

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G03H 1/04 (2006.01)

G03F 7/00 (2006.01)

G02B 7/182 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810187608.4

[43] 公开日 2009年5月27日

[11] 公开号 CN 101441431A

[22] 申请日 2008.12.29

[21] 申请号 200810187608.4

[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 李文昊 巴音贺希格 齐向东
唐玉国 孔 鹏

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所
代理人 刘树清

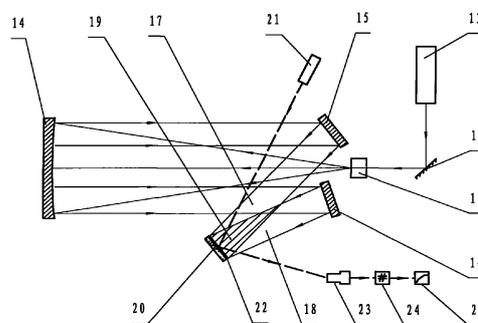
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称

全息光栅制作中实时监测曝光量的方法

[57] 摘要

全息光栅制作中实时监测曝光量的方法，属于光谱技术领域涉及的一种全息光栅制作中实时监测曝光量的方法。要解决的技术问题是提供一种全息光栅制作中曝光量实时监测的方法。技术方案为步骤一，配备一套全息光栅曝光装置；步骤二，配备一套精确控制全息光栅曝光量实时监测装置；步骤三，潜像光栅的制备并进行曝光量的实时监测；步骤四，确定曝光截止点。本发明在曝光过程中引入实时监测技术确定曝光截止点是一种简便有效的手段，使用曝光实时监测装置可以快速、精确地控制全息光栅曝光量，进而准确地确定最佳的曝光截止点，为全息光栅曝光工艺提供科学的理论指导和实验依据。



1、全息光栅制作中实时监测曝光量的方法，是通过在光栅基底表面涂有光致刻蚀剂，在干涉场内曝光形成潜像光栅，通过监测潜像光栅的衍射光的能量变化曲线监测曝光量；其特征在于：步骤一，配备一套全息光栅曝光装置；包括记录激光器(11)、平面反射镜(12)、空间滤波器(13)、准直反射镜(14)、第一调整反射镜(15)、第二调整反射镜(16)和光栅基底(20)；在记录激光器(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° 角安装；在平面反射镜(12)的反射光的光路上置有空间滤波器(13)，经过空间滤波器(13)后形成球面波；在球面波传播方向放置准直反射镜(14)，并且准直反射镜(14)的焦点位置位于球面波波源点，球面波波源点的位置在空间滤波器(13)的出口处，这样激光束经准直反射镜(14)后变为准直光束；在准直光束区域放置第一调整反射镜(15)和第二调整反射镜(16)，该准直光束经过第一调整反射镜(15)和第二调整反射镜(16)反射后分别变为第一束记录光(17)和第二束记录光(18)，这两束记录光的交汇区域形成了干涉场(19)；在干涉场(19)内放置光栅基底(20)，光栅基底(20)的位置就是全息光栅的曝光位置；步骤二，配备一套精确控制全息光栅曝光量实时监测装置；在步骤一所配备的全息光栅曝光装置中又加入了监测激光器(21)、光栅基底上形成的潜像光栅(22)、光电接收器(23)、数据处理系统(24)和显示器(25)，形成了全息光栅曝光量实时监测装置；监测激光器(21)的激光照射在潜像光栅(22)上，在潜像光栅(22)的衍射光方向放置光电接收器(23)，用以接收潜像光栅

(22)的衍射光，并且光电接收器(23)只对监测光波长敏感而对记录光波长不敏感，光电接收器(23)接收到的信号经过数据处理系统(24)处理后在显示器(25)上显示衍射光的强弱变化曲线，利用该装置监测全息光栅的曝光量，曝光量从显示器(25)上显示的潜像光栅(22)的衍射光强弱变化得出；步骤三，潜像光栅的制备并进行曝光量的实时监测；将涂有光致抗蚀剂的光栅基底(20)置入全息光栅曝光量实时监测装置中干涉场(19)内光栅基底(20)的位置被曝光后，在光栅基底(20)表面形成潜像光栅(22)；该潜像光栅(22)在监测激光器(21)的激光束照射下，产生的衍射光波被光电接收器(23)接收，并经数据处理系统(24)处理后显示在显示器(25)上；利用该全息光栅曝光量实时监测装置对潜像光栅(22)进行曝光全程实时监测，记录全程曝光量实时监测曲线；步骤四，确定曝光截止点；观察显示器(25)记录的潜像光栅衍射光能量变化曲线，当全程曝光量实时监测曲线达到全局最大值位置时确定为曝光截止点，此时停止曝光。

全息光栅制作中实时监测曝光量的方法

技术领域

本发明属于光谱技术领域涉及的一种全息光栅制作中实时监测曝光量的方法。

背景技术

在全息光栅制作工艺中，曝光量是需要控制的重要工艺参数之一，曝光不足或过曝光都不能得到理想的光栅槽形。传统方法是使用固定的曝光时间，通过制作大量样片，对曝光量进行反复修正，总结出最佳工艺参数，然后把经验值用于后续曝光中。由于影响全息光栅质量的工艺条件很多，所以这种研究方法实验工作量大、周期长，最终还得不到质量好的全息光栅。与本发明最为接近的已有技术是中国专利号为 CN1450426 的专利提出一种全息光栅制作中的实时潜像自监测用的光学方法，如图 1 所示，第一束记录光 1 和第二束记录光 2 的交汇区域形成了干涉场，将涂有光致刻蚀剂 5 的光栅基底 6 放置在干涉场内进行曝光，在光栅基底 6 表面形成潜像光栅 4，当第一束记录光 1 和第二束记录光 2 照射在潜像光栅 4 上，潜像光栅 4 存在一个或多个传播衍射级次，对其中传播出系统之外的任意级次的潜像自衍射 I_{r2} 和 I_{l1} 的传播方向 3 上的光束经准直和光电倍增后进行实时自监测。该方法是在全息干涉系统潜像自衍射 I_{r2} 和 I_{l1} 的传播方向上加上一个准直透镜，其焦面上放置一个光电倍增管对会聚光的能量进行探测，然后将信号传给记录仪即可实现对潜像进行实时自监测，该方法

中将记录光作为监测光照射在潜像光栅上，利用光电倍增管接收衍射光进行实时监测，由于潜像光栅的衍射光能量非常弱，光路中存在源于记录光的杂散光，这部分杂散光能量要比潜像光栅的衍射光能量强而引起背景光过强，所以光电倍增管接收潜像光栅的衍射光时非常困难。

发明内容

为了克服上述已有技术存在的缺陷，本发明目的在于提出一种在全息光栅制作过程中能够简便可行地实时监测曝光量的方法。

本发明要解决的技术问题是：提供一种全息光栅制作中实时监测曝光量的方法。解决技术问题的技术方案为：步骤一，配备一套全息光栅曝光装置；如图 2 所示，包括记录激光器 11、平面反射镜 12、空间滤波器 13、准直反射镜 14、第一调整反射镜 15、第二调整反射镜 16 和光栅基底 20；在记录激光器 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° 角安装；在平面反射镜 12 的反射光的光路上置有空间滤波器 13，经过空间滤波器 13 后形成球面波；在球面波传播方向放置准直反射镜 14，并且准直反射镜 14 的焦点位置位于球面波波源点，球面波波源点的位置在空间滤波器 13 的出口处，这样激光束经准直反射镜 14 后变为准直光束；在准直光束区域放置第一调整反射镜 15 和第二调整反射镜 16，该准直光束经过第一调整反射镜 15 和第二调整反射镜 16 反射后分别变为第一束记录光 17 和第二束记录光 18，这两束记录光的交汇区域形成了干涉场 19；在干涉场 19 内放置光栅基底 20，光栅基底 20 的位置

就是全息光栅的曝光位置；步骤二，配备一套精确控制全息光栅曝光量实时监测装置；在步骤一所配备的全息光栅曝光装置（图2所示）中又加入了监测激光器21、光栅基底上形成的潜像光栅22、光电接收器23、数据处理系统24和显示器25，形成了全息光栅曝光量实时监测装置，如图3所示；监测激光器21的激光照射在潜像光栅22上，在潜像光栅22的衍射光方向放置光电接收器23，用以接收潜像光栅22的衍射光，并且光电接收器23只对监测光波长敏感而对记录光波长不敏感，光电接收器23接收到的信号经过数据处理系统24处理后在显示器25上显示衍射光的强弱变化曲线，利用该装置监测全息光栅的曝光量，曝光量从显示器25上显示的潜像光栅22的衍射光强弱变化得出；步骤三，潜像光栅的制备并进行曝光量的实时监测；将涂有光致抗蚀剂的光栅基底20置入全息光栅曝光量实时监测装置中干涉场19内光栅基底20的位置被曝光后，在光栅基底20表面形成潜像光栅22；该潜像光栅22在监测激光器21的激光束照射下，产生的衍射光波被光电接收器23接收，并经数据处理系统24处理后显示在显示器25上；利用该全息光栅曝光量实时监测装置对潜像光栅22进行曝光全程实时监测，记录全程曝光量实时监测曲线；步骤四，确定曝光截止点；观察显示器25记录的潜像光栅衍射光能量变化曲线，如图4所示，当全程曝光量实时监测曲线达到全局最大值位置时确定为曝光截止点，此时停止曝光。

本发明工作原理说明：在光栅基底上涂有的光致抗蚀剂在干涉场中被曝光后，不同空间位置的光刻胶吸收了不同的曝光量后折射率和

吸收系数产生程度不等的微小周期性变化而形成潜像光栅，潜像光栅的位相调制深度随时间变化必然表现衍射光强度变化，利用潜像的变化对曝光过程进行实时监测。第一，将涂有光致抗蚀剂的光栅基底置入干涉场中开始曝光；第二，使用曝光实时监测装置监测潜像光栅衍射光能量变化曲线，记录全程曝光实时监测曲线，根据全程曝光曲线的变化确定曝光截止点，根据曲线走势当曝光量实时监测曲线达到全局最大值位置时，确定为曝光截止点，在曝光截止点处停止曝光。

本发明的积极效果：在曝光过程中引入实时监测技术确定曝光截止点是一种简便有效的手段，使用曝光实时监测装置可以快速、精确地控制全息光栅曝光量，进而准确地确定最佳的曝光截止点，为全息光栅曝光工艺提供科学的理论指导和实验依据。

附图说明

图 1 是已有技术中国专利号为 CN1450426 的专利中提出的全息光栅制作中实时潜像自监测光学方法原理图；

图 2 是本发明方法的步骤一中配备的全息光栅曝光装置光路结构示意图；

图 3 本发明方法的步骤二中配备的全息光栅制作中曝光量实时监测装置结构示意图；

图 4 是潜像光栅全程曝光量实时监测曲线图，横坐标表示曝光时间，纵坐标表示潜像光栅衍射光归一化能量；

图 5 是本发明中数据处理系统原理框图。

具体实施方式

本发明按技术方案中设定的步骤一、步骤二、步骤三、步骤四的方法实施，其中，步骤一中的记录激光器 11 采用氩离子激光器，波长为 413.1nm，平面反射镜 12 为玻璃基底镀铝反射镜，空间滤波器 13 由显微物镜和针孔组成，准直反射镜 14 采用 K9 玻璃基底镀铝膜，口径为 $\phi 320\text{mm}$ 、焦距 f 为 1200mm，第一调整反射镜 15 和第二调整反射镜 16 为 K9 玻璃基底镀铝膜反射镜，口径为 $160\text{mm} \times 110\text{mm}$ ，制作的光栅基底 20 采用 K9 光学玻璃，在 K9 光学玻璃上涂敷的光致抗蚀剂为日本 Shipley 公司生产的 S1805 型，步骤二中的监测激光器 21 采用 He-Ne 激光器，波长为 632.8nm，潜像光栅 22 是由在光栅基底上涂覆的光致抗蚀剂被曝光后形成，光电接收器 23 采用光电倍增管，并且该光电倍增管只对监测光 632.8nm 波长敏感而对记录光 413.1nm 波长不敏感，数据处理系统 24 如图 5 所示，包括前置放大器、输出调零放大器、滤波放大器、A/D 转换器、单片机、串行接口电路，按图 5 所示的原理框图自己制作，用于信号处理及显示，显示器 25 采用微型计算机。

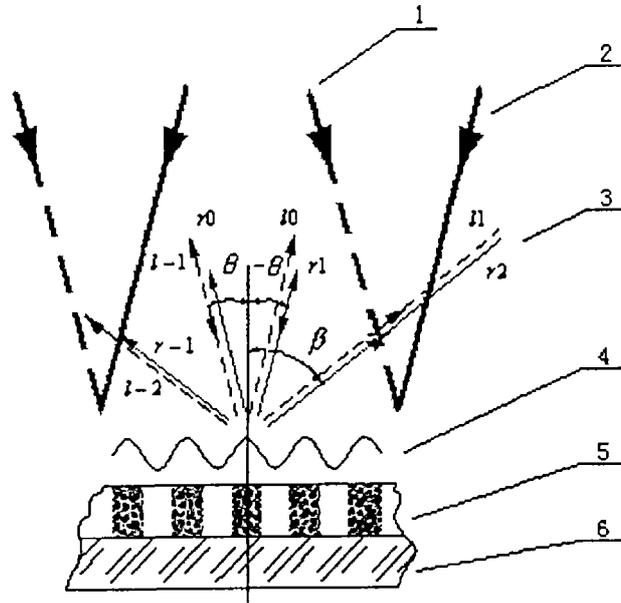


图 1

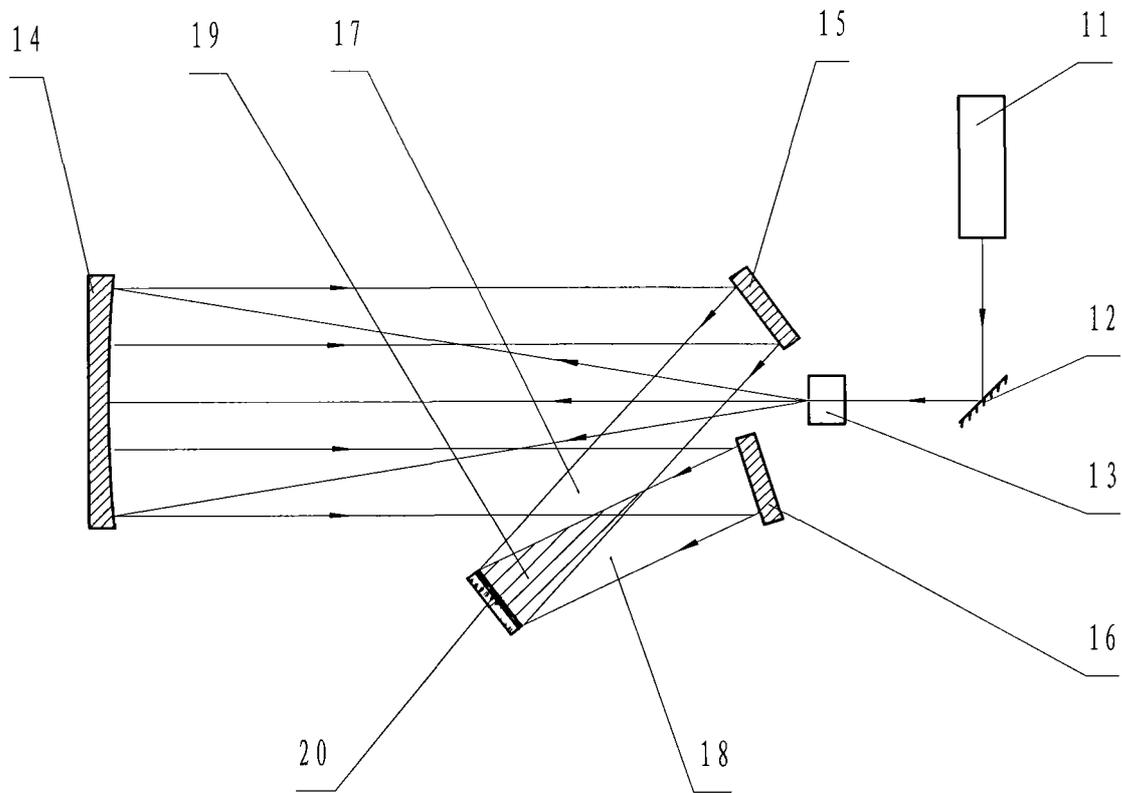


图 2

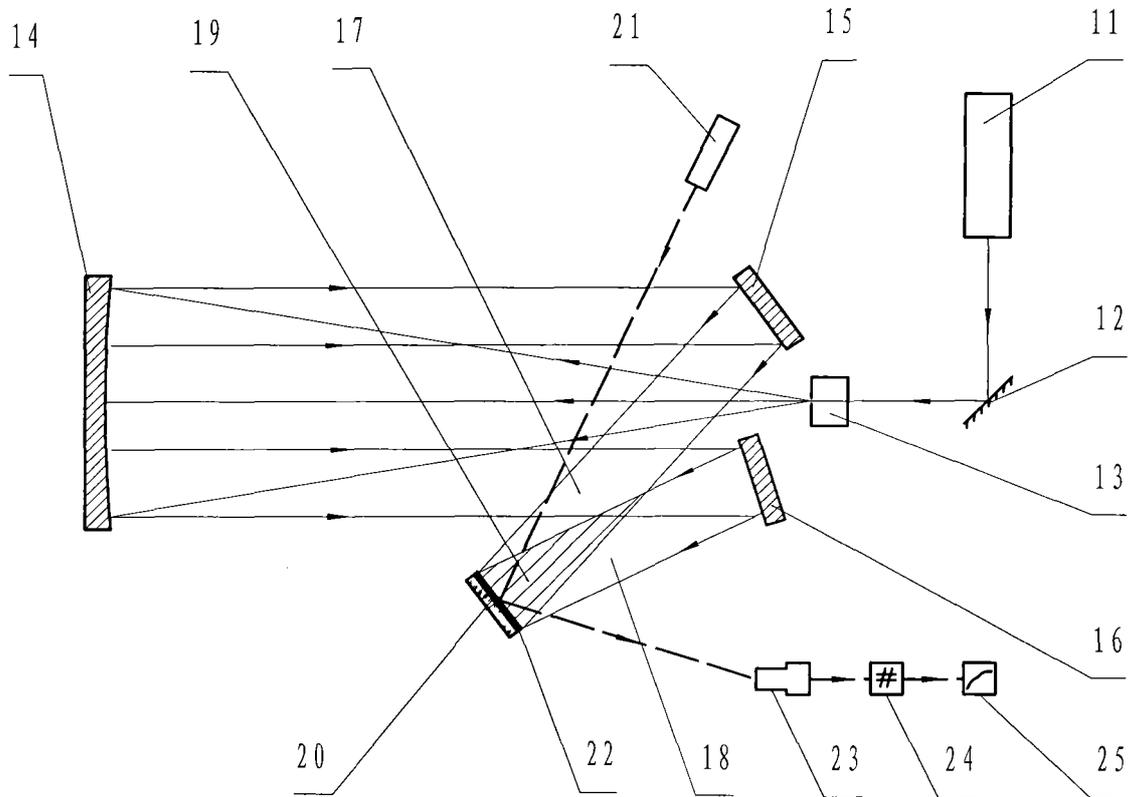


图 3

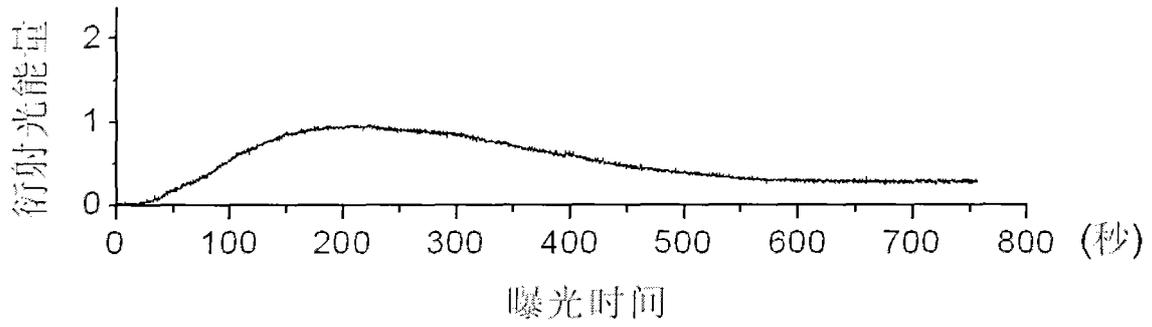


图 4

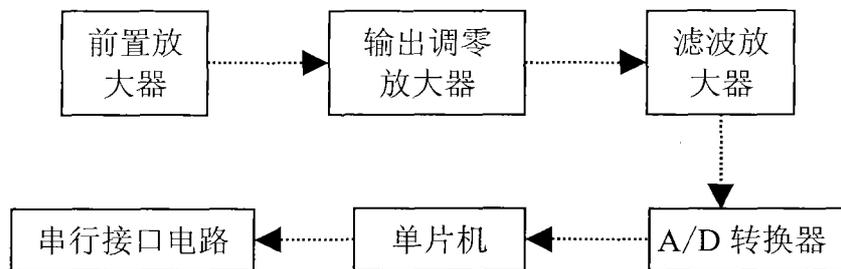


图 5