



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114286076 B

(45) 授权公告日 2024. 09. 27

(21) 申请号 202210062569.5
(22) 申请日 2022.01.19
(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114286076 A

(43) 申请公布日 2022.04.05
(73) 专利权人 香港理工大学
地址 中国香港九龙红磡香港理工大学
(72) 发明人 王波 张志辉 李泽 吴文祥
何丽婷

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
专利代理师 许庆胜

(51) Int. Cl.
H04N 13/282 (2018.01)
H04N 13/229 (2018.01)

H04N 13/257 (2018.01)
H04N 13/388 (2018.01)
H04N 17/00 (2006.01)
G02B 30/27 (2020.01)

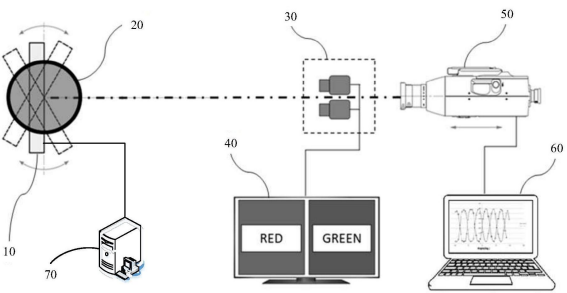
(56) 对比文件
CN 102724545 A, 2012.10.10
杨蕾. 基于棱柱镜技术的自由立体显示图像合成. 基于棱柱镜技术的自由立体显示图像合成. 2007, 第1-2节.
况海斌. 基于柱镜光栅的自由立体显示图像融合算法. 计算机工程. 2011, 第1-3节.

审查员 杨少魁

权利要求书3页 说明书12页 附图4页

(54) 发明名称
柱镜光栅裸眼3D显示屏的图像生成方法、测试方法及系统

(57) 摘要
本申请公开了一种柱镜光栅裸眼3D显示屏的3D图像生成方法、测试方法及系统, 所述3D图像与预设的各视点图像的分辨率相同, 所述方法包括: 对于3D图像中的每一行子像素: 确定在所述行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移, 并据此确定各视点图像的目标顺序; 根据各视点图像及其目标顺序, 逐个子像素地确定3D图像中各个子像素的值。用所述方法生成的3D图像与各视点图像具有相同的分辨率, 计算过程简单, 且充分考虑了柱镜光栅显示屏的光学参数, 能够有效生成测试所需的3D图像。进一步地, 通过柱镜光栅裸眼3D显示屏的测试系统, 基于所述图像生成方法生成所需的3D测试图像, 以实现柱镜光栅裸眼3D显示屏多项光学性能的标准化测试。



1. 一种柱镜光栅裸眼3D显示屏的3D图像生成方法,其特征在于,所述3D图像与预设的各视点图像的分辨率相同,所述方法包括:

对于3D图像中的每一行子像素:

根据显示屏在所述行的柱状光栅的设计倾斜角度,确定在所述行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移;

根据在所述行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移,确定各视点图像的目标顺序;

重复下述操作,直到3D图像中所述行的所有子像素的值被确定:

按照各视点图像的目标顺序,依次从每一视点图像的所述行中提取一子像素,并将所述子像素的值确定为3D图像中相应的子像素的值;

根据显示屏在所述行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移,确定各视点图像的目标顺序的过程,包括:

若显示屏在所述行的3D图像的采样过程不存在子像素迁移,以各视点的原有顺序确定为各视点图像的目标顺序;

若显示屏在所述行的3D图像的采样过程存在子像素迁移:

根据所述行的柱状光栅的设计倾斜角度计算偏移量L:

$$L = h \cdot \tan \alpha$$

其中, α 为所述行的柱状光栅的设计倾斜角度,h为子像素的高度;

根据偏移量、所述行的行号和子像素的宽度,计算行偏移量 N_m :

$$N_m = INT\left(\frac{(m-1) \cdot L - 0.5w}{w} + 1\right)$$

其中,w为子像素的宽度,m为所述行的行号,INT()为向下取整函数;

根据行偏移量 N_m 计算目标视点序号V:

$$V = \left(\frac{N_m}{N} - INT\left(\frac{N_m}{N}\right) \right) \times N + 1$$

其中,N为构成3D图像的视点的个数;

根据目标视点序号V确定首视点图像为第V个视点的视点图像;

以首视点图像为首,在不改变各视点图像的相对位置关系的前提下,重新对各视点图像进行排序,得到各视点图像的目标顺序;

所述根据显示屏在所述行的柱状光栅的设计倾斜角度,确定在所述行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移,包括:

根据显示屏在所述行的柱状光栅的设计倾斜角度,确定柱状光栅的相对偏移量;根据柱镜光栅的相对偏移量与显示屏中子像素的宽度,确定在所述行的3D图像的采样过程中是否存在子像素迁移。

2. 一种柱镜光栅裸眼3D显示屏的立体效果测试方法,其特征在于,包括:

通过如权利要求1所述的方法生成待测3D图像,其中,各视点图像由全红图像或者全绿图像构成,各相邻视点的视点图像颜色不同;

将待测3D图像输入至待测显示屏,并在预设的K1个观测位置处捕获待测显示器所显示

的图像,其中,所述K1个观测位置与待测显示屏中心的距离保持不变,每个观测位置处捕获的图像包括第一图像和第二图像;

根据各组第一图像及第二图像,确定待测显示屏的立体显示效果是否合格。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,根据各组第一图像及第二图像,确定待测显示屏的立体显示效果是否合格的过程,包括:

对于每一组的第一图像及第二图像:

若第一图像及第二图像为全红图像及全绿图像,则待测显示屏的立体显示效果及格;

若第一图像及第二图像包括莫尔条纹、混色和/或渐变颜色,则待测显示屏的立体显示效果不及格。

4. 一种柱镜光栅裸眼3D显示屏的串扰比测试方法,其特征在于,包括:

针对各视点中的每个待测视点:

通过如权利要求1所述的方法生成待测3D图像,其中,待测视点的视点图像为全白图像,其他视点的视点图像为全黑图像;

将待测3D图像输入至待测显示屏,并在预设的K2个第三位置捕获待测显示屏所显示的图像的亮度,得到K2个亮度值,并由所述K2个亮度值生成待测视点的亮度曲线,其中,所述K2个第三位置与待测显示屏中心的距离保持不变;

根据各待测视点的亮度曲线,确定待测显示屏的串扰比。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,根据各待测视点的亮度曲线,确定待测显示屏的串扰比的过程,包括:

从各待测视点的亮度曲线中确定亮度值的峰值最高的目标亮度曲线,则待测显示屏的串扰比为:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^K L_i - L_{\max}}{L_{\max}} \times 100\%$$

其中, L_i 为目标亮度曲线上的亮度值, L_{\max} 为目标亮度曲线中亮度值的峰值。

6. 一种柱镜光栅裸眼3D显示屏光学性能测试系统,其特征在于,包括:

用于承载待测显示屏的转动台、用于模拟人眼的显微相机组、观测显示器、亮度计、3D图像生成单元和光性能计算单元;

转动台用于转动待测显示屏,从而改变待测显示屏与显微相机组、亮度计之间的位置关系;

3D图像生成单元用于通过如权利要求1所述的方法,将预设的各视点图像合成3D图像,并将所述3D图像输入至待测显示屏中,由待测显示屏对所述3D图像进行显示;

显微相机组用于捕获待测显示屏中显示的图像,并将捕获到的目标图像输入至观测显示器中;

观测显示器用于对所述目标图像进行显示,观测显示器中所显示的目标图像用于对待测显示屏的立体效果进行测试;

亮度计用于对待测显示屏上的点进行亮度和色度的测量;

光性能计算单元用于根据亮度计的测量结果,获取待测显示屏的串扰比、亮度均匀度和色度均匀度。

7. 根据权利要求6所述的系统, 其特征在于, 光性能计算单元根据亮度计的测量结果, 获取待测显示屏的串扰比的过程, 包括:

采用如权利要求4或5所述的方法对待测显示屏的串扰比进行测试。

8. 根据权利要求6所述的系统, 其特征在于, 光性能计算单元根据亮度计的测量结果, 获取待测显示屏的亮度均匀度的过程, 包括:

将全白图像输入至待测显示屏, 并在预设的K3个第三位置捕获所述待测显示屏所显示的图像的亮度, 得到K3个亮度值, 则亮度均匀度为:

$$L_u = \frac{L_{max} - L_{min}}{L_{max}}$$

其中, 所述K3个第三位置与待测显示屏中心的距离保持不变; L_{max} 为所述K3个亮度值中的最大值, L_{min} 为所述K3个亮度值中的最小值。

9. 根据权利要求6所述的系统, 其特征在于, 光性能计算单元根据亮度计的测量结果, 获取待测显示屏的色度均匀度的过程, 包括:

将全白图像输入至待测显示屏, 获取所述待测显示屏上预设的9个点的CIE1931色坐标 (x_i, y_i) , $i \in 1, 2, \dots, 9$;

将所述9个点的CIE1931色坐标 (x_i, y_i) 分别转换成CIE1960UCS色坐标 (u_i, v_i) , 则色度均匀度为:

$$\Delta = \sum \sqrt{(u_i - u_0)^2 + (v_i - v_0)^2}$$

其中, (u_0, v_0) 为所述待测显示屏的中心点的色坐标。

柱镜光栅裸眼3D显示屏的图像生成方法、测试方法及系统

技术领域

[0001] 本申请涉及裸眼3D显示技术领域,更具体地说,是涉及一种柱镜光栅裸眼3D显示屏的图像生成方法、测试方法及系统。

背景技术

[0002] 裸眼3D显示技术可以在不借助偏振光眼镜等外部工具的情况下,实现2D图像的立体视觉效果,其在军事应用和民用经济的发展中具有重要的战略意义和广阔的商业前景。其中,柱镜光栅裸眼3D技术由于实现方法简单、成像效果佳和可制成大尺寸等优点使其成为裸眼3D显示技术的主流。

[0003] 柱镜光栅技术通过将平面显示屏和柱镜阵列精密贴合在一起,使得柱镜阵列可将平面显示屏上不同位置的左右眼图像进行精确的匹配,从而使得观看者在不戴3D眼镜或其他辅助设备的情况下,通过左右眼分别看到具有些微视差的不同图像;根据双目视差原理,观看者的大脑将左右眼所看到的不同图像融合成立体图像,从而实现立体显示效果。

[0004] 对于柱镜光栅裸眼3D显示屏,其性能主要取决于柱镜光栅的设计和制造。柱镜光栅对降低视点间的串扰、提高3D图像的清晰度、增大观看视角等,都有着极其重要的意义。柱镜光栅由许多的柱状子透镜排列组成,它们用于向观看者精确投射立体图像。在柱镜光栅的制造过程中,各种误差造成的表面粗糙度增大以及子透镜间的间距偏差等几乎无法避免,由此不同程度地影响3D显示的效果。

[0005] 目前,一些厂商已经推出柱镜光栅裸眼3D显示设备,但现阶段柱镜光栅裸眼3D产品的品质监管滞后,造成了该类产品的显示效果良莠不齐,打击了消费者对裸眼3D显示产品的信心与期望。因此,亟需一种可行的测试手段,以在柱镜光栅裸眼3D产品在走向市场前对其进行质量把关。

[0006] 裸眼3D产品测试中,不可或缺地需要用到3D测试图像。目前的3D图像的立体显示效果参差不齐,立体显示效果好的3D图像往往需要复杂的制作步骤和高昂的制作成本。而对于柱镜光栅裸眼3D产品的测试,往往需要定制专门的3D测试图像。如何根据已有的视点图像生成适用于柱镜光栅裸眼3D产品的3D测试图像,成为亟待解决的问题。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本申请提供了一种柱镜光栅裸眼3D显示屏的图像生成方法、测试方法及系统,其根据已有的视点图像生成适用于柱镜光栅裸眼3D产品的3D测试图像,并基于所述图像生成方法生成所需的3D测试图像,实现柱镜光栅裸眼3D显示屏的光学性能测试。

[0008] 为实现上述目的,本申请第一方面提供了一种柱镜光栅裸眼3D显示屏的3D图像生成方法,所述3D图像与预设的各视点图像的分辨率相同,所述方法包括:

[0009] 对于3D图像中的每一行子像素:

[0010] 根据显示屏在所述行的柱状光栅的设计倾斜角度,确定在所述行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移;

[0011] 根据在所述行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移,确定各视点图像的目标顺序;

[0012] 重复下述操作,直到3D图像中所述行的所有子像素的值被确定:

[0013] 按照各视点图像的目标顺序,依次从每一视点图像的所述行中提取一子像素,并将所述子像素的值确定为3D图像中相应的子像素的值。

[0014] 优选地,根据显示屏在所述行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移,确定各视点图像的目标顺序的过程,包括:

[0015] 若显示屏在所述行的3D图像的采样过程不存在子像素迁移,以各视点的原有顺序确定为各视点图像的目标顺序;

[0016] 若显示屏在所述行的3D图像的采样过程存在子像素迁移:

[0017] 根据所述行的柱状光栅的设计倾斜角度计算偏移量L:

[0018] $L = h \cdot \tan \alpha$

[0019] 其中, α 为所述行的柱状光栅的设计倾斜角度,h为子像素的高度;

[0020] 根据偏移量、所述行的行号和子像素的宽度,计算行偏移量 N_m :

[0021]
$$N_m = INT\left(\frac{(m-1) \cdot L - 0.5w}{w} + 1\right)$$

[0022] 其中,w为子像素的宽度,m为所述行的行号,INT()为向下取整函数;根据行偏移量 N_m 计算目标视点序号V:

[0023]
$$V = \left(\frac{N_m}{N} - INT\left(\frac{N_m}{N}\right)\right) \times N + 1$$

[0024] 其中,N为构成3D图像的视点的个数;

[0025] 根据目标视点序号V确定首视点图像为第V个视点的视点图像;

[0026] 以首视点图像为首,在不改变各视点图像的相对位置关系的前提下,重新对各视点图像进行排序,得到各视点图像的目标顺序。

[0027] 本申请第二方面提供了一种柱镜光栅裸眼3D显示屏的立体效果测试方法,包括:

[0028] 通过上述的柱镜光栅裸眼3D显示屏的3D图像生成方法,生成待测3D图像,其中,各视点图像由全红图像或者全绿图像构成,各相邻视点的视点图像颜色不同;

[0029] 将待测3D图像输入至待测显示屏,并在预设的K1个观测位置处捕获待测显示器所显示的图像,其中,所述K1个观测位置与待测显示屏中心的距离保持不变,每个观测位置处捕获的图像包括第一图像和第二图像;

[0030] 根据各组第一图像及第二图像,确定待测显示屏的立体显示效果是否合格。

[0031] 优选地,根据各组第一图像及第二图像,确定待测显示屏的立体显示效果是否合格的过程,包括:

[0032] 对于每一组的第一图像及第二图像:

[0033] 若第一图像及第二图像为全红图像及全绿图像,则待测显示屏的立体显示效果及格;

[0034] 若第一图像及第二图像包括莫尔条纹、混色和/或渐变颜色,则待测显示屏的立体显示效果不及格。

[0035] 本申请第三方面提供了一种柱镜光栅裸眼3D显示屏的串扰比测试方法,包括:

[0036] 针对各视点中的每个待测视点:

[0037] 通过上述的柱镜光栅裸眼3D显示屏的3D图像生成方法,生成待测3D图像,其中,待测视点的视点图像为全白图像,其他视点的视点图像为全黑图像;

[0038] 将待测3D图像输入至待测显示屏,并在预设的K2个第三位置捕获待测显示屏所显示的图像的亮度,得到K2个亮度值,并由所述K2个亮度值生成待测视点的亮度曲线,其中,所述K2个第三位置与待测显示屏中心的距离保持不变;

[0039] 根据各待测视点的亮度曲线,确定待测显示屏的串扰比。

[0040] 优选地,根据各待测视点的亮度曲线,确定待测显示屏的串扰比的过程,包括:

[0041] 从各待测视点的亮度曲线中确定亮度值的峰值最高的目标亮度曲线,则待测显示屏的串扰比为:

[0042]
$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^K L_i - L_{\max}}{L_{\max}} \times 100\%$$

[0043] 其中, L_i 为目标亮度曲线上的亮度值, L_{\max} 为目标亮度曲线中亮度值的峰值。

[0044] 本申请第四方面提供了一种柱镜光栅裸眼3D显示屏光学性能测试系统,包括:

[0045] 用于承载待测显示屏的转动台、用于模拟人眼的显微相机组、观测显示器、亮度计、3D图像生成单元和光性能计算单元;

[0046] 转动台用于转动待测显示屏,从而改变待测显示屏与显微相机组、亮度计之间的位置关系;

[0047] 3D图像生成单元用于通过上述的柱镜光栅裸眼3D显示屏的3D图像生成方法,将预设的各视点图像合成3D图像,并将所述3D图像输入至待测显示屏中,由待测显示屏对所述3D图像进行显示;

[0048] 显微相机组用于捕获待测显示屏中显示的图像,并将捕获到的目标图像输入至观测显示器中;

[0049] 观测显示器用于对所述目标图像进行显示,观测显示器中所显示的目标图像用于对待测显示屏的立体效果进行测试;

[0050] 亮度计用于对待测显示屏上的点进行亮度和色度的测量;

[0051] 光性能计算单元用于根据亮度计的测量结果,获取待测显示屏的串扰比、亮度均匀度和色度均匀度。

[0052] 优选地,光性能计算单元根据亮度计的测量结果,获取待测显示屏的串扰比的过程,包括:

[0053] 采用上述的柱镜光栅裸眼3D显示屏的串扰比测试方法,对待测显示屏的串扰比进行测试。

[0054] 优选地,光性能计算单元根据亮度计的测量结果,获取待测显示屏的亮度均匀度的过程,包括:

[0055] 将全白图像输入至待测显示屏,并在预设的K3个第三位置捕获所述待测显示屏所显示的图像的亮度,得到K3个亮度值,则亮度均匀度为:

$$[0056] \quad L_u = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max}}$$

[0057] 其中,所述K3个第三位置与待测显示屏中心的距离保持不变; L_{\max} 为所述K3个亮度值中的最大值, L_{\min} 为所述K3个亮度值中的最小值。

[0058] 优选地,光性能计算单元根据亮度计的测量结果,获取待测显示屏的色度均匀度的过程,包括:

[0059] 将全白图像输入至待测显示屏,获取所述待测显示屏上预设的9个点的CIE1931色坐标 (x_i, y_i) , $i \in 1, 2, \dots, 9$;

[0060] 将所述9个点的CIE1931色坐标 (x_i, y_i) 分别转换成CIE1960UCS色坐标 (u_i, v_i) ,则色度均匀度为:

$$[0061] \quad \Delta = \sum \sqrt{(u_i - u_0)^2 + (v_i - v_0)^2}$$

[0062] 其中, (u_0, v_0) 为所述待测显示屏的中心点的色坐标。

[0063] 经由上述的技术方案可知,本申请对于待生成的3D图像中的每一行子像素:首先根据显示屏在所述行的柱状光栅的设计倾斜角度,确定3D图像在所述行的采样过程是否存在子像素迁移。然后根据在所述行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移,确定各视点图像的目标顺序。当确定好各视点图像的目标顺序后,重复下述操作,直到3D图像中所述行的所有子像素的值被确定:按照各视点图像的目标顺序,依次从每一视点图像的所述行中提取一子像素,并将所述子像素的值确定为3D图像中相应的子像素的值。用所述方法生成的3D图像与各视点图像具有相同的分辨率,计算过程简单,且充分考虑了柱镜光栅显示屏的光学参数,能够有效生成测试所需的3D图像。

附图说明

[0064] 为了更清楚地说明本申请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,下面描述中的附图仅仅是本申请的实施例,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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0065] 图1示例了本申请实施例公开的子像素迁移计算方法;

[0066] 图2为本申请实施例公开的柱镜光栅裸眼3D显示屏的3D图像生成方法的示意图;

[0067] 图3示例了本申请实施例公开的4视点图像及其3D图像;

[0068] 图4示例了本申请实施例公开的4视点的3D图像生成方法;

[0069] 图5为本申请实施例公开的柱镜光栅裸眼3D显示屏的3D图像生成系统的示意图;

[0070] 图6为本申请实施例公开的柱镜光栅裸眼3D显示屏的立体效果测试方法的示意图;

[0071] 图7为本申请实施例公开的柱镜光栅裸眼3D显示屏的串扰比测试方法的示意图;

[0072] 图8示例了本申请实施例公开的各视点的亮度曲线。

具体实施方式

[0073] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完

整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,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,都属于本申请保护的范围。

[0074] 目前常见的裸视3D显示器大致可分为采视差障壁(Barrier)方式和柱状透镜(Lenticular Lens)方式,其基本原理是将画面分割成给左、右眼观看的2个不同角度的影像(此称为2视点裸视3D显示器),再利用视觉暂留原理,在人脑形成3D立体画面。倘若上述显示器不作为3D显像用途,也可同时显示2个完全不同画面,例如对于车载显示器,坐在驾驶座的看到是地图画面,坐在副驾座位的则可看到影片画面。

[0075] 由于2视点所看到3D影像的视角范围较小,目前逐渐开发出多视点的3D影像。对于多视点影像,由于单一物体是从多重角度拍摄,且3D显示器本身能将多重画面分割出来,因此多视点3D显示器所呈现出的3D影像视角范围广。

[0076] 无论视点数是多少,最终均需将原始拍摄的各视点图像合成一3D图像,以供3D显示器进行显示。本申请提供一种柱镜光栅裸眼3D显示屏的3D图像生成方法,该方法所生产的3D图像可以保持与原视点图像一致的分辨率。

[0077] 下面介绍本申请实施例提供的柱镜光栅裸眼3D显示屏的3D图像生成方法。请参阅图1,柱镜光栅裸眼3D显示屏上的每个像素都由R、G、B三个子像素组成,每个子像素的宽高比为1:3,柱镜光栅裸眼3D显示屏中柱状光栅的设计倾斜角度为 α 。

[0078] 请参阅图2,本申请实施例提供的柱镜光栅裸眼3D显示屏的3D图像生成方法可以根据预设的各视点图像生成3D图像,具体地,该方法可以包括如下步骤:

[0079] 对于3D图像中的每一行子像素:

[0080] 步骤S101,确定在该行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移。

[0081] 具体地,根据显示屏在该行的柱状光栅的设计倾斜角度 α ,确定在该行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移。

[0082] 步骤S102,确定在该行的3D图像的采样过程中各视点图像的目标顺序。

[0083] 具体地,根据在该行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移,确定在该行的3D图像的采样过程中各视点图像的目标顺序。

[0084] 步骤S103,根据该行的3D图像的采样过程中各视点图像的目标顺序,逐个子像素地确定3D图像在该行的子像素的值。

[0085] 具体地,重复下述操作,直到3D图像中该行的所有子像素的值被确定:

[0086] 按照该行的3D图像的采样过程中各视点图像的目标顺序,依次从每一视点图像的该行中提取一子像素,并将该子像素的值确定为3D图像中相应的子像素的值。

[0087] 例如,请参阅图3,对于4视点的3D影像,其各个视点分别为视点1、视点2、视点3和视点4,相应地,对应于这些视点的视点图像分别为A图像、B图像、C图像和D图像。

[0088] 对于3D图像中的第一行子像素,由步骤S101确定在该行的3D图像的采样过程不存在子像素迁移;则步骤S102确定在该行的3D图像的采样过程中各视点图像的目标顺序为原顺序,即A图像、B图像、C图像和D图像;根据步骤S103,请参阅图4,从A图像中提取第一行第一列的子像素,并以此作为3D图像第一行第一列的子像素的值,从B图像中提取第一行第二列的子像素,并以此作为3D图像第一行第二列的子像素的值,从C图像中提取第一行第三列的子像素,并以此作为3D图像第一行第三列的子像素的值,从D图像中提取第一行第四列的

子像素,并以此作为3D图像第一行第四列的子像素的值,然后再回到A图像,从A图像中提取第一行第五列的子像素,并以此作为3D图像第一行第五列的子像素的值,如此反复,直到3D图像中的第一行子像素的值均被确定。

[0089] 对于3D图像中的第二行子像素,由步骤S101确定在该行的3D图像的采样过程存在子像素迁移;根据步骤S102确定在该行的3D图像的采样过程中各视点图像的目标顺序为B图像、C图像、D图像和A图像;根据步骤S103,从B图像中提取第二行第一列的子像素,并以此作为3D图像第二行第一列的子像素的值,从C图像中提取第二行第二列的子像素,并以此作为3D图像第二行第二列的子像素的值,从D图像中提取第二行第三列的子像素,并以此作为3D图像第二行第三列的子像素的值,从A图像中提取第二行第四列的子像素,并以此作为3D图像第二行第四列的子像素的值,然后再回到B图像,从B图像中提取第二行第五列的子像素,并以此作为3D图像第二行第五列的子像素的值,如此反复,直到3D图像中的第二行子像素的值均被确定。

[0090] 同样地,对于3D图像中的第三行子像素等其他行的子像素的值,采用上述方法进行确定,最后3D图像中所有子像素的值均被确定。

[0091] 本申请对于待生成的3D图像中的每一行子像素:首先根据显示屏在所述行的柱状光栅的设计倾斜角度,确定3D图像在所述行的采样过程是否存在子像素迁移。然后根据在所述行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移,确定各视点图像的目标顺序。当确定好各视点图像的目标顺序后,重复下述操作,直到3D图像中所述行的所有子像素的值被确定:按照各视点图像的目标顺序,依次从每一视点图像的所述行中提取一子像素,并将所述子像素的值确定为3D图像中相应的子像素的值。用所述方法生成的3D图像与各视点图像具有相同的分辨率,计算过程简单,且充分考虑了柱镜光栅显示屏的光学参数,能够有效生成测试所需的3D图像。

[0092] 在本申请的一些实施例中,上述步骤S101根据显示屏在所述行的柱状光栅的设计倾斜角度,确定在该行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移的过程,可以包括:

[0093] S1,根据显示屏在所述行的柱状光栅的设计倾斜角度,确定柱状光栅的相对偏移量L:

$$[0094] \quad L = h \tan \alpha \quad (1)$$

[0095] 其中,请参阅图1,h为显示屏中子像素的高度, α 为柱镜光栅裸眼3D显示屏中柱状光栅的设计倾斜角度。

[0096] S2,根据柱镜光栅的相对偏移量与显示屏中子像素的宽度,确定在所述行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移。

[0097] 具体地,若 $L < w$,在该行的3D图像的采样过程中不存在子像素迁移;若, $L > w$,在该行的3D图像的采样过程中存在子像素迁移。

[0098] 其中,w为显示屏中子像素的宽度。当屏中每个子像素的宽高比为1:3时,容易推导出:

$$[0099] \quad h = 3w \quad (2)$$

[0100] 则,若 $\tan \alpha < 1/3$,在该行的3D图像的采样过程中不存在子像素迁移;若, $\tan \alpha > 1/3$,在该行的3D图像的采样过程中存在子像素迁移。

[0101] 在本申请的一些实施例中,上述步骤S102根据显示屏在该行的3D图像的采样过程

是否存在子像素迁移,确定各视点图像的目标顺序的过程,可以包括:

[0102] S1,若显示屏在所述行的3D图像的采样过程不存在子像素迁移,以各视点的原有顺序确定为各视点图像的目标顺序。

[0103] S2,若显示屏在所述行的3D图像的采样过程存在子像素迁移:

[0104] 根据公式(1)计算偏移量L,其中, α 为所述行的柱状光栅的设计倾斜角度,h为子像素的高度。

[0105] S3,根据偏移量、所述行的行号和子像素的宽度,计算行偏移量 N_m :

$$[0106] \quad N_m = INT\left(\frac{(m-1) \cdot L - 0.5w}{w} + 1\right) \quad (3)$$

[0107] 其中,w为子像素的宽度,m为所述行的行号,INT()为向下取整函数。

[0108] S4,根据行偏移量 N_m 计算目标视点序号V:

$$[0109] \quad V = \left(\frac{N_m}{N} - INT\left(\frac{N_m}{N}\right)\right) \times N + 1 \quad (4)$$

[0110] 其中,N为构成3D图像的视点的个数。

[0111] 根据目标视点序号V确定首视点图像为第V个视点的视点图像。

[0112] 例如,请参阅图3,对于4视点的3D影像,其各个视点分别为视点1、视点2、视点3和视点4,相应地,对应于这些视点的视点图像分别为A图像、B图像、C图像和D图像。那么:

$$[0113] \quad \begin{cases} V = 1, \text{表示以第1个视点的视点图像,即A图像,作为首视点图像} \\ V = 2, \text{表示以第2个视点的视点图像,即B图像,作为首视点图像} \\ V = 3, \text{表示以第3个视点的视点图像,即C图像,作为首视点图像} \\ V = 4, \text{表示以第4个视点的视点图像,即D图像,作为首视点图像} \end{cases}$$

[0114] S5,以首视点图像为首,在不改变各视点图像的相对位置关系的前提下,重新对各视点图像进行排序,得到各视点图像的目标顺序。

[0115] 例如,对于上述的4视点3D影像中,若B图像为首视点图像,则各视点图像的目标顺序为:B图像、C图像、D图像和A图像;若C图像为首视点图像,则各视点图像的目标顺序为:C图像、D图像、A图像和B图像;若D图像为首视点图像,则各视点图像的目标顺序为:D图像、A图像、B图像和C图像。

[0116] 基于上述的柱镜光栅裸眼3D显示屏的3D图像生成方法,本申请还提供一种柱镜光栅裸眼3D显示屏的立体效果测试方法和一种柱镜光栅裸眼3D显示屏的串扰比测试方法。在介绍这两种测试方法之前,首先对用于执行上述测试方法的测试系统作介绍。

[0117] 下面对本申请实施例提供的柱镜光栅裸眼3D显示屏光学性能测试系统进行描述。请参见图5,本申请实施例提供的柱镜光栅裸眼3D显示屏光学性能测试系统,可以包括:

[0118] 用于承载待测显示屏10的转动台20、用于模拟人眼的显微相机组30、观测显示器40、亮度计50、3D图像生成单元60和光性能计算单元70。

[0119] 其中,转动台20用于转动待测显示屏10,从而改变待测显示屏10与显微相机组30、亮度计50之间的位置关系。

[0120] 3D图像生成单元60用于通过如前文描述的柱镜光栅裸眼3D显示屏的3D图像生成方法,将预设的各视点图像合成3D图像,并将该3D图像输入至待测显示屏10中,由待测显示

屏10对该3D图像进行显示。

[0121] 显微相机组30用于捕获待测显示屏10中显示的图像,并将捕获到的目标图像输入至观测显示器40中。

[0122] 观测显示器40用于对该目标图像进行显示,观测显示器40中所显示的目标图像用于对待测显示屏10的立体效果进行测试。

[0123] 亮度计50用于对待测显示屏10上的点进行亮度和色度的测量。

[0124] 光性能计算单元70用于根据亮度计50的测量结果,获取待测显示屏10的串扰比、亮度均匀度和色度均匀度。

[0125] 上述实施例所描述的柱镜光栅裸眼3D显示屏光学性能测试系统提供了一个可行的测试平台,通过该平台可以方便地实现柱镜光栅裸眼3D显示屏在立体效果、串扰比、亮度均匀度和色度均匀度各方面的测试。以下结合该测试平台,分别对这几个测试项的测试方法进行介绍。

[0126] 3D显示屏的立体观看效果(即立体效果)一般可以从主观和客观两个方面进行评价。客观评价方式通过视区分布和亮度分布来对观看效果进行评价,客观评价方式是以数值的方式间接描述立体效果,需要专业人士来解读报告,不适用于普通用户。主观评价方式通过输入一个真实3D图像,通过目视该3D图像来观察立体效果。这种方法虽然简单直接,但是主观评价会因为观察者不同而得到不同的结果。

[0127] 柱镜光栅裸眼3D显示是根据柱镜光栅的分光原理,通过对光栅形状的设计及光栅到显示器距离的精确控制,使通过显示面板的各子像素的光线分别只进入人的左眼或右眼,双眼看到不同的画面,由大脑的立体融像原理产生空间感。基于以上原理,在本申请的一些实施例中,可以采用本申请提供的柱镜光栅裸眼3D显示屏的立体效果测试方法,将各个视点图像设置成全红或全绿,采用上述的3D图像生成单元60交替采样生成3D测试图像,然后根据观测显示器40中所显示的目标图像来对待测显示屏10的立体效果进行测试。

[0128] 下面对本申请实施例提供的柱镜光栅裸眼3D显示屏的立体效果测试方法进行描述。请参见图6,本申请实施例提供的柱镜光栅裸眼3D显示屏的立体效果测试方法,可以包括:

[0129] 步骤S201,生成待测3D图像。

[0130] 具体地,通过前文描述的柱镜光栅裸眼3D显示屏的3D图像生成方法生成待测3D图像。

[0131] 其中,各视点图像由全红图像或者全绿图像构成,各相邻视点的视点图像颜色不同。

[0132] 例如,对于如图3中的4视点的3D影像,取A图像、C图像为全红图像,所有像素都是红色,取B图像、D图像为全绿图像,所有像素都是绿色;或者,取A图像、C图像为全绿图像,所有像素都是绿色,取B图像、D图像为全红图像,所有像素都是红色。以此达到各视点图像由全红、全绿的图像相间组成的效果。

[0133] 步骤S202,将待测3D图像输入至待测显示屏,并在预设的K1个观测位置处捕获待测显示器所显示的图像。

[0134] 其中,该K1个观测位置与待测显示屏中心的距离保持不变;每个观测位置处捕获的图像包括第一图像和第二图像。

[0135] 具体地,可以将显微相机组30放置在设计的最佳距离处,上述第一图像和第二图像分别为由显微相机组30中的两个显微相机捕获的图像。

[0136] 保持显微相机组30位置不变,控制转动台20以待测显示屏10的光轴为中心而转动,随着转动台20的转动,待测显示屏10与显微相机组30的相对位置发生变化,从而得到上述的K1个观测位置。

[0137] 示例性地,控制转台20以待测显示屏10的光轴为中心,以角度*i*为步长进行转动。每转动到一个角度,通过显微相机组30拍摄出一组第一图像和第二图像。其中,可以根据公式(5)计算转动台20每次转动的角度:

$$[0138] \quad i = 2 \cdot \arctan\left(\frac{\delta}{2l}\right) \quad (5)$$

[0139] 其中, δ 为人眼的瞳距,一般可取65mm,*l*为设计的最佳距离。

[0140] 步骤S203,根据各组第一图像及第二图像,确定待测显示屏的立体显示效果是否合格。

[0141] 示例性地,观测显示器40可以分成左右两部分,左半部份屏幕用于显示第一图像,右半部份屏幕用于显示第二图像。根据观测显示器40上所显示的各组第一图像及第二图像,确定待测显示屏10的立体显示效果是否合格。

[0142] 上述实施例首先通过将各视点图像相间地设置为红色或绿色,将各视点图像合成3D测试图像,并通过待测显示屏10显示该3D测试图像。然后通过显微相机组30模拟人的双眼去捕获待测显示屏10所显示的图像,最后将捕获到的图像分别展示在观测显示器40屏幕的左半部分及右半部分,可以直观地展现出待测显示屏10的立体效果。

[0143] 在本申请的一些实施例中,上述步骤S203根据各组第一图像及第二图像,确定待测显示屏10的立体显示效果是否合格的过程,可以包括:

[0144] 对于每一组的第一图像及第二图像:

[0145] S1,若第一图像及第二图像为全红图像及全绿图像,则待测显示屏10的立体显示效果及格。

[0146] S2,若第一图像及第二图像包括莫尔条纹、混色和渐变颜色中的至少一种,则待测显示屏10的立体显示效果不及格。

[0147] 上述实施例中,由于视点图像仅有单种颜色构成,所呈现的立体观看效果要么是红色、绿色参半,要么是出现莫尔条纹、混色和渐变颜色中的至少一种,无论是莫尔条纹、混色还是渐变颜色,其呈现的图像跟前述的红色、绿色参半具有较大的视觉区别,一定程度上避免了在判断立体观看效果时主观因素的影响。

[0148] 除了立体效果之外,串扰比也是体现裸眼3D显示性能的最重要的评价标准之一。串扰比表示左眼除了看到对应视点的图像外,还接收到了相邻的子像素所发出的光线(该子像素图像本应该只被右眼接收到),视点图像之间的串扰会严重影响立体感的产生,串扰比越小表示立体显示性能越好。在本申请的一些实施例中,光性能计算单元70可以采用本申请提供的柱镜光栅裸眼3D显示屏的串扰比测试方法,根据亮度计50的测量结果,获取待测显示屏10的串扰比。

[0149] 下面对本申请实施例提供的柱镜光栅裸眼3D显示屏的串扰比测试方法进行描述。请参见图7,本申请实施例提供的柱镜光栅裸眼3D显示屏的串扰比测试方法,可以包括:

[0150] 针对各视点中的每个待测视点：

[0151] 步骤S301,生成各待测3D图像。

[0152] 具体地,通过前文描述的柱镜光栅裸眼3D显示屏的3D图像生成方法生成待测3D图像。

[0153] 其中,待测视点的视点图像为全白图像,其他视点的视点图像为全黑图像。

[0154] 例如,请参阅图3,若待测视点为视点1,则A图像为全白图像,B图像、C图像及D图像为全黑图像;若待测视点为视点2,则B图像为全白图像,A图像、C图像及D图像为全黑图像,以此类推。

[0155] 步骤S302,获取各待测视点的亮度曲线。

[0156] 具体地,将待测3D图像输入至待测显示屏10,并在预设的K2个第三位置捕获待测显示屏10所显示的图像的亮度,得到K2个亮度值,并由该K2个亮度值生成待测视点的亮度曲线。

[0157] 其中,该K2个第三位置与待测显示屏中心的距离保持不变。

[0158] 例如,可以将亮度计50放置在设计的最佳距离处,保持亮度计50位置不变,控制转台20以待测显示屏10的光轴为中心而转动,随着转动台20的转动,待测显示屏10与亮度计50的相对位置发生变化,从而得到上述的K2个第三位置。

[0159] 示例性地,控制转台20以待测显示屏10的光轴为中心,以1°为步长进行转动。每转动到一个角度记录一个亮度值,从而得到一待测视点的亮度分布曲线。在一实施例中,对于一4视点的3D影像,各视点的亮度分布曲线如图8所示。

[0160] 步骤S303,根据各待测视点的亮度曲线,确定待测显示屏的串扰比。

[0161] 其中,可以有多种方法确定待测显示屏的串扰比。在本申请的一些实施例中,上述步骤S303根据各待测视点的亮度曲线,确定待测显示屏的串扰比的过程,可以包括:

[0162] 从各待测视点的亮度曲线中确定亮度值的峰值最高的目标亮度曲线,则待测显示屏的串扰比为:

$$[0163] \quad \eta = \frac{\sum_{i=1}^K L_i - L_{\max}}{L_{\max}} \times 100\% \quad (6)$$

[0164] 其中, L_i 为目标亮度曲线上的亮度值, L_{\max} 为目标亮度曲线中亮度值的峰值。

[0165] 显示屏由于照明方式的不同,一般都会出现屏幕中心亮度高于边缘位置的现象。当亮度相差较大时,容易使人产生疲劳。因此,有必要对亮度均匀度进行测量。

[0166] 在本申请的一些实施例中,光性能计算单元70根据亮度计的测量结果,获取待测显示屏10的亮度均匀度的过程,可以包括:

[0167] 将全白图像输入至待测10,并在预设的K3个第三位置捕获所述待测显示屏所显示的图像的亮度,得到K3个亮度值,则亮度均匀度为:

$$[0168] \quad L_u = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max}} \quad (7)$$

[0169] 其中,所述K3个第三位置与待测显示屏10中心的距离保持不变; L_{\max} 为所述K3个亮度值中的最大值, L_{\min} 为所述K3个亮度值中的最小值。

[0170] 示例性地,控制转台20以待测显示屏10的光轴为中心,以角度i为步长进行转动。每转动到一个角度记录一个亮度值,从而得到K3个亮度值。其中,角度i根据公式(5)计算得

到。

[0171] 在本申请的一些实施例中,光性能计算单元70根据亮度计的测量结果,获取待测显示屏10的色度均匀度的过程,可以包括:

[0172] S1,将全白图像输入至待测显示屏10,获取待测显示屏10上预设的9个点的CIE1931色坐标 (x_i, y_i) , $i \in 1, 2, \dots, 9$ 。

[0173] S2,将所述9个点的CIE1931色坐标 (x_i, y_i) 分别转换成CIE1960UCS色坐标 (u_i, v_i) ,则色度均匀度为:

$$[0174] \quad \Delta = \sum \sqrt{(u_i - u_0)^2 + (v_i - v_0)^2}$$

[0175] 其中, (u_0, v_0) 为所述待测显示屏的中心点的色坐标。

[0176] 综上所述:

[0177] 本申请首先提出一种3D图像生成方法,在该方法中,对于待生成的3D图像中的每一行子像素:首先根据显示屏在所述行的柱状光栅的设计倾斜角度,确定3D图像在所述行的采样过程是否存在子像素迁移。然后根据在所述行的3D图像的采样过程是否存在子像素迁移,确定各视点图像的目标顺序。当确定好各视点图像的目标顺序后,重复下述操作,直到3D图像中所述行的所有子像素的值被确定:按照各视点图像的目标顺序,依次从每一视点图像的所述行中提取一子像素,并将所述子像素的值确定为3D图像中相应的子像素的值。用所述方法生成的3D图像与各视点图像具有相同的分辨率,计算过程简单,且充分考虑了柱镜光栅显示屏的光学参数,能够有效生成测试所需的3D图像。

[0178] 接着,本申请提供了一种光学性能测试系统,该系统提供了一个可行的测试平台,通过该平台及上述的3D图像生成方法,可以方便地实现柱镜光栅裸眼3D显示屏在立体效果、串扰比、亮度均匀度和色度均匀度各方面的标准化测试。

[0179] 特别地,本申请所提供的立体效果测试方法首先通过将各视点图像相间地设置为红色或绿色,将各视点图像合成3D测试图像,并通过待测显示屏10显示该3D测试图像。然后通过显微相机组30模拟人的双眼去捕获待测显示屏10所显示的图像,最后将捕获到的图像分别展示在观测显示器40屏幕的左半部分及右半部分,可以直观地展现出待测显示屏10的立体效果。进一步地,由于视点图像仅有单种颜色构成,所呈现的立体观看效果要么是红色、绿色参半,要么是莫尔条纹,一定程度上避免了在判断立体观看效果时主观因素的影响。

[0180] 最后,还需要说明的是,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、物品或者设备不仅包括那些要素,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、物品或者设备所固有的要素。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、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0181] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间可以根据需要进行组合,且相同相似部分互相参见即可。

[0182] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本申请。对这些实施例的多种修改对本领域的专业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申请的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本申请将不会被限制于本文所示的这些实施例,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。

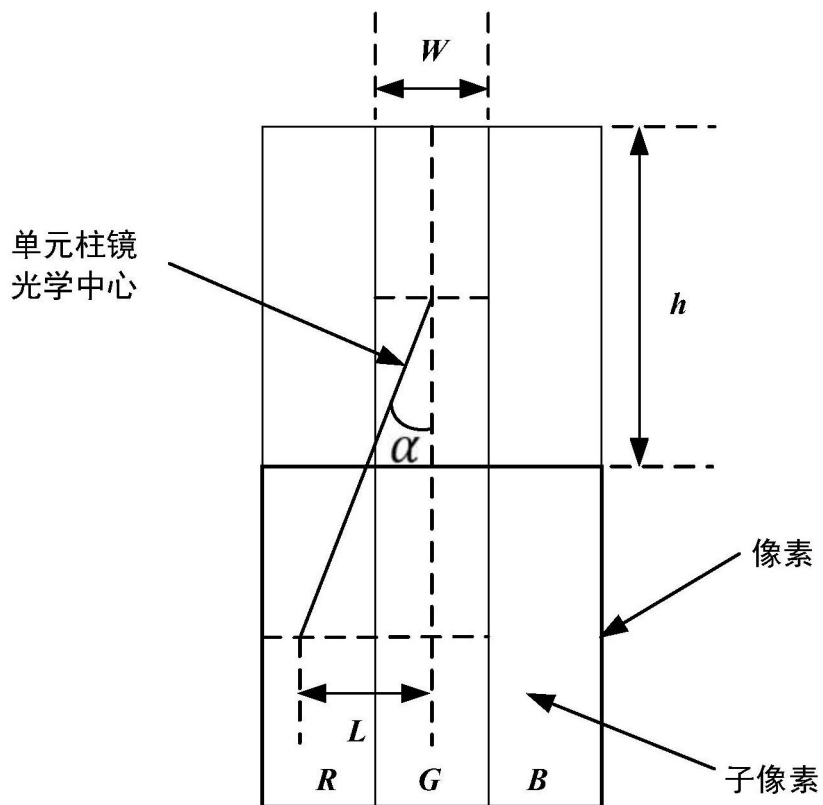


图1

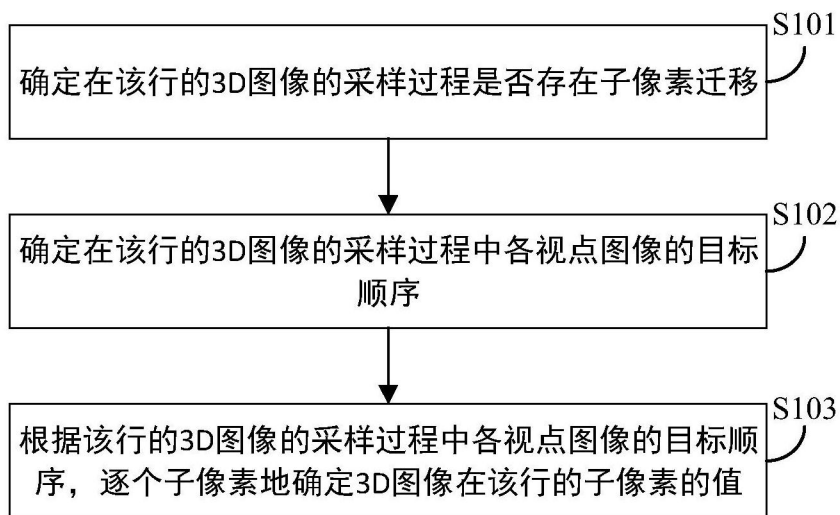


图2

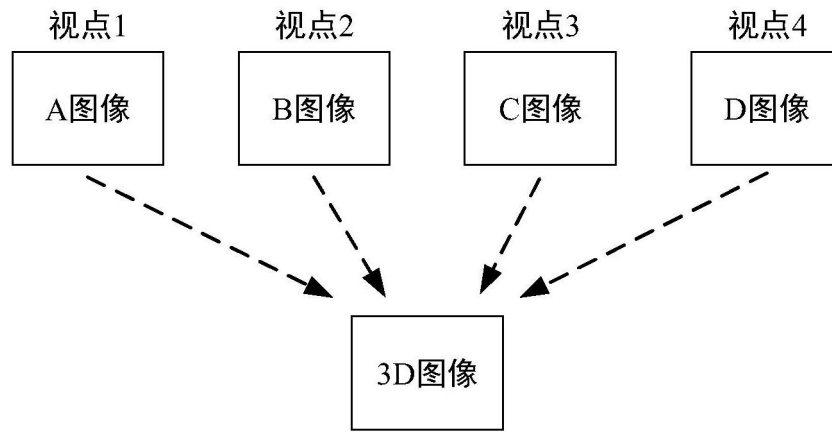


图3

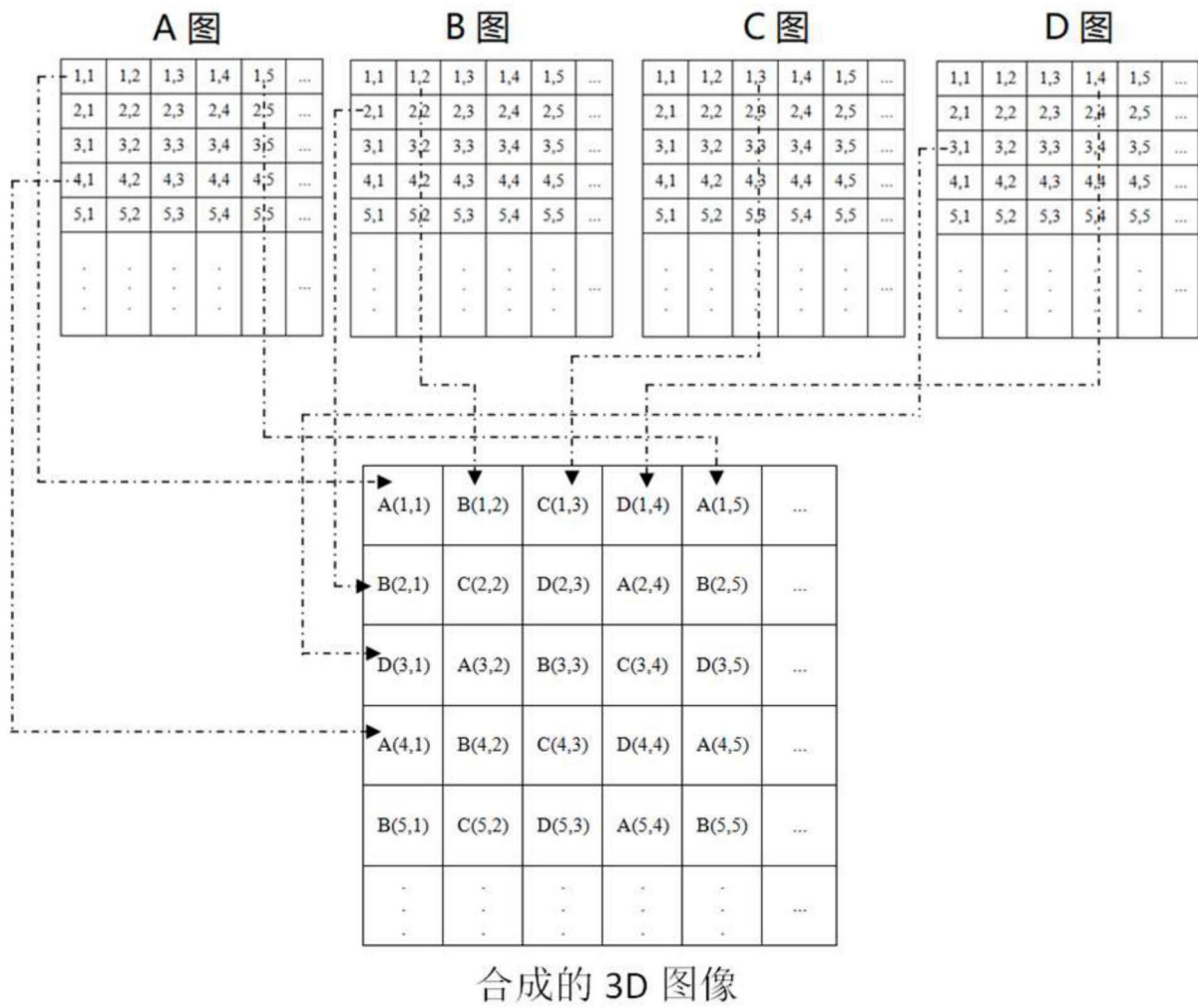


图4

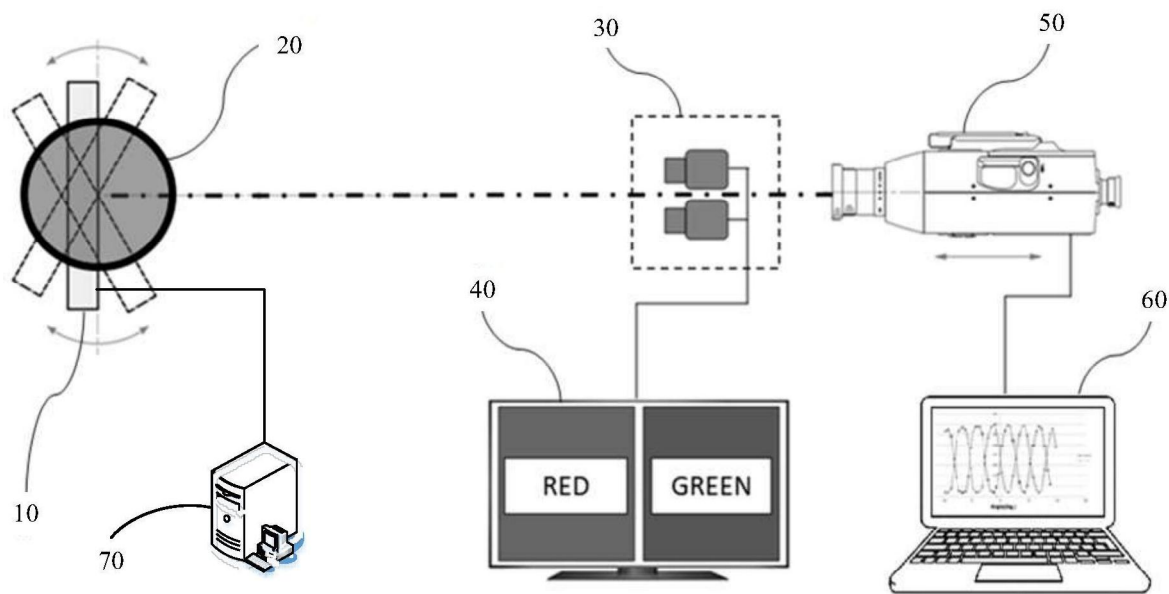


图5

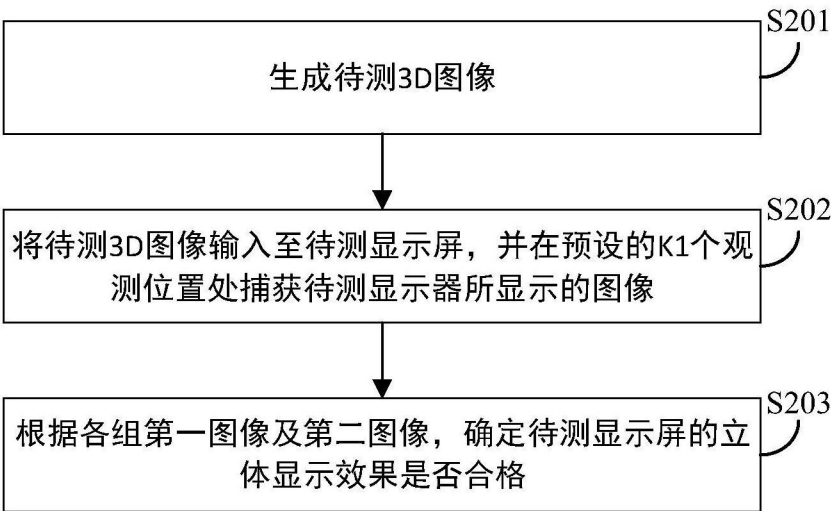


图6

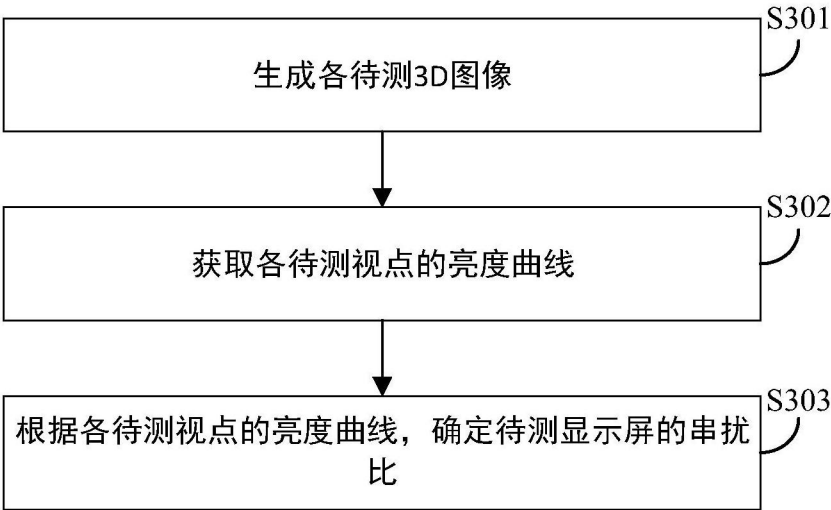


图7

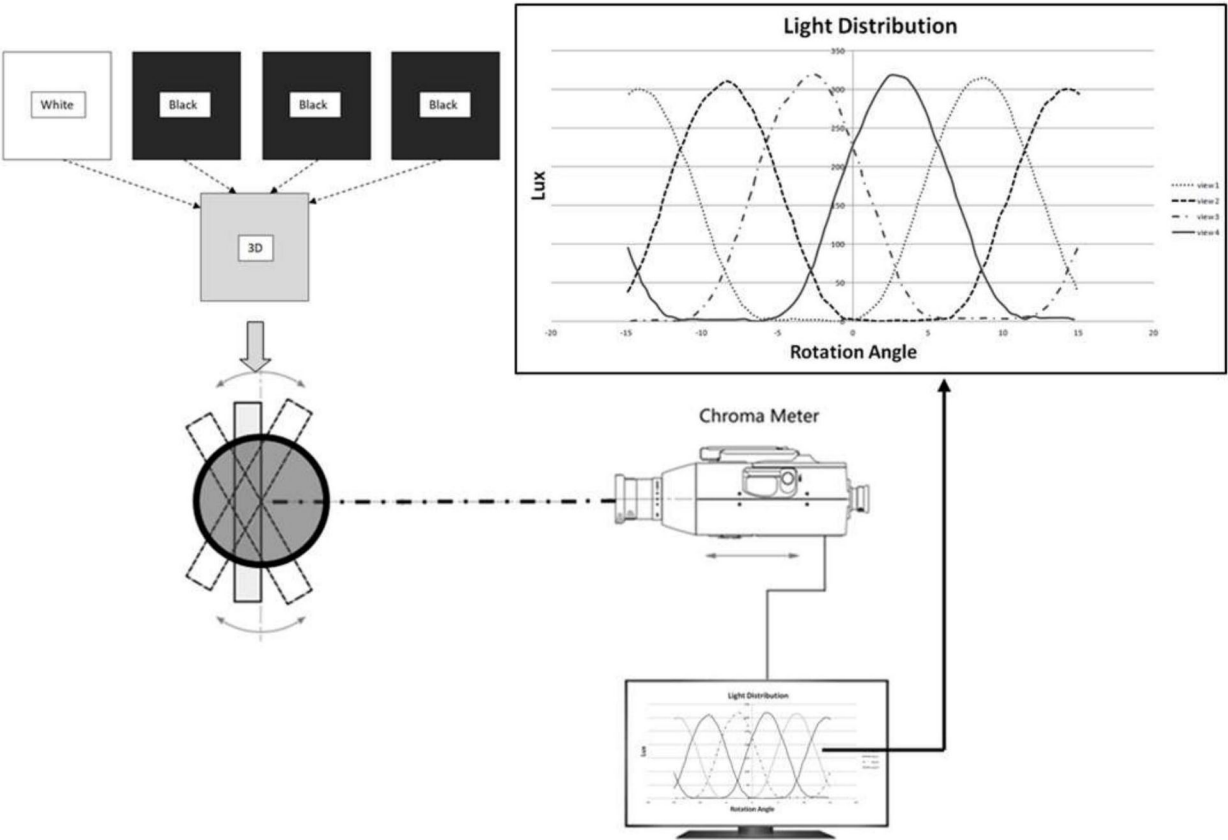


图8