



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102628811 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201210088493. X

(22) 申请日 2012. 03. 30

(73) 专利权人 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 吴宏圣 曾琪峰 乔栋 张吉鹏
孙强 甘泽龙

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务
所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

G01N 21/88(2006. 01)

G01B 11/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101893428 A, 2010. 11. 24,

CN 2414414 Y, 2001. 01. 10,

JP 特开 2001-296252 A, 2001. 10. 26,

JP 特开 2004-239834 A, 2004. 08. 26,

JP 特开平 9-318338 A, 1997. 12. 12,

审查员 徐恩波

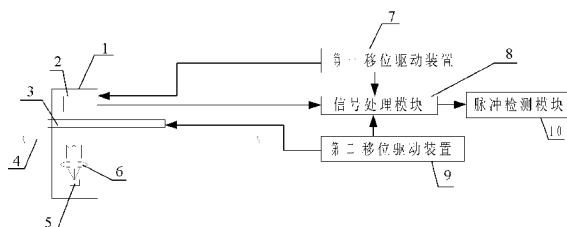
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

光栅刻线缺陷检验装置

(57) 摘要

光栅刻线缺陷检验装置, 涉及一种光栅刻线缺陷检验装置, 解决现有光栅尺制造过程中主尺存在污点和前后相位不一致等情况, 靠人工无法完成光栅尺检验的问题, 本发明的第一移位驱动装置驱动信号探测头沿检测方向运动, 信号探测头检测到光源发出的, 并被待测光栅和标准光栅调制的光, 并由光电探测器转化为电信号, 由信号处理模块进行放大处理和模数转换, 最后由脉冲检测模块通过脉冲信号检测刻划缺陷和复制缺陷的存在及其位置, 第二移位驱动装置移动标准光栅位置, 重复以上处理, 直到检测完毕, 本发明用于测量长度的光栅尺的长光栅的缺陷和刻线均匀性检测和相位一致性检测。



1. 光栅刻线缺陷检验装置, 该装置包括标准光栅 (3)、信号探测头 (1)、第一移位驱动装置 (7)、第二移位驱动装置 (9)、信号处理模块 (8) 和脉冲检测模块 (10); 其特征是,

所述第一移位驱动装置 (7) 沿标准光栅 (3) 的长度扫描方向移动信号探测头 (1), 所述信号探测头 (1) 记录调制后的光强信息, 第二移位驱动装置 (9) 用于驱动标准光栅 (3) 的移动位置, 所述信号处理模块 (8) 接收第一移位驱动装置 (7) 的位移信息、信号探测头 (1) 输出的光强信息和第二移位驱动装置 (9) 输出的标准光栅 (3) 的位置信息; 并将所述位置信息进行信号放大和数模转换处理, 输出至脉冲检测模块 (10);

所述脉冲检测模块 (10) 对接收的信号进行检测, 分析待测光栅 (4) 刻线缺陷的位置信息;

具体过程为: 所述脉冲检测模块 (10), 记录下所有扫描数据, 待对标准光栅 (3) 扫描完毕, 再分析待测光栅 (4) 刻划缺陷和复制缺陷所在的位置;

对标准光栅 (3) 进行逐段扫描, 具体过程如下:

首先通过预先标定的幅值随相位差改变, 用公式一表示为:

$$\text{公式一、} A = A_0 \times \cos\left(2 \times \pi \times \frac{x}{T}\right) + B_0;$$

式中, A 为信号处理模块 (8) 的输出值, A_0 、 B_0 均为常数, π 表示圆周率, T 为标准光栅 (3) 的刻线周期, x 为与相位差等效的位移偏差;

然后对所有读到的点的输出值 A 进行平均, 获得平均值 M , 得出相位差平均差用公式二表示为:

$$\text{公式二、} \theta = \cos^{-1}\left(\frac{M - B_0}{A_0}\right);$$

最后, 再逐点分析各个点的幅值所对应的相位, 计算出幅值变化所对应的相位差, 根据相位差的要求判断待测光栅 (4) 是否合格。

2. 根据权利要求 1 所述的光栅刻线缺陷检验装置, 其特征在于, 所述的信号探测头 (1) 包括光源 (5)、光学系统 (6) 和信号检测芯片 (2), 光源 (5) 发出的光信号经光学系统 (6) 转化为准直光, 信号检测芯片 (2) 用于检测经待测光栅 (4) 和标准光栅 (3) 调制后的光强信息。

3. 根据权利要求 1 所述的光栅刻线缺陷检验装置, 其特征在于, 所述脉冲检测模块 (10) 通过信号幅值计算各个位置点之间的相位差。

光栅刻线缺陷检验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光栅尺刻线缺陷检验装置。

背景技术

[0002] 要实现光栅位移传感器高精度测量的首要任务是保证标准光栅的刻划和复制精度,刻划精度通常比较高,但是也存在黑白比不符合要求等情况;复制过程中存在由于环境洁净程度不高造成的污点,或者光线存在一定的扭曲等情况会影响到相位一致性等,这些都会严重影响最后光栅尺的精度。不仅如此,在光栅接长过程中存在的接长误差,也会大大的降低整个光栅尺的精度和性能。

[0003] 一般的光栅尺刻划或者复制后,由于数据量较大,利用一般的显微镜,无法用肉眼全面检测刻划精度。同时,前后相位不一致是用肉眼观测无法做到的,如果能制作特定的检测设备,利用有效的检测手段,自动对光栅尺主尺上存在的污点和前后相位不一致进行记录,那么可以有效的提高成品光栅尺的精度,提高生产效率和生产质量。

发明内容

[0004] 本发明为解决现有光栅尺制造过程中主尺存在污点和前后相位不一致等情况,靠人工无法完成光栅尺检验的问题,提供一种光栅刻线缺陷检验装置。

[0005] 光栅刻线缺陷检验装置,该装置包括标准光栅、信号探测头、第一移位驱动装置、第二移位驱动装置、信号处理模块和脉冲检测模块;所述第一移位驱动装置沿标准光栅的长度扫描方向移动信号探测头,所述信号探测头记录调制后的光强信息,

[0006] 第二移位驱动装置用于驱动标准光栅的移动位置,所述信号处理模块接收第一移位驱动装置的位移信息、信号探测头输出的光强信息和第二移位驱动装置输出的标准光栅的位置信息;并将所述位置信息进行信号放大和数模转换处理,输出至脉冲检测模块;所述脉冲检测模块对接收的信号进行检测,分析待测光栅刻线缺陷的位置信息;

[0007] 具体过程为:所述脉冲检测模块,记录下所有扫描数据,待对该段标准光栅扫描完毕,再分析待测光栅刻划缺陷和复制缺陷所在的位置;

[0008] 首先通过预先标定的幅值随相位差改变,用公式一表示为:

[0009] 公式一、 $A = A_0 \times \cos\left(2 \times \pi \times \frac{x}{T}\right) + B_0$;

[0010] 式中,A 为信号处理模块的输出值, A_0 、 B_0 均为常数, π 表示圆周率,T 为标准光栅的刻线周期,x 为与相位差等效的位移偏差;

[0011] 然后对所有读到的点的输出值 A 进行平均,获得平均值 M,得出相位差平均差用公式二表示为:

[0012] 公式二、 $\theta = \cos^{-1}\left(\frac{M - B_0}{A_0}\right)$;

[0013] 最后,再逐点分析各个点的幅值所对应的相位,计算出幅值变化所对应的相位差,

根据相位差的要求判断待测光栅是否合格。

[0014] 本发明的有益效果：本发明提供一种原理简单，能有效检测污点和相位不一致的装置。本发明所述的装置自动记录下待测光栅尺的性能，从而快速准确的判断待测光栅尺是否满足生产的要求。

附图说明

[0015] 图 1 为本发明所述的光栅刻线缺陷检验装置的示意图；

[0016] 图 2 为本发明所述的光栅刻线缺陷检验装置中脉冲检测模块检测信号输出幅值随距离变化的示意图；

[0017] 图 3 为本发明所述的光栅刻线缺陷检验装置中脉冲检测模块检测相位偏差随距离变化示意图；

[0018] 图 4 为本发明所述的光栅刻线缺陷检验装置中信号探测头的示意图。

具体实施方式

[0019] 结合图 1 说明本实施方式，光栅刻线缺陷检验装置，该检测装置包括标准光栅 3、信号探测头 1、第一移位驱动装置 7、第二移位驱动装置 9、信号处理模块 8、脉冲检测模块 10，信号探测头 1 进一步包括光源 5、光学系统 6、信号检测芯片 2。第一移位驱动装置 7，驱动信号探测头 1 移动位置；第二移位驱动装置 9 驱动标准光栅 3 移动位置；信号处理模块 8 对从信号探测头 1、第一移位驱动装置 7、第二移位驱动装置 9 得到的信息进行变换处理；脉冲检测模块 10 用于分析计算待测光栅 4 的相位分布；标准光栅 3 是用于检测待测光栅的标准部件，其具有较高的刻线精度，通常是通过标准检验合格的标准光栅，其栅距与待测光栅的目标栅距相等，其黑白比偏差也是检验合格的，标准光栅 3 的质量决定了检测的精度。该光源 5 可为激光二极管，发出相干光。光学系统 6 将光源发出的光线转化成准直光线，照射到待测光栅 4 上。信号探测头 1 的位置由第一移位驱动装置 7 控制，第一移位驱动装置 7 使信号探测头 1 在扫描方向上移动。信号探测头 1 检测到光源 5 发出的，并被待测光栅 4、标准光栅 3 调制的光信号，并转化为电信号，由信号处理模块 8 进行放大处理和模数转换，最后由脉冲检测模块 10 通过脉冲信号检测刻划缺陷和复制缺陷的存在及其位置，然后通过第二移位驱动装置 9 改变标准光栅 3 的位置，重复以上处理，直到检测完毕。

[0020] 当信号探测头 1 扫描完毕，第一移位驱动装置 7 和第二移位驱动装置 9 将分别调整信号探测头 1 和标准光栅 3 的位置，使得信号探测头 1 在待测光栅 4 新的位置上重新扫描。信号检测芯片 2 作为光探测元件，可以选择硅光电池。

[0021] 本实施方式中所述的脉冲检测模块 10，记录下所有扫描数据，待对该段标准光栅 3 的此次扫描完毕，再分析待测光栅 4 刻划缺陷和复制缺陷的存在及其位置。

[0022] 本实施方式中所述的脉冲检测模块 10，记录下所有扫描数据，待扫描全部完毕，再分析待测光栅 4 刻划缺陷和复制缺陷的存在及其位置。

[0023] 本发明装置的工作流程为：首先在装置上放置好待测光栅 4，把信号探测头 1、标准光栅 3 置于初始位置，第一移位驱动装置 7 沿扫描方向移动信号探测头 1 的位置，速度可以设定，信号探测头 1 记录下移动过程中的光强信息，信号处理模块 8 根据第一移位驱动装置 7 的移位信息、从第二移位驱动装置 9 得到的标准光栅 3 的位置信息和信号探测头 1 的

输出信息,并通过信号放大和数模转换等基本处理,得到在标准光栅 3 长度为 L 范围内位置与幅度的关系,并输出给脉冲检测模块 10,脉冲检测模块 10 对信号检测信息进行分析,然后第二移位驱动装置 9 移动标准光栅 3 到新的指定位置,第一移位驱动装置 7 调整信号探测头 1 至新的初始位置,重复上述的扫描操作,直至完成对待测光栅 4 的扫描工作,值得提出的是,上面脉冲检测模块 10 对信号检测信息进行分析可以逐段进行,也可以直到扫描工作完毕再进行分析,如为逐段分析,那么相邻段之间需要有一段重叠的部分,以便得到段与段之间的相位一致性信息。

[0024] 下面对信号检测数据的分析过程具体说明。

[0025] 结合图 2 为扫描得到的一段检测距离和信号输出幅值之间的关系曲线,首先通过预先标定的幅值随相位差改变用公式一表示为:

$$[0026] \quad A = A_0 \times \cos\left(2 \times \pi \times \frac{x}{T}\right) + B_0 \quad \text{公式一}$$

[0027] 这里 A 表示信号处理模块 8 的输出值, A_0 、 B_0 均为常数, π 表示圆周率, T 表示标准光栅 3 的刻线周期,如 20 微米, x 为与相位差等效的位移偏差。

[0028] 首先对所有读到的点进行平均,得到平均值 M,知道相位差平均差用公式二表示为:

$$[0029] \quad \theta = \cos^{-1}\left(\frac{M - B_0}{A_0}\right) \quad \text{公式二}$$

$$[0030] \quad \text{这里相位差: } \theta = 2 \times \pi \times \frac{x}{T}。$$

[0031] 然后再逐点分析各个点的幅值所对应的相位,由于反余弦函数可能有两个结果,但是,由于相邻点之间的连续性,只需要任意取其中一值,我们仍然能够计算出幅值变化所对应的相位差。通过计算,我们就知道在任意一段上相位差随着距离的变化,结合图 3,只需要根据特定相位差要求就可以判断出待测光栅是否合格,比如,当设定相位差要求为 5° ,那么图 3 中点 A 处就为不合格处,那么可以判断,由于待检尺在 A 点处存在污染或者斑点而不能通过检测。

[0032] 下面对检测整尺前后相位一致性的方法进行介绍。

[0033] 结合图 1,当第一移位驱动装置 7 完成对标准光栅 3 的第一次扫描,脉冲检测模块 10 同时可以把在扫描长度 L 分成前后两段,并把前后两段对相位求平均,分别得到 θ_2 和 θ_1 ,从而得到前半段和后半段之间的相位差 Δ_1 ,

$$[0034] \quad \text{其中: } \Delta_1 = \theta_2 - \theta_1。$$

[0035] 通过第二移位驱动装置 9 移动标准光栅 3,移动距离为 $\frac{L}{2}$,第一移位驱动装置 7 驱动信号探测头 1 完成对标准光栅 3 的第二次扫描,通过上面求前半段和后半段相位差的方式得到第二次扫描中,前半段和后半段的相位差 Δ_2 ,如此直到对待测光栅 4 扫描完毕,得到每隔 $\frac{L}{2}$ 距离的相位差, $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4, \Delta_5, \dots$ 。

[0036] 如果要求前后相位差曲线,只需要对以上相位逐段进行累加,比如要求第 1 段到

第 5 段之间的相位差 Δ , 这里每 $\frac{L}{2}$ 距离为一段, 得到公式: $\Delta = \sum_{i=1}^4 \Delta_i$ 。

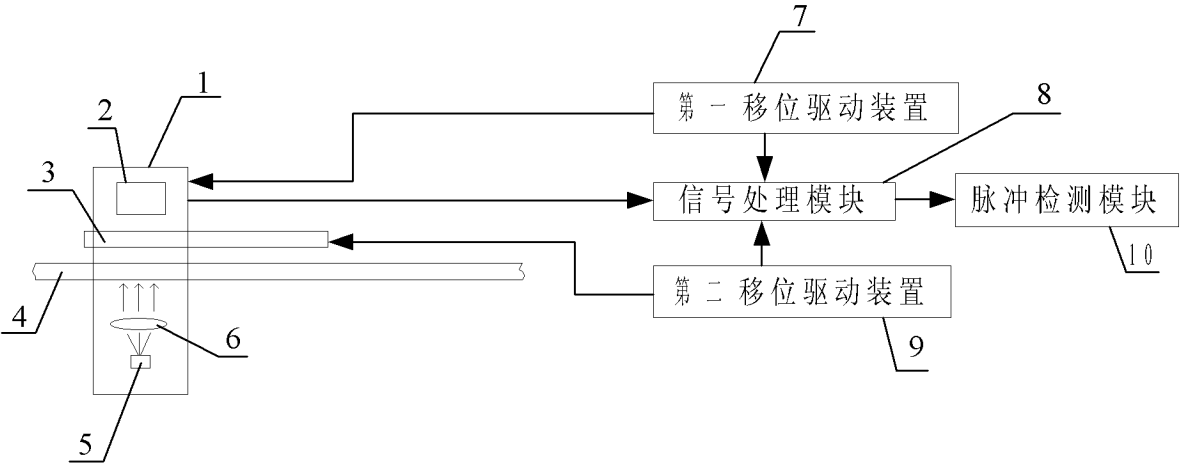


图 1

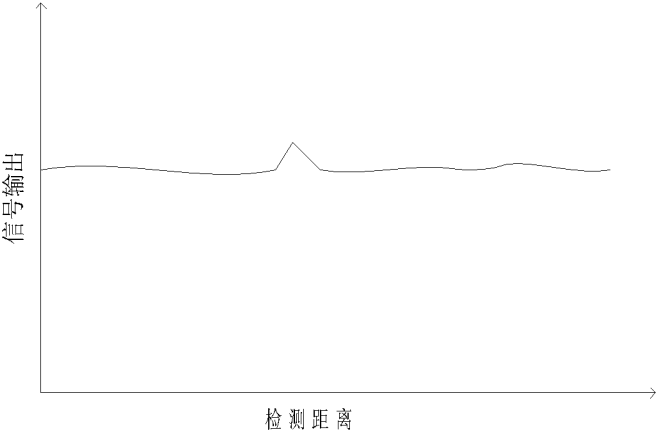


图 2

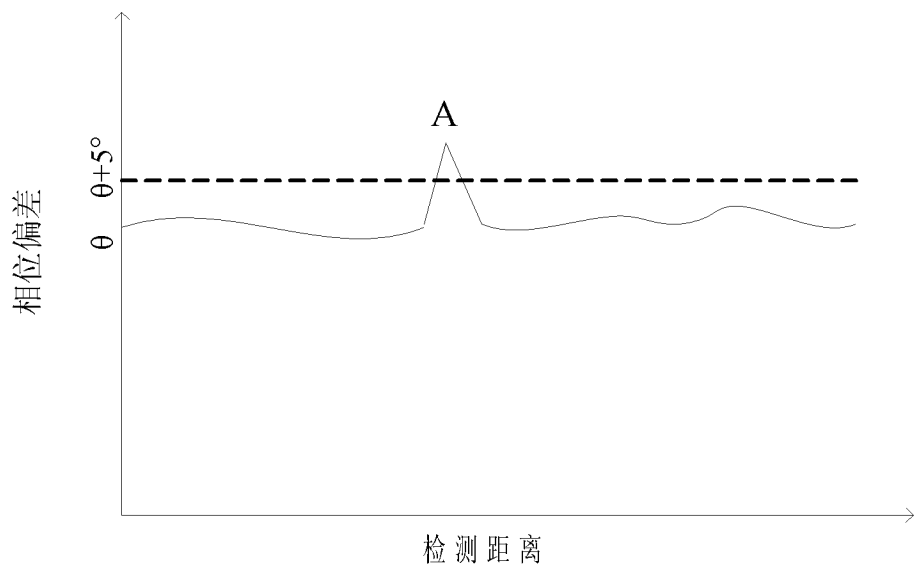


图 3

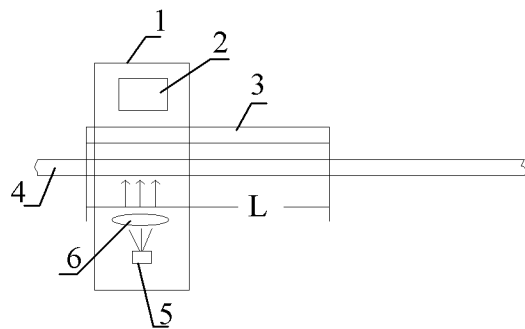


图 4