

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G03B 21/14 (2006.01)

F21V 7/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410011157.0

[43] 公开日 2006 年 2 月 8 日

[11] 公开号 CN 1731271A

[22] 申请日 2004.10.15

[21] 申请号 200410011157.0

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 翁志成 张增宝 张新 丛小杰
崔继承

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
代理人 梁爱荣

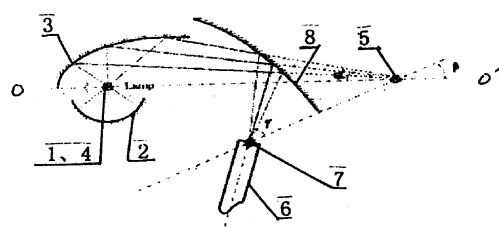
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称

一种利用反射镜制作的光源系统

[57] 摘要

本发明属于投影显示光学技术领域，涉及一种带有冷反光碗设计的照明系统。由发光灯弧 1、半球面反射镜 2、半椭球面反射镜 3、方棒 6 和或半双曲面反射镜 8 组成。对于小尺寸的空间光调制器，采用本发明能显著提高系统效率。在保证空间光调制器上的照明均匀性大于 90% 的条件下，分别采用 0.5、0.55、0.7、0.78、0.9、1.3 英寸 $F/\# = 2$ 的空间光调制器，实现 14° 张角远心照明。利用 Light-Tools 软件照明模块建模和仿真，通过计算 200,000 条以上光线，在模拟空间光调制器上得到优化的设计结果，采用双抛型方棒照明系统比标准椭球型方棒照明系统又更高的照明光能利用率，结构简单，满足实用性要求，工艺简单、价格低。



1、一种利用反射镜制作的光源系统，包括：光源（1）、方棒（6），其特征在于还包括：半球面反射镜（2）、半椭球面反射镜（3），将光源（1）放在半椭球面反射镜（3）内的第一焦点（4）上，在半椭球面反射镜（3）的对面放置半球面反射镜（2），使光源（1）在半椭球面反射镜（3）的第二焦点（5）上成像，方棒（6）放在半椭球面反射镜（3）的第二焦点（5）附近，让方棒（6）相对于轴线 O-O' 放置的倾斜角 α 为：

$$\alpha = \arctan\left(\frac{1-e^2}{2e}\right)$$

光源（1）发出的光线进入方棒（6）经多次反射，在方棒（6）的末端形成均匀的矩形照明。

2、一种利用反射镜制作的光源系统，包括：光源（1）、方棒（6），其特征在于还包括：半球面反射镜（2）、半椭球面反射镜（3）和半双曲面反射镜（8），将光源（1）沿光轴放在半椭球面反射镜（3）内的第一焦点（4）上，在半椭球面反射镜（3）的对面放置半球面反射镜（2），使光源（1）在半椭球面反射镜（3）的第二焦点（5）上成像，方棒（6）放在半双曲面反射镜（8）的第三焦点（7）附近；方棒（6）的入射面与半双曲面反射镜（8）的焦面重合，光源（1）发出的光线进入方棒（6）经多次反射，在方棒（6）的末端形成均匀的矩形照明。

一种利用反射镜制作的光源系统

一、技术领域

本发明属于投影显示光学技术领域，涉及一种带有冷反光碗设计的照明系统。

二、背景技术：

以空间光调制器为图像源的投影显示系统近几年得到了飞速发展，在商务、科研、教育、娱乐及家庭生活中得到广泛的应用，特别是数字微反射镜阵列（DMD）技术，利用微细加工和大规模集成电路技术开发的非相干光调制器技术，以其简单的原理，出色的性能实现了商业化应用。因为 DMD 有着不同于其它光调制器的新特点，因此研究适用于 DMD 投影显示的照明系统变得更加重要。

为了降低成本，减小投影显示系统的体积与重量，DMD 的生产厂家 TI 公司开发的产品尺寸越来越小，已经经历了 1.3，0.9，0.7 英寸的发展过程，并且向着 0.55，0.5 英寸的方向发展。要保证系统的光效率，必须对照明系统进行改进，根据非成像光学理论，在其他条件不变的条件下，必须同步减小照明系统的光学扩展量，而现有的照明光源设计，在减小光源尺寸的研究上已经取得了进展，但仅仅通过减小光源弧长不能满足要求，而且在保证安全，低成本的前提下光源尺寸的减小也变得越来越困难。因此要减小光源的光学扩展量以适应小尺寸的空间光调制器的要求就必须对反光碗进行改进设计。

目前传统的反光碗设计是采用旋转抛物面或者旋转椭球面反光碗，

如图 1 所示, 由于可控制的参数有限不可避免地带入较大的像差, 特别是球差, 直接影响到系统的光学扩展量, 从而使照明系统的光学扩展量增大, 在使用较大尺寸 (例如 0.9 英寸) 的光调制器时, 这一问题还不突出, 在与较小尺寸 (例如 0.55 英寸) 的光调制器匹配使用时, 由于光学扩展量受限, 系统的效率进一步降低。

三、发明内容:

为了克服上述光学系统有较大像差, 特别是球差, 使照明系统的光学扩展量增大, 系统效率低的缺点, 本发明的目的是通过改进光源的反光碗设计使照明系统的光学扩展量减小, 以满足较小尺寸的空间光调制器需要, 提高系统的照明效率, 为此, 本发明提供一种适合于较小尺寸光调制器的光源系统。

本发明的内容: 包括: 光源、半球面反射镜、半椭球面反射镜、第一焦点、第二焦点和方棒, 将光源放在半椭球面反射镜内的第一焦点上, 在半椭球面反射镜的对面放置半球面反射镜, 根据点点成像原理, 使光源在半椭球面反射镜的第二焦点上成像, 方棒放在半椭球面反射镜的第二焦点附近, 让方棒相对于轴线 $0-0'$ 放置的倾斜角 α 为:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{1-e^2}{2e}\right)$$

e 为半椭球面反射镜的离心率, 光源发出的光线进入方棒经多次反射, 在方棒的末端形成均匀的矩形照明。

本发明进一步改进的设计: 包括: 光源、半球面反射镜、半椭球面反射镜、第一焦点、第二焦点、方棒、第三焦点和半双曲面反射镜, 将光源沿光轴放在半椭球面反射镜内的第一焦点上, 在半椭球面反射镜的对面放置半球面反射镜, 根据点点成像原理, 使光源在半椭球面反射镜的第二焦点上成像, 方棒放在半双曲面反射镜的第三焦点附近; 方棒的

入射面与半双曲面反射镜的焦面重合，光源发出的光线进入方棒经多次反射，在方棒的末端形成均匀的矩形照明。

本发明图 2 中光源发出的光线经过半球面反射镜、半椭球面反射镜后入射方棒，经匀光后从方棒出射均匀矩形照明光。图 3 中光源发出的光线经过半球面反射镜、半椭球面反射镜、半双曲面反射镜后入射方棒，经匀光后从方棒出射均匀矩形照明光。

积极效果：

由于采用了半球面反射镜、半椭球面反射镜组合反射镜的形式，这样，大部分光能集中在方棒的小入射角范围，显然立体角 Solid Angle 减小了。从另一个角度来看，通过采用半球面反射镜，光束在传输途中的面积减小一半，方棒的末端形成均匀的矩形照明，然后通过光源系统外的转向透镜成像到空间光调制器上，而后被缩放到与空间光调制器的尺寸和投影镜头的 $F/\#$ 相匹配。

本发明通过减小成像尺寸和光束立体角的方法来减小照明系统的光学扩展量，以满足较小尺寸的空间光调制器需要，提高系统的照明效率，满足较小尺寸 DMD 照明的需要，而且结构比较简单。

我们在保证空间光调制器上的照明均匀性大于 90% 的条件下，分别采用 0.5、0.55、0.7、0.78、0.9、1.3 英寸 $F/\#=2$ 的空间光调制器，实现 14° 张角远心照明。利用 LightTools 软件照明模块建模和仿真，通过计算 200,000 条以上光线，在模拟空间光调制器上得到了优化的设计结果，得到椭球双曲二次成像型与标准椭球型方棒照明系统的光效率比较如图 4。图 4 说明采用双抛型方棒照明系统比标准椭球型方棒照明系统有更高的照明光能利用率。而且，椭球双曲二次成像型方棒照明系统的结构简单，满足实用性要求，工艺和价格都不是问题，采用新型、高效率、组

合离轴式冷反光碗设计，通过适当选取面形参数及相对位置实现高效率的光源系统。

四、附图说明：

图 1 是已有技术标准椭球型方棒照明系统的结构示意图；

图 2 是本发明实施例半椭球型方棒照明系统的结构示意图；

图 3 是本发明实施例椭球双曲二次成像型方棒照明系统的示意图；

图 4 是本发明椭球双曲二次成像型与已有技术的标准椭球型方棒照明系统的光效率性能对比图。

五、具体实施方式：

设计一种适合于较小尺寸的空间光调制器的冷反光碗式光源系统，能够满足 0.7，0.55，0.5 英寸的 DMD 照明。

本发明由光源 1、半球面反射镜 2、半椭球面反射镜 3、方棒 6 和或半双曲面反射镜 8 组成。

实施例 1：本发明按如图 2 所示的结构实施：由光源 1、半球面反射镜 2、半椭球面反射镜 3、方棒 6 组成。

光源 1 采用短弧灯；半球面反射镜 2 和半椭球面反射镜 3 采用微晶玻璃材料铸模成型来实现，并且在半球面反射镜 2 和半椭球面反射镜 3 内镀制宽谱段冷反光膜，滤掉对投影显示有害的红外与紫外谱段。方棒 6 采用中空宽谱段高反射镜或实心 K9 玻璃来实现。

实施例 2：本发明按如图 3 所示的结构实施，由光源 1、半球面反射镜 2、半椭球面反射镜 3、方棒 6 和半双曲面反射镜 8 组成。光源 1、半球面反射镜 2、半椭球面反射镜 3 和方棒 6 可以与实施例 1 相同。半双曲面反射镜 8 的材料采用微晶玻璃铸模成型实现。

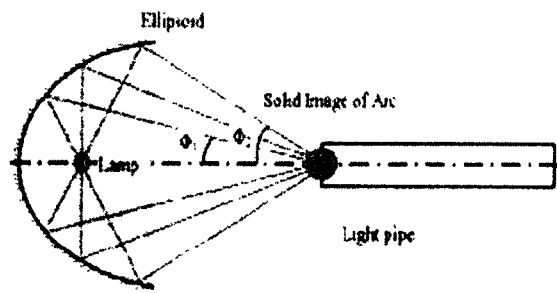


图 1

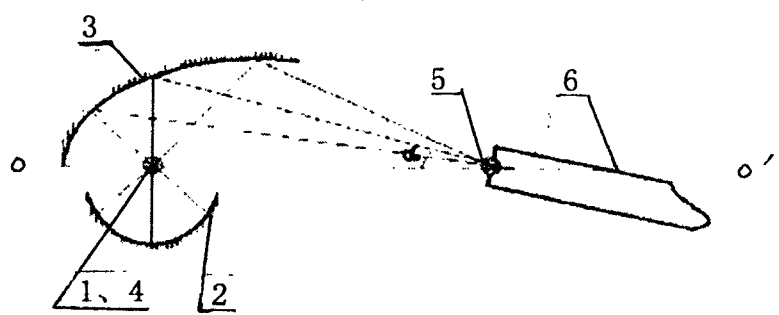


图 2

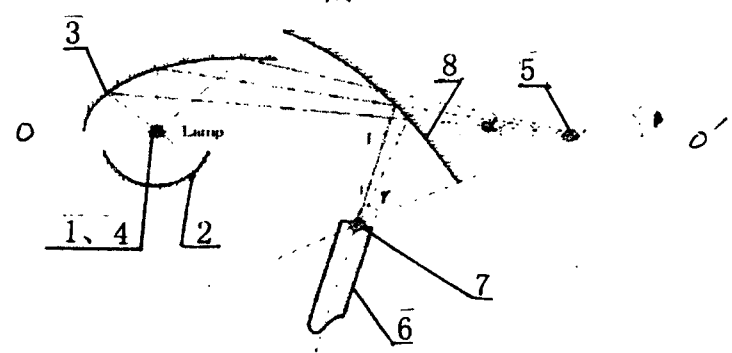


图 3

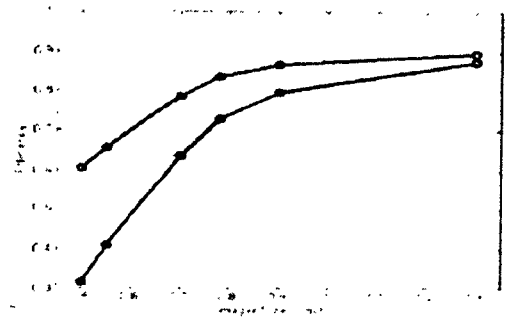


图 4