



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106226855 B

(45)授权公告日 2018.12.28

(21)申请号 201610840386.6

G02B 5/32(2006.01)

(22)申请日 2016.09.21

审查员 张辉

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106226855 A

(43)申请公布日 2016.12.14

(73)专利权人 清华大学深圳研究生院

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽大  
学城清华校区

(72)发明人 李星辉 倪凯 朱祥文 周倩

王晓浩 胡海飞 燕鹏

(74)专利代理机构 深圳新创友知识产权代理有

限公司 44223

代理人 方艳平

(51)Int.Cl.

G02B 5/18(2006.01)

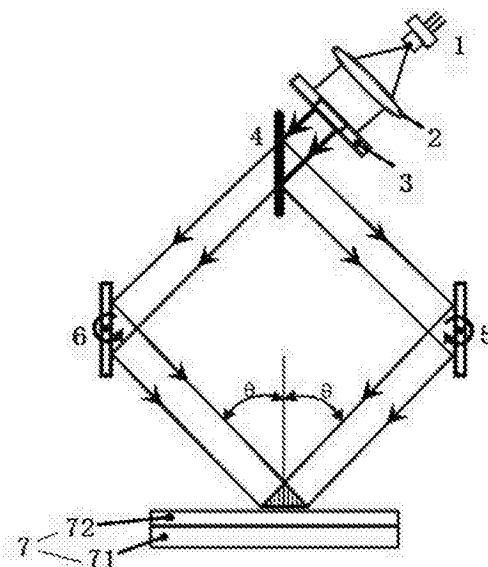
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种全息光栅的制作装置

(57)摘要

本发明公开了一种全息光栅的制作装置,包括光源、准直镜、光阑、分束镜、两面反射镜和光栅基板,其中所述光源采用激光二极管,所述光源、所述准直镜和所述光阑沿光束前进的方向依次共轴排列,所述分束镜设置在所述光束经过所述光阑后的光路上,所述分束镜用于将所述光束反射为两光束,两面所述反射镜分别设置在经所述分束镜反射后的两光束的光路上,两面所述反射镜以所述分束镜为轴轴对称设置,所述光栅基板设置在干涉场。本发明提出的全息光栅的制作装置,大大降低了光源的成本,简化了结构、体积也大大减小。



1. 一种全息光栅的制作装置,其特征在于,包括光源、准直镜、光阑、分束镜、两面反射镜和光栅基板,其中所述光源采用激光二极管,所述光源、所述准直镜和所述光阑沿光束前进的方向依次共轴排列,所述分束镜设置在所述光束经过所述光阑后的光路上,所述分束镜用于将所述光束反射为两光束,两面所述反射镜分别设置在经所述分束镜反射后的两光束的光路上,两面所述反射镜以所述分束镜为轴轴对称设置,所述光栅基板设置在干涉场;所述光阑的孔径 $D$ 满足关系式: $2gL_c/\lambda < D/\cos\theta$ ,其中: $g$ 为光栅周期, $\lambda$ 为所述光源的波长, $L_c$ 为所述激光二极管的相干长度, $\theta$ 为射在所述光栅基板上的双光束之间的夹角的一半。

2. 根据权利要求1所述的制作装置,其特征在于,两面所述反射镜上设有角度调节单元,所述角度调节单元用于调节所述反射镜的角度。

3. 根据权利要求1所述的制作装置,其特征在于,两面所述反射镜分别与所述光栅基板垂直设置。

4. 根据权利要求1所述的制作装置,其特征在于,所述光栅基板设置在干涉场最宽处。

5. 根据权利要求1所述的制作装置,其特征在于,所述光栅基板为涂有光刻胶的玻璃基板。

6. 根据权利要求1所述的制作装置,其特征在于,所述激光二极管具体采用波长 $\lambda$ 为405nm的蓝光激光二极管。

7. 根据权利要求1所述的制作装置,其特征在于,射在所述光栅基板上的双光束之间的夹角的一半 $\theta$ 满足关系式: $g = \lambda/2\sin\theta$ ,其中: $g$ 为光栅周期, $\lambda$ 为所述光源的波长。

8. 根据权利要求1至7任一项所述的制作装置,其特征在于,所述反射镜的宽度 $L$ 满足关系式: $L > D/\sin(67.5^\circ - \theta/2)$ ,其中 $D$ 为所述光阑的孔径, $\theta$ 为射在所述光栅基板上的双光束之间的夹角的一半。

## 一种全息光栅的制作装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及全息光栅制作领域,尤其涉及一种全息光栅的制作装置。

### 背景技术

[0002] 光栅尺是精密测量、精密加工中的重要测量工具,光栅作为光栅尺的关键部件,在测量中起参考刻度的作用。常见的光栅制作方法有机械刻画法和激光干涉法。其中机械刻画法操作简单,能加工复杂的光栅图形,但在实际加工过程中受到刀具尺寸的限制,光栅周期通常只能达到数十个微米,且加工过程非常耗时。

[0003] 激光干涉光刻相比机械刻画法能够在短时间内获得亚微米级周期的光栅,光栅宽度可以达到数十毫米,能满足光栅尺测量需求,但是对于激光干涉光刻技术,主要的限制因素有光束直径、通用光学元件的尺寸、激光光源的相干长度,目前常用的He-Cd激光器、Ar+激光器价格昂贵、体积庞大,一般研究单位难以承担,不利于该技术的推广普及。

[0004] 以上背景技术内容的公开仅用于辅助理解本发明的构思及技术方案,其并不必然属于本专利申请的现有技术,在没有明确的证据表明上述内容在本专利申请的申请日已经公开的情况下,上述背景技术不应当用于评价本申请的新颖性和创造性。

### 发明内容

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提出一种全息光栅的制作装置,大大降低了光源的成本,简化了结构、体积也大大减小。

[0006] 为达到上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0007] 本发明公开了一种全息光栅的制作装置,包括光源、准直镜、光阑、分束镜、两面反射镜和光栅基板,其中所述光源采用激光二极管,所述光源、所述准直镜和所述光阑沿光束前进的方向依次共轴排列,所述分束镜设置在所述光束经过所述光阑后的光路上,所述分束镜用于将所述光束反射为两光束,两面所述反射镜分别设置在经所述分束镜反射后的两光束的光路上,两面所述反射镜以所述分束镜为轴轴对称设置,所述光栅基板设置在干涉场。

[0008] 优选地,两面所述反射镜上设有角度调节单元,所述角度调节单元用于调节所述反射镜的角度。

[0009] 优选地,两面所述反射镜分别与所述光栅基板垂直设置。

[0010] 优选地,所述光栅基板设置在干涉场最宽处。

[0011] 优选地,所述光栅基板为涂有光刻胶的玻璃基板。

[0012] 优选地,所述激光二极管采用波长 $\lambda$ 为405nm的蓝光激光二极管。

[0013] 优选地,射在所述光栅基板上的双光束之间的夹角的一半 $\theta$ 满足关系式: $g = \lambda / 2\sin\theta$ ,其中: $g$ 为光栅周期, $\lambda$ 为所述光源的波长。

[0014] 优选地,所述光阑的孔径 $D$ 满足关系式: $2gL_c/\lambda < D/\cos\theta$ ,其中: $g$ 为光栅周期, $\lambda$ 为所述光源的波长, $L_c$ 为所述激光二极管的相干长度, $\theta$ 为射在所述光栅基板上的双光束之间

的夹角的一半。

[0015] 优选地,所述反射镜的宽度 $L$ 满足关系式: $L > D/\sin(67.5^\circ - \theta/2)$ ,其中 $D$ 为所述光阑的孔径, $\theta$ 为射在所述光栅基板上的双光束之间的夹角的一半。

[0016] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:本发明的全息光栅的制作装置中采用激光二极管作为光源,可以省略扩束镜、空间滤波器、光学谐振腔、选膜腔等昂贵、复杂的外部部件,通过激光二极管发射的光束首先经过准直镜和光阑,再采用分束镜进行分束后,分别经反射镜改变传播方向后发生干涉形成干涉场,在设置在干涉场的光栅基板上形成全息光栅;该全息光栅的制作装置解决了现有的激光干涉法制作光栅的装置具有的成本高、结构复杂、体积庞大等问题,具有成本低、仪器设备简单、布局紧凑等优点。

[0017] 在进一步的方案中,制作指定的光栅周期的全息光栅,只需调节射在光栅基板上的双光束之间的夹角,其中可以通过调节两面反射镜的角度,或者通过调节光源射出的光束在分束镜上的入射角度即可实现调节射在光栅基板上的双光束之间的夹角。

[0018] 在更进一步的方案中,光阑孔径和反射镜宽度符合预定条件可以使得在光栅基板上形成的光栅的宽度是洛埃镜结构的两倍。

## 附图说明

[0019] 图1是本发明优选实施例的全息光栅的制作装置的结构示意图;

[0020] 图2是测量图1中的光源的相干长度的结构示意图;

[0021] 图3是本发明优选实施例加工的光栅的示意图;

[0022] 图4是图3中的光栅经过显微镜放大400倍后的微观结构示意图。

## 具体实施方式

[0023] 下面对照附图并结合优选的实施方式对本发明作进一步说明。

[0024] 如图1所示,本发明优选实施例的全息光栅的制作装置包括光源1、准直镜2、光阑3、分束镜4、第一反射镜5、第二反射镜6和光栅基板7,光栅基板7是涂有光刻胶72的玻璃基板71,光源1采用激光二极管,其中光源1、准直镜2和光阑3沿光束前进的方向依次共轴排列,分束镜4设置在光束经过光阑3后的光路上,分束镜4用于将光束反射为两光束,第一反射镜5和第二反射镜6分别设置在分束镜4反射后的两光束的光路上,第一反射镜5和第二反射镜6以分束镜4为轴轴对称设置,光栅基板7设置在干涉场,进一步地,光栅基板7设置在干涉场最宽处。

[0025] 在具体实现中,两光束分别经过第一反射镜5和第二反射镜6反射形成双光束射在光栅基板7上,射在光栅基板7上的双光束之间的夹角的一半 $\theta$ 应该满足关系式: $g = \lambda/2\sin\theta$ ,其中: $g$ 为光栅周期, $\lambda$ 为所述光源的波长,因此需要制作预定光栅周期的光栅,只需调节双光束之间的夹角;而为调节双光束之间的夹角,一方面可以调节光源1射出的光束在分束镜4上的入射角度,即通过调节光源1、准直镜2和光阑3的轴与分束镜4之间的角度,其中此时可以固定第一反射镜5和第二反射镜6分别与光栅基板7垂直设置(即此时光束相对于分束镜4的入射角在决定光栅周期中起了主要作用);另一方面还可以调节第一反射镜5和第二反射镜6的角度,即可在第一反射镜5和第二反射镜6上分别设置角度调节单元,以调节第一反射镜5和第二反射镜6分别与光栅基板7之间的夹角,其中第一反射镜5和第二反射镜6

经调节后也应以分束镜4为轴对称设置,此时,光路的调节非常方便,且可以固定光束相对于分束镜4的入射角,如 $45^\circ$ 。

[0026] 在更进一步的实施例中,在光源1的相干长度对光栅宽度 $L_c$ 的限制作用优先于光束直径、反射镜宽度条件下,在光栅基板7上形成的光栅的宽度 $W_c$ 是洛埃镜结构的两倍,具体结构式为: $W_c = 2gL_c/\lambda$ ,其中 $g$ 为光栅周期, $\lambda$ 为光源1的波长。其中具体地,在光阑的孔径 $D$ (也即光束直径)满足关系式: $2gL_c/\lambda < D/\cos\theta$ ,反射镜的宽度 $L$ 满足关系式: $L > D/\sin(67.5^\circ - \theta/2)$ 时,光源1的相干长度对光栅宽度 $L_c$ 的限制作用优先于光束直径、反射镜宽度。

[0027] 下述结合具体实例对采用本发明的全息光栅的制作装置制作全息光栅进行进一步说明。

[0028] (1) 首先清洗玻璃基板71,将玻璃基板71置于超声波清洗机中清洗,然后依次用乙醇、酒精、去离子水清洗,最后用氮气吹干,并置于烘干机上干燥;然后旋涂光刻胶72,按一定比例配制光刻胶溶液,将玻璃基底71置于旋涂机上,选取少量已配制的光刻胶溶液滴于玻璃基板71上,设定合理参数进行旋涂,确保光刻胶溶液能均匀地覆盖在玻璃基板71表面,制备形成光栅基板7。

[0029] (2) 搭建如图1所示的制作装置,根据上述的制作装置的说明进行搭建,形成如图1所示的光路,严格确保光路的精确性,为光源1加工特定的固定装置,同时为其提供稳定的电流源,且通过调节电流源能调节激光器的功率;其中在本实例中光源1采用波长 $\lambda$ 为405nm的蓝光激光二极管。

[0030] (3) 探测干涉条纹,由于干涉条纹肉眼难以分辨,且有效干涉宽度极窄(约5mm),在干涉场处放置一物镜(放大倍数100倍)来检验是否有干涉场形成,若无,重复步骤(2)中继续调节光路;若有,进行下一步。

[0031] (4) 将步骤(1)中已涂光刻胶72的玻璃基板71置于干涉场最宽处,选取合适的时间进行曝光和显影,一次性制得光栅宽度为5mm的全息光栅,如图3和图4所示,其中图4为图3中的光栅放大400倍的微观结构,从图中可以看出该光栅周期为2508nm,该光栅的宽度是洛埃镜结构制得的光栅宽度的两倍。

[0032] 其中在步骤(2)中在调节光路的过程中,需要提前测量光源1的相干长度 $L_c$ ,测量光源1的相干长度 $L_c$ 的测量结构示意图如图2所示,光源1、准直镜2、光阑3、分束镜4和第一反射镜5沿光束前进的方向依次共轴排列,分束镜4与光束呈 $45^\circ$ 角,第二反射镜6设置在分束镜4的另一分光束的光路上,第二反射镜6设置在位移平台8上,观测屏9设置在形成干涉条纹10的干涉场中。光源1发射的光经过准直镜2、光阑3调节大小,由分束镜4分成两束光,调节第一反射镜5和第二反射镜6的前后位置,使第一反射镜5和第二反射镜6各自与分束镜4的距离相等,此时在观测屏9上出现清晰的干涉条纹10,移动位移平台8,直至干涉条纹消失,记录位移平台8的移动距离 $d$ ,则光源1的相干长度 $L_c = 2d$ 。

[0033] 通过本发明的全息光栅的制作装置,可以省略扩束镜、空间滤波器、光学谐振腔、选膜腔等昂贵、复杂的外部部件,通过激光二极管发射的光束首先经过准直镜和光阑,再采用分束镜进行分束后,分别经反射镜改变传播方向后发生干涉形成干涉场,在设置在干涉场的光栅基板上形成全息光栅;该全息光栅的制作装置解决了现有的激光干涉法制作光栅的装置具有的成本高、结构复杂、体积庞大等问题。

[0034] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定

本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干等同替代或明显变型,而且性能或用途相同,都应当视为属于本发明的保护范围。

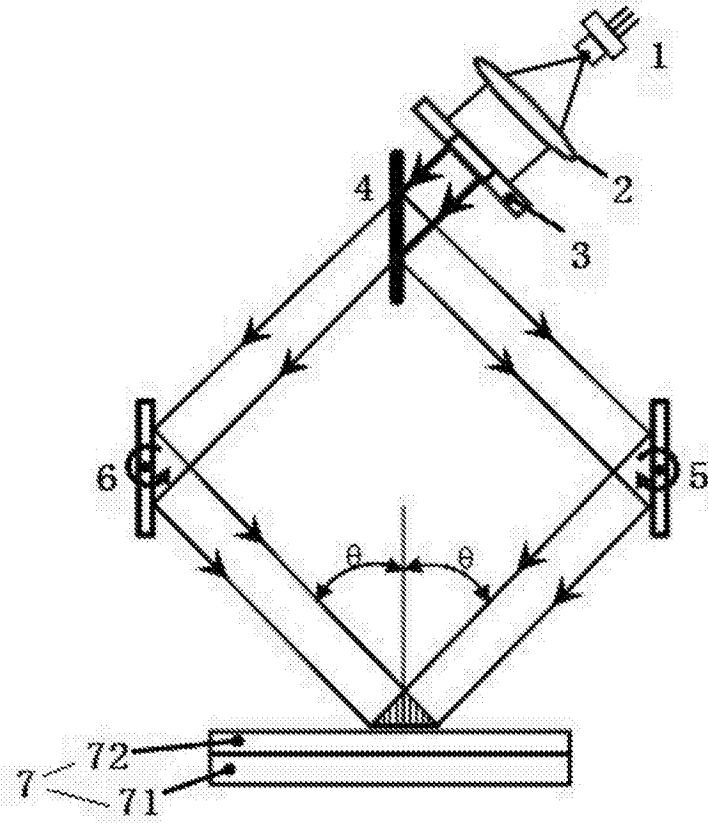


图1

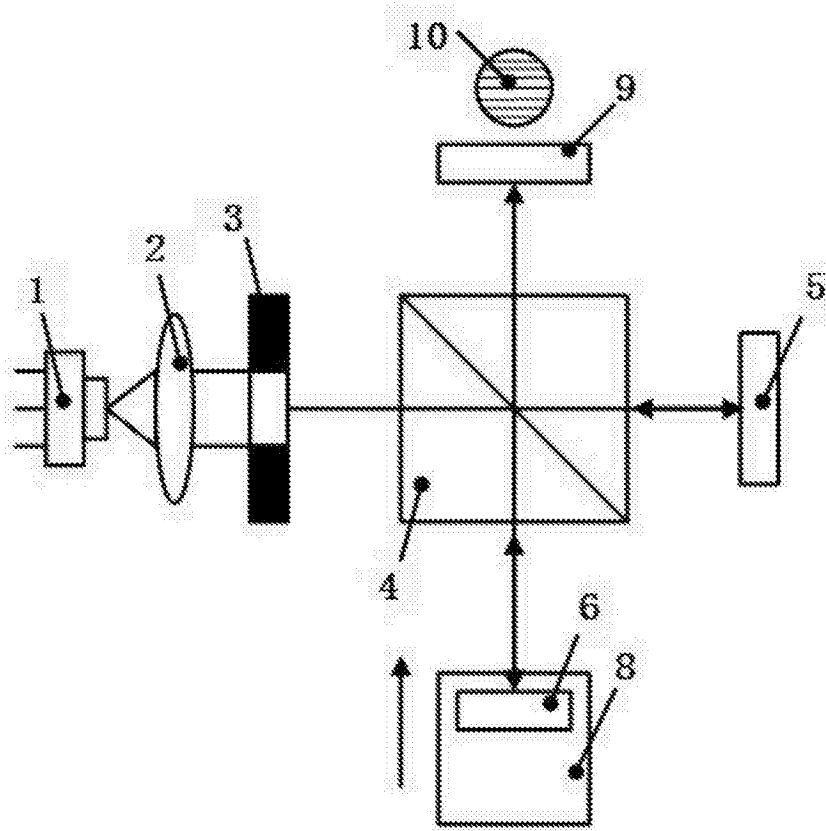


图2

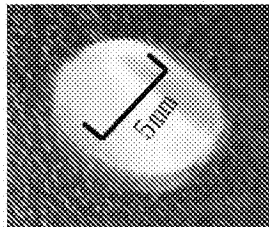


图3



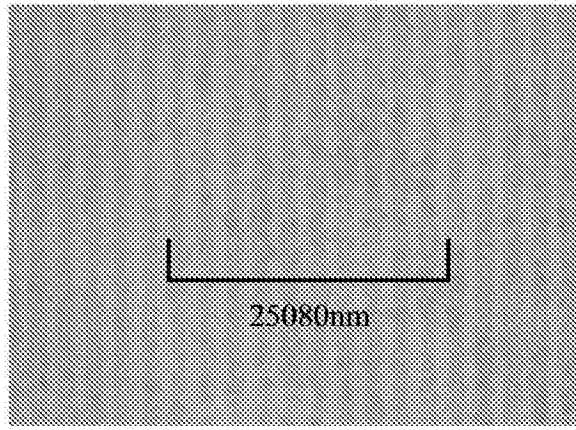


图4