



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I798331 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：108101380

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 01 月 14 日

(51)Int. Cl. : G01S17/50 (2006.01)

G01P13/00 (2006.01)

(30)優先權：2018/02/02 日本

2018-017543

(71)申請人：日商三共製作所股份有限公司(日本) SANKYO SEISAKUSHO CO. (JP)

日本

(72)發明人：勝又一久 KATSUMATA, KAZUHISA (JP)；高橋直幸 TAKAHASHI, NAOYUKI

(JP)

(74)代理人：劉法正；尹重君

(56)參考文獻：

JP 2004-108774A

審查人員：黃是衡

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：10 共 50 頁

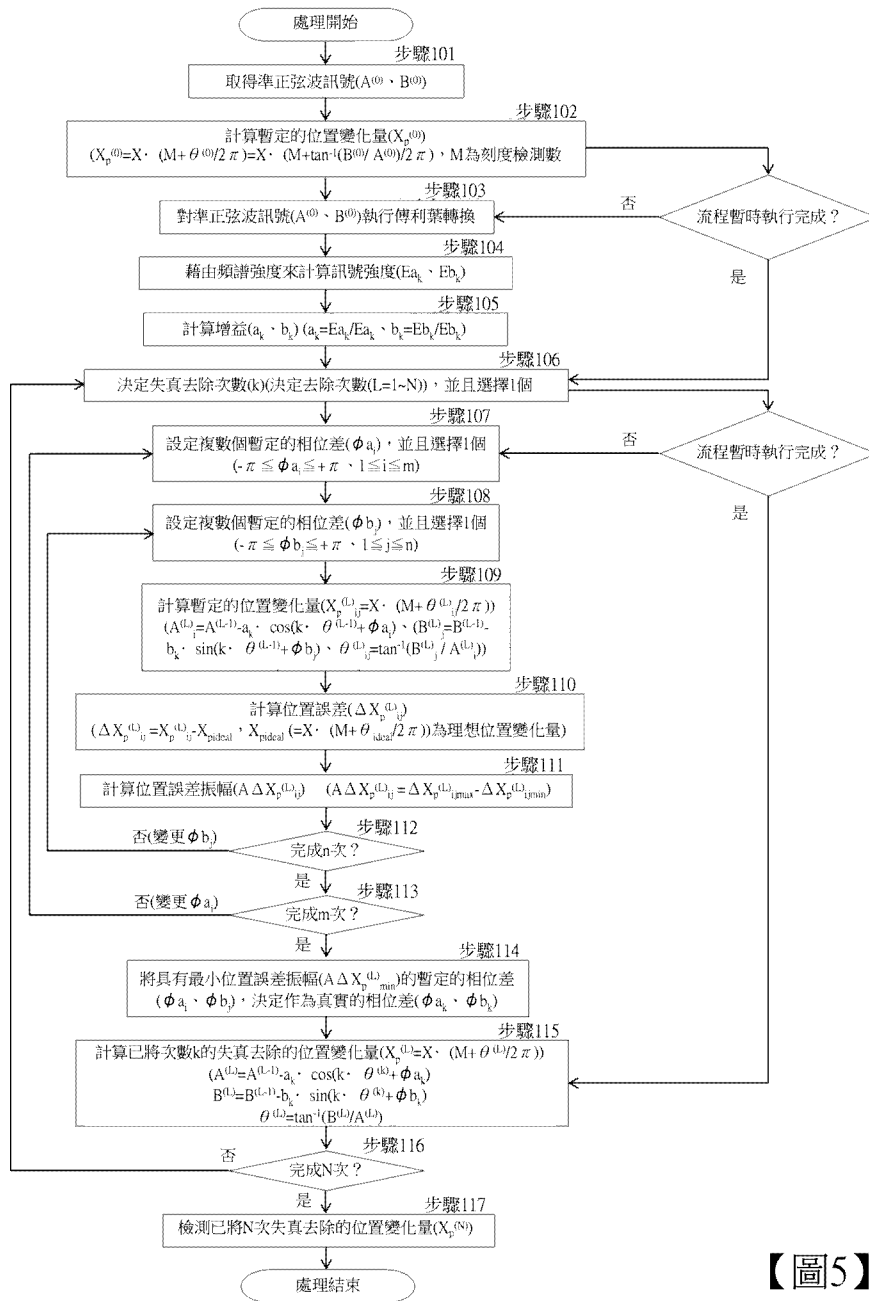
(54)名稱

檢測移動體之運動之位置變化量的方法及裝置

(57)摘要

本發明是提供一種對移動體之運動之位置變化量，藉由以感測器來讀取沿著運動的方向而配置的複數個刻度的方式來進行檢測的方法。該方法包含以下步驟：取得因應於位置變化量的準正弦波訊號之步驟，且前述準正弦波訊號是將複數個刻度當中的 1 個刻度量設為 1 個週期的訊號；對至少 1 個刻度的範圍中的準正弦波訊號執行傅利葉轉換，並且從藉由傅利葉轉換而得到的各頻率成分的頻譜強度，計算基本波成分的訊號強度及至少 1 個高諧波成分的訊號強度之步驟；將至少 1 個高諧波成分的訊號強度的每一個除以基本波成分的訊號強度，藉此計算對應於至少 1 個高諧波成分的每一個的增益之步驟；及以已和對應的增益相乘之各高諧波成分來對準正弦波訊號進行減法計算，藉此檢測位置變化量之步驟。

指定代表圖：



【圖5】



I798331

【發明摘要】

【中文發明名稱】

檢測移動體之運動之位置變化量的方法及裝置

【中文】

本發明是提供一種對移動體之運動之位置變化量，藉由以感測器來讀取沿著運動的方向而配置的複數個刻度的方式來進行檢測的方法。該方法包含以下步驟：取得因應於位置變化量的準正弦波訊號之步驟，且前述準正弦波訊號是將複數個刻度當中的 1 個刻度量設為 1 個週期的訊號；對至少 1 個刻度的範圍中的準正弦波訊號執行傅利葉轉換，並且從藉由傅利葉轉換而得到的各頻率成分的頻譜強度，計算基本波成分的訊號強度及至少 1 個高諧波成分的訊號強度之步驟；將至少 1 個高諧波成分的訊號強度的每一個除以基本波成分的訊號強度，藉此計算對應於至少 1 個高諧波成分的每一個的增益之步驟；及以已和對應的增益相乘之各高諧波成分來對準正弦波訊號進行減法計算，藉此檢測位置變化量之步驟。

【指定代表圖】 圖5

【代表圖之符號簡單說明】

無。

【特徵化學式】

(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

檢測移動體之運動之位置變化量的方法及裝置

【技術領域】

【0001】發明領域

本發明是有關於一種用於檢測移動體的旋轉運動、直線運動等之位置變化量的方法、裝置、及程式。

【先前技術】

【0002】發明背景

為了檢測移動體的旋轉運動、直線運動等之位置變化量，可使用編碼器、分解器(resolver)、感應同步器(inductosyn)等之位置檢測裝置。此位置檢測裝置具備：刻度尺，配置有複數個刻度；感測器，讀取該複數個刻度；及控制部，將來自感測器的讀取資料轉換成移動體的位置變化量。將刻度尺或感測器的其中一個安裝於移動體上。為了以高解析度的方式來讀取移動體的位置變化，只要將刻度尺的1個刻度的間隔縮短即可，但是由於刻度是例如藉由加工來標記的，因此並無法設得無限地細小。更詳細而言，為了測定移動體的位置變化量，有下述之方法：以控制部來對依據感測器的讀取資訊之輸出訊號進行數值運算，而將1個刻度分割得較細小。位置檢測裝置所使用的感測器的輸出訊號一般是矩形波或正弦波的形狀，將1個刻度設為1個週期 360° ，且大多是相位相差 90° 的2相的訊號。感測器的輸出訊號為正弦波訊號的情況下，2相訊號

會成為將1個刻度設為1個週期之 $\cos\theta$ 、 $\sin\theta$ 的形狀。作為分割1個刻度的方法，可列舉例如對2相訊號進行反正切運算的手法(亦即， $\theta = \tan^{-1}(\sin\theta / \cos\theta)$)。在此手法中，可以因應於感測器的輸出訊號的振幅之檢測解析度，而提升位置解析度。但是，因為在感測器的輸出訊號中，除了理想的1個刻度1個週期的正弦波訊號之外，還包含有高諧波成分的失真，所以不只是移動體的真實的位置變化量，還會因應於高諧波成分的失真，而將和實際的位置變化量沒有關係的量也內含而測定。亦即，在計算出相對於所下指令的移動量之移動體的理想位置、與測定位置之間的誤差(位置誤差)的情況下，可將高諧波成分的影響作為和實際的位置變化量沒有關係的誤差來顯現，其中前述測定位置是藉由位置檢測裝置所測定出的位置。為了測定真實的位置變化量及位置誤差，必須從感測器的輸出訊號去除高諧波成分的失真。

【0003】 根據像這樣的問題，在專利文獻1中，揭示有檢測並去除相位相差 90° 的2相正弦波狀訊號中所包含之3次的高諧波成分的失真的方法，在專利文獻2中，揭示有檢測並去除相位相差 90° 的2相正弦波狀訊號中所包含的3次及5次的高諧波成分的失真的方法。

先前技術文獻

專利文獻

【0004】 專利文獻1：日本專利特開2006-112862號
公報

專利文獻2：日本專利特開2008-304249號公報

【發明內容】

【0005】發明概要

發明欲解決之課題

在專利文獻1、2中，可以檢測並去除特定的高諧波成分的失真。但是，在感測器的輸出訊號中，會因刻度的精度、感測器的特性或方式等而包含有各種的高諧波成分的失真，若只能檢測特定的高諧波成分的失真，並無法對各種感測器統一地去除高諧波成分的失真。例如，因感測器的讀取方式是以光學式與磁性式而使失真的特性完全不同，即使是以磁性式，也會因所讀取的刻度在磁化環或在齒輪而使失真的特性完全不同。又，在使用將感測器的輸出訊號放大的放大器等之機器的情況下，也會產生由該等特性所造成之高諧波成分的失真。據此，也有下述情形：即使在某個情況下可以去除高諧波成分的失真，在其他情況下仍然無法去除高諧波成分的失真。

【0006】從而，本發明的目的在於提供一種用於以高精度的方式檢測移動體的旋轉運動、直線運動等之位置變化量，而在各種情況下都可以統一地去除高諧波成分的失真之方法、裝置、及程式。

用以解決課題之手段

【0007】根據本發明的1個觀點，可對移動體之運動之位置變化量，藉由以感測器讀取沿著運動的方向而配置的複數個刻度的方式來進行檢測的方法包含：步驟a)，從

感測器取得因應於位置變化量的準正弦波訊號，且前述準正弦波訊號是將複數個刻度當中的1個刻度量設為1個週期的訊號；步驟b)，對至少1個刻度的範圍中的準正弦波訊號執行傅利葉轉換，並且從藉由傅利葉轉換而得到的各頻率成分的頻譜強度，計算基本波成分的訊號強度及至少1個高諧波成分的訊號強度；步驟c)，將至少1個高諧波成分的訊號強度的每一個除以基本波成分的訊號強度，藉此計算對應於至少1個高諧波成分的每一個的增益；及步驟d)，以已和對應的增益相乘之各高諧波成分來對準正弦波訊號進行減法計算，藉此檢測位置變化量。

【0008】 根據本發明的一具體例，在上述方法中，步驟b)是對各1個刻度的範圍中的準正弦波訊號分別執行傅利葉轉換，以計算各1個刻度的範圍中的基本波成分的訊號強度及至少1個高諧波成分的訊號強度之步驟，步驟c)是計算各1個刻度的範圍中的對應於至少1個高諧波成分的每一個的增益之步驟，步驟d)是以已和各1個刻度的範圍中的對應的增益相乘之各高諧波成分來進行減法計算，藉此檢測各1個刻度的範圍中的位置變化量之步驟。

【0009】 根據本發明的一具體例，在上述方法中，步驟b)是對規定的至少1個刻度的範圍中的準正弦波訊號執行傅利葉轉換，並計算規定的至少1個刻度的範圍中的基本波成分的訊號強度及至少1個高諧波成分的訊號強度之步驟，步驟c)是計算規定的至少1個刻度的範圍中的對應於至少1個高諧波成分的每一個的增益之步驟，步驟d)是將

規定的至少1個刻度的範圍中的各增益，設為複數個刻度的全部的範圍中的各增益，並以已和規定的至少1個刻度的範圍中的對應的增益相乘之各高諧波成分來進行減法計算，藉此檢測複數個刻度的全部的範圍中的位置變化量之步驟。

【0010】根據本發明的一具體例，在上述方法中，步驟d)包含：步驟d1)，針對各高諧波成分，設定相對於基本波成分的複數個暫定的相位差，其中前述基本波成分是將複數個刻度當中的1個設為原點，且成為將1個刻度量設為1個週期之理想的正弦波訊號；步驟d2)，以包含複數個暫定的相位差當中的1個且已和對應的增益相乘之各高諧波成分來對準正弦波訊號進行減法計算，藉此計算暫定的位置變化量；步驟d3)，計算理想的正弦波訊號的理想位置變化量；步驟d4)，以理想位置變化量來對暫定的位置變化量進行減法運算，藉此計算位置誤差；步驟d5)，提取出位置誤差當中的最大即最大位置誤差及最小即最小位置誤差，並以最小位置誤差來對最大位置誤差進行減法運算，藉此計算各暫定的相位差中的位置誤差振幅；步驟d6)，將具有最小的位置誤差振幅之暫定的相位差決定作為真實的相位差，其中前述最小的位置誤差振幅是針對複數個暫定的相位差所計算出的各位置誤差振幅當中最小的位置誤差振幅；及步驟d7)，以包含真實的相位差且已和對應的增益相乘之各高諧波成分來對準正弦波訊號進行減法運算，藉此檢測位置變化量。

【0011】根據本發明的一具體例，在上述方法中，步驟d2)~d7)是在複數個刻度的各1個刻度的範圍中執行。

【0012】根據本發明的一具體例，在上述方法中，步驟d2)~d6)是在複數個刻度當中的至少1個刻度中執行，步驟d7)是將依據步驟d2)~d6)所決定的真實的相位差，設為複數個刻度的全部的範圍中的真實的相位差來執行。

【0013】根據本發明的一具體例，在上述方法中，是將步驟d2)~d7)從至少1個高諧波成分當中次數較小的高諧波成分開始逐次地重複進行。

【0014】根據本發明的一具體例，在上述方法中，是將步驟d2)~d7)從至少1個高諧波成分當中增益較大的高諧波成分開始逐次地重複進行。

【0015】根據本發明的一具體例，在上述方法中，複數個暫定的相位差是在1個週期的範圍中以任意的間隔變大的相位差之群。

【0016】根據本發明的一具體例，在上述方法中，準正弦波訊號是相位相差 90° 的2個準正弦波訊號，步驟d)是以已和對應的增益相乘之各高諧波成分，來對2個準正弦波訊號的每一個進行減法計算，並且將已進行減法計算的2個準正弦波訊號當中之相位延遲 90° 的其中一個準正弦波訊號除以另一個準正弦波訊號，且對已作除法計算的結果進行反正切運算，藉此檢測位置變化量之步驟。

【0017】根據本發明的一具體例，在上述方法中，步驟d)是從所計算出的增益提取事先設定的大小以上的增

益，並且以已和對應的事先設定的大小以上的增益相乘之高諧波成分來對準正弦波訊號進行減法計算，藉此檢測位置變化量之步驟。

【0018】 根據本發明的其他觀點，位置檢測裝置具備：移動體；刻度尺，具有沿著移動體之運動的方向而配置的複數個刻度；感測器，輸出準正弦波訊號，前述準正弦波訊號是將複數個刻度當中的1個刻度量設為1個週期，且因應於移動體之運動之位置變化量的訊號；及控制部，連接於感測器，且具備訊號處理部及儲存部，訊號處理部是構成為可以進行：對至少1個刻度的範圍中的準正弦波訊號執行傅利葉轉換，並且從藉由傅利葉轉換而得到的各頻率成分的頻譜強度，計算基本波成分的訊號強度及至少1個高諧波成分的訊號強度，將至少1個高諧波成分的訊號強度的每一個除以基本波成分的訊號強度，藉此計算對應於至少1個高諧波成分的每一個的增益，並以已和對應的增益相乘之各高諧波成分來對準正弦波訊號進行減法計算，藉此檢測位置變化量。

【0019】 根據本發明的一具體例，在位置檢測裝置中，訊號處理部是進一步構成為可以進行：針對各高諧波成分來從儲存部讀出相對於基本波成分之已設定的複數個暫定的相位差，其中前述基本波成分是将前述複數個刻度當中的1個設為原點，且成為將1個刻度量設為1個週期之理想的正弦波訊號，並以包含複數個暫定的相位差當中的1個且已和對應的增益相乘之各高諧波成分，來對準正弦

波訊號進行減法計算，藉此計算暫定的位置變化量，從儲存部讀出理想的正弦波訊號的理想位置變化量，以理想位置變化量來對暫定的位置變化量進行減法計算，藉此計算位置誤差，提取出位置誤差當中最大即最大位置誤差及最小即最小位置誤差，並以最小位置誤差來對最大位置誤差進行減法計算，藉此計算各暫定的相位差中的位置誤差振幅，將具有最小的位置誤差振幅之暫定的相位差決定作為真實的相位差，其中前述最小的位置誤差振幅是針對複數個暫定的相位差所計算出的各位置誤差振幅當中最小的位置誤差振幅，以包含真實的相位差且已和對應的增益相乘之各高諧波成分，來對準正弦波訊號進行減法計算，藉此檢測位置變化量。

【0020】 根據本發明的一具體例，位置檢測裝置為編碼器、分解器、或感應同步器。

【0021】 根據本發明的其他觀點，是在訊號處理部執行程式，前述訊號處理部是取得準正弦波訊號，前述準正弦波訊號是由讀取沿著移動體之運動的方向而配置的複數個刻度的感測器所輸出的訊號，且是將複數個刻度當中的1個刻度量設為1個週期，且因應於移動體之運動之位置變化量的訊號，前述程式是執行下述步驟：步驟a)，對至少1個刻度的範圍中的準正弦波訊號執行傅利葉轉換，並且從藉由傅利葉轉換而得到的各頻率成分的頻譜強度，計算基本波成分的訊號強度及至少1個高諧波成分的訊號強度；步驟b)，將至少1個高諧波成分的訊號強度的每一個除以

基本波成分的訊號強度，藉此計算對應於至少1個高諧波成分的每一個的增益；及步驟c)，以已和對應的增益相乘之各高諧波成分來對準正弦波訊號進行減法計算，藉此檢測位置變化量。

【0022】根據本發明的一具體例，上述程式在步驟c)中是執行：步驟c1)，針對各高諧波成分來讀出相對於基本波成分之已設定的複數個暫定的相位差，其中前述基本波成分是將前述複數個刻度當中的1個設為原點，且成為將1個刻度量設為1個週期之理想的正弦波訊號；步驟c2)，以包含複數個暫定的相位差當中的1個且已和對應的增益相乘之各高諧波成分，來對準正弦波訊號進行減法計算，藉此計算暫定的位置變化量；步驟c3)，讀出理想的正弦波訊號的理想位置變化量；步驟c4)，以理想位置變化量來對暫定的位置變化量進行減法計算，藉此計算位置誤差；步驟c5)，提取出位置誤差當中最大即最大位置誤差及最小即最小位置誤差，並以最小位置誤差來對最大位置誤差進行減法計算，藉此計算各暫定的相位差中的位置誤差振幅；步驟c6)，將具有最小的位置誤差振幅之暫定的相位差決定作為真實的相位差，其中前述最小的位置誤差振幅是針對複數個暫定的相位差所計算出的各位置誤差振幅當中最小的位置誤差振幅；及步驟c7)，以包含真實的相位差且已和對應的增益相乘之各高諧波成分來對準正弦波訊號進行減法計算，藉此檢測位置變化量。

發明效果

【0023】根據本發明，能夠去除感測器在檢測刻度尺的1個刻度時輸出的正弦波訊號所包含之高諧波成分的失真，並且能夠以高精度的方式來檢測移動體的位置變化量。

【0024】再者，本方面的其他目的、特徵及優點，從以下的有關附加圖式的本發明之實施例的記載應該能清楚明瞭。

【圖式簡單說明】

【0025】圖1A是顯示作為本發明的一實施形態之位置檢測裝置的概略圖，前述位置檢測裝置是檢測安裝有刻度尺且進行旋轉運動的移動體之位置變化量。

圖1B是顯示作為本發明的其他實施形態之位置檢測裝置的概略圖，前述位置檢測裝置檢測安裝有感測器且進行旋轉運動的移動體之位置變化量。

圖2A是顯示作為本發明的其他實施形態之位置檢測裝置的概略圖，前述位置檢測裝置是檢測安裝有刻度尺且進行直線運動的移動體之位置變化量。

圖2B是顯示作為本發明的其他實施形態之位置檢測裝置的概略圖，前述位置檢測裝置是檢測安裝有感測器且進行直線運動的移動體之位置變化量。

圖3是控制部的概略圖。

圖4A是顯示感測器檢測到1個刻度時所輸出的準正弦波訊號。

圖4B是顯示藉由圖4A的準正弦波訊號所計算出之相對於移動體的位置變化之測定位置與理想位置。

圖4C是顯示藉由圖4A的準正弦波訊號所計算出之相

對於移動體的位置變化之測定位置與理想位置之間的位置誤差。

圖5是作為本發明的一實施形態之流程圖。

圖6是顯示藉由對圖4A的準正弦波訊號執行傅利葉轉換而得到的頻譜強度。

圖7是顯示相對於移動體之位置變化量的位置誤差。

圖8是顯示相對於16個條件的暫定的相位差之位置誤差振幅。

圖9A是顯示圖4A的準正弦波訊號之將高諧波成分的失真去除之前相對於移動體的指令位置之位置誤差。

圖9B是將移動體的指令位置換算成刻度時之圖9A的局部之放大圖。

圖9C是顯示藉由對圖4A的準正弦波訊號之將高諧波成分的失真去除前的1個刻度設為1個週期1次的位置誤差執行傅利葉轉換而得到的頻譜強度。

圖10A是顯示圖4A的準正弦波訊號之將高諧波成分的失真去除後之相對於移動體的指令位置之位置誤差。

圖10B是將移動體的指令位置換算成刻度時之圖10A的局部之放大圖。

圖10C是顯示藉由對圖4A的準正弦波訊號之將高諧波成分的失真去除後的1個刻度設為1個週期1次的位置誤差執行傅利葉轉換而得到的頻譜強度。

【實施方式】

【0026】用以實施發明之形態

以下，針對本發明的實施例，參照圖式進行說明，但是本發明並非限定於這些實施例之發明。

【0027】圖1A~圖2B是顯示具有複數個刻度103的刻度尺102、移動體105、感測器201、及檢測移動體105之運動之位置變化量 X_p 的位置檢測裝置101之關係。位置檢測裝置101是對移動體105之運動之位置變化量 X_p ，藉由使用沿著運動的方向106而配置的複數刻度103來進行檢測。在此，所謂刻度103不僅是指例如藉由加工而實際刻在刻度尺102之類的可視覺辨識的刻度，只要是對於感測器201可以讓其將刻度尺102中的規定的位置間隔作為1個刻度的間隔來讀取的刻度即可，刻度尺102是配置有複數個像那樣的刻度103的構件。又，表示相鄰的2個刻度103間的距離之1個刻度的間隔104的大小是以 X 來顯示， X 在如圖1A及圖1B進行旋轉運動的情況下是顯示角度，在如圖2A及圖2B進行直線運動的情況下是顯示距離。圖1A的位置檢測裝置101是檢測安裝有刻度尺102且沿著運動的方向106旋轉之移動體105的位置變化量 X_p 的旋轉型位置檢測裝置，圖1B的位置檢測裝置101是檢測安裝有感測器201且沿著運動的方向106旋轉之移動體105的位置變化量 X_p 的旋轉型位置檢測裝置，圖2A的位置檢測裝置101是檢測安裝有刻度尺102且沿著運動的方向106直進之移動體105的位置變化量 X_p 的直線型位置檢測裝置，圖2B的位置檢測裝置101是檢測安裝有感測器201且沿著運動的方向106直進之移動體105的位置變化量 X_p 的直線型位

置檢測裝置。如圖3所示，位置檢測裝置101具備：感測器201，將刻度103與相對於1個刻度的間隔104之位置變化讀取作為準正弦波訊號；及控制部202，連接於感測器201，將感測器201的讀取資訊轉換成移動體105的位置變化量 X_p 。再者，雖然作為位置檢測裝置101的代表例，有編碼器、分解器、感應同步器等，但是只要可以適用本發明即可，原理並未特別限定。又，感測器201只要可以讀取刻度尺102的刻度103即可，原理並未特別限定。作為感測器201，可為例如光學式感測器、磁性式感測器、線圈等。又，刻度尺102只要可以滿足用於讓感測器201讀取刻度103的條件即可，材質、刻度103的配置之方法等並未限定。所轉換的位置變化量 X_p 是輸出至顯示裝置210等、或者，亦可反饋至驅動移動體105的馬達、移動體105的控制裝置等。

【0028】一般而言，感測器201可以在產生與刻度尺102的相對運動時，依據所讀取的刻度103與1個刻度的間隔104，將複數個刻度103當中的1個刻度設為1個週期，並輸出因應於位置變化而使振幅變化的準正弦波訊號204。又，控制部202可以從感測器201所輸出的準正弦波訊號204、及到某個時間為止所計數的刻度檢測數 M ，來轉換成移動體105的位置變化量 X_p 。如圖1A~圖2B所示，藉由刻度尺102與感測器201之間的相對運動，如圖3所示，可從感測器201輸出如圖4A所示之相位相差 90° 的2個準正弦波訊號204(A相訊號($A^{(0)}$)及B相訊號($B^{(0)}$))。控制部202

是取得感測器201所測定的準正弦波訊號204，並且將2個準正弦波訊號204當中之相位延遲 90° 的其中一個準正弦波訊號(B相訊號($B^{(0)}$))，除以另一個準正弦波訊號(A相訊號($A^{(0)}$))，且對已作除法計算的結果進行反正切運算，藉此來分割1個刻度，並且如下地計算移動體105的暫定的位置變化量 $X_p^{(0)}$ 。

[數式1]

$$X_p^{(0)} = X \cdot \left(M + \frac{\theta^{(0)}}{2\pi} \right) = X \cdot \left(M + \tan^{-1} \left(\frac{B^{(0)}}{A^{(0)}} \right) / 2\pi \right)$$

在此， $\theta^{(0)} = \tan^{-1}(B^{(0)}/A^{(0)})$ 被進行數值處理，以成為 $0 \sim 2\pi$ 的範圍。又，刻度檢測數M可在 $\theta^{(0)} = \tan^{-1}(B^{(0)}/A^{(0)})$ 超過0與 2π 的邊界之時間點上，以使其之計數值增減等之處理來檢測，且針對該方法並未限定。在如圖1A、圖1B地分別使刻度尺102、感測器201旋轉運動的情況下，控制部202可以將移動體105的位置變化量 X_p 作為角度位移量來計算，又，在如圖2A、圖2B地分別使刻度尺102、感測器201直線運動的情況下，可以將移動體105的位置變化量 X_p 作為直線位移量來計算。

【0029】但是，此計算出的暫定的位置變化量 $X_p^{(0)}$ 與視為理想之應藉由位置檢測裝置101所得到的移動體105的位置變化量 X_{pideal} 之間會產生誤差(理想上，宜成為 $X_p = X_{pideal}$)。在指示移動指令，以使圖1A及圖1B的移動體105等速地旋轉運動、或者使圖2A及圖2B的移動體105直線運動而讓移動體105的位置變化之情況下，如圖4B所

示，在理想上，是在假設為移動體105可相對於指令值無誤差地進行旋轉運動或直線運動的情況下，隨著藉由移動體105的旋轉運動或直線運動而移動體105的位置增加，從感測器201所測定出的準正弦波訊號204所計算出的位置變化量 X_p 是線性地增加，而於移動體105的位置與理想的位置變化量 X_{pideal} 之間並無位置誤差。但是，如圖4C所示，實際上隨著移動體105的位置增加，從感測器201所測定出的準正弦波訊號204所計算出的位置變化量 X_p 與理想的位置變化量 X_{pideal} 之間會產生位置誤差。在位置誤差中不只是移動體105的移動機構之真實的位置誤差，還有起因於感測器201的特性之失真作為額外的位置誤差而顯現。此感測器201所造成的位置誤差的原因，是因為由感測器201所測定的2個準正弦波訊號204，相對於成為將1個刻度量設為1個週期的理想波之基本波成分 $\cos(\theta)$ 、 $\sin(\theta)$ ，如下所述地包含有高諧波成分(次數 k 為2以上的整數時的成分)的緣故，且此感測器201的特性在如上述[數式1]所示地進行反正切運算時對位置變化量 X_p 造成影響。

[數式2]

$$A^{(0)} = \cos(\theta) + \sum_{k=2}^{\infty} a_k \cdot \cos(k \cdot \theta + \phi_{a_k})$$

[數式3]

$$B^{(0)} = \sin(\theta) + \sum_{k=2}^{\infty} b_k \cdot \sin(k \cdot \theta + \phi_{b_k})$$

在此， a_k 及 b_k 是將基本波成分的振幅設為1時之次數 k 的高諧波成分的增益，其中前述基本波成分是將1個刻度設為1個週期之1次的基本波成分， ϕa_k 及 ϕb_k 是次數 k 的高諧波成分之相對於基本波成分的相位差。再者，一般而言， a_k 、 b_k 、 ϕa_k 、 ϕb_k 即使是不同的刻度103仍然不變化、或者即使變化也是較小的差異。

【0030】為了去除像這樣的感測器201所造成之具有整數的次數 k 之高諧波成分的失真，控制部202具備可以執行圖5所示的流程圖的處理之訊號處理部203。再者，控制部202亦可具備：輸入部205，用於在由訊號處理部203所進行之準正弦波訊號204的處理之前，取得準正弦波訊號204；雜訊濾波器206，去除準正弦波訊號204的雜訊；放大器207，將準正弦波訊號204放大；及A/D轉換器208，將準正弦波訊號204從類比值轉換成數位值。將已轉換成數位值的準正弦波訊號204輸出至訊號處理部203。又，控制部202亦可具備有進行訊號處理部203之資料的寫入/讀出的儲存部209。

【0031】較理想的是，在執行圖5的流程圖所示的處理時，移動體105是等速運動、或者以速度變化較少的狀態來移動。訊號處理部203在開始圖5的流程圖所示的處理時，是在步驟101中，取得藉由感測器201所輸出的準正弦波訊號204。接著在步驟102中，依據所取得的準正弦波訊號204，來計算移動體105的暫定的位置變化量 $X_p^{(0)}$ 。並且，在步驟103中，對所取得的準正弦波訊號204執行傅利

葉轉換，以得到各次數 k 的頻譜強度。傅利葉轉換可對複數個刻度103當中的1個刻度的範圍中的準正弦波訊號204來執行，亦可對複數個刻度103當中的若干個刻度的範圍中的準正弦波訊號204來執行。若對較少數量的刻度的範圍中的準正弦波訊號204執行傅利葉轉換，可以高速地得到頻譜強度，若對較多數量的刻度的範圍中的準正弦波訊號204執行傅利葉轉換，能夠以高精度的方式來得到頻譜強度。又，傅利葉轉換亦可針對複數個刻度103的每一個的範圍中的準正弦波訊號204來執行。在此情況下，可以計算各1個刻度的範圍中的於下述說明的增益 a_k 、 b_k ，並且可使用各1個刻度的範圍中的增益 a_k 、 b_k ，來計算因應於各1個刻度的範圍之於下述說明的位置變化量 $X_p^{(N)}$ 。又，在所測定的刻度不同而準正弦波訊號204的波形仍然幾乎沒有變化的情況下，亦可從複數個刻度103來事先決定要執行傅利葉轉換的刻度的範圍，並且對該所決定之規定的至少1個刻度的範圍中的準正弦波訊號204執行傅利葉轉換。在此情況下，可以將在該規定的至少1個刻度的範圍中的藉由執行傅利葉轉換而得到之下述說明的增益 a_k 、 b_k ，適用於也包含未測定的刻度之複數個刻度的全部範圍，來計算下述說明的位置變化量 $X_p^{(N)}$ 。亦可將所計算出的增益 a_k 、 b_k 保存於儲存部209，亦可在計算位置變化量 $X_p^{(N)}$ 時，從儲存部209讀出。若設為適用規定的至少1個刻度的範圍中的增益 a_k 、 b_k ，可以將儲存部209的儲存容量設得較小。

【0032】在步驟104中，是藉由因應於在步驟103中所執行的傅利葉轉換的頻譜強度，來計算基本波成分的訊號強度及高諧波成分的訊號強度。在圖6中顯示藉由準正弦波訊號204的傅利葉轉換而得到的頻譜強度之例子。圖6是顯示除了次數 k 為1之基本波成分之外，在次數 k 為3及5的高諧波成分中訊號強度變大，且於感測器201所輸出的準正弦波訊號204中包含有3次及5次的高諧波成分之情形。

【0033】在步驟105中，使用此頻譜強度，且如表1所示，將於準正弦波訊號204中所包含的各次數 k 的高諧波成分的訊號強度 Ea_k 、 Eb_k ，分別除以(次數1的)基本波成分 Ea_1 、 Eb_1 的訊號強度，藉此計算對應於準正弦波訊號204所包含的各次數 k 的高諧波成分之增益 a_k 、 b_k 。

[表1]

次數 k	A 相		B 相	
2	a_2	Ea_2/Ea_1	b_2	Eb_2/Eb_1
3	a_3	Ea_3/Ea_1	b_3	Eb_3/Eb_1
4	a_4	Ea_4/Ea_1	b_4	Eb_4/Eb_1
...	

在將傅利葉轉換對複數個刻度103的各1個刻度的範圍中的準正弦波訊號204來執行的情況下，可計算各刻度103的增益，在對複數個刻度103當中的至少1個刻度的範圍中的準正弦波訊號204來執行的情況下，是將在該刻度中所計算出的增益，設為也包含有未測定的刻度之複數個刻度103的全部的範圍中的增益。再者，在如圖4A所示地輸出相位不同的2個準正弦波訊號204的情況下，因為2個準正弦波訊號204的訊號強度是大致相同，所以亦可將只

對2個準正弦波訊號204當中的其中一個執行傅利葉轉換而得到的高諧波成分的增益，適用作為包含於2個準正弦波訊號204的高諧波成分的增益，亦可將藉由對2個準正弦波訊號204執行傅利葉轉換而得到的2個高諧波成分的增益取平均，且將平均的結果適用作為包含於2個準正弦波訊號204的高諧波成分的增益。

【0034】亦可在步驟106中，決定應去除的高諧波成分的失真之次數 k ，並決定該次數 k 的個數即去除次數 N 。例如，在步驟105中所計算出的增益當中，將具有事先設定的大小以上的增益 a_k 、 b_k 之高諧波成分的失真，決定作為應去除的高諧波成分的失真之次數 k 。藉由像這樣決定應去除的高諧波成分的失真之次數 k ，可以從準正弦波訊號204以高效率的方式來去除高諧波成分的失真。亦可為例如，在圖6所示的頻譜強度的情況下，在準正弦波訊號204中包含有3次及5次的高諧波成分，藉由將3次及5次的訊號強度 Ea_3 、 Eb_3 、 Ea_5 、 Eb_5 ，除以基本波成分的訊號強度 Ea_1 、 Eb_1 ，以計算對應於準正弦波訊號204所包含的3次及5次的高諧波成分的增益 a_3 、 b_3 、 a_5 、 b_5 ，因為應去除的高諧波成分的失真的次數 k 為3次及5次，所以將應去除的高諧波成分的失真的次數 k 之個數 N 決定為2。

【0035】接著在步驟107、步驟108中，針對各高諧波成分，設定相對於基本波成分的複數個暫定的相位差，前述基本波成分是將複數個刻度103的1個刻度量設為1個週期，且將複數個刻度103當中的1個刻度設為原點。再者，

基本波成分相當於在藉由感測器201所輸出的準正弦波訊號204中未包含有高諧波成分之理想的正弦波訊號。亦可在如圖4A所示的相位相差 90° 的2個準正弦波訊號204(A相訊號($A^{(0)}$)及B相訊號($B^{(0)}$))的情況下，設定A相訊號的各高諧波成分的複數個暫定的相位差 ϕa_i (將個數設為 m)，並且設定B相訊號的各高諧波成分的複數個暫定的相位差 ϕb_j (將個數設為 n)。再者， m 、 n 為任意的正整數。複數個暫定的相位差 ϕa_i 、 ϕb_j 可為在各高諧波成分的次數 k 上為不同，亦可為在全部的高諧波成分的次數 k 上為相同。又，複數個暫定的相位差 ϕa_i 、 ϕb_j 亦可為在1個週期的範圍中以任意的間隔變大的相位差之群，亦即可為2個相鄰的暫定的相位差的間隔為相同之群，亦可為不同之群。例如，由於準正弦波訊號(基本波成分)的1個週期的範圍為 2π ，因此若設為 $m=4$ 、 $n=4$ ，且設為2個相鄰的暫定的相位差的間隔為相同之群，會成為如表2所示，針對各4個暫定的相位差 ϕa_i 、 ϕb_j ，設定2個相鄰之暫定的相位差的間隔為 $\pi/2$ 之16個暫定的相位差的組合條件。在步驟107中，可選擇4個暫定的相位差 ϕa_i 當中的任1個，在步驟108中，可選擇4個暫定的相位差 ϕb_j 當中的任1個。亦即，可設定表2的16個暫定的相位差的組合條件之1個。再者，在以下，雖然是針對準正弦波訊號204為相位相差 90° 的A相訊號($A^{(0)}$)及B相訊號($B^{(0)}$)的情況進行說明，但是可容易地理解的是，針對準正弦波訊號204為1個訊號的情況、準正弦波訊號204為3個以上的訊號的情況也是同樣

的。

[表2]

No	ϕ_{a_i}	ϕ_{b_j}	No	ϕ_{a_i}	ϕ_{b_j}	No	ϕ_{a_i}	ϕ_{b_j}	No	ϕ_{a_i}	ϕ_{b_j}
1	- π	$-\pi$	5	$-\pi/2$	$-\pi$	9	0	$-\pi$	13	$-\pi/2$	$-\pi$
2		$-\pi/2$	6		$-\pi/2$	10		$-\pi/2$	14		$-\pi/2$
3		0	7		0	11		0	15		0
4		$\pi/2$	8		$\pi/2$	12		$\pi/2$	16		$\pi/2$

【0036】再者，亦可將複數個暫定的相位差，在圖5所示的流程圖的處理的執行之期間，針對各高諧波成分來設定。又，亦可在開始進行圖5所示的流程圖的處理的執行前，針對各高諧波成分事先設定複數個暫定的相位差並保存於儲存部209，並且在開始步驟107、步驟108時，從儲存部209讀出複數個暫定的相位差。

【0037】在步驟109中，使用在步驟107、步驟108中所選擇出的暫定的相位差，並如以下所述地以已和對應的增益相乘之各高諧波成分來進行減法計算，藉此計算移動體105的暫定的位置變化量 $X_p^{(L)}_{ij}$ (或 $\theta^{(L)}_{ij}$)。

[數式4]

$$A^{(L)}_i = A^{(L-1)} - a_k \cdot \cos(k \cdot \theta^{(L-1)} + \phi_{a_i})$$

[數式5]

$$B^{(L)}_j = B^{(L-1)} - b_k \cdot \sin(k \cdot \theta^{(L-1)} + \phi_{b_j})$$

[數式6]

$$X_p^{(L)}_{ij} = X \cdot \left(M + \frac{\theta^{(L)}_{ij}}{2\pi} \right) = X \cdot \left(M + \tan^{-1} \left(\frac{B^{(L)}_j}{A^{(L)}_i} \right) / 2\pi \right)$$

在此， $L = 1 \sim N$ 。 $A^{(L-1)}$ 及 $B^{(L-1)}$ 是已將到現在欲計算之次數 k 的前 1 個為止的高諧波成分的失真去除的 2 個準正弦波訊號 204， $A^{(L)}_i$ 及 $B^{(L)}_j$ 是將包含暫定的相位差 ϕ_{a_i} 、 ϕ_{b_j} 且已將到現在欲計算之次數 k 為止的高諧波成分的失真去除的 2 個準正弦波訊號 204。可藉由使用已將到次數 k 為止的高諧波成分的失真去除的 2 個準正弦波訊號 204 來進行反正切運算，而計算移動體 105 的暫定的位置變化量 $X_p^{(L)}_{ij}$ (或 $\theta^{(L)}_{ij}$)。在例如，去除如圖 6 的頻譜強度所示地 3 次及 5 次的高諧波成分的失真之情況下，首先為了去除 3 次的高諧波成分的失真，是如下所述地進行以計算暫定的位置變化量 $X_p^{(1)}_{ij}$ (或 $\theta^{(1)}_{ij}$)。

[數式 7]

$$A^{(1)}_i = A^{(0)} - a_3 \cdot \cos(3 \cdot \theta^{(0)} + \phi_{a_i})$$

[數式 8]

$$B^{(1)}_j = B^{(0)} - b_3 \cdot \sin(3 \cdot \theta^{(0)} + \phi_{b_j})$$

[數式 9]

$$X_p^{(1)}_{ij} = X \cdot \left(M + \frac{\theta^{(1)}_{ij}}{2\pi} \right) = X \cdot \left(M + \tan^{-1} \left(\frac{B^{(1)}_j}{A^{(1)}_i} \right) / 2\pi \right)$$

在此， $A^{(0)}$ 、 $B^{(0)}$ 、 $\theta^{(0)}$ 是如上述地藉由感測器 201 所測定出的準正弦波訊號 204 之失真去除前的訊號。

【0038】 在步驟 110 中，首先是計算理想的正弦波訊號的理想位置變化量 X_{pideal} 。所期望的是，所計算的位置

變化量 X_p ，理想上是和理想位置變化量 X_{pideal} 一致、或者將其等的誤差儘可能地縮小。再者，理想位置變化量 X_{pideal} 是藉由 $X \cdot (M + \theta_{ideal}/2\pi)$ 來計算， θ_{ideal} 是A相訊號及B相訊號為理想的正弦波訊號時的值。接著，將在步驟109中所計算出的暫定的位置變化量 $X_p^{(L)}_{ij}$ (或 $\theta^{(L)}_{ij}$)，以理想位置變化量 X_{pideal} (或 θ_{ideal})來進行減法計算，藉此計算位置誤差 $\Delta X_p^{(L)}_{ij}$ (或 $\delta^{(L)}_{ij}$)。

[數式10]

$$\Delta X_p^{(L)}_{ij} \left(= \frac{X}{2\pi} \delta^{(L)}_{ij} \right) = X_p^{(L)}_{ij} - X_{pideal} \left(= \frac{X}{2\pi} (\theta^{(L)}_{ij} - \theta_{ideal}) \right)$$

再者，理想位置變化量 X_{pideal} (或 θ_{ideal})亦可在每次計算位置誤差 $\Delta X_p^{(L)}_{ij}$ (或 $\delta^{(L)}_{ij}$)時計算。又，亦可在開始圖5所示的流程圖的處理的執行之前，事先設定理想位置變化量 X_{pideal} (或 θ_{ideal})並保存於儲存部209，且在步驟110開始時，從儲存部209讀出理想位置變化量 X_{pideal} (或 θ_{ideal})。

【0039】在步驟111中，提取1個週期中的位置誤差 $\Delta X_p^{(L)}_{ij}$ (或 $\delta^{(L)}_{ij}$)當中的最大即最大位置誤差 $\Delta X_p^{(L)}_{ijmax}$ (或 $\delta^{(L)}_{ijmax}$)及最小即最小位置誤差 $\Delta X_p^{(L)}_{ijmin}$ (或 $\delta^{(L)}_{ijmin}$)，並且如以下所述地以最小位置誤差 $\Delta X_p^{(L)}_{ijmin}$ (或 $\delta^{(L)}_{ijmin}$)來對最大位置誤差 $\Delta X_p^{(L)}_{ijmax}$ (或 $\delta^{(L)}_{ijmax}$)進行減法計算，藉此計算各暫定的相位差 ϕ_{a_i} 、 ϕ_{b_j} 中的位置誤差振幅 $A \Delta X_p^{(L)}_{ij}$ (或 $A \delta^{(L)}_{ij}$)。

[數式11]

$$A\Delta X_p^{(L)} \left(= \frac{X}{2\pi} A\delta^{(L)}_{ij} \right) = \Delta X_p^{(L)}_{ij\max} - \Delta X_p^{(L)}_{ij\min} \left(= \frac{X}{2\pi} (\delta^{(L)}_{ij\max} - \delta^{(L)}_{ij\min}) \right)$$

例如，如圖7所示，針對複數個暫定的相位差 ϕa_i 、 ϕb_j 當中的1個，計算相對於位置變化量的 X_p 的位置誤差 $\Delta X_p^{(L)}$ (或 $\delta^{(L)}$)，並且從其中提取最大位置誤差 $\Delta X_p^{(L)}_{\max}$ (或 $\delta^{(L)}_{\max}$) 及最小位置誤差 $\Delta X_p^{(L)}_{\min}$ (或 $\delta^{(L)}_{\min}$)，以計算該等之差即位置誤差振幅 $A\Delta X_p^{(L)}$ (或 $A\delta^{(L)}$)。

【0040】 在步驟112中，判斷針對B相訊號的n個暫定的相位差 ϕb_j 之全部的位置誤差振幅 $A\Delta X_p^{(L)}_{ij}$ (或 $A\delta^{(L)}_{ij}$) 的計算是否已完成，若尚未完成則返回到步驟108並變更暫定的相位差 ϕb_j ，且重複步驟109~步驟112。若針對n個暫定的相位差 ϕb_j 之全部的位置誤差振幅 $A\Delta X_p^{(L)}_{ij}$ (或 $A\delta^{(L)}_{ij}$) 的計算已完成，則在步驟113中，判斷針對A相訊號的m個暫定的相位差 ϕa_i 之全部的位置誤差振幅 $A\Delta X_p^{(L)}_{ij}$ (或 $A\delta^{(L)}_{ij}$) 的計算是否已完成，若尚未完成則返回到步驟107並變更暫定的相位差 ϕa_i ，且重複步驟108~步驟113。例如，針對如表2所設定的16個暫定的相位差 ϕa_i 、 ϕb_j 的組合條件的每一個，來計算位置誤差振幅 $A\Delta X_p^{(L)}_{ij}$ (或 $A\delta^{(L)}_{ij}$)。

【0041】 在步驟114中，是將依據複數個暫定的相位差所計算出之各位置誤差振幅 $A\Delta X_p^{(L)}_{ij}$ (或 $A\delta^{(L)}_{ij}$) 當中

的具有最小的位置誤差振幅 $A\Delta X_p^{(L)}_{\min}$ (或 $A\delta^{(L)}_{\min}$) 的暫定的相位差 ϕa_i 、 ϕb_j ，決定作為由對應的 k 次的高諧波成分的失真所造成的真實的相位差 ϕa_k 、 ϕb_k 。例如，在圖 8 中顯示對表 2 的 A 相訊號及 B 相訊號之暫定的相位差 ϕa_i 、 ϕb_j 的 16 個組合條件之各自的位置誤差振幅 $A\Delta X_p^{(L)}_{ij}$ (或 $A\delta^{(L)}_{ij}$)。在圖 8 的情況下，由於 No.3 具有最小的位置誤差振幅 $A\Delta X_p^{(L)}_{\min}$ ，所以變得可藉由表 2 將暫定的相位差 $\phi a_i = -\pi$ 、 $\phi b_j = 0$ 決定作為真實的相位差 ϕa_k 、 ϕb_k 。

【0042】在步驟 115 中，使用在步驟 105 中所計算出的增益 a_k 、 b_k 、在步驟 114 中所決定的真實的相位差 ϕa_k 、 ϕb_k ，並如下所述地，以包含真實的相位差 ϕa_k 、 ϕb_k 之已和對應的增益 a_k 、 b_k 相乘之次數 k 的高諧波成分來進行減法計算，藉此計算已去除次數 k 的高諧波成分的失真之位置變化量 $X_p^{(L)}$ (或 $\theta^{(L)}$)。

[數式 12]

$$A^{(L)} = A^{(L-1)} - a_k \cdot \cos(k \cdot \theta^{(L-1)} + \phi a_k)$$

[數式 13]

$$B^{(L)} = B^{(L-1)} - b_k \cdot \sin(k \cdot \theta^{(L-1)} + \phi b_k)$$

[數式 14]

$$X_p^{(L)} = X \cdot \left(M + \frac{\theta^{(L)}}{2\pi} \right) = X \cdot \left(M + \tan^{-1} \left(\frac{B^{(L)}}{A^{(L)}} \right) / 2\pi \right)$$

$A^{(L)}$ 及 $B^{(L)}$ 是將包含真實的相位差 ϕa_k 、 ϕb_k 且已將到現在欲計算之次數 k 為止的高諧波成分的失真去除的2個準正弦波訊號204。可藉由使用已將到次數 k 為止的高諧波成分的失真去除的2個準正弦波訊號204來進行反正切運算，而計算移動體105的位置變化量 $X_p^{(L)}$ (或 $\theta^{(L)}$)。例如，在圖6的頻譜強度中，要去除特別顯著的3次及5次的高諧波成分的失真之情況下，首先在去除3次的高諧波成分的失真上，是如以下所述地，使用在步驟105中所計算出的增益 a_3 、 b_3 、在步驟114中所決定的真實的相位差 $\phi a_3 = -\pi$ 、 $\phi b_3 = 0$ ，來算出位置變化量 $X_p^{(1)}$ (或 $\theta^{(1)}$)。

[數式15]

$$A^{(1)} = A^{(0)} - a_3 \cdot \cos(3 \cdot \theta^{(0)} - \pi)$$

[數式16]

$$B^{(1)} = B^{(0)} - b_3 \cdot \sin(3 \cdot \theta^{(0)} + 0)$$

[數式17]

$$X_p^{(1)} = X \cdot \left(M + \frac{\theta^{(1)}}{2\pi} \right) = X \cdot \left(M + \tan^{-1} \left(\frac{B^{(1)}}{A^{(1)}} \right) / 2\pi \right)$$

【0043】在步驟116中，判斷從準正弦波訊號204，針對應去除的高諧波成分的失真的次數 k 之全部的減法計算是否已完成，若尚未完成則返回到步驟106並變更應去除的高諧波成分的失真的次數 k ，並且重複執行步驟107~步驟116，藉此計算已將相當於去除次數 L 之到次數 k 為止的

高諧波成分的失真去除的位置變化量 $X_p^{(L)}$ (或 $\theta^{(L)}$)。

[數式18]

$$A^{(L)} = A^{(L-1)} - a_k \cdot \cos(k \cdot \theta^{(L-1)} + \phi a_k) = A^{(0)} - \sum_{P(k)=1}^L a_k \cdot \cos(k \cdot \theta^{(P-1)} + \phi a_k)$$

[數式19]

$$B^{(L)} = B^{(L-1)} - b_k \cdot \sin(k \cdot \theta^{(L-1)} + \phi b_k) = B^{(0)} - \sum_{P(k)=1}^L b_k \cdot \sin(k \cdot \theta^{(P-1)} + \phi b_k)$$

[數式20]

$$X_p^{(L)} = X \cdot \left(M + \frac{\theta^{(L)}}{2\pi} \right) = X \cdot \left(M + \tan^{-1} \left(\frac{B^{(L)}}{A^{(L)}} \right) / 2\pi \right)$$

例如，在圖6的頻譜強度中，在去除特別顯著的3次及5次的高諧波成分的失真之情況下，在如上述地去除了3次的高諧波成分的失真後，接著為了去除5次的高諧波成分的失真，是如以下地進行，而使用在步驟105中所計算出的增益 a_5 、 b_5 、在步驟114中所決定的真實的相位差 ϕa_5 、 ϕb_5 ，來計算到已將次數5為止(次數3及5)的高諧波成分的失真去除的位置變化量 $X_p^{(2)}$ (或 $\theta^{(2)}$)。

[數式21]

$$A^{(2)} = A^{(1)} - a_5 \cdot \cos(5 \cdot \theta^{(1)} + \phi a_5) = A^{(0)} - a_3 \cdot \cos(3 \cdot \theta^{(0)} + \phi a_3) - a_5 \cdot \cos(5 \cdot \theta^{(1)} + \phi a_5)$$

[數式22]

$$B^{(2)} = B^{(1)} - b_5 \cdot \sin(5 \cdot \theta^{(1)} + \phi b_5) = B^{(0)} - b_3 \cdot \sin(3 \cdot \theta^{(0)} + \phi b_3) - b_5 \cdot \sin(5 \cdot \theta^{(1)} + \phi b_5)$$

[數式23]

$$X_p^{(2)} = X \cdot \left(M + \frac{\theta^{(2)}}{2\pi} \right) = X \cdot \left(M + \tan^{-1} \left(\frac{B^{(2)}}{A^{(2)}} \right) / 2\pi \right)$$

【0044】若針對應去除的高諧波成分的失真的次數 k 之全部的減法計算已完成(若到在步驟106中所決定之去除次數 N 為止已完成($L = N$))，即以包含真實的相位差 ϕa_k 、 ϕb_k 且已和對應的增益 a_k 、 b_k 相乘之各高諧波成分來對準正弦波訊號204進行減法計算，藉此，變得可在步驟117中，檢測已將應去除的高諧波成分的失真之全部去除的位置變化量 $X_p^{(N)}$ 。例如，在圖6的頻譜強度中，要去除特別顯著的3次及5次的高諧波成分的失真之情況下，是以包含真實的相位差 ϕa_3 、 ϕb_3 且已和對應的增益 ϕa_3 、 ϕb_3 相乘之3次的高諧波成分、以及包含真實的相位差 ϕa_5 、 ϕb_5 且已和對應的增益 ϕa_5 、 ϕb_5 相乘之5次的高諧波成分，來對準正弦波訊號204進行減法計算，藉此，變得可在步驟117中，檢測已將應去除的3次及5次的高諧波成分的失真去除的位置變化量 $X_p^{(2)}$ 。

【0045】步驟107~步驟114亦可是任意的步驟，並在開始圖5所示的流程圖的處理的執行之前，事先設定準正弦波訊號204的各高諧波成分的相位差並先保存於儲存部209，在步驟115中，從儲存部209讀出此事先設定的相位差並設為真實的相位差，且以包含此事先設定的相位差且以已和對應的增益相乘之各高諧波成分來對準正弦波訊號204進行減法計算，藉此檢測位置變化量 $X_p^{(N)}$ 。藉此，可以高速地檢測位置變化量 $X_p^{(N)}$ 。

【0046】步驟106~步驟115亦可對複數個刻度103的各1個刻度的範圍中的準正弦波訊號204來執行。在該情況下，變得可在各刻度103中決定真實的相位差，且檢測已將應去除的高諧波成分的失真之全部去除的位置變化量 $X_p^{(N)}$ 。又，步驟106~步驟114亦可對複數個刻度103當中的規定的至少1個刻度的範圍中的準正弦波訊號204來執行。在該情況下，變得可將在該步驟106~步驟114中所決定之該規定的至少1個刻度的範圍中的真實的相位差，決定作為在步驟115中也包含未測定的刻度的範圍之複數個刻度103的全部的範圍中的真實的相位差，並且以包含該真實的相位差且已和對應的增益相乘之高諧波成分來進行減法計算，藉此計算已將高諧波成分的失真去除的位置變化量 $X_p^{(L)}$ (或 $\theta^{(L)}$)，並且檢測位置變化量 $X_p^{(N)}$ 。

【0047】又，亦可針對在步驟106中所決定之應去除的高諧波成分的失真的次數 k ，來將步驟106~步驟116從應去除的高諧波成分當中的次數 k 之較小的高諧波成分開始來逐次地重複進行，亦可將步驟106~步驟116從應去除的高諧波成分當中之步驟105中所計算出的增益較大的高諧波成分開始來逐次地重複進行。

【0048】再者，亦可暫時將執行圖5的流程圖而計算出的各高諧波成分的增益 a_k 、 b_k 、真實的相位差 ϕ_{a_k} 、 ϕ_{b_k} 保存於儲存部209。若在儲存部209中保存有增益 a_k 、 b_k ，則在之後的移動體105的位置變化的測定中，如圖5的流程圖所示，亦可將步驟103~步驟105省略，而不必再

次計算增益 a_k 、 b_k 。又，若在儲存部209中保存有真實的相位差 ϕ_{a_k} 、 ϕ_{b_k} ，則在之後的移動體105的位置變化的測定中，如圖5的流程圖所示，亦可將步驟107~步驟114省略，而不必再次計算真實的相位差 ϕ_{a_k} 、 ϕ_{b_k} 。亦即，可以在每次感測器201檢測準正弦波訊號204時從儲存部209讀出增益 a_k 、 b_k 、真實的相位差 ϕ_{a_k} 、 ϕ_{b_k} ，並且對準正弦波訊號204即A相訊號($A^{(0)}$)及B相訊號($B^{(0)}$)，在到達去除次數N(成為 $L=N$)為止重複運算上述[數式18]~[數式20]，以檢測已將高諧波成分去除的位置變化量 X_p 。再者，在執行圖5的流程圖所示的處理時，雖然下述情況是必要的：移動體105為正在進行等速運動、或者正以速度變化較少的狀態來移動，但是在從儲存部209讀出各高諧波成分的增益 a_k 、 b_k 、真實的相位差 ϕ_{a_k} 、 ϕ_{b_k} 之情況下，移動體105為正在進行等速運動、或者正以速度變化較少的狀態來移動的情況並非必要。

【0049】在圖9A~圖9C中分別顯示依據以圖1A的旋轉型位置檢測裝置的感測器201所輸出的準正弦波訊號204，且藉由控制部202去除高諧波成分的失真之前的相對於移動體105的指令位置的位置誤差、將其一部分放大之相對於移動體105的1個刻度中的指令位置的位置誤差、藉由相對於將1個刻度設為1個週期1次的位置誤差來執行傅利葉轉換所得到頻譜強度。如圖9A、圖9B所示，在藉由所測定出的2個準正弦波訊號204所測定到的位置與移動體105的指令位置之間產生有位置誤差，根據圖9B，該位

置誤差的振幅為大約 20arcsec 。又，如圖9C所示，根據頻譜強度，在高諧波成分的次數當中，在4次會變得特別大，其中前述頻譜強度是所測定的2個準正弦波訊號204之相對於將1個刻度設為1個週期1次的位置誤差的頻譜強度。

【0050】接著，在圖10A~圖10C中分別顯示依據以圖1A的旋轉型位置檢測裝置的感測器201所輸出的準正弦波訊號204，且藉由控制部202去除高諧波成分的失真之後的相對於移動體105的指令位置的位置誤差、將其一部分放大之相對於移動體105的1個刻度中的指令位置的位置誤差、藉由相對於將1個刻度設為1個週期1次的位置誤差來執行傅利葉轉換所得到頻譜強度。在訊號處理部203中藉由進行圖5的流程圖的處理，可從所測定的2個準正弦波訊號204中將高諧波成分的失真去除，根據圖10B，該位置誤差的振幅為大約 5arcsec ，在失真去除的前後誤差是減少至大約 $1/4$ 。又，如圖10C所示，藉由從所測定出的2個準正弦波訊號204中將高諧波成分的失真去除，已讓4次的高諧波成分顯著地減少。如此，可以藉由控制部202，來去除準正弦波訊號204中所包含之由感測器201所造成的高諧波成分的失真。

【0051】上述記載雖然是針對特定的實施例所作的記載，但本發明並不受其限制，在本發明的原理及隨附的專利申請範圍的範圍內，可以進行各種變更及修正，這對所屬技術領域的通常知識者來說是很清楚的事。

【符號說明】

【0052】 101…位置檢測裝置

- 102…刻度尺
- 103…刻度
- 104…1個刻度的間隔
- 105…移動體
- 106…運動的方向
- 201…感測器
- 202…控制部
- 203…訊號處理部
- 204…準正弦波訊號
- 205…輸入部
- 206…雜訊濾波器
- 207…放大器
- 208…A/D轉換器
- 209…儲存部
- 210…顯示裝置
- X、X_p…位置變化量

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種位置檢測方法，是對移動體之運動之位置變化量，藉由以感測器來讀取沿著前述運動的方向而配置的複數個刻度的方式來進行檢測，前述位置檢測方法包含：

步驟a)，從前述感測器取得因應於前述位置變化量的準正弦波訊號，且前述準正弦波訊號是將前述複數個刻度當中的1個刻度量設為1個週期的訊號；

步驟b)，對於至少1個刻度的範圍中的前述準正弦波訊號執行傅利葉轉換，並且從藉由前述傅利葉轉換而得到的各頻率成分的頻譜強度，計算基本波成分的訊號強度及至少1個高諧波成分的訊號強度；

步驟c)，將前述至少1個高諧波成分的訊號強度的每一個除以前述基本波成分的訊號強度，藉此計算對應於前述至少1個高諧波成分的每一個的增益；及

步驟d)，以已和前述對應的增益相乘之各高諧波成分來對前述準正弦波訊號進行減法計算，藉此檢測前述位置變化量，

前述步驟d)包含：

步驟d1)，針對各高諧波成分，設定相對於前述基本波成分的複數個暫定的相位差，其中前述基本波成分是将前述複數個刻度當中的1個設為原點，且成為將1個刻度量設為1個週期之理想的正弦波訊號；

步驟d2)，以包含前述複數個暫定的相位差當中的1個

且已和前述對應的增益相乘之各高諧波成分，來對前述準正弦波訊號進行減法計算，藉此計算暫定的位置變化量；

步驟d3)，計算前述理想的正弦波訊號的理想位置變化量；

步驟d4)，以前述理想位置變化量來對前述暫定的位置變化量進行減法計算，藉此計算位置誤差；

步驟d5)，提取出前述位置誤差當中的最大位置誤差及最小位置誤差，並以前述最小位置誤差來對前述最大位置誤差進行減法計算，藉此計算各暫定的相位差中的位置誤差振幅；

步驟d6)，將具有最小的位置誤差振幅之暫定的相位差決定作為真實的相位差，其中前述最小的位置誤差振幅是針對前述複數個暫定的相位差所計算出的各位置誤差振幅當中最小的位置誤差振幅；及

步驟d7)，以包含前述真實的相位差且已和前述對應的增益相乘之各高諧波成分來對前述準正弦波訊號進行減法計算，藉此檢測前述位置變化量。

【請求項2】如請求項1之位置檢測方法，其中前述步驟b)是對各1個刻度的範圍中的準正弦波訊號分別執行傅利葉轉換，以計算各1個刻度的範圍中的前述基本波成分的訊號強度及前述至少1個高諧波成分的訊號強度之步驟，前述步驟c)是計算各1個刻度的範圍中的對應於前述至少1個高諧波成分的每一個的增益之步驟，前述步驟d)是以已和各1個刻度的範圍中的前述對應的增益相乘之各高

諧波成分來進行減法計算，藉此檢測各1個刻度的範圍中的前述位置變化量之步驟。

【請求項3】如請求項1之位置檢測方法，其中前述步驟b)是對規定的至少1個刻度的範圍中的前述準正弦波訊號執行傅利葉轉換，並計算前述規定的至少1個刻度的範圍中的前述基本波成分的訊號強度及前述至少1個高諧波成分的訊號強度之步驟，前述步驟c)是計算前述規定的至少1個刻度的範圍中的對應於前述至少1個高諧波成分的每一個的增益之步驟，前述步驟d)是將前述規定的至少1個刻度的範圍中的各增益，設為前述複數個刻度的全部的範圍中的各增益，並以已和前述規定的至少1個刻度的範圍中的對應的增益相乘之各高諧波成分來進行減法計算，藉此檢測前述複數個刻度的全部的範圍中的前述位置變化量之步驟。

【請求項4】如請求項1至3中任一項之位置檢測方法，其中前述步驟d2)~d7)是在前述複數個刻度的各1個刻度的範圍中執行。

【請求項5】如請求項1至3中任一項之位置檢測方法，其中前述步驟d2)~d6)是在前述複數個刻度當中的至少1個刻度中執行，前述步驟d7)是將依據前述步驟d2)~d6)所決定的前述真實的相位差，設為前述複數個刻度的全部的範圍中的真實的相位差來執行。

【請求項6】如請求項1至3中任一項之位置檢測方法，其是將前述步驟d2)~d7)從前述至少1個高諧波成分當

中的次數較小的高諧波成分開始逐次地重複進行。

【請求項7】如請求項1至3中任一項之位置檢測方法，其是將前述步驟d2)~d7)從前述至少1個高諧波成分當中的前述增益較大的高諧波成分開始逐次地重複進行。

【請求項8】如請求項1至3中任一項之位置檢測方法，其中前述複數個暫定的相位差是在前述1個週期的範圍中以任意的間隔變大的相位差之群。

【請求項9】如請求項1至3中任一項之位置檢測方法，其中前述準正弦波訊號是相位相差 90° 的2個準正弦波訊號，前述步驟d)是以已和前述對應的增益相乘之各高諧波成分，來對前述2個準正弦波訊號的每一個進行減法計算，並且將前述已進行減法計算的2個準正弦波訊號當中之相位延遲 90° 的其中一個準正弦波訊號除以另一個準正弦波訊號，且對已作除法計算的結果進行反正切運算，藉此檢測前述位置變化量之步驟。

【請求項10】如請求項1至3中任一項之位置檢測方法，其中前述步驟d)是從前述所計算出的增益提取事先設定的大小以上的增益，並且以已和對應的事先設定的大小以上的增益相乘之高諧波成分來對前述準正弦波訊號進行減法計算，藉此檢測前述位置變化量之步驟。

【請求項11】一種位置檢測裝置，具備：移動體；刻度尺，具有沿著前述移動體之運動的方向而配置的複數個刻度；感測器，輸出準正弦波訊號，前述準正弦波訊號是將前述複數個刻度當中的1個刻度量設為1個週期，且因應

於前述移動體之運動之位置變化量的訊號；及控制部，連接於前述感測器，且具備訊號處理部及儲存部，

前述訊號處理部是構成為可以進行：

對至少1個刻度的範圍中的前述準正弦波訊號執行傅利葉轉換，並且從藉由前述傅利葉轉換而得到的各頻率成分的頻譜強度，計算基本波成分的訊號強度及至少1個高諧波成分的訊號強度，

將前述至少1個高諧波成分的訊號強度的每一個除以前述基本波成分的訊號強度，藉此計算對應於前述至少1個高諧波成分的每一個的增益，

以已和前述對應的增益相乘之各高諧波成分來對前述準正弦波訊號進行減法計算，藉此檢測前述位置變化量，

前述訊號處理部是進一步構成為可以進行：

針對各高諧波成分來從前述儲存部讀出相對於前述基本波成分之已設定的複數個暫定的相位差，其中前述基本波成分是將前述複數個刻度當中的1個設為原點，且成為將1個刻度量設為1個週期之理想的正弦波訊號，

以包含前述複數個暫定的相位差當中的1個且已和前述對應的增益相乘之各高諧波成分來對前述準正弦波訊號進行減法計算，藉此計算暫定的位置變化量，

從前述儲存部讀出前述理想的正弦波訊號的理想位置變化量，

以前述理想位置變化量來對前述暫定的位置變化量進行減法計算，藉此計算位置誤差，

提取出前述位置誤差當中的最大位置誤差及最小位置誤差，並以前述最小位置誤差來對前述最大位置誤差進行減法計算，藉此計算各暫定的相位差中的位置誤差振幅，

將具有最小的位置誤差振幅之暫定的相位差決定作為真實的相位差，其中前述最小的位置誤差振幅是針對前述複數個暫定的相位差所計算出的各位置誤差振幅當中最小的位置誤差振幅，

以包含前述真實的相位差且已和前述對應的增益相乘之各高諧波成分，來對前述準正弦波訊號進行減法計算，藉此檢測出前述位置變化量。

【請求項12】如請求項11之位置檢測裝置，其為編碼器、分解器、或感應同步器。

【請求項13】一種程式，是在訊號處理部執行，前述訊號處理部取得準正弦波訊號，前述準正弦波訊號是藉由讀取沿著移動體之運動的方向而配置的複數個刻度的感測器所輸出的訊號，並且是將前述複數個刻度當中的1個刻度量設為1個週期之因應於前述移動體之運動之位置變化量的訊號，前述程式是執行下述步驟：

步驟a)，對至少1個刻度的範圍中的前述準正弦波訊號執行傅利葉轉換，並且從藉由前述傅利葉轉換而得到的各頻率成分的頻譜強度，計算基本波成分的訊號強度及至少1個高諧波成分的訊號強度；

步驟b)，將前述至少1個高諧波成分的訊號強度的每一個除以前述基本波成分的訊號強度，藉此計算對應於前

述至少1個高諧波成分的每一個的增益；及

步驟c)，以已和前述對應的增益相乘之各高諧波成分來對前述準正弦波訊號進行減法計算，藉此檢測前述位置變化量，

前述步驟c)中是執行：

步驟c1)，針對各高諧波成分來讀出相對於前述基本波成分之已設定的複數個暫定的相位差，其中前述基本波成分將前述複數個刻度當中的1個設為原點，且成為將1個刻度量設為1個週期之理想的正弦波訊號；

步驟c2)，以包含前述複數個暫定的相位差當中的1個且已和前述對應的增益相乘之各高諧波成分，來對前述準正弦波訊號進行減法計算，藉此計算暫定的位置變化量；

步驟c3)，讀出前述理想的正弦波訊號的理想位置變化量；

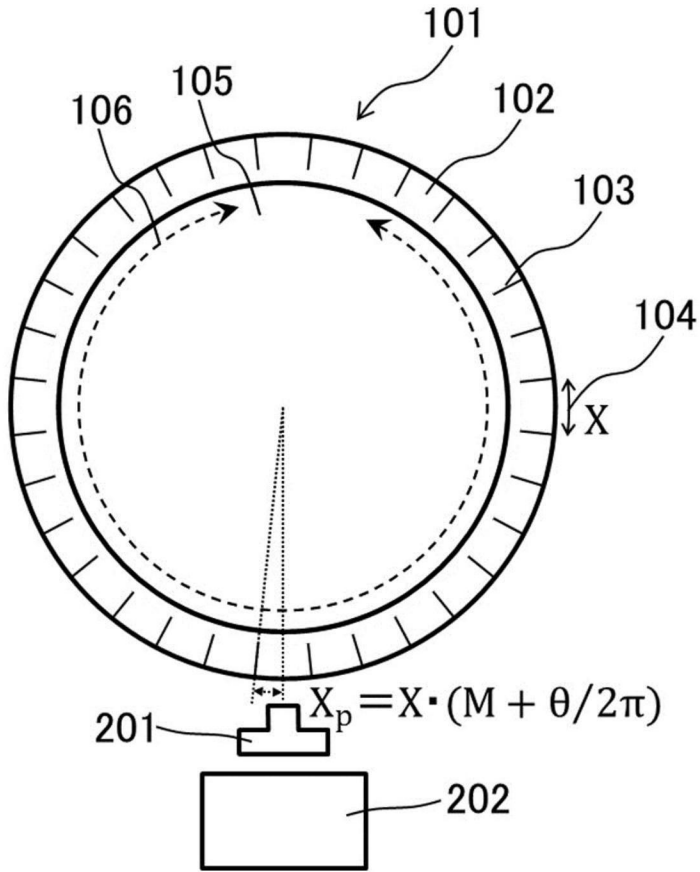
步驟c4)，以前述理想位置變化量來對前述暫定的位置變化量進行減法計算，藉此計算位置誤差；

步驟c5)，提取出前述位置誤差當中的最大位置誤差及最小位置誤差，並以前述最小位置誤差來對前述最大位置誤差進行減法計算，藉此計算各暫定的相位差中的位置誤差振幅；

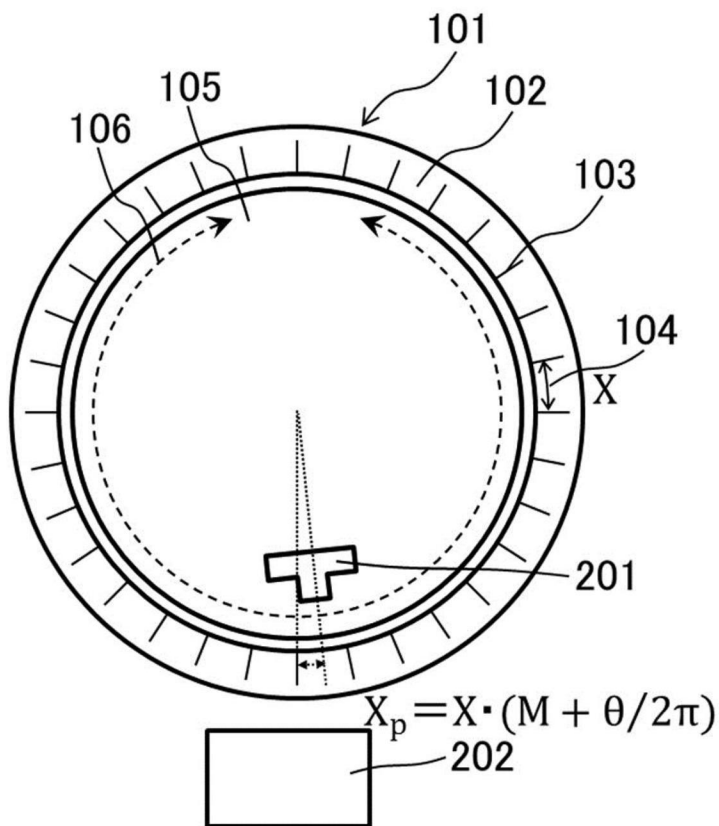
步驟c6)，將具有最小的位置誤差振幅之暫定的相位差決定作為真實的相位差，其中前述最小的位置誤差振幅是針對前述複數個暫定的相位差所計算出的各位置誤差振幅當中最小的位置誤差振幅；及

步驟c7)，以包含前述真實的相位差且已和前述對應的增益相乘之各高諧波成分來對前述準正弦波訊號進行減法計算，藉此檢測前述位置變化量。

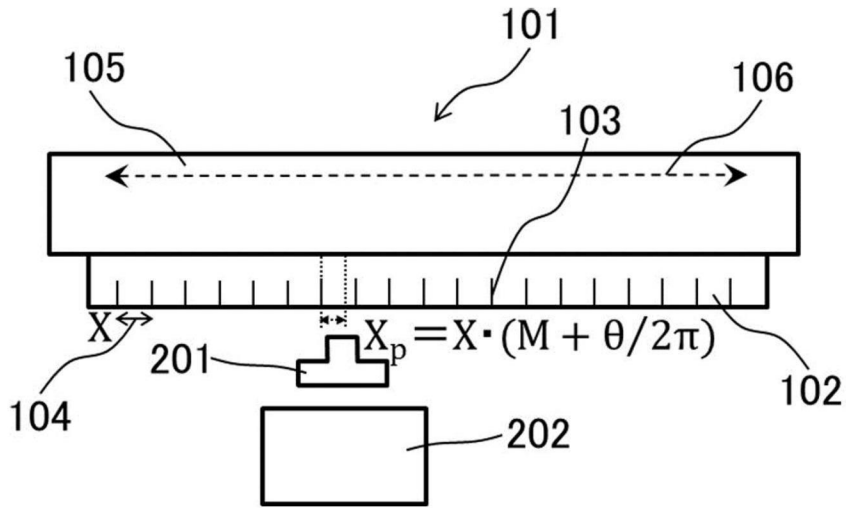
【發明圖式】



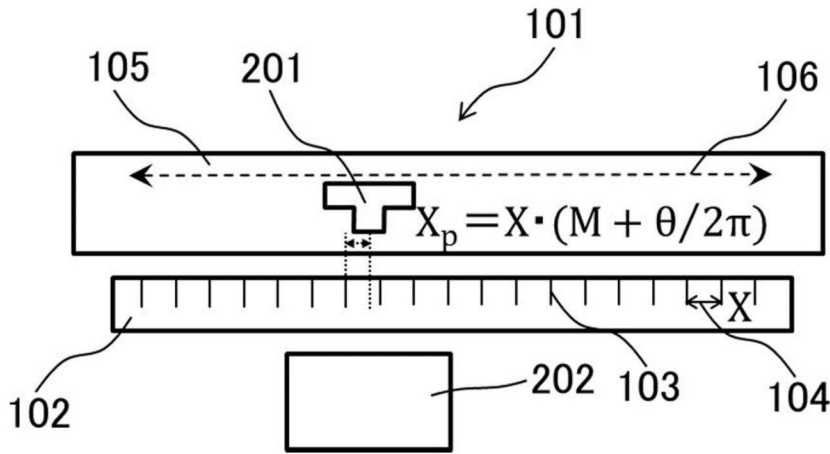
【圖1A】



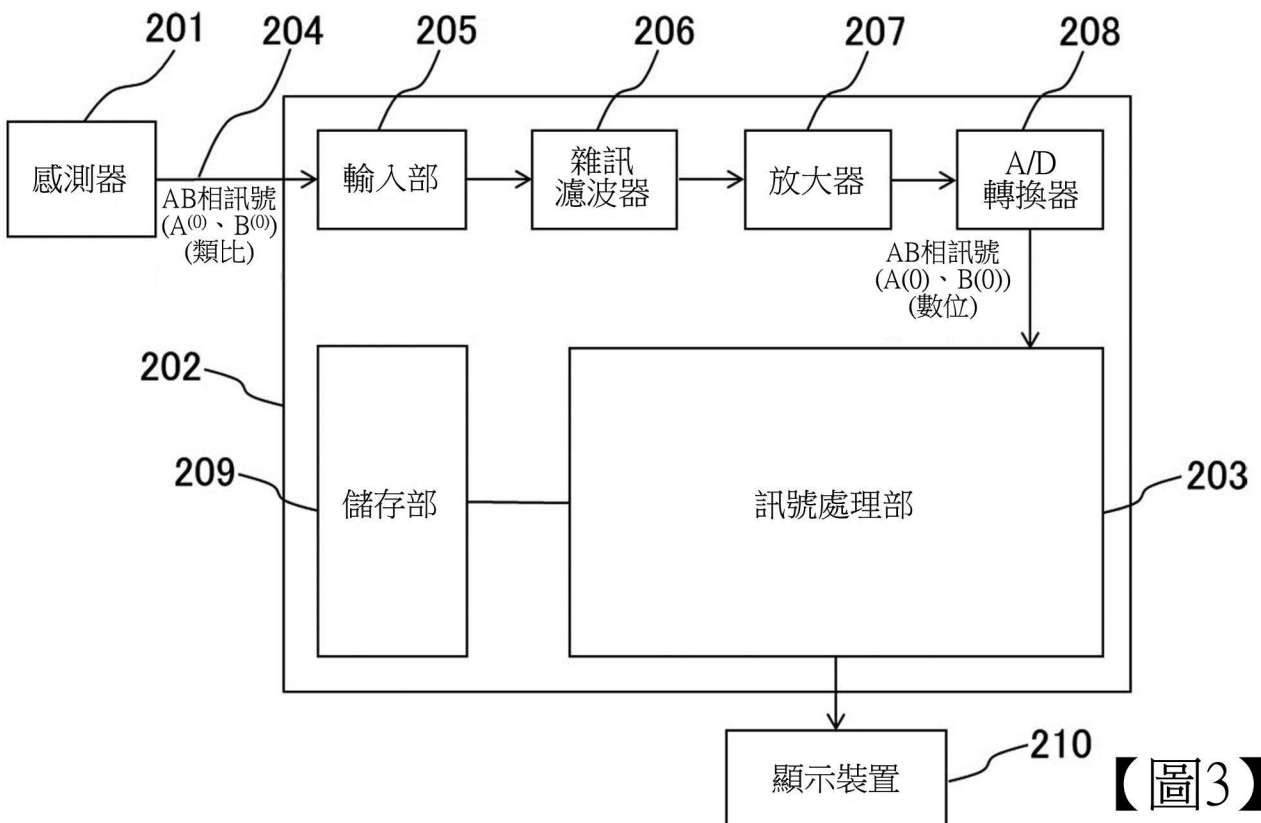
【圖1B】



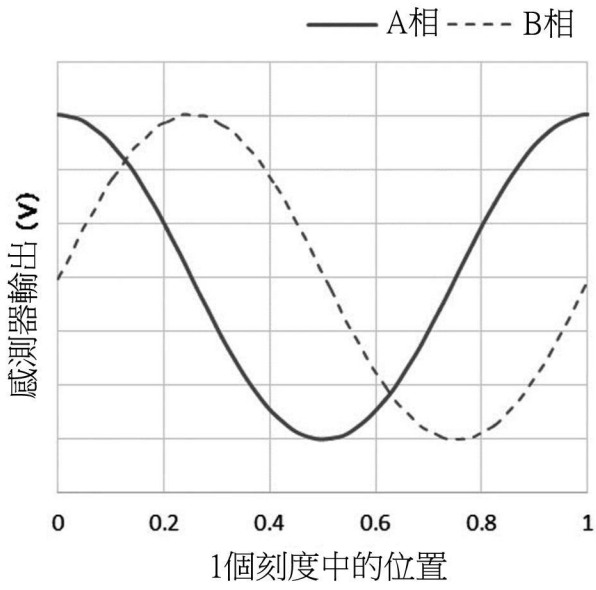
【圖2A】



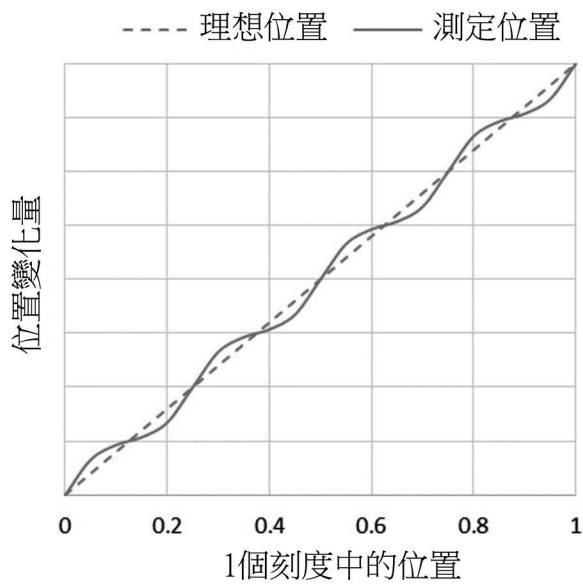
【圖2B】



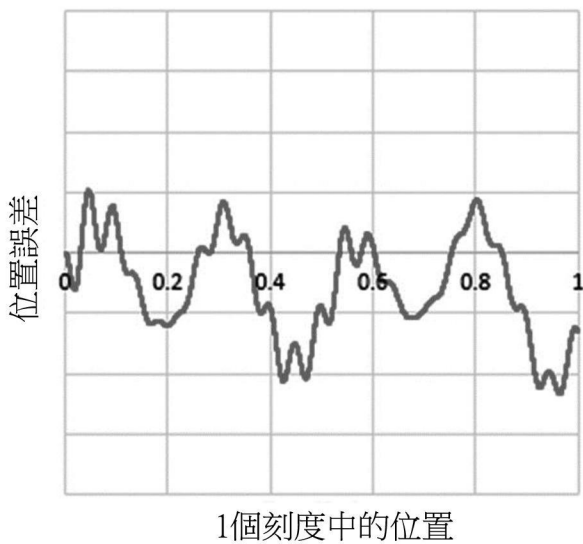
【圖3】



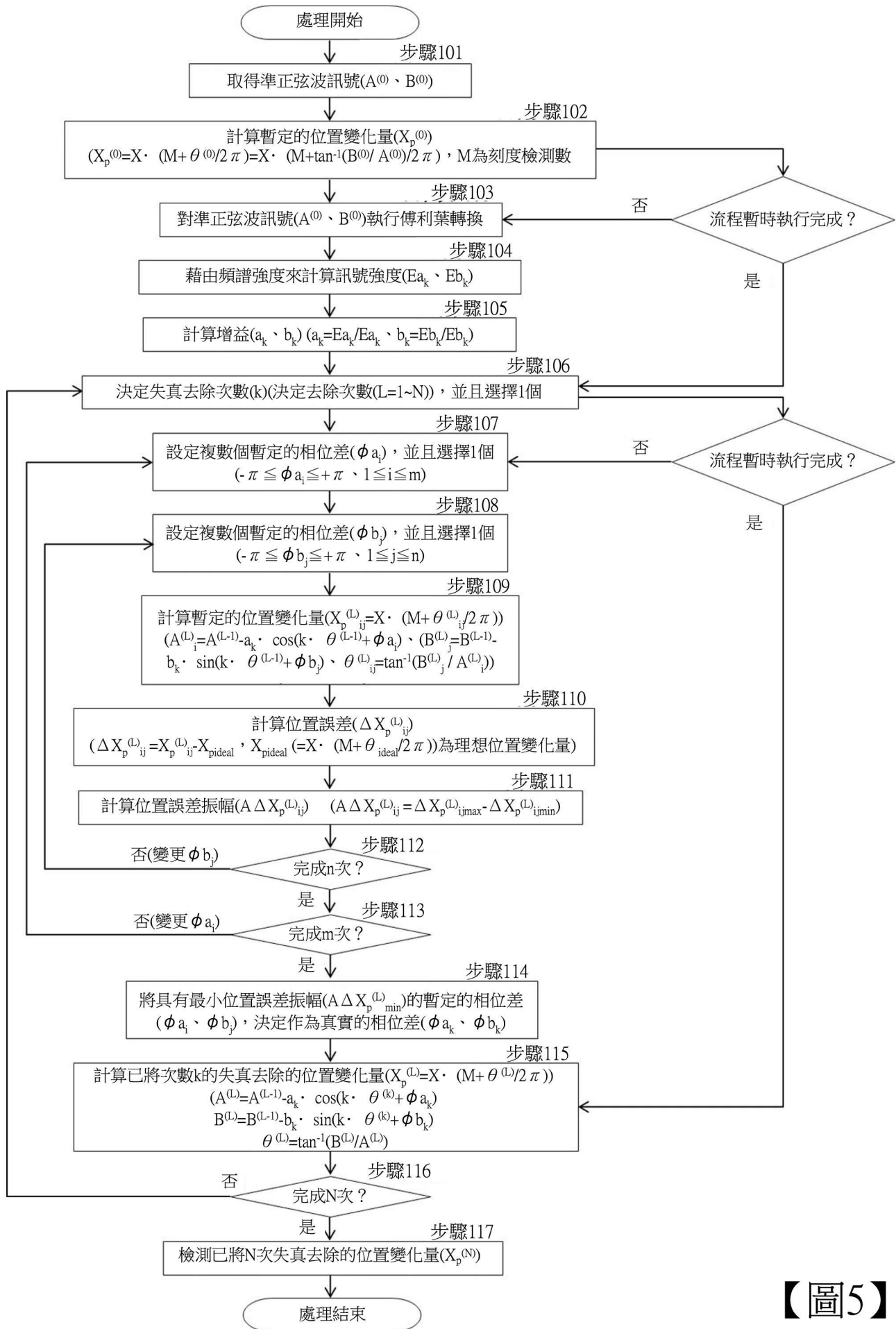
【圖4A】



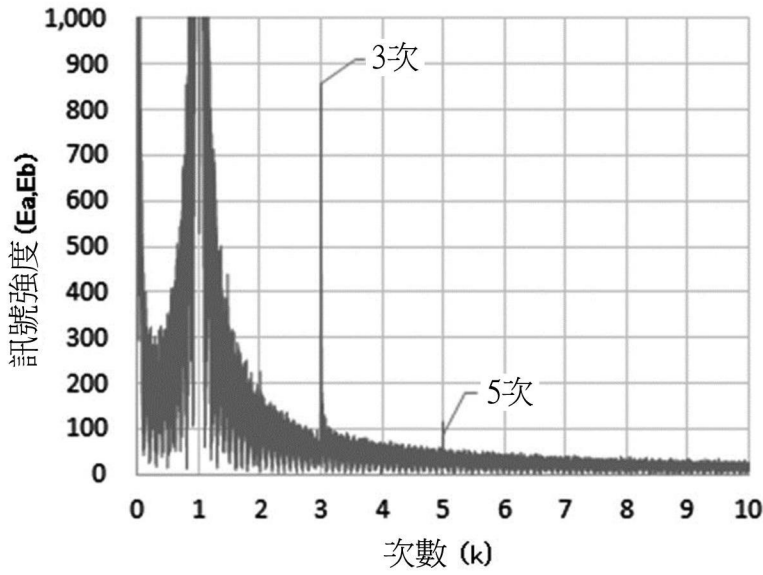
【圖4B】



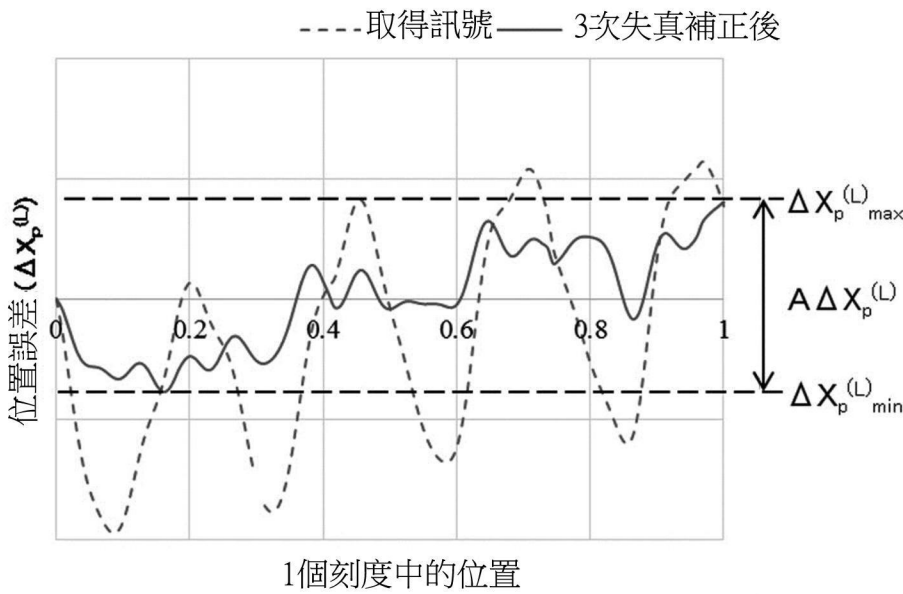
【圖4C】



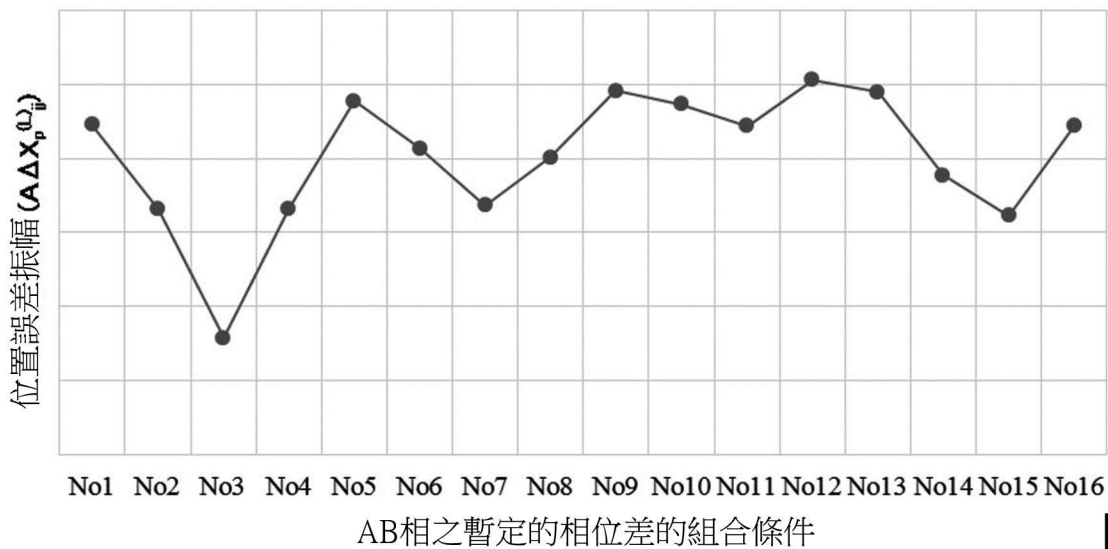
【圖5】



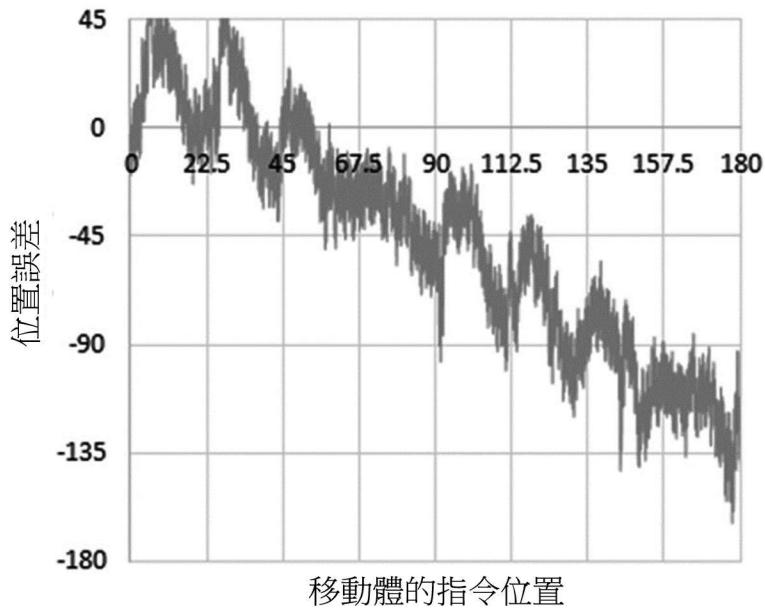
【圖6】



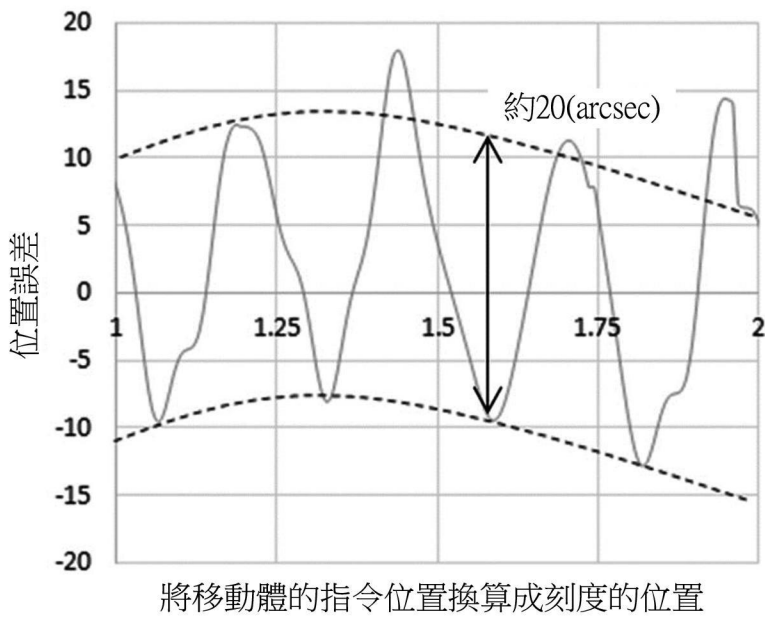
【圖7】



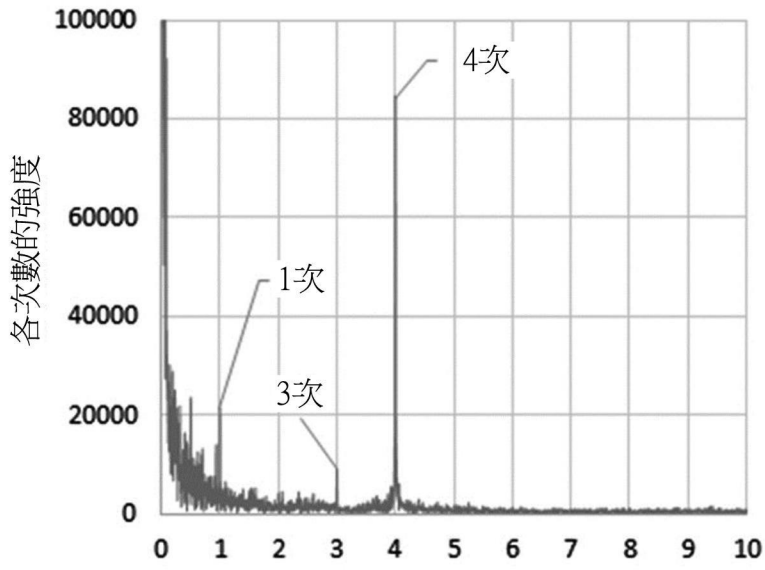
【圖8】



【圖9A】

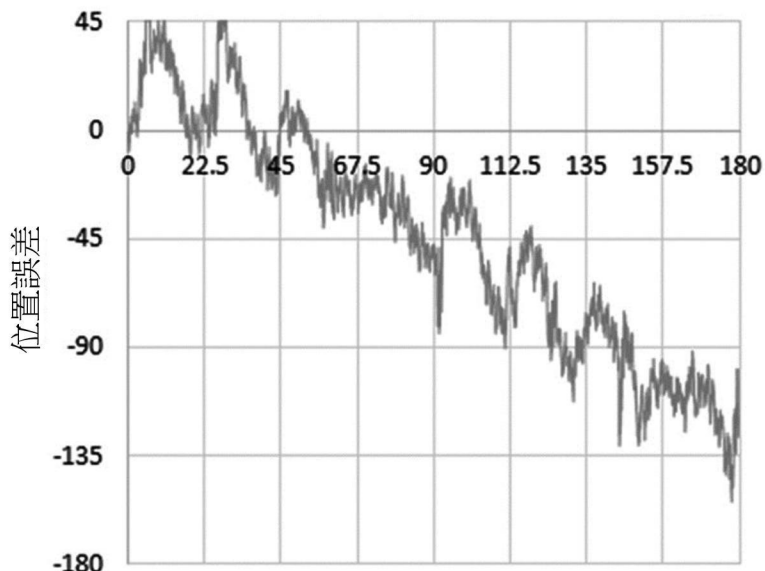


【圖9B】



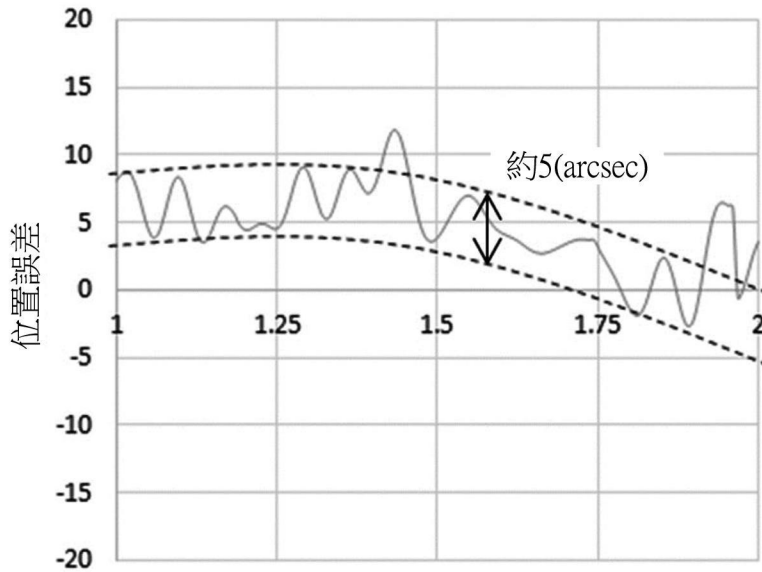
將1個刻度設為1個週期1次的位置誤差的次數

【圖9C】



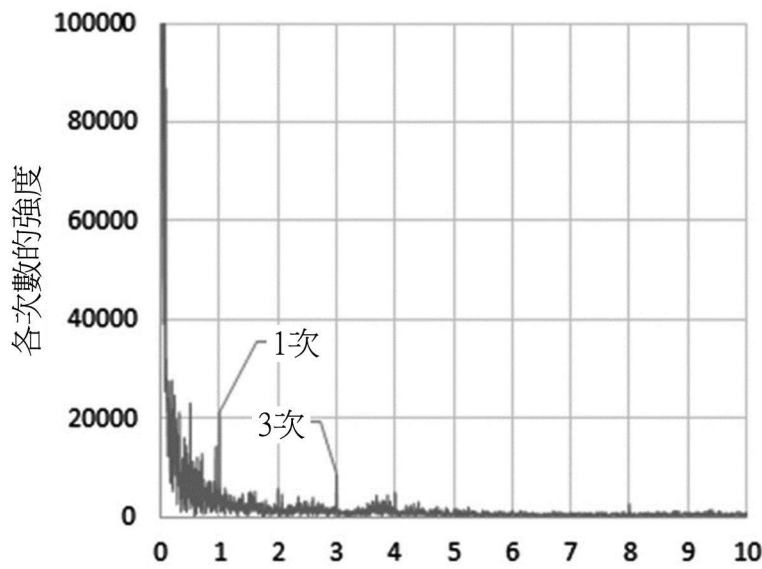
移動體的指令位置

【圖10A】



將移動體的指令位置換算成刻度的位置

【圖10B】



將1個刻度設為1個週期1次的位置誤差的次數

【圖10C】