



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103673899 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310675318. 5

(22) 申请日 2013. 12. 12

(71) 申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 林杰 关健 金鹏 谭久彬

(74) 专利代理机构 哈尔滨市伟晨专利代理事务
所(普通合伙) 23209

代理人 张伟

(51) Int. Cl.

G01B 11/02(2006. 01)

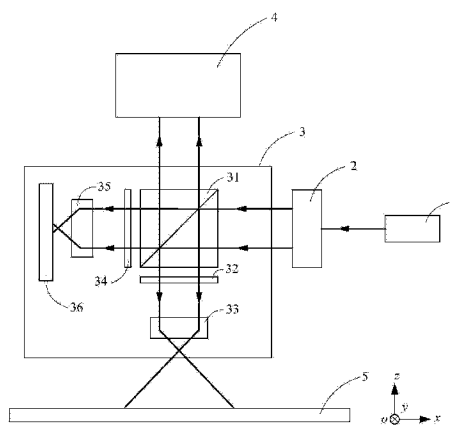
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统

(57) 摘要

一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统涉及一种光栅位移测量系统;该测量系统包括单频激光光源、分光部件、干涉光路部件、光电探测及信号处理部件和一维反射式测量光栅;所述干涉光路部件包括偏振分光棱镜、测量臂四分之一波片、测量臂折光元件、参考臂四分之一波片、参考臂折光元件和一维反射式参考光栅;所述一维反射式测量光栅和一维反射式参考光栅表面形貌相同;所述测量臂折光元件和参考臂折光元件的折光角度均为 θ_i , 且满足 $2d\sin\theta_i = \pm m\lambda$; 本发明不仅能够同时测量沿 x 轴、z 轴两个方向的直线位移, 而且相比已有技术该系统的 z 向位移量程得到了极大的扩展。



1. 一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,其特征在于:包括单频激光光源(1)、分光部件(2)、干涉光路部件(3)、光电探测及信号处理部件(4)和一维反射式测量光栅(5);所述干涉光路部件(3)包括偏振分光棱镜(31)、测量臂四分之一波片(32)、测量臂折光元件(33)、参考臂四分之一波片(34)、参考臂折光元件(35)和一维反射式参考光栅(36);

所述一维反射式测量光栅(5)和一维反射式参考光栅(36)表面形貌相同;所述测量臂折光元件(33)和参考臂折光元件(35)的折光角度均为 θ_1 ,且满足 $2d\sin\theta_1=\pm m\lambda$,式中 λ 为单频激光光源(1)的波长、 d 为一维反射式测量光栅(5)和一维反射式参考光栅(36)的光栅周期、 m 为衍射级次;

所述单频激光光源(1)射出的单频激光经过分光部件(2)分成两束平行光,这两束平行光经过偏振分光棱镜(31)后分为传播方向被偏折 90 度的测量光和沿原方向传播的参考光,测量光的偏振方向与参考光的偏振方向垂直,测量光的两束平行光经过快轴方向与测量光偏振方向呈 45 度的测量臂四分之一波片(32)后,均被测量臂折光元件(33)偏折,偏折后的两束测量光入射至一维反射式测量光栅(5)并分别被衍射为 $+m$ 级衍射测量光和 $-m$ 级衍射测量光, $\pm m$ 级衍射测量光分别沿各自入射光的反方向传播,并再次经过测量臂折光元件(33)、测量臂四分之一波片(32)和偏振分光棱镜(31)后,入射至光电探测及信号处理部件(4);参考光的两束平行光经过快轴方向与参考光偏振方向呈 45 度的参考臂四分之一波片(34)后均被参考臂折光元件(35)偏折,偏折后的两束参考光入射至一维反射式参考光栅(36)并分别被衍射为 $+m$ 级衍射参考光和 $-m$ 级衍射参考光, $\pm m$ 级衍射参考光分别沿各自入射光的反方向传播,并再次经过参考臂折光元件(35)、参考臂四分之一波片(34)和偏振分光棱镜(31)后,入射至光电探测及信号处理部件(4);两束衍射测量光分别和两束衍射参考光在光电探测及信号处理部件(4)表面形成两组干涉,干涉信号被光电探测及信号处理部件(4)探测并处理,一维反射式测量光栅(5)相对干涉光路部件(3)沿 x 轴和 z 轴运动时,光电探测及信号处理部件(4)分别输出 x 方向和 z 方向的直线位移。

2. 根据权利要求 1 所述的一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,其特征在于:所述单频激光光源(1)是半导体激光二极管或出射端接光纤的气体激光器。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,其特征在于:所述分光部件(2)为以下四种结构中的一种:

第一、所述分光部件(2)由准直透镜(21)、非偏振分光棱镜(22)、直角反射棱镜(23)组成,单频激光光源(1)发射的激光经过准直透镜(21)准直后入射至非偏振分光棱镜(22)被分成光强相等、传播方向互相垂直的两束光,其中一束光经直角反射棱镜(23)后传播方向被偏折 90 度与另一束光平行传播,形成两束光强相等的平行出射光;

第二、所述分光部件(2)由准直透镜(21)、一维透射光栅(24)、反射镜(251)、孔径光阑(26)组成,单频激光光源(1)发射的激光经过准直透镜(21)准直后入射至一维透射光栅(24)并被衍射, ± 1 级衍射光经反射镜(251)偏折并通过孔径光阑(26)形成两束光强相等的平行出射光,其他级次的衍射光被孔径光阑(26)过滤;

第三、所述分光部件(2)由准直透镜(21)、一维透射光栅(24)、透镜(252)、孔径光阑(26)组成,单频激光光源(1)发射的激光经过准直透镜(21)准直后入射至一维透射光栅(24)并被衍射, ± 1 级衍射光经透镜(252)偏折并通过孔径光阑(26)形成两束光强相等的

平行出射光,其他级次的衍射光被孔径光阑(26)过滤;

第四、所述分光部件(2)由准直透镜(21)、一维透射光栅(24)、棱镜(253)、孔径光阑(26)组成,单频激光光源(1)发射的激光经过准直透镜(21)准直后入射至一维透射光栅(24)并被衍射, ± 1 级衍射光经棱镜(253)偏折并通过孔径光阑(26)形成两束光强相等的平行出射光,其他级次的衍射光被孔径光阑(26)过滤。

4. 根据权利要求1或2所述的一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,其特征在于:所述测量臂折光元件(33)为以下四种结构中的一种:

第一、所述测量臂折光元件(33)包括光阑(331)和折光反射镜(332),所述两束平行测量光经过光阑(331)和折光反射镜(332)后传播方向分别被偏折 $\pm \theta_1$ 并入射至一维反射式测量光栅(5)发生衍射;

第二,所述测量臂折光元件(33)包括光阑(331)和折光棱镜(333),所述两束平行测量光经过光阑(331)和折光棱镜(333)后传播方向分别被偏折 $\pm \theta_1$ 并入射至一维反射式测量光栅(5)发生衍射;

第三,所述测量臂折光元件(33)包括光阑(331)和第一折光透镜(334),所述两束平行测量光经过光阑(331)和第一折光透镜(334)后传播方向分别被偏折 $\pm \theta_1$ 并入射至一维反射式测量光栅(5)发生衍射;

第四,所述测量臂折光元件(33)包括光阑(331)和第二折光透镜(335),所述两束平行测量光经过光阑(331)和第二折光透镜(335)后传播方向分别被偏折 $\pm \theta_1$ 并入射至一维反射式测量光栅(5)发生衍射。

5. 根据权利要求4所述的一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,其特征在于:所述参考臂折光元件(35)为测量臂折光元件(33)采用的四种结构中的一种。

一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统

技术领域

[0001] 一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统涉及一种光栅位移测量系统,特别涉及一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统。

背景技术

[0002] 光栅位移测量技术最早起源于 19 世纪,从 20 世纪 50 年代开始得到了迅速的发展。目前,光栅位移测量系统已经成为了一种典型的位移传感器,并被广泛应用于众多机电设备。光栅位移测量系统因具有分辨力高、精度高、成本低、环境敏感性低等众多优点,不仅在工业和科研领域得到了广泛的应用,而且被众多国内外学者研究。

[0003] 光刻机是生产半导体芯片的核心设备。超精密工件台是光刻机的核心子系统,用于承载基片并完成装片、曝光、换台、卸片过程中的高速超精密运动。超精密工件台具有高速度、高加速度、多自由度、大行程、超精密等特点。双频激光干涉仪因为同时具有高精度、大量程的优点,被广泛用于超精密工件台的位移测量。然而,近年来半导体芯片制造的工艺水平不断提升:2010 年,半导体芯片的加工已经采用了 32nm 线宽工艺;在 2011 年底,22nm 线宽的 CPU 芯片也已上市销售。不断提高的半导体芯片加工水平对超精密工件台位移测量的分辨力、精度等指标都提出了更高的要求,双频激光干涉仪因其存在环境敏感性差、占用空间大、多自由度测量结构复杂、价格昂贵等问题难以满足新的测量需求。

[0004] 为了解决上述问题,国内外超精密测量领域的有关公司及众多学者都进行了大量的研究,研究成果在诸多专利和论文中均有揭露。荷兰 ASML 公司的专利 US7,483,120B2(公开日 2007 年 11 月 15 日)公开了一种应用于光刻机超精密工件台的平面光栅测量系统及布置方案,该测量系统主要利用二维平面光栅与读数头测量工件台的水平大行程位移,工件台竖直方向的位移可以通过单独布置的高度传感器进行测量,但是使用多种传感器会使超精密工件台的结构复杂并会限制位移的测量精度。日本学者 Gao Wei 在发表的论文“Design and construction of a two-degree-of-freedom linear encoder for nanometric (有空格,是两个单词) measurement of stage position and straightness. Precision Engineering34(2010)145-155.”和“Position and out-of-straightness measurement of a precision linear air-bearing stage by using a two-degree-of-freedom linear encoder. Measurement Science and Technology21(2010)054005.”中提出了一种基于衍射干涉原理的两轴光栅位移测量系统,可以同时测量水平和竖直两个方向的直线位移,但是该系统在测量竖直方向的直线位移时会导致测量光与参考光的干涉区域变小,因此系统的竖直方向直线位移的量程受限于光束直径的大小,无法实现竖直方向大行程直线位移的测量。清华大学朱煜等人的专利 CN102937411A(公开日 2013 年 2 月 20 日)中公开了一种双频光栅干涉仪位移测量系统,也可以同时测量水平和竖直两个方向的直线位移,而且使用了双频激光作为光源以提高信号的抗干扰能力,但是该系统的竖直方向直线位移的量程同样受限于光束直径的大小,仍然无法实现竖直方向大行程直线位移的测量。国立台湾大学 Fan Kuang-Chao 等人在发表的论文“Displacement Measurement of Planar Stage by

Diffraction Planar Encoder in Nanometer Resolution. I2MTC(2012)894-897.”中研制了一种纳米量级分辨力的二维平面光栅位移测量装置,可以测量两个水平方向的直线位移,但是无法测量竖直方向的直线位移,不能满足超精密工件台竖直方向的位移测量要求。

发明内容

[0005] 为了解决上述问题,本发明的目的是提供一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,该测量系统不仅能够同时测量沿 x 轴、z 轴两个方向的直线位移,而且相比已有技术该系统的 z 向位移量程得到了极大的扩展。

[0006] 本发明的目的是这样实现的:

[0007] 一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,包括单频激光光源、分光部件、干涉光路部件、光电探测及信号处理部件和一维反射式测量光栅;所述干涉光路部件包括偏振分光棱镜、测量臂四分之一波片、测量臂折光元件、参考臂四分之一波片、参考臂折光元件和一维反射式参考光栅;

[0008] 所述一维反射式测量光栅和一维反射式参考光栅表面形貌相同;所述测量臂折光元件和参考臂折光元件的折光角度均为 θ_i ,且满足 $2d\sin\theta_i = \pm m\lambda$,式中 λ 为单频激光光源的波长、d 为一维反射式测量光栅和一维反射式参考光栅的光栅周期、m 为衍射级次;

[0009] 所述单频激光光源射出的单频激光经过分光部件分成两束平行光,这两束平行光经过偏振分光棱镜后分为传播方向被偏折 90 度的测量光和沿原方向传播的参考光,测量光的偏振方向与参考光的偏振方向垂直,测量光的两束平行光经过快轴方向与测量光偏振方向呈 45 度的测量臂四分之一波片后,均被测量臂折光元件偏折,偏折后的两束测量光入射至一维反射式测量光栅并分别被衍射为 +m 级衍射测量光和 -m 级衍射测量光,±m 级衍射测量光分别沿各自入射光的反方向传播,并再次经过测量臂折光元件、测量臂四分之一波片和偏振分光棱镜后,入射至光电探测及信号处理部件;参考光的两束平行光经过快轴方向与参考光偏振方向呈 45 度的参考臂四分之一波片后均被参考臂折光元件偏折,偏折后的两束参考光入射至一维反射式参考光栅并分别被衍射为 +m 级衍射参考光和 -m 级衍射参考光,±m 级衍射参考光分别沿各自入射光的反方向传播,并再次经过参考臂折光元件、参考臂四分之一波片和偏振分光棱镜后,入射至光电探测及信号处理部件;两束衍射测量光分别和两束衍射参考光在光电探测及信号处理部件表面形成两组干涉,干涉信号被光电探测及信号处理部件探测并处理,一维反射式测量光栅相对干涉光路部件沿 x 轴和 z 轴运动时,光电探测及信号处理部件分别输出 x 方向和 z 方向的直线位移。

[0010] 上述的一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,所述单频激光光源是半导体激光二极管或出射端接光纤的气体激光器。

[0011] 上述的一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,所述分光部件为以下四种结构中的一种:

[0012] 第一、所述分光部件由准直透镜、非偏振分光棱镜、直角反射棱镜组成,单频激光光源发射的激光经过准直透镜准直后入射至非偏振分光棱镜被分成光强相等、传播方向互相垂直的两束光,其中一束光经直角反射棱镜后传播方向被偏折 90 度与另一束光平行传播,形成两束光强相等的平行出射光;

[0013] 第二、所述分光部件由准直透镜、一维透射光栅、反射镜、孔径光阑组成,单频激光

光源发射的激光经过准直透镜准直后入射至一维透射光栅并被衍射， ± 1 级衍射光经反射镜偏折并通过孔径光阑形成两束光强相等的平行出射光，其他级次的衍射光被孔径光阑过滤；

[0014] 第三、所述分光部件由准直透镜、一维透射光栅、透镜、孔径光阑组成，单频激光光源发射的激光经过准直透镜准直后入射至一维透射光栅并被衍射， ± 1 级衍射光经透镜偏折并通过孔径光阑形成两束光强相等的平行出射光，其他级次的衍射光被孔径光阑过滤；

[0015] 第四、所述分光部件由准直透镜、一维透射光栅、棱镜、孔径光阑组成，单频激光光源发射的激光经过准直透镜准直后入射至一维透射光栅并被衍射， ± 1 级衍射光经棱镜偏折并通过孔径光阑形成两束光强相等的平行出射光，其他级次的衍射光被孔径光阑过滤。

[0016] 上述的一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统，所述测量臂折光元件为以下四种结构中的一种：

[0017] 第一、所述测量臂折光元件包括光阑和折光反射镜，所述两束平行测量光经过光阑和折光反射镜后传播方向分别被偏折 $\pm \theta_1$ 并入射至一维反射式测量光栅发生衍射；

[0018] 第二，所述测量臂折光元件包括光阑和折光棱镜，所述两束平行测量光经过光阑和折光棱镜后传播方向分别被偏折 $\pm \theta_1$ 并入射至一维反射式测量光栅发生衍射；

[0019] 第三，所述测量臂折光元件包括光阑和第一折光透镜，所述两束平行测量光经过光阑和第一折光透镜后传播方向分别被偏折 $\pm \theta_1$ 并入射至一维反射式测量光栅发生衍射；

[0020] 第四，所述测量臂折光元件包括光阑和第二折光透镜，所述两束平行测量光经过光阑和第二折光透镜后传播方向分别被偏折 $\pm \theta_1$ 并入射至一维反射式测量光栅发生衍射。

[0021] 所述参考臂折光元件为测量臂折光元件采用的四种结构中的一种。

[0022] 本发明的有益效果说明如下：

[0023] 该测量系统使用了满足 $2d\sin\theta_1=\pm m\lambda$ 条件的一维反射式测量光栅、一维反射式参考光栅、测量臂折光元件、参考臂折光元件及单频激光光源，保证了两束衍射测量光分别沿各自入射光传播方向的反方向传播，因此在一维反射式测量光栅相对干涉光路部件沿 z 轴运动时，两束衍射测量光在光电探测及信号处理部件表面的光斑位置不变；又因为系统在测量时除一维反射式测量光栅外其他元件的相对位置始终不变，因此两束衍射参考光在光电探测及信号处理部件表面的光斑位置始终不变，所以在一维反射式测量光栅相对干涉光路部件沿 z 轴运动时，光电探测及信号处理部件表面的两组干涉光斑的干涉区域不变，系统的 z 向位移量程不再受限于光斑直径的大小，而是取决于光源的相干长度，本发明的光源为单频激光光源，单频激光光源的相干长度一般在厘米量级以上，可以达到米量级甚至千米量级，因此本发明的 z 向位移量程可以扩展到米量级甚至千米量级，已有技术中日本学者 Gao Wei 所研制的测量装置的 z 向位移量程仅为 4mm，朱煜等人的专利中虽未说明系统的 z 向位移量程，但其 z 向位移量程受限于光斑直径的大小，无法实现厘米量级的 z 向位移测量，因此本发明具有的显著有益效果为不仅提出了一种可以同时测量两轴位移的光栅测量系统，并且该系统的 z 向位移量程相比已有技术得到了极大的扩展。

附图说明

- [0024] 图 1 为本发明的一种可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统的结构示意图。
- [0025] 图 2 为本发明分光部件的第一种结构的结构示意图。
- [0026] 图 3 为本发明分光部件的第二种结构的结构示意图。
- [0027] 图 4 为本发明分光部件的第三种结构的结构示意图。
- [0028] 图 5 为本发明分光部件的第四种结构的结构示意图。
- [0029] 图 6 为本发明测量臂折光元件的第一种结构的结构示意图。
- [0030] 图 7 为本发明测量臂折光元件的第二种结构的结构示意图。
- [0031] 图 8 为本发明测量臂折光元件的第三种结构的结构示意图。
- [0032] 图 9 为本发明测量臂折光元件的第四种结构的结构示意图。
- [0033] 图中：1 单频激光光源；2 分光部件；21 准直透镜；22 非偏振分光棱镜；23 直角反射棱镜；24 一维透射光栅；251 反射镜；252 透镜；253 棱镜；26 孔径光阑；3 干涉光路部件；31 偏振分光棱镜；32 测量臂四分之一波片；33 测量臂折光元件；331 光阑；332 折光反射镜；333 折光棱镜；334 第一折光透镜；335 第二折光透镜；34 参考臂四分之一波片；35 参考臂折光元件；36 一维反射式参考光栅；4 光电探测及信号处理部件；5 一维反射式测量光栅。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图对本发明具体实施方式作进一步详细描述。

[0035] 具体实施例一

[0036] 本实施例的可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统，结构示意图如图 1 所示。该测量系统包括单频激光光源 1、分光部件 2、干涉光路部件 3、光电探测及信号处理部件 4 和一维反射式测量光栅 5；所述干涉光路部件 3 包括偏振分光棱镜 31、测量臂四分之一波片 32、测量臂折光元件 33、参考臂四分之一波片 34、参考臂折光元件 35 和一维反射式参考光栅 36；

[0037] 所述一维反射式测量光栅 5 和一维反射式参考光栅 36 表面形貌相同；所述测量臂折光元件 33 和参考臂折光元件 35 的折光角度均为 θ_1 ，且满足 $2d\sin\theta_1 = \pm m\lambda$ ，式中 λ 为单频激光光源 1 的波长、 d 为一维反射式测量光栅 5 和一维反射式参考光栅 36 的光栅周期、 m 为衍射级次；

[0038] 所述单频激光光源 1 射出的单频激光经过分光部件 2 分成两束平行光，这两束平行光经过偏振分光棱镜 31 后分为传播方向被偏折 90 度的测量光和沿原方向传播的参考光，测量光的偏振方向与参考光的偏振方向垂直，测量光的两束平行光经过快轴方向与测量光偏振方向呈 45 度的测量臂四分之一波片 32 后，均被测量臂折光元件 33 偏折，偏折后的两束测量光入射至一维反射式测量光栅 5 并分别被衍射为 $+m$ 级衍射测量光和 $-m$ 级衍射测量光， $\pm m$ 级衍射测量光分别沿各自入射光的反方向传播，并再次经过测量臂折光元件 33、测量臂四分之一波片 32 和偏振分光棱镜 31 后，入射至光电探测及信号处理部件 4；参考光的两束平行光经过快轴方向与参考光偏振方向呈 45 度的参考臂四分之一波片 34 后均被参考臂折光元件 35 偏折，偏折后的两束参考光入射至一维反射式参考光栅 36 并分别被衍射为 $+m$ 级衍射参考光和 $-m$ 级衍射参考光， $\pm m$ 级衍射参考光分别沿各自入射光的反方向传播，并再次经过参考臂折光元件 35、参考臂四分之一波片 34 和偏振分光棱镜 31 后，入射至光电探测及信号处理部件 4；两束衍射测量光分别和两束衍射参考光在光电探测及信号

处理部件 4 表面形成两组干涉,干涉信号被光电探测及信号处理部件 4 探测并处理,一维反射式测量光栅 5 相对干涉光路部件 3 沿 x 轴和 z 轴运动时,光电探测及信号处理部件 4 分别输出 x 方向和 z 方向的直线位移。

[0039] 上述可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,所述单频激光光源 1 是半导体激光二极管。

[0040] 具体实施例二

[0041] 本实施例与具体实施例一的不同在于,所述单频激光光源 1 是出射端接光纤的气体激光器。

[0042] 具体实施例三

[0043] 本实施例的可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,与具体实施例一的整体结构相同。其中,分光部件 2 的具体结构如图 2 所示。该分光部件 2 由准直透镜 21、非偏振分光棱镜 22、直角反射棱镜 23 组成,单频激光光源 1 发射的激光经过准直透镜 21 准直后入射至非偏振分光棱镜 22 被分成光强相等、传播方向互相垂直的两束光,其中一束光经直角反射棱镜 23 后传播方向被偏折 90 度与另一束光平行传播,形成两束光强相等的平行出射光。

[0044] 具体实施例四

[0045] 本实施例的可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,与具体实施例一的整体结构相同。其中,分光部件 2 的具体结构如图 3 所示。该分光部件 2 由准直透镜 21、一维透射光栅 24、反射镜 251、孔径光阑 26 组成,单频激光光源 1 发射的激光经过准直透镜 21 准直后入射至一维透射光栅 24 并被衍射,±1 级衍射光经反射镜 251 偏折并通过孔径光阑 26 形成两束光强相等的平行出射光,其他级次的衍射光被孔径光阑 26 过滤。

[0046] 具体实施例五

[0047] 本实施例的可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,与具体实施例一的整体结构相同。其中,分光部件 2 的具体结构如图 4 所示。该分光部件 2 由准直透镜 21、一维透射光栅 24、透镜 252、孔径光阑 26 组成,单频激光光源 1 发射的激光经过准直透镜 21 准直后入射至一维透射光栅 24 并被衍射,±1 级衍射光经透镜 252 偏折并通过孔径光阑 26 形成两束光强相等的平行出射光,其他级次的衍射光被孔径光阑 26 过滤。

[0048] 具体实施例六

[0049] 本实施例的可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,与具体实施例一的整体结构相同。其中,分光部件 2 的具体结构如图 5 所示。该分光部件 2 由准直透镜 21、一维透射光栅 24、棱镜 253、孔径光阑 26 组成,单频激光光源 1 发射的激光经过准直透镜 21 准直后入射至一维透射光栅 24 并被衍射,±1 级衍射光经棱镜 253 偏折并通过孔径光阑 26 形成两束光强相等的平行出射光,其他级次的衍射光被孔径光阑 26 过滤。

[0050] 具体实施例七

[0051] 本实施例的可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,与具体实施例一的整体结构相同。其中,测量臂折光元件 33 的具体结构如图 6 所示。该测量臂折光元件 33 包括光阑 331 和折光反射镜 332,所述两束平行测量光经过光阑 331 和折光反射镜 332 后传播方向分别被偏折 $\pm \theta_1$ 并入射至一维反射式测量光栅 5 发生衍射。

[0052] 具体实施例八

[0053] 本实施例的可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,与具体实施例一的整体结构

相同。其中,测量臂折光元件 33 的具体结构如图 7 所示。该测量臂折光元件 33 包括光阑 331 和折光棱镜 333,所述两束平行测量光经过光阑 331 和折光棱镜 333 后传播方向分别被偏折 $\pm \theta_1$ 并入射至一维反射式测量光栅 5 发生衍射。

[0054] 具体实施例九

[0055] 本实施例的可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,与具体实施例一的整体结构相同。其中,测量臂折光元件 33 的具体结构如图 8 所示。该测量臂折光元件 33 包括光阑 331 和第一折光透镜 334,所述两束平行测量光经过光阑 331 和第一折光透镜 334 后传播方向分别被偏折 $\pm \theta_1$ 并入射至一维反射式测量光栅 5 发生衍射。

[0056] 具体实施例十

[0057] 本实施例的可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,与具体实施例一的整体结构相同。其中,测量臂折光元件 33 的具体结构如图 9 所示。该测量臂折光元件 33 包括光阑 331 和第二折光透镜 335,所述两束平行测量光经过光阑 331 和第二折光透镜 335 后传播方向分别被偏折 $\pm \theta_1$ 并入射至一维反射式测量光栅 5 发生衍射。

[0058] 以上实施例的可测竖直位移的两轴光栅位移测量系统,参考臂折光元件 35 为具体实施例七、具体实施例八、具体实施例九、具体实施例十所述的测量臂折光元件 33 结构中的一种。

[0059] 本发明不局限于上述最佳实施方式,任何人应该得知在本发明的启示下作出的结构变化或方法改进,凡是与本发明具有相同或相近的技术方案,均落入本发明的保护范围之内。

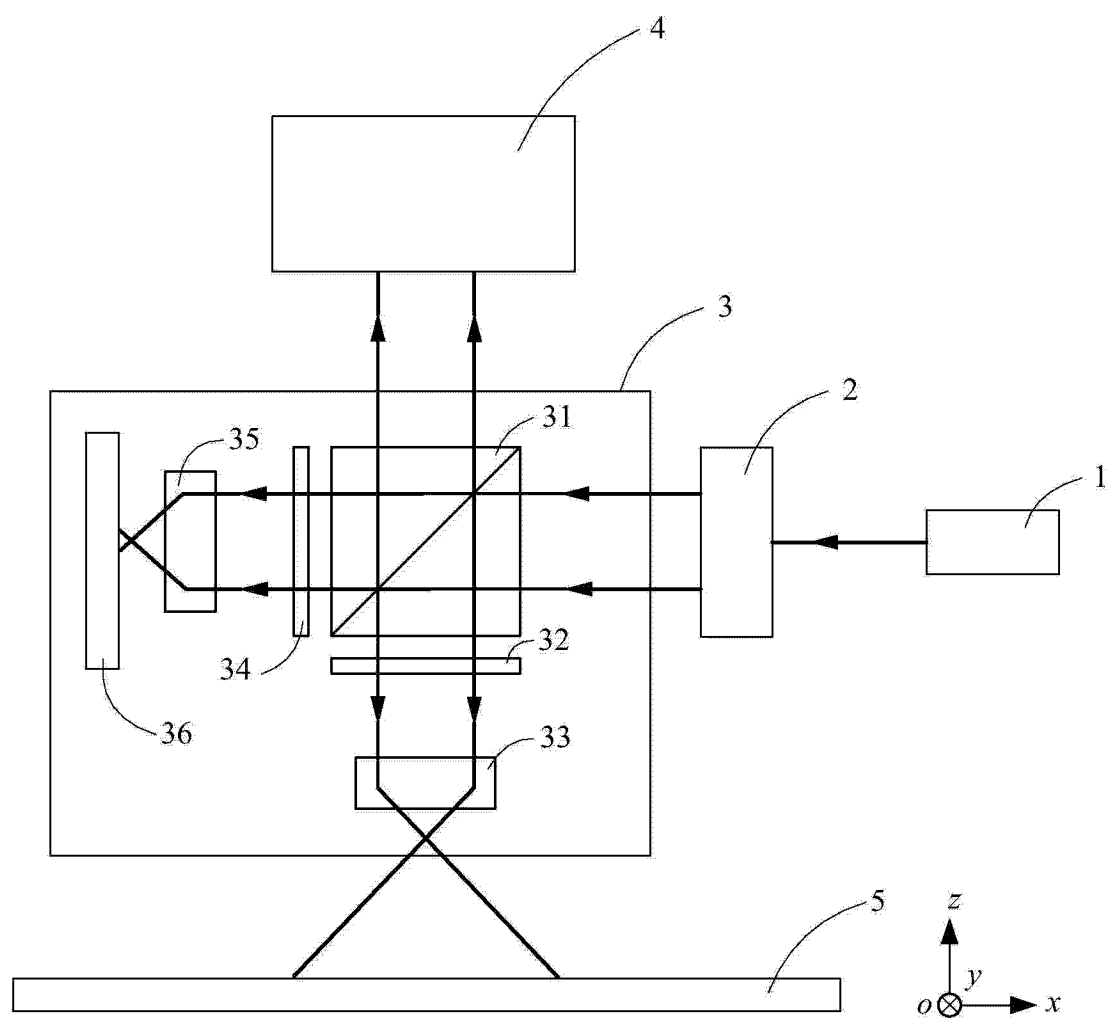


图 1

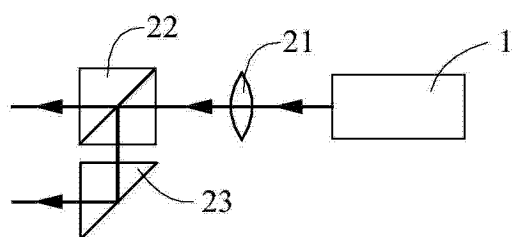


图 2

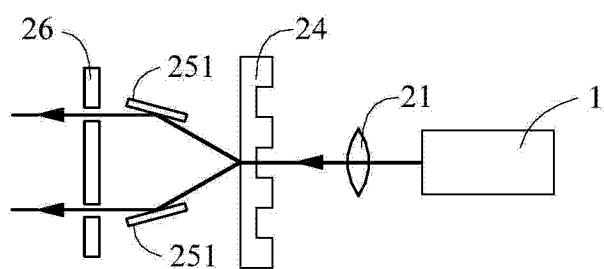


图 3

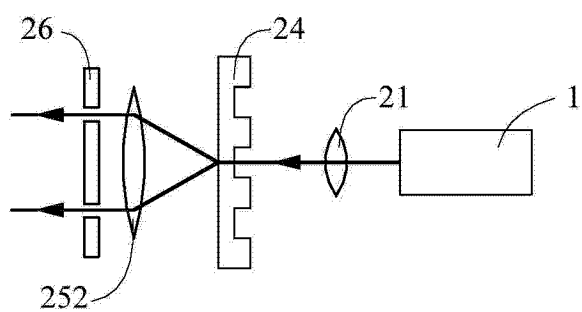


图 4

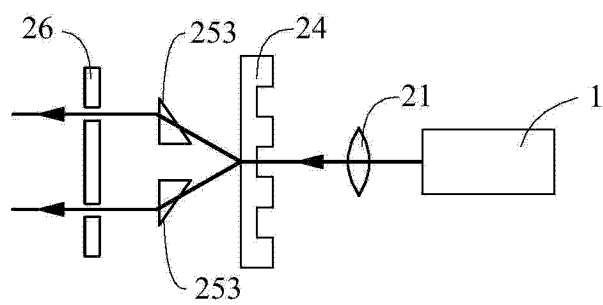


图 5

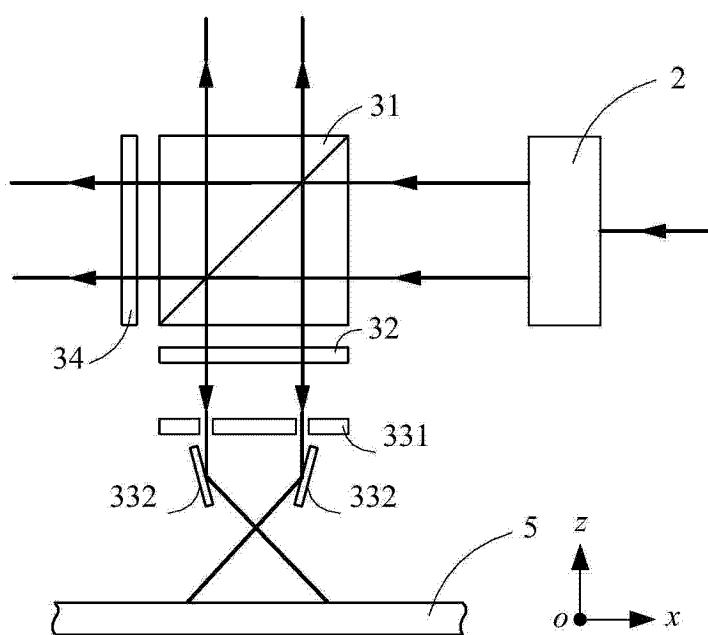


图 6

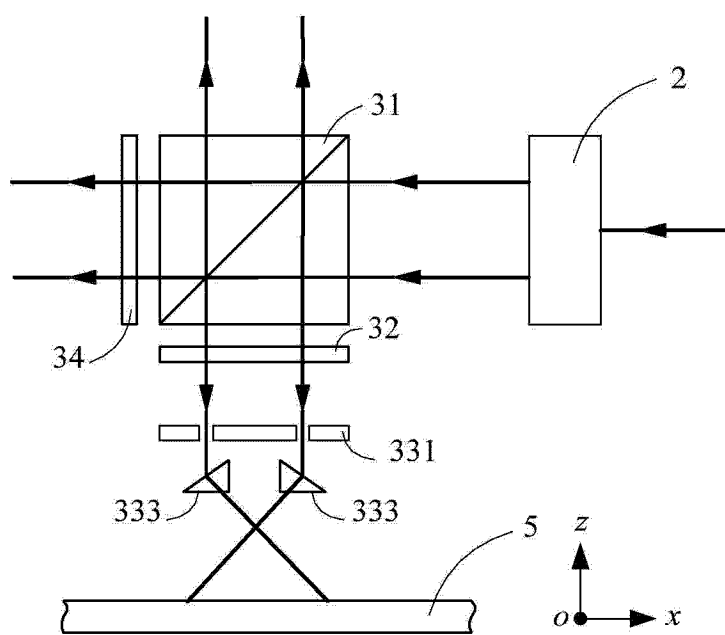


图 7

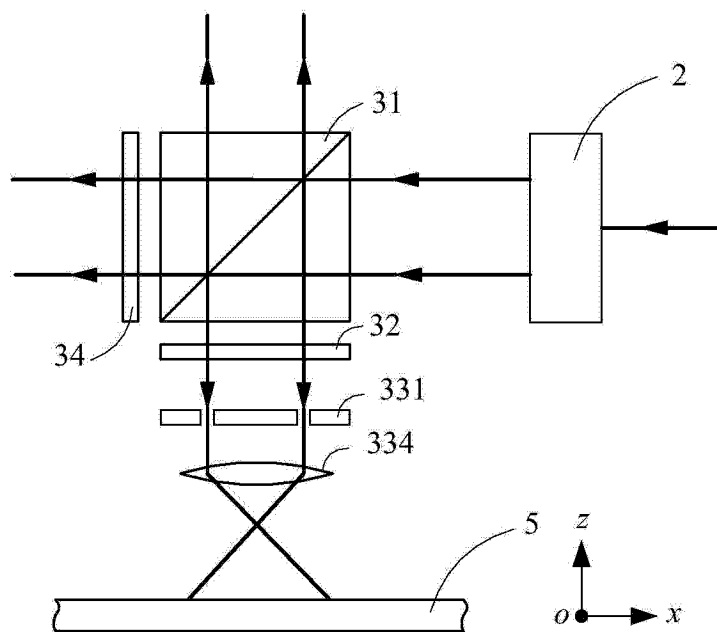


图 8

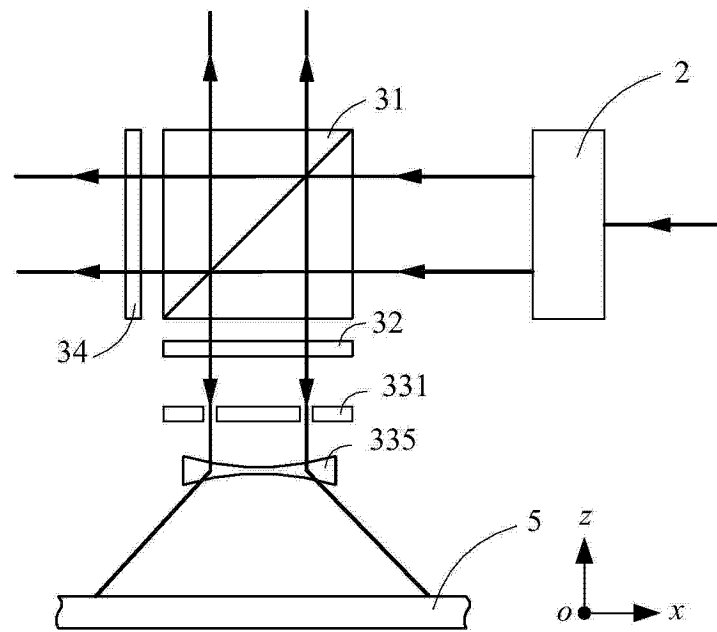


图 9