



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103293700 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 11

(21) 申请号 201310186255. 7

(22) 申请日 2013. 05. 20

(71) 申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路 37 号

(72) 发明人 孙鸣捷 于康龙 孟照魁 张春熹

(74) 专利代理机构 北京永创新实专利事务所

11121

代理人 周长琪

(51) Int. Cl.

G02B 27/48 (2006. 01)

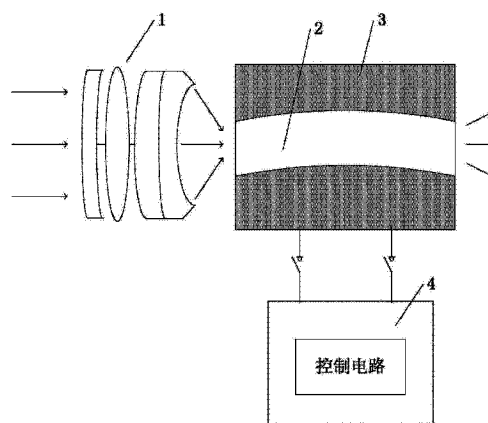
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种用于激光照明散斑消除的混光棒振动结构

(57) 摘要

本发明提供了一种用于激光照明散斑消除的混光棒振动结构,属于激光照明技术领域。本发明的包括混光棒振动结构耦合透镜、混光棒、振动机构和控制电路;光源发射的激光经耦合透镜汇聚,输出至混光棒的入射面中,从混光棒的出射面输出;混光棒固定在振动机构中作上下等幅振动。非振动状态下混光棒的轴与耦合透镜输出激光的光轴重合。控制电路完成对振动机构振幅和频率的控制。本发明无需额外整形透镜光学器件,实现了高效整形照明,缩小了系统尺寸;在消除散斑的同时,保持激光的能量效率与偏振特性;实现了无散斑照明光斑形状与投影芯片的匹配,提高了照明光束的能量利用效率。



1. 一种用于激光照明散斑消除的混光棒振动结构,其特征在于,包括耦合透镜、混光棒、振动机构和控制电路;光源发射激光,激光进入耦合透镜,耦合透镜对光源发出的激光进行汇聚,输出至混光棒的入射面中;混光棒固定在振动机构中,振动机构带动混光棒作上下等幅振动,在非振动状态下混光棒的轴与耦合透镜输出激光的光轴重合;激光通过混光棒后,从混光棒的出射面输出;控制电路完成对振动机构振动频率和振幅的控制;

振动机构的振幅的设置小于等于混光棒的最大形变量  $w_{\max}$  :

$$w_{\max} = 2K_{cd} a^3 / (Ebc\sqrt{\pi b})$$

其中, E 为材料弹性模量, b, c 分别是混光棒的横截面的长和宽, a 为混光棒的半长度,  $K_{cd}$  是混光棒材料的动态断裂韧性的值;

振动机构的振动频率根据人眼积分时间设置,最低设置为 20Hz。

2. 根据权利要求 1 所述的一种用于激光照明散斑消除的混光棒振动结构,其特征在于,所述的振动机构包括固定构件、支撑构件、缓冲固定构件、压电陶瓷 A 和压电陶瓷 B;混光棒的两端通过固定构件固定在支撑构件上,固定构件通过螺钉固定在支撑构件上;压电陶瓷 A 和压电陶瓷 B 垂直于非振动状态下的系统光轴,对称放置在混光棒中点两侧,并通过缓冲固定构件与混光棒的中部相连,带动混光棒作上下振动。

3. 根据权利要求 2 所述的一种用于激光照明散斑消除的混光棒振动机构,其特征在于,所述的固定构件包括固定夹具和透明光学胶,混光棒与固定夹具通过透明光学胶相连固定一起,固定夹具通过螺钉固定在支撑构架上。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的一种用于激光照明散斑消除的混光棒振动结构,其特征在于,所述的混光棒采用柱形实心结构,截面为矩形,棒体采用折射率为 1.518 的 K9 玻璃,混光棒的四个外侧面均镀有一层增反膜,混光棒的入射面和出射面各镀一层增透膜。

5. 根据权利要求 4 所述的一种用于激光照明散斑消除的混光棒振动结构,其特征在于,所述的混光棒的出射面的长宽比例为 16:9。

6. 根据权利要求 1 所述的一种用于激光照明散斑消除的混光棒振动结构,其特征在于,所述的控制电路采用 DSP。

## 一种用于激光照明散斑消除的混光棒振动结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于激光照明散斑消除的混光棒振动结构,属于激光照明技术领域。

### 背景技术

[0002] 与传统光源相比,以激光作为光源的显示技术具有色域广、分辨率高、寿命长、亮度高、光学系统紧凑、光电转换效率高等优势,常用于投影照明领域。但当激光照射到粗糙的表面(如投影幕布)时,散射光线会相互干涉,在之后的传播空间内形成随机光强分布。这种光强分布被强度探测器(如人眼)观测到,即是所谓的散斑现象。散斑严重影响投影图像质量,这是激光照明应用的瓶颈问题之一。激光投影应用中,散斑必须加以抑制。

[0003] 解决这一问题的途径主要涉及在光束的传播路径中放置散射体以实现相位调制并抑制散斑。对于激光投影应用,采用散射体的方法会带来照明能量的损失,这阻碍该方法在实用激光投影技术中的应用。

[0004] 另一种技术途径是基于旋转混光棒的散斑消除技术,该技术可以在保持原光束能量的同时抑制散斑对比度,但是经过这种方法抑制后的激光光斑为圆形,而目前常用的投影芯片及投影图片均为矩形,在实际照明阶段,因光斑形状与照片芯片形状的不匹配会带来能量的损失,若要两者匹配需要额外的整形透镜组。

### 发明内容

[0005] 本发明公开了一种用于激光照明散斑消除的混光棒振动结构,不仅解决了散斑抑制过程中能量效率与散斑抑制之间的矛盾,而且确保出射光斑形状与投影芯片形状的匹配,进一步提高了光束能量利用率。

[0006] 一种用于激光照明散斑消除的混光棒振动结构,包括耦合透镜、混光棒、振动机构和控制电路。光源发射激光,激光进入耦合透镜,耦合透镜对光源发出的激光进行汇聚,输出至混光棒的入射面中。混光棒固定在振动机构中,振动机构带动混光棒作上下等幅振动。非振动状态下混光棒的轴与耦合透镜输出激光的光轴重合。激光通过混光棒后,从混光棒的出射面输出;控制电路完成对振动机构振幅和频率的控制。

[0007] 设置振动机构的振幅小于等于混光棒的最大形变量  $w_{\max}$  :

$$[0008] \quad w_{\max} = 2K_{cD} a^3 / (Ebc\sqrt{\pi b})$$

[0009] 其中,E为材料弹性模量,b,c分别是混光棒的横截面的长和宽,a为混光棒的半长度, $K_{cD}$ 是混光棒材料的动态断裂韧性的值。

[0010] 振动机构的振动频率根据人眼积分时间设置,最低设置为 20Hz。

[0011] 本发明的优点和积极效果在于:

[0012] (1) 无需额外整形透镜光学器件,实现了高效整形照明,缩小了系统尺寸;

[0013] (2) 采用振动混光棒结构,消除散斑的同时,能够保持激光的能量效率与偏振特性,解决了常规激光散斑消除技术中散斑消除和能量效率之间的矛盾;

[0014] (3) 实现了无散斑照明光斑形状与投影芯片的匹配,提高了照明光束的能量利用效率。

#### 附图说明

[0015] 图 1 是本发明的混光棒振动结构的示意图;

[0016] 图 2 是本发明的振动结构的剖视图;

[0017] 图 3 是本发明固定构件的正视图;

[0018] 图 4 中,(a)为进入混光棒之前的散斑图样,(b)为混光棒旋转振动周期为 50ms 时的输出图样。

[0019] 图中:

[0020] 1—耦合透镜          2—混光棒          3—振动机构

[0021] 4—控制电路          5—固定构件          6—支撑构件

[0022] 7—螺钉                  8—缓冲固定构件      31—压电陶瓷 A

[0023] 32—压电陶瓷 B      51—固定夹具          52—透明光学胶

#### 具体实施方式

[0024] 下面将结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0025] 本发明是一种用于激光照明散斑消除的混光棒振动结构,如图 1 所示,包括耦合透镜 1、混光棒 2、振动机构 3 和控制电路 4。

[0026] 光源发射单色激光,激光进入耦合透镜 1,耦合透镜 1 对光源发出的激光进行汇聚,输出至混光棒 2 的入射面中。

[0027] 混光棒 2 位于振动机构 3 中,振动机构 3 带动混光棒 2 作等幅振动。非振动状态下混光棒 2 的轴与耦合透镜 1 输出激光的光轴重合,激光通过混光棒 2 后,从混光棒 2 的出射面输出。

[0028] 所述的混光棒 2 采用柱形实心结构,截面为矩形,棒体采用折射率为 1.518 的 K9 玻璃,混光棒 2 的四个外侧面均镀有一层增反膜,混光棒 2 的入射面与出射面各镀一层增透膜。本发明实施例中混光棒 2 的尺寸为 3.2mm×1.8mm×40mm,横截面的长宽比例为 16:9。出射面的长宽比例也就是横截面的长宽比例,与投影芯片匹配,提高投影照明效率。

[0029] 所述混光棒 2 在振动过程中伴随着弯曲形变,根据材料力学理论,弹性模量  $E = 79.2\text{GPa}$ ,静态断裂韧性的统计值  $K_{cs} = 0.82\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ,动态断裂韧性的值一般是静态断裂韧性统计值的 30%,因此动态断裂韧性的值  $K_{cd} = 0.25\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ , $a$  是混光棒的半长度,本发明实施例中  $a$  为 40mm 的一半, $b, c$  分别是混光棒的横截面的长和宽,本发明实施例中  $b$  为 3.2mm, $c$  为 1.8mm。根据下面公式可推算出混光棒 2 的最大形变量  $w_{\max} = 699.6 \mu\text{m}$ 。

$$[0030] \quad w_{\max} = 2K_{cd} a^3 / (Ebc\sqrt{\pi b})$$

[0031] 如图 2 所示,混光棒 2 固定在振动机构 3 中,振动机构 3 包括固定构件 5、支撑构件 6、缓冲固定构件 8、压电陶瓷 A31 和压电陶瓷 B32。混光棒 2 的两端通过固定构件 5 固定在支撑构件 6 上,固定构件 5 通过螺钉 7 固定在支撑构件 6 上。压电陶瓷 A31 和压电陶瓷 B32 为振动部件,振动部件与混光棒 2 的中部相连,带动混光棒 2 作上下振动,混光棒 2 每次振动伴随着弯曲形变。压电陶瓷 A31 和压电陶瓷 B32 垂直于非振动状态下的系统光轴,对称

放置在混光棒中点两侧,压电陶瓷 A31 和压电陶瓷 B32 与混光棒 2 通过缓冲固定构件 8 与混光棒 2 相连。压电陶瓷 A31 和压电陶瓷 B32 的振幅和频率可调,以满足照明中的不同需求,最大振幅为就是混光棒 2 的最大形变量  $w_{\max}$ 。振动机构的振动频率根据人眼积分时间设置,最低设置为 20Hz。

[0032] 如图 3 所示,固定构件 5 包含固定夹具 51 和透明光学胶 52,混光棒 2 与固定夹具 51 通过透明光学胶 52 相连固定一起,固定夹具 51 通过螺钉 7 固定在支撑构架 6 上。

[0033] 控制电路 4 采用 DSP,完成对振动机构 3 振幅和频率的控制,根据上面混光棒 2 的最大形变量设置。本发明实施例中针对混光棒 2 所采用材料,可设定振幅的最大值为  $600\ \mu\text{m}$ ,确保振动过程中不会折断,周期最大值为 50ms,满足人眼的积分需求。即为,控制电路 4 可控制压电陶瓷 31 和压电陶瓷 32 的振幅和频率分别为  $600\ \mu\text{m}$  和 20Hz。

[0034] 光源发射的高度偏振与相干的激光,激光在上下等幅振动的混光棒 2 内完成多次全反射,出射的多束照明光束具有不同的光程差和相位差,完成有限孔径内的叠加平均,相互之间叠加平均无法形成稳定的散斑条纹,达到消除散斑的目的。

[0035] 与传统的散斑消除技术相比,本发明通过振动机构 3 带动混光棒 2 沿光轴所在平面作等幅上下振动,振幅和频率可调,采用 50ms 的振动周期时,在人眼积分时间内(50ms)内完成对不同相位的光束的相互叠加,相当于多幅相互独立散斑图样的取样平均,达到消除散斑的目的,本发明实际测试中可在保持原光束 90% 能量的前提下将散斑对比度降到 6% 以下。

[0036] 本发明混光棒 2 的截面形状与投影芯片形状比例对应,从激光光源出射进入混光棒 2 的光束被限制成一个与图像宽高比相同的矩形光斑,照明效率高达 90%。

[0037] 本发明散斑消除的结果如图 4 所示,图 4 的(a)为进入混光棒 2 之前的散斑图样,图 4 的(b)为混光棒 2 旋转振动周期为 50ms 时的输出图样,可以发现散斑得到了有效地消除。

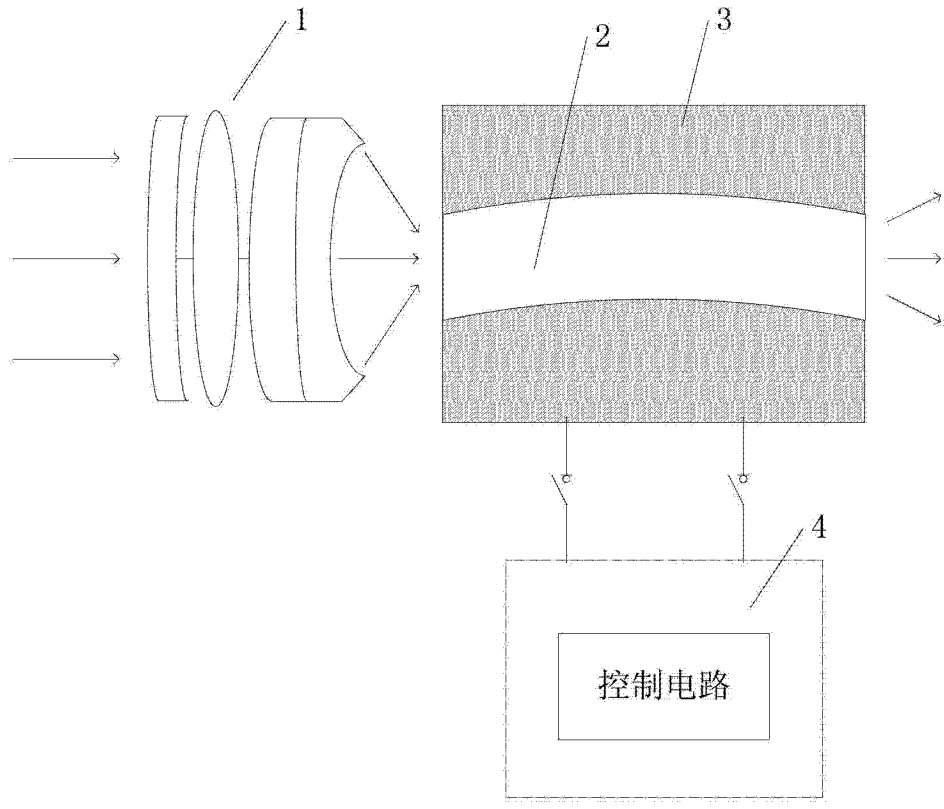


图 1

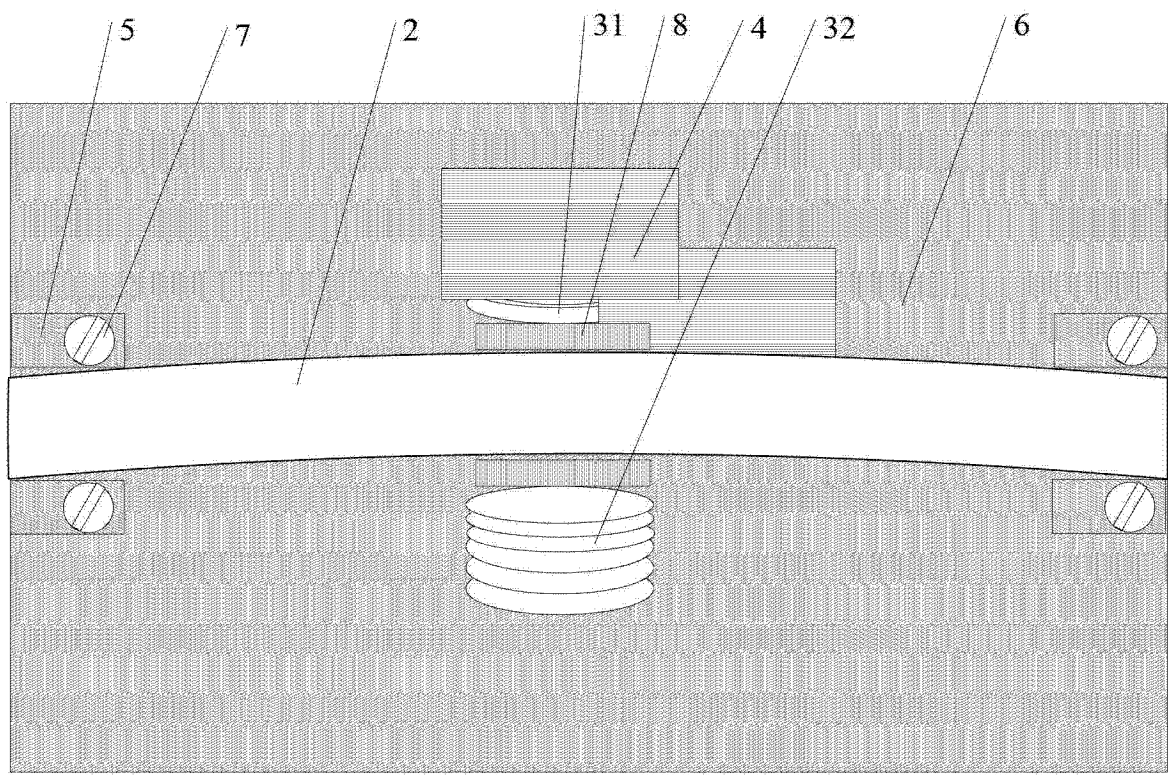


图 2

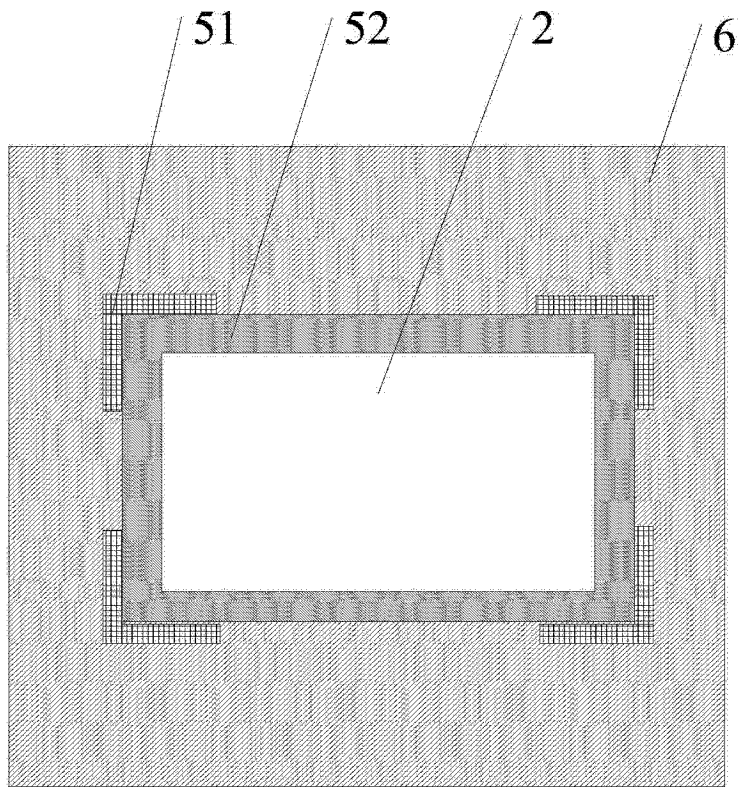


图 3

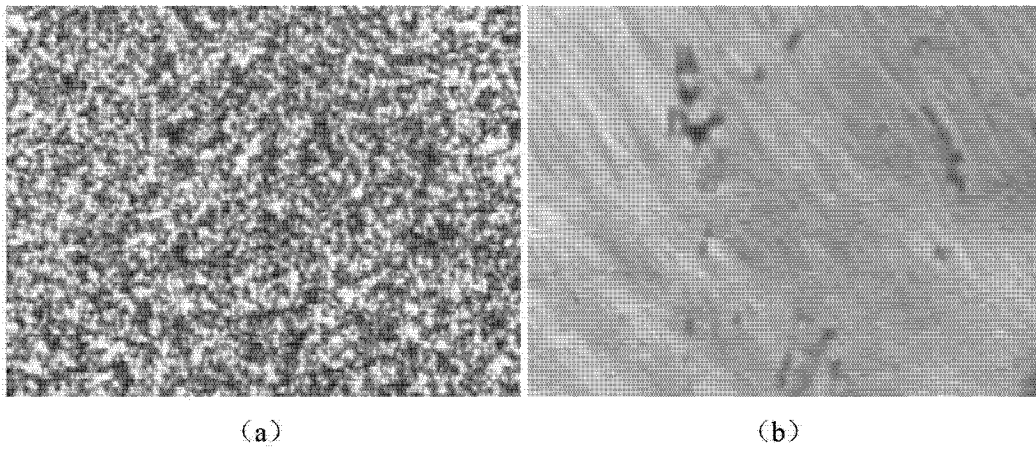


图 4