

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810050789.6

[51] Int. Cl.

G02B 5/08 (2006.01)

G03F 7/00 (2006.01)

G02B 1/10 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 10 月 22 日

[11] 公开号 CN 101290363A

[22] 申请日 2008.6.4

[21] 申请号 200810050789.6

[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 16 号

[72] 发明人 梁静秋 王 波 梁中燾 徐大伟

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所  
代理人 王淑秋

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

## [54] 发明名称

控制生长多层膜制作多级微反射镜的方法

## [57] 摘要

本发明涉及一种控制生长多层膜制作多级微反射镜的方法，该方法包括下列步骤：制作基片并进行清洗处理；用第一块光刻版光刻形成所需掩蔽图形，第一块光刻版明条纹和暗条纹的宽度各为  $L/2^1$ ；然后沉积镀膜材料，剥离光刻胶及其上的薄膜，形成多级膜层台阶；按上述方法依次制作各膜层台阶，第  $n$  块光刻版明条纹和暗条纹的宽度各为  $L/2^n$ ，直至达到所需级数，完成多级微反射镜基底的制作；用制作完成的多级微反射镜基底作为模板制作模具，然后用模铸方法制成多级阶梯结构；在多级阶梯结构或多级微反射镜基底的表面镀增反膜层。本发明有效提高了阶梯纵向尺寸精度及重复性，工艺可控性强，重复性好，不用化学腐蚀，减少了污染。

1、一种控制生长多层膜制作多级微反射镜的方法，其特征在于包括下列步骤：

(一)、采用双面抛光的表面粗糙度为  $0.2\text{nm}\sim 1\mu\text{m}$  的硅或玻璃或二氧化硅或碳化硅或钼片或石英片作为基片，并对其进行清洗处理；

(二)、在基片上表面涂敷光刻胶，用第一块光刻版曝光并显影、坚膜，形成所需掩蔽图形；设台阶总数为  $N$ ，多级微反射镜总宽度为  $L$ ，每层台阶的高度为  $h$ ，则第一块光刻版的明条纹和暗条纹的宽度各为  $L/2^1$ ；然后将镀膜材料沉积或电铸于基片上表面，剥离光刻胶及沉积于其上的薄膜，形成膜层台阶，膜层厚度为  $Nh/2^1$ ，宽度为  $L/2^1$ ，清洗处理；

(三)、在步骤(二)所制作的样品上表面涂敷光刻胶，然后用第二块光刻版进行第二次光刻，形成所需掩蔽图形；第二块光刻版明条纹和暗条纹的宽度各为  $L/2^2$ ；然后将镀膜材料沉积或电铸于样品上表面，剥离光刻胶及沉积于其上的薄膜，形成第二批膜层台阶，膜层厚度为  $Nh/2^2$ ，宽度为  $L/2^2$ ，清洗处理；

(四)、用第三块光刻版进行第三次光刻，形成所需掩蔽图形；第三块光刻版明条纹和暗条纹的宽度各为  $L/2^3$ ；然后将镀膜材料沉积或电铸于样品上表面，剥离光刻胶及沉积于其上的薄膜，形成第三批膜层台阶，膜层厚度为  $Nh/2^3$ ，宽度为  $L/2^3$ ，清洗处理；

(五)、按上述方法依次制作各膜层台阶，直至达到所需级数，第  $n$  块光刻版明条纹和暗条纹的宽度各为  $L/2^n$ ；第  $n$  次沉积或电铸得到的膜层厚度为  $Nh/2^n$ ，宽度为  $L/2^n$ ；最后制作完成的多级微反射镜基底每个台阶高度为  $Nh/2^n$ ，宽度为  $L/2^n$ ，第一层膜与最后一层膜之间的垂直高度为  $Nh$ ，多级台阶总数为  $N$ ，总宽度为  $L$ ；

(六)、用制作完成的多级微反射镜基底作为模板制作模具，然后用模铸方法制成多级阶梯结构。

(七) 在所制成的多级阶梯结构或制作完成的多级微反射镜基底的表面镀增反膜层。

2、根据权利要求1所述的控制生长多层膜制作多级微反射镜的方法，其特征在于所述的步骤(二)中镀膜材料为硅或二氧化硅或铝或金或铜或碳化硅或钼或钛或镍。

3、根据权利要求1所述的控制生长多层膜制作多级微反射镜的方法，其特征在于所述的步骤(六)中制作模具采用电铸方法制成金属模具或用硅橡胶制成模具。

4、根据权利要求1所述的控制生长多层膜制作多级微反射镜的方法，其特征在于所述的增反膜层上沉积保护膜层。

5、根据权利要求4所述的控制生长多层膜制作多级微反射镜的方法，其特征在于所述的保护膜层材料为  $\text{MgF}_2$  或  $\text{Al}_2\text{O}_3$  或  $\text{SiO}_2$ 。

## 控制生长多层膜制作多级微反射镜的方法

### 技术领域

本发明涉及一种多级微反射镜的制作方法，特别涉及一种控制生长多层膜制作用于可见及红外波段的多级微反射镜的制作方法。

### 背景技术

多级微反射镜作为一种光的反射器件，在光学系统中有着越来越广泛的应用，如：光谱分析、光束整形和光纤耦合等。

随着光学系统向体积小、结构紧凑方向发展，光学系统中的器件微型化成为光学器件的一个重要研究课题，微型光学器件设计与制作水平直接决定该光仪器的性能。多级微反射镜可以通过二元光学技术在衬底上进行多次光刻和多次腐蚀（干法或湿法）在石英等多种材料上制备阶梯微结构，这种方法存在以下缺点：1、因多次套刻，水平精度难以保证；2、需要进行多次光刻和多次化学腐蚀，造成化学污染；3、腐蚀或刻蚀深度难以精确控制，精度和重复性较差。

### 发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种工艺可控性强，重复性好，水平精度高，多级阶梯纵向尺寸精度高，并且不用化学腐蚀，减少了污染的控制生长多层膜制作多级微反射镜的方法。

本发明的控制生长多层膜制作多级微反射镜的方法包括下列步骤：

（一）、采用双面抛光的表面粗糙度为  $0.2\text{nm}\sim 1\mu\text{m}$  的硅或玻璃或二氧化硅或碳化硅或钼片或石英片作为基片，并对其进行清洗处理；

（二）、在基片上表面涂敷光刻胶，用第一块光刻版曝光并显影、坚膜，形成所需掩蔽图形；设台阶总数为  $N$ ，多级微反射镜总宽度为  $L$ ，每层台阶的高度为  $h$ ，则第一块光刻版的明条纹和暗条纹的宽度各为  $L/2^1$ ；然后将镀膜材料沉积或电铸于基片上表面，剥离光刻胶及沉积于其上的薄膜，形成膜层台阶，膜层厚度为  $Nh/2^1$ ，宽度为  $L/2^1$ ，清洗处理；

（三）、在步骤（二）所制作的样品上表面涂敷光刻胶，然后用第二块光刻版进行第二次光刻，形成所需掩蔽图形；第二块光刻版明条纹和暗条纹的宽度各为  $L/2^2$ ；然后将镀膜材料沉积或电铸于样品上表面，剥离光刻胶及沉积于其上的薄膜，形成第二批膜层台阶，膜层

厚度为  $Nh/2^2$ ，宽度为  $L/2^2$ ，清洗处理；

(四)、用第三块光刻版进行第三次光刻，形成所需掩蔽图形；第三块光刻版明条纹和暗条纹的宽度各为  $L/2^3$ ；然后将镀膜材料沉积或电铸于样品上表面，剥离光刻胶及沉积于其上的薄膜，形成第三批膜层台阶，膜层厚度为  $Nh/2^3$ ，宽度为  $L/2^3$ ，清洗处理；

(五)、按上述方法依次制作各膜层台阶，直至达到所需级数，第  $n$  块光刻版明条纹和暗条纹的宽度各为  $L/2^n$ ；第  $n$  次沉积或电铸得到的膜层厚度为  $Nh/2^n$ ，宽度为  $L/2^n$ ；最后制作完成的多级微反射镜基底每个台阶高度为  $Nh/2^n$ ，宽度为  $L/2^n$ ，第一层膜与最后一层膜之间的垂直高度为  $Nh$ ，多级台阶总数为  $N$ ，总宽度为  $L$ ；

(六)、用制作完成的多级微反射镜基底作为模板制作模具，然后用模铸方法制成多级阶梯结构。

(七) 在所制成的多级阶梯结构或制作完成的多级微反射镜基底的上表面镀增反膜层。

本发明由于采用控制生长多层膜方法制作多级微反射镜，每层膜的厚度在沉积时能精确控制，所以在制作过程中能够精确地控制多级微反射镜每个镜面之间的高度，有效提高了阶梯纵向尺寸精度及重复性，工艺可控性强，重复性好，并且水平精度高。成本低，不用化学腐蚀，减少了污染，多级阶梯膜层材料可选用多种材料，并且各阶梯膜层可以是同一种材料。微反射镜表面粗糙度低，平面度高。

所述的镀膜材料通过磁控溅射或射频溅射或离子束溅射或直流溅射或电子束蒸发或热蒸发或电铸方法沉积于基片上。

所述的镀膜材料为硅或二氧化硅或铝或金或铜或碳化硅或钼或钛或镍。

所述的步骤(六)中制作模具采用电铸方法制成金属模具或用硅橡胶制成模具。

所述的步骤(七)中镀增反膜层采用磁控溅射或射频溅射或离子束溅射或直流溅射或电子束蒸发或热蒸发方法。

所述的增反膜层上沉积保护膜层，以防止膜层材料氧化。

所述的保护膜层材料为  $MgF_2$  或  $Al_2O_3$  或  $SiO_2$ 。

附图说明

下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

图1(a)、(b)、(c)、(d)是本发明的控制生长多层膜制作多级微反射镜的方法工艺流程图。

图中1为基片，2光刻版，3膜层台阶。

### 具体实施方式

以下详细说明本发明的控制生长多层膜制作多级微反射镜的方法。本方法采用控制生长多层膜方法制作多级微反射镜，台阶总数为 16，多级微反射镜总宽度为 8mm，具体工艺流程如下：

(一)、采用双面抛光的表面粗糙度为  $0.2\text{nm}\sim 1\mu\text{m}$  的硅或玻璃或二氧化硅或碳化硅或钼片或石英片作为基片，并对其进行清洁处理；

(二)、在基片上表面涂敷光刻胶，用第一块光刻版曝光并显影、坚膜，形成所需掩蔽图形；第一块光刻版的明条纹和暗条纹的宽度各为  $L/2^1$ ；然后通过磁控溅射或射频溅射或离子束溅射或直流溅射或电子束蒸发或热蒸发或电铸等方法将硅或二氧化硅或铝或金或铜或碳化硅或钼或钛或镍或其它镀膜材料沉积或电铸于基片表面，用去胶剂剥离光刻胶及沉积于其上的薄膜，形成膜层台阶，如图 1 (a) 所示，膜层厚度为 400nm，宽度为 4mm，清洗。

(三)、在步骤二所制作的样品的上表面同样涂敷光刻胶，然后用第二块光刻版进行第二次光刻，形成所需掩蔽图形；第二块光刻版明条纹和暗条纹的宽度各为  $L/2^2$ ；然后通过与步骤二相同的工艺将与步骤二相同或不同材料沉积或电铸于基片表面，用去胶剂剥离光刻胶及沉积于其上的薄膜，形成第二批膜层台阶，如图 1 (b) 所示，膜层厚度为 200nm，宽度为 2mm，清洗。

(四)、在步骤三所制作的样品的上表面同样涂敷光刻胶，用第三块光刻版进行第三次光刻，形成所需掩蔽图形；第三块光刻版明条纹和暗条纹的宽度各为  $L/2^3$ ；然后通过与步骤二、三相同的工艺将与步骤二、三相同或不同材料沉积或电铸于基片表面，用去胶剂剥离光刻胶及沉积于其上的薄膜，形成第三批膜层台阶，如图 1 (c) 所示，膜层厚度为 100nm，宽度为 1mm，清洗。

(五)、在步骤四所制作的样品的上表面同样涂敷光刻胶，用第四块光刻版进行第四次光刻，形成所需掩蔽图形；第四块光刻版明条纹和暗条纹的宽度各为  $L/2^4$ ；，然后通过磁控溅射或射频溅射或离子束溅射或直流溅射或电子束蒸发或热蒸发或电镀金属等方法将硅、二氧化硅、碳化硅、钼、钛、镍或其它镀膜材料沉积或电镀于基片表面，形成另一批膜层台阶，如图 1 (d) 所示，膜层厚度为 50nm，宽度为 0.5mm，去除光刻胶，清洗。最后制作的多级微反射镜基底的每个小台阶高度为 50nm，宽度为 0.5mm，第一层膜与最后一层膜之间的垂

---

直高度为 800nm，台阶总数为 16，镜子总宽度为 8mm。

(六)、把上述制作的多级微反射镜基底作为模板用电铸方法制成金属模具、或用硅橡胶等制成模具，然后用模铸方法制成阶梯结构，多级阶梯结构材料可以选择铝或金或铜或钛或镍等金属。

(七)、在所制成的多级阶梯结构或制作完成的多级微反射镜基底的上表面用磁控溅射或射频溅射或离子束溅射或直流溅射或电子束蒸发或热蒸发等蒸镀方法沉积一层高反射薄膜，阶梯结构镀膜要利用薄膜理论设计出多级微反射镜的增反膜层。在增反膜层上沉积保护膜层，以防止膜层材料氧化，保护膜层材料一般用  $MgF_2$  或  $Al_2O_3$  或  $SiO_2$ 。至此，完成多级微反射镜制作。

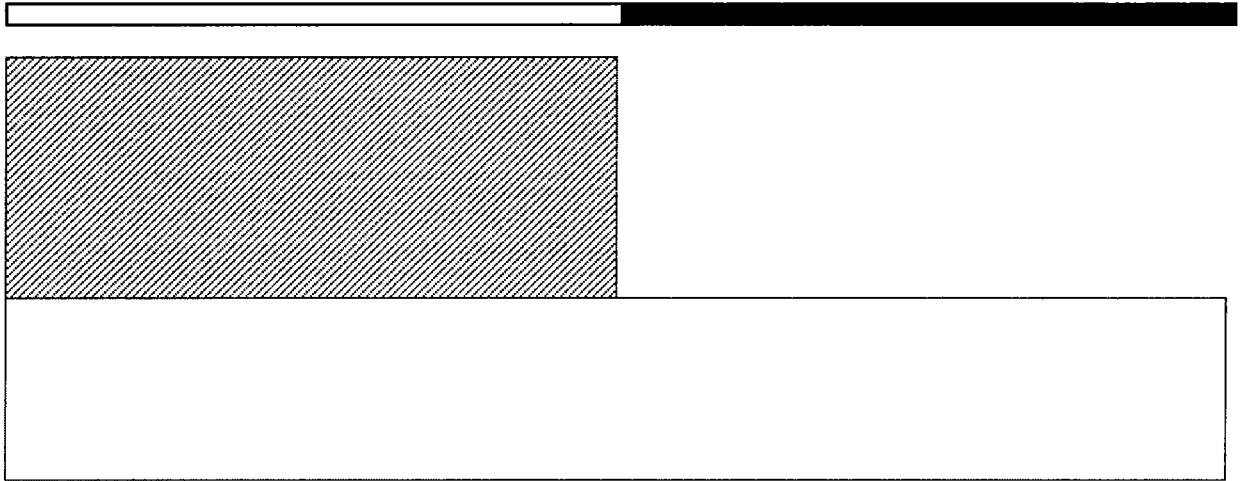


图 1 (a)

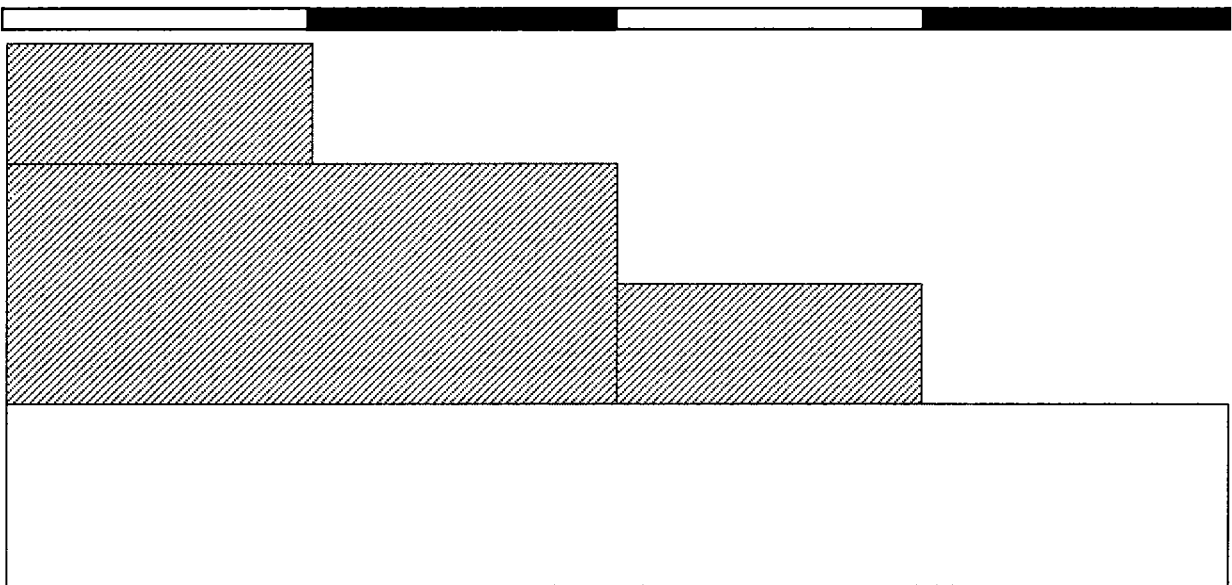


图 1 (b)

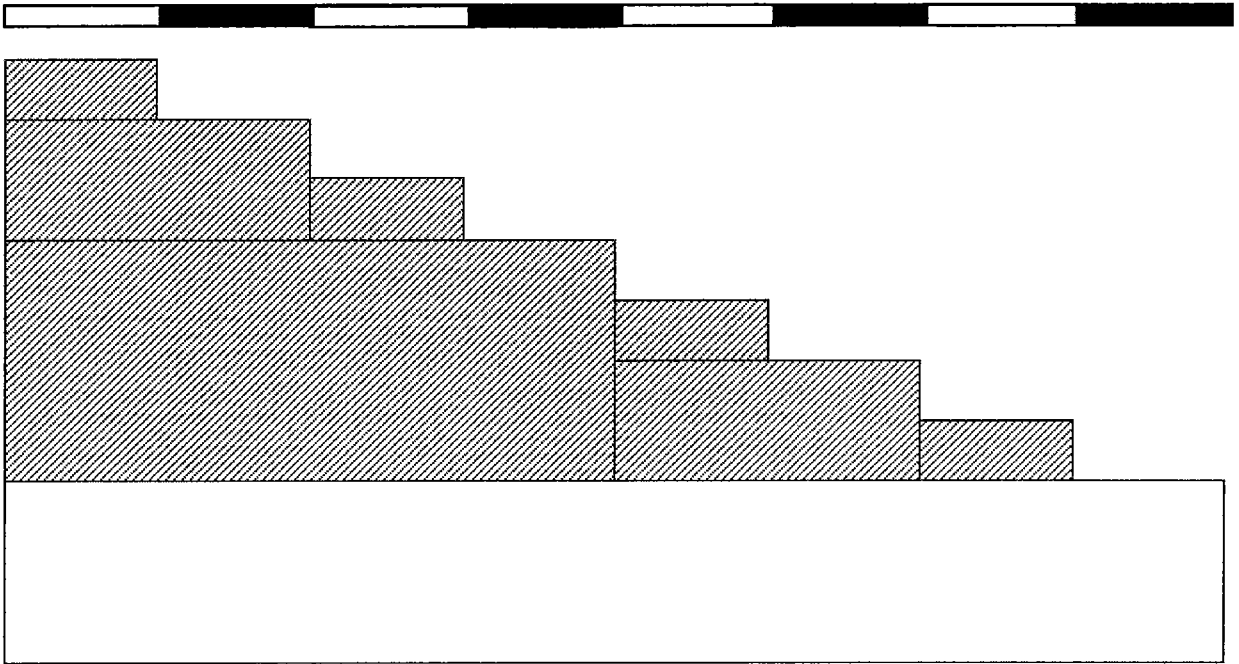


图 1 (c)

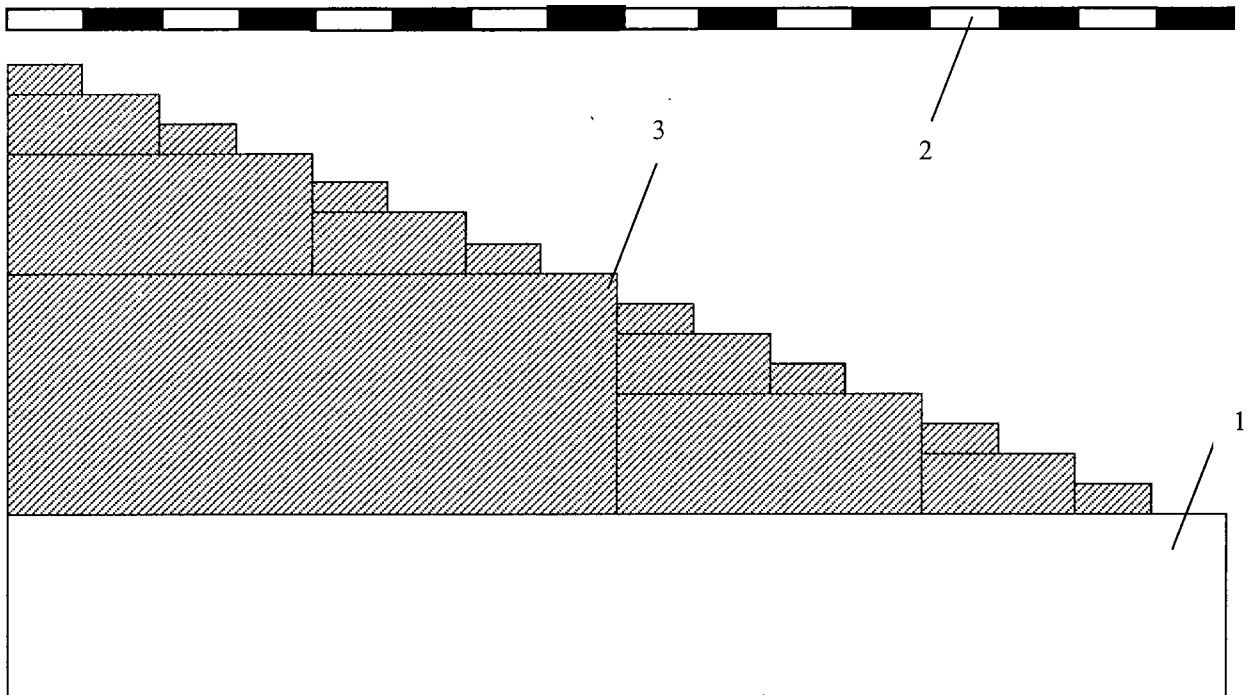


图 1 (d)