



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02133089.1

[43] 公开日 2003 年 4 月 23 日

[11] 公开号 CN 1413071A

[22] 申请日 2002.9.28 [21] 申请号 02133089.1
 [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 130022 吉林省长春市人民大街 140 号
 [72] 发明人 梁静秋 乐孜纯

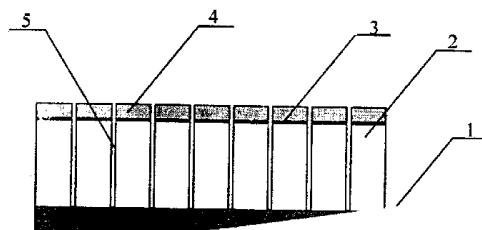
[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公
 司
 代理人 梁爱荣

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称 有机材料高能 X 射线聚焦组合透镜及其制作

[57] 摘要

本发明涉及有机材料高能 X 射线聚焦组合透镜及制作, 包括衬底基片 1, 有机物透镜阵列 2, 电铸阴极薄膜 3, 掩模吸收体 4, 空气隙 5。衬底基片表面涂覆有机材料涂料, 固化, 上表面生长金属薄膜作为电铸阴极, 电铸阴极上表面涂覆光刻胶, 光刻、显影、坚膜、生长金属层作为附着式掩模吸收体, 去除光刻胶及其下面的金属薄膜, 用准分子激光准直光束直接刻蚀, 完成有机材料高能 X 射线聚焦组合透镜的制作。本发明由若干平凹折射单元排列组成。采用准分子激光刻蚀技术, 使器件深宽比大, 侧壁陡直, 尺寸精度高, 表面粗糙度低, 可制作各种几何形状的截面, 易于批量制作及微型化。用有机材料可降低成本, 简化工艺, 推动以非金属材料为主体的微结构光学元件的技术发展。



1、有机材料高能 X 射线聚焦组合透镜，它包括：空气隙（5），其特征在于：还包括有衬底基片（1）、有机物透镜阵列（2）、电铸阴极薄膜（3）、掩模吸收体（4），有机物透镜阵列（2）位于衬底基片（1）的上方并与衬底基片（1）接触，电铸阴极薄膜（3）位于有机物透镜阵列（2）的上方并与有机物透镜阵列（2）接触，掩模吸收体（4）位于电铸阴极薄膜（3）的上方并与电铸阴极薄膜（3）接触，由衬底基片（1）、有机物透镜阵列（2）、电铸阴极薄膜（3）、掩模吸收体（4）形成空气隙（5）。

2、根据权利要求 1 所述的有机材料高能 X 射线聚焦组合透镜，其特征在于：衬底基片（1）采用硅片、玻璃、陶瓷或金属材料，有机物透镜阵列（2）采用聚合物材料，电铸阴极薄膜（3）采用铜、钛、镍、金或氧化钛材料，掩模吸收体（4）采用金、铬、钨金属材料。

3、有机材料高能 X 射线聚焦组合透镜的制作工艺步骤如下：

- (A)、衬底基片清洁处理，
- (B)、在步骤(A)表面自旋涂覆一层有机材料涂料，
- (C)、将步骤(B)放在烘箱中固化，固化温度、时间根据需要设定，
- (D)、在步骤(C)的上表面生长一层金属薄膜作为电铸阴极，
- (E)、在步骤(D)的上表面涂覆一层厚光刻胶，
- (F)、对步骤(E)的上表面进行光刻、显影、坚膜，
- (G)、在步骤(F)的上表面生长金属层，作为附着式掩膜吸收体，
- (H)、去除步骤(G)上表面的光刻胶及其下面的金属薄膜，

(I)、将完成(H)步骤的上表面用准分子激光光束进行直接刻蚀，完成器件制作。

有机材料高能 X 射线聚焦组合透镜及其制作

技术领域：本发明属于 X 射线微光学器件，涉及一种利用 X 射线折射效应对高能 ($>5\text{KeV}$) X 射线辐射聚焦的新型元件。

背景技术：由于在 X 射线波段所有材料的折射太弱，吸收太强，因此长期以来制作 X 射线透镜被认为是不可能的。为了实现 X 射线束的聚焦，科学家们先后研制了掠入射 X 射线全反射镜、透射式 X 射线波带片、多层膜及晶体 X 射线 Bragg-Fresnel 元件和 X 射线导管元件等。但这些元件都难以用在高能 X 射线波段。1996 年 Snigirev 报道了一种可用于高能 X 射线波段的 X 射线组合透镜。该组合透镜有许多优点，如不需折转光路、高温稳定性好且易冷却、结构简单紧凑、对透镜表面粗糙度要求低。因此该元件在科学和技术的研究中有广泛的应用前景。为了使得该组合透镜具有良好的综合光学性能，其材料选择、结构和制作技术都是关键环节并彼此相关。

目前高能 X 射线聚焦组合透镜国内尚未见报道。国际上常用的高能 X 射线组合透镜由金属材料制成，是在块状金属材料上加工出数十个至数百个尺寸相同、彼此间距为常量的柱状圆孔。若对该结构的组合透镜进行分解，该组合透镜由多个对称放置的平凹折射单元对构成。目前已有的制作技术一般采用超精密计算机控制磨削，这也是选择圆柱状组合透镜结构的原因之一。图 1 所示为用金属铝制成的高能 X 射线聚焦组合透镜(Department of physics , Oblin College , Oblin ,OH

44074), 它是由铝材(1)和空气隙(2)两部分组成的。该透镜是在铝材上用电火花加工方法制成的。圆孔直径为 100 微米, 孔间距大约为 25 微米。受制作技术的限制, 这种结构组合透镜难于将柱状圆孔尺寸做得很小, 圆孔同轴度不易制作得精确。

发明内容: 本发明的目的是解决背景技术采用金属材料加工, 因受制作方法限制只能制成圆柱形的透镜结构, 不能加工出任意形状, 加工精度低、不易批量制作等问题。为此本发明将提供一种用有机材料制作的高能 X 射线聚焦组合透镜及其方法。

本发明是由数十个至数百个平凹折射单元顺序排列组成。组合透镜的焦距尺寸远大于组合透镜的厚度。它包括衬底基片、有机物透镜阵列、电铸阴极薄膜、掩模吸收体、空气隙, 有机物透镜阵列位于衬底基片的上方并与衬底基片接触, 电铸阴极薄膜位于有机物透镜阵列的上方并与有机物透镜阵列接触, 掩模吸收体位于电铸阴极薄膜的上方并与电铸阴极薄膜接触, 由衬底基片、有机物透镜阵列、电铸阴极薄膜、掩模吸收体形成空气隙。衬底基片采用硅片、玻璃、陶瓷或除铝以外的金属材料, 有机物透镜阵列采用聚合物材料, 电铸阴极薄膜采用金属材料, 掩模吸收体采用金属材料。

本发明的制作工艺步骤如下:

- (A)、衬底基片清洁处理,
- (B)、在步骤(A)表面自旋涂覆一层有机材料涂料,
- (C)、将步骤(B)放在烘箱中固化, 固化的温度、时间可根据需要设定,
- (D)、在步骤(C)的上表面生长一层金属薄膜作为电铸阴极,

- (E)、在步骤(D)的上表面涂覆一层厚光刻胶,
- (F)、对步骤(E)的上表面进行光刻、显影、坚膜,
- (G)、在步骤(F)的上表面生长金属层, 作为附着式掩膜吸收体,
- (H)、去除步骤(G)上表面的光刻胶及其下面的金属薄膜,
- (I)、将完成(H)步骤的上表面用准分子激光光束进行直接刻蚀, 完成器件制作。

本发明的优点为: 本发明解决已有技术材料选择、制作技术和结构上的问题。由数十个至数百个平凹折射单元顺序排列组成, 组合透镜的焦距尺寸远大于组合透镜的厚度。采用以准分子激光刻蚀为基础的激光 LIGA 技术, 使器件深宽比大, 侧壁陡直, 尺寸精度高, 表面粗糙度低, 可制作各种几何形状的截面, 易于批量制作, 并有利于进一步微小型化。采用有机材料作为高能 X 射线组合透镜的材料可以降低成本, 简化工艺, 并可以推动以非金属材料为主体的微结构光学元件的技术发展。

附图说明:

图 1 是已有技术主视图

图 2 是本发明器件主视图

图 3 是图 2 的俯视图

具体实施方式: 如图 2 和图 3 所示, 本发明有机材料高能 X 射线聚焦组合透镜它包括衬底基片 (1), 有机物透镜阵列 (2), 电铸阴极薄膜 (3), 掩模吸收体 (4), 空气隙 (5)。衬底基片 (1) 可采用硅片: 即 (110) (100) (111) 等晶向的硅片; 或可采用玻璃: 即石

英玻璃、Pyrex 玻璃或普通玻璃；或可采用陶瓷；或可采用金属：即铜、钛及合金等。衬底基片（1）上制备的有机物透镜阵列（2）的材料为聚合物材料：可选用三甲基丙烯酸酯(PMMA)、聚酰亚胺(PI)、聚碳酸酯等。选用铜、钛、镍、金或氧化钛作电铸阴极薄膜（3）的材料。附着式掩膜吸收体（4）选用对 $\lambda = 193\text{nm}$ 的准分子激光有较高吸收系数的金属，如金、铬、钨等，准分子激光光束的波长为 193nm。厚光刻胶选用 AZP4903 正性光刻胶。

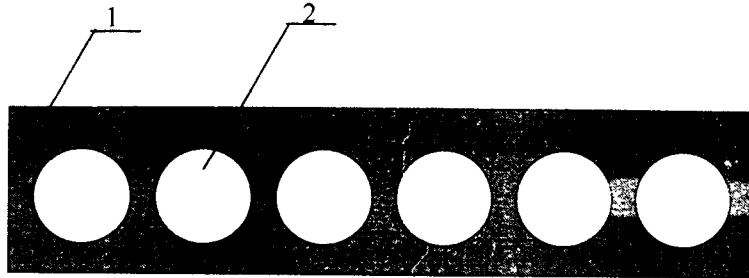


图 1

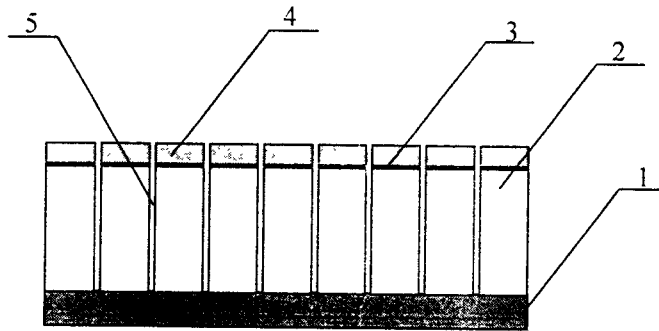


图 2

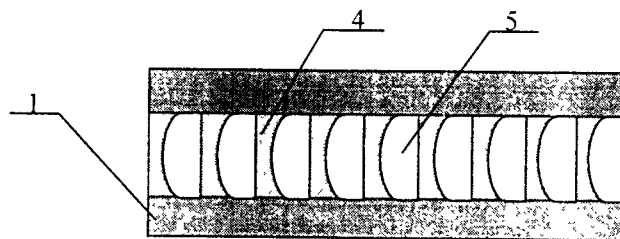


图 3