



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104898284 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201510218607. 1

(22) 申请日 2015. 04. 30

(71) 申请人 山东师范大学

地址 250014 山东省济南市历下区文化东路  
88 号

(72) 发明人 孙平 牟怀广

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限  
公司 37221

代理人 赵妍

(51) Int. Cl.

G02B 27/09(2006. 01)

G01B 9/02(2006. 01)

权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

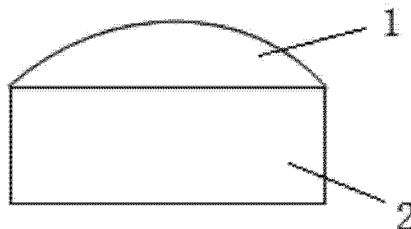
一种非球面扩束镜

(57) 摘要

本发明涉及一种非球面扩束镜,所述非球面扩束镜为由非球面和柱状侧面围成的实心透镜,所述非球面为椭球面,所述椭球面为竖向放置时,

满足的方程为: $\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{18} + \frac{z^2}{9} = 1$ 。本发明的扩

束镜可以得到椭圆形光斑,可以实现非对称照明。本发明的扩束镜对不同波长的光束具有良好的普适性,本发明的扩束镜在对非对称物体进行散斑测量时,可以有效降低光散失,提高光亮度。



1. 一种非球面扩束镜,其特征在于:所述非球面扩束镜为由非球面和柱状侧面围成的实心透镜,所述非球面为椭球面,所述椭球面为竖向放置时,满足的方程为:

$$\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{18} + \frac{z^2}{9} = 1。$$

2. 根据权利要求 1 中的非球面扩束镜,其特征在于:所述非球面扩束镜由 BK7 玻璃制成。

3. 根据权利要求 2 中的非球面扩束镜,其特征在于:所述非球面的顶点沿 x 轴的曲率半径为 3mm。

4. 根据权利要求 3 中的非球面扩束镜,其特征在于:所述非球面的顶点沿 y 轴的曲率半径为 6mm。

5. 根据权利要求 4 任一所述的非球面扩束镜,其特征在于:所述非球面扩束镜可以将平行光扩束整形为椭圆形光斑。

6. 根据权利要求 1-5 任一所述非球面扩束镜在三维电子散斑干涉仪非对称照明中的应用。

## 一种非球面扩束镜

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光学镜头,具体涉及到一种非球面扩束镜。

### 背景技术

[0002] 扩束镜具有增加光束宽度,加大通光面积,便于观察和测量等优点,广泛应用于激光准直、电子散斑干涉测量、菲涅尔全息照相等光学系统或实验中。球面扩束镜因其工艺要求低、加工简单,易实现等优点应用普遍,也基本满足了实验与科研的要求。随着电子散斑干涉技术和数字全息检测技术的发展,激光经过扩束镜形成波面质量的要求进一步提高,特别是对不规则物体的测量或在大错位电子散斑三维测量中,需要非对称照明,因此传统的球面扩束镜已经无法满足像质和非对称的要求。相比于球面镜,非球面镜具有低球差的优点,可以提高光波的品质,因而许多精密测量、科学研究是基于非球面镜的生产和开发而进行的。

### 发明内容

[0003] 针对现有技术中存在的问题,本发明提供了一种非球面扩束镜。

[0004] 为了解决以上技术问题,本发明的技术方案为:

[0005] 一种非球面扩束镜,为由非球面和柱状侧面围成的实心透镜,所述非球面为椭球

面,所述椭球面为竖向放置时,满足的方程为:
$$\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{18} + \frac{z^2}{9} = 1。$$

[0006] 优选的,所述非球面扩束镜由 BK7 玻璃制成。

[0007] 优选的,所述非球面的顶点沿 x 轴的曲率半径为 3mm。

[0008] 优选的,所述非球面的顶点沿 y 轴的曲率半径为 6mm。

[0009] 优选的,所述非球面扩束镜可以将平行光扩束整形为椭圆形光斑。

[0010] 所述非球面扩束镜在三维电子散斑干涉仪非对称照明中的应用。

[0011] 本发明的有益技术效果为:

[0012] 1、本发明的扩束镜可以得到椭圆形光斑,可以实现非对称照明。

[0013] 2、本发明的扩束镜对不同波长的光束具有良好的普适性。

[0014] 3、本发明的扩束镜在对非对称物体进行散斑测量时,可以有效降低光散失,提高光亮度。

### 附图说明

[0015] 图 1 为本发明的主视结构示意图;

[0016] 图 2 为本发明的俯视图;

[0017] 图 3 为透镜的非近轴情况下的光学折射面;

[0018] 图 4 为透镜的近轴情况下的光学折射面;

[0019] 图 5 为竖向椭球面在坐标轴中的示意图;

[0020] 图 6 为椭圆在  $yo z$  平面的示意图；

[0021] 图 7 为模拟计算得出的平行光束通过非球面扩束后在 800mm 处观察平面上弥散图像。

[0022] 其中, 1、非球面, 2、侧面。

### 具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明作进一步的说明。

[0024] 如图 1 和图 2 所示, 一种非球面扩束镜, 为由非球面 1 和柱状侧面 2 围成的实心透镜, 所述非球面 1 为椭球面。

[0025] 所述非球面扩束镜由 BK7 玻璃 (又称 K9 玻璃, 折射率  $n = 1.51680$ ) 制成。

[0026] 透镜采用半长轴 2mm、半短轴 1.5mm、厚度为 2mm 的 BK7 玻璃。为了得到如图 5 和图 6 所示的竖椭球面, 利用 Biconic 面型的旋转特性, 设计顶点 D 处沿  $x$  轴方向的曲率半径为 3mm, 即  $c = 3\text{mm}$ , 在  $yo z$  平面内椭圆 conic 值为 1, 同时令  $a = 3\text{mm}$ 。那么顶点沿  $y$  轴曲率半径  $R_0 = a \cdot (1+k) = 6\text{mm}$ ; 椭球面  $y$  轴的截距  $b = aR_0 = 3\sqrt{2}$ 。则设计的椭球面满足的

曲面方程为  $\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{18} + \frac{z^2}{9} = 1$ 。将透镜尺寸代入曲面方程可得,  $x$  轴方向曲面的最大厚度约为

0.354mm,  $y$  轴方向曲面的最大厚度约为 0.41mm。

[0027] 扩束镜设计的基本原理

[0028] 不同的光学系统对光束的偏折能力不同。物理学中, 光学系统对光束的偏折能力被称为光焦度。光焦度等于像方光束会聚度与物方光束会聚度之差, 常用字母  $\varphi$  来表示。折射面的光焦度  $\varphi = (n' - n) / R = n' / f' = -n / f$ , 其中  $n'$  为像方折射率,  $n$  为物方折射率,  $R$  为球面半径,  $f'$  为像方焦距,  $f$  为物方焦距。上述光焦度等式对任何光学系统都是普适的。在近轴条件下, 光焦度对光线的偏折本领满足近轴光线追迹公式 (PRTE)。考虑到如图 3 中所示非近轴情况下的光学折射面。图中有一条光线以高度  $y$  入射到折射面, 并发生折射。在光线与折射面的交点处, 画出了面的法线及与光轴平行的一条直线, 它们都以虚线表示。图中还标出了光线与光轴间的夹角 ( $U$  和  $U'$ )、光线的入射角和折射角 ( $I$  和  $I'$ ) 以及折射面的曲率  $C (C = 1/R)$ 。如果交点向下移动接近光轴, 图 3 就将演变成如图 4 所示的近轴情况。

[0029] 根据数学关系, 在图 4 中,  $-\alpha = y/R$ , 则角度  $\alpha$  可表示为

$$[0030] \quad \alpha = -y/R = -y C \quad (1)$$

[0031] 图 4 中的各角度间的关系为

$$[0032] \quad \begin{cases} i = -\alpha + u \\ i = -\alpha + u' \end{cases} \quad (2)$$

[0033] 而在近轴条件下斯涅尔公式表示为

$$[0034] \quad n i = n' i' \quad (3)$$

[0035] 将式 (2) 代入式 (3) 有

$$[0036] \quad n(-\alpha + u) = n'(-\alpha + u')$$

$$[0037] \quad n' u' = n u - n \alpha + n' \alpha$$

[0038]  $n' u' = nu + (n' - n) a$  (4)

[0039] 将式 (1) 代入式 (4) 得

[0040]  $n' u' = nu - y [(n' - n) C]$  (5)

[0041] 式 (5) 称为弯曲的近轴光线追迹公式 (PRTE), 其中,  $(n' - n)C = \varphi$  是单个折射面的光焦度。由式 (5) 可知,  $\varphi$  的数值越大, 光线偏折能力越强。因此, 改变折射面的曲率半径即可改变光线的偏折方向, 由此可实现对圆形光斑的整形。

[0042] 如图 7 所示, 软件模拟结果表明: 新型扩束镜能够实现非球面、非均匀扩束, 能够使直径 2mm、波长 632.8nm 的平行光在 800mm 处扩束整形为 280mm × 140mm 的椭圆形光斑, 且对不同波长的光束具有很好的普适性。

[0043] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述, 但并非对发明保护范围的限制, 所属领域技术人员应该明白, 在本发明的技术方案的基础上, 本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围内。

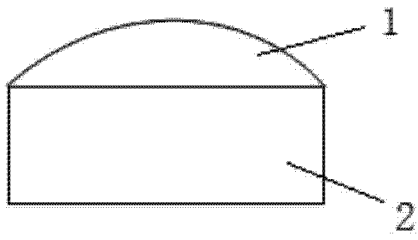


图 1

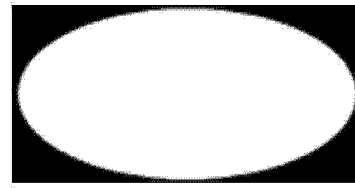


图 2

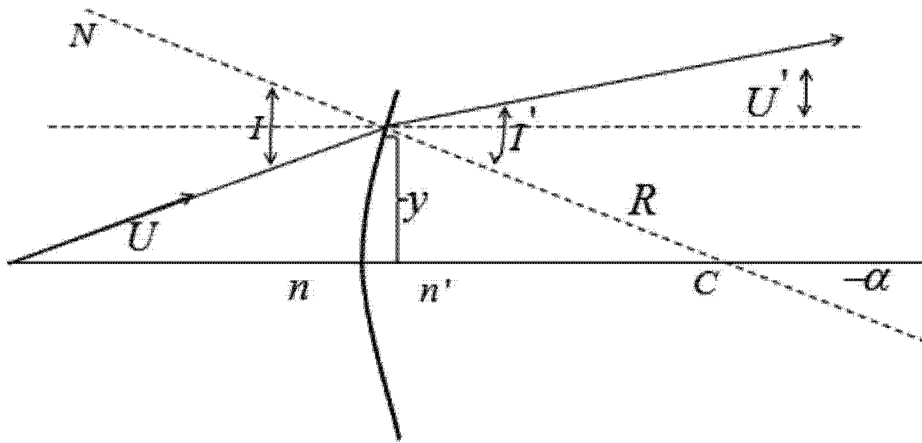


图 3

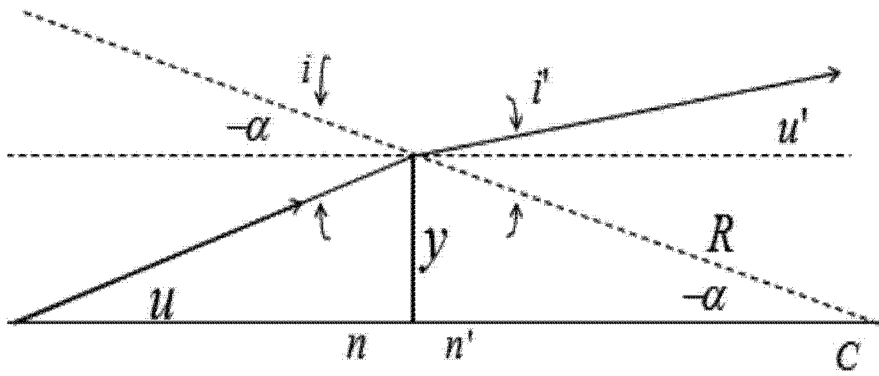


图 4

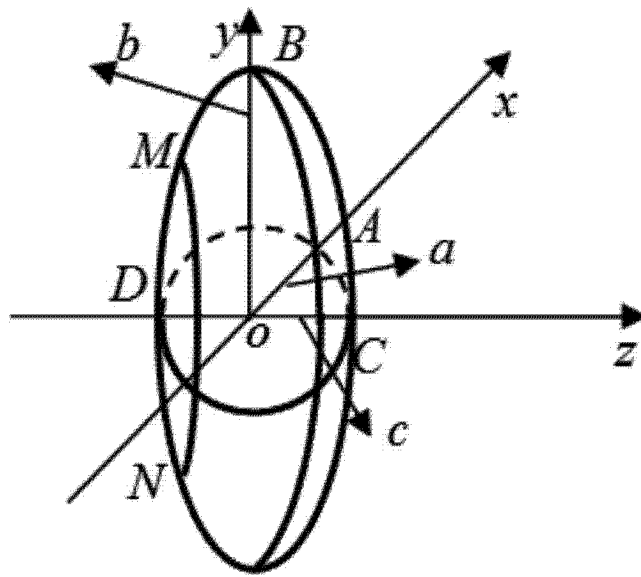


图 5

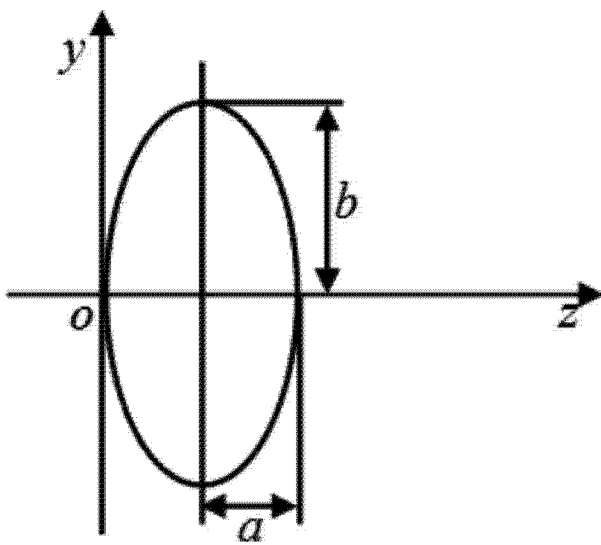


图 6

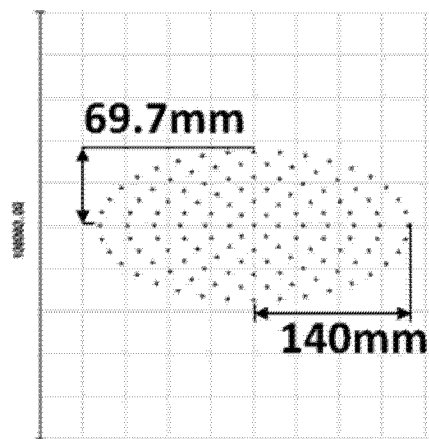


图 7