

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年5月30日(30.05.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/080658 A1

- (51) 国際特許分類:
G01D 5/244 (2006.01) *G01D 5/245* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/066433
- (22) 国際出願日: 2013年6月14日(14.06.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-253841 2012年11月20日(20.11.2012) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 竹内 克佳 (TAKEUCHI, Katsuyoshi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 石井 浩 (ISHII, Koh); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 光石 俊郎, 外 (MITSUISHI, Toshiro et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂一丁目9番15号 光石法律特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF CORRECTING DETECTION POSITION OF ELECTROMAGNETIC INDUCTANCE-TYPE POSITION DETECTOR

(54) 発明の名称: 電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法

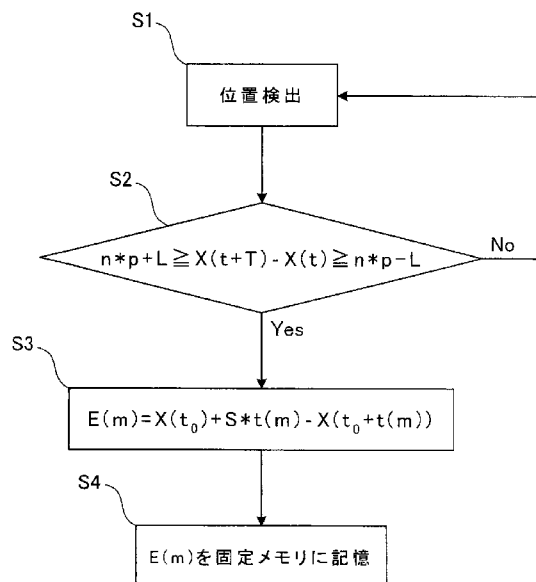


FIG. 2
S1 Detect position
S4 Save E(m) to fixed memory

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a method for correcting the detection position of an electromagnetic inductance-type position detector allowing for correction of detection positions without requiring a high precision position detector separate from the electromagnetic inductance-type position detectors, the correction data therefor being acquired by the electromagnetic inductance-type position detector itself. This is accomplished by performing: a detection position acquiring process of acquiring a detection position by moving a moving body according to a velocity command value for a constant velocity and detecting the position of the moving body with the electromagnetic inductance-type position detector; a constant velocity determining process of determining that the moving body has moved at the constant velocity in a prescribed movement section on the basis of, for example, the detection position and coil pitch; and a correction data acquiring process of acquiring correction data on the basis of an approximated ideal position and the detection position, wherein the approximated ideal position is found by adding the product of the constant velocity and the elapsed time since acquisition of a reference detection position to the reference detection position, where the reference detection position is the detection position corresponding to the starting position of any of the coil pitches in the movement section.

(57) 要約:

[続葉有]



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, 添付公開書類:
MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明は、電磁誘導式位置検出器とは別の高精度位置検出器を必要とせず、電磁誘導式位置検出器自身で補正データを取得して検出位置の補正を行うことができる電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法を提供することを目的とする。そのため、一定速度の速度指令値によって移動体を移動させ、電磁誘導式位置検出器で移動体の位置を検出して検出位置を取得する検出位置取得処理と、例えば検出位置とコイルピッチとに基づき、所定の移動区間において移動体が一定速度で移動したことを判断する一定速度判断処理と、前記移動区間における何れかのコイルピッチの始端位置に対応する検出位置を基準検出位置とし、前記基準検出位置を取得してから経過時間と一定速度との乗算値を、基準検出位置に加算することによって近似理想位置を求め、この近似理想位置と検出位置とに基づいて補正データを取得する補正データ取得処理とを行う。

明 細 書

発明の名称：電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法

技術分野

[0001] 本発明はリニア形スケール又はロータリ形スケールである電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法に関する。

背景技術

[0002] 電磁誘導式位置検出器であるインダクトシン方式のスケールは、工作機械、自動車、ロボットなどの各種機械における位置検出に適用される。インダクトシン方式のスケールにはリニア形スケールとロータリ形スケールがある。リニア形スケールは工作機械のテーブルなどの移動体に設置されて当該移動体の直線的な移動位置を検出するものであり、ロータリ形スケールは工作機械の回転テーブルなどの移動体（回転体）に設置されて当該移動体（回転体）の回転位置（回転角度）を検出するものである。

[0003] リニア形スケールとロータリ形スケールは何れも、互いに平行に向かい合わせになるように配置されたコイルパターンの電磁誘導により位置を検出するものである。この検出原理を図6の原理図に基づいて説明する。

[0004] 図6（a）はリニア形スケールのスライダとスケールを互いに平行に向かい合わせになるように配置した状態を示す斜視図、図6（b）は前記スライダと前記スケールを並べて示す図、図6（c）は前記スライダと前記スケールの電磁結合度を示す図である。

なお、ロータリ形スケールの検出原理もリニア形スケールと同様であり、ロータリ形スケールのステータとロータがリニア形スケールのスライダとスケールに対応している。リニア形スケールとロータリ形スケールは何れも、検出部と検出制御装置とを有している。

[0005] 図6（a）及び図6（b）に示すように、リニア形スケールの検出部10は、一次側部材であるスライダ1と、二次側部材であるスケール2とを有している。

[0006] スライダ１は可動部であり、第１の一次側コイルである第１のスライダコイル３と、第２の一次側コイルである第２のスライダコイル４とを有している。スケール２は固定部であり、二次側コイルであるスケールコイル５を有している。コイル３，４，５はジグザグ状に折り返され（楕形パターンとなっており）、全体が直線状となるように形成されている。スライダ１は工作機械のテーブルなどの移動体に取り付けられて当該移動体とともに直線的に移動する。スケール２は工作機械のベッドなどの固定部に固定される。

[0007] 図６（ａ）に示すように、スライダ１（第１のスライダコイル３及び第２のスライダコイル４）と、スケール２（スケールコイル５）は、これらの上に所定のギャップ g を保持した状態で互いに平行に向かい合わせになるように配置されている。また、図６（ａ）及び図６（ｂ）に示すように、第１のスライダコイル３と第２のスライダコイル４は $1/4$ ピッチずれている。

[0008] かかる構成のリニア形スケールでは、第１のスライダコイル３と第２のスライダコイル４に励磁電流（交流電流）を流すと、スライダ１の移動に伴う第１スライダコイル３及び第２スライダコイル４とスケールコイル５との相対的な位置関係の変化に応じて、図６（ｃ）に示すように第１のスライダコイル３及び第２のスライダコイル４とスケールコイル５との電磁結合度が周期的に変化する。このため、スケールコイル５には周期的に変化する誘起電圧が発生する。

[0009] 具体的には、リニア形スケールの検出制御装置では、下記の（１）式のような第１の励磁電流 I_a を第１のスライダコイル３に流し、下記の（２）式のような第２の励磁電流 I_b を第２のスライダコイル４に流す。

$$[0010] \quad I_a = -I \cos(k\alpha) \sin(\omega t) \quad (1)$$

$$I_b = I \sin(k\alpha) \sin(\omega t) \quad (2)$$

但し、 I ：励磁電流の大きさ

k ： $2\pi/p$

p ：コイルピッチ（長さ：ロータリ形スケールでは角度）

ω ：励磁電流（交流電流）の角周波数

t : 時間

α : 励振位置

[0011] その結果、第1のスライダコイル3及び第2のスライダコイル4とスケールコイル5との間の電磁誘導作用により、スケールコイル5には下記の(3)式のような誘起電圧 V が発生する。

[0012]
$$V = K l \sin(k(X - \alpha)) \sin(\omega t) \quad (3)$$

但し、 K : ギャップ g と励磁電流の角周波数 ω に依存する伝達係数

X : 検出位置 (移動体の移動位置)

[0013] 前記検出制御装置では、スケールコイル5の誘起電圧 V を入力して、当該誘起電圧 V が0となる励振位置 α (即ち $X = \alpha$ となる励振位置 α)の値を計算し、この励振位置 α を、移動体 (スライダ1)の検出位置 X として出力し、且つ、この励振位置 α に基づいて第1励磁電流 I_a 及び第2励磁電流 I_b を調整する。即ち、 $X = \alpha$ となるように移動体 (スライダ1)の位置 X に対して励振位置 α を追従させて、誘起電圧 $V = 0$ となるように制御することにより、移動体 (スライダ1)の位置 X を検出して出力する。

先行技術文献

特許文献

[0014] 特許文献1 : 特開2000-180107号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0015] しかしながら、現実の電磁誘導式位置検出器 (リニア形スケール、ロータリ形スケール)は、製造誤差や組み付け誤差があるため、上記の(3)式が成立せず、検出位置 X に誤差が伴う。一般に検出位置 X に含まれている誤差として顕著に現れるのはコイルピッチ周期の誤差 (コイルピッチの周期に応じて周期的に変動する誤差)であり、これを内挿誤差という。

[0016] 検出位置 X を補正する方法としては、電磁誘導式位置検出器とは別の高精度位置検出器を用い、この高精度位置検出器の検出位置と電磁誘導式位置検

出器の検出位置 X とに基づいて補正データを取得する方法が考えられる。しかし、この方法では高精度位置検出器を準備しなければならないため、コストが高くなり、手間もかかる。

[0017] 従って本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、電磁誘導式位置検出器とは別の高精度位置検出器を必要とせず、電磁誘導式位置検出器自身で補正データを取得して検出位置の補正を行うことができる電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0018] 上記課題を解決する第1発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法は、

一次側コイルを備えた一次側部材と、二次側コイルを備えた二次側部材とを有し、前記一次側部材又は前記二次側部材が移動体に取り付けられて前記移動体とともに移動し、前記一次側コイルと前記二次側コイルが互いに平行で向かい合わせになるように配置された電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法であって、

一定速度の速度指令値によって前記移動体を移動させ、前記電磁誘導式位置検出器で前記移動体の位置を検出して検出位置を取得する検出位置取得処理と、

前記検出位置と前記二次側コイルのコイルピッチとに基づき、又は、前記検出位置と前記一定速度と前記移動体の移動時間とに基づき、又は、前記二次側コイルのコイルピッチと前記一定速度と前記移動体の移動時間とに基づき、所定の移動区間において前記移動体が前記一定速度で移動したことを判断する一定速度判断処理と、

前記移動区間における何れかのコイルピッチの始端位置に対応する検出位置を基準検出位置とし、前記基準検出位置を取得してからの経過時間と前記一定速度との乗算値を、前記基準検出位置に加算することによって近似理想位置を求め、この近似理想位置と検出位置とに基づいて補正データを取得する補正データ取得処理と

を行うことを特徴とする。

[0019] また、第2発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法は、第1発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、

前記一定速度判断処理では、

前記移動区間を、前記コイルピッチ p の n 倍 (n は自然数) に相当する区間とし、

前記移動体が、前記一定速度 S で、前記移動区間を移動するのに要する移動時間を T_1 とし、

前記移動区間の始端位置に対応する検出位置を $X(t_0)$ 、前記移動区間の終端位置に対応する検出位置を $X(t_0 + T_1)$ とし、

閾値を $\pm L$ とすると、

$n * p - L \geq X(t_0 + T_1) - X(t_0) \geq n * p + L$ の条件を満たすとき、前記移動区間において前記移動体が前記一定速度 S で移動したと判断することを特徴とする。

[0020] また、第3発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法は、第1発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、

前記一定速度判断処理では、

前記移動区間を、前記コイルピッチ p の n 倍 (n は自然数) に相当する区間とし、

前記移動体が、前記一定速度 S で、前記移動区間を移動するのに要する移動時間を T_1 とし、

前記移動区間の始端位置に対応する検出位置を $X(t_0)$ 、前記移動区間の終端位置に対応する検出位置を $X(t_0 + T_1)$ とし、

閾値を $\pm L$ とすると、

$S * T_1 - L \geq X(t_0 + T_1) - X(t_0) \geq S * T_1 + L$ の条件を満たすとき、前記移動区間において前記移動体が前記一定速度 S で移動したと判断することを特徴とする。

[0021] また、第4発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法は、第1発明

の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、

前記一定速度判断処理では、

前記移動区間を、前記コイルピッチ p の n 倍（ n は自然数）に相当する区間とし、

前記移動体が、前記移動区間を移動するのに要したと判断した移動時間を T_2 とし、

閾値を $\pm L$ とすると、

$n * p - L \geq S * T_2 \geq n * p + L$ の条件を満たすとき、前記移動区間において前記移動体が前記一定速度 S で移動したと判断することを特徴とする。

[0022] また、第 5 発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法は、第 1 ～ 第 4 発明の何れか 1 つの電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、

前記補正データ取得処理では、

前記移動区間における何れかのコイルピッチ p の始端位置に対応する検出位置を取得したときの時間を t_0 とし、

前記移動区間における他の何れかのコイルピッチ p の終端位置に対応する検出位置を取得したときの時間を $t_0 + T$ とし、

前記移動区間における何れかのコイルピッチ p の始端位置に対応する検出位置を基準検出位置 $X(t_0)$ とし、

前記基準検出位置 $X(t_0)$ を取得してからの経過時間 $t(m)$ （ m はインデックス番号）を、 $t(m) = 0 \sim T$ とし、

Δt を固定してインデックス番号 m と $t(m)$ との対応づけをし、又は、 Δx を固定してインデックス番号 m と $X(t_0 + t(m))$ との対応づけをし、

インデックス番号 m に対応する補正データ $E(m)$ を、 $E(m) = X(t_0) + S * t(m) - X(t_0 + t(m))$ の式によって算出することを特徴とする。

[0023] また、第 6 発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法は、第 1 ～ 第

5 発明の何れか 1 つの電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、
前記移動区間を複数とし、これら複数の移動区間で補正データを取得し、
これら複数の補正データの平均値を最終的な補正データとすることを特徴と
する。

- [0024] また、第 7 発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法は、第 1 ～ 第
6 発明の何れか 1 つの電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、
前記補正データをフーリエ変換して、スペクトルの大きい成分 $F(i)$ を
上位 j 個分 ($i = 0 \sim j - 1$) メモリに記憶しておき、
前記メモリから成分 $F(i)$ を読み出し、逆フーリエ変換をして補正デー
タを求めること
を特徴とする。

発明の効果

- [0025] 第 1 発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法によれば、一次側コ
イルを備えた一次側部材と、二次側コイルを備えた二次側部材とを有し、前
記一次側部材又は前記二次側部材が移動体に取り付けられて前記移動体とと
もに移動し、前記一次側コイルと前記二次側コイルが互いに平行で向かい合
わせになるように配置された電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法であ
って、一定速度の速度指令値によって前記移動体を移動させ、前記電磁誘導
式位置検出器で前記移動体の位置を検出して検出位置を取得する検出位置取
得処理と、前記検出位置と前記二次側コイルのコイルピッチとに基づき、又は
、前記検出位置と前記一定速度と前記移動体の移動時間とに基づき、又は
、前記二次側コイルのコイルピッチと前記一定速度と前記移動体の移動時間
とに基づき、所定の移動区間において前記移動体が前記一定速度で移動した
ことを判断する一定速度判断処理と、前記移動区間における何れかのコイル
ピッチの始端位置に対応する検出位置を基準検出位置とし、前記基準検出位
置を取得してからの経過時間と前記一定速度との乗算値を、前記基準検出位
置に加算することによって近似理想位置を求め、この近似理想位置と検出位
置とに基づいて補正データを取得する補正データ取得処理とを行うことを特

徴としているため、電磁誘導式位置検出器とは別の高精度位置検出器を必要とせず、電磁誘導式位置検出器自身で補正データを取得して検出位置の補正を行うことができる。

[0026] 第2発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法によれば、第1発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、前記一定速度判断処理では、前記移動区間を、前記コイルピッチ p の n 倍 (n は自然数) に相当する区間とし、前記移動体が、前記一定速度 S で、前記移動区間を移動するのに要する移動時間を T_1 とし、前記移動区間の始端位置に対応する検出位置を $X(t_0)$ 、前記移動区間の終端位置に対応する検出位置を $X(t_0 + T_1)$ とし、閾値を $\pm L$ とすると、 $n * p - L \geq X(t_0 + T_1) - X(t_0) \geq n * p + L$ の条件を満たすとき、前記移動区間において前記移動体が前記一定速度 S で移動したと判断することを特徴としているため、電磁誘導式位置検出器自身で移動体の一定速度の判断を容易且つ確実に行うことができる。

[0027] 第3発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法によれば、第1発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、前記一定速度判断処理では、前記移動区間を、前記コイルピッチ p の n 倍 (n は自然数) に相当する区間とし、前記移動体が、前記一定速度 S で、前記移動区間を移動するのに要する移動時間を T_1 とし、前記移動区間の始端位置に対応する検出位置を $X(t_0)$ 、前記移動区間の終端位置に対応する検出位置を $X(t_0 + T_1)$ とし、閾値を $\pm L$ とすると、 $S * T_1 - L \geq X(t_0 + T_1) - X(t_0) \geq S * T_1 + L$ の条件を満たすとき、前記移動区間において前記移動体が前記一定速度 S で移動したと判断することを特徴としているため、電磁誘導式位置検出器自身で移動体の一定速度の判断を容易且つ確実に行うことができる。

[0028] 第4発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法によれば、第1発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、前記一定速度判断処理では、前記移動区間を、前記コイルピッチ p の n 倍 (n は自然数) に相当する区間とし、前記移動体が、前記移動区間を移動するのに要したと判断した移動時間を T_2 とし、閾値を $\pm L$ とすると、 $n * p - L \geq S * T_2 \geq n * p +$

Lの条件を満たすとき、前記移動区間において前記移動体が前記一定速度Sで移動したと判断することを特徴としているため、電磁誘導式位置検出器自身で移動体の一定速度の判断を容易且つ確実に行うことができる。

[0029] 第5発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法によれば、第1～第4発明の何れか1つの電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、前記補正データ取得処理では、前記移動区間における何れかのコイルピッチpの始端位置に対応する検出位置を取得したときの時間を t_0 とし、前記移動区間における他の何れかのコイルピッチpの終端位置に対応する検出位置を取得したときの時間を $t_0 + T$ とし、前記移動区間における何れかのコイルピッチpの始端位置に対応する検出位置を基準検出位置 $X(t_0)$ とし、前記基準検出位置 $X(t_0)$ を取得してからの経過時間 $t(m)$ (mはインデックス番号)を、 $t(m) = 0 \sim T$ とし、 Δt を固定してインデックス番号mと $t(m)$ との対応づけをし、又は、 Δx を固定してインデックス番号mと $X(t_0 + t(m))$ との対応づけをし、インデックス番号mに対応する補正データ $E(m)$ を、 $E(m) = X(t_0) + S * t(m) - X(t_0 + t(m))$ の式によって算出することを特徴としているため、電磁誘導式位置検出器自身で補正データ $E(m)$ を容易且つ確実に取得することができる。

[0030] 第6発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法によれば、第1～第5発明の何れか1つの電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、前記移動区間を複数とし、これら複数の移動区間で補正データを取得し、これら複数の補正データの平均値を最終的な補正データとすることを特徴としているため、より精度の高い補正データを取得することができる。

[0031] 第7発明の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法によれば、第1～第6発明の何れか1つの電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、前記補正データをフーリエ変換して、スペクトルの大きい成分 $F(i)$ を上位j個分 ($i = 0 \sim j - 1$) メモリに記憶しておき、前記メモリから成分 $F(i)$ を読み出し、逆フーリエ変換をして補正データを求めることを特徴としているため、メモリの容量を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]本発明の実施の形態例1に係る電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法を実施するシステムの構成を示す図である。

[図2]前記検出位置補正方法の処理手順を示すフローチャートである。

[図3] (a) は誤差を含む検出位置の経時変化と理想位置の経時変化とを示すグラフ、(b) は検出位置に含まれている誤差の経時変化を示すグラフである。

[図4] (a) は Δt を固定してインデックス番号 m と $t(m)$ との対応づけをした場合の対応関係を示す表、(b) は Δx を固定してインデックス番号 m と $X(t_0 + t(m))$ との対応づけをした場合の対応関係を示す表である。

[図5]補正データ $E(m)$ の変化を示すグラフである。

[図6] (a) はリニア形スケールのスライダとスケールを互いに平行に向かい合わせにした状態を示す斜視図、(b) は前記スライダと前記スケールを並べて示す図、(c) は前記スライダと前記スケールの電磁結合度を示す図である。

発明を実施するための形態

[0033] 以下、本発明の実施の形態例を図面に基づいて詳細に説明する。

[0034] <実施の形態例1>

図1～図4に基づき、本発明の実施の形態例1に係る電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法について説明する。

[0035] まず、図1に基づき、本実施の形態例1の電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法を実施するシステムの構成について説明する。

[0036] 図1に示すシステムは、電磁誘導式位置検出器11と、駆動制御装置20と、移動体21とを有する構成となっている。移動体21は、例えば工作機械のテーブルなどのような直線的に移動する移動体である。駆動制御装置20は、移動体21を直線的に移動させる送り機構部（例えばモータやボールねじなどを備えた送り機構部）や、この送り機構部による移動体21の駆動を制御する駆動制御部などを備えている。

[0037] 電磁誘導式位置検出器 11 は、検出部 17 と検出制御装置 18 とを有している。

なお、ここでは電磁誘導式位置検出器 11 がリニア形スケールである場合について説明するが、本発明は電磁誘導式位置検出器 11 がロータリ形スケールである場合についても適用することができる。

[0038] 検出制御装置 18 は、検出制御部 18A と固定メモリ 18B とを有している。検出制御部 18A は、検出部 17 への励磁電流の供給や検出部 17 の検出信号（誘起電圧）の処理などを行う。固定メモリ 18B は、固定メモリ 18B への給電を停止しても記憶データが保持されるタイプのメモリ（RAM、ROM）である。

[0039] 電磁誘導式位置検出器 11（リニア形スケール）の検出部 17 の構成や、検出制御装置 18（検出制御部 18A）の基本的な動作については、従来と同様である。

[0040] 詳述すると、検出部 17 は、一次側部材であるスライダ 12 と、二次側部材であるスケール 15 とを有している。

スライダ 12 は可動部であり、第 1 の一次側コイルである第 1 のスライダコイル 13 と、第 2 の一次側コイルである第 2 のスライダコイル 14 とを有している。スケール 15 は固定部であり、二次側コイルであるスケールコイル 16 を有している。コイル 13、14、16 はジグザグ状に折り返され（楕形パターンとなっており）、全体が直線状となるように形成されている。スライダ 12 は移動体 21 に取り付けられて移動体 12 とともに直線的に移動する。スケール 12 は例えば工作機械のベッドなどの固定部に固定される。

[0041] スライダ 12（第 1 のスライダコイル 13 及び第 2 のスライダコイル 14）と、スケール 15（スケールコイル 16）は、これらの間に所定のギャップ g を保持した状態で互いに平行に向かい合わせになるように配置されている（図 6（a）参照）。また、第 1 のスライダコイル 13 と第 2 のスライダコイル 14 は 1/4 ピッチずれている。

[0042] かかる構成の電磁誘導式位置検出器 11 では、第 1 のスライダコイル 13 と第 2 のスライダコイル 14 に励磁電流（交流電流）を流すと、スライダ 12 の移動に伴う第 1 スライダコイル 13 及び第 2 スライダコイル 14 とスケールコイル 16 との相対的な位置関係の変化に応じて、第 1 のスライダコイル 13 及び第 2 のスライダコイル 14 とスケールコイル 16 との電磁結合度が周期的に変化する（図 6（c）参照）。このため、スケールコイル 16 には周期的に変化する誘起電圧が発生する。

[0043] 具体的には、検出制御部 18A では、下記の（11）式のような第 1 の励磁電流 I_a を第 1 のスライダコイル 13 に流し、下記の（12）式のような第 2 の励磁電流 I_b を第 2 のスライダコイル 14 に流す。

$$[0044] \quad I_a = -I \cos(k\alpha) \sin(\omega t) \quad (11)$$

$$I_b = I \sin(k\alpha) \sin(\omega t) \quad (12)$$

但し、 I ：励磁電流の大きさ

k ： $2\pi/p$

p ：コイルピッチ（長さ：ロータリ形スケールでは角度）

ω ：励磁電流（交流電流）の角周波数

t ：時間

α ：励振位置

[0045] その結果、第 1 のスライダコイル 13 及び第 2 のスライダコイル 14 とスケールコイル 16 との間の電磁誘導作用により、スケールコイル 16 には下記の（3）式のような誘起電圧 V が発生する。

$$[0046] \quad V = K I \sin(k(X - \alpha)) \sin(\omega t) \quad (13)$$

但し、 K ：ギャップ g と励磁電流の角周波数 ω に依存する伝達係数

X ：検出位置（移動体の移動位置）

[0047] 検出制御部 18A では、スケールコイル 16 の誘起電圧 V を入力して、当該誘起電圧 V が 0 となる励振位置 α （即ち $X = \alpha$ となる励振位置 α ）の値を計算し、この励振位置 α を、移動体 21（スライダ 12）の検出位置 X として出力し、且つ、この励振位置 α に基づいて第 1 励磁電流 I_a 及び第 2 励磁

電流 I_b を調整する。即ち、 $X = \alpha$ となるように移動体 21（スライダ 12）の位置 X に対して励振位置 α を追従させて、誘起電圧 $V = 0$ となるように制御することにより、移動体 21（スライダ 12）の位置 X を検出して出力する。

[0048] ところが、先にも述べたとおり、現実の電磁誘導式位置検出器 11 は、製造誤差や組み付け誤差があるため、上記の（13）式が成立せず、検出位置 X に誤差 E が伴う。この誤差 E として顕著に現れるのはコイルピッチ周期の誤差（内挿誤差）である。

[0049] このため、精度のよい位置検出を行うには、補正データを取得して検出位置 X を補正する必要がある。

[0050] 以下、この検出位置 X の補正方法について説明する。まず、図 2 のフローチャートに基づき、検出制御装置 18（検出制御部 18A、固定メモリ 18B）で実施する検出位置補正方法の各処理について概要を説明し、続いて図 1～図 4 に基づき、前記検出位置補正方法の各処理について詳細に説明する。

[0051] 図 2 に示すように、まず、ステップ S1 で検出位置取得処理を行う。

この検出位置取得処理では、一定速度 S の速度指令値によって移動体 21（スライダ 12）を移動させ、電磁誘導式位置検出器 11 で移動体 21（スライダ 12）の位置を検出して検出位置 X を取得する。この検出位置 X は、移動体 21（スライダ 12）が移動する時間 t の関数として $X(t)$ と表すことができる。

[0052] 次に、ステップ S2 において一定速度判断処理を行う。

一定速度 S の速度指令値によって移動体 21（スライダ 12）を移動させる場合、移動体 21（スライダ 12）は、一定速度 S になるまで加速した後、一定速度 S で目標位置の近くまで移動し、その後、減速して目標位置に停止する。そして、補正データの取得には、移動体 21（スライダ 12）が実際に一定速度 S で移動したときの検出位置 $X(t)$ を用いる必要がある。

このため、一定速度判断処理では、検出位置 $X(t)$ と二次側コイル 16

のコイルピッチ p とに基づき（第 1 の一定速度判断方法）、又は、検出位置 $X(t)$ と一定速度 S と移動体 21（スライダ 12）の移動時間とに基づき（第 2 の一定速度判断方法）、又は、二次側コイル 16 のコイルピッチ p と一定速度 S と移動体 21（スライダ 12）の移動時間とに基づき（第 3 の一定速度判断方法）、所定の移動区間において移動体 21 が一定速度 S で移動したことを判断する。

[0053] ステップ S2 の一定速度判断処理の結果、何らかの不具合により、前記移動区間において移動体 21（スライダ 12）が一定速度 S で移動したと判断することができなかった場合（No）には、当該不具合が解消した後、再度、ステップ S1 の検出位置取得処理とステップ S2 の一定速度判断処理を実行する。

一方、ステップ S2 の一定速度判断処理の結果、前記移動区間において移動体 21 が一定速度 S で移動したと判断した場合（Yes）、次のステップ S3 において補正データ取得処理を行う。

[0054] この補正データ取得処理では、前記移動区間における何れかのコイルピッチ p の始端位置に対応する検出位置を基準検出位置とし、この基準検出位置を取得してからの経過時間と一定速度 S との乗算値を、基準検出位置に加算することによって近似理想位置（理想位置に近い位置）を求め、この近似理想位置と検出位置とに基づいて補正データを取得する。

[0055] ステップ S4 では、取得した補正データを固定メモリ 18B に記憶させる。

[0056] 次に、検出位置補正方法の各処理、即ち、検出位置取得処理と一定速度判断処理と補正データ取得処理について説明する。

[0057] (1) 検出位置取得処理

検出位置 $X(t)$ を取得するため、移動体 21（スライダ 12）を一定速度 S で移動させる。

具体的には、駆動制御装置 20 に速度指令値としての一定速度 S と目標位置とを与える。駆動制御装置 20 は、一定速度 S の速度指令値と目標位置と

に基づき、送り機構部による移動体 21（スライダ 12）の駆動を制御することにより、移動体 21（スライダ 12）を、始動させて一定速度 S になるまで加速させた後、一定速度 S で目標位置の近くまで移動させ、その後、減速させて目標位置に停止させる。

このときに検出制御装置 18 の検出制御部 18A では、検出位置 $X(t)$ を得る。

[0058] このときに検出位置 $X(t)$ は誤差 E を伴っている。

図 3（a）において横軸は時間 t 、縦軸は $X(t)$ 、 $X_i(t)$ であり、図 3（a）には誤差 E を含む検出位置 $X(t)$ の経時変化と、理想位置（真の位置） $X_i(t)$ の経時変化とを示している。

図 3（b）において横軸は時間 t 、縦軸は誤差 E であり、図 3（b）には検出位置 $X(t)$ に含まれている誤差 E の経時変化を、スケールコイル 16 のコイルパターンに対応させて示している。

[0059] 前述のとおり誤差 E として顕著に現れるのはコイルピッチ周期の誤差（挿入誤差）であるため、誤差 E は、図 3（b）に例示するようにスケールコイル 16 のコイルピッチ周期に応じて周期的に変動する。従って、誤差 E を含む検出位置 $X(t)$ も、図 3（a）に例示するようにスケールコイル 16 のコイルピッチ周期に応じて周期的に変動する。なお、コイルピッチ周期に応じて周期的に変動することを明示するため、図 3 では誤差 E を正弦波で表しているが、実際の誤差 E は、もう少し歪んだ波形となる。

[0060] なお、以下の説明において、コイルピッチ p の始端位置とは、図 3（b）に示すスケールコイル 16 の各コイルピッチ p における始めの位置（始点） p_s を意味し、コイルピッチ p の終端位置とは、図 3（b）に示すスケールコイル 16 の各コイルピッチ p における終わり位置（終点） p_e を意味する。なお、始端位置及び終端位置は何れも、隣り合うコイルピッチ p の境界（節目）でもある。

[0061] （2） 一定速度判断処理

検出位置取得処理で取得した検出位置 $X(t)$ を用いて、一定速度判断処

理を行う。

この一定速度判断処理は、以下に示すような第1の一定速度判断方法又は第2の一定速度判断方法又は第3の一定速度判断方法によって行う。

[0062] (a) 第1の一定速度判断方法

時間 t_0 における検出位置 $X(t)$ を、 $X(t_0)$ とする。

時間 $t_0 + T_1$ における検出位置 $X(t)$ を、 $X(t_0 + T_1)$ とする。

移動体 21 (スライダ 12) が、一定速度 S で、コイルピッチ p の n 倍 (n は自然数) である所定の移動区間を移動するのに要する移動時間を T_1 とする。なお、ここでは電磁誘導式位置検出器 11 としてリニア形スケールの例 (図 1) を示しているため、移動量は移動距離である (ロータリ形スケールの場合には回転角度になる)。

移動時間 T_1 はあらかじめ設定した一定時間であり、一定速度 S とコイルピッチ p とコイルピッチ数 n によって決まり、 $n * p / S$ の式によって算出できる。なお、 $*$ は掛け算の記号 $\times$ を意味している (他の記載箇所においても同様であり、特許請求の範囲及び図面においても同様である)。

コイルピッチ p は、リニア形スケールの場合には例えば 2 mm (ロータリ形スケールの場合には例えば 2 度) である。

コイルピッチ数 n は、例えば 256 ピッチとする。

前記所定の移動区間 (コイルピッチ p の n 倍に相当する区間) は、例えば、スケールコイル 16 の 101 番目のコイルピッチ p から、スケールコイル 16 の 356 番目 (コイルピッチ数 n が 256 の場合) のコイルピッチ p までの区間として設定する。

[0063] 検出位置 $X(t_0)$ は、前記所定の移動区間 (コイルピッチ p の n 倍に相当する区間) の始端位置に対応する検出位置である。また、前記所定の移動区間 (コイルピッチ p の n 倍に相当する区間) の始端位置は、当該移動区間における最初 (1 番目) のコイルピッチ p の始端位置に相当する。

検出位置 $X(t_0 + T_1)$ は、前記所定の移動区間 (コイルピッチ p の n 倍に相当する区間) の終端位置に対応する検出位置である。また、前記所定の移

動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）の終端位置は、当該移動区間における最後（ n 番目：例えば 2 5 6 番目）のコイルピッチ p の終端位置に相当する。

[0064] なお、このように設定することが望ましいが、これに限定するものではなく、前記所定の移動区間（当該コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）の始端位置が、当該移動区間における最初（1 番目）のコイルピッチ p の途中位置（当該コイルピッチ p の始端位置と終端位置の間の位置）であり、前記所定の移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）の終端位置が、当該移動区間における最後（ n 番目：例えば 2 5 6 番目）のコイルピッチ p の途中位置（当該コイルピッチ p の始端位置と終端位置の間の位置）であってもよい。

即ち、移動体 2 1（スライダ 1 2）が一定速度 S で移動したことを判断する所定の移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）は、最初（1 番目）のコイルピッチ p の始端位置から最後（ n 番目：例えば 2 5 6 番目）のコイルピッチ p の終端位置までの区間に限らず、最初（1 番目）のコイルピッチ p の途中位置から最後（ n 番目：例えば 2 5 6 番目）のコイルピッチ p の途中位置までの区間であってもよい。

[0065] 取得した検出位置 $X(t_0)$ と検出位置 $X(t_0 + T_1)$ には誤差が含まれているため、検出位置 $X(t_0)$ から検出位置 $X(t_0 + T_1)$ までの移動量 $X(t_0 + T_1) - X(t_0)$ と、理想移動量（真の移動量） $n * p$ との関係は、下記の（2 1）式となる。

$$X(t_0 + T_1) - X(t_0) \div n * p \quad (21)$$

[0066] 従って、移動量 $X(t_0 + T_1) - X(t_0)$ が理想移動量 $n * p$ に近ければ、検出位置 $X(t_0)$ から検出位置 $X(t_0 + T_1)$ までの区間、即ち前記所定の移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）において、移動体 2 1（スライダ 1 2）が一定速度 S で移動したと判断することができる。

t_0 や T_1 などの時間は検出制御装置 1 8 の検出制御部 1 8 A に設けられているクロックのカウント数で計測することができる（他の時間計測手段によっ

て計測するようにしてもよい)。

従って、前記所定の移動区間(コイルピッチ p の n 倍に相当する区間)の始端位置に対応する検出位置 $X(t_0)$ と、この検出位置 $X(t_0)$ を取得したときの時間 t_0 と、この時間 t_0 からの経過時間(移動時間) T_1 と、時間 $t_0 + T_1$ における検出位置 $X(t_0 + T_1)$ は、検出制御部 18 A において知ることができる。また、コイルピッチ p とコイルピッチ数 n は既知の値である。

[0067] 従って、この場合、閾値を $\pm L$ とすると、下記の(22)式の条件を満すとき、前記所定の移動区間(コイルピッチ p の n 倍に相当する区間)において移動体 21 (スライダ 12) が一定速度 S で移動したと判断することができる。なお、 $X(t_0 + T_1) - X(t_0)$ と $n * p \pm L$ との関係については、図 3 (a) にも例示している。

$$n * p - L \geq X(t_0 + T_1) - X(t_0) \geq n * p + L \quad (22)$$

[0068] (b) 第2の一定速度判断方法

また、上記の場合、次のような方法によって、移動体 21 (スライダ 12) が一定速度 S で移動したことを判断することもできる。

[0069] 移動体 21 (スライダ 12) が一定速度 S で T_1 時間移動したときの移動量($S * T_1$)と、コイルピッチ p の n 倍($n * p$)は等しい($n * p = S * T_1$)。従って、検出位置 $X(t_0)$ から検出位置 $X(t_0 + T_1)$ までの移動量 $X(t_0 + T_1) - X(t_0)$ と、理想移動量 $S * T_1$ との関係は、下記の(23)式となる。

$$X(t_0 + T_1) - X(t_0) \div S * T_1 \quad (23)$$

[0070] 従って、移動量 $X(t_0 + T_1) - X(t_0)$ が理想移動量 $S * T_1$ に近ければ、検出位置 $X(t_0)$ から検出位置 $X(t_0 + T_1)$ までの区間、即ち前記所定の移動区間(コイルピッチ p の n 倍に相当する区間)において、移動体 21 (スライダ 12) が一定速度 S で移動したと判断することができる。

先にも述べたとおり、前記所定の移動区間(コイルピッチ p の n 倍に相当する区間)の始端位置に対応する検出位置 $X(t_0)$ と、この検出位置 $X(t_0)$ を取得したときの時間 t_0 と、この時間 t_0 からの経過時間(移動時間) T_1 と

、時間 $t_0 + T_1$ における検出位置 $X(t_0 + T_1)$ は、検出制御部 18A において知ることができる。また、一定速度 S と移動時間 T_1 は既知の値である。

[0071] 従って、この場合、閾値を $\pm L$ とすると、下記の (24) 式の条件を満たすとき、前記所定の移動区間 (コイルピッチ p の n 倍に相当する区間) において移動体 21 (スライダ 12) が一定速度 S で移動したと判断することができる。

$$S * T_1 - L \geq X(t_0 + T_1) - X(t_0) \geq S * T_1 + L \quad (24)$$

[0072] (c) 第3の一定速度判断方法

また、次のような方法によって、移動体 21 (スライダ 12) が一定速度 S で移動したことを判断することもできる。

[0073] 時間 t_0 における検出位置 $X(t)$ を、 $X(t_0)$ とする。

時間 $t_0 + T_1$ における検出位置 $X(t)$ を、 $X(t_0 + T_2)$ とする。

移動体 21 (スライダ 12) が、コイルピッチ p の n 倍 (n は自然数) である所定の移動区間を移動するのに要したと判断した移動時間を T_2 とする。なお、ここでは電磁誘導式位置検出器 11 としてリニア形スケールの例 (図 1) を示しているため、移動量は移動距離である (ロータリ形スケールの場合には回転角度になる)。

この場合の移動時間 T_2 は前述の一定の移動時間 T_1 とは異なり、移動体 21 (スライダ 12) が前記所定の移動区間 (コイルピッチ p の n 倍に相当する区間) を移動するのに要したと判断された時間であり、検出位置 $X(t_0)$ 、 $X(t_0 + T_2)$ に含まれる誤差の大きさ応じて変わる。

コイルピッチ p は、リニア形スケールの場合には例えば 2 mm (ロータリ形スケールの場合には例えば 2 度) である。

コイルピッチ数 n は、例えば 256 ピッチとする。

前記所定の移動区間 (コイルピッチ p の n 倍に相当する区間) は、例えばスケールコイル 16 の 101 番目のコイルピッチ p から、スケールコイル 16 の 356 番目 (コイルピッチ数 n が 256 の場合) のコイルピッチ p までの区間として設定する。

[0074] 検出位置 $X(t_0)$ 、 $X(t_0+T_2)$ には誤差が含まれているため、検出位置 $X(t_0)$ から検出位置 $X(t_0+T_2)$ までの移動量 $X(t_0+T_2)-X(t_0)$ と、理想移動量 $n \times p$ との関係は、下記の(25)式のようになる。

$$X(t_0+T_2)-X(t_0) \div n \times p \quad (25)$$

[0075] また、検出位置 $X(t_0)$ 、 $X(t_0+T_2)$ に誤差が含まれていなければ、移動時間 T_2 は一定の移動時間 T_1 と同じになるため、検出位置 $X(t_0)$ から検出位置 $X(t_0+T_2)$ までの区間において移動体21(スライダ12)が一定速度 S で移動したとすれば、 $S \times T_2$ と $n \times p$ は等しくなる。

しかし、実際には検出位置 $X(t_0)$ 、 $X(t_0+T_2)$ には誤差が含まれており、このときの移動時間 T_2 は一定の移動時間 T_1 と同じにはならないため、移動量 $S \times T_2$ と理想移動量 $n \times p$ の関係も、下記の(26)式となる。

$$S \times T_2 \div n \times p \quad (26)$$

[0076] そして、この場合には移動時間 T_2 が検出位置 $X(t_0)$ 、 $X(t_0+T_2)$ に含まれる誤差の大きさに応じて変わるため、一定速度の判断には上記の(25)式の関係ではなく、上記の(26)式の利用することができる。

即ち、 $S \times T_2$ が $n \times p$ に近ければ、検出位置 $X(t_0)$ から検出位置 $X(t_0+T_2)$ までの区間、即ち前記所定の移動区間(コイルピッチ p の n 倍に相当する区間)において、移動体21(スライダ12)が一定速度 S で移動したと判断することができる。

t_0 や T_2 などの時間は検出制御装置18の検出制御部18Aに設けられているクロックのカウント数で計測することができる(他の時間計測手段によって計測するようにしてもよい)。

従って、前記所定の移動区間(コイルピッチ p の n 倍に相当する区間)の始端位置に対応する検出位置 $X(t_0)$ を取得してから、前記所定の移動区間(コイルピッチ p の n 倍に相当する区間)の終端位置に対応する検出位置 $X(t_0+T_2)$ を取得するまでの経過時間(移動時間)、即ち移動体21(スライダ12)が前記所定の移動区間(コイルピッチ p の n 倍に相当する区間)を移動するのに要したと判断される移動時間 T_2 は、検出制御部18Aにおい

て知ることができる。また、一定速度 S とコイルピッチ p とコイルピッチ数 n は既知の値である。

[0077] 従って、閾値を $\pm L$ とすると、下記の (27) 式の条件を満たすとき、前記所定の移動区間 (コイルピッチ p の n 倍に相当する区間) において移動体 21 (スライダ 12) が一定速度 S で移動したと判断することができる。

$$n * p - L \geq S * T_2 \geq n * p + L \quad (27)$$

[0078] (3) 補正データ取得処理

次に、一定速度判断処理 (第 1 の一定速度判断方法又は第 2 の一定速度判断方法又は第 3 の一定速度判断方法) により、移動体 21 (スライダ 12) が一定速度 S で移動したと判断された前記所定の移動区間 (コイルピッチ p の n 倍に相当する区間) において取得された $X(t_0)$ から $X(t_0 + T)$ までの検出位置データを用いて、補正データ $E(m)$ を取得する。

[0079] ここでは、検出位置 $X(t_0)$ が、前記所定の移動区間 (コイルピッチ p の n 倍に相当する区間) の始端位置に対応する検出位置であり、前記所定の移動区間 (コイルピッチ p の n 倍に相当する区間) の始端位置が、当該移動区間における最初 (1 番目) のコイルピッチ p の始端位置に相当する場合であって、前記所定の移動区間 (コイルピッチ p の n 倍に相当する区間) において取得された検出位置データを全体的に用いて補正データ $E(m)$ を取得する場合について、説明する。

[0080] 前記所定の移動区間 (コイルピッチ p の n 倍に相当する区間) における最初 (1 番目) のコイルピッチ p の始端位置に対応する検出位置を取得したときの時間を t_0 とする。

前記所定の移動区間 (コイルピッチ p の n 倍に相当する区間) における最後 (n 番目: 例えば 256 番目) のコイルピッチ p の終端位置に対応する検出位置を取得したときの時間を $t_0 + T$ とする。

即ち、時間 T は一定速度判断処理 (第 1 の一定速度判断方法又は第 2 の一定速度判断方法又は第 3 の一定速度判断方法) において述べた移動時間 T_1 又は T_2 である。

前記所定の移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）における最初（１番目）のコイルピッチ p の始端位置に対応する検出位置 $X(t_0)$ を、基準検出位置とする。

この基準検出位置 $X(t_0)$ を取得してからの経過時間 $t(m)$ を、 $t(m) = 0 \sim T$ とする。

m はインデックス番号（０及び正の整数）である。例えば、インデックス番号 m が ０の場合には $t(0) = 0$ とする。インデックス番号 m の最大値を m_m とすると、 $t(m_m) = T$ である。

インデックス番号 m は、補正データ $E(m)$ の算出に用いる検出位置データを取得した前記所定の移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）における最初（１番目）のコイルピッチ p の始端位置から最後（ n 番目）のコイルピッチ p の終端位置までの各コイルピッチ位置に対応している。即ち、 $m = 0$ は最初（１番目）のコイルピッチ p の始端位置に対応し、 $m = m_m$ は最後（ n 番目）のコイルピッチ p の終端位置に対応し、その間の $m = 1, 2, 3, \dots, m_m - 1$ は最初（１番目）のコイルピッチ p の始端位置から最後（ n 番目）のコイルピッチ p の終端位置までの間の各コイルピッチ位置に対応している。

[0081] そして、インデックス番号 m と、時間 $t(m)$ 又は検出位置 $X(t_0 + t(m))$ との対応づけを行う。

例えば、インデックス番号 m と時間 $t(m)$ とを対応づける場合には、 Δt を固定として、 $t(m) = m * \Delta t$ とすればよく、インデックス番号 m と検出位置 $X(t_0 + t(m))$ を対応づける場合には、 Δx を固定として、 $X(t_0 + t(m)) = X(t_0) + m * \Delta x$ とすればよい。

[0082] 移動体 ２１（スライダ １２）が一定速度 S で移動しているときの検出位置 $X(t_0 + t(m))$ に対応する理想位置 $X_i(t_0 + t(m))$ は、下記の（２８）式のように表すことができる。

$$X_i(t_0 + t(m)) \doteq X(t_0) + S * t(m) \quad (28)$$

即ち、一定速度 S で移動したと判断された前記所定の移動区間（コイルピ

ッチ p の n 倍に相当する区間) における初期の検出位置 $X(t_0)$ (最初 (1 番目) のコイルピッチ p の始端位置に対応する検出位置) を基準とし、この基準検出位置 $X(t_0)$ に対して、一定速度 S と時間 $t(m)$ との乗算値 $S * t(m)$ を加算した値である $X(t_0) + S * t(m)$ は、理想位置 $X_i(t_0 + t(m))$ に近い値である。この理想位置 $X_i(t_0 + t(m))$ に近い位置 $X(t_0) + S * t(m)$ を、近似理想位置と称する。

[0083] インデックス番号 m での補正データを $E(m)$ とする。

下記の (29) 式のように理想位置 $X_i(t_0 + t(m))$ から検出位置 $X(t_0 + t(m))$ を差し引けば、理想の補正データ $E(m)$ を得ることができる。しかし、検出位置 $X(t_0 + t(m))$ に対応する理想位置 $X_i(t_0 + t(m))$ を知ることはできない。

$$E(m) = X_i(t_0 + t(m)) - X(t_0 + t(m)) \quad (29)$$

[0084] 一方、理想位置 $X_i(t_0 + t(m))$ に近い近似理想位置 $X(t_0) + S * t(m)$ に関しては、 $X(t_0)$ は検出位置取得処理において取得された検出位置データであり、一定速度 S 及び時間 $t(m)$ は既知の値であるため、これらに基づいて算出することができる。

[0085] 従って、理想位置 $X_i(t_0 + t(m))$ の代わりに近似理想位置 $X(t_0) + S * t(m)$ を用いて、下記の (30) 式に基づき、近似理想位置 $X(t_0) + S * t(m)$ から検出位置 $X(t_0 + t(m))$ を差し引けば、理想に近い補正データ $E(m)$ を得ることができる。

$$E(m) = X(t_0) + S * t(m) - X(t_0 + t(m)) \quad (30)$$

[0086] そこで、インデックス番号 m に対応させて $X(t_0) + S * t(m)$ と $X(t_0 + t(m))$ とを求め、これらの $X(t_0) + S * t(m)$ と $X(t_0 + t(m))$ を用いて、上記の (30) 式により補正データ $E(m)$ を算出する。

このとき、インデックス番号 m に対応させて $X(t_0) + S * t(m)$ と $X(t_0 + t(m))$ とを求める方法としては、前述のように Δt を固定としてインデックス番号 m と時間 $t(m)$ を対応づける方法と、 Δx を固定としてインデックス番号 m と検出位置 $X(t_0 + t(m))$ を対応づける方法とがあ

る。

[0087] 図4 (a) の表には、 Δt を固定としてインデックス番号 m と時間 $t(m)$ を対応づける方法により、インデックス番号 m に対応させて $X(t_0) + S * t(m)$ と $X(t_0 + t(m))$ とを求めた場合の例を示す。

[0088] 図4 (a) の表において、 $m=0$ の場合には、

$t(m) = m * \Delta t$ は、 $t(0) = 0$ 、

$X(t_0 + t(m))$ は、 $X(t_0 + t(0)) = X(t_0)$ 、

$X(t_0) + S * t(m)$ は、 $X(t_0) + S * t(0) = X(t_0)$ である。

従って、 $E(m)$ は (30) 式から、 $E(0) = X(t_0) - X(t_0) = 0$ となる。

図4 (a) の表において、 $m=1$ の場合には、

$t(m) = m * \Delta t$ は、 $t(1) = \Delta t$ 、

$X(t_0 + t(m))$ は、 $X(t_0 + t(1)) = X(t_0 + \Delta t)$ 、

$X(t_0) + S * t(m)$ は、 $X(t_0) + S * t(1) = X(t_0) + S * \Delta t$ である。

従って、 $E(m)$ は (30) 式から、 $E(1) = X(t_0) + S * \Delta t - X(t_0 + \Delta t)$ となる。

図4 (a) の表において、 $m=2$ の場合には、

$t(m) = m * \Delta t$ は、 $t(2) = 2 * \Delta t$ 、

$X(t_0 + t(m))$ は、 $X(t_0 + t(2)) = X(t_0 + 2 * \Delta t)$ 、

$X(t_0) + S * t(m)$ は、 $X(t_0) + S * t(2) = X(t_0) + S * 2 * \Delta t$ である。

従って、 $E(m)$ は (30) 式から、 $E(2) = X(t_0) + S * 2 * \Delta t - X(t_0 + 2 * \Delta t)$ となる。

図4 (a) の表において、 $m=3$ の場合には、

$t(m) = m * \Delta t$ は、 $t(3) = 3 * \Delta t$ 、

$X(t_0 + t(m))$ は、 $X(t_0 + t(3)) = X(t_0 + 3 * \Delta t)$ 、

$X(t_0) + S * t(m)$ は、 $X(t_0) + S * t(3) = X(t_0) + S * 3 * \Delta t$

Δt である。

従って、 $E(m)$ は (30) 式から、 $E(m) = X(t_0) + S * 3 * \Delta t - X(t_0 + 3 * \Delta t)$ となる。

以下、図4(a)の表では記載を省略しているが、 $m = 4, 5, \dots$, m_m の場合も同様であり、

図4(a)の表において、 $m = m_m$ の場合には、

$t(m) = m * \Delta t$ は、 $t(m_m) = m_m * \Delta t = T$ 、

$X(t_0 + t(m))$ は、 $X(t_0 + t(m_m)) = X(t_0 + T)$ 、

$X(t_0) + S * t(m)$ は、 $X(t_0) + S * t(m_m) = X(t_0) + S * T$ である。

従って、 $E(m)$ は (30) 式から、 $E(m) = X(t_0) + S * T - X(t_0 + T)$ となる。

[0089] なお、 $t(m) = 0, \Delta t, 2 * \Delta t, 3 * \Delta t, \dots, T$ は、 $m * \Delta t$ によって得られる。即ち、検出位置 $X(t_0)$ を取得したときの時間 t_0 を基準時間 (0) とし、この基準時間 (0) から Δt 時間が経過するごとの時間 $\Delta t, 2 * \Delta t, 3 * \Delta t, \dots, T$ として得られる。

$X(t_0 + t(m)) = X(t_0), X(t_0 + \Delta t), X(t_0 + 2 * \Delta t), X(t_0 + 3 * \Delta t), \dots, X(t_0 + T)$ は、時間 t_0 において所得した検出位置 $X(t_0)$ と、その後、 Δt 時間が経過するごとの検出位置 $X(t_0 + \Delta t), X(t_0 + 2 * \Delta t), X(t_0 + 3 * \Delta t), \dots, X(t_0 + T)$ として得られる。

[0090] 図4(b)の表には、 Δx を固定としてインデックス番号 m と検出位置 $X(t_0 + t(m))$ を対応づける方法により、インデックス番号 m に対応させて $X(t_0) + S * t(m)$ と $X(t_0 + t(m))$ とを求めた場合の例を示す。

[0091] 図4(b)の表において、 $m = 0$ の場合には、

$t(m)$ は、 $t(0) = 0$ 、

$X(t_0 + t(m)) = X(t_0) + m * \Delta x$ は、 $X(t_0 + t(0)) = X(t$

$_0)$ 、

$X(t_0) + S * t(m)$ は、 $X(t_0) + S * t(0) = X(t_0)$ である。

従って、 $E(m)$ は (30) 式から、 $E(0) = X(t_0) - X(t_0) = 0$ となる。

図4(b)の表において、 $m=1$ の場合には、

$t(m)$ は、 $t(1)$ 、

$X(t_0 + t(m)) = X(t_0) + m * \Delta x$ は、 $X(t_0 + t(1)) = X(t_0) + \Delta x$ 、

$X(t_0) + S * t(m)$ は、 $X(t_0) + S * t(1)$ である。

従って、 $E(m)$ は (30) 式から、 $E(1) = X(t_0) + S * t(1) - X(t_0) + \Delta x$ となる。

図4(b)の表において、 $m=2$ の場合には、

$t(m)$ は、 $t(2)$ 、

$X(t_0 + t(m)) = X(t_0) + m * \Delta x$ は、 $X(t_0 + t(2)) = X(t_0) + 2 * \Delta x$ 、

$X(t_0) + S * t(m)$ は、 $X(t_0) + S * t(2)$ である。

従って、 $E(m)$ は (30) 式から、 $E(2) = X(t_0) + S * t(2) - X(t_0) + 2 * \Delta x$ となる。

図4(b)の表において、 $m=3$ の場合には、

$t(m)$ は、 $t(3)$ 、

$X(t_0 + t(m)) = X(t_0) + m * \Delta x$ は、 $X(t_0 + t(3)) = X(t_0) + 3 * \Delta x$ 、

$X(t_0) + S * t(m)$ は、 $X(t_0) + S * t(3)$ である。

従って、 $E(m)$ は (30) 式から、 $E(3) = X(t_0) + S * t(3) - X(t_0) + 3 * \Delta x$ となる。

以下、図4(b)の表では記載を省略しているが、 $m=4, 5, \dots, m_m$ の場合も同様であり、

図4(b)の表において、 $m=m_m$ の場合には、

$$t(m) = t(m_m) = T,$$

$$X(t_0 + t(m)) = X(t_0) + m * \Delta x \text{ は、 } X(t_0 + t(m_m)) = X(t_0 + T) = X(t_0) + m_m * \Delta x,$$

$$X(t_0) + S * t(m) \text{ は、 } X(t_0) + S * t(m_m) = X(t_0) + S * T$$

である。

$$\text{従って、 } E(m) \text{ は (30) 式から、 } E(m) = X(t_0) + S * T - X(t_0) + m_m * \Delta x \text{ となる。}$$

[0092] なお、 $X(t_0 + t(m)) = X(t_0) + m * \Delta x = X(t_0)$, $X(t_0) + \Delta x$, $X(t_0) + 2 * \Delta x$, $X(t_0) + 3 * \Delta x$, $\dots$, $X(t_0) + m_m * \Delta x$ は、時間 t_0 において所得した検出位置 $X(t_0)$ と、その後の移動量 Δx ごとの検出位置 $X(t_0) + \Delta x$, $X(t_0) + 2 * \Delta x$, $X(t_0) + 3 * \Delta x$, $\dots$, $X(t_0) + m_m * \Delta x$ として得られる。

$t(m) = t(0) (=0)$, $t(1)$, $t(2)$, $t(3)$, $\dots$, T は、検出位置 $X(t_0)$ を取得したときの時間 t_0 を基準時間 $t(0) (=0)$ とし、その後、検出位置 $X(t_0) + \Delta x$, $X(t_0) + 2 * \Delta x$, $X(t_0) + 3 * \Delta x$, $\dots$, $X(t_0) + m_m * \Delta x$ の検出位置を得たときの時間 $t(1)$, $t(2)$, $t(3)$, $\dots$, T として得られる。

[0093] なお、上記のようなインデックス番号 m との対応関係については、図 3 (a) にも例示している。

[0094] 上記の (30) 式に基づいて算出した補正データ $E(m) = E(0) (=0)$, $E(1)$, $E(2)$, $E(3)$, $\dots$, $E(m_m)$ は、インデックス番号 $m: 0, 1, 2, 3, \dots, m_m$ に沿う順、即ち $E(0) (=0)$, $E(1)$, $E(2)$, $E(3)$, $\dots$, $E(m_m)$ の順に固定メモリ 18 B の各アドレスへ、先頭アドレスから順に記憶させる。このように補正データ $E(m)$ を固定メモリ 18 B の先頭アドレスから順に記憶させるようにすれば、インデックス番号 m を記憶させる必要はない。

この場合には、インデックス番号 m に代えて固定メモリ 18 B のアドレスが、補正データ $E(m)$ の算出に用いる検出位置データを取得した前記所定

の移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）における最初（1 番目）のコイルピッチ p の始端位置から最後（ n 番目）のコイルピッチ p の終端位置までの各コイルピッチ位置に対応している。

即ち、先頭アドレスは最初（1 番目）のコイルピッチ p の始端位置に対応し、 $m_m + 1$ 番目のアドレスは最後（ n 番目）のコイルピッチ p の終端位置に対応し、2 番目から m_m 番目のアドレスは最初（1 番目）のコイルピッチ p の始端位置から最後（ n 番目）のコイルピッチ p の終端位置まで間の各コイルピッチ位置に順に対応している。

[0095] なお、必ずしもこれに限定するものではなく、補正データ $E(m)$ を固定メモリ 18 B のアドレスにランダムに記憶させてもよい。この場合にはインデックス番号 m も固定メモリ 18 B に記憶させておき、このインデックス番号 m と補正データ $E(m)$ とを対応づけておけばよい。例えば、5 番目のアドレスにインデックス番号 2 と補正データ $E(2)$ を記憶させ、2 番目のアドレスにインデックス番号 3 と補正データ $E(3)$ を記憶させるような方法でもよい。

[0096] 固定メモリ 18 B に記憶される補正データ $E(m)$ の個数は、例えば、1 つのコイルピッチ p 当たりの補正データ $E(m)$ の数を 512 個とし、コイルピッチ数 n を 256 とすると、全部で 131072 個になる。

[0097] また、上記では検出位置データを取得する前記所定の移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）を 1 つにしているが、これに限定するものではなく、検出位置データを取得する前記所定の移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）は複数であってもよい。

この場合には、上記の同様の方法によって、複数の移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）において検出位置データを取得し、これらの検出位置データに基づいて各移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）ごとの補正データ $E(m)$ を取得し、これらの各移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）ごとの補正データ $E(m)$ の平均値を最終的な補正データ $E(m)$ とする。

そして、この最終的な（平均値の）補正データ $E(m)$ を、固定メモリ 18 B に記憶させる。この場合も、補正データ $E(m)$ を固定メモリ 18 B に記憶させる方法については前述のとおりである。

[0098] (4) 検出位置の補正

その後、検出制御装置 18（検出制御部 18 A）では、移動体 21（スライダ 12）を移動させて実際の作業（例えば工作機械による加工）を行うときなどにおいて、検出位置 $X(t)$ の補正を行う場合には、固定メモリ 18 B から補正データ $E(m)$ を読み出す。

そして、下記の（31）式に基づき、検出位置 $X(t_0 + t(m))$ に固定メモリ 18 B から読み出した補正データ得 $E(m)$ を加算することによって $X'(t_0 + t(m))$ を求め、この $X'(t_0 + t(m))$ を補正した検出位置として出力する。

$$X'(t_0 + t(m)) = X(t_0 + t(m)) + E(m) \quad (31)$$

[0099] 詳述すると、移動体 21（スライダ 12）の移動位置とスケール 15 のスケールコイル 16 の位置（コイルピッチ位置）は対応しているため、スケールコイル 16 のコイルピッチ位置と検出位置 $X(t)$ は対応している。

従って、検出制御装置 18（検出制御部 18 A）では、移動体 21（スライダ 12）の位置を検出して、或る検出位置 $X(t)$ が得られた場合、当該検出位置 $X(t)$ が、どのコイルピッチ位置に対応する検出位置であるのかが分かる。

従って、検出制御装置 18（検出制御部 18 B）では、移動体 21（スライダ 12）の位置を検出して或る検出位置 $X(t)$ が得られた場合、当該検出位置 $X(t)$ に対応するコイルピッチ位置を判断し、当該コイルピッチ位置に対応する補正データ $E(m)$ を固定メモリ 18 B から読み出し、当該検出位置 $X(t)$ と当該補正データ $E(m)$ とを加算することによって、補正した検出位置を得る。

[0100] なお、或る検出位置 $X(t)$ に対応するコイルピッチ位置が、第 1 の補正データ $E(m)$ に対応するコイルピッチ位置と、その次の第 2 の補正データ

E (m) に対応するコイルピッチ位置との間の位置である場合（例えば補正データ E (1 0) に対応するコイルピッチ位置と、補正データ E (1 1) に対応するコイルピッチ位置との間の位置である場合）には、第 1 の補正データ E (m)（例えば補正データ E (1 0)）と、第 2 の補正データ E (m)（例えば補正データ E (1 1)）とを内挿補間して補正データを求め、この内挿補間した補正データを、当該検出位置 X (t) に加算することによって、補正した検出位置を得る。

[0101] また、補正データ取得処理によって取得した n 個のコイルピッチ p 分の補正データ E (m) は、スケールコイル 16 の n 個のコイルピッチ p ごとに繰り返し用いられて検出位置 X (t) を補正することとなる。

なお、原理的にはコイルピッチ n は 1 個でもよい。即ち、少なくとも 1 つのコイルピッチ p の分だけ補正データ E (m) を取得するばよい。この場合には、1 つのコイルピッチ p 分の補正データ E (m) が、スケールコイル 16 の各コイルピッチ p ごとに繰り返し用いられて、検出位置 X (t) を補正することとなる。

[0102] また、上記では、一定速度判断処理（第 1 の一定速度判断方法又は第 2 の一定速度判断方法又は第 3 の一定速度判断方法）において、移動体 21 が一定速度 S で移動したと判断した前記所定の移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）における検出位置データを全体的に用いて補正データ E (m) を求めたが、これに限定するものではなく、当該検出位置 X (t) のデータのうちの一部を用いて補正データ E (m) を求めるようにしてもよい。

即ち、前記所定の移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）における任意の N_1 番目（例えば 50 番目）のコイルピッチ p の始端位置に対応する検出位置 X (t_{N1}) のデータから、前記所定の移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）における任意の N_2 番目（例えば 150 番目）のコイルピッチ p の終端位置に対応する検出位置 X (t_{N2}) のデータまでを用いて、補正データ E (m) を求めてもよい。

この場合、 N_1 番目（例えば 50 番目）のコイルピッチ p の始端位置に対応

する検出位置 $X(t_{N1})$ が得られたときから、 N_2 番目（例えば150番目）のコイルピッチ p の終端位置に対応する検出位置 $X(t_{N2})$ が得られたときまでの移動時間が T_3 であるとする、前述の時間 $t(m) = 0 \sim T$ における T を T_3 とすればよい。また、検出位置 $X(t_{N1})$ が基準の検出位置 $X(t_0)$ となり、検出位置 $X(t_{N2})$ が $X(t_0 + t(m_m))$ となる。

そして、この場合も、上記と同様の方法によって補正データ $E(m)$ を取得することができる。

[0103] また、一定速度判断処理（第1の一定速度判断方法又は第2の一定速度判断方法又は第3の一定速度判断方法）において、移動体21が一定速度 S で移動したと判断した前記所定の移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）が、最初（1番目）のコイルピッチ p の途中位置から、最後（例えば256番目）のコイルピッチ p の途中位置までであった場合も、上記と同様の方法によって補正データ $E(m)$ を所得することができる。

[0104] 即ち、前記所定の移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）における最初（1番目）のコイルピッチ p を除いた任意の N_3 番目（例えば2番目）のコイルピッチ p の始端位置に対応する検出位置 $X(t_{N3})$ のデータから、前記所定の移動区間（コイルピッチ p の n 倍に相当する区間）の最後（例えば256番目）のコイルピッチ p を除いた任意の N_4 番目（例えば255番目）のコイルピッチ p の終端位置に対応する検出位置 $X(t_{N4})$ のデータまでを用いて、補正データ $E(m)$ を求めればよい。

この場合、 N_3 番目（例えば2番目）のコイルピッチ p の始端位置に対応する検出位置 $X(t_{N3})$ が得られたときから、 N_4 番目（例えば255番目）のコイルピッチ p の終端位置に対応する検出位置 $X(t_{N4})$ が得られたときまでの移動時間が T_4 であるとする、前述の時間 $t(m) = 0 \sim T$ における T を T_4 とすればよい。また、検出位置 $X(t_{N3})$ が基準の検出位置 $X(t_0)$ となり、検出位置 $X(t_{N4})$ が $X(t_0 + t(m_m))$ となる。

そして、この場合も、上記と同様の方法によって補正データ $E(m)$ を取得することができる。

[0105] 或いは、この場合には、最初（１番目）のコイルピッチ p における途中位置から終端位置までの検出位置データを、最後（例えば２５６番目）のコイルピッチ p における途中位置の検出位置データの後に加えて、補正データ E （ m ）を取得してもよい。この場合には、２番目のコイルピッチ p の始端位置から、最後（例えば２５６番目）のコイルピッチ p の終端位置に対応する補正データ E （ m ）を取得することができる。

[0106] 以上のように、本実施の形態例１に係る電磁誘導式位置検出器１１の検出位置補正方法は、第１のスライダコイル１３及び第２のスライダコイル１４を備えたスライダ１２と、スケールコイル１６を備えたスケール１５とを有し、スライダ１２が移動体２１に取り付けられて移動体２１とともに移動し、第１のスライダコイル１３及び第２のスライダコイル１４とスケールコイル１６が互いに平行で向かい合わせになるように配置された電磁誘導式位置検出器１１の検出位置補正方法であって、一定速度 S の速度指令値によって移動体２１を移動させ、電磁誘導式位置検出器１１で移動体２１の位置を検出して検出位置 $X(t)$ を取得する検出位置取得処理と、検出位置 $X(t)$ とスケールコイル１６のコイルピッチ p とに基づき（第１の一定速度判断方法）、又は、検出位置 $X(t)$ と一定速度 S と移動体２１の移動時間 T_1 とに基づき（第２の一定速度判断方法）、又は、スケールコイル１６のコイルピッチ p と一定速度 S と移動体２１の移動時間 T_2 とに基づき（第３の一定速度判断方法）、所定の移動区間において移動体２１が一定速度 S で移動したことを判断する一定速度判断処理と、前記移動区間における何れかのコイルピッチ p の始端位置に対応する検出位置 $X(t_0)$ を基準検出位置とし、前記基準検出位置 $X(t_0)$ を取得してからの経過時間 T と一定速度 S との乗算値を、基準検出位置 $X(t_0)$ に加算することによって近似理想位置を求め、この近似理想位置と検出位置とに基づいて補正データを取得する補正データ取得処理とを行うことを特徴としている。

このため、電磁誘導式位置検出器１１とは別の高精度位置検出器を必要とせず、電磁誘導式位置検出器１１自身で補正データを取得して検出位置の補

正を行うことができる。

[0107] また、本実施の形態例 1 の電磁誘導式位置検出器 11 の検出位置補正方法は、前記一定速度判断処理（第 1 の一定速度判断方法）では、前記移動区間を、コイルピッチ p の n 倍（ n は自然数）に相当する区間とし、移動体 21 が、一定速度 S で、前記移動区間を移動するのに要する移動時間を T_1 とし、前記移動区間の始端位置に対応する検出位置を $X(t_0)$ 、前記移動区間の終端位置に対応する検出位置を $X(t_0 + T_1)$ とし、閾値を $\pm L$ とすると、 $n * p - L \geq X(t_0 + T_1) - X(t_0) \geq n * p + L$ の条件を満たすとき、前記移動区間において移動体が一定速度 S で移動したと判断することを特徴としている。

このため、電磁誘導式位置検出器 11 自身で移動体 21 の一定速度 S の判断を容易且つ確実に行うことができる。

[0108] また、本実施の形態例 1 の電磁誘導式位置検出器 11 の検出位置補正方法は、前記一定速度判断処理（第 2 の一定速度判断方法）では、前記移動区間を、コイルピッチ p の n 倍（ n は自然数）に相当する区間とし、移動体 21 が、一定速度 S で、前記移動区間を移動するのに要する移動時間を T_1 とし、前記移動区間の始端位置に対応する検出位置を $X(t_0)$ 、前記移動区間の終端位置に対応する検出位置を $X(t_0 + T_1)$ とし、閾値を $\pm L$ とすると、 $S * T_1 - L \geq X(t_0 + T_1) - X(t_0) \geq S * T_1 + L$ の条件を満たすとき、前記移動区間において移動体 21 が一定速度 S で移動したと判断することを特徴としている。

このため、電磁誘導式位置検出器 11 自身で移動体 21 の一定速度 S の判断を容易且つ確実に行うことができる。

[0109] また、本実施の形態例 1 の電磁誘導式位置検出器 11 の検出位置補正方法によれば、前記一定速度判断処理（第 3 の一定速度判断方法）では、前記移動区間を、コイルピッチ p の n 倍（ n は自然数）に相当する区間とし、移動体 21 が、前記移動区間を移動するのに要したと判断した移動時間を T_2 とし、閾値を $\pm L$ とすると、 $n * p - L \geq S * T_2 \geq n * p + L$ の条件を満たすと

き、前記移動区間において移動体 21 が一定速度 S で移動したと判断することとを特徴としている。

このため、電磁誘導式位置検出器 11 自身で移動体 21 の一定速度 S の判断を容易且つ確実に行うことができる。

[0110] また、本実施の形態例 1 の電磁誘導式位置検出器 11 の検出位置補正方法によれば、前記補正データ取得処理では、前記移動区間における何れかのコイルピッチ p の始端位置に対応する検出位置を取得したときの時間を t_0 とし、前記移動区間における他の何れかのコイルピッチ p の終端位置に対応する検出位置を取得したときの時間を $t_0 + T$ とし、前記移動区間における何れかのコイルピッチ p の始端位置に対応する検出位置を基準検出位置 $X(t_0)$ とし、前記基準検出位置 $X(t_0)$ を取得してからの経過時間 $t(m)$ (m はインデックス番号) を、 $t(m) = 0 \sim T$ とし、 Δt を固定してインデックス番号 m と $t(m)$ との対応づけをし、又は、 Δx を固定してインデックス番号 m と $X(t_0 + t(m))$ との対応づけをし、インデックス番号 m に対応する補正データ $E(m)$ を、 $E(m) = X(t_0) + S * t(m) - X(t_0 + t(m))$ の式によって算出することを特徴としている。

このため、電磁誘導式位置検出器 11 自身で補正データ $E(m)$ を容易且つ確実に取得することができる。

[0111] また、本実施の形態例 1 の電磁誘導式位置検出器 11 の検出位置補正方法によれば、前記移動区間を複数とし、これら複数の移動区間で補正データを取得し、これら複数の補正データの平均値を最終的な補正データとすることを特徴としている。

このため、より精度の高い補正データを取得することができる。

[0112] <実施の形態例 2>

図 5 に基づき、本発明の実施の形態例 2 に係る電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法について説明する。

[0113] 本実施の形態例 2 は、そのシステム構成や、補正データ $E(m)$ を所得するまでの処理（検出位置取得処理、一定速度判断処理、補正データ取得処理

）については、上記実施の形態例１と同じであるが（図１～図４）、固定メモリ１８Ｂへの補正データ $E(m)$ の記憶に関して上記実施の形態例１と異なる。

[0114] 図５には上記実施の形態例１と同じ方法によって取得した補正データ $E(m)$ の例を示す。図５において、横軸はインデックス番号 m 、縦軸は補正データ $E(m)$ である。

先にも述べたとおり、検出位置 $X(t)$ に含まれている誤差 E は、スケールコイル１６のコイルピッチ周期に応じて周期的に変動する（図３（ｂ））。

従って、図５に示すように、補正データ $E(m)$ も、スケールコイル１６のコイルピッチ周期に応じて周期的に変動する。なお、コイルピッチ周期に応じて周期的に変動することを明示するため、図３（ｂ）の場合と同様に図５でも、補正データ $E(m)$ を正弦波で表しているが、実際の誤差 E の場合と同様に実際の補正データ $E(m)$ も、もう少し歪んだ波形となる。

[0115] そして、本実施の形態例２の場合、検出制御装置１８（検出制御部１８Ａ）では、補正データ $E(m)$ を取得した後、上記実施の形態例１のように補正データ $E(m)$ を全て固定メモリ１８Ｂに記憶させて、この補正データ $E(m)$ を検出位置補正の際に固定メモリ１８Ｂからを読み出すのではなく、次のような処理を行う。

[0116] まず、図５に例示するような補正データ $E(m) = E(1), E(2), E(3), \dots, E(m_m)$ を、フーリエ変換する。

そして、このフーリエ変換の結果から、スペクトルの大きい成分 $F(i)$ を、上位 j 個分（ $i = 0 \sim j - 1$ ）（ $F(0), F(1), F(2), \dots, F(j - 1)$ ）を選択して、これらを固定メモリ１８Ｂに記憶させておく（ j は自然数）。なお、成分 $F(i)$ として記憶するデータは、振幅、周波数、位相である。

[0117] その後、移動体２１（スライダ１２）を移動させて実際の作業（例えば工作機械による加工作業など）を行うときなどにおいて、検出位置 $X(t)$ の

補正を行う場合には、固定メモリ 18 B から成分 $F(i) = F(0), F(1), F(2), \dots, F(j-1)$ を読み出し、この成分 $F(i)$ の逆フーリエ変換することによって、補正データ $E'(m) = E'(0), E'(1), E'(2), E'(3), \dots, E'(m_m)$ を求める。

そして、上記実施の形態例 1 の場合と同様に下記の (32) 式に基づき、検出位置 $X(t_0 + t(m))$ に補正データ得 $E'(m)$ を加算することによって $X'(t_0 + t(m))$ を求め、この $X'(t_0 + t(m))$ を補正した検出位置として出力する。なお、補正の詳細については上記実施の形態例 1 の場合と同様である。

$$X'(t_0 + t(m)) = X(t_0 + t(m)) + E'(m) \quad (32)$$

[0118] 以上のように、本実施の形態例 2 に係る電磁誘導式位置検出器 11 の検出位置補正方法は、補正データ $E(m)$ をフーリエ変換して、スペクトルの大きい成分 $F(i)$ を上位 j 個分 ($i = 0 \sim j-1$) 固定メモリ 18 B に記憶しておき、固定メモリ 18 B から成分 $F(i)$ を読み出し、逆フーリエ変換をして補正データ $E'(m)$ を求めることを特徴としている。

このため、固定メモリ 18 B の容量を低減することができる。

[0119] なお、上記では電磁誘導式位置検出器がリニア形スケールである場合について説明したが、これに限定するものでなく、先にも述べたとおり電磁誘導式位置検出器がロータリ形スケールである場合についても本発明の方法を適用することができる。

ロータリ形スケールは、ステータコイル（一次側コイル）を備えたステータ（一次側部材）と、ロータコイル（二次側コイル）を備えたロータ（二次側部材）とを有し、ロータが移動体（回転体）に取り付けられて移動体（回転体）とともに移動（回転）し、ステータコイルとロータコイルが互いに平行で向かい合わせになるように配置されたものである。

このようなロータリ形スケールに対しても、本発明の方法を適用して補正データを取得し、この補正データによってロータリ形スケールの検出位置（回転角度）を補正することができる。

産業上の利用可能性

[0120] 本発明は電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法に関するものであり、電磁誘導式位置検出器とは別の高精度位置検出器を用いず、電磁誘導式位置検出器自身で補正データを取得して検出位置の補正を行う場合に適用して有用なものである。

符号の説明

[0121] 11 電磁誘導式位置検出器、 12 スライダ、 13 第1のスライダコイル、 14 第2のスライダコイル、 15 スケール、 16 スケールコイル、 17 検出部、 18 検出制御装置、 18A 検出制御部、 18B 固定メモリ、 20 駆動制御装置、 21 移動体

請求の範囲

[請求項1]

一次側コイルを備えた一次側部材と、二次側コイルを備えた二次側部材とを有し、前記一次側部材又は前記二次側部材が移動体に取り付けられて前記移動体とともに移動し、前記一次側コイルと前記二次側コイルが互いに平行で向かい合わせになるように配置された電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法であって、

一定速度の速度指令値によって前記移動体を移動させ、前記電磁誘導式位置検出器で前記移動体の位置を検出して検出位置を取得する検出位置取得処理と、

前記検出位置と前記二次側コイルのコイルピッチとに基づき、又は、前記検出位置と前記一定速度と前記移動体の移動時間とに基づき、又は、前記二次側コイルのコイルピッチと前記一定速度と前記移動体の移動時間とに基づき、所定の移動区間において前記移動体が前記一定速度で移動したことを判断する一定速度判断処理と、

前記移動区間における何れかのコイルピッチの始端位置に対応する検出位置を基準検出位置とし、前記基準検出位置を取得してからの経過時間と前記一定速度との乗算値を、前記基準検出位置に加算することによって近似理想位置を求め、この近似理想位置と検出位置とに基づいて補正データを取得する補正データ取得処理と
を行うことを特徴とする電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法。

[請求項2]

請求項1に記載する電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、

前記一定速度判断処理では、

前記移動区間を、前記コイルピッチ p の n 倍（ n は自然数）に相当する区間とし、

前記移動体が、前記一定速度 S で、前記移動区間を移動するのに要する移動時間を T_1 とし、

前記移動区間の始端位置に対応する検出位置を $X(t_0)$ 、前記移

動区間の終端位置に対応する検出位置を $X(t_0 + T_1)$ とし、

閾値を $\pm L$ とすると、

$n * p - L \geq X(t_0 + T_1) - X(t_0) \geq n * p + L$ の条件を満たすとき、前記移動区間において前記移動体が前記一定速度 S で移動したと判断する

ことを特徴とする電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法。

[請求項3] 請求項1に記載する電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、

前記一定速度判断処理では、

前記移動区間を、前記コイルピッチ p の n 倍（ n は自然数）に相当する区間とし、

前記移動体が、前記一定速度 S で、前記移動区間を移動するのに要する移動時間を T_1 とし、

前記移動区間の始端位置に対応する検出位置を $X(t_0)$ 、前記移動区間の終端位置に対応する検出位置を $X(t_0 + T_1)$ とし、

閾値を $\pm L$ とすると、

$S * T_1 - L \geq X(t_0 + T_1) - X(t_0) \geq S * T_1 + L$ の条件を満たすとき、前記移動区間において前記移動体が前記一定速度 S で移動したと判断する

ことを特徴とする電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法。

[請求項4] 請求項1に記載する電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、

前記一定速度判断処理では、

前記移動区間を、前記コイルピッチ p の n 倍（ n は自然数）に相当する区間とし、

前記移動体が、前記移動区間を移動するのに要したと判断した移動時間を T_2 とし、

閾値を $\pm L$ とすると、

$n * p - L \geq S * T_2 \geq n * p + L$ の条件を満たすとき、前記移動区間において前記移動体が前記一定速度 S で移動したと判断することを特徴とする電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法。

[請求項5] 請求項1に記載する電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、

前記補正データ取得処理では、

前記移動区間における何れかのコイルピッチ p の始端位置に対応する検出位置を取得したときの時間を t_0 とし、

前記移動区間における他の何れかのコイルピッチ p の終端位置に対応する検出位置を取得したときの時間を $t_0 + T$ とし、

前記移動区間における何れかのコイルピッチ p の始端位置に対応する検出位置を、基準検出位置 $X(t_0)$ とし、

前記基準検出位置 $X(t_0)$ を取得してからの経過時間 $t(m)$ (m はインデックス番号) を、 $t(m) = 0 \sim T$ とし、

Δt を固定してインデックス番号 m と $t(m)$ との対応づけをし、又は、 Δx を固定してインデックス番号 m と $X(t_0 + t(m))$ との対応づけをし、

インデックス番号 m に対応する補正データ $E(m)$ を、 $E(m) = X(t_0) + S * t(m) - X(t_0 + t(m))$ の式によって算出する

ことを特徴とする電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法。

[請求項6] 請求項1に記載する電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、

前記移動区間を複数とし、これら複数の移動区間で補正データを取得し、これら複数の補正データの平均値を最終的な補正データとすることを特徴とする電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法。

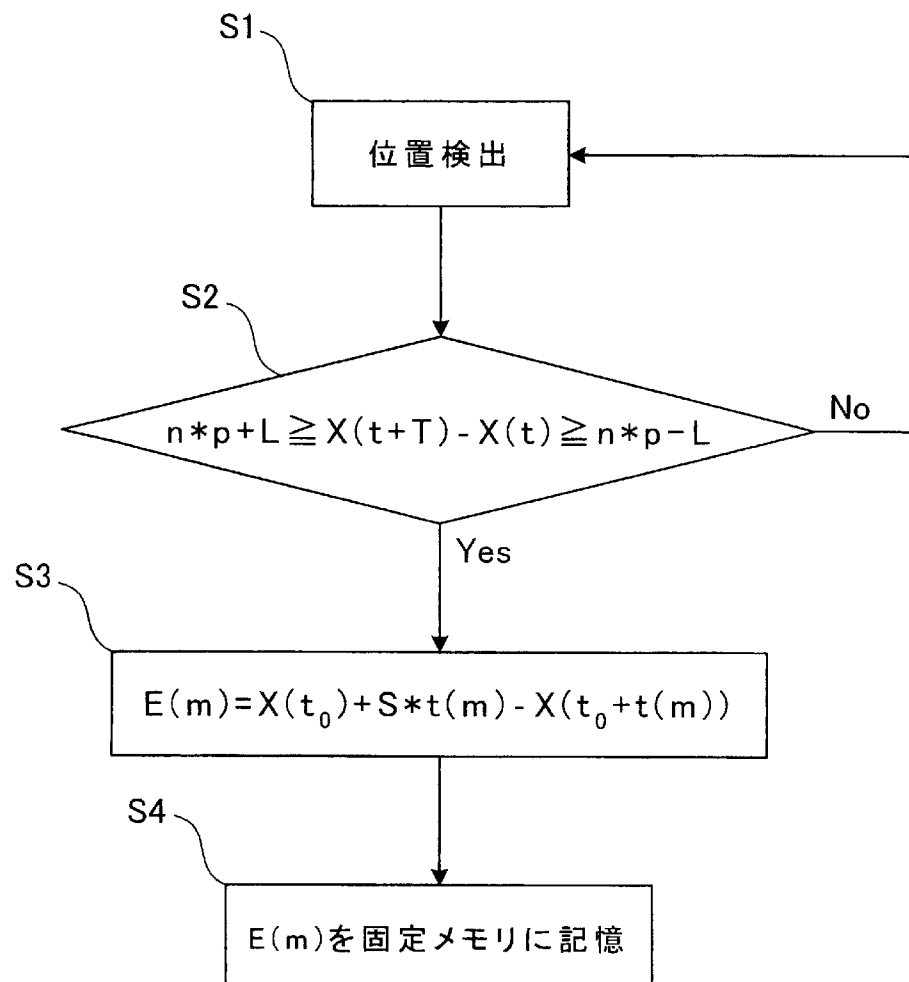
[請求項7] 請求項1に記載する電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法において、

前記補正データをフーリエ変換して、スペクトルの大きい成分 $F(i)$ を上位 j 個分 ($i = 0 \sim j - 1$) メモリに記憶しておき、

前記メモリから成分 $F(i)$ を読み出し、逆フーリエ変換をして補正データを求めること

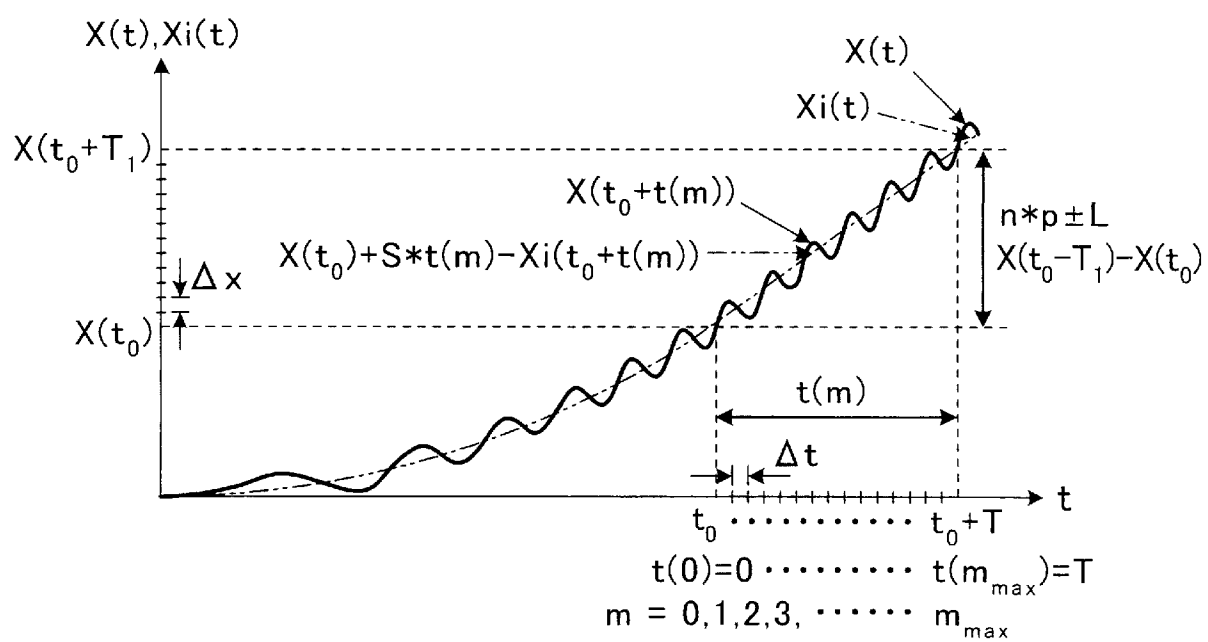
を特徴とする電磁誘導式位置検出器の検出位置補正方法。

[図2]

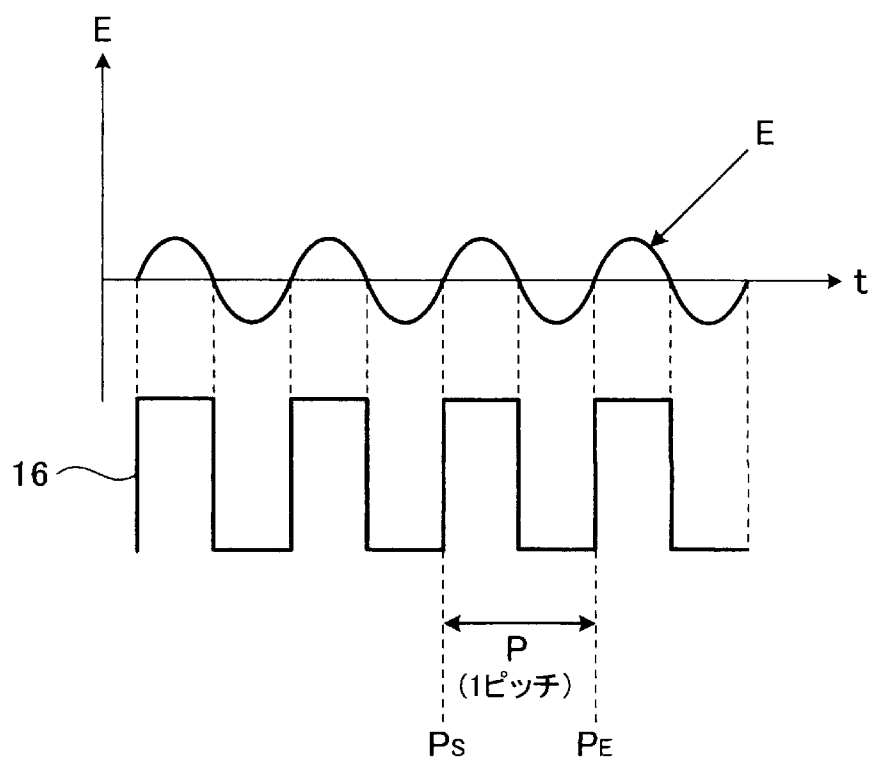


[図3]

(a)



(b)



[図4]

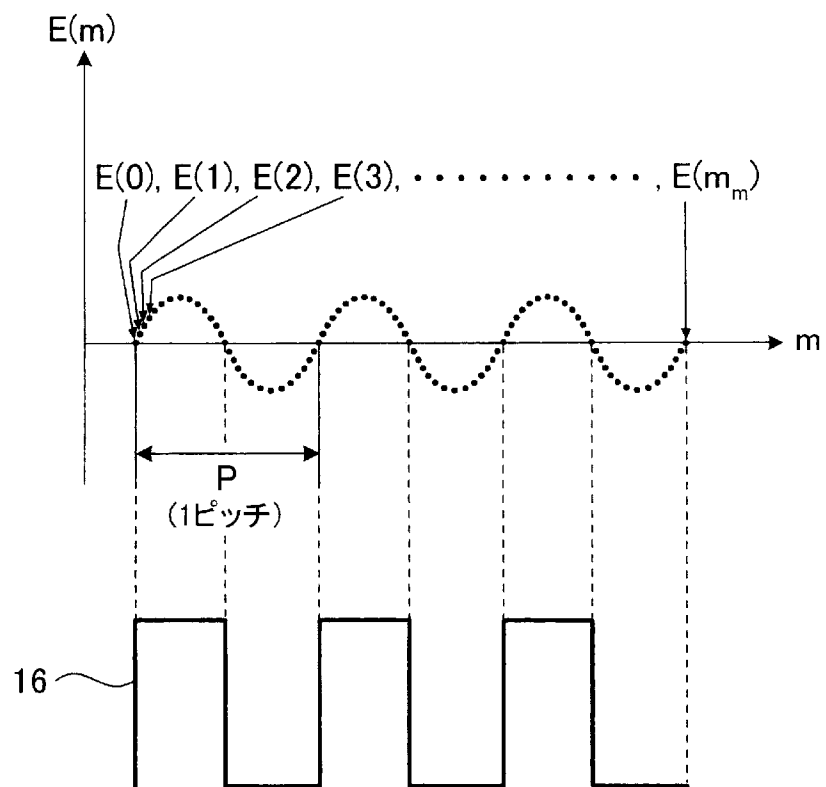
(a)

m	$t(m)$ $m * \Delta t$	$X(t_0 + t(m))$	$X(t_0) + S * t(m)$	$E(m)$
0	0	$X(t_0)$	$X(t_0)$	$E(0) = 0$
1	Δt	$X(t_0 + \Delta t)$	$X(t_0) + S * \Delta t$	$E(1) = X(t_0) + S * \Delta t - X(t_0 + \Delta t)$
2	$2 * \Delta t$	$X(t_0 + 2 * \Delta t)$	$X(t_0) + S * 2 * \Delta t$	$E(2) = X(t_0) + S * 2 * \Delta t - X(t_0 + 2 * \Delta t)$
3	$3 * \Delta t$	$X(t_0 + 3 * \Delta t)$	$X(t_0) + S * 3 * \Delta t$	$E(3) = X(t_0) + S * 3 * \Delta t - X(t_0 + 3 * \Delta t)$
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
m_m	$m_m * \Delta t$	$X(t_0 + m_m * \Delta t)$	$X(t_0) + S * m_m * \Delta t$	$E(m_m) = X(t_0) + S * m_m * \Delta t - X(t_0 + m_m * \Delta t)$

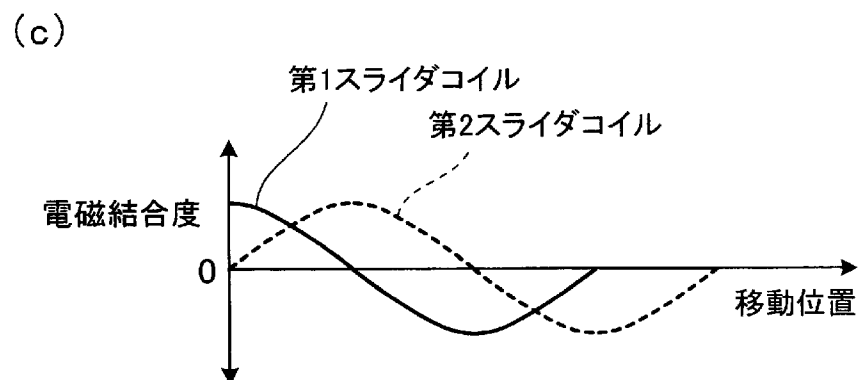
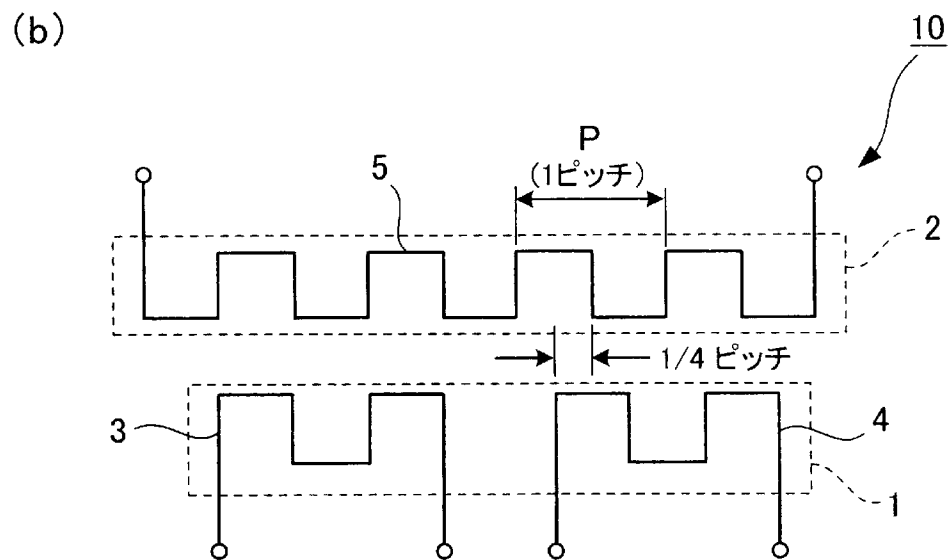
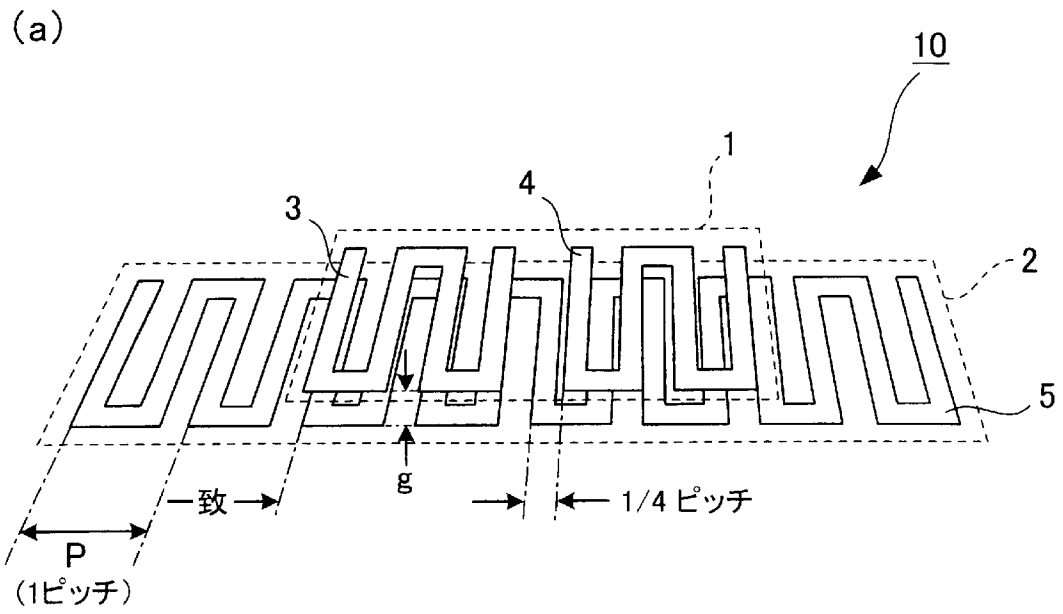
(b)

m	$X(t_0 + t(m))$ $X(t_0) + m * \Delta x$	t(m)	$X(t_0) + S * t(m)$	$E(m)$
0	$X(t_0)$	$t(0) = 0$	$X(t_0)$	$E(0) = 0$
1	$X(t_0) + \Delta x$	$t(1)$	$X(t_0) + S * t(1)$	$E(1) = X(t_0) + S * t(1) - X(t_0) + \Delta x$
2	$X(t_0) + 2 * \Delta x$	$t(2)$	$X(t_0) + S * t(2)$	$E(2) = X(t_0) + S * t(2) - X(t_0) + 2 * \Delta x$
3	$X(t_0) + 3 * \Delta x$	$t(3)$	$X(t_0) + S * t(3)$	$E(3) = X(t_0) + S * t(3) - X(t_0) + 3 * \Delta x$
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
m_m	$X(t_0) + m_m * \Delta x$	$t(m_m) = T$	$X(t_0) + S * T$	$E(m_m) = X(t_0) + S * T - X(t_0) + m_m * \Delta x$

[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/066433

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01D5/244 (2006.01) i, G01D5/245 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01D5/244, G01D5/245

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-145149 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 01 July 2010 (01.07.2010), paragraphs [0002] to [0010]; fig. 4 (Family: none)	1-7
A	JP 2003-254785 A (Fanuc Ltd.), 10 September 2003 (10.09.2003), paragraphs [0012] to [0044]; fig. 2 to 9 & US 2003/0160160 A1 & EP 1341311 A2	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 July, 2013 (05.07.13)

Date of mailing of the international search report
16 July, 2013 (16.07.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G01D5/244(2006.01)i, G01D5/245(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01D5/244, G01D5/245

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-145149 A（三菱重工業株式会社）2010.07.01, 段落【0002】－【0010】，図4（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2003-254785 A（ファナック株式会社）2003.09.10, 段落【0012】－【0044】，図2－9 & US 2003/0160160 A1 & EP 1341311 A2	1-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 5 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

眞岩 久恵

2 F

4 0 6 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6