

(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
2011 年 6 月 23 日(23.06.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/074103 A1

- (51) 国際特許分類:
G01D 5/244 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/071063
- (22) 国際出願日: 2009 年 12 月 17 日(17.12.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): キヤノン株式会社 (CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中村 仁 (NAKAMURA Hitoshi) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 阿部 琢磨, 外 (ABE, Takuma et al.); 〒1468501 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社内 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, 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, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

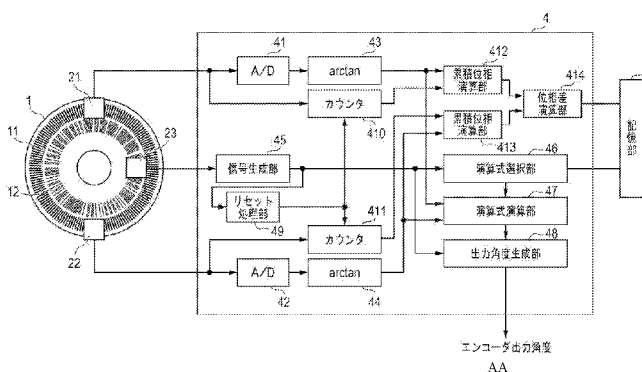
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ROTARY ENCODER AND ROTATION MECHANISM COMPRISING SAME

(54) 発明の名称: ロータリエンコーダ及びそれを有する回転機構

【図1】



- 45 SIGNAL GENERATION UNIT
49 RESET PROCESSING UNIT
410, 411 COUNTER
412, 413 CUMULATIVE PHASE CALCULATION UNIT
414 PHASE DIFFERENCE CALCULATION UNIT
46 CALCULATION EXPRESSION SELECTION UNIT
47 CALCULATION EXPRESSION CALCULATION UNIT
48 OUTPUT ANGLE GENERATION UNIT
AA ENCODER OUTPUT ANGLE
3 STORAGE UNIT

(57) Abstract: In order to correct the eccentric error while increasing the allowable eccentric amount, provided is a rotary encoder comprising two first detection means (21, 22) which are disposed at positions symmetric with respect to the center of rotation and respectively output incremental signals having a plurality of cycles with respect to one rotation of a scale (1), and a second detection means (23) which outputs an absolute signal (ϕ_A) indicating the rotation angle during one rotation of the scale, said rotary encoder comprising a storage means (3) which stores a plurality of calculation expressions that are different according to the value of the signal (ϕ_A) and used for correcting the error of the incremental signal due to eccentricity, a calculation means (17) which calculates the phases (ϕ_1 , ϕ_2) of the two incremental signals using the calculation expression corresponding to the value of the signal (ϕ_A) outputted from the second detection means and finds one corrected phase (ϕ_1), and a generation means (48) which generates the rotation angle (θ_{out}) of the scale on the basis of the phase (ϕ_1) and the value (ϕ_A).

(57) 要約:

[続葉有]



偏心許容量を拡大しつつ偏心誤差を補正する。回転中心に対して対称な位置に配置されており、スケール 1 の 1 回転に対して複数の周期のインクリメンタル信号を出力する 2 つの第 1 検出手段 2 1、2 2 と、スケールの 1 回転中の回転角度を示すアブソリュート信号 φ_A を出力する第 2 検出手段 2 3 と、を有し、信号 φ_A の値に対応して異なり、偏心によるインクリメンタル信号の誤差を補正するための、複数の演算式を記憶する記憶手段 3 と、2 つのインクリメンタル信号の位相 φ_1 、 φ_2 を、第 2 検出手段から出力される信号 φ_A の値に対応する演算式を用いて演算し、補正された 1 つの位相 φ_I を求める演算手段 1 7 と、位相 φ_I と値 φ_A と、に基づいてスケールの回転角度 θ_{out} を生成する生成手段 4 8 と、を有する。

明 細 書

発明の名称：ロータリエンコーダ及びそれを有する回転機構

技術分野

[0001] 本発明はアブソリュート信号とインクリメンタル信号とに基づいて、アブソリュート信号単体よりも高精度な回転角度の検出を行うアブソリュート型ロータリエンコーダに関する。

背景技術

[0002] 回転中心と同じ位置に中心を有するパターンを持つスケールをセンサに対して相対的に回転させ、パターンの変化を検出する該センサを用いてスケールの回転角度を検出しようとするロータリエンコーダが知られている。

[0003] このようなエンコーダにおいて、回転中心とパターン中心がずれていると、1回転で1周期の正弦波の特性を持つ、偏心誤差と呼ばれる周期的な誤差が検出角度に含まれる。したがって、回転角度を高精度に検出するためには、偏心誤差への対策が必要である。しかし、回転中心とパターン中心とのずれを抑えるためには、部品の精度や組み付け精度の向上、およびそれらに起因するコストアップ等の問題が発生する。そこで、偏心誤差の特性から、回転中心を挟み対称となる位置に2つのセンサを配置し、2つのセンサから得られる検出角度を平均化することで検出角度に含まれる偏心誤差を補正する手法がある。

[0004] また、エンコーダには、インクリメンタル型とアブソリュート型が存在する。そして、アブソリュート型エンコーダには、高精度な相対回転量を表すインクリメンタル信号と、1周内の角度位置を表すアブソリュート信号とを組み合わせで高精度な角度位置検出を行うアブソリュート型エンコーダが知られている。

[0005] 特許文献1には、コード板の回転中心であるシャフト軸に対して対称な位置にそれぞれセンサを配置し、偏心誤差を補正し、かつアブソリュート信号とインクリメンタル信号から回転角度の検出を行うロータリエンコーダが開

示されている。このエンコーダは、光源と4個の光電変換素子を備えた受光アレイとの間に、スリットと遮光部が交互に設けられ、シャフト軸と結合されたコード板を配置したものである。そして、4個の光電変換素子から得られる信号を用いて、 $\sin \phi$ 、 $\cos \phi$ の2つのインクリメンタル信号を生成し、この2信号をROMのアドレスとして位相角 ϕ を求める。

- [0006] さらに、光源と受光アレイとを2組、回転軸を挟み対向に配置すると、2組の受光アレイから得られるインクリメンタル信号は偏心誤差を δ としてそれぞれ、 $\sin(\phi + \delta)$ 、 $\cos(\phi + \delta)$ と $\sin(\phi - \delta)$ 、 $\cos(\phi - \delta)$ と表わされる。そこで、 $\sin(\phi + \delta)$ と $\sin(\phi - \delta)$ 、 $\cos(\phi + \delta)$ と $\cos(\phi - \delta)$ をそれぞれ加算した2信号を用いて、ROMから位相角 ϕ を求めることにより、偏心誤差の影響をキャンセルしている。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：特開平5-099693号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 特許文献1の構成において、偏心誤差 δ の値は周期的に変化し、その変動幅は回転中心とスリット中心のずれ（偏心量）とコード板に設けられているスリットのピッチに依存する。そして、偏心量を ε 、スリットのピッチを λ とすると、 $\varepsilon \geq \lambda/2$ のとき、ある角度位置において、 $\delta = \pi/2$ となる。このとき、 $\sin(\phi + \pi/2) + \sin(\phi - \pi/2) = 0$ 、 $\cos(\phi + \pi/2) + \cos(\phi - \pi/2) = 0$ であるため、位相角を求めることができない。これは、2組のセンサによって検出される2つのインクリメンタル信号の位相が1周期ずれているために生じるものである。また、偏心量を $\varepsilon < \lambda/2$ に抑えても、 δ が $\pi/2$ に近づくと、 $\sin(\phi + \delta) + \sin(\phi - \delta)$ 、 $\cos(\phi + \delta) + \cos(\phi - \delta)$ の2信号はともに小さく

なるため、精度が悪化することがある。

- [0009] したがって、特許文献 1 の構成では偏心量を $\varepsilon < \lambda / 2$ を満たす範囲に抑えなければならないという問題がある。そこで本発明では、偏心許容量を拡大しつつ偏心誤差を補正することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0010] 本発明のロータリエンコーダは、2つの検出手段を用いて出力された偏心誤差を含む2つインクリメンタル信号の位相から、偏心誤差を補正した1つのインクリメンタル信号の位相を求める際に、アブソリュート信号の値に応じて偏心誤差を補正するための演算式を異ならせるようにしたものである。

- [0011] つまり、本発明のロータリエンコーダは、

検出手段と、

前記検出手段に対して相対的に回転可能であり、回転角度を検出するためのパターンを有するスケールと、を有し、

前記検出手段は、前記回転の回転軸に対して対称な位置に配置されており、それぞれ前記スケールの1回転に対して複数の周期のインクリメンタル信号を出力する2つの第1検出手段と、前記スケールの1回転中の回転角度に対応するアブソリュート信号を出力する第2検出手段と、を有し、

前記2つの第1検出手段で検出される2つの前記インクリメンタル信号の位相と、前記アブソリュート信号の値とに基づいて前記スケールの相対的な回転角度を検出するロータリエンコーダにおいて、

前記アブソリュート信号の値に対応して異なり、前記パターンの中心に対する前記回転の中心のずれによる前記インクリメンタル信号の誤差を補正するための、複数の演算式を記憶する記憶手段と、

前記2つのインクリメンタル信号の位相を、前記第2検出手段から出力される前記アブソリュート信号の値に対応する演算式を用いて演算し、補正された1つのインクリメンタル信号の位相を求める演算手段と、

前記補正されたインクリメンタル信号の位相と、前記アブソリュート信号の値と、に基づいて前記スケールの前記回転角度を生成する生成手段と、を

有する。

発明の効果

- [0012] 本発明によれば、ロータリエンコーダにおいて、偏心量の制限を受けることなく偏心誤差の補正を行うことができるようになり、スケールの組み付け誤差の許容量を拡大したロータリエンコーダを提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本発明の実施の形態に係るエンコーダの構成を示すブロック図
[図2]偏心発生時のトラックとセンサとの位置関係を示す模式図
[図3]偏心発生時の回転角度とインクリメンタル信号の位相との関係を示す図
[図4]本発明の実施の形態における演算式を示す図
[図5]本発明の実施の形態における記憶部に記憶されるテーブルを示す図
[図6]本発明の実施の形態におけるスケールの回転角度とインクリメンタル信号の位相差との関係を示す図

発明を実施するための形態

- [0014] 以下、本発明のロータリエンコーダについて、実施の形態を例に挙げて具体的に説明する。
- [0015] まず、本発明の実施の形態の形態に係るロータリエンコーダの構成を説明する。
- [0016] 図1は、本発明の実施の形態に係るロータリエンコーダの構成を示すブロック図である。図1に示すロータリエンコーダはスケール1、2つの第1センサユニット（第1検出手段）21、22、第2センサユニット（第2検出手段）23、記憶部（記憶手段）3、制御部4とを有する。
- [0017] スケール1には第1トラック11及び第2トラック12が形成されている。第1トラック11の回転に伴ってインクリメンタル信号が2つの第1センサユニット21、22から出力され、第2トラック12の回転に伴ってアブソリュート信号が第2センサユニット23から出力される。そして、制御部4において、第1及び第2センサユニット21、22から出力された信号を記憶部3に保持された演算式を用いて演算することによってスケールの回転

角度（回転量）を検出することができる。また、スケール 1 が被計測物体に取り付けられることにより、被計測物体と連動して回転するため、スケール 1 の回転角度を第 1 及び第 2 センサユニットを用いて検出することにより被計測物体の回転角度を検出できる。

[0018] 2つの第 1 センサユニット 2 1、2 2 は、スケール 1 の回転中心に対して対称な位置に配置されている。また第 2 センサユニット 2 3 は、第 1 センサユニット 2 1、2 2 の位置に対してどの位置に配置されていてもよいが、本実施の形態では、第 1 センサユニット 2 1、2 2 に対して回転軸を中心に 90 度回転させた位置に配置されている。

[0019] 次に、回転角度検出、および角度出力動作について説明する。

[0020] 第 1 トラック 1 1 はスリット状の反射部とスリット状の非反射部が交互に、かつ等間隔に配置されたトラックである。2つの第 1 センサユニット 2 1、2 2 はそれぞれ光源（不図示）、及び受光素子（不図示）を有し、光源から照射され第 1 トラック 1 1 の反射部で反射した光束が受光素子上に照射される位置の変位を検知する。そして、スケールの 1 回転に対して複数の周期の $\sin \phi$ 、 $\cos \phi$ の 2 相正弦波信号（インクリメンタル信号）をそれぞれ生成する。

[0021] 一方、トラック 1 2 はスリット状の反射部とスリット状の非反射部が M 系列パターンで配置されたトラックである。第 2 センサユニット 2 3 は第 1 センサユニット 2 1、2 2 と同様に光源（不図示）、および受光素子（不図示）を持ち、光源から照射され第 2 トラック 1 2 の反射部で反射した光束が受光素子上に照射される位置の変化を検知する。そして、スケール 1 の 1 回転中の回転角度に対応する M 系列信号（アブソリュート信号）を出力する。

[0022] センサユニット 2 1 から生成された 2 相正弦波信号は A/D 変換部 4 1、 $\arctan$ 演算部 4 3 を通して、A/D 変換、 $\arctan$ 演算され、インクリメンタル信号の位相信号 ϕ_1 に変換される。センサユニット 2 1 から生成された 2 相正弦波信号も同様に A/D 変換部 4 2、 $\arctan$ 演算部 4 4 を通して処理され、位相信号 ϕ_2 に変換される。

[0023] また、センサユニット 2 3 から生成された M 系列信号（アブソリュート信号）は信号生成部 4 5 を通して、値が角度位置を示す信号 ϕ_A に変換される。そして、信号 ϕ_A は演算式選択部 4 6 に入力され、 ϕ_A の値を基に記憶部 3 に記憶された複数の演算式の中から 1 つの演算式が選択される。

[0024] 記憶部 3 は、図 5 に示すように実際の回転角度 θ の範囲と演算式との関係を表すテーブルを記憶している。アブソリュート信号に基づいて生成される信号 ϕ_A の値を実際の回転角度 θ とみなすことにより、テーブルから ϕ_A に対応する演算式を選択する。なお、図 4 に本実施の形態における演算式 1 ~ 4 を示す。

[0025] 演算式演算部（演算手段）4 7 には演算式選択部 4 6 で選択された演算式、および位相信号 ϕ_1 、 ϕ_2 が入力される。演算式に ϕ_1 、 ϕ_2 の値を代入して演算すると、演算結果として偏心誤差が補正された位相信号 ϕ_I が得られる。

[0026] 最後に、エンコーダ出力角度生成部（生成手段）4 8 に信号 ϕ_A の値と位相信号 ϕ_I の値を入力し、これら ϕ_A と ϕ_I の値を演算することにより、エンコーダ出力角度、つまりスケールの回転角度を生成して出力する。エンコーダ出力角度を求める式を式（1）、（2）に示す。

$$n = \text{CEIL}(\phi_A / p) \quad (1)$$

$$\theta_{out} = p \times (n - 1) + \phi_I \quad (2)$$

ただし、 p は第 1 トラック 1 1 のスリット 1 ピッチ分の角度、 θ_{out} はエンコーダ出力角度であり、 n は ϕ_A の値が 0 のときに対応する ϕ_I を 1 周期目としたうえで、 ϕ_I が何周期目であるかを表す値である。また $\text{CEIL}(x)$ は x 以上の最小の整数を表す。以上により、エンコーダ出力角度を検出し、出力することが可能である。

[0027] 次に、本発明における偏心誤差の補正原理について説明する。

[0028] 図 2 に、偏心が発生し、パターン中心と回転中心がずれた状態における第 1 トラック 1 1 とセンサユニット 2 1、2 2 の位置関係の例を示す。図中（・）は回転中心を、（×）はスリットのパターン中心を表す。図 2 において、スケールが右回りに回転すると回転中心（・）とパターン中心（×）との

位置関係は (a)、(b)、(c)、(d)、(a) と順に変化する。

[0029] そして、図 2 (a)、(b)、(c)、(d) それぞれの位置関係のときの回転角度を θ_a 、 θ_b 、 θ_c 、 θ_d とし、 θ_a 、 θ_b 、 θ_c 、 θ_d 前後の ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_1 の関係を図 3 (a)、(b)、(c)、(d) に示す。図中、点線が ϕ_1 、実線が ϕ_2 、破線が ϕ_1 を表す。図 3 に示されるように、偏心が発生すると、 ϕ_1 、 ϕ_2 の位相のずれが回転角度によって変化する。信号 ϕ_1 をその位相が ϕ_1 の位相と ϕ_2 の位相の間となる信号とする場合、信号 ϕ_1 の値は ϕ_1 の周期と ϕ_2 の周期のずれによって異なり、 $(\phi_1 + \phi_2) / 2$ の値になる場合と、 $(\phi_1 + \phi_2) / 2$ の値を $\pm \pi$ シフトした値になる場合がある。

[0030] θ_b 前後の ϕ_1 、 ϕ_2 、 $(\phi_1 + \phi_2) / 2$ の関係を図 3 (e) に示す。図中、一点鎖線が $(\phi_1 + \phi_2) / 2$ を表す。図 3 (b)、(e) を比較すれば明らかのように、角度が θ_b 前後では、 $(\phi_1 + \phi_2) / 2$ の値を、 $\phi_1 > \phi_2$ の範囲でかつ θ_b 未満では π 、 $\phi_1 > \phi_2$ の範囲でかつ θ_b 以上の場合は $-\pi$ シフトしたものが ϕ_1 となる。一方、角度が θ_d 前後の場合では、図 3 (d) に示すように $(\phi_1 + \phi_2) / 2$ の値を、 $\phi_2 > \phi_1$ の範囲でかつ θ_d 未満では π 、 $\phi_2 > \phi_1$ の範囲でかつ θ_d 以上の場合は $-\pi$ シフトしたものが ϕ_1 となる。

[0031] また、角度が θ_a 前後でも同様に、 θ_a 以上の場合は $\phi_2 > \phi_1$ の範囲で $(\phi_1 + \phi_2) / 2$ の値を $\pm \pi$ シフトしたものが ϕ_1 となり、 θ_a 未満の場合では、 $\phi_1 > \phi_2$ の範囲で $(\phi_1 + \phi_2) / 2$ の値を $\pm \pi$ シフトしたものが ϕ_1 となる。さらに、角度が θ_c 前後でも同様に、 θ_c 以上の場合は $\phi_1 > \phi_2$ の範囲で $(\phi_1 + \phi_2) / 2$ の値を $\pm \pi$ シフトしたものが ϕ_1 となり、 θ_c 未満の場合では、 $\phi_2 > \phi_1$ の範囲で $(\phi_1 + \phi_2) / 2$ の値を $\pm \pi$ シフトしたものが ϕ_1 となる。

[0032] 境界条件での誤りを抑制するために、 $\pm \pi$ シフトする範囲は $\phi_1 \geq \phi_2$ 、 $\phi_1 \leq \phi_2$ 、 $|\phi_1 - \phi_2| \geq \pi$ 、 $|\phi_1 - \phi_2| \leq \pi$ の 4 つの条件を用いて判定することが好ましい。例えば、 $\pm \pi$ シフトする範囲を $\phi_1 \geq \phi_2$ 、 $\phi_1 \leq \phi_2$ の 2 種類とした場合において、本来 $\phi_1 \geq \phi_2$ の範囲で $\pm \pi$ シフトすべきところを $\phi_1 \leq \phi_2$ の範囲で $\pm \pi$ シフトしてしまうと、誤った結果となる可能性がある。そこで、 $|\phi_1 - \phi_2| \geq \pi$ 、 $|\phi_1 - \phi_2| \leq \pi$ のように、 $\pm \pi$ シフトする範囲

の条件を追加し、互いに境界をずらすことにより、このような誤りを抑制する。

[0033] また、 $\pm\pi$ シフトする範囲の条件は、偏心状態が変化しない限り、回転角度 θ と関連付けられる。そこで本実施の形態では、図4に示すように、 $(\phi_1 + \phi_2) / 2$ の演算と信号を $\pm\pi$ シフトする演算とを組み合わせる演算式とし、図5に示すように、回転角度の範囲との対応を表すテーブルを記憶部3に記憶している。

[0034] 続いて、記憶部に記憶するテーブルの初期化動作について説明する。

[0035] リセット処理部（リセット手段）49は信号 ϕ_A を入力とし、信号 ϕ_A の値が0となった際にリセット信号を出力し、カウンタ（カウント手段）410、411の値を0にリセットする。カウンタ410、411はそれぞれ第1センサユニット21、22から入力される正弦波状のインクリメンタル信号の周期数をカウントする。カウンタは、順方向に1スリット分の回転変位を検出する毎にカウンタの値を1加算し、逆方向に1スリット分の回転変位を検出する毎にカウンタの値を1減算する。本実施の形態では、2相正弦波信号の $\cos \phi$ が正の値をとるときの、 $\sin \phi$ のゼロクロスを検知し、カウンタの値を増減する。

[0036] 累積位相演算部（累積位相演算手段）412は位相信号 ϕ_1 とカウンタ410の値から累積位相 ϕ_{1A} を算出する。 ϕ_{1A} はカウンタ410の値を m_1 とすると、 ϕ_1 を用いて式（3）で求められる。

$$\phi_{1A} = \phi_1 + m_1 \times 2\pi \quad (3)$$

[0037] 累積位相演算部（累積位相演算手段）413も同様にして累積位相 ϕ_{2A} を求める。 ϕ_{2A} はカウンタ411の値を m_2 とすると、 ϕ_2 を用いて式（4）で求められる。

$$\phi_{2A} = \phi_2 + m_2 \times 2\pi \quad (4)$$

[0038] 位相差演算部（位相差演算手段）414は累積位相 ϕ_{1A} 、 ϕ_{2A} を入力とし、位相差 Φ を式（5）で求め、そのときの回転角度 θ を式（6）で求める。ただし、Nは第1トラック11のスリット数（1反射部と1非反射部を1ス

リットとする)である。

$$\Phi = \phi_{1A} - \phi_{2A} \quad (5)$$

$$\theta = ((\phi_{1A} + \phi_{2A}) / 2) / N \quad (6)$$

[0039] スケール1を回転させ、複数の位置で位相差 Φ および回転角度 θ を求めると、図6に示すような Φ と θ との関係を得ることができる。前述の $\pm\pi$ シフトする範囲の条件は Φ に対応しているため、この Φ と θ の関係から演算式と回転角度 θ の範囲との関係をテーブルに割り当てることができる。

[0040] 本実施の形態では、 i を任意の整数として、 $-\pi/2 + 4\pi \times i \leq \Phi < \pi/2 + 4\pi \times i$ のとき演算式1、 $\pi/2 + 4\pi \times i \leq \Phi < 3\pi/2 + 4\pi \times i$ のとき演算式2、 $3\pi/2 + 4\pi \times i \leq \Phi < 5\pi/2 + 4\pi \times i$ のとき演算式3、 $5\pi/2 + 4\pi \times i \leq \Phi < 7\pi/2 + 4\pi \times i$ のとき演算式4とする。したがって、 Φ と θ が図6の関係にある場合、 $0 \leq \theta < \theta_1$ では演算式1、 $\theta_1 \leq \theta < \theta_2$ では演算式2というように割り当てられ、図5に示すテーブルを生成することができる。

[0041] そして最後に、生成したテーブルを記憶部3に記憶する。

[0042] 以上の処理により、記憶部に記憶する情報を決定し、エンコーダを被計測物体に取り付けた際に記憶部を初期化することが可能である。また、テーブルの初期化動作はエンコーダの角度検出動作と並行して動作させ、動的に記憶部を更新することも可能である。

[0043] 以上、本発明のロータリエンコーダについて実施の形態を例として説明したが、本発明は実施の形態に限られず、他の構成でも実現可能である。

[0044] 上記実施の形態では、光源及び受光素子を有するセンサユニットと、反射型のスケールとを有する反射型の光学式エンコーダを用いたが、他の構成のエンコーダであってもよい。具体的には、透過型のスケールを用いた光学式エンコーダであってもよいし、磁気式エンコーダであってもよい。

[0045] 上記実施の形態では、アブソリュート信号を得るための方法として、アブソリュート信号を得るためのM系列パターンのトラック(第2トラック)を用いたが、他の方法を用いてもよい。具体的には、スリット数の異なる複数

の等間隔トラックを用いて周期の異なる複数のインクリメンタル信号を出力させ、各インクリメンタル信号の位相差信号を用いてアブソリュート信号を生成してもよい。

[0046] 上記実施の形態では、第1トラックを検出するセンサユニットを2つ有する構成であったが、3つ以上のセンサユニットからそれぞれ得られるインクリメンタル信号を用いてスケールの回転角度を生成する構成であってもよい。

[0047] 上記実施の形態では、スケールが回転することによってスケールとセンサユニットとが相対的に回転する構成であるが、センサユニットが回転する構成であってもよい。

[0048] 上記実施の形態では、 $(\phi_1 + \phi_2) / 2$ の値を $\pm \pi$ シフトする範囲を $\phi_1 \geq \phi_2$ 、 $\phi_1 \leq \phi_2$ 、 $|\phi_1 - \phi_2| \geq \pi$ 、 $|\phi_1 - \phi_2| \leq \pi$ の4つの条件を用いて判定しているが、少なくともいずれか1つの条件を用いることで信号 ϕ_1 を生成することができる。

[0049] 上記実施の形態では、記憶部3に複数の演算式を記憶するための構成である、リセット処理部49、カウンタ410、411、累積位相演算部412、413、位相差演算部414が制御部4に設けられているが、これらの構成は必須の構成ではない。これらの構成は、エンコーダの外部要素として用いることでも記憶部3に所望の演算式を記憶でき、記憶部3に演算式を記憶した後はこれらの構成がなくてもスケールの回転角度を生成できるからである。

[0050] また、本発明のロータリエンコーダは、様々な機器の回転機構に適用することができる。

[0051] スケールまたはセンサユニットと共に回転可能な駆動部と、本発明のロータリエンコーダによって生成された回転角度に基づいて駆動部を制御する制御手段とを有する回転機構とすることによって、より高精度な回転角度の制御が可能である。具体的には、サブナノメートルの変位を検出する必要がある産業用機械、ロボットアーム、高精度機械加工装置、半導体露光装置、半

導体製造装置等の機器に適用することができる。また、撮像装置やレンズ装置、電子写真方式あるいはインクジェット方式の画像形成装置等にも適用することができる。

符号の説明

- [0052]
- 1 スケール
 - 1 1 第 1 トラック
 - 1 2 第 2 トラック
 - 2 1 第 1 センサユニット
 - 2 2 第 1 センサユニット
 - 2 3 第 2 センサユニット
 - 3 記憶部
 - 4 制御部
 - 4 5 信号生成部
 - 4 6 演算式選択部
 - 4 7 演算式演算部
 - 4 8 出力角度生成部

請求の範囲

[請求項1]

検出手段と、

前記検出手段に対して相対的に回転可能であり、回転角度を検出するためのパターンを有するスケールと、を有し、

前記検出手段は、前記回転の回転軸に対して対称な位置に配置されており、それぞれ前記スケールの1回転に対して複数の周期のインクリメンタル信号を出力する2つの第1検出手段と、前記スケールの1回転中の回転角度に対応するアブソリュート信号を出力する第2検出手段と、を有し、

前記2つの第1検出手段で検出される2つの前記インクリメンタル信号の位相と、前記アブソリュート信号の値とに基づいて前記スケールの相対的な回転角度を検出するロータリエンコーダにおいて、

前記アブソリュート信号の値に対応して異なり、前記パターンの中心に対する前記回転の中心のずれによる前記インクリメンタル信号の誤差を補正するための、複数の演算式を記憶する記憶手段と、

前記2つのインクリメンタル信号の位相を、前記第2検出手段から出力される前記アブソリュート信号の値に対応する演算式を用いて演算し、補正された1つの位相を求める演算手段と、

前記補正された位相と、前記アブソリュート信号の値と、に基づいて前記スケールの前記回転角度を生成する生成手段と、を有することを特徴とするロータリエンコーダ。

[請求項2]

前記複数の演算式は、前記2つの第1検出手段から出力される2つの前記インクリメンタル信号の位相をそれぞれ ϕ_1 、 ϕ_2 としたときに、

$\phi_1 \geq \phi_2$ 、 $\phi_1 \leq \phi_2$ 、 $|\phi_1 - \phi_2| \geq \pi$ 、 $|\phi_1 - \phi_2| \leq \pi$ のいずれかの条件を判定する式を含むことを特徴とする請求項1に記載のロータリエンコーダ。

[請求項3]

前記2つの第1検出手段の周期数をそれぞれカウントするカウント

手段と、

前記アブソリュート信号の値が0となるときに前記2つのカウント手段の値をリセットするリセット手段と、

前記2つの第1検出手段から出力される2つの前記インクリメンタル信号の位相と、前記カウント手段の値とに基づいて、それぞれ前記リセットされた位置からの累積位相を算出する累積位相演算手段と、を有し、

前記2つの累積位相の差を求める位相差演算手段と、を有し、

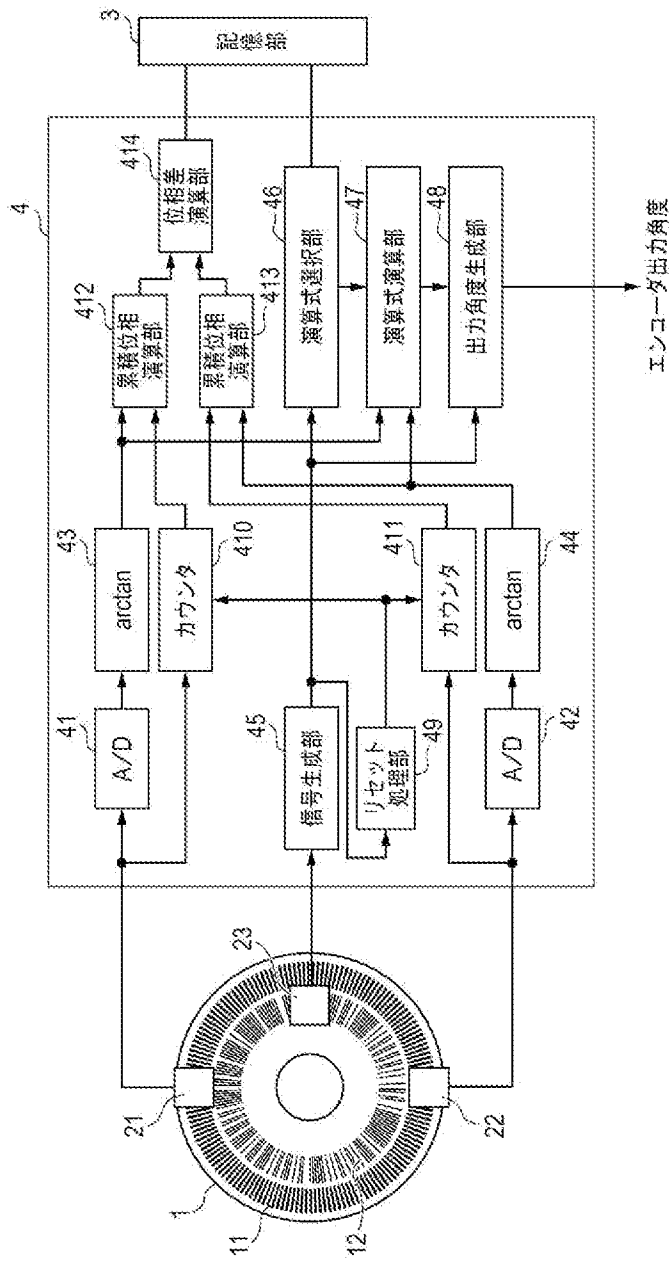
前記記憶手段は、前記位相差と前記スケールの回転角度との関係に基づいて、前記複数の演算式を記憶することを特徴とする請求項1または請求項2に記載のロータリエンコーダ。

[請求項4]

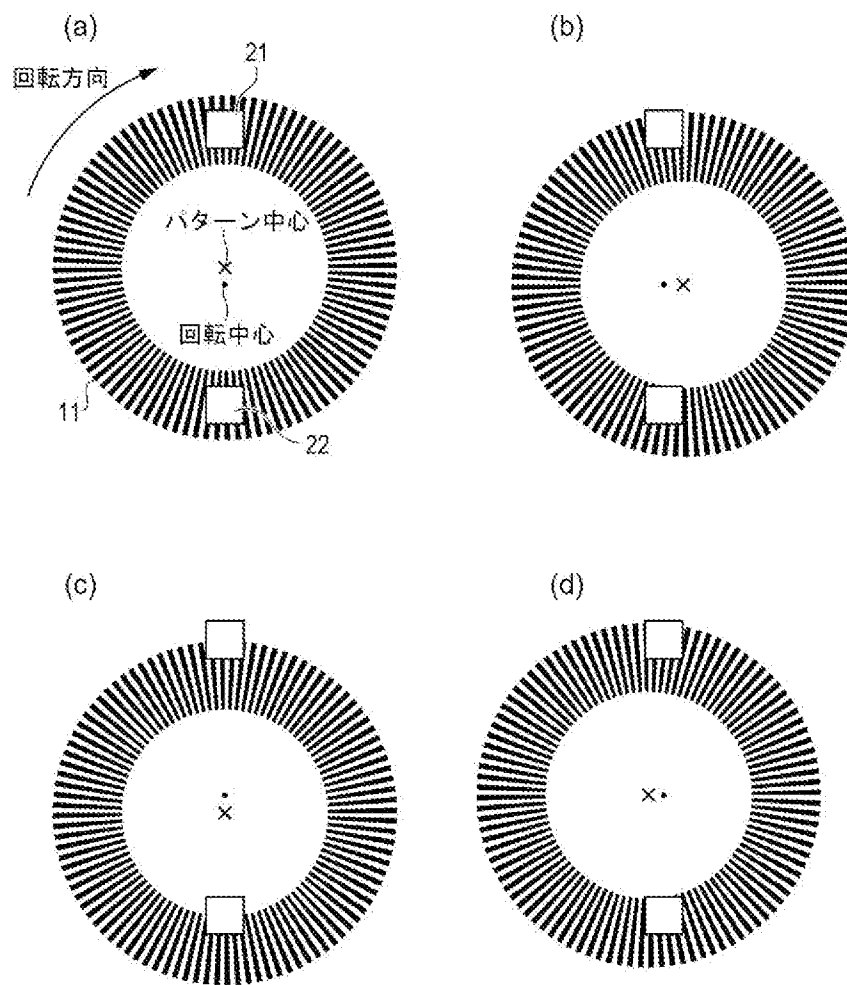
前記スケールまたは前記検出手段と共に回転可能な駆動部と、

請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載のロータリエンコーダによって生成された前記回転角度に基づいて、前記駆動部の駆動を制御する制御手段と、を有することを特徴とする回転機構。

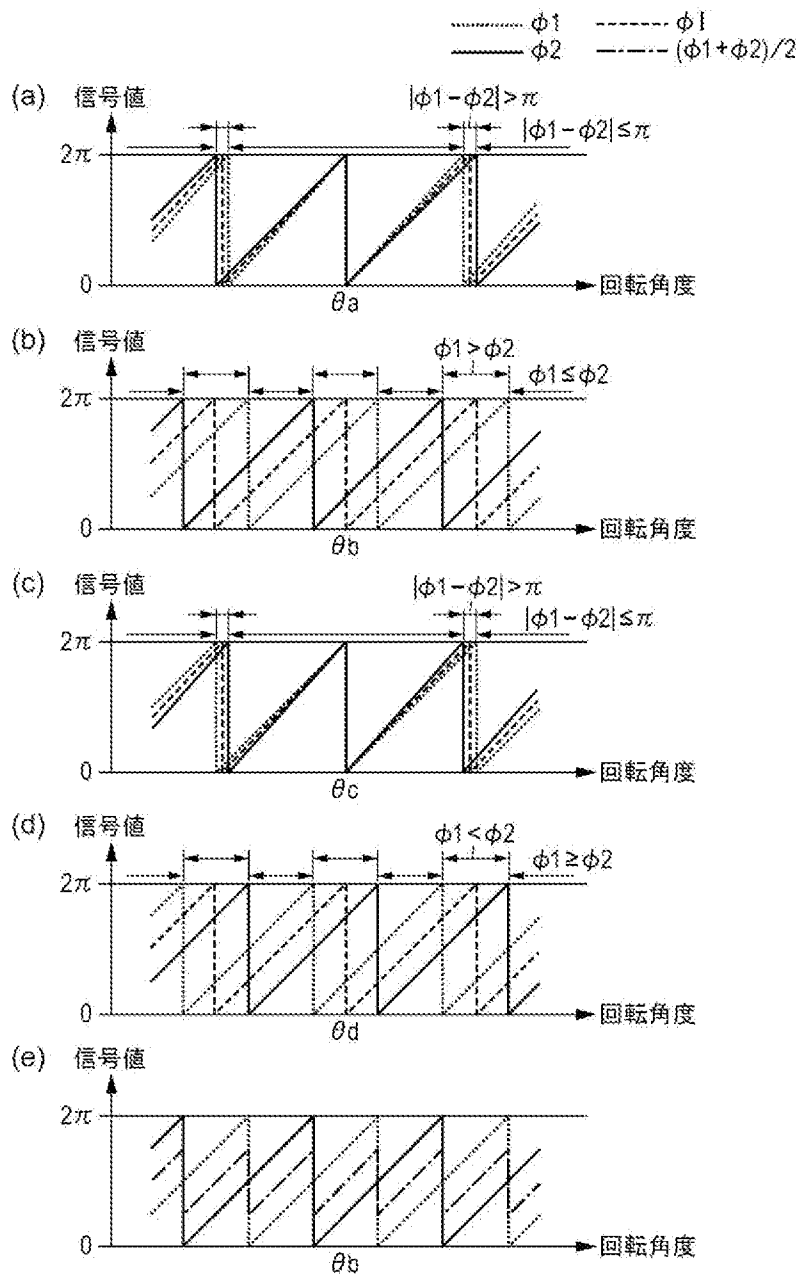
[図1]



[図2]



[図3]



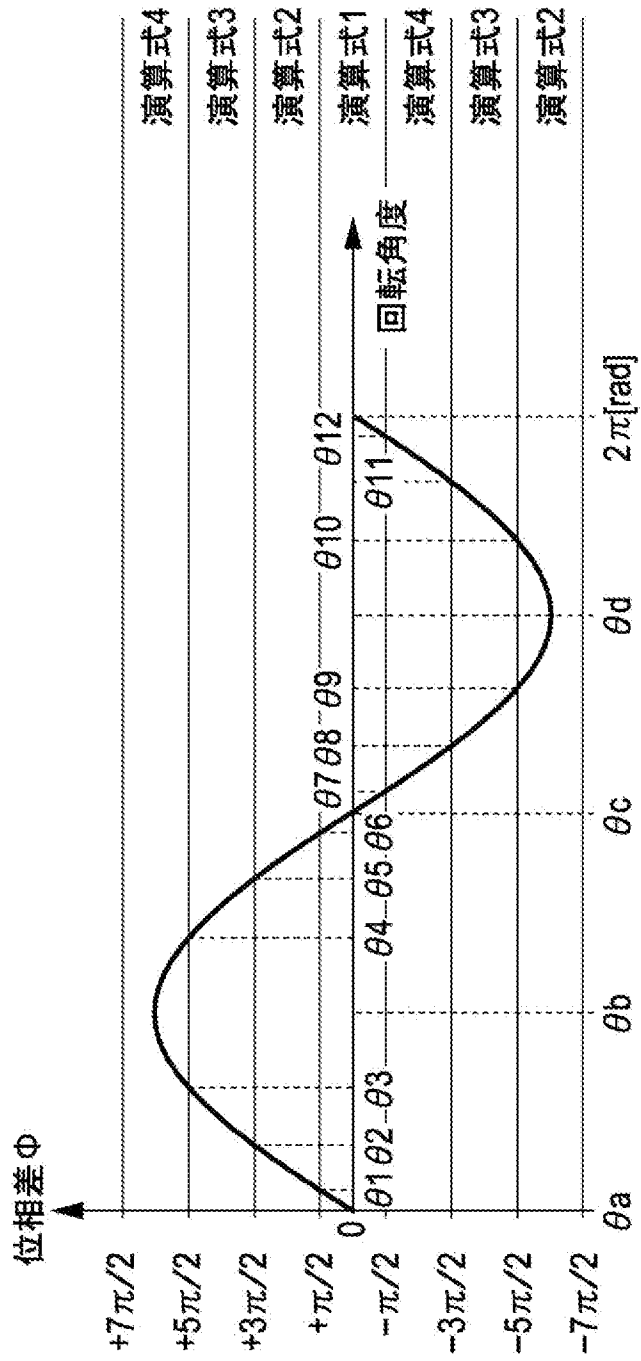
[図4]

演算式1	$\begin{aligned} &\text{if}(\phi_1 - \phi_2 \leq \pi) \{ \\ &\quad \phi = (\phi_1 + \phi_2) / 2 \\ &\text{else if}((\phi_1 + \phi_2) / 2 \geq \pi) \{ \\ &\quad \phi = (\phi_1 + \phi_2) / 2 - \pi \\ &\text{else} \{ \\ &\quad \phi = (\phi_1 + \phi_2) / 2 + \pi \\ &\} \end{aligned}$
演算式2	$\begin{aligned} &\text{if}(\phi_1 \geq \phi_2) \{ \\ &\quad \phi = (\phi_1 + \phi_2) / 2 \\ &\text{else if}((\phi_1 + \phi_2) / 2 \geq \pi) \{ \\ &\quad \phi = (\phi_1 + \phi_2) / 2 - \pi \\ &\text{else} \{ \\ &\quad \phi = (\phi_1 + \phi_2) / 2 + \pi \\ &\} \end{aligned}$
演算式3	$\begin{aligned} &\text{if}(\phi_1 - \phi_2 \geq \pi) \{ \\ &\quad \phi = (\phi_1 + \phi_2) / 2 \\ &\text{else if}((\phi_1 + \phi_2) / 2 \geq \pi) \{ \\ &\quad \phi = (\phi_1 + \phi_2) / 2 - \pi \\ &\text{else} \{ \\ &\quad \phi = (\phi_1 + \phi_2) / 2 + \pi \\ &\} \end{aligned}$
演算式4	$\begin{aligned} &\text{if}(\phi_1 \leq \phi_2) \{ \\ &\quad \phi = (\phi_1 + \phi_2) / 2 \\ &\text{else if}((\phi_1 + \phi_2) / 2 \geq \pi) \{ \\ &\quad \phi = (\phi_1 + \phi_2) / 2 - \pi \\ &\text{else} \{ \\ &\quad \phi = (\phi_1 + \phi_2) / 2 + \pi \\ &\} \end{aligned}$

[図5]

回転角度 θ の範囲	演算式
$0 \leq \theta < \theta_1$	演算式1
$\theta_1 \leq \theta < \theta_2$	演算式2
$\theta_2 \leq \theta < \theta_3$	演算式3
$\theta_3 \leq \theta < \theta_4$	演算式4
$\theta_4 \leq \theta < \theta_5$	演算式3
$\theta_5 \leq \theta < \theta_6$	演算式2
$\theta_6 \leq \theta < \theta_7$	演算式1
$\theta_7 \leq \theta < \theta_8$	演算式4
$\theta_8 \leq \theta < \theta_9$	演算式3
$\theta_9 \leq \theta < \theta_{10}$	演算式2
$\theta_{10} \leq \theta < \theta_{11}$	演算式3
$\theta_{11} \leq \theta < \theta_{12}$	演算式4
$\theta_{12} \leq \theta < 2\pi$	演算式1

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/071063

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01D5/244 (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)

G01D5/00-5/62, G01B7/00-7/34, G01B11/00-11/30

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 2007-178320 A (Sokkia Co., Ltd.), 12 July 2007 (12.07.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 10-227658 A (Hewlett-Packard Co.), 25 August 1998 (25.08.1998), entire text; all drawings & DE 19800455 A1 & GB 2321307 A & US 5774074 A	1-4
A	JP 6-102055 A (Canon Inc.), 12 April 1994 (12.04.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

☐ 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
01 March, 2010 (01.03.10)

Date of mailing of the international search report
09 March, 2010 (09.03.10)

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

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. G01D5/00-5/62, G01B7/00-7/34, G01B11/00-11/30

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 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 2007-178320 A(株式会社ソキア)2007.07.12, 全文,全図(ファミリーなし)	1-4
A	JP 10-227658 A(ヒューレット・パカード・カンパニー) 1998.08.25,全文,全図 & DE 19800455 A1 & GB 2321307 A & US 5774074 A	1-4
A	JP 6-102055 A(キヤノン株式会社)1994.04.12, 全文,全図(ファミリーなし)	1-4

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 1 . 0 3 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 3 . 2 0 1 0

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

岡田 卓弥

2 F

9 2 0 6

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