



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102506322 A

(43) 申请公布日 2012.06.20

(21) 申请号 201110338035.2

(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 卢振武 荆雷

(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.

F21S 2/00(2006.01)

F21V 5/04(2006.01)

F21Y 101/02(2006.01)

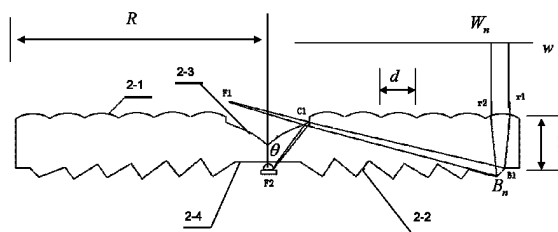
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种用于光栅尺的平板型 LED 高度准直照明系统

(57) 摘要

本发明是一种用于光栅尺的平板型 LED 高度准直照明系统,属于非成像 LED 照明领域。为解决现有光栅尺 LED 准直照明系统结构复杂、厚重,光源发散角大且能量不集中导致光能利用率低的问题。本照明系统主要由四个面组成:第一个面为环形透射面,第二个面为环形反射面,第三个面为反射面,位于第一面的中心部分,第四个面为透射平面,位于第二面的中心部分。所述第一个面,每一个环形表面在其纵切面上呈圆弧形,所述第二个面,每个环形表面的在其纵切面上为由两相交直线段构成的锯齿形。本发明的照明系统是轻薄的平板型结构,能够收集 LED 大角度发光范围内的光线而获得高度准直的光线。



1. 一种用于光栅尺的平板型 LED 高度准直照明系统,包括高精度准直透镜 (2),其特征是,高精度准直透镜由四个面组成:第一个面 (2-1) 为环形透射面;第二个面 (2-2) 为环形反射面;第三个面 (2-3) 为反射面,位于第一个面 (2-1) 的中心部分;第四个面 (2-4) 为透射平面,位于第二面 (2-2) 的中心部分;所述第一个面 (2-1) 的每一个环形表面在其纵切面上呈圆弧形;所述第二个面 (2-2) 的每个环形表面在其纵切面上为由两相交直线段构成的锯齿形。

2. 根据权利要求 1 所述的一种用于光栅尺的平板型 LED 高度准直照明系统,其特征在于,所述的高精度准直透镜 (2) 需要确定的设计参数包括:高精度准直透镜材料的折射率 n 、LED 发散半角 θ 、高精度准直透镜的口径 D 、平均厚度 T 、环形透射面上单环面的曲率半径 r 和宽度 d 。

3. 根据权利要求 1 所述的一种用于光栅尺的平板型 LED 高度准直照明系统,其特征在于,所述的第二个面 (2-2) 镀有反射膜。

4. 根据权利要求 1 所述的一种用于光栅尺的平板型 LED 高度准直照明系统,其特征在于,所述的第三个面 (2-3) 镀有反射膜。

5. 根据权利要求 1 所述的一种用于光栅尺的平板型 LED 高度准直照明系统,其特征在于,所述高精度准直透镜 (2) 的制作材料为便于注塑成型的树脂材料。

一种用于光栅尺的平板型 LED 高度准直照明系统

技术领域

[0001] 本发明涉及非成像 LED 照明领域,具体涉及一种适用于光栅尺的准直照明系统。

背景技术

[0002] 随着我国国民经济的飞速发展,高精度数控机床的需求量不断增加。作为数控机床关键部件的光栅尺,是数控系统不可或缺的位置环控制部件,其性能最终决定着数控机床的加工精度。其中,光栅尺的合理照明对读取标尺光栅的绝对编码和增量编码至关重要,因此,光栅尺照明系统设计直接影响数控机床的整体性能。由于 LED 具有驱动电压低、体积小、重量轻、功耗低、寿命长、优异的色调和定向性等优点,十分适用于光栅尺的照明系统。LED 在照明光源中的应用最令人关注的问题是如何提高整个照明器的效率以及使光分布满足应用场合的配光要求。LED 光源应用于光栅尺准直照明领域同样面临这样的问题,因此需要对 LED 及其配光元件进行光学结构模拟和设计,使光从界面出射之前的损失最小并尽可能使光分布满足应用场合的配光要求,提高光的利用率。目前市场上经常使用的 LED 准直镜主要包括三种:反射式准直镜、透射式准直镜和复合式准直镜。然而它们的共同缺点就是径长比过大,出光面积相对较小,使得整个准直照明系统显得十分厚重。

发明内容

[0003] 本发明为解决现有光栅尺 LED 准直照明系统结构复杂、厚重,光源发散角大且能量不集中,导致光能利用率低的问题,提供了一种用于光栅尺的平板型 LED 高度准直照明系统。

[0004] 一种用于光栅尺的平板型 LED 高度准直照明系统,包括高精度准直透镜,所述高精度准直透镜主要由四个面组成:第一个面为环形透射面;第二个面为环形反射面;第三个面为反射面,位于第一个面的中心部分;第四个面为透射平面,位于第二个面的中心部分;所述第一个面,每个环形透射面的表面在纵切面上呈圆弧形;所述第二个面,每个环形表面在纵切面上为由两相交直线段构成的锯齿形。

[0005] 本发明的有益效果:本发明所述的一种用于光栅尺的平板型 LED 准直照明系统能够收集 LED 大角度发光范围内的光线而获得具有较小发散角的准直光束,光能利用率高,光准直度高;本发明采用折射、反射混合结构,使光路多次折叠,大大减小了光栅尺 LED 准直照明系统的体积,形成平板型结构,其结构简单、轻薄,实用性强;利用注塑成型加工方法,易于大批量、低成本加工。

附图说明

[0006] 图 1 为本发明所述的一种用于光栅尺的 LED 准直照明系统准直透镜结构示意图;

[0007] 图 2 为本发明所述的一种用于光栅尺的 LED 准直照明系统准直透镜设计原理图;

[0008] 图 3 为本发明所述的一种用于光栅尺的 LED 准直照明系统准直透镜效果图;

[0009] 图 4 为本发明所述的一种用于光栅尺的 LED 准直照明系统的应用示意图。

[0010] 图中:1、LED光源,2、高精度准直透镜,3、光栅标尺,4、指示光栅,5、集成化探测器,2-1、第一个面,2-2、第二个面,2-3、第三个面,2-4、第四个面。

具体实施方式

[0011] 以下结合附图给出的实施例对本发明作进一步详细阐述。

[0012] 如图1所示,一种用于光栅尺的平板型LED高度准直照明系统,包括高精度准直透镜2,主要由四个面组成:第一个面2-1为环形透射面,第二个面2-2为环形反射面,第三个面2-3为反射面,位于第一个面的中心部分,第四个面2-4为透射平面,位于第二个面的中心部分。所述第一个面2-1,每一个环形表面在其纵切面上呈圆弧形,所述第二个面2-2,每个环形的在其纵切面上为由两相交直线段构成的锯齿形。所述第二个面2-2镀有反射膜,所述第三个面2-3镀有反射膜。

[0013] 如图2所示,本实施方式首先需要确定高精度准直透镜的设计参数,包括高精度准直透镜材料的折射率 n 、LED发散半角 θ 、高精度准直透镜的口径 D 、平均厚度 T 、环形透射面上单环面的曲率半径 r 和宽度 d 。所取白光LED的发散半角 $\theta = 60^\circ$,准直透镜的半口径 $R = 25\text{mm}$,平均厚度 $T = 5\text{mm}$,环形透射面上单环面曲率半径 $r = 2.5\text{mm}$,宽度 $d = 3\text{mm}$,第二个面的锯齿结构,每一锯齿的外端点 B_n 的坐标: $B_1(23.5, 0)$, $B_2(20.99, -0.31)$, $B_3(17.97, -0.42)$, $B_4(14.97, -0.41)$, $B_5(11.99, -0.31)$, $B_6(9.03, -0.15)$ 。

[0014] 准直透镜材料选用便于注塑成型的树脂材料PMMA,折射率 $n_2 = 1.49(\lambda = 0.5461\text{nm})$ 。

[0015] 本发明的工作原理:

[0016] 本发明主要基于几何光学里的等光程原理和光线折、反射定律。等光程原理是指入射波面与出射波面对应点之间的光程均为定值,即若光线通过的连续变化的非均匀介质,则光线实际经过的路径为一条空间曲线。考虑光线由点A到点B,则光程可以表示为:

$$[0017] \quad s = \int_{A \rightarrow B(L)} n dl \quad (1)$$

[0018] 式中 n 为介质的折射率, L 为光线在介质中走过的实际路程。当光线通过不同均匀介质时,其总光程变为多段折线与相应介质折射率乘积的求和:

$$[0019] \quad s = \sum_{i=1}^m n_i l_i \quad (2)$$

[0020] 式中, n_i 和 l_i 分别为介质的折射率和光路长度。

[0021] 本发明设计的准直透镜为旋转对称式结构,仅考虑其2D结构,3D实体最终绕其中心对称轴旋转而得。在直角坐标系中,原点取在LED位置处(LED视为点光源), y 轴为该准直透镜的中心对称轴, R 、 T 分别为准直透镜的半口径和平均厚度。环形透射面上单环面型为球面,曲率半径为 r ,宽度为 d 。首先求出第二个面2-2,由于其反射面均为平面,只要确定平面的边缘位置即可。假设平行光束经第一个面2-1折射,再经第二个面2-2反射后会聚于其焦点 F_1 ,焦点 F_1 位于 B_1 和 C_1 点的延长线上,其中 B_1 点为第二个面2-2的边缘点, C_1 点为第三个面的边缘点,可由下式得出:

$$[0022] \quad C_{1x} = T \tan \theta, C_{1y} = T \quad (3)$$

[0023] 式中 θ 为 LED 光源的发散半角。

[0024] 根据等光程方程 (2), 得出关于反射面 1 上点 $B_n(B_{nx}, B_{ny})$ 的方程:

$$\begin{aligned}
 [0025] \quad s &= \sum_{i=1}^3 n_i l_i \\
 [0026] \quad &= n_1 \sqrt{(A_{nx} - W_{nx})^2 + (A_{ny} - W_{ny})^2} \\
 [0027] \quad &+ n_2 \sqrt{(B_{nx} - A_{nx})^2 + (B_{ny} - A_{ny})^2} \\
 [0028] \quad &+ n_2 \sqrt{(F_{1x} - B_{nx})^2 + (F_{1y} - B_{ny})^2} \quad (4)
 \end{aligned}$$

[0029] 式中 n_1 、 n_2 分别是空气和准直透镜材料的折射率, W_n 、 A_n 分别是平面波前 w 和单环球面上各点。而光程定值 s 可以由定点 W_1 、 A_1 、 B_1 和 F_1 求得:

$$\begin{aligned}
 [0030] \quad s &= n_1 \sqrt{(A_{1x} - W_{1x})^2 + (A_{1y} - W_{1y})^2} \\
 [0031] \quad &+ n_2 \sqrt{(B_{1x} - A_{1x})^2 + (B_{1y} - A_{1y})^2} \\
 [0032] \quad &+ n_2 \sqrt{(F_{1x} - B_{1x})^2 + (F_{1y} - B_{1y})^2} \quad (5)
 \end{aligned}$$

[0033] 另外, 平行于光轴的光线 r_n 经过环形透射面时经历一次折射, 根据折射定律:

$$[0034] \quad n_1 \sin i_n = n_2 \sin o_n \quad (6)$$

[0035] 式中 i_n 、 o_n 分别为第 n 根光线在折射球面处的入射角和出射角。联立方程 (4)、(6) 便可依次求得边缘锯齿上反射面各点 B_n 的值。准直透镜其它齿的计算过程如同上述边缘齿的计算, 直至计算到第三个面的边缘点 C_1 。

[0036] 第三个面 2-3 将汇聚于 F_1 点处的光反射后汇聚于 F_2 点 (LED 发光面的中心处), 该面是以 F_1 、 F_2 为焦点的双曲线。第四个面 2-4 为一透射平面, 位于第二个面中心处。至此该平板型 LED 高度准直镜的设计过程基本完成, 准直透镜的表面轮廓曲线最终由上述方法求出的一系列离散点分段拟合而成。

[0037] 如图 3 所示, 本发明所述的一种用于光栅尺的 LED 高度准直照明系统, LED 的发散半角为 60° , LED 非成像准直照明系统可以大角度收集 LED 发出的光线, 理论上的收集效率为 100%, 因此光能利用率高。LED 发出的光线经过准直透镜准直后, 以一个很小的角度出射, 出射光能量分布比较均匀。

[0038] 如图 4 所示, 其为本发明的 LED 准直照明系统应用在光栅尺的示意图。LED 光源 1 发出的光经高精度准直透镜 2 形成平行光, 经光栅标尺 3 及指示光栅 4 后, 将光栅标尺 3 的编码投影于集成化光探测器 5。然后, 集成化光探测器 5 将得到的两个码道的光电编码信号经 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。最后, 粗略位置与精细位置相结合, 算出直线光栅尺的精确位置, 并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。

[0039] 本发明所述的一种用于光栅尺的 LED 准直照明系统同样适用于舞台照明、商场照明、家居照明、广告照明、路灯等领域。

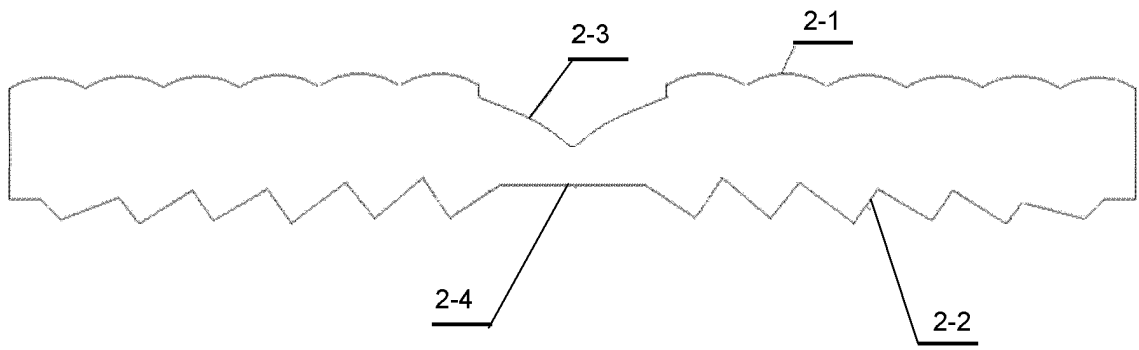


图 1

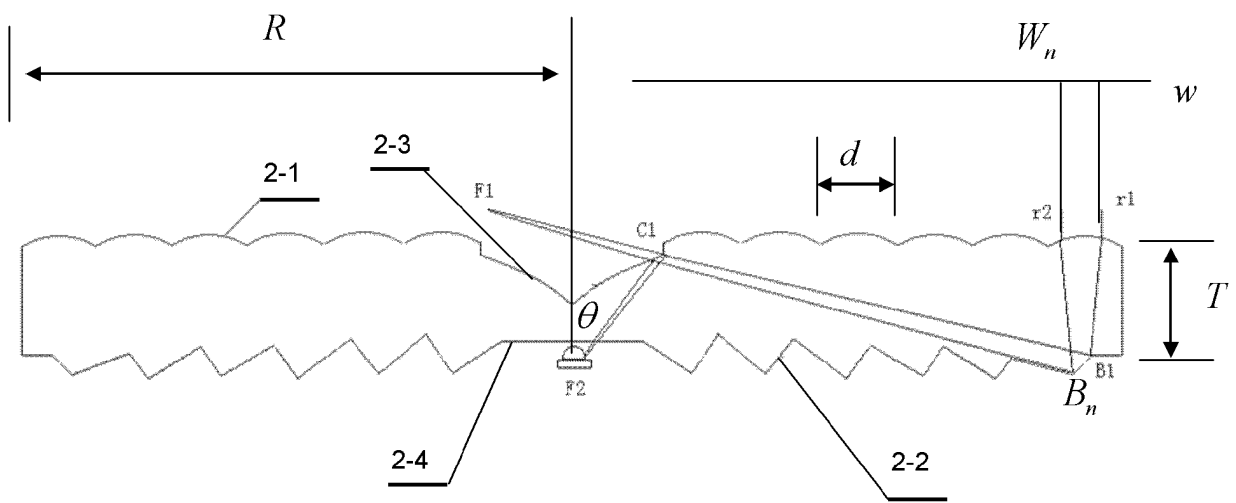


图 2

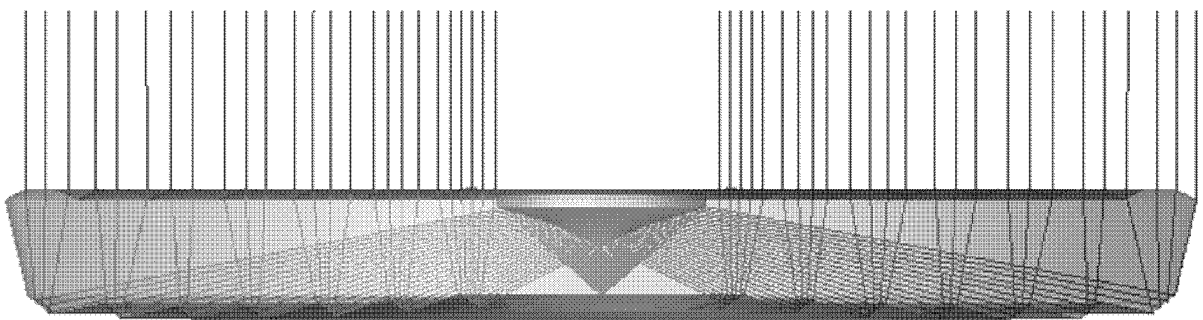


图 3

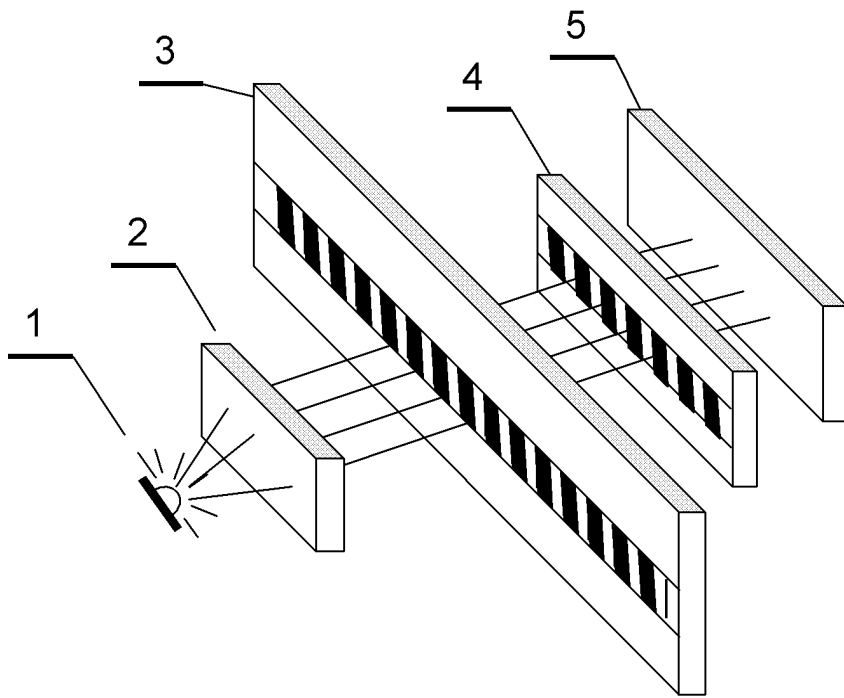


图 4