



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102597708 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201080050388. 6

(22) 申请日 2010. 10. 27

(30) 优先权数据

2009-255712 2009. 11. 09 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 05. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/069023 2010. 10. 27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/055662 JA 2011. 05. 12

(73) 专利权人 独立行政法人产业技术综合研究所

地址 日本东京

(72) 发明人 渡部司

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

代理人 高科

(51) Int. Cl.

G01D 5/244 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1311852 A, 2001. 09. 05, 全文.

JP 特开平 10-339620 A, 1998. 12. 22, 全文.

JP 特开 2006-98392 A, 2006. 04. 13, 全文.

CN 101162346 A, 2008. 04. 16, 全文.

WO 2007/086160 A1, 2007. 08. 02, 全文.

审查员 尹眉

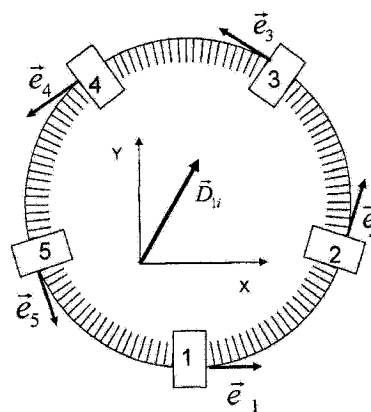
权利要求书1页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

轴抖动测量方法以及具备轴抖动测量功能的带自校正功能的角度检测器

(57) 摘要

在带自校正功能的角度检测器中还具备轴抖动测量功能,使得在发动机、汽车的驱动器轴等上的各种设置也能够简单地进行。使用了带自校正功能的角度检测器,该带自校正功能的角度检测器在固定于旋转轴的刻度盘的周围等角度间隔地配设多个传感器头,当将该传感器头中的一个选择为基准传感器头时,求出该基准传感器头与其它传感器头的每一个的测量差之和,通过将该和除以传感器头的个数来获得平均值从而求出自校正值。并且,将选择为基准传感器头的传感器头依次变更为其它传感器头,针对全部的传感器头分别求出将其设为基准头的情况下的自校正值,将各自校正值错开与特定的传感器头的刻度盘中的配置上的角度,使相位符合将该特定的传感器头设为基准头的情况下的自校正值。求出关于相位变换后的各自校正值的平均值,从相位变换后的各自校正值减去关于相位变换后的各自校正值的平均值,只取出非同步角度误差。



1. 一种轴抖动测量方法,使用了带自校正功能的角度检测器,该带自校正功能的角度检测器在固定于旋转轴的刻度盘的周围等角度间隔地配设多个传感器头,当将该传感器头中的一个选择为基准传感器头时,求出该基准传感器头与其它传感器头的每一个的测量差之和,通过将该和除以所述多个传感器头的个数来获得平均值从而求出自校正值,该轴抖动测量方法包括如下步骤:

将选择为所述基准传感器头的传感器头依次变更为其它传感器头,针对全部的传感器头分别求出将其设为基准传感器头的情况下的所述自校正值;

将各自校正值错开与特定的传感器头的所述刻度盘中的配置上的角度,使相位符合将该特定的传感器头设为基准传感器头的情况下的自校正值;

求出关于所述的相位变换后的各自校正值的平均值;以及

从所述相位变换后的各自校正值减去关于所述相位变换后的各自校正值的平均值,只取出非同步角度误差。

2. 一种具备轴抖动测量功能的带自校正功能的角度检测器,该带自校正功能的角度检测器在固定于旋转轴的刻度盘的周围等角度间隔地配设多个传感器头,当将该传感器头中的一个选择为基准传感器头时,求出该基准传感器头与其它传感器头的每一个的测量差之和,通过将该和除以所述多个传感器头的个数来获得平均值从而求出自校正值,该具备轴抖动测量功能的带自校正功能的角度检测器具备:

自校正值运算单元,将选择为所述基准传感器头的传感器头依次变更为其它传感器头,针对全部的传感器头分别求出将其设为基准传感器头的情况下的自校正值;

相位变换单元,将各自校正值错开与特定的传感器头的配置上的角度,使相位符合将该特定的传感器头设为基准传感器头的情况下的自校正值;

平均值运算单元,求出关于所述相位变换单元的各个运算结果的全部的平均值;以及

动态误差抽取单元,从所述相位变换单元的各个运算结果中减去所述平均值运算单元的运算结果,只取出非同步角度误差。

轴抖动测量方法以及具备轴抖动测量功能的带自校正功能的 的角度检测器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种检测旋转角度的旋转编码器等的角度检测器,特别是涉及能够利用带自校正功能的角度检测器来检测加工机械的主轴的轴抖动、汽车、航空器的发动机的旋转轴抖动、汽车的车轴的轴抖动等的轴抖动测量方法以及具备轴抖动测量功能的带自校正功能的角度检测器,该带自校正功能的角度检测器通过具备自校正功能,能够求出还包含由于在角度检测器所输出的角度信息中包含的使用环境下的安装轴偏心、角度检测器的老化的影响等而产生的角度误差的刻度的校正值。

背景技术

[0002] 一般在测量旋转轴的轴抖动的方法中,电气测微的接触方式、静电电容传感器以及如下述专利文献 1 所述那样的利用激光器的非接触方式的方法是主流。

[0003] 接触方式无法应对高速的旋转轴,另外在非接触方式为静电电容传感器的情况下,测量旋转轴与传感器之间的间隙狭窄,测量之前的设置(set-up)花费时间。

[0004] 激光器方式昂贵,因此存在为了准备 XY 两轴而成本增大这样的问题点。

[0005] 另外,旋转编码器等的角度检测器的一般的原理是在圆形的刻度盘的周围刻有刻度、并通过由刻度读取用的传感器头数出其刻度根数来输出角度信息的装置,使用了各种装置。角度检测器人工地写入刻度,因此刻度线没有被等角度间隔地写入,在从该刻度线的位置中获得的角度信息中产生误差。图 1 的放射状的直线 L1 是理想的刻度线位置(等角度间隔线),放射状的短的虚线 L2 是实际的刻度线位置,描绘了离理想位置的差的曲线成为图 1 的右图的曲线。

[0006] 图 1 中的右图的点成为角度检测器的刻度线的校正值,在图中描绘为具有 36 根刻度线,但是实际的角度检测器有数千~数 10 万根的刻度线。作为校正这些线的方法,有几种相互比较两个角度检测器的刻度来进行自校正的方法。在该方法中即使两个角度检测器没有被校正也能够同时地进行校正,因此不需要上位的高精度的角度检测器。此外,自校正的意思是即使比较角度误差为未知数的两个角度检测器也同时知道作为双方的角度误差的校正值。

[0007] 在角度的国家标准器(角度测量器)中,使用基于等分割平均法的自校正方法来校正位于角度测量器的内部的角度检测器和设置于其上部的被校正角度检测器。

[0008] 图 2 使用来简化等分割平均法来简单地进行说明。该方法是:测量配置在下部的第 1 角度检测器 11 的刻度盘上的第 1 传感器头 12、12...之一与配置在上部的第 2 角度检测器 13 的刻度盘上的第 2 传感器头 14 的刻度信号的差(SA1);接着同样地测量下部相邻的其它传感器头 12 与上部的第 2 传感器头 14 的差(SA2);同样地测量其它第 1 传感器头 12 与第 2 传感器头 14 的差,求出这些(SA1、SA2、SA3、SA4、SA5)的平均值 SAV 时,求出上部的第 2 角度检测器 13 的校正曲线。

[0009] 当将从下部的第 1 角度检测器 11 输出的角度误差设为 a_1 、从上部的第 2 角度检测

器 13 输出的角度误差设为 b_i 时,差成为 $SA_j=b_i-a_{i+(j-1)N/M}$, 平均值 SAV 成为下式。

[0010] [式 1]

$$[0011] \quad SAV_i = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M SA_{j_i} \quad (1)$$

$$[0012] \quad = b_i - \frac{1}{M} (a_i + a_{i+N/M} + \dots + a_{i+(j-1)N/M} + \dots + a_{i+(M-1)N/M})$$

[0013] 这里, $i=1,2,3\cdots,N$ 为刻度线的编号, N 为设置在刻度盘上的刻度的总数。 M 为第 1 传感器头的数量。

[0014] 第 1 传感器头 12 在设置了 5 个位置的情况下以一周 360° 的 5 分之 1 的角度间隔来进行配置。在配置 M 个角度检测器的情况下,同样地配置为 M 分之 1 的等角度间隔。这被叫做等分割平均法。

[0015] 角度误差不仅是图 1 所示的刻度线的理想的位置与实际的位置的角度误差,而且还包含由于角度检测器自身的轴偏心的影响、角度检测器的老化等的影响导致的角度误差。

[0016] 特别是,具有如刻度和轴偏心导致的角度误差那样与旋转角度同步的同步角度误差、以及如旋转轴的轴承导致的角度误差、如温度、老化那样依赖于测量环境的以轴抖动等为起因的角度误差那样与旋转角度非同步的非同步角度误差。

[0017] 申请人如下述专利文献 2 所示那样为了在使用基于等分割平均法的自校正方法来进行校正时解除与校正装置内的角度检测器的旋转轴的连接时所产生的轴偏心造成的误差,提出了如下带自校正功能的角度检测器:通过由内置于角度检测器本体的运算装置或者电连接的运算装置能够获得还包含角度检测器自身的轴偏心的影响、角度检测器的老化等的刻度的校正值,由此能够始终进行正确的校正,并且能够进行小型化。

[0018] 先行技术文献

[0019] 专利文献 1:日本专利第 2972652 号公报

[0020] 专利文献 2:日本专利第 3826207 号公报

发明内容

[0021] (发明要解决的问题)

[0022] 根据上述专利文献 2 的带自校正功能的角度检测器,其目的在于,能够构成检测刻度的角度误差、廉价、并且还能够应对高速的旋转轴的精度高的带自校正功能的角度检测器,并且着眼于能够由运算处理来分离与该角度误差的旋转角度同步的同步角度误差和非同步的非同步角度误差而提供测量非同步角度误差的轴抖动测量方法,并且提供通过能够检测非同步角度误差来还具备轴抖动测量功能、在加工机械的主轴、发动机、汽车的驱动器轴等上的各种设置也能够容易地进行的具备轴抖动测量功能的带自校正功能的角度检测器。

[0023] (解决问题的方案)

[0024] 为了解决上述问题,本发明的轴抖动测量方法使用了带自校正功能的角度检测器,该带自校正功能的角度检测器在固定于旋转轴的刻度盘的周围等角度间隔地配设多个传感器头,当将该传感器头中的一个选择为基准传感器头时,求出该基准传感器头与其它



传感器头的每一个的测量差之和,通过将该和除以所述传感器头的个数来获得平均值从而求出自校正值,该轴抖动测量方法包括如下步骤:将选择为所述基准传感器头的传感器头依次变更为其它传感器头,针对全部的传感器头分别求出将其设为基准头的情况下的所述自校正值;将各自校正值错开与特定的传感器头的所述刻度盘中的配置上的角度,使相位符合将该特定的传感器头设为基准头的情况下的自校正值;求出关于所述相位变换后的各自校正值的平均值;以及从所述的相位变换后的各自校正值减去关于所述相位变换后的各自校正值的平均值,只取出非同步角度误差。

[0025] 另外,本发明的具备轴抖动测量功能的带自校正功能的角度检测器,该带自校正功能的角度检测器在固定于旋转轴的刻度盘的周围等角度间隔地配设多个传感器头,当将该传感器头中的一个选择为基准传感器头时,求出该基准传感器头与其它传感器头的每一个的测量差之和,通过将该和除以所述传感器头的个数来获得平均值从而求出自校正值,该具备轴抖动测量功能的带自校正功能的角度检测器具备:自校正值运算单元,将选择为所述基准传感器头的传感器头依次变更为其它传感器头,对全部的传感器头分别求出将其设为基准头的情况下的所述自校正值;相位变换单元,将各自校正值错开与特定的传感器头的配置上的角度,使相位符合将该特定的传感器头设为基准头的情况下的自校正值;平均值运算单元,求出关于所述相位变换单元的各个运算结果的全部的平均值;以及动态误差抽取单元,从所述相位变换单元的各个运算结果中减去所述平均值运算单元的运算结果,只取出非同步角度误差。

[0026] (发明的效果)

[0027] 根据本发明,使内置于带自校正功能的角度检测器的运算装置、或者以布线连接的运算装置具备对角度检测器自身抽取非同步角度误差的功能,因此例如能够在配置于发动机的曲柄轴、汽车的驱动器轴的角度检测器具备检测旋转轴的抖动的功能,能够以小型轻量化、低成本来提高角度检测器的功能性。

附图说明

[0028] 图4~图9的图中所示的  表示第 j 个传感器头检测出刻度盘的刻度编号 $i=1$ 的位置,  表示第 j 个传感器头在开始测定时检测出的刻度盘的刻度编号的位置。

[0029] 另外,图10的 Δ 表示测定开始位置,箭头表示相对于旋转的非同步角度误差的变动方向。

[0030] 图1是表示旋转编码器的原理的图。

[0031] 图2是表示使用了等分割平均法的角度检测器的图。

[0032] 图3是表示将5个传感器头等间隔地配置在刻度盘上的实施例的图。

[0033] 图4是表示计算作为前提的带自校正功能的角度检测器中的各传感器头的校正值的结果的图。

[0034] 图5是表示结合了图4的计算结果的相位的数据的图。

[0035] 图6是表示图5的数据的平均值的图。

[0036] 图7是表示计算出的非同步角度误差的图。

[0037] 图8是表示使非同步角度误差时间为一体的结果的图。

[0038] 图 9 是表示将非同步角度误差投影到定义在旋转面上的 XY 坐标时的状态的图。

[0039] 图 10 是以定义在旋转面上的 XY 坐标来表示非同步角度误差的图。

具体实施方式

[0040] [实施例]

[0041] 首先,说明作为本发明的前提的带自校正功能的角度检测器。

[0042] 在本例中,如图 3 那样在连结于旋转轴的刻度盘的周围等角度间隔地配置 5 个传感器头,根据其检测值通过内置于检测器本体的运算装置或者电连接的运算装置进行如下述那样的运算处理来进行角度检测。

[0043] 这里, i 是刻度编号, N 是刻度盘的刻度总数, j 是传感器头编号,传感器头数量设为 M 。在检测出刻度线的原点信号后开始测定第 $j=1$ 个传感器头,将之后检测的刻度编号设为第 $i=1$ 个。测定开始后第 j 个传感器头检测的角度误差 $\alpha_{1i,j}$ 由与旋转角度同步的同步角度误差 S_i 和非同步的非同步角度误差 \vec{D}_{1i} 构成。

[0044] 即,

[0045] [式 2]

$$[0046] \quad \alpha_{1i,j} = S_{i+\frac{N}{M}(j-1)} + (\vec{D}_{1i} \cdot \vec{e}_j) \quad (2)$$

[0047] 此外, $\alpha_{1i,j}$ 和 \vec{D}_{1i} 的下标 $1i$ 表示第 1 个传感器头检测出的刻度盘的刻度编号, \vec{e}_j 是各传感器头位置相对于刻度盘的切线方向的单位矢量。

[0048] 一般,从将传感器头配置了 M 个的传感器头中的两个传感器头输出的角度信号之差 δ 以各自的角度误差之差来表示。即在将与第 j 个传感器头进行比较的传感器头设为第 k 个的情况下,以下面的式来表示。

[0049] [式 3]

$$[0050] \quad \delta_{1i,j,k} = \alpha_{1i,j} - \alpha_{1i,k} = S_{i+\frac{N}{M}(j-1)} - S_{i+\frac{N}{M}(k-1)} + [(\vec{D}_{1i} \cdot \vec{e}_j) - (\vec{D}_{1i} \cdot \vec{e}_k)] \quad (3)$$

[0051] 在传感器头为 5 个 ($M=5$) 的情况下,以第 j 个传感器头为基准传感器头时的式 3 展开为下式。

[0052] [式 4]

[0053] $M = 5$

$$[0054] \quad \delta_{1i,j,1} = \alpha_{1i,j} - \alpha_{1i,1} = S_{i+\frac{N}{5}j} - S_{i+\frac{N}{5}0} + [(\vec{D}_{1i} \cdot \vec{e}_j) - (\vec{D}_{1i} \cdot \vec{e}_1)]$$

$$[0055] \quad \delta_{1i,j,2} = \alpha_{1i,j} - \alpha_{1i,2} = S_{i+\frac{N}{5}j} - S_{i+\frac{N}{5}1} + [(\vec{D}_{1i} \cdot \vec{e}_j) - (\vec{D}_{1i} \cdot \vec{e}_2)] \quad (4)$$

$$[0056] \quad \delta_{1i,j,3} = \alpha_{1i,j} - \alpha_{1i,3} = S_{i+\frac{N}{5}j} - S_{i+\frac{N}{5}2} + [(\vec{D}_{1i} \cdot \vec{e}_j) - (\vec{D}_{1i} \cdot \vec{e}_3)]$$

$$[0057] \quad \delta_{1i,j,4} = \alpha_{1i,j} - \alpha_{1i,4} = S_{i+\frac{N}{5}j} - S_{i+\frac{N}{5}3} + [(\vec{D}_{1i} \cdot \vec{e}_j) - (\vec{D}_{1i} \cdot \vec{e}_4)]$$

$$[0058] \quad \delta_{i_i, j, 5} = a_{i_i, j} - a_{i_i, 5} = S_{i+\frac{N}{5}j} - S_{i+\frac{N}{5}4} + [(\bar{D}_{i_i} \cdot \bar{e}_j) - (\bar{D}_{i_i} \cdot \bar{e}_5)]$$

[0059] 式 3 中以第 j 个传感器头为基准传感器头, 获得与各自的传感器头的角度信号之差 δ , 求出将其平均的值 μ 。即,

[0060] [式 5]

$$[0061] \quad \mu_{i_i, j} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M \delta_{i_i, j, k}$$

$$[0062] \quad = S_{i+\frac{N}{M}(j-1)} - \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M S_{i+\frac{N}{M}(k-1)} + \left[(\bar{D}_{i_i} \cdot \bar{e}_j) - \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M (\bar{D}_{i_i} \cdot \bar{e}_k) \right] \quad (5)$$

$$[0063] \quad = S_{i+\frac{N}{M}(j-1)} - \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M S_{i+\frac{N}{M}(k-1)} + (\bar{D}_{i_i} \cdot \bar{e}_j)$$

$$[0064] \quad = a_{i_i, j} - \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M S_{i+\frac{N}{M}(k-1)}$$

$$[0065] \quad \because \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M (\bar{D}_{i_i} \cdot \bar{e}_k) = 0$$

[0066] 注意, \bar{e}_j 是各传感器头位置相对于刻度盘的切线方向的单位矢量。

[0067] 这样, 通过求出第 1 个基准传感器头、与第 1 个 ~ 第 5 个各个的传感器头的测量差来获得平均值 μ , 能够求出式 1 所示的 $a_{i_i, j}$ 的自校正值。其中, 右边第 2 项

$-\frac{1}{M} \sum_{k=1}^M S_{i+\frac{N}{M}(k-1)}$ 在进行了 $a_{i_i, j}$ 的频率分量分析的情况下, 成为只具有 $a_{i_i, j}$ 的 M 的倍

数次的频率分量的值。图 4 中表示使传感器头为 5 个 (M=5) 的情况下的基准传感器头的编号 j 从 1 变化到 5 时的自校正值的计算结果。

[0068] 如以上那样, 在固定于旋转轴的刻度盘的周围等角度间隔地配设多个传感器头, 当将多个传感器头中的一个选择为基准传感器头时, 求出该基准传感器头与其它传感器头的每一个的测量差之和, 将该和除以传感器头的个数 5 来获得平均值, 从而能够求出自校正值。

[0069] 另外, 在式 5 中, 使基准传感器头的编号 j 从 1 变化到 M 时的各 $\mu_{i_i, j}$ 所示的自校正值在相同的 i 中具有同时性, 但是作为刻度的校正值是各传感器头的配置位置的偏移,

即错开刻度的角度相位 $\varphi = \frac{N}{M}(k-1)$ 。

[0070] 于是, 以使得该同时性消失、但是刻度的角度相位变得相等的方式进行变换。

[0071] 该变换后的值 $\mu_{i_i, j}(\varphi \triangleq t)$ 以式 6 来表示。

[0072] [式 6]

[0073]

$$\mu_{i_i, j}(\varphi \triangleq t) = \mu_{i+\frac{N}{M}(j-1), j}$$

[0074]

$$= \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M \delta_{i-\frac{N}{M}(j-1), j, k}$$

[0075]

$$= S_{i-\frac{N}{M}(j-1)+\frac{N}{M}(j-1)} - \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M S_{i-\frac{N}{M}(j-1)+\frac{N}{M}(k-1)} + \left(\bar{D}_{i-\frac{N}{M}(j-1)} \cdot \bar{e}_j \right) \quad (6)$$

[0076]

$$= S_i - \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M S_{i+\frac{N}{M}(k-1)} + \left(\bar{D}_{i-\frac{N}{M}(j-1)} \cdot \bar{e}_j \right)$$

[0077] 这样变换了角度相位之后的平均值表示在图 5 中。

[0078] 这里, $\sum_{k=1}^M S_{i-\frac{N}{M}(j-1)+\frac{N}{M}(k-1)}$ 和 $\frac{1}{M} \sum_{k=1}^M S_{i+\frac{N}{M}(k-1)}$ 是对将 S_i 各错开相位的 M 个数

据进行平均, 因此表示相等的结果。

[0079] 因而, 该平均 $\bar{\mu}_i(\varphi \triangleleft t)$ 表示如下。

[0080] [式 7]

[0081]

$$\bar{\mu}_i(\varphi \triangleleft t) = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \mu_{i,j}(\varphi \triangleleft t) = S_i - \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M S_{i+\frac{N}{M}(k-1)} + \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \left(\bar{D}_{i-\frac{N}{M}(j-1)} \cdot \bar{e}_j \right) \quad (7)$$

[0082] 该平均 $\bar{\mu}_i(\varphi \triangleleft t)$ 的值表示在图 6 中。

[0083] 通过从 $\mu_{i,j}(\varphi \triangleleft t)$ 减去该平均值 $\bar{\mu}_i(\varphi \triangleleft t)$, 消除同步角度误差 S_i , 能够只由非同步角度误差 $\bar{D}_{i,j}$ 的式来表示。即,

[0084] [式 8]

[0085]

$$D_{i,j}(\varphi \triangleleft t) = \mu_{i,j}(\varphi \triangleleft t) - \bar{\mu}_i(\varphi \triangleleft t)$$

[0086]

$$= \left[S_i - \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M S_{i+\frac{N}{M}(k-1)} + \left(\bar{D}_{i-\frac{N}{M}(j-1)} \cdot \bar{e}_j \right) \right] - \left[S_i - \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M S_{i+\frac{N}{M}(k-1)} + \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \left(\bar{D}_{i-\frac{N}{M}(j-1)} \cdot \bar{e}_j \right) \right]$$

[0087]

$$= \left(\bar{D}_{i-\frac{N}{M}(j-1)} \cdot \bar{e}_j \right) - \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \left(\bar{D}_{i-\frac{N}{M}(j-1)} \cdot \bar{e}_j \right) \quad (8)$$

[0088]

$$= \left(\bar{D}_{i-\frac{N}{M}(j-1)} \cdot \bar{e}_j \right) - d_i$$

[0089] 其中, 表现为 $d_i = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \left(\vec{D}_{i+\frac{N}{M}(j-1)} \cdot \vec{e}_j \right)$ 。

[0090] 该运算结果表示在图 7 中。

[0091] 式 8 中, 角度刻度的相位一致, 但是时间不一致, 因此通过使角度相位回复

$\varphi = \frac{N}{M}(k-1)$, 能够抽取同时刻的非同步角度误差。

[0092] 将角度的相位与测定同样地错开、恢复了时间的同时性的值 $D_{i,j}(\varphi \triangleright t)$ 以式 9 表示。

[0093] [式 9]

[0094]

$$D_{i,j}(\varphi \triangleright t) = \left(\mu_{i,j}(\varphi \triangleleft t) - \bar{\mu}_i(\varphi \triangleleft t) \right)_{\varphi \triangleright t}$$

[0095]

$$= \left(\vec{D}_{i+\frac{N}{M}(j-1)+\frac{N}{M}(j-1)} \cdot \vec{e}_j \right) - d_{i+\frac{N}{M}(j-1),j} \quad (9)$$

[0096]

$$= (\vec{D}_{ii} \cdot \vec{e}_j) - d_{i+\frac{N}{M}(j-1),j}$$

[0097] 式 9 的右边第 2 项的值 $d_{i+\frac{N}{M}(j-1),j}$ 表示在不同时间的不同的传感器头位置检测出

的 $(\vec{D}_{ii} \cdot \vec{e}_j)$ 的平均值, 接近具有 $(\vec{D}_{ii} \cdot \vec{e}_j)$ 的频率分量分析时的 M 的倍数次分量的频率

分量的值。因而, 式 9 的右边第 2 项的值 $d_{i+\frac{N}{M}(j-1),j}$ 一般比 $(\vec{D}_{ii} \cdot \vec{e}_j)$ 充分小。在这种情

况下, 能够将式 9 如式 10 那样视作 $(\vec{D}_{ii} \cdot \vec{e}_j)$ 。

[0098] 即,

[0099] [式 10]

[0100]

$$D_{i,j}(\varphi \triangleright t) \doteq (\vec{D}_{ii} \cdot \vec{e}_j) \quad (10)$$

[0101] 将使非同步角度误差 \vec{D}_{ii} 的时间一致的结果 $D_{i,j}(\varphi \triangleright t)$ 的例子表示在图 8 中。

[0102] 图 8 所示的 $D_{i,j}(\varphi \triangleright t)$ 成为将图 3 所示的非同步角度误差 \vec{D}_{ii} 向各传感器头位置的圆的切线方向投影时的强度。因而, 在将该值以旋转面状地定义 XY 坐标, 计算在投影

非同步角度误差 \vec{D}_{1i} 时的在 X、Y 方向上的强度时, 获得图 9 所示的值。

[0103] 当将图 9 所示的 X 轴和 Y 轴的强度以 XY 坐标表示为非同步角度误差 \vec{D}_{1i} 时, 表示为图 10 那样。

[0104] 通过将该值根据需要投影到 XY 坐标, 能够定量地评价旋转的非同步角度误差要因。

[0105] 即, 在该例子的情况下, 旋转编码器使用了刻度间隔为 $20 \mu\text{m}$ 间隔、刻度总数 $N=16384$ 的刻度盘。 $20 \mu\text{m}$ 间隔与 $360 \text{度} / 16384 \text{刻度} = \text{约 } 79 \text{秒(角度)}$ 相对应。

[0106] 因而, 图 9 的非同步角度误差的约 4 秒(角度) 通过下面的换算约与 $1 \mu\text{m}$ 相当。

[0107] [式 11]

[0108]

$$20 \mu\text{m} \times \frac{4''}{79''} \approx 1 \mu\text{m} \quad (11)$$

[0109] 从该非同步角度误差获得的约 $1 \mu\text{m}$ 的变位的要因假定是以球轴承的球形状的不均匀性、轴承的内轮与外轮的间隙导致的变位为原因的轴抖动。

[0110] 如果以上的运算处理由内置于检测器本体的运算装置或者电连接的运算装置来进行处理, 则检测器本体不用结构上的改造而只追加程序就能够实现能够正确地测量轴抖动的具备轴抖动测量功能的带自校正功能的角度检测器。

[0111] (产业上的可利用性)

[0112] 如以上那样根据本发明, 能够在内置于带自校正功能的角度检测器的运算装置或者通过布线连接的运算装置中实现仅追加程序软件即可对上述的角度检测器自身抽取非同步角度误差的功能, 因此能够以廉价且小型来检测例如加工机械的主轴、发动机的曲柄轴、汽车的驱动器轴等的旋转轴的抖动, 能够作为安全装置或者异常检测装置等而广泛应用。

[0113] (附图标记说明)

[0114] 11: 第 1 角度检测器; 12: 配置在第 1 角度检测器上的第 1 传感器头; 13: 第 2 角度检测器; 14: 配置在第 2 角度检测器上的第 2 传感器头。

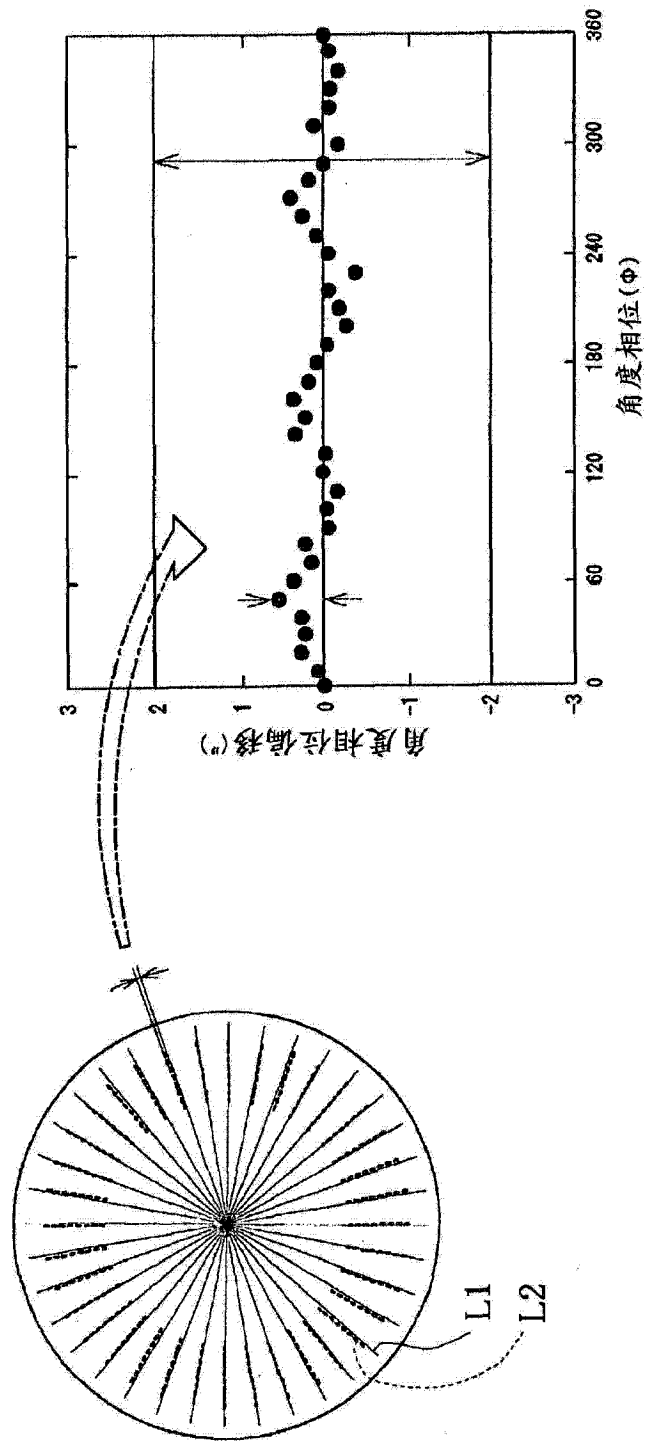


图 1

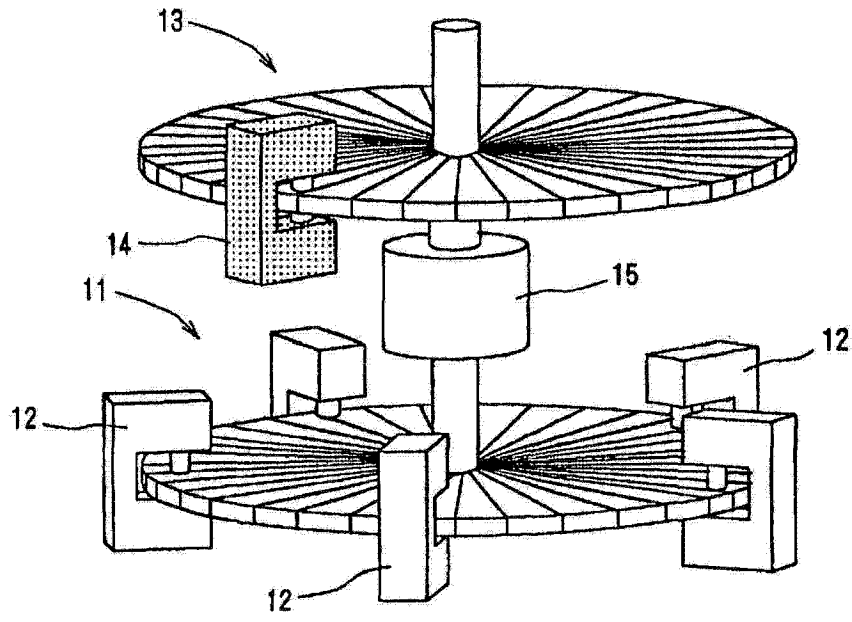


图 2

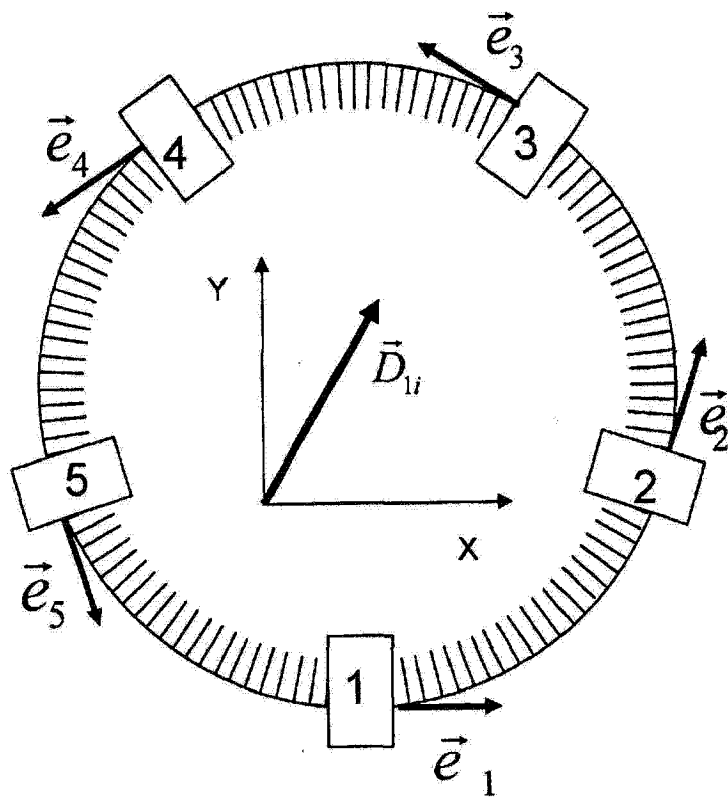


图 3

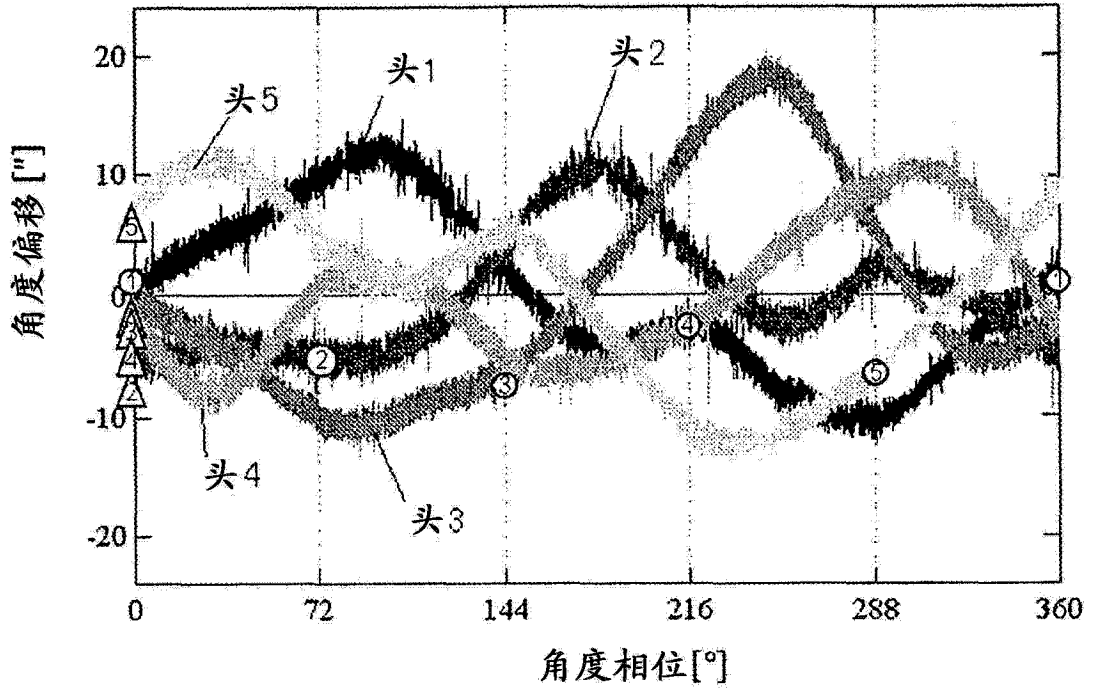


图 4

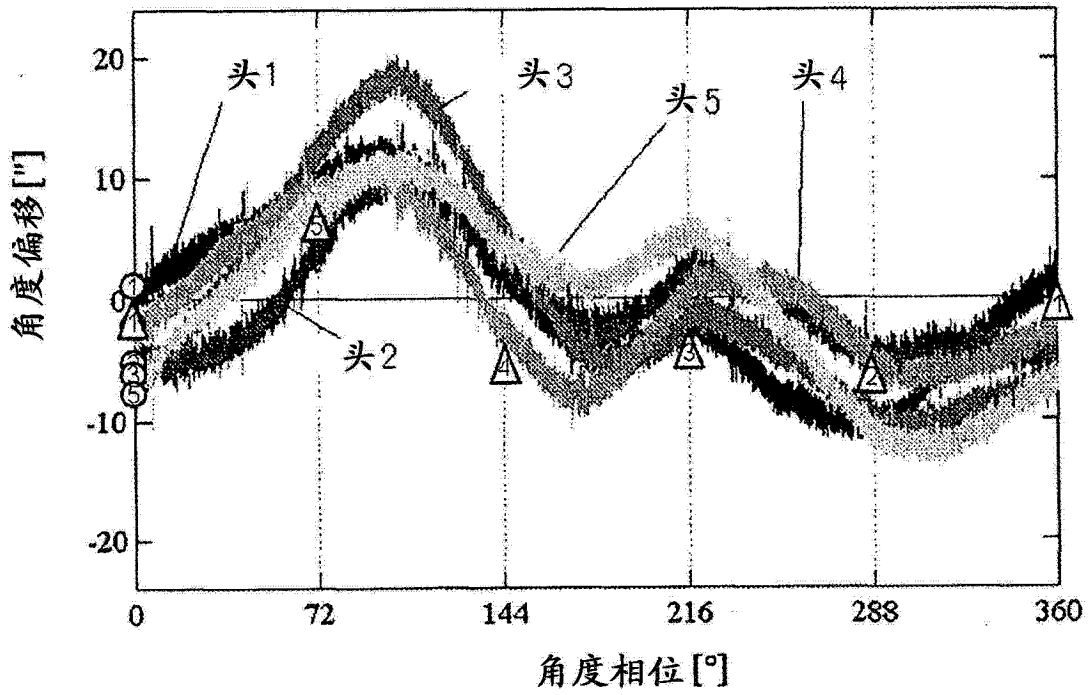


图 5

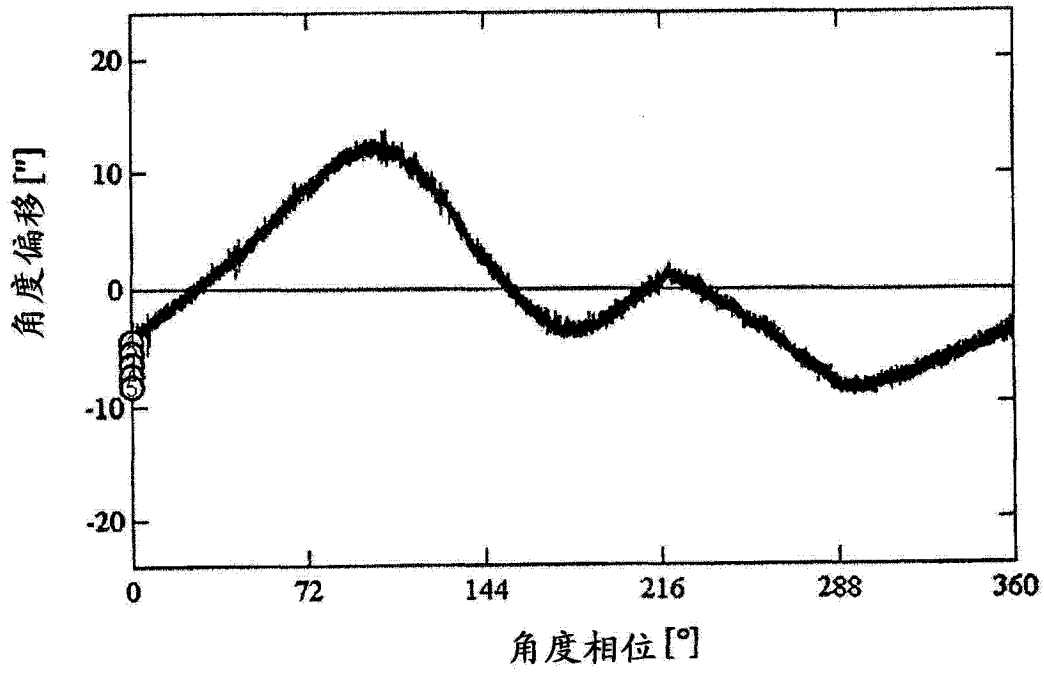


图 6

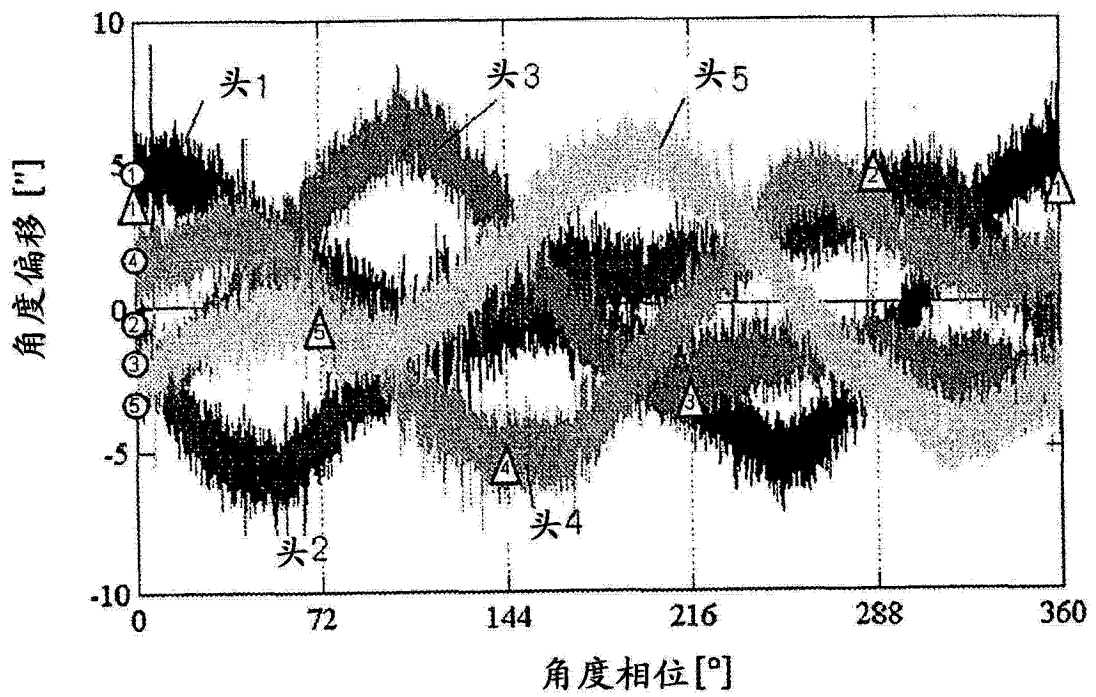


图 7

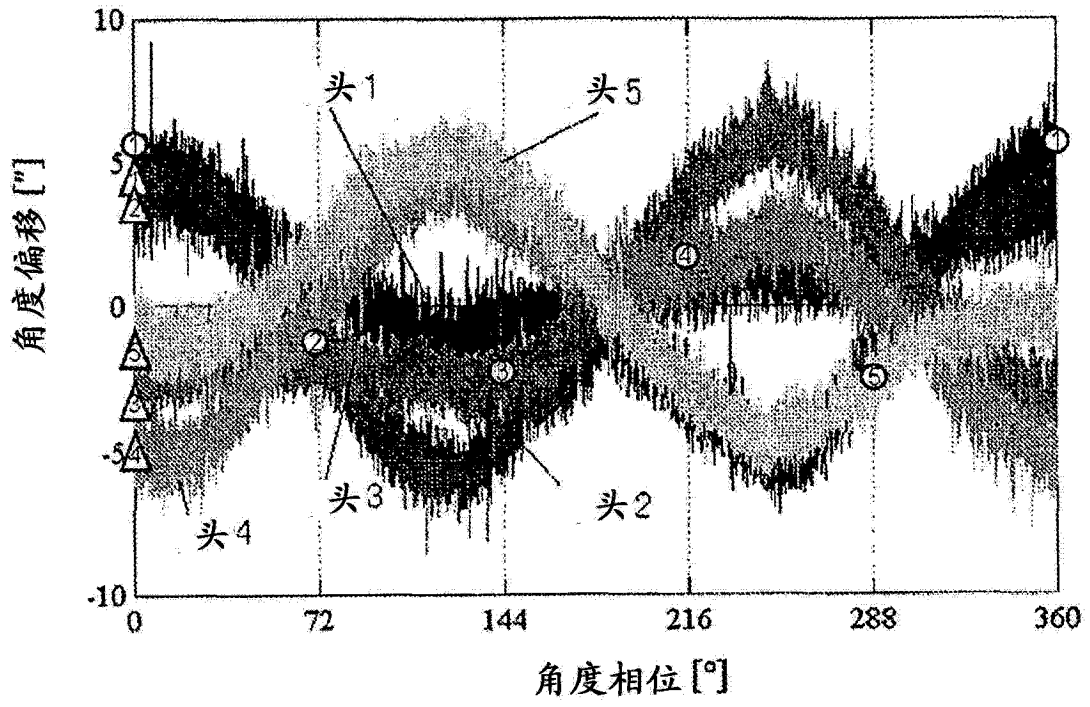


图 8

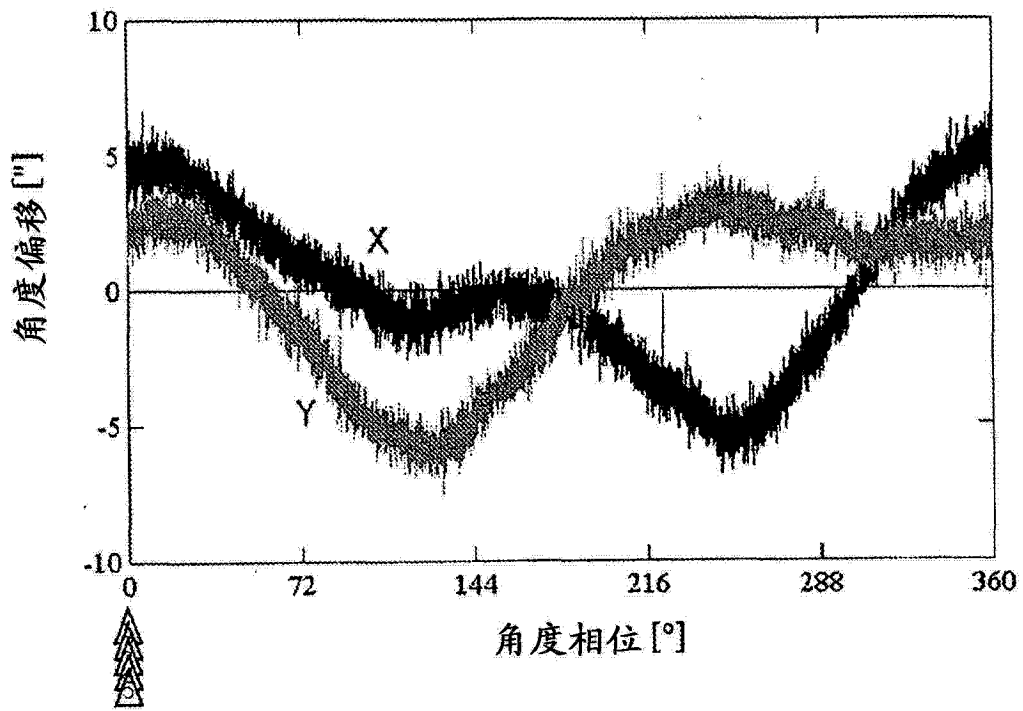


图 9

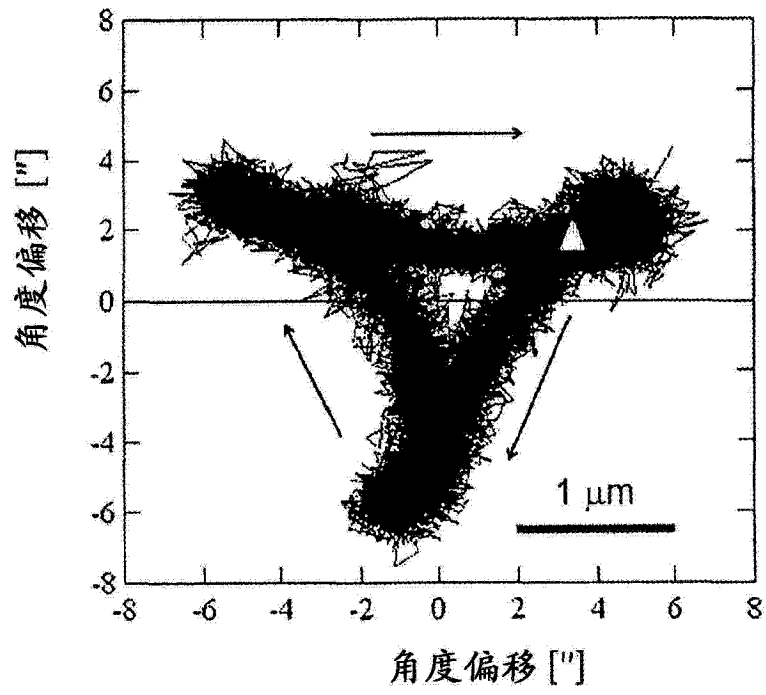


图 10