

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01B 9/02 (2006.01)

G01B 11/26 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710154729.4

[43] 公开日 2008 年 4 月 23 日

[11] 公开号 CN 101165454A

[22] 申请日 2007.9.13

[21] 申请号 200710154729.4

[30] 优先权

[32] 2006.10.20 [33] JP [31] 2006-285707

[71] 申请人 富士能株式会社

地址 日本国埼玉县

[72] 发明人 葛宗涛

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 李贵亮

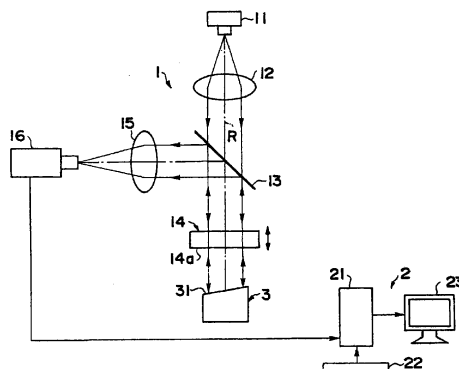
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

干涉仪角度灵敏度校准方法

[57] 摘要

本发明提供一种干涉仪角度灵敏度校准方法，其可以容易且高精度地校准所测定的倾斜角度限定在规定的角度范围内的倾斜角度测定用的干涉仪的角度灵敏度。在与被检面的倾斜角度对应的规定的被测定角度范围内，视为在被检面的每单位长度的干涉条纹的条数与倾斜角度之间比例关系成立，设定规定的角度灵敏度，并基于以呈被测定角度范围内的基准倾斜角度的方式设定的基准倾斜面(31)的测定结果，校准该设定的角度灵敏度算式的比例系数。



1、一种干涉仪的角度灵敏度校准方法，所述干涉仪拍摄承载有被检面的倾斜信息的干涉条纹图像，并基于该干涉条纹图像测定所述被检面的倾斜角度，所述干涉仪的角度灵敏度校准方法对所述干涉仪的角度灵敏度进行校准，其特征在于，依次进行以下步骤：

角度灵敏度算式设定步骤，其在与所述被检面的倾斜角度对应的规定的被测定角度范围内，视为在所述被检面的每单位长度的干涉条纹的条数（ p ）和所述倾斜角度（ θ ）之间，使用了规定的比例系数（ k ）的比例关系成立，设定下式(1)所示的角度灵敏度算式；

测定步骤，其用所述干涉仪测定以呈所述被测定角度范围内的基准倾斜角度（ α ）的方式设定的基准倾斜面，求出该基准倾斜面的每单位长度的条纹条数（ p_1 ），并且基于该条纹条数（ p_1 ）和下式(1)计算所述基准倾斜角度（ α ）的测定临时值（ α_1 ），从而得到下式(2)的关系；

校准步骤，其基于所述条纹条数（ p_1 ）和所述基准倾斜角度（ α ）且通过下式(3)求出已校准的比例系数（ k_1 ），将该已校准的比例系数（ k_1 ）和下式(1)的比例系数（ k ）置换，从而得到下式(4)所示的已校准的角度灵敏度算式。

$$p=k \cdot \theta \quad \cdots\cdots(1)$$

$$p_1=k \cdot \alpha_1 \quad \cdots\cdots(2)$$

$$k_1=p_1/\alpha \quad \cdots\cdots(3)$$

$$p=k_1 \cdot \theta \quad \cdots\cdots(4)$$

2、如权利要求1所述的干涉仪角度灵敏度校准方法，其特征在于，在所述测定步骤中，使所述基准倾斜面相对于所述干涉仪自转规定角度，在该自转操作前后的两个旋转位置分别进行测定，基于这两个测定结果，使用规定的运算式，计算所述基准倾斜角度（ α ）的测定临时值（ α_1 ）。

干涉仪角度灵敏度校准方法

技术领域

本发明涉及对测定被检面的倾斜角度的干涉仪的角度灵敏度进行校准的方法。

背景技术

目前，作为为了能够测定被检面的倾斜角度而构成的干涉仪，公知的是用于光纤连接器部的倾斜研磨型套圈的前端面测定用的干涉仪（参照下述专利文献1）。

倾斜研磨型套圈的前端面的倾斜角度（相对于与套圈的轴线垂直的面的角度）已由 JIS 标准化为 8 度。另一方面，在套圈测定用的干涉仪中，可测定的倾斜角度范围有时被限制在 5 度左右，在这样的套圈测定用的干涉仪中，使用进行保持的专用的保持器具，以使套圈的前端面相对于测定光轴的垂直面的倾斜角度为 4 度左右，从而进行测定（参照下述专利文献2）。

但是，在这种倾斜角度测定用的干涉仪中，表示所观察的条纹条数与倾斜角度之间的对应关系的角度灵敏度已被预先设定，由于因干涉仪的设置误差及常年使用产生的误差等，有时需要校准暂且设定的角度灵敏度。

目前，作为进行这样校准的方法，公知的是，将由成为校准对象的干涉仪测量的被检面的倾斜、和由自动准直仪等基准角度仪测定相同被检面而得的倾斜进行比较来校准的方法，但是，由于需要高精度地进行成为校准对象的干涉仪及基准角度仪的各校准，并且需要改变被检面的倾斜进行多次测定，所以存在校准所需要的程序繁杂、需要很多时间的问题。

另一方面，本发明申请人提出了使用具有相互所呈的角度已知的两个反射面的校准用夹具的校准方法，并已经对专利局公开（参照下述专利文献3）。该校准方法，由于能够基于由成为校准对象的干涉仪拍摄的一个条

纹图像进行校准，因此可容易地进行角度灵敏度的校准。

专利文献 1：日本特开 2004—37167 号公报

专利文献 2：日本特开 2004—286595 号公报

专利文献 3：日本特愿 2005—102934 号说明书

但是，所述专利文献 3 所记载的校准方法存在难以适用于套圈测定用的干涉仪这一问题。即在该校准方法中，前提是使用具有两个反射面的校准用夹具，而由于在套圈测定用的干涉仪的场合，需要使校准用的夹具相当小地形成，所以难以高精度地制作两个反射面（尤其是相互的边界部分）。

另外，该校准方法在干涉仪的角度灵敏度相对于测定角度的大小具有线性（相对于被检面的倾斜角度的变化的、观察到的干涉条纹的条数变化的比例为一定）时是有效的，但是，在角度灵敏度具有非线性时，恐怕不能进行高精度的校准。

由于套圈测定用干涉仪所测定的倾斜角度限定在夹着基准角度（例如 4 度）的规定的狭小范围（例如， ± 0.1 度左右的角度范围），所以对于在该角度范围内的角度灵敏度，如果能容易且高精度地校准，是极其有益的。

发明内容

本发明是鉴于这样的事情而开发的，其目的在于提供一种干涉仪角度灵敏度校准方法，其可容易且高精度地校准所测定的倾斜角度限定在规定的角度范围内的倾斜角度测定用的干涉仪的角度灵敏度。

本发明提供一种干涉仪的角度灵敏度校准方法，所述干涉仪拍摄承载有被检面的倾斜信息的干涉条纹图像，并基于该干涉条纹图像测定所述被检面的倾斜角度，所述干涉仪的角度灵敏度校准方法对所述干涉仪的角度灵敏度进行校准，其特征在于，依次进行以下步骤：

角度灵敏度算式设定步骤，其在与所述被检面的倾斜角度对应的规定的被测定角度范围内，视为在所述被检面的每单位长度的干涉条纹的条数 p 和所述倾斜角度 θ 之间，使用了规定的比例系数 k 的比例关系成立，设定下式(1)所示的角度灵敏度算式：

测定步骤，其用所述干涉仪测定以呈所述被测定角度范围内的基准倾

斜角度 α 的方式设定的基准倾斜面，求出该基准倾斜面的每单位长度的条纹条数 p_1 ，并且基于该条纹条数 p_1 和下式(1)计算所述基准倾斜角度 α 的测定临时值（仮值） α_1 ，从而得到下式(2)的关系；

校准步骤，其基于所述条纹条数 p_1 和所述基准倾斜角度 α 且通过下式(3)求出已校准的比例系数 k_1 ，将该已校准的比例系数 k_1 和下式(1)的比例系数 k 置换，从而得到下式(4)所示的已校准的角度灵敏度算式。

$$p=k \cdot \theta \quad \cdots\cdots(1)$$

$$p_1=k \cdot \alpha_1 \quad \cdots\cdots(2)$$

$$k_1=p_1/\alpha \quad \cdots\cdots(3)$$

$$p=k_1 \cdot \theta \quad \cdots\cdots(4)$$

在所述测定步骤中，使所述基准倾斜面相对于所述干涉仪自转规定角度，在该自转操作前后的两个旋转位置分别进行测定，基于这两个测定结果，使用规定的运算式，计算所述基准倾斜角度 α 的测定临时值 α_1 。

根据本发明的干涉仪角度灵敏度校准方法，在与被检面的倾斜角度对应的规定的被测定角度范围内，视为在被检面的每单位长度的干涉条纹的条数和倾斜角度之间比例关系成立而设定规定的角度灵敏度算式，基于以呈被测定角度范围内的基准倾斜角度的方式设定的基准倾斜面的测定结果，校准该设定的角度灵敏度算式的比例系数，所以，起到如下的效果。

即，因为其与现有方法不同，不需要使用具有两个反射面的校准用夹具，所以对于套圈测定用的干涉仪也可适用。

另外，如套圈测定用的干涉仪所述，在所测定的倾斜角度限定在规定的狭小角度范围内的干涉仪中，即使角度灵敏度在宽范围具有非线性时，也可以通过将所述基准倾斜角度设定为该狭小角度范围内的角度，来容易并且高精度地校准用于该角度范围内的测定解析的角度灵敏度。

附图说明

图 1 是表示应用本发明一实施方式的干涉仪的概略结构的图；

图 2 是表示具有基准倾斜面的校准用夹具的结构立体图。

符号说明：

1、干涉仪主体

- 2、解析部
- 3、校准用夹具
- 11、光源部
- 12、准直透镜
- 13、分光器
- 14、基准板
- 14a、基准面
- 15、成像透镜
- 16、摄像机
- 21、条纹解析装置
- 22、输入装置
- 23、显示装置
- 31、基准倾斜面
- R、(干涉仪的)光轴
- S、(校准用夹具的)中心轴线
- T、(基准倾斜面的)法线
- α 、基准倾斜角度

具体实施方式

下面,参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。图1是表示应用本发明一实施方式的干涉仪的概略结构的图,图2是表示具有基准倾斜面的校准用夹具的结构的立体图。

图1所示的干涉仪是基于所拍摄的干涉条纹图像测定被检面的倾斜角度的干涉仪,其具有拍摄干涉条纹图像的非索型的干涉仪主体1、和对拍摄的干涉条纹图像进行解析的解析部2。

所述干涉仪主体1具有:输出高可干涉性的光束的光源部11、将从该光源部11射出的发散光束变成平行光束的准直透镜12、配置于来自该准直透镜12的平行光束的光路上的分光器13及基准板14。

另外,该干涉仪主体1利用从被检面反射的光束和从所述基准板14的基准面14a反射的基准光的干涉,得到承载有被检面的形状及倾斜信息

的干涉条纹，其除所述构成外还具有：使所得到的干涉条纹成像的成像透镜 15、和拍摄该干涉条纹的摄像机 16。

另一方面，所述解析部 2 具有：进行图像处理和条纹解析的条纹解析装置 21、键盘等输入装置 22、和显示装置 23。所述条纹解析装置 21 由计算机等构成，具有：存储用于进行图像处理及条纹解析的程序的存储部、和进行程序的执行及各种运算的运算部等，基于被所述摄像机 16 摄入的干涉条纹，可求出被检面的倾斜角度。

另外，在图 1 所示的干涉仪中，表示所观察到的条纹条数和倾斜角度之间的对应关系的角度灵敏度被预先设定，所设定的角度灵敏度存储于所述条纹解析装置 21 的存储器等中。

进而，图 1 所示的干涉仪设计为，测定的倾斜角度被限定于夹着基准角度（例如 4 度）的规定的狭小角度范围（例如， ± 0.1 度的角度范围）。作为这样的干涉仪例如可例举所述的专利文献 1、2 记载的倾斜研磨型套圈测定用的干涉仪作为其具体的形态。

图 2 所示的校准用夹具 3 是实施后述的干涉仪角度灵敏度校准方法时使用的夹具，其在圆柱状的构件的前端具有基准倾斜面 31。该基准倾斜面 31 的构成为：具有与图 1 所示的干涉仪作为测定对象的被检面的倾斜角度相对应的、规定的被测定角度范围内（例如，夹着 4 度的 ± 0.1 度的角度范围内）的基准倾斜角度 α （在图 2 中，作为校准用夹具 3 的中心轴线 S 和基准倾斜面 31 的法线 T 所成的角度来表示）。

下面对有关本发明的一实施方式的干涉仪角度灵敏度校准方法的实施顺序进行说明。

<1>首先，在所述被测定角度范围内，视为在被检面的每单位长度的干涉条纹的条数 p 和所述倾斜角度 θ 之间，使用了规定的比例系数 k 的比例关系成立，设定下式(1)所示的角度灵敏度算式（角度灵敏度算式设定步骤）。

$$p = k \cdot \theta \quad \cdots \cdots (1)$$

<2>其次，如图 1 所示，在干涉仪上设置校准用夹具 3 并进行测定，求出基准倾斜面 31 的每单位长度的条纹条数 p_1 ，并且基于该条纹条数 p_1 和上式(1)计算基准倾斜角度 α 的测定临时值 α_1 ($\alpha_1 = p_1/k$)，从而得到下式

(2)的关系(测定步骤)。

$$p_1 = k \cdot \alpha_1 \quad \cdots \cdots (2)$$

<3>其次, 基于求出的条纹条数 p_1 和基准倾斜角度 α , 用下式(3)求出已校准的比例系数 k_1 , 将该已校准的比例系数 k_1 和上式(1)的比例系数 k 置换, 得到下式(4)所示的已校准的角度灵敏度算式(校准步骤)。

$$k_1 = p_1 / \alpha \quad \cdots \cdots (3)$$

$$p = k_1 \cdot \theta \quad \cdots \cdots (4)$$

通过以上的顺序, 角度灵敏度的校准结束。也就是说, 使用通过所述顺序得到的角度灵敏度算式(4), 计算被检面的倾斜角度即可。

另外, 在干涉仪上设置所述校准用夹具 3 时, 例如, 可以使用所述的专利文献 1、2 记载的夹紧装置及其保持器具。

而且, 在所述顺序(2)中, 是以设置后的校准用夹具 3 的中心轴线 S(参照图 2)和干涉仪的测定光轴 R(参照图 1)相互一致为前提的。但是, 在实际的设置状况中, 也可能产生在校准用夹具 3 的中心轴线 S 相对于干涉仪的测定光轴 R 倾斜的状态下进行设置的情况。

考虑到这一点, 在所述顺序(2)的测定步骤中, 可使用所述的专利文献 1 记载的被称为反转法的方法。该反转法是如下所述的方法: 在柱状构件保持于夹紧装置的状态下, 使柱状构件相对于干涉仪自转规定角度, 在两个旋转位置上, 分别检测出干涉仪的基准面和柱状构件前端面之间的相对角度, 基于该检测出的两个角度, 使用规定的运算式测定该柱状构件的轴的倾斜, 所述规定角度为 180 度的情况下, 作为所述运算式, 例如使用下式(5)所示的算式。

$$\alpha_1 = (m_1 - m_2 + 180) / 2 \quad \cdots \cdots (5)$$

其中, m_1 表示在第一旋转位置检测出的、干涉仪的基准面和柱状构件前端面之间的相对角度, m_2 表示在第二旋转位置检测出的、干涉仪的基准面和柱状构件前端面之间的相对角度。

即, 在使用该反转法时, 使所述基准倾斜面相对于干涉仪绕中心轴线 S 自转 180 度, 并在两个旋转位置分别进行测定, 基于两个测定结果使用所述运算式(5)计算出基准倾斜角度 α 的测定临时值 α_1 。另外, 在用于所述说明的各算式中, 将倾斜角度作为矢量来处理。

以上说明了本发明的一个实施方式，不过本发明不限于所述的实施方式。例如，在所述实施方式中，使用了圆柱状的校准用夹具，但也可以使用形成为棱柱状的校准用夹具。

另外，在所述实施方式中，示出了将本发明应用于倾斜研磨型套圈测定用的干涉仪的例子，但是，本发明也可以合适地应用于对测定的倾斜角度限定于规定的角度范围的各种倾斜角度测定用的干涉仪，进行其角度灵敏度的校准的情况。

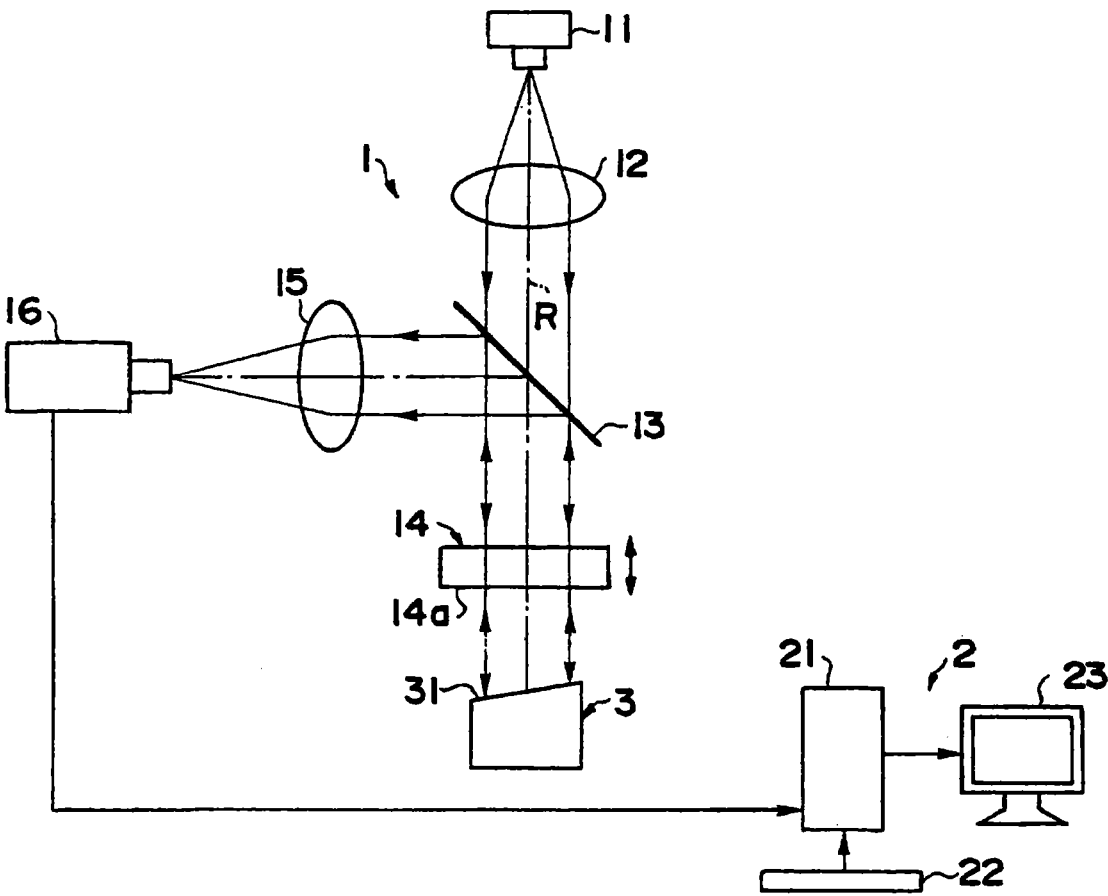


图 1

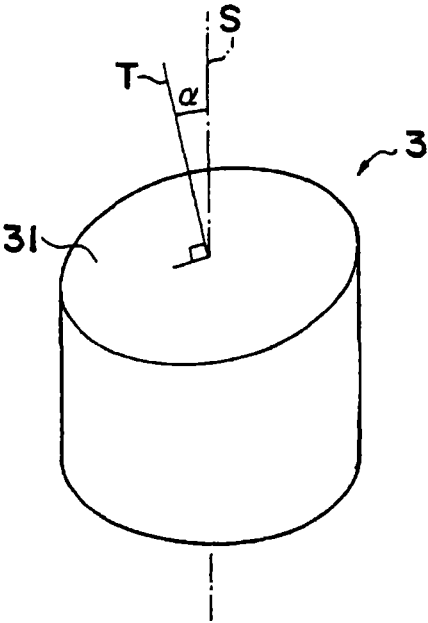


图 2