



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103075965 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 01

(21) 申请号 201210413781. 8

(22) 申请日 2012. 10. 25

(30) 优先权数据

2011-233748 2011. 10. 25 JP

(71) 申请人 株式会社三丰

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 木村彰秀

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所（普通合伙） 11277

代理人 刘新宇

(51) Int. Cl.

G01B 11/02 (2006. 01)

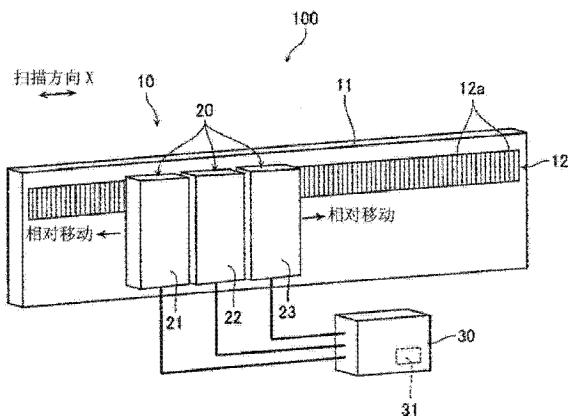
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

位移检测装置、标尺校准方法和标尺校准程
序

(57) 摘要

本发明涉及一种位移检测装置、标尺校准方
法和标尺校准程序，所述位移检测装置包括：标
尺，其具有光学格子；检测单元，其被配置为能够
在扫描方向上相对于所述标尺移动，所述检测单
元至少包括设置在所述扫描方向上以根据所述光
学格子检测位置信息的第一检测部、第二检测部
和第三检测部；以及计算部，用于通过基于所述
检测单元所检测到的位置信息来确定所述检测部
的位置并计算测量误差，来获得针对所述标尺的
刻度的自校准曲线；其中，所述检测单元被设置
为，所述第一检测部和所述第二检测部之间的距
离与所述第二检测部和所述第三检测部之间的距
离互不相同并且不形成整数倍的关系。



1. 一种位移检测装置,包括 :

标尺,其具有光学格子;

检测单元,其被配置为能够在扫描方向上相对于所述标尺移动,所述检测单元具有至少包括第一检测部、第二检测部和第三检测部的 n 个检测部,所述 n 个检测部沿所述扫描方向排列并且用于根据所述光学格子检测位置信息,其中 n 是不小于 3 的整数;以及

计算部,用于通过基于所述检测单元所检测到的位置信息确定所述检测部的位置并计算测量误差,来获得针对所述标尺的刻度的自校准曲线,

其中,所述检测单元被设置为,所述第一检测部和所述第二检测部之间的距离与所述第二检测部和所述第三检测部之间的距离互不相同并且不形成整数倍的关系;以及

所述计算部通过重复在所述扫描方向上移动所述检测单元的操作,直到所述第一检测部、所述第二检测部和所述第三检测部中的一个检测部所检测到的位置信息被另一个检测部检测到,并且基于所检测到的位置信息以及检测到所述位置信息的检测部之间的距离计算测量误差,来获得针对所述标尺的刻度的自校准曲线。

2. 根据权利要求 1 所述的位移检测装置,其中,

所述第一检测部和所述第二检测部之间的距离与所述第二检测部和所述第三检测部之间的距离的差值小于所述 n 个检测部在物理上能够设置的最小距离 d。

3. 根据权利要求 1 所述的位移检测装置,其中,

所述计算部使所述检测单元在所述扫描方向上往返移动,并获取所述位置信息。

4. 根据权利要求 1 所述的位移检测装置,还包括 :

存储单元,用于存储所述自校准曲线;

其中,所述计算部通过参考存储在所述存储单元中的所述自校准曲线来校正所述刻度的测量误差。

5. 一种位移检测装置的标尺校准方法,其中

所述位移检测装置包括 :

标尺,其具有光学格子;

检测单元,其被配置为能够在扫描方向上相对于所述标尺移动,所述检测单元具有用于根据所述光学格子检测位置信息并至少包括第一检测部、第二检测部和第三检测部的 n 个检测部,其中 n 为不小于 3 的整数,所述第一检测部和所述第二检测部之间的距离与所述第二检测部和所述第三检测部之间的距离互不相同并且不形成整数倍的关系;以及

计算部,其用于通过基于所述检测单元所检测到的位置信息确定所述检测部的位置并计算测量误差,来获得针对所述标尺的刻度的自校准曲线;

所述标尺校准方法包括 :

重复在所述扫描方向上移动所述检测单元的操作,直到所述第一检测部、所述第二检测部、所述第三检测部中的一个检测部所检测到的位置信息被另一个检测部检测到;

通过基于所检测到的位置信息以及检测到所述位置信息的检测部之间的距离计算测量误差,来获得针对所述标尺的刻度的自校准曲线;以及

通过参考所获得的自校准曲线来校正所述光学格子的位置信息。

6. 一种标尺校准程序,用于使计算机执行位移检测装置的标尺校准方法,其中

所述位移检测装置包括 :

标尺，其具有光学格子；

检测单元，其被配置为能够在扫描方向上相对于所述标尺移动，所述检测单元具有用于根据所述光学格子检测位置信息并至少包括第一检测部、第二检测部和第三检测部的 n 个检测部，其中 n 为不小于 3 的整数，所述第一检测部和所述第二检测部之间的距离与所述第二检测部和所述第三检测部之间的距离互不相同并且不形成整数倍的关系；以及

计算部，用于通过基于所述检测单元所检测到的位置信息确定所述检测部的位置并计算测量误差，以获得针对所述标尺的刻度的自校准曲线；

所述程序包括：

重复在所述扫描方向上移动所述检测单元的操作，直到所述第一检测部、所述第二检测部和所述第三检测部中的一个检测部所检测到的位置信息被另一个检测部检测到；

通过基于所检测到的位置信息以及检测到该位置信息的检测部之间的距离计算测量误差，来获得针对所述标尺的刻度的自校准曲线；以及

通过参考所获得的自校准曲线来校正所述光学格子的位置信息。

位移检测装置、标尺校准方法和标尺校准程序

技术领域

[0001] 本发明涉及一种应用于直线编码器、旋转编码器等的位移检测装置、标尺校准方法和标尺校准程序。

背景技术

[0002] 通常在出厂之前对诸如编码器等位移测量装置的测量误差进行评估。诸如激光干涉仪等高精度位移传感器用作误差评估的基准。由此获得的误差数据以出厂前检查表的形式与编码器一起出厂,以用作用于保证编码器性能的重要数据。

[0003] 然而,当编码器的标尺附着于机床、测量装置等应用时,根据标尺的材料和长度以及固定方法,编码器的标尺可能会产生变形。在一些情况下,标尺所产生的变形可能会引起相对于所要求的规格而言无法忽视程度的测量误差,由此将会破坏预先评估出的误差数据的可靠性。

[0004] 作为解决该问题的方法,考虑在用户的应用中设置基准位移传感器以对编码器的测量误差进行机上校准。尽管如此,不期望由于位移传感器的设置所需的人力以及高精度位移传感器的价格给用户造成负担。

[0005] 另一方面,例如,已知一种在这类位移检测装置中的针对标尺的刻度上的测量误差的自校准的方法 (JP2008224578A 以及 "Satoshi Kiyono, "Intelligent Precision Measurement", The Japan Society for Precision Engineering, 2009, Vol. 75, No. 1, pp. 89 –90")。使用这些自校准的方法使得可以对编码器的测量误差进行校准,而无需在应用中设置高精度位移传感器。

[0006] 然而,当如 JP2008224578A 以及 "Satoshi Kiyono, "Intelligent Precision Measurement", The Japan Society for Precision Engineering, 2009, Vol. 75, No. 1, pp. 89 –90" 所公开的那样,以预定距离的间隔来设置多个传感器时,测量误差的采样间隔变得与传感器排列的间距相同。由此,无法正确地对周期的长度不大于排列间距的两倍的测量误差进行校正,因此,允许进行校准的测量误差的频率受到限制。

[0007] 尽管可以考虑减小传感器排列间距来解决这个问题,但是需要将使得传感器在物理上互不干扰的这样一种最小距离作为排列间距。由此,传感器排列间距的减小受到限制。

[0008] 此外,使用诸如激光干涉仪等高精度位移传感器或者预备基准传感器等并不合适,因为这样的配置变得无意义的昂贵。在由于安装时标尺的变形等导致无法忽视程度的测量误差的情况下,可能需要重新设置基准位移传感器,并且仍然需要大量的费用和人力。

发明内容

[0009] 完成本发明来解决这一问题,并且本发明的目的在于提供一种位移检测装置、标尺校准方法和标尺校准程序,其可以简单且低成本地实现而无需任何激光干涉仪或基准标尺等,从而可以精确地校准刻度上的测量误差。

[0010] 根据本发明的位移检测装置,包括:标尺,其具有光学格子;检测单元,其被配置

为可以在扫描方向上相对于所述标尺移动,所述检测单元具有设置在所述扫描方向上以根据所述光学格子检测位置信息并至少包括第一检测部、第二检测部和第三检测部的 n 个检测部 (n 是不小于 3 的整数);以及计算部,用于通过基于所述检测单元所检测到的位置信息确定所述检测部的位置并计算测量误差,来获得针对所述标尺的刻度的自校准曲线;其中,所述检测单元被设置为,所述第一检测部和所述第二检测部之间的距离与所述第二检测部和所述第三检测部之间的距离互不相同并且不形成整数倍的关系;以及所述计算部通过重复在所述扫描方向上移动所述检测单元的操作,直到所述第一至第三检测部中的一个检测部所检测到的位置信息被另一个检测部检测到,并且基于所检测到的位置信息以及检测到所述位置信息的检测部之间的距离计算测量误差,来获得所述标尺的刻度上的自校准曲线。

[0011] 在这种结构中,作为用于获取输出数据的间隔的采样间隔可以设置为小于检测单元的检测部之间的距离,从而能够获得具有更精细的刻度的自校准曲线。因此,可以利用一种低成本的配置来精确地校准测量误差。

[0012] 在本发明的一个实施方式中,所述第一检测部和所述第二检测部之间的距离与所述第二检测部和所述第三检测部之间的距离的差值小于所述 n 个检测部在物理上能够设置的最小距离 d。

[0013] 在本发明另一实施方式中,所述计算部使所述检测单元在所述扫描方向上往返移动,并获取所述位置信息。

[0014] 在本发明另一实施方式中,还包括:存储单元,用于存储所述自校准曲线;其中,所述计算部通过参考存储在所述存储单元中的所述自校准曲线来校正所述刻度的测量误差。

[0015] 根据本发明的标尺校准方法是一种位移检测装置的标尺校准方法,其中,所述位移检测装置包括:标尺,其具有光学格子;检测单元,其被配置为可以在扫描方向上相对于所述标尺移动,所述检测单元具有用于根据所述光学格子检测位置信息并至少包括第一检测部、第二检测部和第三检测部的 n 个检测部 (n 为不小于 3 的整数),所述第一检测部和所述第二检测部之间的距离与所述第二检测部和所述第三检测部之间的距离互不相同并且不形成整数倍的关系;以及计算部,其用于通过基于所述检测单元所检测到的位置信息确定所述检测部的位置并计算测量误差,来获得针对所述标尺的刻度的自校准曲线;所述标尺校准方法包括:重复在所述扫描方向上移动所述检测单元的操作,直到所述第一至第三检测部中的一个检测部所检测到的位置信息被另一个检测部检测到;通过基于所检测到的位置信息以及检测到所述位置信息的检测部之间的距离计算测量误差,来获得针对所述标尺的刻度的自校准曲线;以及通过参考所获得的自校准曲线来校正所述光学格子的位置信息。

[0016] 根据本发明的标尺校准程序是一种用于使计算机执行位移检测装置的标尺校准方法的标尺校准程序;所述位移检测装置包括:标尺,其具有光学格子;检测单元,其被配置为可以在扫描方向上相对于所述标尺移动,所述检测单元具有用于根据所述光学格子检测位置信息并至少包括第一检测部、第二检测部和第三检测部的 n 个检测部 (n 为不小于 3 的整数),所述第一检测部和所述第二检测部之间的距离与所述第二检测部和所述第三检测部之间的距离互不相同并且不形成整数倍的关系;以及计算部,用于通过基于所述检测

单元所检测到的位置信息确定所述检测部的位置并计算测量误差,以获得针对所述标尺的刻度的自校准曲线;所述程序包括:重复在所述扫描方向上移动所述检测单元的操作,直到所述第一至第三检测部中的一个检测部所检测到的位置信息被另一个检测部检测到;通过基于所检测到的位置信息以及检测到该位置信息的检测部之间的距离计算测量误差,来获得针对所述标尺的刻度的自校准曲线;以及通过参考所获得的自校准曲线来校正所述光学格子的位置信息。

[0017] 根据本发明,使得简单且低成本地进行配置就能够精确地校准标尺的刻度上的测量误差成为可能。

附图说明

[0018] 根据下述的具体说明以及附图将更全面地理解本发明,这些内容仅作描述用,而不用于限制本发明,其中:

[0019] 图 1 是示出构成根据本发明的实施方式的位移检测装置的光电编码器的结构的示意图。

[0020] 图 2 是用于解释针对标尺的刻度的自校准的基本原理的图。

[0021] 图 3 是用于解释基本原理的图。

[0022] 图 4 是用于解释光电编码器中的检测单元的结构的图。

[0023] 图 5 是用于解释检测单元中的步进的图。

[0024] 图 6 是用于基于根据本发明的实施例和比较例的检测单元的仿真模型来对操作进行解释的图。

[0025] 图 7 是用于基于根据实施例的检测单元的仿真模型来对操作进行解释的图。

[0026] 图 8 是用于对构成根据本发明的另一实施方式的位移检测装置的光电编码器中的检测单元的结构进行解释的图。

具体实施方式

[0027] 以下参考附图来具体说明根据本发明实施方式的位移检测装置、标尺校准方法和标尺校准程序。

[0028] 图 1 是示出构成根据本发明实施方式的位移检测装置的光电编码器的构造的示意图。如图 1 所示,光电编码器 100 包括标尺 10、检测单元 20 以及计算部 30。例如,在本实施方式中光电编码器 100 形成为反射型。

[0029] 例如,标尺 10 由带状标尺构成,并具有用于对构成检测单元 20 的检测部 21、22 和 23(第一、第二和第三检测部)的测量点的位置进行检测的位置信息。对标尺 10 进行设置以使得从检测单元 20 的检测部 21~23 照射的光线朝向检测部 21~23 反射。顺便提及,可以设置 n 个检测部,其中 n 是不小于 3 的整数。

[0030] 如图 1 所示,标尺 10 包括胶片状矩形板 11、以及设置在板 11 上的轨迹 12。板 11 的长度方向是在进行测量时标尺 10 相对于检测单元 20 的移动方向(扫描方向 X)。

[0031] 轨迹 12 由图案 12a 构成。图案 12a 是以预定间距(例如,微米量级)的间隔沿着扫描方向 X 排列的图案,从而周期性地设置亮部和暗部。

[0032] 检测单元 20 形成为使得检测单元 20 能够在扫描方向 X 上相对于标尺 10 移动。检

测部 21~23 各自检测来自标尺 10 的位置信息。例如,对各个检测部 21~23 进行设置,以使得:第一检测部 21 的测量点和第二检测部 22 的测量点之间的距离为物理上可以设置的最小距离 d,第二检测部 22 的测量点和第三检测部 23 的测量点之间的距离为大于最小距离 d 的距离 $\alpha_i d$ ($i=2, 3 \dots, n-1$)。顺便提及, α_i 是大于 1 的非整数常数。

[0033] 具体来说,各个检测部 21~23 将光线照射到标尺 10(轨迹 12) 上,并接收来自标尺 10 的反射光。检测单元 20 基于各个检测部 21~23 所接收到的光线来检测各个检测部 21~23 的测量点的位置信息。

[0034] 计算部 30 基于检测到的位置信息来确定各个检测部 21~23 的测量点的位置。计算部 30 对各个检测部 21~23 所检测到的标尺 10 的刻度上的测量误差进行计算,并获得精度曲线(自校准曲线)。例如,计算部 30 由计算机的内置 CPU 构成,该 CPU 将获得的自校准曲线存储在存储部 31 中、从存储部 31 读取标尺校准程序并执行程序,从而执行例如参考自校准曲线来对标尺 10 的刻度上的测量误差进行校正的处理或者完成各种操作。

[0035] 图 2 和图 3 是用于解释标尺刻度的自校准的基本原理的图。如图 2 所示,准备检测单元 200,其包括沿标尺 209 并排设置的检测部 201 和检测部 202,其中标尺 209 具有因变形所造成的间距位移。例如,将检测部 201 和 202 的测量点之间的距离设为 d,将检测部 201 和 202 的输出分别设为 $m_1(x)$ 和 $m_2(x)$ 。这里,假设 $f(x)$ 是测量误差,则将输出 $m_1(x)$ 给出为 $m_1(x)=x+f(x)$,并且将输出 $m_2(x)$ 给出为 $m_2(x)=(x+d)+f(x+d)$ 。

[0036] 为了进行测量,检测单元 200 以预定间距的间隔沿扫描方向 X(逐步) 移动,并且逐步地对检测部 201 和 202 的输出 $m_1(x)$ 和 $m_2(x)$ 进行采样。在扫描标尺 209 的整个长度所需步数为 n、且检测单元 200 所设置的各次步进的量为 D_{STEP} 的情况下,检测部 201 和 202 在第 i 步进 ($i=0, 1, \dots, n$) 时的输出 $m_1(D_{STEP} \cdot i)$ 和 $m_2(D_{STEP} \cdot i)$ 由以下表达式(1)和(2)分别给出。

[0037] [数学式 1]

$$m_1(D_{STEP} \cdot i) = D_{STEP} \cdot i + f(D_{STEP} \cdot i) \dots (1)$$

[0039] [数学式 2]

$$m_2(D_{STEP} \cdot i) = D_{STEP} \cdot i + d + f(D_{STEP} \cdot i + d) \dots (2)$$

[0041] 由此,可以发现,与输出 $m_1(D_{STEP} \cdot i)$ 相比,输出 $m_2(D_{STEP} \cdot i)$ 具有 d 的偏移。顺便提及,需要通过某种方法预先获得检测部 201 和 202 的测量点之间的距离 d。

[0042] 如图 3 所示,当检测单元 200 在扫描方向 X 中的一个方向(例如,沿图中向右的方向)上逐步移动时,对各次步进的量进行控制,以使得检测部 201 的输出 $m_1(D_{STEP})$ 对准检测部 202 的输出 $m_2(0)$,其中检测部 201 设置在移动方向的后侧,检测部 202 设置在移动方向的前侧并与检测部 201 相距一个步长的距离。在这种情况下,检测部 201 和 202 的测量点之间的距离 d 是已知的。因此,当检测部 201 的输出变成与前次步进时检测部 202 的输出相等时,各次步进的量变得与测量点之间的距离 d 相等,使得下述表达式(3)成立。

[0043] [数学式 3]

$$D_{STEP} = d \dots (3)$$

[0045] 顺便提及,当检测单元 200 第一次逐步移动时(当 $i=1$ 时),需要使检测部 201 的输出对准初始位置时检测部 202 的输出。因此,期望标尺 209 是绝对标尺,但是根据位置信息检测方法,标尺 209 可以为增量标尺。

[0046] 第 i 步进 ($i=0, 1, \dots, n$) 的测量误差 $f(d \cdot i)$ 可以根据上述表达式 (1) 和 (3) 而表达为下述表达式 (4)。

[0047] [数学式 4]

$$[0048] f(d \cdot i) = m_1(d \cdot i) - d \cdot i \quad \dots (4)$$

[0049] 在上述表达式 (4) 中, 在将采样位置用作测量基准的情况下, 基于检测部 201 的输出来计算测量误差。如果在各次步进完成之后得到检测部 201 的输出并基于该输出来对上述表达式 (4) 进行计算, 则能够得到标尺 209 的整个长度上的测量误差 $f(d \cdot i)$, 并且基于该测量误差 $f(d \cdot i)$ 能够得到自校准曲线。

[0050] 尽管当使用这种自校准曲线来对标尺 209 的刻度进行校正时可以提高编码器的精确度, 但上述基本原理的配置不能用来校准更高频率的高精度刻度的测量误差, 这是因为测量点之间的距离 d 的减小受到限制。因此, 根据本实施方式的位移检测装置使用具有至少三个检测部的检测单元 20 来进行如下自校准。

[0051] 图 4 是用于解释光电编码器中检测单元的结构的图。图 5 是用于对检测单元中的步进进行解释的图。尽管图 1 所示的检测单元 20 形成为具有第一到第三检测部 21~23, 但检测单元 20 可以形成为具有更多数量的检测部。因此, 这里将基于检测单元 20 具有 n (n 是不小于 3 的整数) 个检测部的假定来进行说明。

[0052] 如图 4 中所示, 检测单元 20 具有 n 个检测部, 即, 第 1 检测部 21 到第 n 检测部 n 。对于从第 1 检测部 21 到第 n 检测部 n , 各个检测部的测量点之间的距离被设置为 $d, a_2d, a_3d, \dots, a_{n-1}d$ 。 a_i 是预先计算出的大于 1 的非整数常数。

[0053] 首先, 获取在初始位置时各个检测部 21~ n 的测量点处的输出数据。然后, 以下方式获取第一次步进中的测量点处的输出数据: 在基于在初始位置时所获得的输出数据对各次步进的量进行控制的情况下, 使检测单元 20 在扫描方向 X 逐步移动, 由此使得, 例如, 第一次步进时第一检测部 21 的测量点处的输出对准初始位置时第二检测部 22 的测量点处的输出。

[0054] 然后, 以下方式获取第二次步进中的测量点处的输出数据: 同样在基于第一步进时所获得的输出数据对各次步进的量进行控制的情况下, 使检测单元 20 逐步移动, 由此使得, 例如, 第二次步进时第一检测部 21 的测量点处的输出对准第一次步进时第二测量部 22 的测量点处的输出。

[0055] 以下方式进一步获取第三次步进中测量点处的输出数据: 类似地, 在基于在初始位置时所获得的输出数据对各次步进的量进行控制的情况下, 使检测单元 20 逐步移动, 由此使得, 例如, 第三次步进时第一检测部 21 的测量点处的输出对准初始位置时第三测量部 23 的测量点处的输出。

[0056] 如果在各次步进时基于第二检测部 22 到第 n 检测部 n 的测量点处获得的输出数据来对各次步进的量进行控制的情况下使检测单元 20 逐步移动, 以使得例如第一检测部 21 的测量点处的输出对准第二检测部 22 到第 n 检测部 n 的测量点处的输出, 则将出现采样间隔小于距离 d (例如, 间隔 $(a_2-1) \cdot d < d$) 的区域。

[0057] 此外, 当在标尺的整个长度上重复上述步进时, 可以随机获得小于距离 d 的采样间隔。因此, 尽管从检测部 21 到检测部 n 的各个检测部的测量点之间的距离都被配置为不小于 d , 但能够以不大于 d 的采样间隔来计算测量误差, 并且能够获得自校准曲线来校正标

尺的位置信息。

[0058] 尽管用于计算测量误差的测量基准为采样位置,但是可以基于已知的测量点距离 d 到 $\alpha_{n-1}d$ 来反算出所有的采样位置。这样,可以在不使用任何昂贵的配置的情况下形成根据本实施方式的位移检测装置,并能够简单、低成本并且精确地对刻度的测量误差进行校准。

[0059] 下面将利用实施例来具体说明上述结构。图 6 是用于基于根据本发明的实施例以及比较例的检测单元的仿真模型来对操作进行解释的图。图 7 是用于基于根据实施例的检测单元的仿真模型来对操作进行解释的图。

[0060] 如图 6 中所示,根据本实施例的检测单元 20 具有三个检测部,其中,第一检测部 21 和第二检测部 22 的测量点之间的距离 d 被设置为 10mm,第二检测部 22 和第三检测部 23 的测量点之间的距离 $\alpha_2 d$ 被设置为 12.5mm。

[0061] 另一方面,根据比较例的检测单元 20A 具有两个检测部,其中,第一检测部 21 和第二检测部 22 的测量点之间的距离 d 被设置为 10mm。由此,检测单元 20 形成为使得上述参数满足 $n=3$, $d=1$ 和 $\alpha_2=1.25$,相反,检测单元 20A 形成为使得上述参数满足 $n=2$ 和 $d=1$ 。

[0062] 以如下方式模拟出在 100mm 的范围内所得到的采样点位置,即:检测单元 20 或 20A 各自逐步移动,以使得第一检测部 21 的测量点处的输出对准第二检测部 22 和第三检测部 23 的测量点处的输出。结果,从 60mm 之后的移动区域明显看出,根据本实施例的检测单元 20 的采样间隔是 2.5mm,相反,根据比较例的检测单元 20A 的采样间隔在整个区域上为 10mm。

[0063] 这表明,本实施例中的采样间隔是比较例中的采样间隔的 1/4。即,这表明,即使测量点之间的距离大于等于 10mm,也可以计算出采样间隔小于等于 10mm 时的测量误差。因此,与比较例相比,可以精确地校准刻度的测量误差。

[0064] 顺便提及,在图 6 所示的示例中,本实施例中的采样间隔在 0~60mm 的移动区域内并不总是 2.5mm。因此,明显看出,可以进一步得到更高的精确度。因此期望配置为如下:检测单元 20 在标尺 10 的检测范围中往返移动,以增加如图 7 所示的采样位置。

[0065] 具体来说,在前向路径中以上述方式获得采样位置,并以如下方式在后向路径中增加采样位置:逐步移动检测单元 20,以使得例如第三检测部 23 的测量点处的输出对准在前向路径中所获得的第一检测部 21 和第二检测部 22 的测量点处的输出。这样,能够在标尺的检测范围的整个长度上将采样间隔设置为 2.5mm。

[0066] 尽管如上描述了本发明的实施方式,但本发明不限于此,可以在不背离本发明的主旨的情况下进行各种改变、添加等。例如,光电编码器可以是直线型或旋转型。如图 8 中所示,检测单元 20 的至少三个检测部 21、22 和 23 可由已分隔为至少三个光接收区域的一个光接收元件阵列来构成,并使得例如测量点之间的距离 $d \sim \alpha_{n-1}d$ (图 8 中 d 和 $\alpha_2 d$) 形成为如上所描述的那样。此外,本发明并不仅应用于具有周期性光学格子的增量标尺,还适用于具有伪随机编码图案的绝对标尺以及具有以上两种标尺或其中一种标尺的多轨标尺。

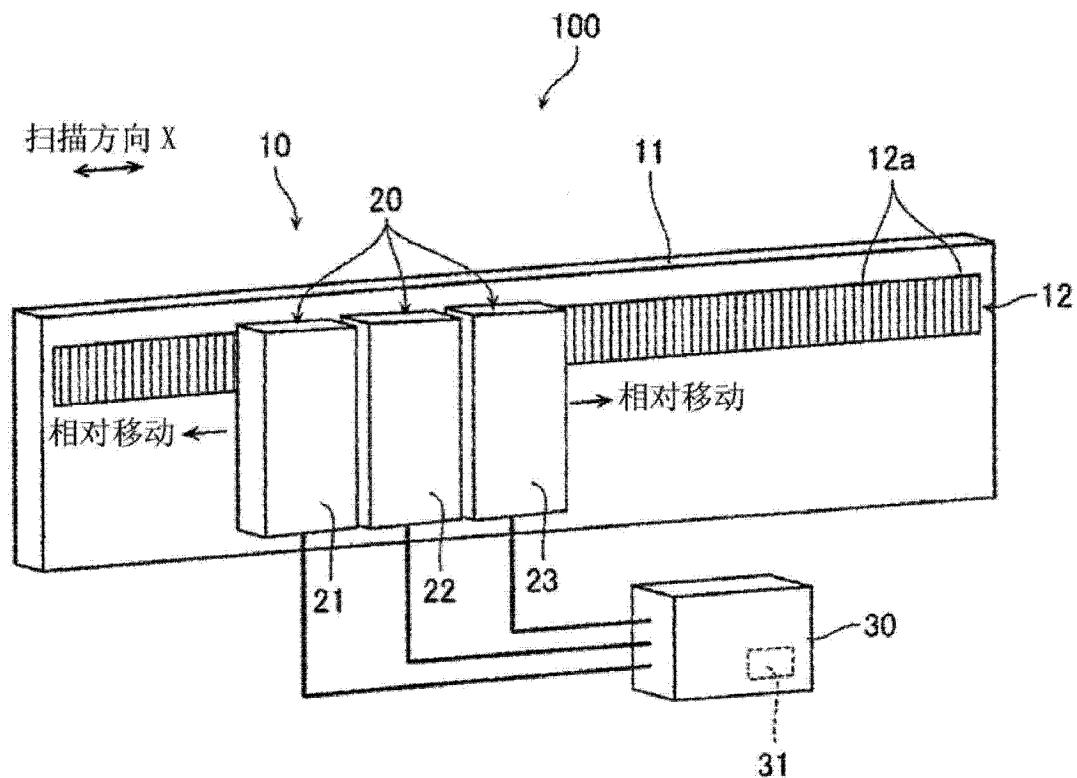


图 1

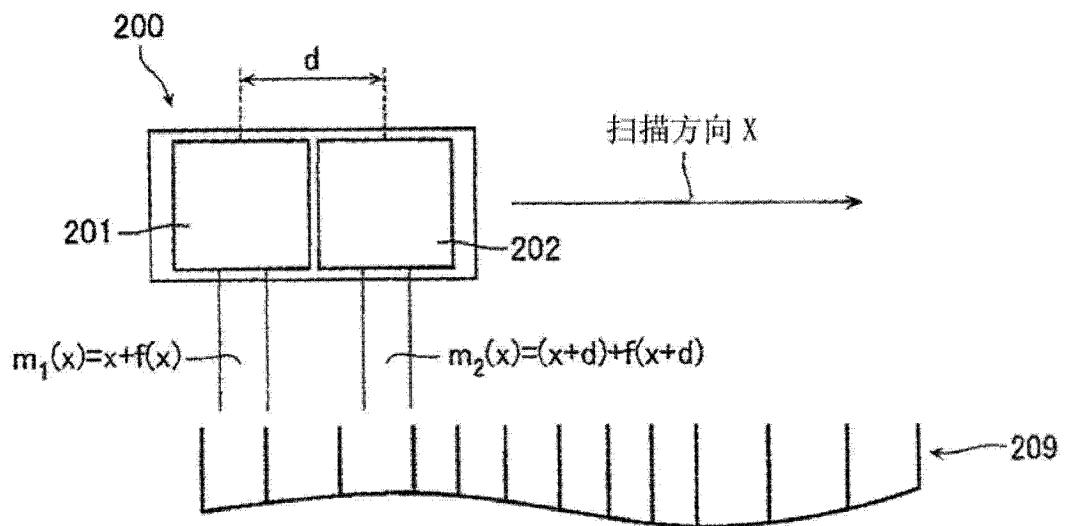


图 2

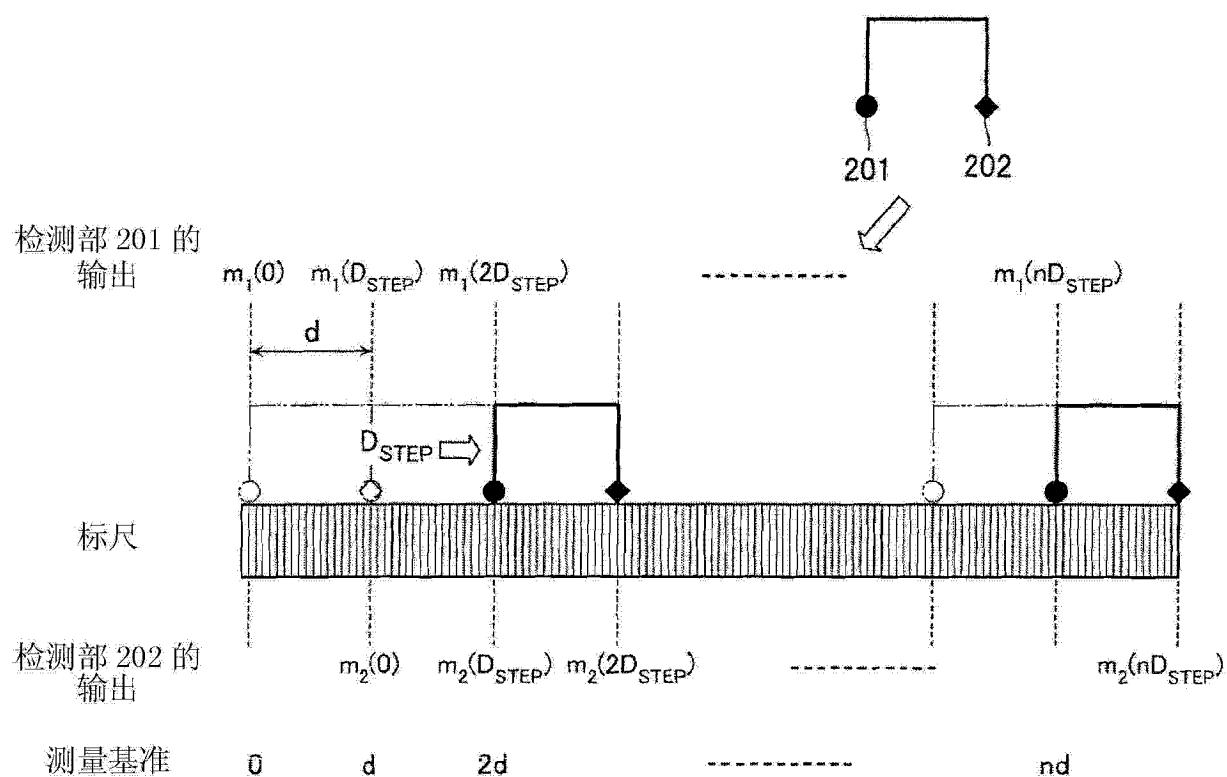


图 3

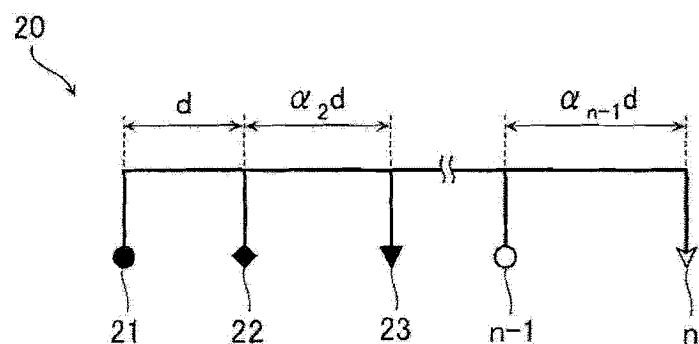


图 4

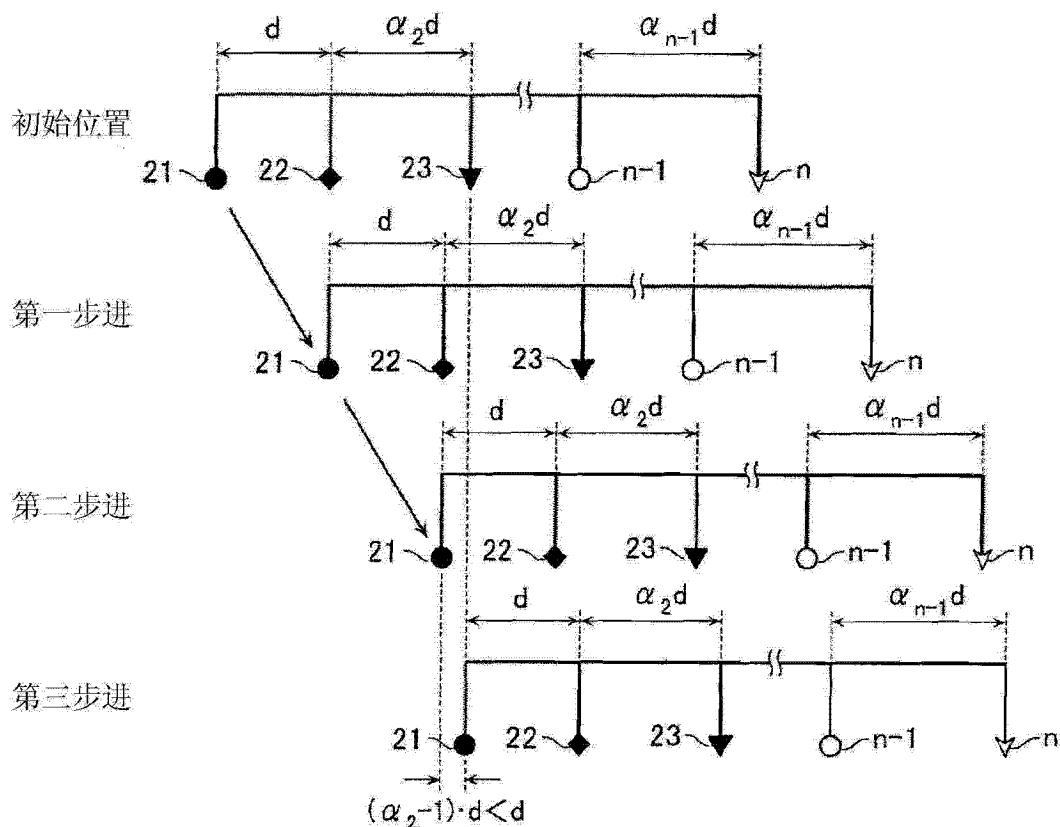


图 5

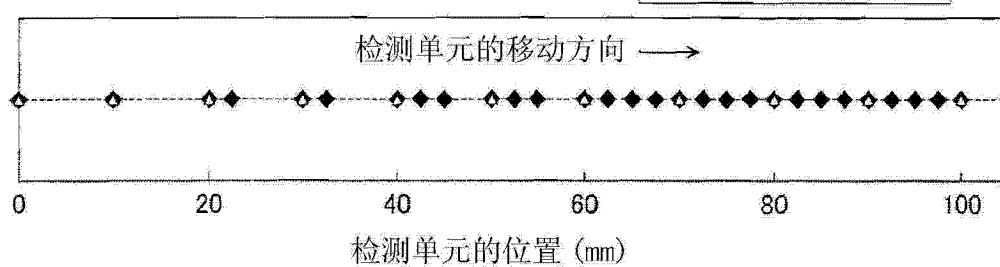
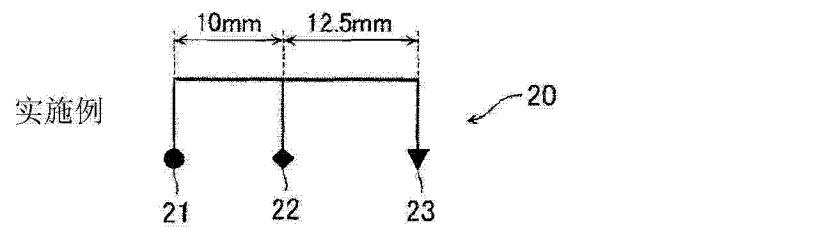


图 6

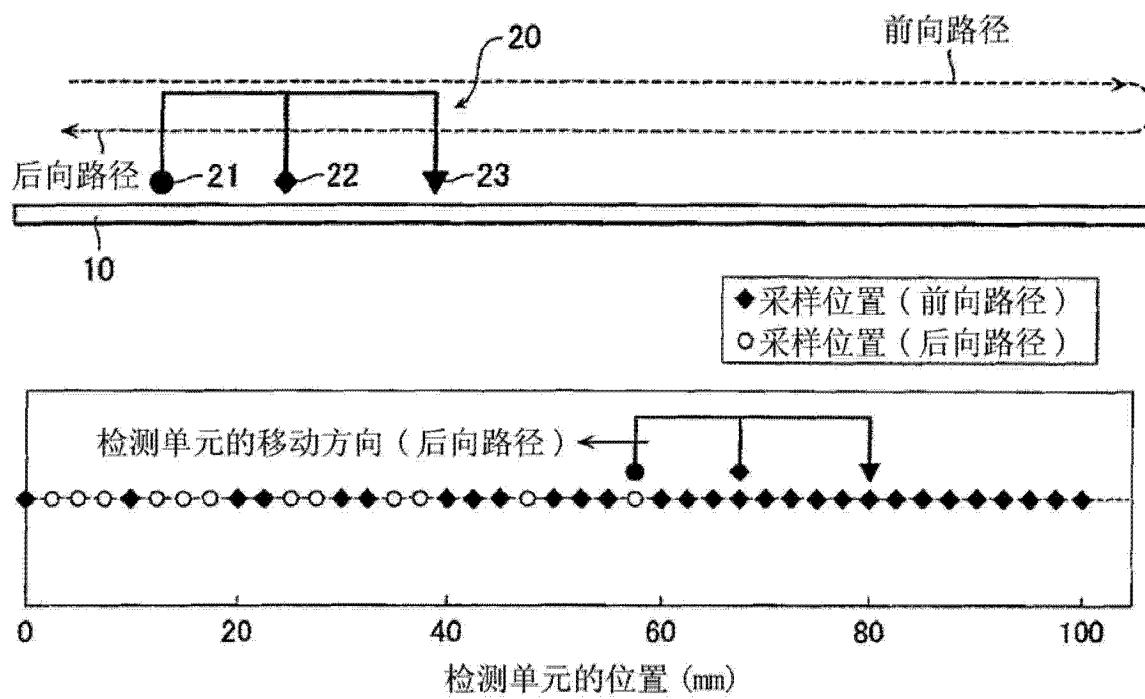


图 7

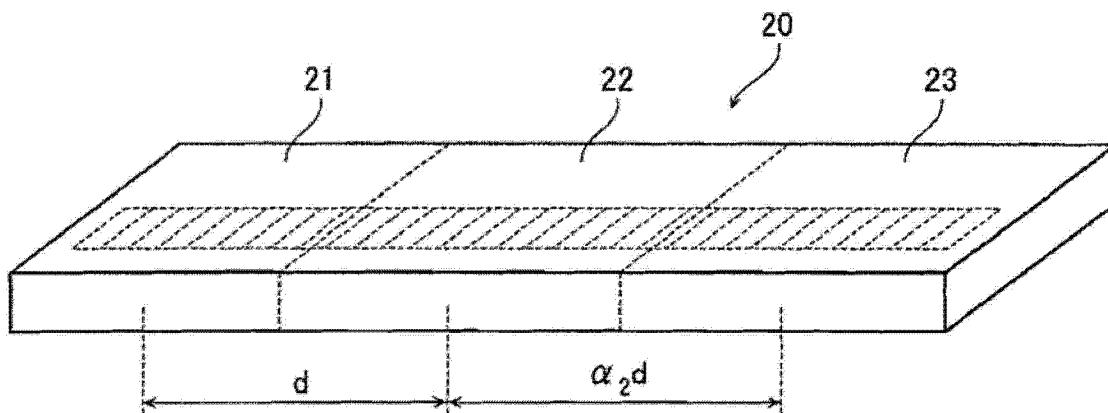


图 8