量集合。

[0092] 本实施例中,合光后可显示的光量 E_{total} 可用数学表达式定义为 $E_{total} = \sum_{i=1}^{2^n-1} r_i RE_0 + \sum_{j=1}^{2^n-1} t_j TE_0$,其中, r_i 取值为0或者1,表示反射光路中一帧中微反射镜第i次翻转对应的状态,定义0对应微反射镜的关闭状态,1对应微反射镜的全开状态。 t_j 取值为0或者1,表示透射光路中一帧中微反射镜第j次翻转对应的状态,定义0对应微反射镜的关闭状态,1对应微反射镜的全开状态。

[0093] 本实施例中,以光量平均分配在反射光路和透射光路,且实现目标位深为n+1位为例,此时可调制的最小光量单元为 $\frac{E_0}{2}$,在合光后可以显示的光量 E_{total} 组成的第一光量集合为 $\{0, \frac{E_0}{2}, 2 \frac{E_0}{2}, 3 \frac{E_0}{2}, 4 \frac{E_0}{2}, \dots, (2^{n+1} - 2) \frac{E_0}{2}\}$,第一光量集合以 $\frac{E_0}{2}$ 为单位递增,共有 $2^{n+1}-1$ 个状态。而在实现目标位深n+1下合光后可显示的光量 E_{total} 组成的第二光量集合为 $\{0, \frac{E_0}{2}, 2 \frac{E_0}{2}, 3 \frac{E_0}{2}, 4 \frac{E_0}{2}, \dots, (2^{n+1} - 1) \frac{E_0}{2}\}$,以 $\frac{E_0}{2}$ 为单位递增,共有 2^{n+1} 个状态,因此第一

光量集合相较于要实现的目标位深下的第二光量集合,少了 $(2^{n+1} - 1) \frac{E_0}{2}$ 的光量状态。

[0094] 在一种实施例中,第一光调制器501和第二光调制器502为模拟调制的空间光调制器,例如硅基液晶(Liquid Crystal on Silicon,LCoS)或者液晶面板(Liquid Crystal Display,LCD), $\{r_1, r_2, \dots, r_{2^n-1}\}$ 序列集合可对应某个灰度值下对液晶像素单元施加的电压,可将液晶像素单元施加的电压与 $\sum_{i=1}^{2^n-1} r_i$ 建立对应关系,0对应关闭状态, 2^n-1 对应全开状态; $\{t_1, t_2, \dots, t_{2^n-1}\}$ 序列集合对应某个灰度值下对液晶像素单元施加的电压,可将施加电压与 $\sum_{j=1}^{2^n-1} t_j$ 建立对应关系,0对应关闭状态, 2^n-1 对应全开状态。

[0095] S2:根据第一光量集合和第二光量集合,得到在当前位深下要实现目标位深需要扩展的光量的数值。

[0096] 本实施例中,以光量平均分配在反射光路和透射光路,且实现目标位深为 $n+1$ 位为例,根据第一光量集合和第二光量集合,得到第一光量集合相较于第二光量集合缺少的光量子集状态,即对应实现目标位深 $n+1$ 所需扩展的光量子集状态,根据上述可知,本实施例中所需扩展的光量子集对应的状态为 $(2^{n+1} - 1) \frac{E_0}{2}$,换句话说,若想在当前位深 n 位下实现目标位深 $n+1$ 位,则需要第一光量集合的基础上增加光量子集 $(2^{n+1} - 1) \frac{E_0}{2}$ 以实现目标位深对应的第二光量集合。

[0097] S3:设定每个需要扩展的光量的数值等于与当前位深对应的第一光量集合中的最大光量的数值。

[0098] 将需要扩展的光量与第一光量集合中最大光量的状态对应相同的光调制强度,使得每个需要扩展的光量的数值等于与当前位深对应的第一光量集合中的最大光量的数值。

本实施例中,将需要扩展的光量 $(2^{n+1} - 1) \frac{E_0}{2}$ 状态与第一光量集合中的最大光量状态 $(2^{n+1} - 2) \frac{E_0}{2}$ 对应相同的光调制方式,即在调制需要扩展的光量 $(2^{n+1} - 1) \frac{E_0}{2}$ 时第一光调制器501和第二光调制器502的微反射镜设置为全开状态。通过上述的光量扩展处理,可实现目标位深下的第二光量集合,即可以提高显示设备的显示位深。

[0099] 本实施例中,调制后的第二光(第二图像光)与调制后的第一光(第一图像光)的光量相等,但可以理解的是,实际应用中,可以根据所需要显示的总的光量值来分配反射光路和透射光路中的光量值,假设合光后的光量为 $M \frac{E_0}{2}$,其中 M 为自然数,若 $M=2m$,则可以在反射光路和透射光路中各实现 $m \frac{E_0}{2}$ 的光量;若 $M=2m+1$,则可以在反射光路和透射光路中,一条光路实现 $m \frac{E_0}{2}$ 的光量,另外一条光路实现 $(m+1) \frac{E_0}{2}$ 的光量。

[0100] 在一种变更的实施例中,反射光路和透射光路中的一条光路尽可能多地实现部分第三基色光的调制,另一条光路实现剩余的第三基色光的调制。具体地,反射光路和透射光

路中的一条光路实现 $(2^n-1) \frac{E_0}{2}$ 的光量,另一条光路实现剩余的光量。可以理解,本实施例中光量的分配方案不局限于上述两种,具体可根据实际需要进行设计。

[0101] 第二实施例

[0102] 本发明第二实施例提供了显示设备10的另一种控制方法,第二实施例中显示设备10的控制方法与第一实施例相比主要区别在于,需要实现的位深不同,第二实施例所要实现的目标位深为n+s位:

[0103] 假设当前位深为n位,目标位深为n+s位,且透射光路第二出光率T为反射光路第一出光率R的 (2^s-1) ,其中s为正整数。

[0104] 本实施例中,第二出光率T为第一出光率R的 (2^s-1) 倍,即 $T = (2^s-1)R$,其中s为不小于2的自然数,此时透射光路的第二光与反射光路的第一光的光量比值为 (2^s-1) 。

[0105] 一般情况下 $R+T=1$,则 $R=1/2^s$, $T=(2^s-1)/2^s$,则反射光路中最低有效位对应的光量(即第一光调制器可调制的最小光量单元) RE_0 为 $\frac{E_0}{2^s}$,透射光路中最低有效位对应的光量

(即第二光调制器可调制的最小光量单元) TE_0 为 $(2^s-1) \frac{E_0}{2^s}$,根据

$E_{\text{total}} = \sum_{i=1}^{2^n-1} r_i RE_0 + \sum_{j=1}^{2^n-1} t_j TE_0$,合光后可以显示的光量 E_{total} 组成的第一光量集

合为 $\{0, \frac{E_0}{2^s}, 2 \frac{E_0}{2^s}, \dots, (2^s-2) \frac{E_0}{2^s}, (2^s-1) \frac{E_0}{2^s}, \dots, (2^{n+s}-2^s) \frac{E_0}{2^s}\}$,以 $\frac{E_0}{2^s}$ 为单位递增,

共有 $2^{n+s}-2^s+1$ 个光量状态。由于反射光路可以实现的最大光量为 $(2^n-1) \frac{E_0}{2^s}$,而透射光路

可以实现的最小光量单元 TE_0 为 $(2^s-1) \frac{E_0}{2^s}$,为了保证光量集合的等差连续性,s应满足 $s \leq n$ 。

在目标位深 n+s 下合光后可显示的光量 E_{total} 组成的第二光量集合为

$\{0, \frac{E_0}{2^s}, 2 \frac{E_0}{2^s}, \dots, (2^s-2) \frac{E_0}{2^s}, (2^s-1) \frac{E_0}{2^s}, \dots, (2^{n+s}-1) \frac{E_0}{2^s}\}$,以 $\frac{E_0}{2^s}$ 为单位递增,共有个

2^{n+s} 个状态。第一光量集合中的光量状态相比第二光量集合需要扩展的光量状态组成的集

合为 $\{[2^{n+s}-(2^s-1)] \frac{E_0}{2^s}, [2^{n+s}-(2^s-2)] \frac{E_0}{2^s}, \dots, (2^{n+s}-1) \frac{E_0}{2^s}\}$,共 2^s-1 个状

态,为了实现完整的n+s位目标位深,将需要扩展的光量状态中的每个光量的数值与第一光

量集合中的最大光量状态 $(2^{n+s}-2^s) \frac{E_0}{2^s}$ 对应相同的光调制强度,即在调制需要扩展的光

量 $\{[2^{n+s}-(2^s-1)] \frac{E_0}{2^s}, [2^{n+s}-(2^s-2)] \frac{E_0}{2^s}, \dots, (2^{n+s}-1) \frac{E_0}{2^s}\}$ 时第一光调制器

501和第二光调制器502的微反射镜设置为全开状态。

[0106] 另外,根据需要所显示的总的光量来分配反射光路和透射光路中的光量值,假设合光光路出射的光量为 $(p \times 2^s + q) \frac{E_0}{2^s}$,其中p和q为自然数,则可使第一光路实现

$(p+q) \frac{E_0}{2^s}$ 的光量,可使第二光路实现 $p(2^s-1) \frac{E_0}{2^s}$ 的光量。可以理解,本实施例中光量的分配方案不局限于上述一种,具体可根据实际需要进行设计。

[0107] 第三实施例

[0108] 本发明第三实施例提供的显示设备10的控制方法与第二实施例的主要区别在于，提高目标位深的方法不同，第三实施例通过在透射光路或反射光路中加入光衰减元件，使得第二光调制器502或第一光调制器501可调制的最小光量单元减小：

[0109] 假设当前位深为n位，且透射光路的第二出光率与反射光路的第一出光率的比值大于 (2^s-1) 且小于 $(2^{s+1}-1)$ ，即 $(2^t-1)R < T < (2^{t+1}-1)R$ ，从上述分析可知，提升位深的根本是减小空间光调制器的最小光量单元，因此可在第一光调制器501或第二光调制器502的入光路上设置光衰减元件(图未示)，使得透射光路的第二出光率与反射光路的第一出光率的比值为 (2^s-1) 或 $(2^{s+1}-1)$ 。换句话说，在透射光路中加入光衰减元件可使得透射光路等效的透过率变为 $T' = (2^s-1)R$ ，即光衰减元件的衰减幅度为 $1 - (2^s-1)R/T$ 。类似地，也可以在反射光路中加入光衰减元件使得反射光路等效的反射率 R' 满足 $(2^{s+1}-1)R' = T$ 。如此，通过在透射光路或反射光路中加入光衰减元件，使得在第二光调制器502或第一光调制器501可调制的最小光量单元减小，从而实现位深的提高。

[0110] 需要说明的是，第三实施例的其它调制部分与第二实施例相同，此处不再赘述。

[0111] 第四实施例

[0112] 本发明第三实施例提供的显示设备10的控制方法与第三实施例的主要区别在于，提高目标位深的方法不同，第四实施例通过调整第一光调制器和第二光调整器的最低有效位 t_{LSB} ，即调整单次DMD微反射镜处于on状态的时间，进而使得一光调制器和第二光调整器可调制的最小光量单元减小：

[0113] 假设当前位深为n位，若透射光路的第二出光率与反射光路的第一出光率的比值大于 (2^s-1) 且小于 $(2^{s+1}-1)$ ，即 $(2^s-1)R < T < (2^{s+1}-1)R$ ，其中s为正整数，则调整第一光调制器501或第二光调制器502中最低有效位LSB对应的最小调制时长，使得调整后第一光调制器501或第二光调制器502中DMD微反射镜处于全开状态的时间相对于最低有效位对应的调制时间 t_{LSB} 有所减小。具体来讲，可调整透射光路中第二光调制器502中单次微反射镜处于全开状态的时间，使得单次微反射镜处于全开状态的时间变为原来的 $\frac{(2^s-1)R}{T}$ 倍，即

$\frac{(2^s-1)R}{T} \times t_{LSB}$ 。类似地，也可以调整反射光路中第一光调制器501中微反射镜单次处于全

开状态的时间使得单次微反射镜处于全开状态的时间变为原来的 $\frac{(2^{s+1}-1)R}{T}$ 倍。如此，可通过减少第一光调制器501或第二光调制器502的最小调制时长以减小可调制的最小光量单元，从而实现目标位深的提高。

[0114] 需要说明的是，第四实施例的其它调制部分与第二实施例相同，此处不再赘述。

[0115] 第五实施例

[0116] 本发明第五实施例提供的显示设备10的控制方法与第二实施例的主要区别在于，通过调整光量在透射光路和反射光路中的分配，使得第二光调制器502或第一光调制器501可调制的最小光量单元减小，进而提高目标位深。

[0117] 本实施例中，假设当前位深为n位，第二出光率T与第一出光率R的比值大于 (2^s-1) 且小于 $(2^{s+1}-1)$ ，即 $(2^s-1)R < T < (2^{s+1}-1)R$ ，其中 $(2^s-1)R < T < (2^{s+1}-1)R$ 在 $R+T=1$ 的条件下等效

于 $\frac{1}{2^{s+1}} < R < \frac{1}{2^s}$, 即存在一个实数 η 满足 $R = \frac{1}{\eta \cdot 2^s}$, 其中 η 满足 $1 < \eta < 2$ 。另一方面, 存在一个 w 满足 $T = [(2^s - 1) + w]R$, 其中 $1 \leq w \leq 2^s - 1$ 。

[0118] 假设合光后的光量为 $E_{\text{total}} = (u \times 2^s + v) \frac{E_0}{2^s}$, 其中 u, v 为自然数, 则 E_{total} 中最多含有 $\left\lfloor \frac{E_{\text{total}}}{RE_0} \right\rfloor$ 个 RE_0 , 其中 $\lfloor X \rfloor$ 表示对实数 X 的向下取整函数, 因此只要设定一种方案将 $\left\lfloor \frac{E_{\text{total}}}{RE_0} \right\rfloor$ 个 RE_0 分配到透射光路中和反射光路中, 这样光量的显示误差不会超过 $RE_0 = \frac{E_0}{\eta \cdot 2^s}$ 。一种简单的光量分配方案是取 $\alpha = \left\lfloor \frac{\left\lfloor \frac{E_{\text{total}}}{RE_0} \right\rfloor}{(2^s - 1) + w} \right\rfloor$, 取 $\beta = \left\lfloor \frac{E_{\text{total}}}{RE_0} \right\rfloor - \alpha[(2^s - 1) + w]$, 由向下取整函数的定义规则可知 α, β 均为非负整数。

$E_{\text{total}} \approx \left\lfloor \frac{E_{\text{total}}}{RE_0} \right\rfloor \cdot RE_0 = \alpha \cdot [(2^s - 1) + w]RE_0 + \beta \cdot RE_0 = \alpha \cdot TE_0 + \beta \cdot RE_0$, 即在透射光路中实现 $\alpha \cdot TE_0$ 的光量, 在反射光路中实现 $\beta \cdot RE_0$ 的光量。由于在此实现方案中最小光量单元 RE_0 满足 $\frac{E_0}{2^{s+1}} < RE_0 < \frac{E_0}{2^s}$, 因此小于第二实施例中的最小光量单元 $\frac{E_0}{2^s}$, 故而可以满足 $n+s$ 位目标位深的显示要求。

[0119] 相比于传统技术, 实施例一至实施例五中提供的显示设备 10 的控制方法将蓝光分配至第一光路和第二光路来实现位深的增加, 有利于改善蓝光颜色层次不够丰富的情况, 提高了显示质量。可以理解, 本发明实施例中反射光路和透射光路相对本发明中讨论的问题是相互对称的, 因此上述实施例中的反射光路和透射光路可以互换。

[0120] 需要说明的是, 在本发明的精神或基本特征的范围内, 适用于第一实施例中的显示设备 10 的控制方法的实施方案也可以相应地适用于第二至第五实施例, 为节省篇幅及避免重复, 在此就不再赘述。

[0121] 第六实施例

[0122] 本发明的第六实施例提供了显示设备 10 的另一种控制方法, 假设第一基色光在第一光调制器 501 上产生的热负载为 g_1^I , 第二基色光在第二光调制器 502 上产生的热负载为 g_2^{II} , 第三基色光在第一光调制器 501 和第二光调制器 502 上产生的热负载分别为 g_3^I 和 g_3^{II} , 因此光路分光设计的原则是使得 $g^I = g_1^I + g_3^I$ 与 $g^{II} = g_2^{II} + g_3^{II}$ 相差尽可能小。换句话说, 第一基色光和部分第三基色光在第一光调制器 501 上产生的热负载之和与第二基色光和部分第三基色光在第二光调制器 502 上产生的热负载之和的差值小于预设阈值。

[0123] 例如, 第一光调制器 501 上的热负载为红光对应的 g_R^I 和反射蓝光对应的 g_B^I , 第二光调制器 502 上的热负载为红光对应的 g_G^{II} 和反射蓝光对应的 g_B^{II} 。假设 $g_R^I = 20W$, $g_G^{II} = 15W$, $g_B = 8W$, 因此在不考虑分光的效率损失的情况下, 可以设计蓝光反射到第一光调制器 501 上的热负载为 $1.5W$, 蓝光透射到第二光调制器 502 上的热负载为 $6.5W$, 此时第一光调制器 501 上的热负载 $g^I = g_R^I + g_B^I = 20 + 1.5 = 21.5W$ 等于第二光调制器 502 上的热负载 $g^{II} = g_G^{II} + g_B^{II} = 15 + 6.5 = 21.5W$, 对应的蓝光段反射率和透射率分别

为18.75%和81.25%。此时分光元件305对不同波长的反射率如图6所示,在蓝光段对应的波长范围内分光元件305的反射率相对较低,可使大部分蓝光透射;在绿光段对应的波长范围内分光元件305的反射率几乎为零,可使绿光全部透射;在红光段对应的波长范围内分光元件305的反射率较高,可将红光几乎全部反射。

[0124] 如此可减少绿光和红光对两个空间光调制器产生的热负载的差异,避免由于第一光调制器和第二光调制器的温升不均衡导致第一光调制器和第二光调制器之间出现图像偏移差,有利于避免双空间光调制器的相对位移而导致显示质量变差的现象。

[0125] 本发明提供的显示设备及其控制方法通过将基色光分配至第一光调制器和第二光调制器进行调制来实现该基色光显示位深的增加,有利于改善该基色光显示的色彩感与层次感;同时将基色光分配至不同的空间光调整器方案又可以对空间光调制器热负载的差值进行补偿;避免了由于第一光调制器和第二光调制器的温升不均衡导致第一光调制器和第二光调制器之间出现图像偏移差,有利于避免两个光调制器的相对位移而导致显示质量变差的现象。

[0126] 可以理解,上述显示设备10的控制方法并不限于单独将蓝光分配至第一光路和第二光路的情况,实际上,只要是使用两条独立的光路来实现同一种颜色显示,即可使用此发明实施例涉及的方案增加显示的位深并且均衡双空间光调制器的热负载。

[0127] 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。

[0128] 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。

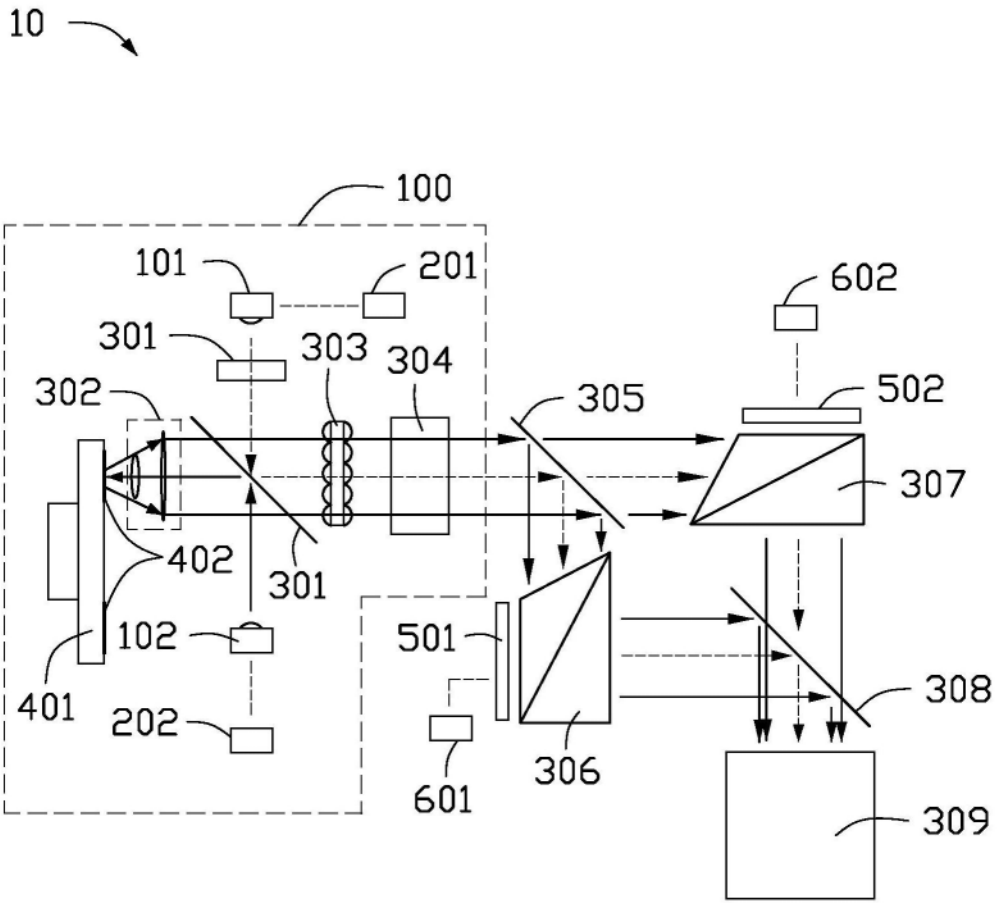


图1

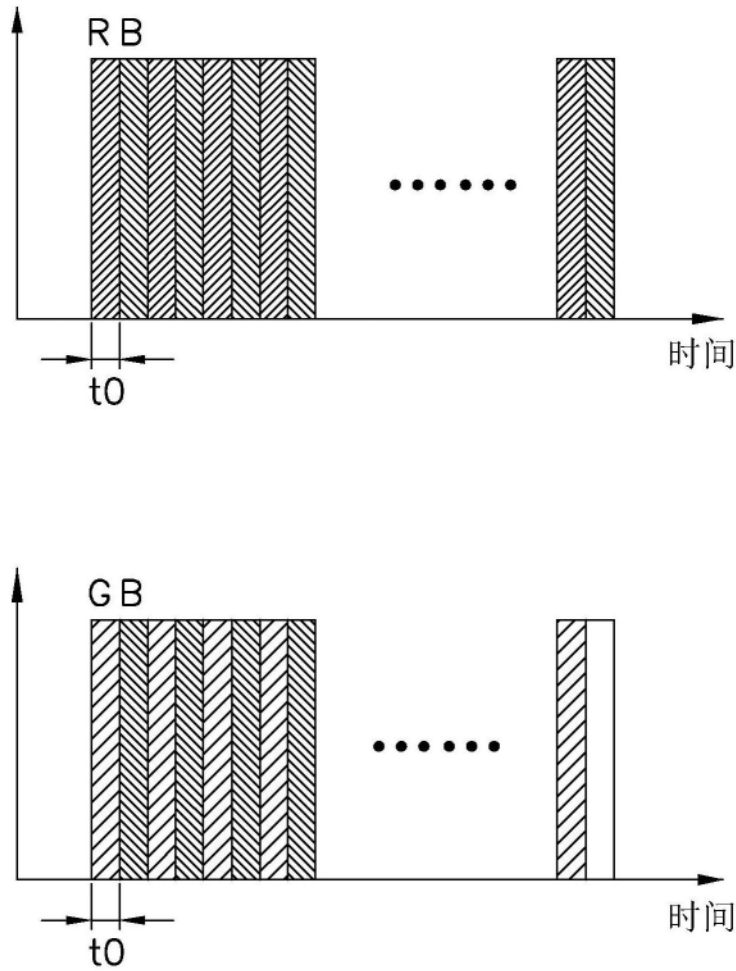


图2

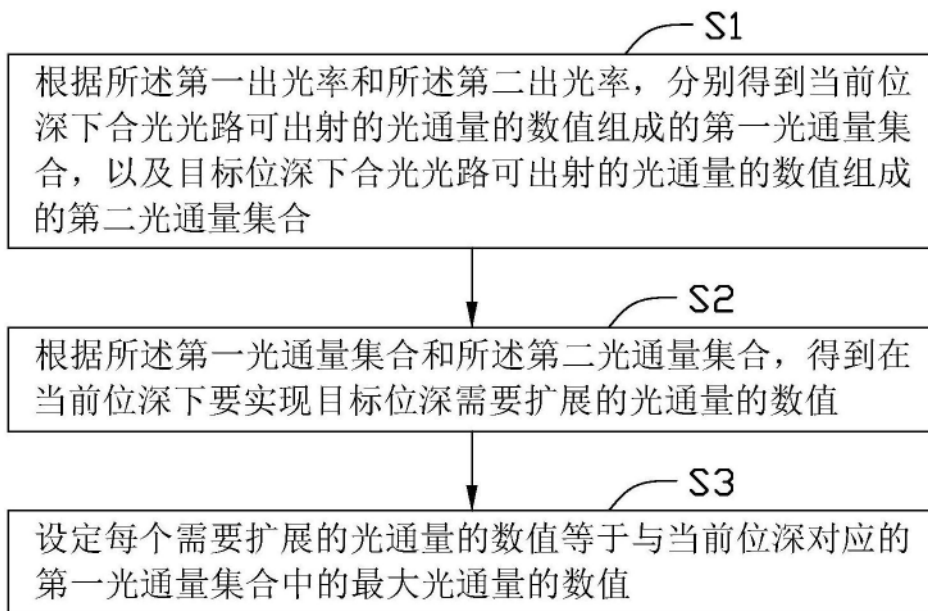


图3

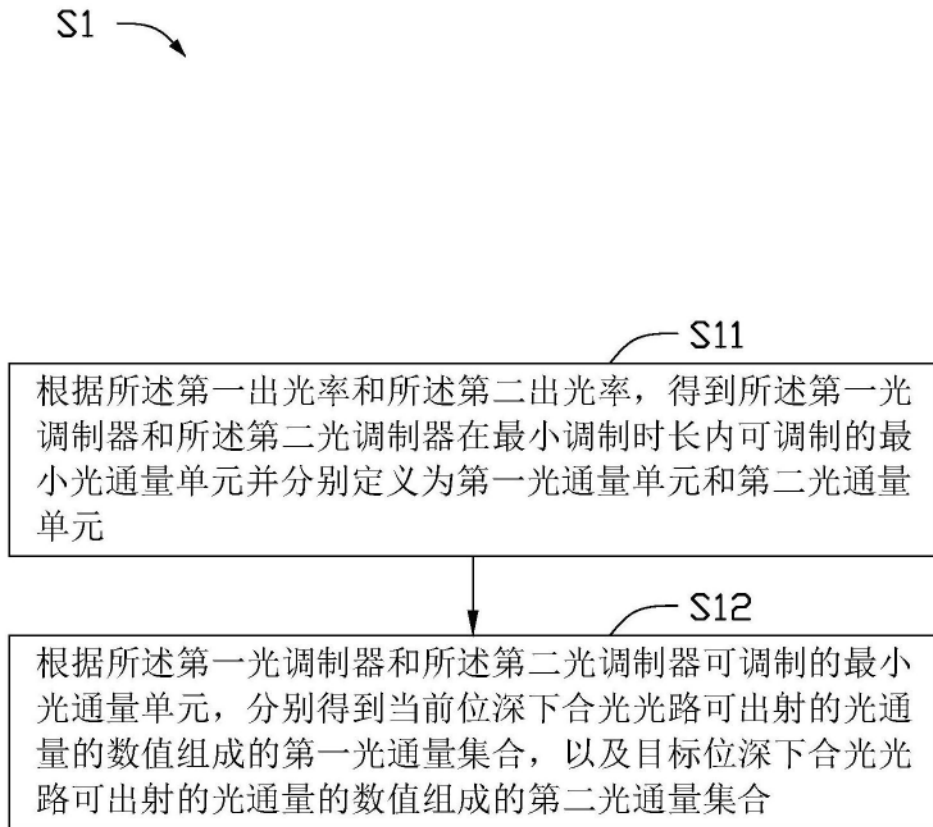


图4

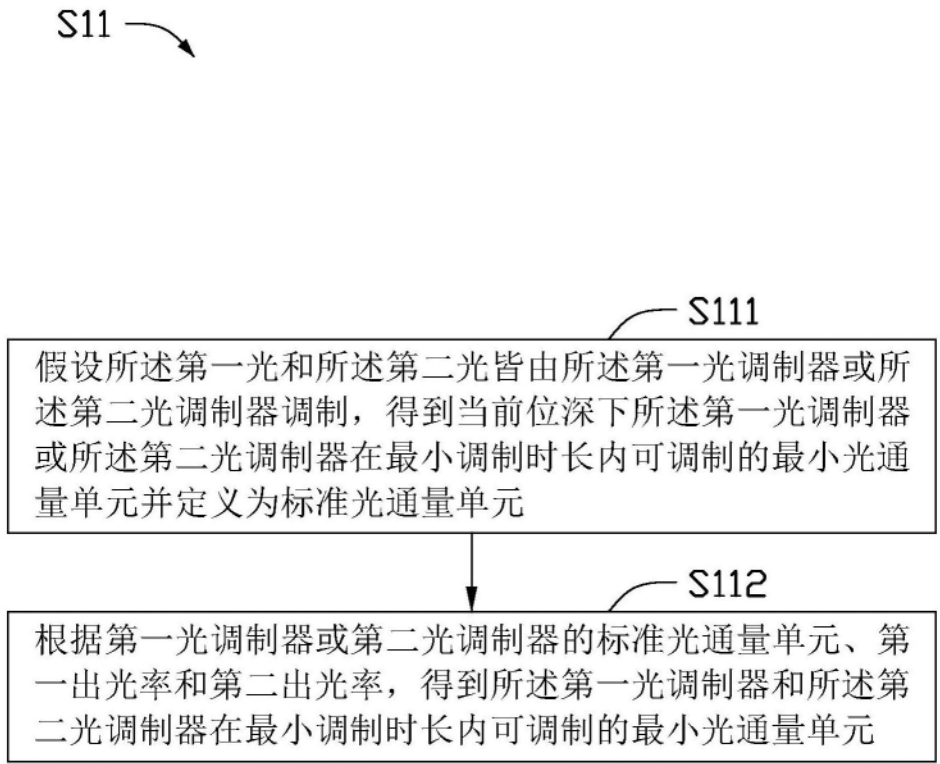


图5

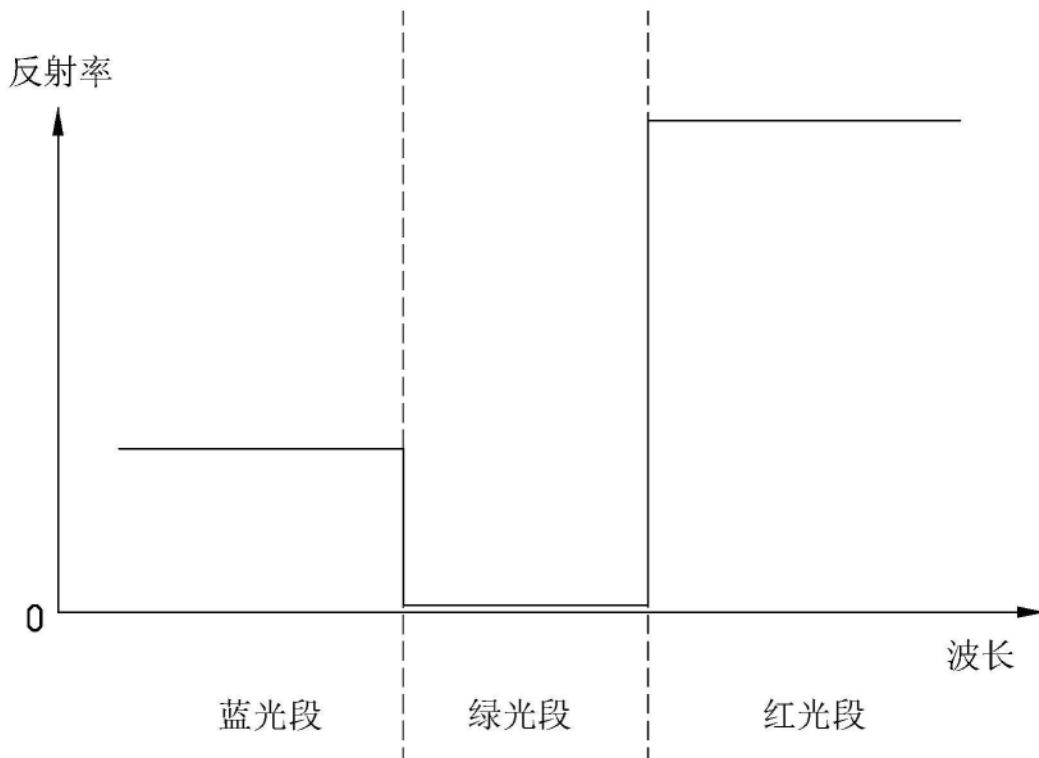


图6