



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101793988 A

(43) 申请公布日 2010. 08. 04

(21) 申请号 200910215451. 6

G02B 7/182(2006. 01)

(22) 申请日 2009. 12. 31

G03F 7/20(2006. 01)

(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  
3888 号

(72) 发明人 李文昊 巴音贺希格 齐向东  
孔鹏 韩建

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 刘树清

(51) Int. Cl.

G02B 5/18(2006. 01)

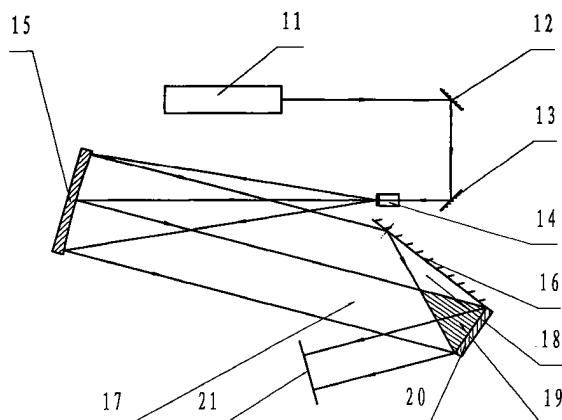
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种在全息光栅制作光路中精确调整刻线密度的方法

(57) 摘要

一种在全息光栅制作光路中精确调整刻线密度的方法，属于光谱技术领域中涉及的一种方法。要解决的技术问题是提供一种在全息光栅制作光路中精确调整刻线密度的方法。解决的技术方案为：步骤一，配备一套用于全息光栅曝光的洛艾镜式曝光光学系统；步骤二，在洛艾镜式曝光光学系统中置入基准光栅，调整干涉场的干涉条纹密度与基准光栅的刻线密度相同；步骤三，在基准光栅位置放置涂有光致抗蚀剂的光栅基底用于曝光，使曝光后光栅的刻线密度与干涉场的干涉条纹密度相同。本方法通过莫尔条纹法将对微米级的干涉场干涉条纹的周期测量转换为对毫米级的莫尔条纹的测量，能精确确定全息光栅的刻线密度，采用该方法对于制作全息光栅具有较大的实际意义。



1. 一种在全息光栅制作光路中精确调整刻线密度的方法,是通过调整曝光光路中干涉场的干涉条纹密度实现的;其特征在于:第一,配备一套用于全息光栅曝光的洛艾镜式曝光光学系统,包括激光光源(11)、第一平面反射镜(12)和第二平面反射镜(13)、空间滤波器(14)、准直反射镜(15)、调整反射镜(16)、来自于准直反射镜(15)的第一束记录光(17)、来自于调整反射镜(16)的第二束记录光(18)和干涉场(19);第二,在全息光栅曝光的洛艾镜式曝光光学系统中,在干涉场(19)中放置基准光栅(20),使基准光栅(20)的刻线方向垂直于由第一束记录光(17)和第二束记录光(18)所组成的平面,基准光栅(20)的表面面向准直反射镜(15),基准光栅(20)的法线平行于调整反射镜(16)的前表面,也就是说基准光栅(20)与调整反射镜(16)成90°夹角,此时,第一束记录光(17)和第二束记录光(18)照射到基准光栅(20)的表面上;调整调整反射镜(16)和基准光栅(20),使第一束记录光(17)经过基准光栅(20)的-2级衍射光与第二束记录光(18)经过基准光栅(20)的+1级衍射光沿相同方向出射,在该两束衍射光出射的光路上置有接收屏(21),接收屏(21)表面与两束衍射光出射方向垂直,该两束衍射光出射到接收屏(21)上,在接收屏(21)上会形成莫尔条纹,仔细调整调整反射镜(16)和基准光栅(20)的俯仰角和方位角,以保证在接收屏(21)上得到的莫尔条纹垂直于由第一束记录光(17)和第二束记录光(18)所组成的平面,并且条纹宽度最大;这时,干涉场(19)中的干涉条纹密度与基准光栅(20)的刻线密度相同;第三,取下基准光栅(20)和接收屏(21),将涂有光致抗蚀剂的光栅基底(22)放在原来的基准光栅(20)所在的位置,使涂有光致抗蚀剂的光栅基底(22)记录由第一束记录光(17)和第二束记录光(18)形成的干涉条纹,该干涉条纹的密度即为被制作全息光栅的刻线密度。

## 一种在全息光栅制作光路中精确调整刻线密度的方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于光谱技术领域中涉及的一种在全息光栅制作光路中精确调整刻线密度的方法。

### 背景技术

[0002] 光栅常数是衍射光栅非常重要的技术指标,所谓光栅常数是指每毫米刻线数的倒数,它决定光栅的色散率和分辨率,光栅常数的准确性直接影响光谱仪器的波长精度,在制作过程中必须给予严格控制。

[0003] 制作全息光栅时,将涂有光致抗蚀剂的光栅基底放在干涉场中曝光,由光致抗蚀剂记录干涉场中的干涉条纹,该干涉条纹的密度即为被制作光栅的刻线密度。当曝光波长一定时,干涉条纹的密度唯一取决于两束平行光的夹角。常规检测刻线密度的方法一般都是在完成光栅制作后,通过测量光栅0级与1级衍射光的夹角来计算光栅的刻线密度,测量误差较大,光路调整过程没有固定基准可依,仅凭经验进行调整,往往要经过多个光栅制作回合,并且很难达到要求的精度。

[0004] 与本发明最为接近的已有技术是中国专利号为CN 1544994A,发明名称为“一种平面全息光栅制作中精确调整刻线密度的方法”,在该方法中,建立的全息光栅曝光装置如图1所示,包括激光光源1、第一反射镜2和第二反射镜3、扩束滤波器4、准直反射镜5、第一调整反射镜6、第二调整反射镜7和干涉场8;以标准的机刻光栅做为基准光栅,调整干涉场8的干涉条纹密度与基准光栅刻线密度一致,使待制作的全息光栅刻线密度的名义值与机刻光栅的刻线密度一致。这种方法简便可行,易于操作,可以精确控制平面全息光栅刻线密度。但是,这种方法只是针对具有两个调整反射镜的双反射镜曝光光学系统,不适用于洛艾镜式曝光光学系统。

### 发明内容

[0005] 为了克服上述已有技术存在的缺陷,本发明的目的在于建立一种简便可行的适用于只有一个调整反射镜的洛艾镜式曝光光学系统的精确调整光栅刻线密度的方法。

[0006] 本发明要解决的技术问题是:提供一种在全息光栅制作光路中精确调整刻线密度的方法。解决技术问题的技术方案为:第一,配备一套用于全息光栅曝光的洛艾镜式曝光光学系统,如图2所示,包括激光光源11、第一平面反射镜12和第二平面反射镜13、空间滤波器14、准直反射镜15、调整反射镜16、来自于准直反射镜15的第一束记录光17、来自于调整反射镜16的第二束记录光18和干涉场19;第二,在图2所示的全息光栅曝光的洛艾镜式曝光光学系统中,在干涉场19中放置基准光栅20,如图3所示,使基准光栅20的刻线方向垂直于由第一束记录光17和第二束记录光18所组成的平面,基准光栅20的表面面向准直反射镜15,基准光栅20的法线平行于调整反射镜16的前表面,也就是说基准光栅20与调整反射镜16成90°夹角,此时,第一束记录光17和第二束记录光18照射到基准光栅20的表面上;调整调整反射镜16和基准光栅20,使第一束记录光17经过基准光栅20的-2级

衍射光与第二束记录光 18 经过基准光栅 20 的 +1 级衍射光沿相同方向出射, 在该两束衍射光出射的光路上置有接收屏 21, 接收屏 21 表面与两束衍射光出射方向垂直, 该两束衍射光出射到接收屏 21 上, 在接收屏 21 上会形成莫尔条纹, 如图 4 所示, 仔细调整调整反射镜 16 和基准光栅 20 的俯仰角和方位角, 以保证在接收屏 21 上得到的莫尔条纹垂直于由第一束记录光 17 和第二束记录光 18 所组成的平面, 并且条纹宽度最大; 这时, 干涉场 19 中的干涉条纹密度与基准光栅 20 的刻线密度相同; 第三, 取下基准光栅 20 和接收屏 21, 将涂有光致抗蚀剂的光栅基底 22 放在原来的基准光栅 20 所在的位置, 如图 5 所示, 使涂有光致抗蚀剂的光栅基底 22 记录由第一束记录光 17 和第二束记录光 18 形成的干涉条纹, 该干涉条纹的密度即为被制作全息光栅的刻线密度。

[0007] 本发明工作原理说明: 在干涉条纹的定域面放置一个与待制作的全息光栅光栅常数相同的机刻光栅作为基准光栅, 两束记录光经过基准光栅衍射后相叠加, 便产生莫尔条纹, 通过对莫尔条纹的检验, 实现对干涉场条纹周期的精确调整。在干涉场 19 中放入基准光栅 20, 调整基准光栅 20 表面与调整反射镜 16 表面成 90° 夹角; 调整调整反射镜 16 和基准光栅 20 的俯仰和方位, 使第一束记录光 17 经过基准光栅 20 的 -2 级衍射光与第二束记录光 18 经过基准光栅 20 的 +1 级衍射光沿相同方向出射, 在该方向置有接收屏 21, 在接收屏 21 上会形成莫尔条纹, 仔细调整调整反射镜 16 和基准光栅 20 的俯仰角和方位角, 以保证在接收屏 21 上得到的莫尔条纹垂直于由第一束记录光 17 和第二束记录光 18 所组成的平面, 并且条纹宽度最大; 这时, 干涉场 19 中的干涉条纹方向与基准光栅 20 的刻线方向相同, 干涉场 19 中的干涉条纹密度与基准光栅 20 的刻线密度相同, 该干涉条纹的密度就是待制作全息光栅的刻线密度。

[0008] 本发明的积极效果: 通过莫尔条纹法精确调整全息光栅制作光路中刻线密度, 能够将对微米级的干涉场干涉条纹的周期测量转换为对毫米级的莫尔条纹的测量, 使不能精确确定的全息光栅光栅常数变得容易确定, 采用这种方法对于制作高精度平面全息光栅具有较大的实际意义。

## 附图说明

[0009] 图 1 是已有技术中国专利号为 CN 1544994A 的全息光栅曝光装置光路结构示意图;

[0010] 图 2 是本发明中采用的全息光栅曝光装置光路结构示意图;

[0011] 图 3 是在图 2 所示的全息曝光装置光路中加入基准光栅和接收屏所形成的干涉光路示意图;

[0012] 图 4 是图 3 所示的干涉光路中接收屏上显示的莫尔条纹示意图;

[0013] 图 5 是在图 2 所示的干涉光路中加入涂有光致抗蚀剂的光栅基底的全息光栅制作光路示意图。

## 具体实施方式

[0014] 本发明按图 2、3、5 所示光路结构和按上述第一、第二、第三方法步骤实施, 激光源 11 采用氮离子激光器, 波长为 413.1nm, 第一平面反射镜 12 和第二平面反射镜 13 为玻璃基底镀铝反射镜, 空间滤波器 14 由显微物镜和针孔组成, 准直反射镜 15 的口径为  $\Phi 320\text{mm}$ 、

焦距  $f = 1.2m$ , 调整反射镜 16 为玻璃基底镀铝反射镜, 基准光栅 20 需要根据实际要求选择标准刻线密度的反射光栅, 接收屏 21 采用普通白色毛玻璃, 光栅基底 22 采用 K9 光学玻璃, K9 光学玻璃上涂敷的光致抗蚀剂为日本产的 Shipley 1805 型光致抗蚀剂。

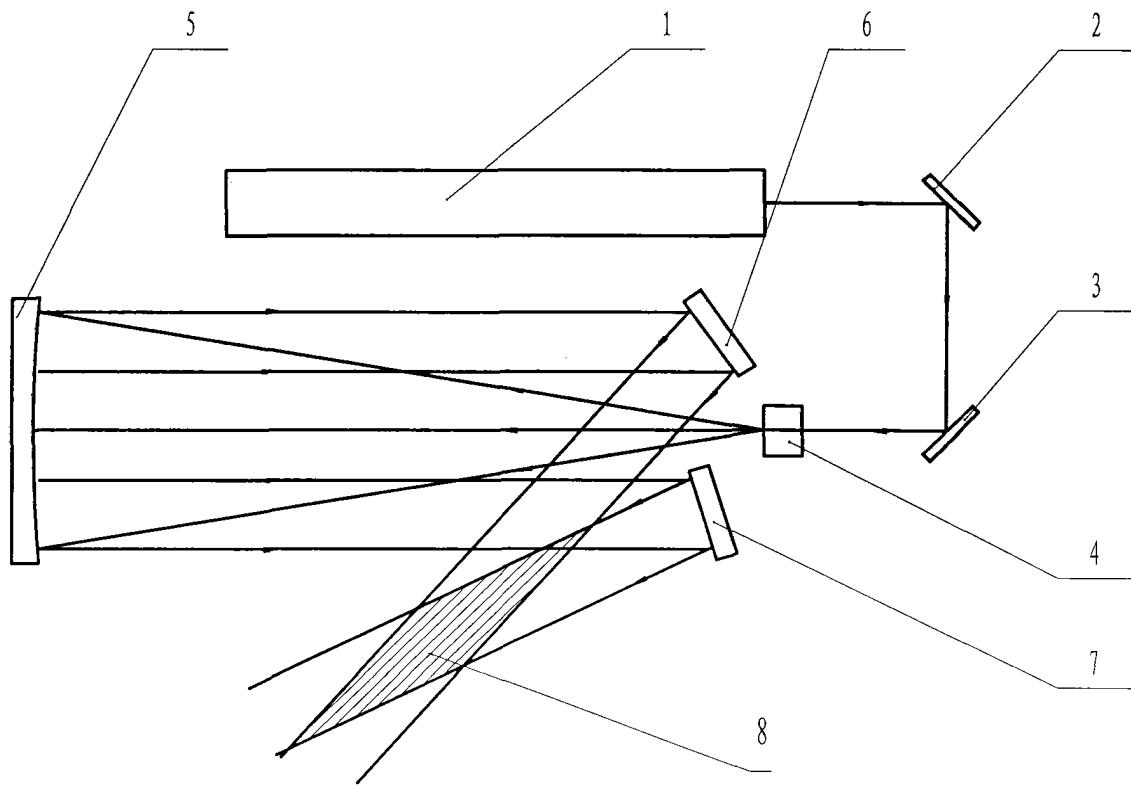


图 1

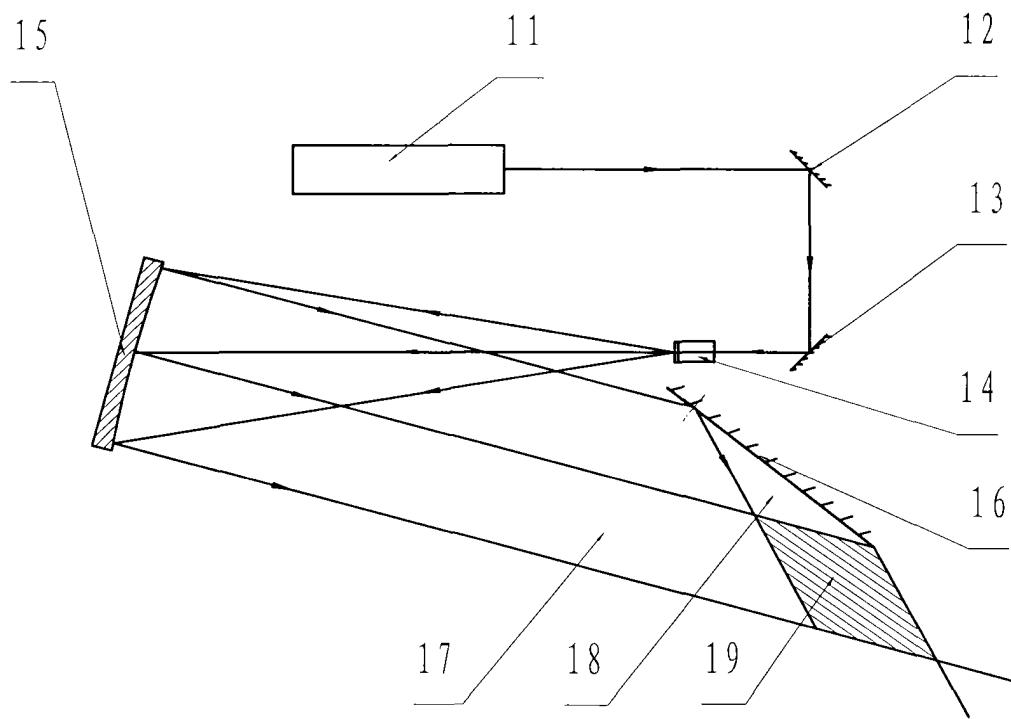


图 2

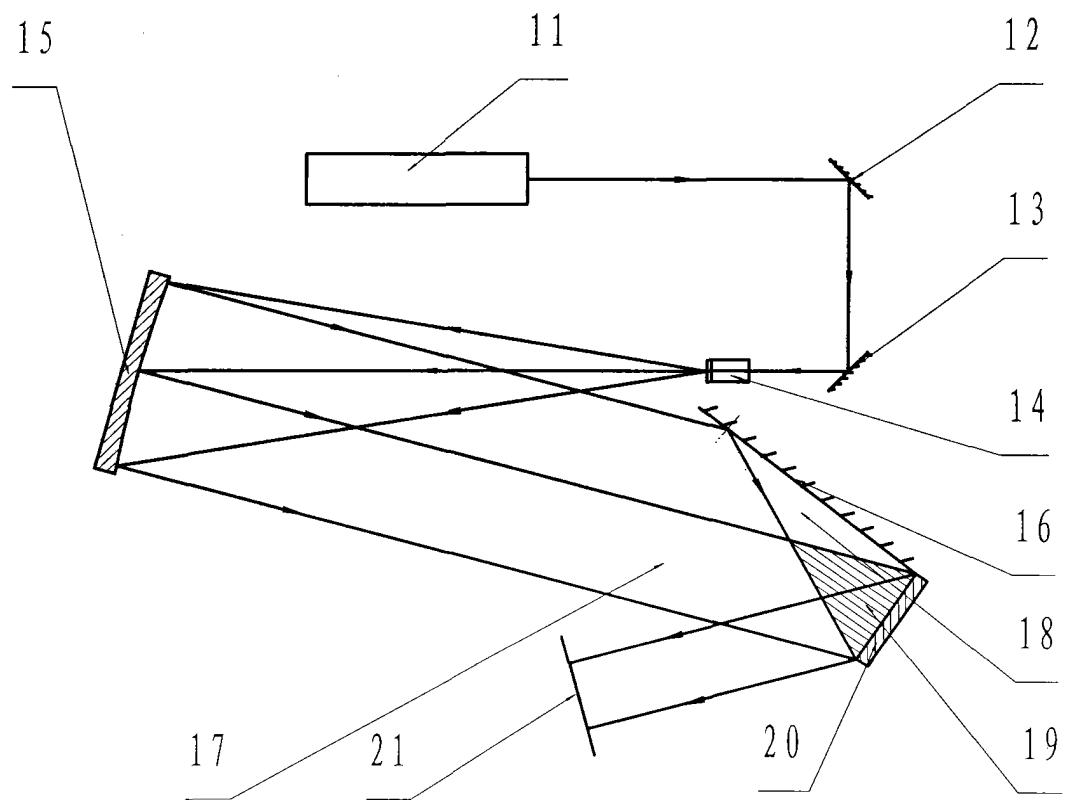


图 3

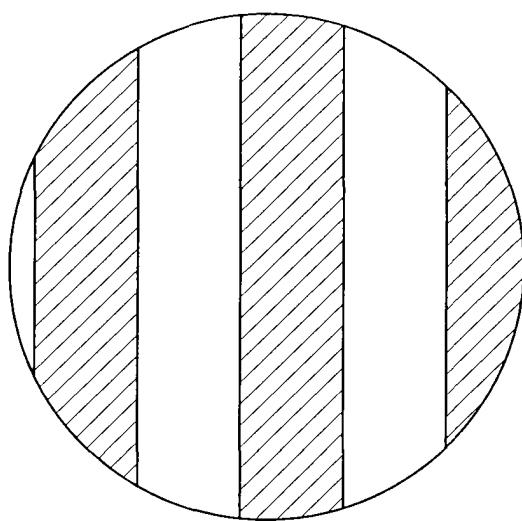


图 4

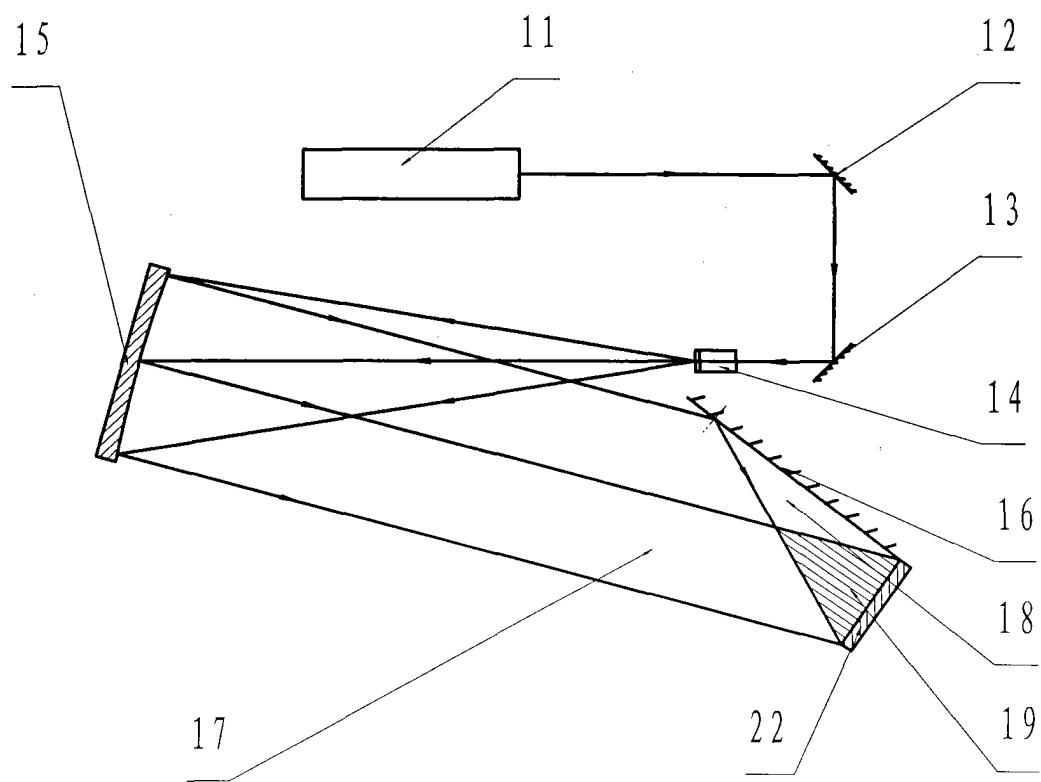


图 5