



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102494707 A

(43) 申请公布日 2012. 06. 13

(21) 申请号 201110338022. 5

(22) 申请日 2011. 10. 31

(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 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 刘华 罗晓霞 卢振武

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 南小平

(51) Int. Cl.

G01D 11/28(2006. 01)

F21V 13/00(2006. 01)

F21Y 101/02(2006. 01)

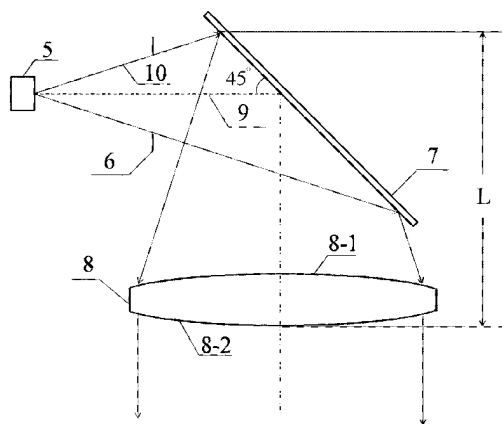
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种用于绝对式光栅尺的照明系统

(57) 摘要

本发明公开了一种用于绝对式光栅尺的照明系统,属于一种照明系统。为解决现有技术中绝对式光栅尺的读数头结构设计复杂,系统稳定性差,本发明提供一种用于绝对式光栅尺的照明系统。该系统包括 LED 光源 (5)、孔径光阑 (6)、平面反射镜 (7) 和准直透镜 (8),所述 LED 光源 (5) 与孔径光阑 (6),同轴放置,平面反射镜 (7) 与光轴成 45° 放置,LED 光源 (5) 发出的光通过孔径光阑 (6) 经平面反射镜 (7) 反射后入射到准直透镜 (8) 出射准直光。这样设计的系统结构简单、体积小、重量轻,使得出射光线准直性好、平行度高。



1. 一种用于绝对式光栅尺的照明系统,其特征是,包括 LED 光源 (5)、孔径光阑 (6)、平面反射镜 (7) 和准直透镜 (8),LED 光源 (5) 与孔径光阑 (6),同轴放置,平面反射镜 (7) 与光轴 (9) 成 45° 放置,LED 光源 (5) 发出的光束通过孔径光阑 (6) 出射的光束经孔径光阑 (6) 后入射至平面反射镜 (7) 反射,所述平面反射镜 (7) 反射的光束入射至准直透镜 (8),准直透镜 (8) 出射准直光。

2. 根据权利要求 1 所述的一种用于绝对式光栅尺的照明系统,其特征在于,准直透镜 (8) 的前表面 (8-1) 和后表面 (8-2) 为非球面。

3. 根据权利要求 1 所述的一种用于绝对式光栅尺的照明系统,其特征在于,LED 光源 (5) 的上边缘光线 (10) 和平面反射镜 (7) 的交点至准直透镜 (8) 的后表面 (8-2) 之间的距离 L 不超过 10mm。

4. 根据权利要求 1 所述的一种用于绝对式光栅尺的照明系统,其特征在于,系统的输出光斑为 $8\text{mm} \times 5\text{mm}$ 。

一种用于绝对式光栅尺的照明系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种照明系统,特别涉及一种用于绝对式光栅尺的照明系统。

背景技术

[0002] 近年来,随着国民经济的快速发展,我国数控机床产量需求不断增加。高档数控机床是国家科技部的重大专项之一,突破单码道绝对编码技术、光电探测器集成技术及正余弦信号纠偏与细分等技术,提升国产光栅尺的性能,满足高档数控机床配套要求,填补国内空白。要保证高档数控机床的高加工精度,需要对加工过程中丝杠等传动部件由于温升造成的运动位置误差予以实时纠正,而绝对式光栅尺是高档数控系统不可或缺的位置环控制部件。

[0003] 绝对测量式光栅尺由光栅标尺和读数头组成。标尺光栅上刻有两条码道图案:绝对码道和增量码道。绝对码道刻有基于 M 序列的曼切斯特编码图案;增量码道刻有等间距的明暗条纹图案。绝对式光栅尺需要同时读取标尺光栅上的绝对编码和增量码道,传统方法是采用分立器件来对这两个码道的信息进行采集。这种方案需要两个光源,两个接收器,增加了读数头结构设计的复杂性,降低了系统的稳定性。

发明内容

[0004] 为解决现有技术中绝对式光栅尺的读数头结构设计复杂,系统稳定性差,从而影响测量精度和相应速度的问题,本发明提供一种用于绝对式光栅尺的照明系统。

[0005] 本发明是一种用于绝对式光栅尺的照明系统,包括 LED 光源、孔径光阑、平面反射镜和准直透镜,LED 光源与孔径光阑同轴放置,平面反射镜与光轴成 45° 放置,LED 光源发出的光束通过孔径光阑,出射光束经孔径光阑后入射至平面反射镜反射,所述平面反射镜反射的光束入射至准直透镜,准直透镜出射准直光。

[0006] 本发明的有益效果:本发明结构简单、体积小、重量轻;适当选取孔径光阑在保证能量利用率的同时,有效挡掉不必要的光线;通过反射镜使得光路转折,从而减小照明系统的横向尺寸,使得准直照明光源的光学与机械结构紧凑、重量轻;通过采用自动优化功能寻找最优的透镜参数,使得出射光线准直性好、平行度高;准直性、均匀性等系统指标好的照明光源用于光栅尺的测量时,测量精度高、响应速度快。

附图说明

[0007] 图 1 是本发明所述的一种用于绝对式光栅尺测量的照明系统结构图。

[0008] 图 2 是本发明所述的孔径光阑的前视图。

[0009] 图 3 是本发明所述的一种用于绝对式光栅尺测量的照明系统应用示意图。

[0010] 图中:1、照明系统,2、光栅尺,3、指示光栅,4、集成化探测器,5、LED 光源,6、孔径光阑,7、平面反射镜,8、准直透镜,8-1、准直透镜的前表面,8-2、准直透镜的后表面,9、光轴,10、上边缘光线。

具体实施方式

[0011] 如图 1 所示本发明所述的一种用于绝对式光栅尺测量的照明系统结构图,照明系统的设计方法为:首先在 ZEMAX 中建立系统结构,设置 LED 光源 5 波长为 670nm,孔径类型取为物体的圆锥角 18° ;令孔径光阑 6 与 LED 光源 5 的距离为 4mm;平面反射镜 7 与 LED 光源 5 的距离 10mm,与光轴 9 成 45° 角放置;准直透镜 8 沿与折转光轴垂直方向放置,距平面反射镜 7 的中心为 5mm,透镜的材料采用 PMMA,其前后表面均采用非球面;其次利用 ZEMAX 宏语言编写自定义优化函数:把光阑分成 n 等分,根据 ZEMAX 中的光线追迹算法,由单位化的光阑坐标,采用宏语言求得 n 条光线在透镜后表面的出射角,并设置光线出射角的目标值为 0° ,即建立准直优化的自定义优化函数;最后优化光学系统:设置非球面的曲率半径、二次曲线常数、非球面系数、厚度等作为变量,根据最小二乘法原理,运行自定义优化函数进行自动优化设计,最终得到系统的各项参数。

[0012] 在系统设计之前,首先需要确定设计平面反射镜 7 的尺寸和孔径光阑 6 的形状和尺寸,首先根据输出光斑的要求,选取平面反射镜 7 的有效尺寸,根据正弦公式,可以计算出平面反射镜 7 在子午面内的有效尺寸 L,即:

$$\begin{cases} b/\sin(180-\theta-45)=l_1/\sin(\theta) \\ b/\sin(45-\theta)=l_2/\sin(\theta) \end{cases}, \text{其中 } \theta \text{ 为所}$$

取 LED 光源 5 的发散半角, b 为沿光轴方向 LED 光源 5 与平面反射镜 7 间的距离, l_1, l_2 分别为平面反射镜 7 在子午面内上半部分和下半部分的有效长度,即 $L = l_1 + l_2$ 。由输出光斑的比例 8 : 5, 设 W 为平面反射镜 7 在弧矢面内有效长度,根据物象比例关系,则有 $L : W = 8 : 5$, 取 w_1, w_2 分别为平面反射镜 7 在弧矢面内前半部分和后半部分的有效长度。同理可得:

$$[0013] \quad \begin{cases} b/\sin(180-\alpha-45)=w_1/\sin(\alpha) \\ b/\sin(45-\alpha)=w_2/\sin(\alpha) \end{cases}, \text{其中 } \alpha \text{ 为 LED 光源 5 在弧矢面内的发散半角。故}$$

有 $W = w_1 + w_2$, 确定平面反射镜 7 的尺寸。

[0014] 如图 2 所示本发明所述的孔径光阑的前视图,适当选取孔径光阑 6 的形状和尺寸,能够在实现照明光源准直性和均匀性的基础上,提高光源有效范围内的能量利用率。孔径光阑 6 取为一个圆形孔径沿弧矢方向挡掉两个边缘。根据 LED 光源 5 的发散半角,子午面内光阑投影的半口径为: $a \cdot \tan(\theta)$, 其中 a 为 LED 光源 5 到孔径光阑 6 的距离, θ 为所取 LED 光源 5 的发散半角。沿弧矢方向的孔径光阑 6 的大小为: $a \cdot \tan(\alpha)$, 其中 α 为 LED 光源 5 在弧矢面内的发散半角。

[0015] 本发明的设计方法在于利用 ZEMAX 为用户提供的二次开发环境,利用宏语言编写自定义优化函数,借助 ZEMAX 的自动优化功能,寻找最优的系统各项参数。首先我们确定设计参数:光源波长,孔径类型,各部件间的距离大小,准直透镜材料的折射率。根据光线行为,给出准直透镜前后表面的曲率半径使光线均能到达像面,作为系统的初始结构。本发明的关键技术在于对上述照明系统的优化原理,把光阑 n 等分,借助 ZEMAX 软件进行光线追迹,计算出所需光线的实际参量值,根据最小二乘原理,编写评价函数,即 $MF = \sum_{i=1}^n w_i^2 (f_i - t_i)^2$, 其中 t_i 为实现光线行为应该达到的目标值, f_i 为实际参量值, w_i 为权重值。

[0016] 如图 3 所示本发明所述的一种用于绝对式光栅尺测量的照明系统应用示意图,本发明所述的照明系统 1,将 LED 光源 5 发出的光形成高度准直的平行光,经光栅标尺 2 及指示光栅 3 后,将光栅标尺 2 的编码投影于集成化光探测器 4 上。集成化光探测器 4 获得两个码道的光电编码信号后,将绝对位置编码信号经 A/D 转化后,送入 FPGA 作译码处理,并算出读数头所在标尺光栅的粗略位置;同时将增量编码信号(正余弦信号)经 A/D 转化后,也送入 FPGA 作细分处理,算出读数头所在标尺光栅的精细位置。粗略位置与精细位置结合后,最终算出直线光栅尺的精确位置,通过高速通讯接口将位置值输出。以上编码信号探测技术方案就是数控机床的绝对式光栅尺所采用的光电扫描原理,这种成像扫描方法能检测出非常细的线条,通常不超过几微米宽,而且能生成信号周期很小的输出信号,从而保证了高档数控机床的高加工精度。

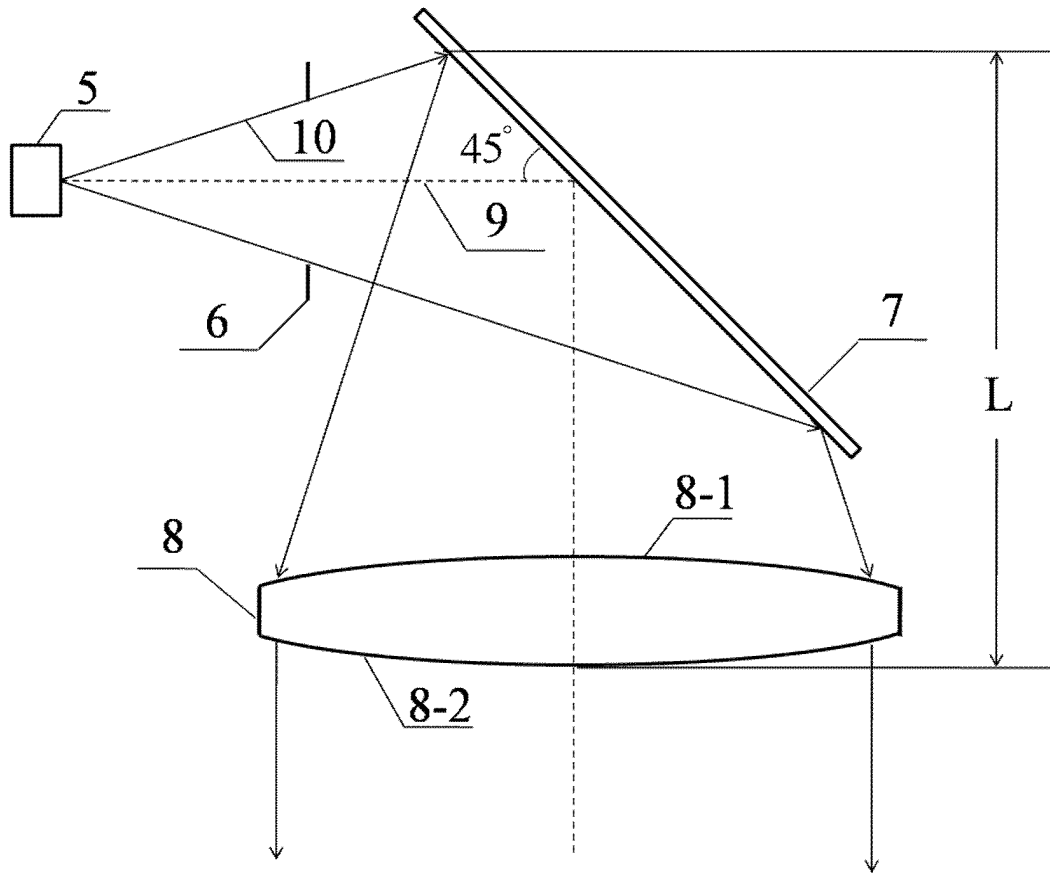


图 1

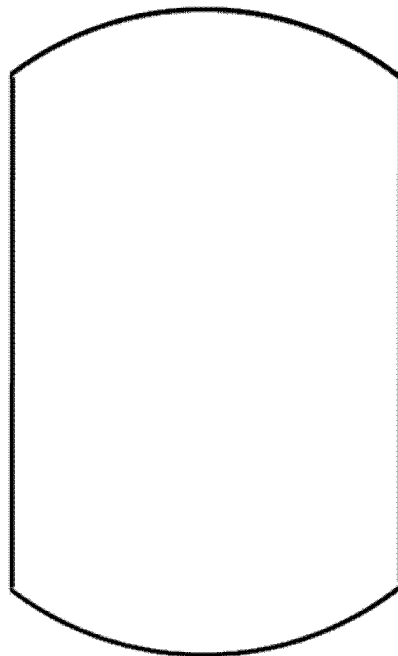


图 2

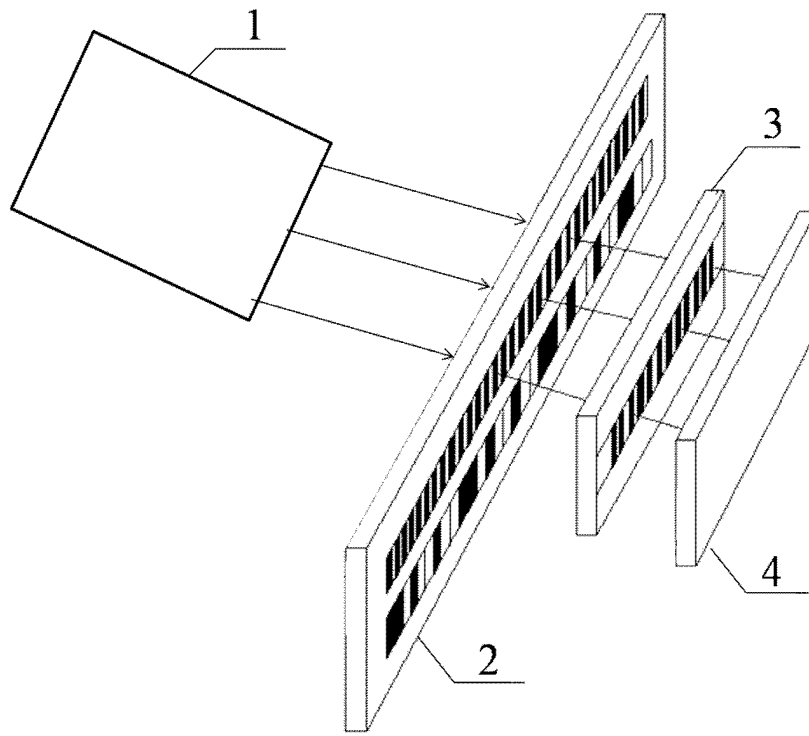


图 3