



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610016998.X

[43] 公开日 2008 年 1 月 9 日

[11] 公开号 CN 101101344A

[22] 申请日 2006.7.7

[21] 申请号 200610016998.X

[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 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 李文昊 齐向东 巴音贺希格

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所

代理人 赵炳仁

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称

IV型凹面全息光栅的制作工艺流程

[57] 摘要

IV 型凹面全息光栅的制作工艺流程，属于光谱技术领域中涉及的一种光栅的制作工艺流程。本发明要解决的技术问题是提供一种 IV 型凹面全息光栅的制作工艺流程，解决技术问题的技术方案包括：基底处理、涂胶、前烘、全息曝光、显影、后烘、热熔、离子束刻蚀、清洁处理、镀膜。该 IV 型凹面全息光栅制作工艺流程是新颖的、低成本的、易于实现的，特别是使用光刻胶热熔法代替了传统的反应离子刻蚀，大大地节约了成本、缩短了制作周期，该种光栅在光学系统中的应用能够减少系统的零部件，可消除光学系统的象散和彗差。

1、IV型凹面全息光栅的制作工艺流程，其特征在于：包括基底处理(1)、涂胶(2)、前烘(3)、全息曝光(4)、显影(5)、后烘(6)、热熔(7)、离子束刻蚀(8)、清洁处理(9)、镀膜(10)；详细内容如下，基底处理(1)：光栅基底应采用无气泡、无划痕、抛光好的凹面K9光学玻璃，用碳酸钙清洗凹面K9玻璃基底；涂胶(2)：在清洗好的光栅基底上涂敷光刻胶，采用旋转法涂胶，即将光刻胶滴在光栅基底上，通过离心旋转获得均匀一致的光刻胶薄膜；光刻胶采用 Shiply1805 正性光刻胶，涂胶时的旋转速度控制在 1700~5000 转/分为好，其甩胶时间不少于 30 秒，涂敷厚度为 300~700nm；前烘(3)：将涂敷完光刻胶后的光栅基底放入烘箱中，然后升高烘箱温度至 90℃，开始计时，30 分钟后取出；全息曝光(4)：将处理好的涂有光刻胶的光栅基底放入光学零件形成的干涉场中进行曝光，曝光时间为 10~120 秒；显影(5)：把曝光之后的光栅基底放入显影液中，显影液为 5% 的 NaOH 溶液，在常温下显影，显影时间为 10~60 秒；后烘(6)：将显影后的光刻胶光栅放入烘箱中，然后升高烘箱温度至 120℃，开始计时，30 分钟后取出；热熔(7)：完成后烘时不要把光刻胶光栅从烘箱中取出，直接升高烘箱温度至 160℃，开始计时，30 分钟后取出；离子束刻蚀(8)：将热熔后的光刻胶光栅置入北京 Advance 离子束研究所生产的 LKJ-1C-150 离子束刻蚀机中进行离子束刻蚀，刻蚀时间为 10-30 分钟；清洁处理(9)：将离子束刻蚀后的光栅放入丙酮溶液中清洗掉表面残留光刻胶以及杂质；镀膜(10)：将清洁处理完的离子束刻蚀后的光栅放入真空镀膜机中蒸镀铝膜。

IV型凹面全息光栅的制作工艺流程

一、技术领域：

本发明属于光谱技术领域中涉及的一种IV型凹面全息光栅的制作工艺流程。

二、背景技术：

在真空紫外、特别是软X射线波段，所有物质对光辐射都有强烈的吸收，而传统的平面光栅光谱仪由于引入了准直镜和聚光镜，所以存在由准直镜和聚光镜造成的附加损失，这对于提高整个光谱仪系统的集光效率是不理想的。而凹面光栅则较为优越，由于凹面光栅具有自聚焦特性，在成像时不需要准直光学系统和聚焦光学系统即能形成谱线。按照像差校正的种类和程度的不同，凹面全息光栅已从I型发展到IV型：

采用两束平行光作光源，在平面或凹面光栅基坯上记录两平面波前的干涉条纹，可以得到与平面或凹面等栅距刻划光栅相当的全息光栅。这种凹面全息光栅称为I型凹面全息光栅，和刻划凹面等栅距光栅一样，具有较大的残余象差。

制作II型凹面全息光栅可用两相干球面波来记录，两球面波中心即记录点都在罗兰圆上，II型凹面全息光栅通常被用作制造罗兰圆摄谱仪。

III型凹面全息光栅通常也被称作平像场光栅，用于制作平像场光谱仪，此类光谱仪所成的像在一个平面上，这样有利于使用CCD阵列接收。

在设计拍摄IV型凹面全息光栅的光路时，要考虑到使用它的单色仪的结构参数和性能要求，使本来安置在仪器上会出现的某种象差在拍摄时有意识地将它们抵消，或者在所使用的波段内，使其减小到最低程度。所以在计算IV型凹面全息光栅之前，必须先确定单色仪的形式、性能和参数，用计算机求解符合单色仪要求的IV型凹面全息光栅，确定记录点的位置。

使用IV型凹面全息光栅可以消除光学系统的像差，可以缩小光谱仪器

的尺寸，减少组成的零部件数量，提高光学仪器的成像质量、分辨本领和测试精度。因此，IV型凹面全息光栅可大量用于光谱仪中，这种光栅成为不可缺少的光学元件，并且还可用于可见、紫外区的多波段分光器以及简单的单色仪中，具有独特的优点。

三、发明内容

本发明要解决的技术问题是：提供一种IV型凹面全息光栅的制作工艺流程。解决技术问题的技术方案如图1所示：包括基底处理1、涂胶2、前烘3、全息曝光4、显影5、后烘6、热熔7、离子束刻蚀8、清洁处理9、镀膜10。详细内容如下，基底处理1：光栅基底应采用无气泡、无划痕、抛光好的凹面K9光学玻璃，用碳酸钙清洗凹面K9玻璃基底，保证基底表面清洁、致密、干燥，以有利于光刻胶与基底表面的粘附。涂胶2：在清洗好的光栅基底上涂敷光刻胶，采用旋转法涂胶，即将光刻胶滴在光栅基底上，通过离心旋转获得均匀一致的光刻胶薄膜。光刻胶采用Shiply1805正性光刻胶，涂胶时的旋转速度控制在1700~5000转/分为好，其甩胶时间不少于30秒，这样可以保证溶剂的充分挥发以及胶膜厚度的均匀性，涂敷厚度为300~700nm。胶层厚度主要由涂胶时的旋转速度来控制，转速越高则胶层越薄，转速越低则胶层越厚。选择胶层厚度时主要依靠凹面光栅的刻线密度，刻线密度越大则要求胶层越薄。前烘3：将涂敷完光刻胶后的光栅基底放入烘箱中，然后升高烘箱温度至90℃，开始计时，30分钟后取出。前烘的作用是去除光刻胶在空气中干燥时不能除去的溶剂，并使光刻胶与衬底接触更为紧密。全息曝光4：将处理好的涂有光刻胶的光栅基底放入光学零件形成的干涉场中进行曝光。光学零件形成的干涉场如图2所示，包括Kr⁺激光器11、平面反射镜12、半反半透镜13、平面反射镜14和15、针孔滤波器16和17、干涉场18和光栅基底19。在Kr⁺激光器11的激光束传播方向的光轴上置有平面反射镜12，平面反射镜12与光轴成45°角；在平面反射镜12的反射光光路上置有半反半透镜13，它的半反半透面与光轴成45°角；分别在半反半透镜13的反射面和透射面出射光

的光轴上置有平面反射镜 14 和平面反射镜 15；分别在平面反射镜 14 和平面反射镜 15 的反射光线的光轴上置有针孔滤波器 16 和针孔滤波器 17；针孔滤波器 16 和针孔滤波器 17 发射光线的交汇区域形成了干涉场 18；在干涉场 18 内置有经过前烘的光栅基底 19，光栅基底 19 的中心点位于干涉场 18 的中心位置。曝光时间为 10~120 秒，根据光刻胶的型号和干涉场强度来控制曝光时间长短。显影 5：把曝光之后的光栅基底放入显影液中，显影液为 5% 的 NaOH 溶液，在常温下显影，显影时间为 10~60 秒，显影时间受曝光时间、显影液浓度的影响，由于光敏作用使光刻胶潜在的光栅图形被溶解形成正弦图形，此时光栅基底上具有光栅条纹，也被称为光刻胶光栅。后烘 6：将显影后的光刻胶光栅放入烘箱中，然后升高烘箱温度至 120℃，开始计时，30 分钟后取出。后烘的作用是改善光刻胶与衬底的粘附能力，并去除显影后留下的溶剂。热熔 7：完成后烘时不要把光刻胶光栅从烘箱中取出，直接升高烘箱温度至 160℃，开始计时，30 分钟后取出，这个步骤称为热熔。热熔过程主要目的是降低表面粗糙度，就是要把光刻胶加热至熔融状态，在其表面张力的作用下，刻槽表面的毛刺便得到消除。离子束刻蚀 8：由于光刻胶光栅的物理性质和光学性能远比做在 K9 玻璃上的全息光栅差，所以要将光刻胶光栅转移到玻璃基底，本步骤采用 Ar 离子束刻蚀技术很好的实现了这个过程。将热熔后的光刻胶光栅置入北京 Advance 离子束研究所生产的 LKJ-1C-150 离子束刻蚀机中进行离子束刻蚀，刻蚀时间为 10~30 分钟，刻蚀时间由刻蚀深度和离子束能量决定。清洁处理 9：将离子束刻蚀后的光栅放入丙酮溶液中清洗掉表面残留光刻胶以及杂质。镀膜 10：将清洁处理完的离子束刻蚀后的光栅放入真空镀膜机中蒸镀铝膜，用来增强光栅的衍射效率。

本发明的积极效果是：本发明的 IV 型凹面全息光栅制作工艺流程是新颖的、低成本的、易于实现的，特别是使用光刻胶热熔法代替了传统的反应离子刻蚀，大大地节约了成本、缩短了制作周期，利用本工艺流程可以制作出高质量的凹面光栅，该种光栅在光学系统中的应用能够减少系统的

零部件，可消除光学系统的象散和彗差。

四、附图说明

图 1 是本发明的工艺流程图。图 2 是本发明方法第四步中采用的IV型凹面全息光栅曝光装置光路结构示意图。

五、具体实施方式

本发明按图 1 所示的制备工艺流程图步骤实施，具体如下：

- 1、用碳酸钙清洗无气泡、无划痕、抛光好的凹面 K9 玻璃基底；
- 2、在凹面 K9 玻璃基底上涂敷 Shiply1805 正性光刻胶 300~700nm 厚，胶层厚度是根据刻线密度和控制离心机转速实现的；
- 3、将涂敷好光刻胶的光栅基底放入烘箱中前烘，升高烘箱温度至 90℃，开始计时，30 分钟后取出；
- 4、将光栅基底放入干涉场中曝光 10~120 秒，根据光刻胶的型号和干涉场强度来控制曝光时间长短；
- 5、将曝光后的光栅基底放入 5% 的 NaOH 溶液中，在常温下显影 10~60 秒，显影时间受曝光时间、显影液浓度的影响；
- 6、将显影后的光刻胶光栅放入烘箱中后烘，升高烘箱温度至 120℃，开始计时，30 分钟后取出；
- 7、进一步升高烘箱温度进行热熔，热熔温度为 160℃，热熔时间为 30 分钟；
- 8、采用 Ar 离子刻蚀技术进行离子束刻蚀，刻蚀时间为 10~30 分钟，刻蚀时间由刻蚀深度和离子束能量决定；
- 9、清洁处理，用丙酮溶液去除离子束刻蚀后光栅表面残留的光刻胶以及杂质；
- 10、在真空镀膜机中对清洗后的光栅表面蒸镀铝膜。

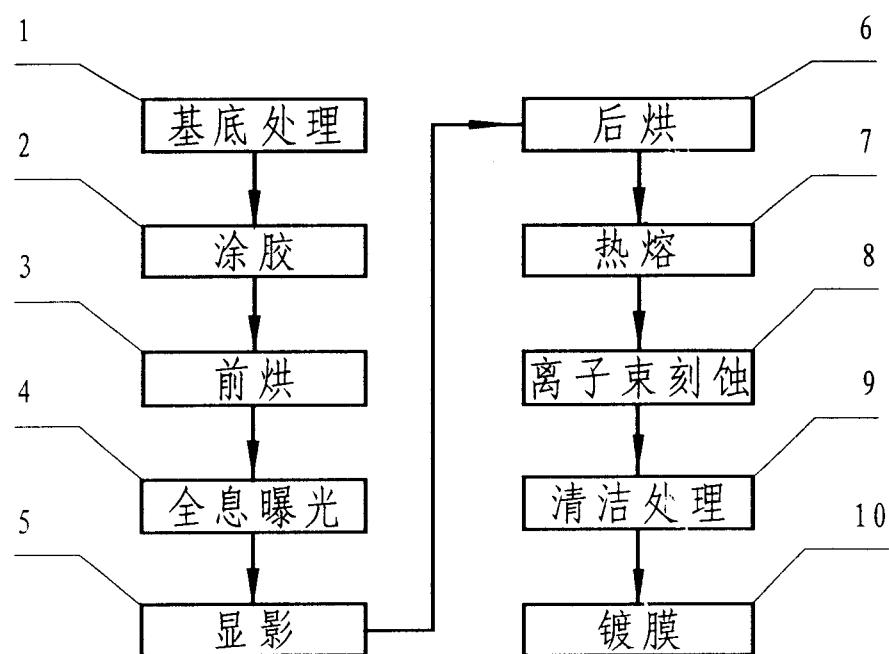


图 1

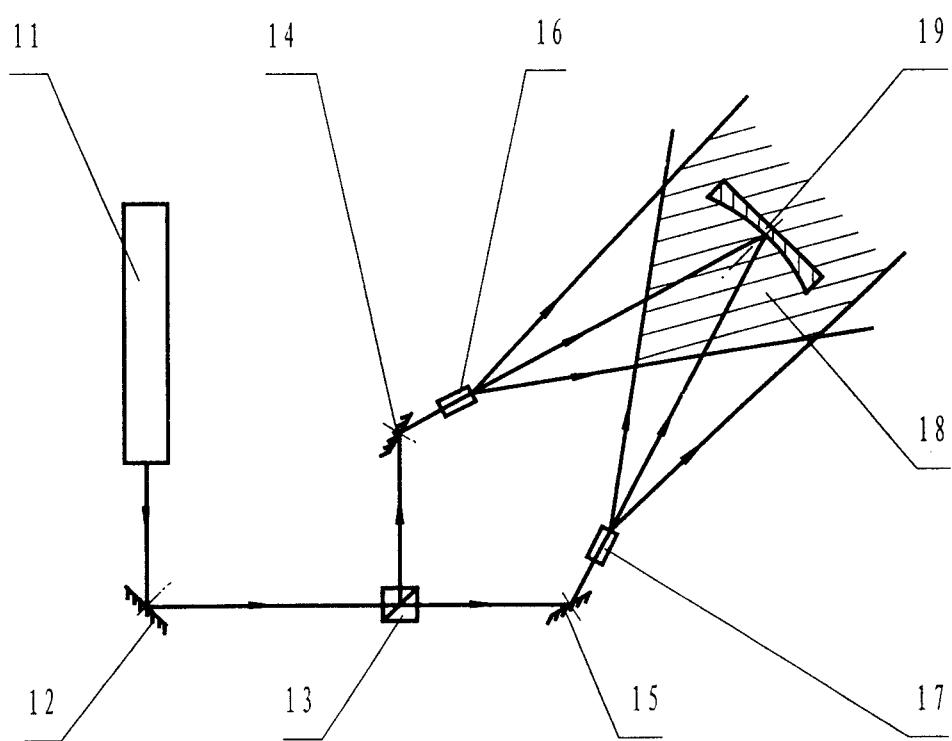


图 2