



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101738664 B

(45) 授权公告日 2011.08.17

(21) 申请号 200910262348.7

(22) 申请日 2009.12.17

(73) 专利权人 上海理工大学
地址 200093 上海市军工路 516 号

(72) 发明人 王琦 张大伟 黄元申 高秀敏
倪争技 庄松林 詹晓勇

(74) 专利代理机构 上海东创专利代理事务所
(普通合伙) 31245

代理人 宁芝华

(51) Int. Cl.

G02B 5/18(2006.01)

G02B 17/08(2006.01)

G03H 1/04(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1544994 A, 2004.11.10,

US 4140362, 1979.02.20,

US 2008/0088930 A1, 2008.04.17,

CN 1845016 A, 2006.10.11,

JP 特开 2008-12546 A, 2008.01.24,

杨厚民. 平面全息光栅制作过程中精确判断
线槽的新方法. 《光学机械》. 1989, (第 5 期),

李文成等. CCD 用于全息光栅常数实时测量
研究. 《光学技术》. 1995, (第 4 期),

审查员 高慧敏

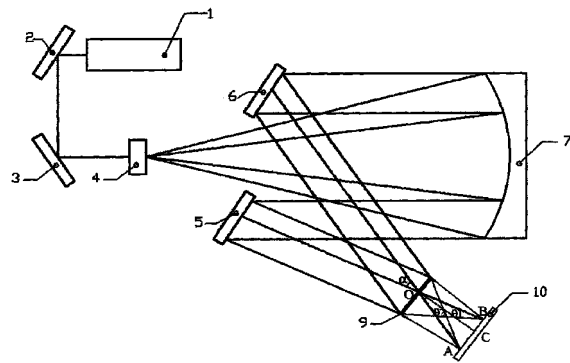
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

在平面光栅制作过程中精确控制光栅常数的
方法

(57) 摘要

在平面光栅制作过程中精确控制光栅常数的
方法, 采用的装置包括: 光源和依次位于所述
光源的光路上的: 空间滤波器; 凹面镜; 第三反射
镜和第四反射镜; 凸透镜, 位于曝光位置处; 接收
屏, 位于所述凸透镜的后焦面上; 所述方法包括:
通过第三反射镜和第四反射镜使产生的干涉条纹
的两束平行光通过所述凸透镜, 在位于所述凸透
镜焦距处的接收屏上产生两个汇聚焦点光斑; 测
量这两个焦点光斑的距离 L, 根据下公式计算出
所需的光栅常数 d, 调整所述第三反射镜和第四
反射镜所形成的两束平行光束的角度 α 以改变
接收屏上两光斑的距离 L, 得到不同的光栅常数
d。本发明对于制作不同周期的光栅调节方便, 并
且控制光栅周期精度高。



1. 一种在平面光栅制作过程中精确控制光栅常数的方法,其特征在於:采用如下装置:

光源(1)和依次位於所述光源(1)的光路上的:

空间滤波器(4);

凹面镜(7),所述空间滤波器(4)位於所述凹面镜(7)焦点位置处;

第三反射镜(5)和第四反射镜(6);

凸透镜(9),位於曝光位置处;

接收屏(10),位於所述凸透镜(9)的后焦面上;

其中,所述第三反射镜(5)和第四反射镜(6)用於分别反射一束由所述凹面镜(7)反射出的干涉条纹平行光於所述凸透镜(9)上;

包括以下步骤:

步骤1)、通过第三反射镜(5)和第四反射镜(6)使产生的干涉条纹的两束平行光通过所述凸透镜(9),在位於所述凸透镜(9)焦距处的接收屏(10)上产生两个汇聚焦点光斑;

步骤2)、测量这两个焦点光斑的距离L,根据下式计算出所需的光栅常数d:

$$d = \frac{\lambda \sqrt{4f^2 + L^2}}{2L}$$

其中,f为凸透镜(9)的焦距, λ 为光源(1)发出的激光波长,L为两光斑之间的距离;

步骤3)、调整所述第三反射镜(5)和第四反射镜(6)所形成的两束平行光束的角度 α 以改变接收屏(10)上两光斑的距离L,得到不同的光栅常数d。

2. 根据权利要求1所述的在平面光栅制作过程中精确控制光栅常数的方法,其特征在於:

在所述步骤3)之后还包括:

步骤4)、取出凸透镜(9),在原凸透镜(9)的位置处放置涂有光致抗蚀剂的光栅基底(8),由光致抗蚀剂记录干涉条纹数,该干涉条纹数为所制作的平面光栅的周期。

3. 根据权利要求1所述的在平面光栅制作过程中精确控制光栅常数的方法,其特征在於:

所述光源(1)为441.6nm波长的氩镭激光器。

4. 根据权利要求2所述的在平面光栅制作过程中精确控制光栅常数的方法,其特征在於:

在所述光源(1)和空间滤波器(4)之间的光路上还包括第一反射镜(2)和第二反射镜(3),所述光源(1)发出的光依次经所述第一反射镜(2)和第二反射镜(3)反射后至所述空间滤波器(4)。

在平面光栅制作过程中精确控制光栅常数的方法

技术领域

[0001] 本发明属于光谱技术领域,特别涉及一种在平面光栅制作过程中精确控制光栅常数的方法。

背景技术

[0002] 衍射光栅非常重要的技术指标之一——光栅周期决定着光栅的色散率和分辨率。对于光谱仪器而言,光栅常数的改变将导致光栅衍射角的改变,使得光谱仪器谱线位置产生偏移,因此,光栅常数的准确性直接影响光谱仪器的波长精度,在制作过程中必须严格控制。

[0003] 在全息光栅的制作过程中,一个关键的工艺流程就是,将涂有光致抗蚀剂的光栅基底放在干涉场中,由光致抗蚀剂记录干涉场中的干涉条纹。当曝光波长一定时,周期唯一决定于两束平行光的夹角。常规检测周期的方法一般都是在完成光栅制作后,通过测量光栅 0 级和 1 级衍射光的夹角来计算光栅周期,测量误差较大,光路调整过程没有固定的基准可依,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] 除此之外,在相关的在先专利文献方面,如中国发明专利案(公开号 CN 1544994 A),通过在全息光栅曝光装置中置入标准机刻光栅和半反射镜,再从准直反射镜光路中分出光路,使其产生干涉条纹,这会导致所需要的光栅周期完全取决于所置入的标准机刻光栅,在控制光栅周期实施上会有不便。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于,提供一种简便易行的在平面光栅制作过程中精确控制光栅常数的方法。

[0006] 本发明采用如下技术方案:

[0007] 本发明还提供一种在平面光栅制作过程中精确控制光栅常数的方法,采用如下装置:

[0008] 光源和依次位于所述光源的光路上的:

[0009] 空间滤波器;

[0010] 凹面镜,所述空间滤波器位于所述凹面镜焦点位置处;

[0011] 第三反射镜和第四反射镜;

[0012] 凸透镜,位于曝光位置处;

[0013] 接收屏,位于所述凸透镜的后焦面上;

[0014] 其中,所述第三反射镜和第四反射镜用于分别反射一束由所述凹面镜反射出的干涉条纹平行光于所述凸透镜上;

[0015] 包括以下步骤:

[0016] 步骤 1)、通过第三反射镜和第四反射镜使产生的干涉条纹的两束平行光通过所述凸透镜,在位于所述凸透镜焦距处的接收屏上产生两个汇聚焦点光斑;

[0017] 步骤 2)、测量这两个焦点光斑的距离 L, 根据下式计算出所需的光栅常数 d:

$$[0018] \quad d = \frac{\lambda \sqrt{4f^2 + L^2}}{2L}$$

[0019] 其中, f 为凸透镜的焦距, λ 为光源发出的激光波长, L 为两光斑之间的距离;

[0020] 步骤 3)、调整所述第三反射镜和第四反射镜所形成的两束平行光束的角度 α 以改变接收屏上两光斑的距离 L, 得到不同的光栅常数 d。

[0021] 进一步地, 在所述步骤 3) 之后还包括:

[0022] 步骤 4)、取出凸透镜, 在原凸透镜的位置处放置涂有光致抗蚀剂的光栅基底, 由光致抗蚀剂记录干涉条纹数, 该干涉条纹数为所制作的平面光栅的周期。

[0023] 进一步地, 所述光源为 441.6nm 波长的氩镭激光器。

[0024] 进一步地, 在所述光源和空间滤波器之间的光路上还包括第一反射镜和第二反射镜, 所述光源发出的光依次经所述第一反射镜和第二反射镜反射后至所述空间滤波器。

[0025] 本发明提供的在平面光栅制作过程中精确控制光栅常数的方法, 对于制作不同周期的光栅调节方便, 并且控制光栅周期精度高。

[0026] 以下结合附图和实施例对本发明加以详细说明。

附图说明

[0027] 图 1 为本发明方法实施例中采用的装置的结构示意图;

[0028] 图 2 为本发明方法实施例中的全息光栅曝光装置光路的结构示意图。

[0029] 标号说明:

- | | |
|----------------|----------------|
| [0030] 1 光源 | 5 第三反射镜 |
| [0031] 2 第一反射镜 | 6 第四反射镜 |
| [0032] 3 第二反射镜 | 7 凹面镜 |
| [0033] 4 空间滤波器 | 8 涂有光致抗蚀剂的光栅基底 |
| [0034] 9 凸透镜 | 10 接受屏 |

具体实施方式

[0035] 一种在平面光栅制作过程中精确控制光栅常数的方法, 采用如下如图 1、图 2 所示的装置:

[0036] 光源 1 和依次位于所述光源 1 的光路上的:

[0037] 空间滤波器 4, 包括显微物镜和针孔;

[0038] 凹面镜 7, 所述空间滤波器 4 位于所述凹面镜 7 焦点位置处;

[0039] 第三反射镜 5 和第四反射镜 6;

[0040] 凸透镜 9, 位于曝光位置处; 即涂有光致抗蚀剂的光栅基底 8 所在位置处;

[0041] 接收屏 10, 位于所述凸透镜 9 的后焦面上;

[0042] 其中, 所述第三反射镜 5 和第四反射镜 6 用于分别反射一束由所述凹面镜 7 反射出的干涉条纹平行光于所述凸透镜 9 上; 经过第三反射镜 5 和第四反射镜 6 反射的两束平行光照射所述凸透镜 9 上后, 在所述接收屏 10 上形成两个光斑 A 和 B;

[0043] 包括以下步骤:

[0044] 步骤 1)、通过第三反射镜 5 和第四反射镜 6 使产生的干涉条纹的两束平行光通过所述凸透镜 9, 在位于所述凸透镜 9 焦距处的接收屏 10 上产生两个汇聚焦点光斑;

[0045] 步骤 2)、测量这两个焦点光斑的距离 L, 根据下式计算出所需的光栅常数 d:

$$[0046] \quad d = \frac{\lambda \sqrt{4f^2 + L^2}}{2L}$$

[0047] 其中, f 为凸透镜 9 的焦距, λ 为光源 1 发出的激光波长, L 为光斑 A 和 B 的距离;

[0048] 步骤 3)、调整所述第三反射镜 5 和第四反射镜 6 所形成的两束平行光束的角度 α 以改变接收屏 10 上光斑 A 和 B 的距离 L, 得到不同的光栅常数 d。

[0049] 进一步地, 在所述步骤 3) 之后还包括:

[0050] 步骤 4)、取出凸透镜 9, 在原凸透镜 9 的位置处放置涂有光致抗蚀剂的光栅基底 8, 由光致抗蚀剂记录干涉条纹数, 该干涉条纹数为所制作的平面光栅的周期。

[0051] 这样就可以方便调节制作不同光栅周期, 并且可以精确控制所制作的全息平面光栅的光栅常数 d。

[0052] 其中, 所述光源 1 采用波长为 441.6nm 的氩镭激光器。

[0053] 其中, 在所述光源 1 和空间滤波器 4 之间的光路上还包括第一反射镜 2 和第二反射镜 3, 所述光源 1 发出的光经所述第一反射镜 2 和第二反射镜 3 反射后, 进入所述空间滤波器 4。本实施例中所述第一反射镜 2 和第二反射镜 3 采用玻璃基底镀铝反射镜。

[0054] 其中, 所述接收屏 10 采用普通的毛玻璃, 制作全息光栅基底采用 K9 光学玻璃, K9 光学玻璃上涂覆的光致抗蚀剂为德国生产的 APR3120 型光致抗蚀剂。

[0055] 上述步骤中, 光栅常数 d 的计算推导过程如下:

[0056] 首先, 测量光斑 A 和 B 的距离 L, 由于所述接收屏 10 位于所述凸透镜 9 的后焦面上, 根据光学成像系统的频率特性可得到:

$$[0057] \quad x_1 = \lambda f f_{x1} = \frac{\lambda f}{\cos \theta_1} \quad (1)$$

$$[0058] \quad x_2 = \lambda f f_{x2} = \frac{\lambda f}{\cos \theta_2} \quad (2)$$

[0059] 其中, f 为凸透镜 9 的焦距, λ 为光源 1 发出的激光波长, f_{x1} , f_{x2} 为平面波的空间频率, 如图 1 所示, x_1 、 x_2 分别为 BC、CA 的长度, α 为产生干涉条纹的两束光束的夹角 ($\alpha = \theta_1 + \theta_2$), 根据 $\triangle BOC$, $\triangle AOC$ 的三角关系有:

$$[0060] \quad \cos \theta_1 = \frac{f}{\sqrt{f^2 + x_1^2}} \quad (3)$$

$$[0061] \quad \cos \theta_2 = \frac{f}{\sqrt{f^2 + x_2^2}} \quad (4)$$

[0062] 由式 (1)、(2)、(3)、(4) 解得: $x_1^2 = \frac{\lambda^2 f^2}{1 - \lambda^2}$, $x_2^2 = \frac{\lambda^2 f^2}{1 - \lambda^2}$, 由于 λ 和 f 为定值, 得到 $x_1 = x_2$, 又 $x_1 + x_2 = L$, 即得:

$$[0063] \quad \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{L}{\sqrt{4f^2 + L^2}} \quad (5)$$

[0064] 又根据光栅方程： $d = \frac{\lambda}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}$ ，可得光栅常数 d ：

$$[0065] \quad d = \frac{\lambda \sqrt{4f^2 + L^2}}{2L} \quad (6)$$

[0066] 在上述装置中，通过调整所述第三反射镜 5 和第四反射镜 6 所形成的两束平行光束的角度 α ，可改变接收屏 10 上光斑 A 和 B 的距离 L ，从而得到不同的光栅常数 d 。

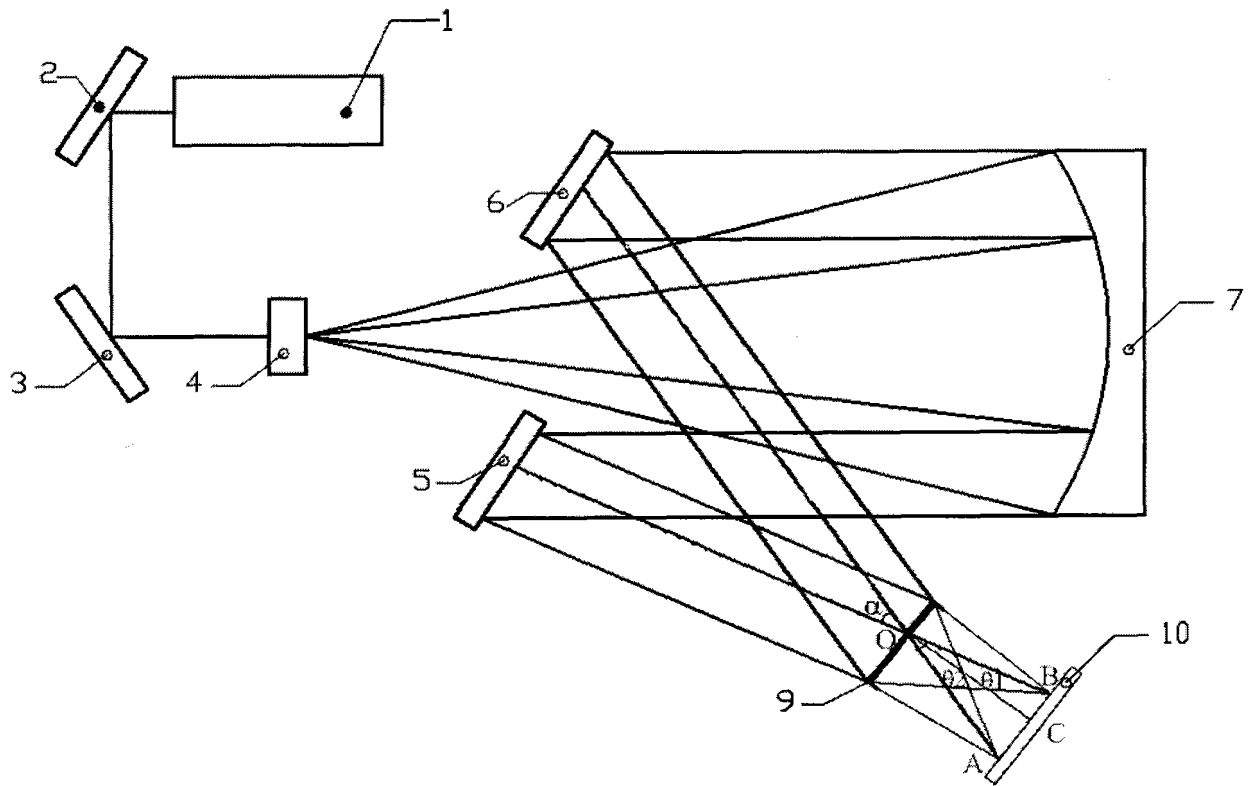


图 1

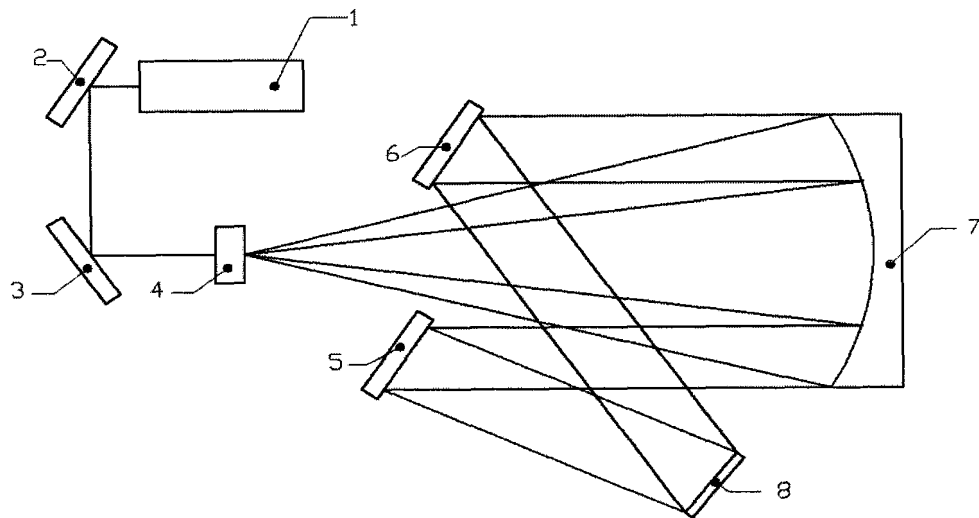


图 2