

(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
2017 年 6 月 8 日(08.06.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/094716 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 29/00 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/085394
- (22) 国際出願日: 2016 年 11 月 29 日(29.11.2016)
- (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 2015-233053 2015 年 11 月 30 日(30.11.2015) JP
特願 2016-121689 2016 年 6 月 20 日(20.06.2016) JP
- (71) 出願人: 日本電産シンポ株式会社 (NI-DEC-SHIMPO CORPORATION) [JP/JP]; 〒6170833 京都府長岡京市神足寺田 1 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 今村 正(IMAMURA, Tadashi); 〒6170833 京都府長岡京市神足寺田 1 番地 日本電産シンポ株式会社内 Kyoto (JP). 山村 剛史(YAMAMURA, Tsuyoshi); 〒6170833 京都府長岡京市神足寺田 1 番地 日本電産シンポ株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 北村 秀明(KITAMURA, Hideaki); 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地 Kyoto (JP).

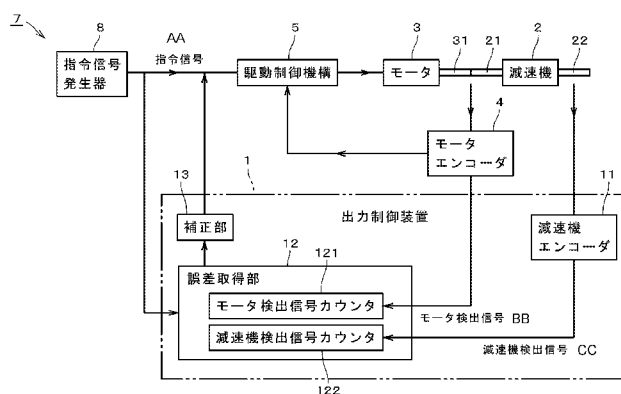
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, 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 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, 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: OUTPUT CONTROL DEVICE FOR REDUCER SYSTEM, REDUCER SYSTEM, AND METHOD FOR CONTROLLING OUTPUT OF REDUCER SYSTEM

(54) 発明の名称: 減速機システムの出力制御装置、減速機システムおよび減速機システムの出力制御方法



- 1 Output control device
2 Reducer
3 Motor
4 Motor encoder
5 Drive control mechanism
8 Command signal generator
11 Reducer encoder
12 Error acquisition unit
13 Correction unit
121 Motor detection signal counter
122 Reducer detection signal counter
AA Command signal
BB Motor detection signal
CC Reducer detection signal

(57) Abstract: An output control device is provided with: a reducer encoder for detecting the rotation of an output shaft of a reducer; an error acquisition unit for acquiring output errors, which are errors of input to a motor and output from the reducer, on the basis of command signals, output from a motor encoder, and output from the reducer encoder; and a correction unit for correcting the command signals inputted to a drive control mechanism on the basis of the output errors. The resolution of the motor detection signal is higher than the resolution of the reducer detection signal. The error acquisition unit synchronizes the motor detection signal with the reducer detection signal when the detection pulse signal of the reducer detection signal is inputted, and during the period until the detection pulse signal after the reducer detection signal is inputted, when the detection pulse signal of the motor detection signal is inputted, the command signal and the motor detection signal are compared and the output error is estimated and acquired.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/094716 A1

出力制御装置は、減速機の出力軸の回転を検出する減速機エンコーダと、指令信号、モータエンコーダからの出力、および、前記減速機エンコーダからの出力に基づいて、モータへの入力と前記減速機からの出力との誤差である出力誤差を取得する誤差取得部と、前記出力誤差に基づいて駆動制御機構に入力される前記指令信号を補正する補正部と、を備える。モータ検出信号の分解能は、減速機検出信号の分解能よりも高い。前記誤差取得部は、前記減速機検出信号の検出パルス信号が入力された際に、前記モータ検出信号を前記減速機検出信号に同期させ、前記減速機検出信号の次の検出パルス信号が入力されるまでの間において、前記モータ検出信号の検出パルス信号が入力された際に、前記指令信号と前記モータ検出信号とを比較して前記出力誤差を推定して取得する。

明 細 書

発明の名称：

減速機システムの出力制御装置、減速機システムおよび減速機システムの出力制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、減速機システムの出力制御に係る技術に関する。

背景技術

[0002] 近年、産業用ロボットの多関節アームの駆動機構等に、バックラッシュが少ないトラクション方式の減速機の適用が切望されている。トラクション方式の減速機では、同一機種であっても個体毎に減速比が僅かに異なる場合があり、また、負荷トルクの変動等によりローラの滑りが発生する場合もある。このような場合、減速機の入出力間において、回転速度および回転位置の誤差が生じる。

[0003] 特開 2013-110874 号公報では、トラクション方式の減速機の入出力間で生じる誤差を出力制御に効果的に反映させ、回転駆動装置の高度な制御を実現するための技術が開示されている。当該回転駆動装置では、トラクション方式の減速機の入力側および出力側に、第 1 ロータリエンコーダおよび第 2 ロータリエンコーダが配置される。第 1 ロータリエンコーダは、サーボモータに内蔵されているロータリエンコーダである。出力制御部では、外部から入力される指令信号と、第 1 ロータリエンコーダから入力される第 1 検出信号とに基づいて、モータの出力を制御する制御信号が生成される。そして、第 1 検出信号と、第 2 ロータリエンコーダから入力される第 2 検出信号とが比較されて、減速機の入出力間の誤差が演算され、演算結果に基づいて制御信号が補正される。

特許文献1：特開 2013-110874 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、特開２０１３－１１０８７４号公報の回転駆動装置では、第１検出信号と第２検出信号との比較の際に、第１検出信号に対し、減速比に応じた割合でパルス列を減少させる分周処理が行われる。第２検出信号は、分周処理された第１検出信号と比較され、両者の周波数等に差がなければ入出力間の誤差なしと判断され、両者の周波数等に差があれば制御信号の補正が行われる。すなわち、当該回転駆動装置の制御は、減速機の出力側に配置された第２ロータリエンコーダの分解能に基づいて行われる。

[0005] しかしながら、減速機の出力側に配置される第２ロータリエンコーダの分解能は、通常、サーボモータに内蔵されている第１ロータリエンコーダの分解能に比べて低い。このため、減速機の入出力間の誤差補正における精度向上に限界がある。

[0006] 本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、減速機システムの出力誤差を精度良く取得し、減速機からの出力を高精度に制御することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一の実施形態に係る例示的な出力制御装置は、減速機システムの出力制御装置である。前記減速機システムは、モータと、前記モータの出力軸であるモータ出力軸に接続された減速機と、前記モータ出力軸の回転を検出するモータエンコーダと、外部から入力される指令信号および前記モータエンコーダからの出力に基づいて前記モータの出力を制御する駆動制御機構と、を備える。前記出力制御装置は、前記減速機の出力軸の回転を検出する減速機エンコーダと、前記指令信号、前記モータエンコーダからの出力、および、前記減速機エンコーダからの出力に基づいて、前記モータへの入力と前記減速機からの出力との誤差である出力誤差を取得する誤差取得部と、前記出力誤差に基づいて前記駆動制御機構に入力される前記指令信号を補正する補正部と、を備える。前記指令信号、前記モータエンコーダから前記誤差取得部に入力されるモータ検出信号、および、前記減速機エンコーダから前記誤差取得部に入力される減速機検出信号がパルス信号である。前記モータ

検出信号の分解能が、前記減速機検出信号の分解能よりも高い。前記誤差取得部が、前記減速機検出信号の検出パルス信号が入力された際に、前記モータ検出信号を前記減速機検出信号に同期させ、前記減速機検出信号の次の検出パルス信号が入力されるまでの間において、前記モータ検出信号の検出パルス信号が入力された際に、前記指令信号と前記モータ検出信号とを比較して前記出力誤差を推定して取得する。

[0008] 本発明の他の一の実施形態に係る例示的な出力制御装置は、減速機システムの出力制御装置である。前記減速機システムは、モータと、前記モータの出力軸であるモータ出力軸に接続された減速機と、外部から入力される指令信号に基づいて前記モータの出力を制御する駆動制御機構と、を備える。前記出力制御装置は、前記減速機の出力軸の回転を検出する減速機エンコーダと、前記指令信号、および、前記減速機エンコーダからの出力に基づいて、前記モータへの入力と前記減速機からの出力との誤差である出力誤差を取得する誤差取得部と、前記出力誤差に基づいて前記駆動制御機構に入力される前記指令信号を補正する補正部と、を備える。前記指令信号、および、前記減速機エンコーダから前記誤差取得部に入力される減速機検出信号がパルス信号である。前記誤差取得部が、前記減速機エンコーダにおける複数の角度範囲に関して、前記減速機の前記出力軸の一定回転に対する前記減速機検出信号の検出パルス信号の周期の変動を示す変動情報を記憶する変動情報記憶部と、前記減速機エンコーダの各角度範囲における検出パルス信号が入力される所定の期間において、前記指令信号が示す回転位置、または、前記減速機検出信号が示す回転位置の一方を前記変動情報に基づいて変更しつつ、前記指令信号が示す回転位置と前記減速機検出信号が示す回転位置とを比較して前記出力誤差を取得する比較部と、を備える。

発明の効果

[0009] 本発明では、減速機システムの出力誤差を精度良く取得し、減速機からの出力を高精度に制御することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図 1 は、第 1 実施形態に係る減速機システムの構成を示すブロック図である。

[図2]図 2 は、モータおよび減速機を示す断面図である。

[図3]図 3 は、出力制御装置による減速機システムの制御の流れを示す図である。

[図4]図 4 は、減速機検出信号およびモータ検出信号を示す図である。

[図5]図 5 は、減速機出力軸の現状回転位置と指示回転位置との関係を示す図である。

[図6]図 6 は、減速機出力軸の現状回転位置と指示回転位置との関係の一部を拡大して示す図である。

[図7]図 7 は、出力制御装置による減速機システムの制御の流れの他の例を示す図である。

[図8]図 8 は、第 2 実施形態に係る出力制御装置の構成の一部を示すブロック図である。

[図9]図 9 は、出力制御装置による減速機システムの制御の流れを示す図である。

[図10]図 10 は、減速機検出信号、モータ検出信号および指令信号を示す図である。

[図11]図 11 は、減速機検出信号、モータ検出信号および指令信号を示す図である。

[図12]図 12 は、減速機検出信号、モータ検出信号および指令信号を示す図である。

[図13]図 13 は、第 3 実施形態に係る出力制御装置の構成の一部を示すブロック図である。

[図14]図 14 は、出力制御装置による減速機システムの制御の流れを示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] (第1実施形態)

図1は、本発明の例示的な第1実施形態に係る出力制御装置1を含む減速機システム7の構成を示すブロック図である。減速機システム7は、例えば、精密加工機または3D測定装置、産業用ロボット等において回転機構として利用される。図1では、出力制御装置1を二点鎖線にて囲む。減速機システム7は、出力制御装置1と、減速機2と、モータ3と、モータエンコーダ4と、駆動制御機構5と、を含む。図2は、モータ3および減速機2を示す断面図である。図2では、減速機2の中心軸J1を含む断面を示す。図2では、モータ3の一部の内部構成の図示を省略し、減速機2の一部の断面の平行斜線を省略する。

[0012] モータ3は、例えば、静止部、回転部および軸受部を含むサーボモータである。モータエンコーダ4は、モータ3の出力軸であるモータ出力軸31の回転を検出する。具体的には、モータエンコーダ4は、モータ出力軸31の回転速度および回転位置を検出する。モータ出力軸31の回転位置とは、モータ出力軸31の周方向における向きであり、例えば、回転開始時における位置を基準とする角度位置である。

[0013] モータエンコーダ4は、例えば、モータ3に内蔵される。モータエンコーダ4は、例えば、光学式のロータリエンコーダである。モータエンコーダ4は、例えば、磁気式のエンコーダであってもよい。モータエンコーダ4は、モータ出力軸31の回転に応じて変化するパルス信号を出力する。以下の説明では、モータエンコーダ4から出力される連続するパルス信号を「パルス列」とも呼ぶ。

[0014] 駆動制御機構5は、外部から入力される指令信号、および、モータエンコーダ4からの出力に基づいてモータ3の出力を制御する。指令信号は、減速機システム7の外部に設けられる指令信号発生器8から発信されるパルス信号である。駆動制御機構5では、指令信号発生器8からの指令信号と、モータエンコーダ4から出力されるモータ出力軸31の回転を示す信号とが比較される。駆動制御機構5に入力される指令信号の分解能は、例えば、モータ

エンコーダ 4 から駆動制御機構 5 に入力される上記信号の分解能と等しい。そして、これらの信号の比較結果に基づいて、モータ 3 に供給される電力が駆動制御機構 5 により制御され、モータ出力軸 3 1 の回転が制御される。すなわち、モータエンコーダ 4 および駆動制御機構 5 により、モータ 3 のフィードバック制御が行われる。

[0015] 減速機 2 は、トラクション方式の減速機である。減速機 2 は、モータ 3 のモータ出力軸 3 1 に接続される。減速機 2 は、減速機入力軸 2 1 と、減速機出力軸 2 2 と、複数の遊星ローラ 2 3 と、インターナルリング 2 4 と、を含む。減速機入力軸 2 1 は、中心軸 J 1 上に配置され、モータ出力軸 3 1 に接続される。図 2 に示す例では、減速機入力軸 2 1 は、モータ出力軸 3 1 と一繋ぎりの部材である。換言すれば、1 つの軸部材が、減速機 2 の減速機入力軸 2 1 およびモータ 3 のモータ出力軸 3 1 として共用される。上述のモータエンコーダ 4 は、減速機 2 の減速機入力軸 2 1 の回転を検出する機構と捉えることもできる。

[0016] 複数の遊星ローラ 2 3 は、太陽ローラである減速機入力軸 2 1 の周囲に配置される。減速機入力軸 2 1 の外周面は、複数の遊星ローラ 2 3 の外周面と潤滑油の膜を介して接する。減速機入力軸 2 1 は、複数の遊星ローラ 2 3 により挟まれる。減速機 2 では、例えば、3 個の遊星ローラ 2 3 が設けられる。各遊星ローラ 2 3 は、遊星軸部 2 3 1 を中心として回転可能である。

[0017] インターナルリング 2 4 は、複数の遊星ローラ 2 3 の周囲を囲む。インターナルリング 2 4 の内周面は、複数の遊星ローラ 2 3 の外周面と潤滑油の膜を介して接する。減速機出力軸 2 2 は、インターナルリング 2 4 の内側に中心軸 J 1 上に配置される。減速機出力軸 2 2 は、軸受部により回転可能に支持される。複数の遊星ローラ 2 3 の遊星軸部 2 3 1 は、減速機出力軸 2 2 の円板状の端部 2 2 1 に固定される。減速機 2 では、減速機入力軸 2 1 が回転すると、減速機入力軸 2 1 とインターナルリング 2 4 との間に挟まれた複数の遊星ローラ 2 3 が摩擦伝動により回転し、減速機出力軸 2 2 が減速機入力軸 2 1 に対して所定の減速比にて回転する。図 2 に示す例では、減速比は

、例えば5である。

[0018] 出力制御装置1は、減速機システム7の出力、すなわち、減速機2の出力を制御する。出力制御装置1は、各種演算処理を行うCPUと、基本プログラムを記憶するROMと、各種情報を記憶するRAMとを含む一般的なコンピュータシステムの構成を含む。出力制御装置1の機能は専用の電氣的回路により実現されてもよく、部分的に専用の電氣的回路が用いられてもよい。

[0019] 出力制御装置1は、減速機エンコーダ11と、誤差取得部12と、補正部13と、を含む。減速機エンコーダ11は、減速機2の出力軸である減速機出力軸22の回転を検出する。具体的には、減速機エンコーダ11は、減速機出力軸22の回転速度および回転位置を検出する。減速機出力軸22の回転位置とは、減速機出力軸22の周方向における向きであり、例えば、回転開始時における位置を基準とする角度位置である。

[0020] 減速機エンコーダ11は、例えば、減速機2のケーシングの外部に配置される。減速機エンコーダ11は、例えば、光学式のロータリエンコーダである。減速機エンコーダ11は、減速機出力軸22に取り付けられるエンコーダホイールと、エンコーダホイールの外縁部に対向する光学センサと、を含む。減速機エンコーダ11は、例えば、磁気式のエンコーダであってもよい。減速機エンコーダ11は、減速機出力軸22の回転に応じて変化するパルス信号を出力する。以下の説明では、減速機エンコーダ11から出力される連続するパルス信号を「パルス列」とも呼ぶ。減速機エンコーダ11は、減速機2のケーシング内に配置されてもよい。

[0021] 誤差取得部12は、指令信号発生器8からの指令信号、モータエンコーダ4からの出力、および、減速機エンコーダ11からの出力に基づいて、モータ3への入力と減速機2からの出力の誤差である出力誤差を取得する。補正部13は、誤差取得部12により取得された出力誤差に基づいて、指令信号発生器8から駆動制御機構5に入力される指令信号を補正する。

[0022] 誤差取得部12は、モータ検出信号カウンタ121と、減速機検出信号カウンタ122と、を含む。モータ検出信号カウンタ121には、モータエン

コーダ 4 から出力されるモータ出力軸 3 1 の回転を示すパルス信号が入力される。以下、モータエンコーダ 4 から誤差取得部 1 2 に入力される信号を「モータ検出信号」という。モータ検出信号カウンタ 1 2 1 では、パルス列であるモータ検出信号のパルス（以下、「検出パルス信号」ともいう。）が数えられる。減速機検出信号カウンタ 1 2 2 には、減速機エンコーダ 1 1 から出力される減速機出力軸 2 2 の回転を示すパルス信号が入力される。以下、減速機エンコーダ 1 1 から誤差取得部 1 2 に入力される信号を「減速機検出信号」という。減速機検出信号カウンタ 1 2 2 では、パルス列である減速機検出信号のパルス（以下、「検出パルス信号」ともいう。）が数えられる。

[0023] モータ検出信号の分解能は、減速機検出信号の分解能よりも高い。モータ検出信号の分解能は、減速機検出信号の分解能の N 倍である。好ましくは、 N は正の整数、すなわち、2 以上の所定数である。より好ましくは、モータ検出信号の分解能は、減速機検出信号の分解能の 2 の累乗倍である。詳細には、モータ検出信号の分解能は、減速機検出信号の分解能の 2 の整数累乗倍である。以下の説明では、モータ検出信号の分解能は、減速機検出信号の分解能の 2 の 5 乗倍、すなわち、32 倍であるものとして説明する。換言すれば、以下の説明では、上述の N が 32 であるものとして説明する。減速機検出信号の分解能は、例えば、約 3 分である。

[0024] モータエンコーダ 4 から出力される信号の分解能が、減速機検出信号の分解能の 2 の累乗倍ではない場合、例えば、モータエンコーダ 4 とモータ検出信号カウンタ 1 2 1 との間に通倍器が設けられ、モータ検出信号の分解能が、減速機検出信号の分解能の 2 の累乗倍とされてもよい。上述のように、指令信号発生器 8 からの指令信号は、モータ 3 のフィードバック制御に利用される。したがって、上記通倍器が設けられる場合、指令信号の分解能とモータエンコーダ 4 から駆動制御機構 5 に入力される信号の分解能とを合わせるために、補正後の指令信号に対して分周処理を行う分周器が、指令信号発生器 8 と駆動制御機構 5 との間に設けられる。

[0025] 図 3 は、出力制御装置 1 による減速機システム 7 の制御の流れを示す図で

ある。出力制御装置 1 では、減速機エンコーダ 1 1 による減速機出力軸 2 2 の回転の測定、および、モータエンコーダ 4 によるモータ出力軸 3 1 の回転の測定が、継続的に行われている。図 4 は、減速機エンコーダ 1 1 から誤差取得部 1 2 に入力される減速機検出信号、および、モータエンコーダ 4 から誤差取得部 1 2 に入力されるモータ検出信号を示す図である。図 4 に示す例では、減速機検出信号の隣接する 2 つの検出パルス信号 P 1 の間に、モータ検出信号の 3 2 個の検出パルス信号 P 2 が存在する。

[0026] 減速機エンコーダ 1 1 による減速機検出信号の検出パルス信号 P 1 が誤差取得部 1 2 に入力されると（ステップ S 1 1）、減速機検出信号カウンタ 1 2 2 において、減速機出力軸 2 2 の回転位置を示す数値（以下、「上位位置指示値」という。）が「1」増加される。また、モータ検出信号カウンタ 1 2 1 において、減速機出力軸 2 2 の回転位置を示す数値（以下、「下位位置指示値」という。）が、例えば「0 0 0 0 0」にリセットされる。これにより、モータ検出信号が減速機検出信号に同期される（ステップ S 1 2）。下位位置指示値は、2 進数により表現されており、例えば、「0 0 0 0 0」から「1 1 1 1 1」までの 3 2 個の値をとる。下位位置指示値は、2 進数以外により表現されてもよい。

[0027] また、誤差取得部 1 2 では、上位位置指示値から求められる減速機出力軸 2 2 の実際の回転位置である現状回転位置が、指令信号発生器 8 からの指令信号に対応する減速機出力軸 2 2 の回転位置である指示回転位置と比較される。そして、現状回転位置と指示回転位置との差が、上述の出力誤差として取得される。換言すれば、減速機検出信号の検出パルス信号 P 1 が入力された際に、誤差取得部 1 2 により、指令信号と減速機検出信号とが比較されて出力誤差が取得される（ステップ S 1 3）。出力誤差は、減速機 2 における減速機入力軸 2 1 と遊星ローラ 2 3 との間の滑り、および、遊星ローラ 2 3 とインターナルリング 2 4 との間の滑り等に起因して生じる。

[0028] 本実施形態では、減速機システム 7 の減速機 2 において、指令信号通りに減速機 2 が駆動すると仮定した場合の減速機出力軸 2 2 の回転角度（以下、

「基準回転角度」という。)と、実際の減速機出力軸 22 の回転角度との差である滑り角度は、例えば、最大で基準回転角度の約 0.3% である。

[0029] 続いて、補正部 13 により、ステップ S 13 にて取得された出力誤差に基づいて、指令信号発生器 8 から駆動制御機構 5 に入力される指令信号が補正される (ステップ S 16)。具体的には、減速機出力軸 22 の現状回転位置が指示回転位置よりも遅れている場合、補正部 13 が指令信号を遅らせて、指示回転位置を現状回転位置に一致させる。一方、減速機出力軸 22 の現状回転位置が指示回転位置よりも進んでいる場合、補正部 13 が指令信号を進ませて、指示回転位置を現状回転位置に一致させる。

[0030] そして、駆動制御機構 5 において、補正部 13 により補正された指令信号、および、モータエンコーダ 4 からの出力に基づいて、モータ 3 の出力が、補正された指令信号に一致するように制御される (ステップ S 17)。

[0031] ステップ S 17 が終了すると、ステップ S 11 に戻る。ステップ S 11 において減速機検出信号の検出パルス信号 P 1 が誤差取得部 12 に入力されない場合、モータエンコーダ 4 によるモータ検出信号の検出パルス信号 P 2 が誤差取得部 12 に入力されると (ステップ S 14)、モータ検出信号カウンタ 121 において、下位位置指示値が「1」増加される。これにより、下位位置指示値は 2 進数の「00001」となる。

[0032] 続いて、誤差取得部 12 において、上位位置指示値および下位位置指示値から、減速機出力軸 22 の回転位置である現状回転位置が推定される。具体的には、ステップ S 13 にて上位位置指示値から求められた減速機出力軸 22 の回転位置に、下位位置指示値から推定される減速機出力軸 22 の回転角度が加算されることにより、減速機出力軸 22 の現状回転位置が推定される。

[0033] 下位位置指示値からの減速機出力軸 22 の回転角度の推定は、例えば、次のように行われる。まず、減速機検出信号において連続する 2 つの検出パルス信号 P 1 間における減速機出力軸 22 の回転角度 (以下、「上位単位回転角度」という。)が、減速機検出信号の分解能に基づいて求められる。続い

て、上位単位回転角度を、上述のNにより除算することにより、モータ検出信号において連続する2つの検出パルス信号P2間における減速機出力軸22の回転角度（以下、「下位単位回転角度」という。）が求められる。当該Nは、減速機検出信号の分解能に対するモータ検出信号の分解能の割合であり、本実施形態では32である。そして、下位単位回転角度に下位位置指示値が乗算されることにより、ステップS13にて上位位置指示値から求められた減速機出力軸22の回転位置からの減速機出力軸22の回転角度が推定される。

[0034] 誤差取得部12では、上記のように推定された減速機出力軸22の現状回転位置と、指令信号発生器8からの指令信号に対応する減速機出力軸22の回転位置である指示回転位置とが比較される。そして、当該現状回転位置と指示回転位置との差が、上述の出力誤差として取得される。換言すれば、モータ検出信号の検出パルス信号P2が入力された際に、誤差取得部12により、指令信号とモータ検出信号とが比較され、出力誤差が推定されて取得される（ステップS15）。

[0035] 続いて、補正部13により、ステップS15にて取得された出力誤差に基づいて、上記と同様に、指令信号発生器8から駆動制御機構5に入力される指令信号が補正される（ステップS16）。そして、駆動制御機構5において、補正部13により補正された指令信号、および、モータエンコーダ4からの出力に基づいて、モータ3の出力が、補正された指令信号に一致するように制御される（ステップS17）。

[0036] ステップS17が終了すると、ステップS11に戻る。出力制御装置1では、ステップS11において減速機検出信号の次の検出パルス信号P1が入力されるまでの間、上述のステップS11，S14～S17が繰り返される。本実施形態では、ステップS11，S14～S17が31回繰り返され、下位位置指示値は2進数の「11111」になる。そして、ステップS11において減速機検出信号の次の検出パルス信号P1が入力されると、上述のステップS11～S13，S16，S17が行われ、上位位置指示値が「1

」増加するとともに、下位位置指示値は2進数の「00000」にリセットされる。

[0037] 図5は、ステップS13およびステップS15にて求められる減速機出力軸22の現状回転位置と、指令信号に対応する指示回転位置との関係を示す図である。図5の横軸は経過時間を示し、縦軸は減速機出力軸22の回転位置を示す。図5の縦軸の左側の数値は上位位置指示値を示し、縦軸の右側の数値は下位位置指示値を10進法にて示す。図6は、図5に示す上記関係の一部を拡大して示す図である。図6では、図5中の一点鎖線91の円にて囲む領域を拡大して示す。

[0038] 図5および図6中の大きい黒丸は、減速機検出信号の検出パルス信号P1が入力された際に、減速機検出信号から求められた減速機出力軸22の現状回転位置を示す。図5および図6中の小さい黒丸は、減速機検出信号の検出パルス信号P1が入力されず、モータ検出信号の検出パルス信号P2が入力された際に、モータ検出信号から推定して求められた減速機出力軸22の現状回転位置を示す。図5および図6中のこれらの黒丸をつなぐ実線91は、減速機出力軸22の現状回転位置の変化を示す。

[0039] 図5および図6中の白抜き丸は、検出パルス信号P1または検出パルス信号P2が入力された際の指示回転位置を示す。白抜き丸により示される指示回転位置は、ステップS16において補正される前の指示回転位置である。指示回転位置に対応する指令信号は、検出パルス信号P1または検出パルス信号P2が入力される毎に、減速機出力軸22の現状回転位置に対応する値に補正される。これにより、図5および図6中に破線92にて示すように、指示回転位置が補正される。図5および図6では、破線92にて示す指示回転位置の補正量を実際よりも大きく描いている。後述する二点鎖線93についても同様である。

[0040] 一方、図5および図6中における二点鎖線93は、図3に示すフローチャートにおいて、ステップS15が行われないと仮定した場合の指令信号に対応する指示回転位置を示す。すなわち、図5および図6中の二点鎖線93は

、従来の減速機システムにおける出力制御を示す。

[0041] 二点鎖線 9 3 にて示す従来例では、モータ検出信号の検出パルス信号が入力された際には指令信号の補正は行われず、減速機検出信号の検出パルス信号が入力された際にのみ、指示回転位置が現状回転位置に一致するように、指令信号の補正が行われる。このように、従来の出力制御では、指令信号の補正が行われる間隔が、減速機検出信号の分解能に依存するため、減速機の入出力間の誤差補正における精度向上に限界がある。

[0042] これに対し、実線 9 1 および破線 9 2 にて示す減速機システム 7 における出力制御では、指令信号の補正が行われる間隔を、モータ検出信号の分解能に依存させることにより、指令信号の補正と補正との間における減速機の入出力間の誤差を小さく抑制することができる。その結果、減速機の入出力間の誤差補正が高精度に行われる。具体的には、本実施形態に係る減速機システム 7 における出力制御では、減速機検出信号の検出パルス信号 P 1 から次の検出パルス信号 P 1 までの間に減速機 2 に生じる滑り角度の最大値は、従来の出力制御における当該滑り角度の約 $1/32$ である。

[0043] ところで、減速機システム 7 では、減速機 2 に生じる滑り角度が比較的大きい場合、減速機検出信号の検出パルス信号 P 1 から次の検出パルス信号 P 1 までの間に、誤差取得部 1 2 に入力されるモータ検出信号の検出パルス信号 P 2 の数が、上述の N を超える場合がある。この場合、N 番目を越えた検出パルス信号 P 2 に基づいて減速機出力軸 2 2 の回転位置を推定すると、推定された回転位置は、実際にはまだ通過していない減速機検出信号の次の検出パルス信号 P 1 に対応する回転位置、または、当該回転位置よりも進んだ回転位置となる。その結果、次の検出パルス信号 P 1 が入力された際の指令信号の補正量が大きくなる。

[0044] そこで、減速機検出信号の検出パルス信号 P 1 から次の検出パルス信号 P 1 までの間に、誤差取得部 1 2 に入力されるモータ検出信号の検出パルス信号 P 2 の数が上述の N を越えた場合、減速機検出信号の次の検出パルス信号 P 1 が入力されるまで、出力誤差の取得が停止される。具体的な出力制御の

流れを、図 7 に示す。図 7 では、ステップ S 1 4 の後、下位位置指示値が 2 進数の「1 1 1 1 1」よりも大きくなると（ステップ S 1 4 1）、減速機検出信号の検出パルス信号 P 1 から次の検出パルス信号 P 1 までの間に、誤差取得部 1 2 に入力されるモータ検出信号の検出パルス信号 P 2 の数が、上述の N を超えたと判断される。この場合、ステップ S 1 5 ~ S 1 7 は行われず、ステップ S 1 1 に戻る。これにより、減速機検出信号の検出パルス信号 P 1 が入力された際に取得される出力誤差が大きくなることが抑制され、指令信号の補正量が小さく抑制される。

[0045] 上述のように、図 5 および図 6 では、減速機出力軸 2 2 の滑りを補正するための指示回転位置の補正量を実際よりも大きく描いているが、実際の減速機出力軸 2 2 の滑り角度は、例えば、上述のように基準回転角度の約 0. 3 % である。この場合、減速機検出信号の検出パルス信号 P 1 から次の検出パルス信号 P 1 までの間に減速機 2 にて生じる滑り角度は、モータ検出信号の検出パルス信号 P 2 から次の検出パルス信号 P 2 までの間に減速機出力軸 2 2 が回転する角度の約 0. 1 倍である。

[0046] 上記説明では、減速機出力軸 2 2 が一方の回転方向に回転し、上位位置指示値および下位位置指示値が 1 ずつ増加する場合について説明したが、減速機出力軸 2 2 は他方の回転方向にも回転する。減速機出力軸 2 2 が当該他方の回転方向に回転する場合、上位位置指示値および下位位置指示値は 1 ずつ減少する。この場合、図 7 のステップ S 1 4 1 では、ステップ S 1 4 の後、下位位置指示値が 2 進数の「0 0 0 0 0」よりも小さくなると、減速機検出信号の検出パルス信号 P 1 から次の検出パルス信号 P 1 までの間に、誤差取得部 1 2 に入力されるモータ検出信号の検出パルス信号 P 2 の数が、上述の N を超えたと判断される。そして、ステップ S 1 5 ~ S 1 7 は行われず、ステップ S 1 1 に戻る。これにより、上記と同様に、減速機検出信号の検出パルス信号 P 1 が入力された際に取得される出力誤差が大きくなることが抑制され、指令信号の補正量が小さく抑制される。

[0047] 減速機 2 の出力を精度良く制御するためには、指示回転位置に対応する指

令信号を補正する際に、指令信号を2以上変更することなく、1だけ増加または減少させることが好ましい。減速機出力軸22の現状回転位置の指示回転位置からのずれが、減速機出力軸22の回転方向前側に生じる場合と、回転方向後側に生じる場合とがあることを考慮すると、減速機検出信号の検出パルス信号P1から次の検出パルス信号P1までの間に減速機2にて生じる滑り角度は、モータ検出信号の検出パルス信号P2から次の検出パルス信号P2までの間に減速機出力軸22が回転する角度の0.5倍以下であることが好ましい。

[0048] 以上に説明したように、出力制御装置1は、モータ3と、減速機2と、モータエンコーダ4と、駆動制御機構5と、を含む減速機システム7の出力を制御する。減速機2は、モータ3の出力軸であるモータ出力軸31に接続される。モータエンコーダ4は、モータ出力軸31の回転を検出する。駆動制御機構5は、外部から入力される指令信号およびモータエンコーダ4からの出力に基づいてモータ3の出力を制御する。

[0049] 出力制御装置1は、減速機エンコーダ11と、誤差取得部12と、補正部13と、を含む。減速機エンコーダ11は、減速機2の出力軸である減速機出力軸22の回転を検出する。誤差取得部12は、指令信号、モータエンコーダ4からの出力、および、減速機エンコーダ11からの出力に基づいて、モータ3への入力と減速機2からの出力との誤差である出力誤差を取得する。補正部13は、当該出力誤差に基づいて、駆動制御機構5に入力される指令信号を補正する。指令信号、モータエンコーダ4から誤差取得部12に入力されるモータ検出信号、および、減速機エンコーダ11から誤差取得部12に入力される減速機検出信号は、パルス信号である。モータ検出信号の分解能は、減速機検出信号の分解能よりも高い。

[0050] 誤差取得部12は、減速機検出信号の検出パルス信号P1が入力された際に、指令信号と減速機検出信号とを比較して出力誤差を取得するとともに、モータ検出信号を減速機検出信号に同期させる。また、誤差取得部12は、減速機検出信号の次の検出パルス信号P1が入力されるまでの間において、

モータ検出信号の検出パルス信号P 2が入力された際に、指令信号とモータ検出信号とを比較して出力誤差を推定して取得する。

[0051] これにより、出力制御装置1では、減速機検出信号の検出パルス信号が入力された際のみに指令信号の補正を行う従来の出力制御に比べて、指令信号に対応する指示回転位置と、減速機出力軸2 2の実際の回転位置である現状回転位置との比較が、頻繁に行われて出力誤差が取得される。換言すれば、出力制御装置1では、指示回転位置と現状回転位置との比較、および、出力誤差の取得が、短い時間間隔にて行われる。これにより、出力誤差を精度良く取得することができる。その結果、減速機システム7において、減速機2からの出力を高精度に制御することができる。

[0052] 出力制御装置1における出力制御方法は、a) 指令信号、モータエンコーダ4からの出力、および、減速機エンコーダ1 1からの出力に基づいて、モータ3への入力と減速機2からの出力との誤差である出力誤差を取得する工程（ステップS 1 1～S 1 5）と、b) 当該出力誤差に基づいて駆動制御機構5に入力される指令信号を補正する工程（ステップS 1 6）と、を含む。当該a) 工程は、a 1) 減速機検出信号の検出パルス信号P 1が入力された際に、指令信号と減速機検出信号とを比較して出力誤差を取得するとともに、モータ検出信号を減速機検出信号に同期させる工程（ステップS 1 1～S 1 3）と、a 2) 減速機検出信号の次の検出パルス信号P 1が入力されるまでの間において、モータ検出信号の検出パルス信号P 2が入力された際に、指令信号とモータ検出信号とを比較して出力誤差を推定して取得する工程（ステップS 1 1, S 1 4, S 1 5）と、を含む。当該出力制御方法では、上述のように、減速機出力軸2 2の回転は減速機エンコーダ1 1により検出される。また、指令信号、モータエンコーダ4からのモータ検出信号、および、減速機エンコーダ1 1からの減速機検出信号は、パルス信号であり、モータ検出信号の分解能は減速機検出信号の分解能よりも高い。

[0053] 当該出力制御方法では、上述のように、減速機検出信号の検出パルス信号が入力された際のみに指令信号の補正を行う従来の出力制御に比べて、指令

信号に対応する指示回転位置と、減速機出力軸 22 の実際の回転位置である現状回転位置との比較が、頻繁に行われて出力誤差が取得される。換言すれば、当該出力制御方法では、指示回転位置と現状回転位置との比較、および、出力誤差の取得が、短い時間間隔にて行われる。これにより、出力誤差を精度良く取得することができる。その結果、減速機システム 7 において、減速機 2 からの出力を高精度に制御することができる。

[0054] 上述のように、出力制御装置 1 では、モータ検出信号の分解能が、減速機検出信号の分解能の 2 以上の所定数倍である。また、図 7 に示すように、減速機検出信号の検出パルス信号 P1 から次の検出パルス信号 P1 までの間に、誤差取得部 12 に入力されるモータ検出信号の検出パルス信号 P2 の数が上記所定数を超えた場合、減速機検出信号の次の検出パルス信号 P1 が入力されるまで、出力誤差の取得が停止される。これにより、上述のように、減速機検出信号の検出パルス信号 P1 が入力された際に取得される出力誤差が大きくなることを抑制し、指令信号の補正量を小さく抑制することができる。その結果、減速機システム 7 において、減速機 2 からの出力をさらに高精度に制御することができる。

[0055] 出力制御装置 1 では、モータ検出信号の分解能が、減速機検出信号の分解能の 2 の累乗倍である。これにより、誤差取得部 12 における減速機検出信号およびモータ検出信号の処理を、2 進数を用いて容易に行うことができる。誤差取得部 12 における当該処理とは、例えば、モータ検出信号の減速機検出信号への同期である。

[0056] 上述のように、減速機 2 は、トラクション方式の減速機である。このため、例えば、減速機入力軸 21 と遊星ローラ 23 との間の滑り、および、遊星ローラ 23 とインターナルリング 24 との間の滑り等に起因して、出力誤差が生じる可能性がある。出力制御装置 1 は、上述のように、減速機 2 の出力誤差を精度良く取得し、減速機 2 からの出力を高精度に制御することができるため、トラクション方式の減速機 2 の出力制御に特に適している。

[0057] 出力制御装置 1 により取得される出力誤差は、必ずしも、減速機入力軸 2

1と遊星ローラ23との間の滑り、または、遊星ローラ23とインターナルリング24との間の滑りに起因するものには限定されない。出力制御装置1により取得される出力誤差には、例えば、減速機入力軸21または遊星ローラ23の遊星軸部231の傾き、または、減速機入力軸21または遊星ローラ23の真円度に起因する出力誤差も含まれてよい。これらの出力誤差も、出力制御装置1により、上記と同様に精度良く取得することができる。その結果、減速機システム7において、減速機2からの出力を高精度に制御することができる。

[0058] 上述のように、出力制御装置1では、減速機検出信号の検出パルス信号P1から次の検出パルス信号P1までの間に減速機2に生じる滑り角度が、モータ検出信号の検出パルス信号P2から次の検出パルス信号P2までの間に減速機出力軸22が回転する角度の0.5倍以下である。これにより、減速機システム7において、減速機2からの出力をさらに高精度に制御することができる。

[0059] ところで、減速機エンコーダ11では、円板部材であるエンコーダホイールの中心を減速機出力軸22に正確に取り付けることは容易ではない。したがって、エンコーダホイールは、減速機出力軸22に対して偏芯することがある。この場合、センサの検出位置を通過するエンコーダホイールの開口の速度が、エンコーダホイールの回転位置に応じて変動する。換言すると、減速機出力軸22の一定回転、すなわち、一定速度での回転に対する減速機検出信号の検出パルス信号の周期が周期的に変動する。次に、減速機エンコーダ11の偏芯等の影響を抑制しつつ減速機システム7の出力誤差を精度良く取得する手法を、第2実施形態として説明する。

[0060] (第2実施形態)

図8は、本発明の例示的な第2実施形態に係る出力制御装置1aの構成の一部を示すブロック図である。図8の出力制御装置1aでは、誤差取得部12aの構成が、図1の誤差取得部12と相違する。他の構成は、図1の出力制御装置1と同様である。出力制御装置1aの誤差取得部12aは、変動情

報記憶部 129 と、比較部 120 と、を含む。変動情報記憶部 129 は、変動情報 81 を記憶する。変動情報 81 は、減速機エンコーダ 11 における複数の角度範囲に関して、減速機出力軸 22 の一定回転に対する減速機検出信号の検出パルス信号（以下、「減速機検出パルス信号」という。）の周期の変動を示す。減速機エンコーダ 11 における複数の角度範囲は、周方向の全範囲を複数に分割して得られる。

[0061] 本実施形態では、減速機出力軸 22 が一定速度で回転する際に、連続する 2 つの減速機検出パルス信号の間の期間に検出されるモータ検出信号の検出パルス信号（以下、「モータ検出パルス信号」という。）の個数により、減速機検出パルス信号の周期が表される。出力制御装置 1a では、モータ検出信号の分解能は、減速機検出信号の分解能の 2 の 5 乗倍、すなわち、32 倍である。したがって、減速機エンコーダ 11 が偏芯していない場合、減速機検出パルス信号の周期は、いずれの回転位置においても 32 個のモータ検出パルス信号で表される。実際には、減速機エンコーダ 11 の偏芯等の影響により、減速機エンコーダ 11 における複数の角度範囲では、減速機検出パルス信号の周期が、31、32 または 33 個のモータ検出パルス信号で表される。変動情報 81 は、当該複数の角度範囲において、当該周期を示すモータ検出パルス信号の個数を実質的に示す。モータ検出信号の分解能は、減速機検出信号の分解能の 32 倍以外であってよい。

[0062] 好ましい変動情報 81 は、減速機検出パルス信号の周期を示すモータ検出パルス信号の個数が変化する回転位置と、当該回転位置における当該個数の変化量を示す。これにより、変動情報 81 のサイズを小さくすることができる。変動情報 81 は、減速機検出パルス信号の周期の変動を示す他の種類の値、または、当該変動を示す関数等であってもよい。変動情報 81 は、減速機 2 毎の固有の情報である。変動情報 81 は、例えば、減速機 2 が組み立てられる工場において、測定により取得される。本実施形態では、モータ 3 と減速機 2 とが予め組み合わされた状態で工場から出荷され、変動情報 81 は、モータ 3 の駆動回路に設けられるメモリ 32 に予め記録される。メモリ 3

2 には、モータ 3 およびモータエンコーダ 4 の固有の情報も記録されてよい。

[0063] 比較部 120 は、モータ検出信号カウンタ 121 と、減速機検出信号カウンタ 122 と、指令信号下位カウンタ 123 と、指令信号上位カウンタ 124 と、カウント上限変更部 125 と、比較器 126 と、を含む。モータ検出信号カウンタ 121 には、モータエンコーダ 4 からモータ検出信号のモータ検出パルス信号が入力される。減速機検出信号カウンタ 122 には、減速機エンコーダ 11 から減速機検出信号の減速機検出パルス信号が入力される。減速機検出パルス信号の比較部 120 への入力により、モータ検出信号カウンタ 121 の値がリセットされる。

[0064] 指令信号下位カウンタ 123 には、指令信号のパルス信号（以下、「指令パルス信号」という。）が入力される。指令信号下位カウンタ 123 の値が、カウント可能な指令パルス信号の上限値（以下、「下位カウント上限値」という。）に到達すると、次の指令パルス信号の入力により、指令信号下位カウンタ 123 の値がリセットされる。また、指令信号上位カウンタ 124 の値が「1」増加する。指令信号下位カウンタ 123 は、下位カウント上限値が変更可能なカウンタである。

[0065] 本実施形態では、モータ検出信号カウンタ 121 の値、減速機検出信号カウンタ 122 の値、指令信号下位カウンタ 123 の値、および、指令信号上位カウンタ 124 の値は、2 進数により表される。例えば、モータ検出信号カウンタ 121 の値、および、指令信号下位カウンタ 123 の値は、5 ビットで表される。減速機検出信号カウンタ 122 の値、および、指令信号上位カウンタ 124 の値は、13 ビットで表される。モータ検出信号カウンタ 121 の値と減速機検出信号カウンタ 122 の値とを組み合わせた 18 ビットの値により、モータ検出信号および減速機検出信号が示す回転位置、すなわち現状回転位置が表される。当該 18 ビットの値において、モータ検出信号カウンタ 121 の値が下位の 5 ビットであり、減速機検出信号カウンタ 122 の値が上位の 13 ビットである。また、指令信号下位カウンタ 123 の値

と指令信号上位カウンタ 1 2 4 の値とを組み合わせた 1 8 ビットの値により、指令信号が示す回転位置、すなわち指示回転位置が表される。当該 1 8 ビットの値において、指令信号下位カウンタ 1 2 3 の値が下位の 5 ビットであり、指令信号上位カウンタ 1 2 4 の値が上位の 1 3 ビットである。各カウンタの値は、上記とは異なるビット数で表されてもよく、必ずしも 2 進数で表される必要はない。

[0066] 比較器 1 2 6 は、モータ検出信号および減速機検出信号が示す現状回転位置と、指令信号が示す指示回転位置とを比較する。実際には、モータ検出信号カウンタ 1 2 1 および減速機検出信号カウンタ 1 2 2 が示す 1 8 ビットの値と、指令信号下位カウンタ 1 2 3 および指令信号上位カウンタ 1 2 4 が示す 1 8 ビットの値とを比較する。両値の差が、出力誤差として取得され、補正部 1 3 に出力される。既述のように、補正部 1 3 は、駆動制御機構 5 に入力される指令信号を補正する。カウント上限変更部 1 2 5 は、指令信号下位カウンタ 1 2 3 においてカウント可能な指令パルス信号の上限値、すなわち、下位カウント上限値を変動情報 8 1 に基づいて変更する。

[0067] 図 9 は、出力制御装置 1 a による減速機システム 7 の制御の流れを示す図である。図 9 では、図 3 中のステップ S 1 3 が省略されるとともに、ステップ S 1 5 がステップ S 1 5 a に置き換えられる。減速機システム 7 では、起動動作として、出力制御装置 1 a によりモータ 3 のメモリ 3 2 から変動情報 8 1 が読み出されて、変動情報記憶部 1 2 9 に記録される。

[0068] 減速機システム 7 の通常動作では、減速機エンコーダ 1 1 による減速機出力軸 2 2 の回転の測定、および、モータエンコーダ 4 によるモータ出力軸 3 1 の回転の測定が、継続的に行われている。また、指令信号発生器 8 からの指令信号の入力も、継続的に行われている。図 1 0 ないし図 1 2 は、減速機検出信号、モータ検出信号および指令信号を示す図であり、上段、中段および下段に減速機検出信号、モータ検出信号および指令信号をそれぞれ示している。図 1 0 ないし図 1 2 に示す例では、連続する 2 つの減速機検出パルス信号 P 1 の間に、それぞれ 3 2、3 1、3 3 個のモータ検出パルス信号 P 2

が存在する。

[0069] 減速機検出パルス信号P 1が誤差取得部1 2 aに入力されると（ステップS 1 1）、減速機検出信号カウンタ1 2 2の値が「1」増加する。図1 0ないし図1 2では、減速機検出信号を示す上段の横軸に「0 * * * * *」と記すことにより、減速機検出信号カウンタ1 2 2の値の下一桁が0であることを示している。減速機検出信号カウンタ1 2 2の値の下一桁が1である場合も同様である。モータ検出信号および減速機検出信号が示す指示回転位置を表す際に、下位の5ビットにはモータ検出信号カウンタ1 2 1の値が用いられるため、「* * * * *」と記している。また、減速機検出パルス信号P 1の入力により、モータ検出信号カウンタ1 2 1において次のモータ検出パルス信号P 2の入力により値がリセットされる状態となる。したがって、減速機検出パルス信号P 1の入力により、実質的に、モータ検出信号が減速機検出信号に同期される（ステップS 1 2）。

[0070] 続いて、モータ検出パルス信号P 2が誤差取得部1 2 aに入力されると（ステップS 1 4）、モータ検出信号カウンタ1 2 1の値がリセットされ、「0 0 0 0 0」になる。以下の説明では、2進数で表される各カウンタの値を、{0 0 0 0 0}のように記す。図1 0ないし図1 2では、モータ検出信号を示す中段の横軸に5ビットの値を記している。また、最も左側のモータ検出パルス信号P 2が入力された際における現状回転位置を示す1 0進数の値が「0」であるものとして、各モータ検出パルス信号P 2に対応する現状回転位置を示す1 0進数の値を括弧内に記している。

[0071] 誤差取得部1 2 aでは、指令パルス信号P 0が入力される毎に、指令信号下位カウンタ1 2 3の値が「1」増加する。図9では、指令信号の入力に係る処理の図示を省略している。モータ検出パルス信号P 2の入力により、モータ検出信号カウンタ1 2 1および減速機検出信号カウンタ1 2 2が示す現状回転位置の値と、指令信号下位カウンタ1 2 3および指令信号上位カウンタ1 2 4が示す指示回転位置の値とが比較器1 2 6に入力される。これにより、モータ検出信号および減速機検出信号が示す現状回転位置と、指令信号

が示す指示回転位置とが比較され、両回転位置の差が、出力誤差として取得される（ステップS 1 5 a）。変動情報 8 1 に基づく指示回転位置の変更については後述する。

[0072] 続いて、補正部 1 3 により、当該出力誤差に基づいて、指令信号発生器 8 から駆動制御機構 5 に入力される指令信号が補正される（ステップS 1 6）。ここで、指令信号発生器 8 の一例では、指令信号が、正転パルス信号と、逆転パルス信号とを含み、正転パルス信号が指示する正転方向に減速機出力軸 2 2 が回転している。この場合に、現状回転位置が指示回転位置よりも遅れているときには、補正部 1 3 が、出力誤差に応じた個数のパルスを正転パルス信号に追加する。また、現状回転位置が指示回転位置よりも進んでいるときには、補正部 1 3 が、出力誤差に応じた個数のパルスを逆転パルス信号に追加する。駆動制御機構 5 では、補正部 1 3 により補正された指令信号、および、モータエンコーダ 4 からの出力に基づいて、モータ 3 の出力が、補正された指令信号に一致するように制御される（ステップS 1 7）。

[0073] 出力制御装置 1 a では、ステップS 1 1 において次の減速機検出パルス信号 P 1 が入力されるまでの間、上述のステップS 1 1, S 1 4, S 1 5 a, S 1 6, S 1 7 が繰り返される。上記処理の繰り返しでは、モータ検出パルス信号 P 2 が入力される毎に、モータ検出信号カウンタ 1 2 1 の値が「1」増加する。指令パルス信号 P 0 が入力される毎に、指令信号下位カウンタ 1 2 3 の値が「1」増加する。

[0074] 比較部 1 2 0 では、指令パルス信号 P 0 が入力される毎に、指令信号上位カウンタ 1 2 4 の値がカウント上限変更部 1 2 5 に入力される。指令信号上位カウンタ 1 2 4 が示す値は、減速機検出信号カウンタ 1 2 2 が示す値と実質的に比較されるため、指令信号上位カウンタ 1 2 4 の値は、減速機エンコーダ 1 1 におけるエンコーダホイールの回転位置をほぼ示す。カウント上限変更部 1 2 5 は、指令信号上位カウンタ 1 2 4 の値を用いて変動情報 8 1 を参照する。これにより、現状回転位置における減速機検出パルス信号 P 1 の周期が、「3 1」、「3 2」または「3 3」のいずれの個数のモータ検出パ

ルス信号 P 2 で表されるかが特定される。特定された個数から 1 を引いた値が、下位カウント上限値として、指令信号下位カウンタ 1 2 3 に設定される。

[0075] 図 10 では、下位カウント上限値が「31」である場合を示している。下位カウント上限値が「31」である期間は、減速機検出パルス信号 P 1 の周期が、32 個のモータ検出パルス信号 P 2 で表される期間である。したがって、一の減速機検出パルス信号 P 1 の入力後、次の減速機検出パルス信号 P 1 が入力されるまでの間に、モータ検出信号カウンタ 1 2 1 の値は、{00000} から {11111} まで増加する。そして、当該次の減速機検出パルス信号 P 1 および次のモータ検出パルス信号 P 2 a の入力により、減速機検出信号カウンタ 1 2 2 の値が「1」増加し、モータ検出信号カウンタ 1 2 1 の値は {00000} となる（ステップ S 11, S 12, S 14）。

[0076] 一方、下位カウント上限値が「31」であるため、指令信号下位カウンタ 1 2 3 の値が {11111} に到達すると、次の指令パルス信号 P 0 a の入力により、指令信号下位カウンタ 1 2 3 の値が {00000} にリセットされ、指令信号上位カウンタ 1 2 4 の値が「1」増加する。図 10 ないし図 12 では、指令信号下位カウンタ 1 2 3 および指令信号上位カウンタ 1 2 4 が示す 18 ビットの値のうち下位 6 ビットの値を、指令信号を示す下段の横軸に示している。当該下位 6 ビットのうち、指令信号上位カウンタ 1 2 4 が示す上位 1 ビットの値にアンダーラインを付している。また、最も左側の指令パルス信号 P 0 が入力された際における指示回転位置を示す 10 進数の値が「0」であるものとして、各指令パルス信号 P 0 に対応する指示回転位置を示す 10 進数の値を括弧内に記している。下位カウント上限値が「31」である期間では、ステップ S 15 a において、変動情報 81 に基づく指示回転位置の変更を行うことなく、現状回転位置の値と指示回転位置の値との比較が行われる。

[0077] 図 11 では、下位カウント上限値が「30」である場合を示している。下位カウント上限値が「30」である期間は、減速機検出パルス信号 P 1 の周

期が、31個のモータ検出パルス信号P2で表される期間である。したがって、一の減速機検出パルス信号P1の入力後、次の減速機検出パルス信号P1が入力されるまでの間に、モータ検出信号カウンタ121の値は、{00000}から{11110}まで増加する。そして、当該次の減速機検出パルス信号P1および次のモータ検出パルス信号P2bの入力により、減速機検出信号カウンタ122の値が「1」増加し、モータ検出信号カウンタ121の値は{00000}となる（ステップS11, S12, S14）。これにより、当該モータ検出パルス信号P2bに対応する現状回転位置の値は、「32」となる。換言すると、現状回転位置の値は、「30」の次に「31」とはならず、「32」となる。

[0078] 一方、下位カウント上限値が「30」であるため、指令信号下位カウンタ123の値が{11110}に到達すると、次の指令パルス信号P0bの入力により、指令信号下位カウンタ123の値が{00000}にリセットされ、指令信号上位カウンタ124の値が「1」増加する。これにより、指令パルス信号P0bに対応する指示回転位置の値は、「32」となる。換言すると、指示回転位置の値は、「30」の次に「31」とはならず、「32」となる。

[0079] このように、現状回転位置の値が「31」をスキップする場合に、指示回転位置の値も「31」をスキップする。すなわち、指示回転位置の値が、1つの指令パルス信号P0分だけ強制的に進められ、現状回転位置の値に合わせられる。実際には、減速機2に生じる滑り等による両回転位置間のずれは生じる。以下同様である。以上のように、下位カウント上限値が「30」である期間では、ステップS15aにおいて、変動情報81に基づいて指示回転位置を変更しつつ、現状回転位置の値と指示回転位置の値との比較が行われる。

[0080] 図12では、下位カウント上限値が「32」である場合を示している。下位カウント上限値が「32」である期間は、減速機検出パルス信号P1の周期が、33個のモータ検出パルス信号P2で表される期間である。したがっ

て、一の減速機検出パルス信号 P 1 の入力後、次の減速機検出パルス信号 P 1 が入力されるまでの間に、33 個のモータ検出パルス信号 P 2 が検出される。実際には、モータ検出信号カウンタ 121 の値は 5 ビットで表されるため、33 番目のモータ検出パルス信号 P 2 c の入力では、32 番目のモータ検出パルス信号 P 2 の入力による値である {1 1 1 1 1} が維持される。そして、当該次の減速機検出パルス信号 P 1 および次のモータ検出パルス信号 P 2 d の入力により、減速機検出信号カウンタ 122 の値が「1」増加し、モータ検出信号カウンタ 121 の値は {0 0 0 0 0} となる（ステップ S 11, S 12, S 14）。これにより、当該モータ検出パルス信号 P 2 d に対応する現状回転位置の値は、「32」となる。換言すると、現状回転位置の値は、「31」の次にもう一度「31」となり、その後、「32」となる。

[0081] 一方、下位カウント上限値が「32」であるため、指令信号下位カウンタ 123 の値が {1 1 1 1 1} に到達し、続いて、次の指令パルス信号 P 0 c が入力されても、指令信号下位カウンタ 123 の値は {1 1 1 1 1} で維持される。このときの指令信号下位カウンタ 123 の値は、実質的には 10 進数の「32」を示す。そして、さらに次の指令パルス信号 P 0 d の入力により、指令信号下位カウンタ 123 の値が {0 0 0 0 0} にリセットされ、指令信号上位カウンタ 124 の値が「1」増加する。これにより、指令パルス信号 P 0 d に対応する指示回転位置の値は、「32」となる。換言すると、指示回転位置の値は、「31」の次にもう一度「31」となり、その後、「32」となる。

[0082] このように、現状回転位置の値が「31」を繰り返す場合に、指示回転位置の値も「31」を繰り返す。すなわち、指示回転位置の値が、1 つの指令パルス信号 P 0 分だけ強制的に遅らされ、現状回転位置の値に合わせられる。以上のように、下位カウント上限値が「32」である期間では、ステップ S 15 a において、変動情報 81 に基づいて指示回転位置を変更しつつ、現状回転位置の値と指示回転位置の値との比較が行われる。

[0083] ここで、ステップ S 15 a における現状回転位置の値と指示回転位置の値

との比較において、指示回転位置を変更しない比較例の出力制御装置を想定する。比較例の出力制御装置では、図 11 中の指令パルス信号 P0b に対応する指示回転位置の値は、「31」となる。したがって、比較器 126 では、現状回転位置の値「32」と、指示回転位置の値「31」とが比較される。また、図 12 中の指令パルス信号 P0d に対応する指示回転位置の値は、「33」となる。したがって、比較器 126 では、現状回転位置の値「32」と、指示回転位置の値「33」とが比較される。このように、比較例の出力制御装置では、減速機エンコーダ 11 の偏芯等により、減速機検出パルス信号 P1 の周期が変動することに起因して、比較器 126 にて比較される現状回転位置の値と指示回転位置の値とがずれてしまう。この場合、出力誤差を精度良く取得することができない。

[0084] これに対し、出力制御装置 1a では、比較部 120 が、連続する 2 つの減速機検出パルス信号 P1 の間の期間にカウント可能な指令パルス信号 P0 の上限値を、変動情報 81 に基づいて変更しつつ、指令パルス信号 P0 のカウント値が示す回転位置とモータ検出信号が示す回転位置とを比較する。これにより、減速機エンコーダ 11 の偏芯等により、減速機検出パルス信号 P1 の周期が変動することに起因して、比較器 126 にて比較される現状回転位置の値と指示回転位置の値とがずれることが防止または抑制される。その結果、出力誤差が精度良く取得され、減速機 2 の入出力間の誤差補正が高精度に行われる。

[0085] 出力制御装置 1a では、モータ検出信号カウンタ 121 の値と、指令信号下位カウンタ 123 の値とが、異なるビット数で表されてよい。この場合、カウント上限変更部 125 において、指令信号が示す回転位置が変更されるタイミングが適宜調整される。

[0086] 上記説明では、指令信号が含む正転パルス信号が指示する回転方向に減速機出力軸 22 が回転する場合について説明した。この場合、指令信号下位カウンタ 123 の値、指令信号上位カウンタ 124 の値、モータ検出信号カウンタ 121 の値、および、減速機検出信号カウンタ 122 の値が 1 ずつ増加

する。減速機出力軸 2 2 は、指令信号が含む逆転パルス信号が指示する回転方向にも回転する。この場合、指令信号下位カウンタ 1 2 3 の値、指令信号上位カウンタ 1 2 4 の値、モータ検出信号カウンタ 1 2 1 の値、および、減速機検出信号カウンタ 1 2 2 の値が 1 ずつ減少する。

[0087] 具体的に、減速機検出パルス信号 P 1 の入力後、次のモータ検出パルス信号 P 2 が入力されることにより、モータ検出信号カウンタ 1 2 1 の値が { 1 1 1 1 } にリセットされる。下位カウント上限値が「3 1」である期間では、減速機検出パルス信号 P 1 の周期が、3 2 個のモータ検出パルス信号で表されるため、値がリセットされる直前のモータ検出信号カウンタ 1 2 1 の値は、{ 0 0 0 0 } である。すなわち、モータ検出信号カウンタ 1 2 1 の値は、{ 0 0 0 0 } から { 1 1 1 1 } に変わる。指令信号下位カウンタ 1 2 3 では、下位カウント上限値が「3 1」である場合、値が { 0 0 0 0 } である状態で、次の指令パルス信号 P 0 が入力されると、値が { 1 1 1 1 } となる。

[0088] 下位カウント上限値が「3 0」である期間では、減速機検出パルス信号 P 1 の周期が、3 1 個のモータ検出パルス信号で表されるため、値がリセットされる直前のモータ検出信号カウンタ 1 2 1 の値は、{ 0 0 0 0 1 } である。すなわち、モータ検出信号カウンタ 1 2 1 の値は、{ 0 0 0 0 1 } から { 1 1 1 1 1 } に変わる。指令信号下位カウンタ 1 2 3 では、下位カウント上限値が「3 0」である場合、値が { 0 0 0 0 1 } である状態で、次の指令パルス信号 P 0 が入力されると、指令信号下位カウンタ 1 2 3 の値が { 1 1 1 1 1 } となる。

[0089] 下位カウント上限値が「3 2」である期間では、減速機検出パルス信号 P 1 の周期が、3 3 個のモータ検出パルス信号で表されるため、値がリセットされる直前の 2 つのモータ検出パルス信号 P 2 の入力では、モータ検出信号カウンタ 1 2 1 の値が { 0 0 0 0 0 } で維持される。すなわち、モータ検出信号カウンタ 1 2 1 の値は、{ 0 0 0 0 0 }、{ 0 0 0 0 0 }、{ 1 1 1 1 1 } の順に変わる。指令信号下位カウンタ 1 2 3 では、下位カウント上限値

が「32」である場合、値が{00000}である状態で、次の指令パルス信号P0が入力されると、指令信号下位カウンタ123の値が{00000}で維持される。そして、さらに次の指令パルス信号P0が入力されると、指令信号下位カウンタ123の値が{11111}となる。

[0090] このように、逆転パルス信号が指示する回転方向に減速機出力軸22が回転する場合も、指示回転位置の値が、減速機検出パルス信号P1の周期の変動による現状回転位置の値の変化に合わせられる。比較部120では、いずれの場合も、指令信号下位カウンタ123の値が{11111}となる際に、指令信号上位カウンタ124の値が「1」減少する。

[0091] 以上に説明したように、出力制御装置1aの誤差取得部12aは、減速機検出信号の検出パルス信号P1が入力された際に、モータ検出信号を減速機検出信号に同期させる。また、誤差取得部12aは、減速機検出信号の次の検出パルス信号P1が入力されるまでの間において、モータ検出信号の検出パルス信号P2が入力された際に、指令信号とモータ検出信号とを比較して出力誤差を推定して取得する。これにより、出力制御装置1aでは、指示回転位置と現状回転位置との比較、および、出力誤差の取得が、短い時間間隔にて行われる。その結果、出力誤差を精度良く取得することができる。また、補正部13が、当該出力誤差に基づいて、駆動制御機構5に入力される指令信号を補正することにより、減速機2からの出力を高精度に制御することができる。

[0092] 出力制御装置1aにおける出力制御方法では、上述のa)工程が、a1)減速機検出信号の検出パルス信号P1が入力された際に、モータ検出信号を減速機検出信号に同期させる工程(ステップS11, S12)と、a2)減速機検出信号の次の検出パルス信号P1が入力されるまでの間において、モータ検出信号の検出パルス信号P2が入力された際に、指令信号とモータ検出信号とを比較して出力誤差を推定して取得する工程(ステップS11, S14, S15a)と、を含む。これにより、指示回転位置と現状回転位置との比較、および、出力誤差の取得が、短い時間間隔にて行われる。その結果

、出力誤差を精度良く取得することができる。また、出力制御方法が、当該出力誤差に基づいて駆動制御機構 5 に入力される指令信号を補正する工程（ステップ S 1 6）を含むことにより、減速機 2 からの出力を高精度に制御することができる。

[0093] 誤差取得部 1 2 a は、変動情報記憶部 1 2 9 と、比較部 1 2 0 と、を含む。変動情報記憶部 1 2 9 は、減速機エンコーダ 1 1 における複数の角度範囲に関して、減速機出力軸 2 2 の一定回転に対する減速機検出信号の検出パルス信号 P 1 の周期の変動を示す変動情報 8 1 を記憶する。比較部 1 2 0 は、減速機エンコーダ 1 1 の各角度範囲における検出パルス信号 P 1 が入力される所定の期間において、指令信号が示す回転位置を変動情報 8 1 に基づいて変更しつつ、指令信号が示す回転位置とモータ検出信号が示す回転位置とを比較して出力誤差を取得する。これにより、減速機エンコーダ 1 1 の偏芯等により、減速機検出信号の検出パルス信号 P 1 の周期が変動することに起因して、比較される現状回転位置の値と指示回転位置の値とがずれることが防止または抑制される。その結果、減速機システム 7 の出力誤差をより精度良く取得することができる。

[0094] モータ 3 は、変動情報 8 1 が記録されたメモリ 3 2 を含む。誤差取得部 1 2 a が、メモリ 3 2 から変動情報 8 1 を取得する。これにより、モータ 3 および減速機 2 の各組合せに対する適切な変動情報 8 1 を、容易に取得することができる。減速機システム 7 の設計によっては、変動情報 8 1 がモータ 3 のメモリ 3 2 以外から取得されてもよい。

[0095] 変動情報 8 1 を用いて減速機システム 7 の出力誤差をより精度良く取得する上記手法は、モータ検出信号を用いない出力制御装置において採用されてもよい。次に、モータ検出信号を用いない出力制御装置について、第 3 実施形態として説明する。

[0096] （第 3 実施形態）

図 1 3 は、本発明の例示的な第 3 実施形態に係る出力制御装置 1 b の構成の一部を示すブロック図である。図 1 3 の出力制御装置 1 b は、モータ検出

信号が利用されない点で、図 8 の出力制御装置 1 a と相違する。具体的には、出力制御装置 1 a におけるモータ検出信号カウンタ 1 2 1 および減速機検出信号カウンタ 1 2 2 が、出力制御装置 1 b では、検出信号下位カウンタ 1 2 1 a および検出信号上位カウンタ 1 2 2 a に置き換えられ、減速機検出信号が検出信号下位カウンタ 1 2 1 a に入力される。他の構成は、図 8 の出力制御装置 1 a と同様である。出力制御装置 1 b が設けられる減速機システム 7 では、モータエンコーダ 4 が省略されてもよい。

[0097] 図 1 4 は、出力制御装置 1 b による減速機システム 7 の制御の流れを示す図である。図 1 4 では、図 9 中のステップ S 1 2, S 1 4 が省略される。出力制御装置 1 b では、第 2 実施形態と同様に、起動動作として、モータ 3 のメモリ 3 2 から変動情報 8 1 が読み出されて、変動情報記憶部 1 2 9 に記録される。

[0098] 減速機出力軸 2 2 は正転方向に一定回転しており、減速機検出信号の検出パルス信号、すなわち減速機検出パルス信号が検出信号下位カウンタ 1 2 1 a に入力されると（ステップ S 1 1）、検出信号下位カウンタ 1 2 1 a の値が「1」増加する。検出信号下位カウンタ 1 2 1 a の値が {1 1 1 1 1} の状態で減速機検出パルス信号が入力された場合には、検出信号上位カウンタ 1 2 2 a の値が「1」増加し、検出信号下位カウンタ 1 2 1 a の値が {0 0 0 0 0} となる。

[0099] 誤差取得部 1 2 b では、指令信号のパルス信号、すなわち指令パルス信号が入力される毎に、指令信号下位カウンタ 1 2 3 の値が「1」増加する。図 1 4 では、指令信号の入力に係る処理の図示を省略している。減速機検出パルス信号の入力により、検出信号下位カウンタ 1 2 1 a および検出信号上位カウンタ 1 2 2 a が示す現状回転位置の値と、指令信号下位カウンタ 1 2 3 および指令信号上位カウンタ 1 2 4 が示す指示回転位置の値とが比較器 1 2 6 に入力される。これにより、減速機検出信号が示す現状回転位置と、指令信号が示す指示回転位置とが比較され、両回転位置の差が、出力誤差として取得される（ステップ S 1 5 a）。変動情報 8 1 に基づく指示回転位置の変

更については後述する。

[0100] 補正部 13 では、上記第 2 実施形態と同様に、出力誤差に基づいて、指令信号発生器 8 から駆動制御機構 5 に入力される指令信号が補正される（ステップ S 16）。駆動制御機構 5 では、補正部 13 により補正された指令信号に基づいて、モータ 3 が制御される（ステップ S 17）。出力制御装置 1b では、上述のステップ S 11, S 15a, S 16, S 17 が繰り返される。

[0101] このとき、カウント上限変更部 125 では、指令信号上位カウンタ 124 の値を用いて変動情報 81 が参照され、下位カウント上限値が指令信号下位カウンタ 123 に設定される。本実施形態における変動情報 81 の取得では、例えば、減速機出力軸 22 が一定回転する場合に、32 個の減速機検出パルス信号が検出される平均時間、厳密には、1 番目の減速機検出パルス信号の検出から、33 番目の減速機検出パルス信号が検出される直前までの平均時間が基準時間として求められる。そして、減速機エンコーダ 11 における各角度範囲において、基準時間に検出される減速機検出パルス信号の個数が求められ、変動情報 81 として取得される。ここでは、基準時間に検出される減速機検出パルス信号の個数は、「31」、「32」または「33」のいずれかである。カウント上限変更部 125 は、変動情報 81 において特定される個数が「31」、「32」および「33」である場合に、それぞれ「32」、「31」および「30」を下位カウント上限値として指令信号下位カウンタ 123 に設定する。

[0102] 一方、指令信号発生器 8 では、減速機エンコーダ 11 の角度範囲に関係なく、32 個の指令パルス信号が基準時間内に出力される。下位カウント上限値が「31」である期間では、32 個の減速機検出パルス信号が基準時間内に検出されるため、ステップ S 15a において、変動情報 81 に基づく指示回転位置の変更を行うことなく、現状回転位置の値と指示回転位置の値との比較が行われる。すなわち、指令信号下位カウンタ 123 の値が {11111} に到達すると、次の指令パルス信号の入力により、指令信号下位カウンタ 123 の値が {00000} にリセットされ、指令信号上位カウンタ 12

4の値が「1」増加する。

[0103] 下位カウント上限値が「30」である期間では、33個の減速機検出パルス信号が基準時間内に検出されるため、ステップS15aにおいて、変動情報81に基づいて指示回転位置を強制的に進めつつ、現状回転位置の値と指示回転位置の値との比較が行われる。すなわち、指令信号下位カウンタ123の値が{11110}に到達すると、次の指令パルス信号の入力では、指令信号下位カウンタ123の値が{00000}にリセットされ、指令信号上位カウンタ124の値が「1」増加する。これにより、基準時間の経過により、33個の指令パルス信号に相当する角度だけ指示回転位置が進む。

[0104] 下位カウント上限値が「32」である期間では、31個の減速機検出パルス信号が基準時間内に検出されるため、ステップS15aにおいて、変動情報81に基づいて指示回転位置を強制的に遅らせつつ、現状回転位置の値と指示回転位置の値との比較が行われる。具体的には、指令信号下位カウンタ123の値が{11111}に到達すると、次の指令パルス信号の入力では、{11111}が維持される。そして、さらに次の指令パルス信号の入力により、指令信号下位カウンタ123の値が{00000}にリセットされ、指令信号上位カウンタ124の値が「1」増加する。これにより、基準時間の経過により、実質的に31個の指令パルス信号に相当する角度だけ指示回転位置が進む。

[0105] 上記では、ステップS15aにおいて、指示回転位置を変更しつつ、現状回転位置の値と指示回転位置の値との比較が行われるが、現状回転位置を変更しつつ、現状回転位置の値と指示回転位置の値との比較が行われてもよい。この場合、例えば検出信号下位カウンタ121aに対して下位カウント上限値が設定される。減速機出力軸22は、逆転方向に回転してもよく、一定回転である必要もない。

[0106] 以上に説明したように、出力制御装置1bは、モータ3と、減速機2と、駆動制御機構5と、を含む減速機システム7の出力を制御する。減速機2は、モータ3の出力軸であるモータ出力軸31に接続される。駆動制御機構5

は、外部から入力される指令信号に基づいてモータ 3 の出力を制御する。出力制御装置 1 b は、減速機エンコーダ 1 1 と、誤差取得部 1 2 b と、補正部 1 3 と、を含む。減速機エンコーダ 1 1 は、減速機 2 の出力軸である減速機出力軸 2 2 の回転を検出する。誤差取得部 1 2 b は、指令信号、および、減速機エンコーダ 1 1 からの出力に基づいて、モータ 3 への入力と減速機 2 からの出力との誤差である出力誤差を取得する。補正部 1 3 は、当該出力誤差に基づいて、駆動制御機構 5 に入力される指令信号を補正する。指令信号、および、減速機エンコーダ 1 1 から誤差取得部 1 2 b に入力される減速機検出信号は、パルス信号である。

[0107] 誤差取得部 1 2 b は、変動情報記憶部 1 2 9 と、比較部 1 2 0 と、を含む。変動情報記憶部 1 2 9 は、減速機エンコーダ 1 1 における複数の角度範囲に関して、減速機出力軸 2 2 の一定回転に対する減速機検出信号の検出パルス信号の周期の変動を示す変動情報 8 1 を記憶する。比較部 1 2 0 は、減速機エンコーダ 1 1 の各角度範囲における検出パルス信号が入力される所定の期間において、指令信号が示す回転位置、または、減速機検出信号が示す回転位置の一方を変動情報 8 1 に基づいて変更しつつ、指令信号が示す回転位置と減速機検出信号が示す回転位置とを比較して出力誤差を取得する。

[0108] これにより、減速機エンコーダ 1 1 の偏芯等により、減速機検出信号の検出パルス信号の周期が変動することに起因して、比較される現状回転位置の値と指示回転位置の値とがずれることが防止または抑制される。その結果、出力制御装置 1 b では、減速機システム 7 の出力誤差をより精度良く取得することができ、減速機 2 からの出力を高精度に制御することができる。

[0109] 上述の出力制御装置 1, 1 a, 1 b、減速機システム 7、および、減速機システム 7 の制御方法では、様々な変更が可能である。

[0110] 例えば、モータ検出信号の分解能は、減速機検出信号の分解能よりも高いのであれば、必ずしも減速機検出信号の分解能の 2 の累乗倍である必要はない。また、モータ検出信号の分解能は、必ずしも減速機検出信号の分解能の整数倍である必要もなく、様々な変更されてよい。

- [0111] 減速機検出信号の検出パルス信号 P 1 から次の検出パルス信号 P 1 までの間に減速機 2 にて生じる滑り角度は、モータ検出信号の検出パルス信号 P 2 から次の検出パルス信号 P 2 までの間に減速機出力軸 2 2 が回転する角度の 0.5 倍よりも大きくてもよい。
- [0112] 減速機システム 7 では、モータ出力軸 3 1 に接続された減速機 2 の減速機入力軸 2 1 の回転を検出するエンコーダが、モータエンコーダ 4 として設けられてもよい。この場合、当該モータエンコーダ 4 は、減速機入力軸 2 1 を介してモータ出力軸 3 1 の回転を間接的に検出する。
- [0113] 出力制御装置 1, 1 a, 1 b は、上述のように、様々な原因による減速機 2 の出力誤差を精度良く取得し、減速機 2 からの出力を高精度に制御することができる。このため、出力制御装置 1, 1 a, 1 b により出力制御される減速機システム 7 の減速機 2 は、必ずしもトラクション方式の減速機には限定されない。例えば、減速機 2 は、ギア方式の減速機であってもよい。この場合、出力制御装置 1, 1 a, 1 b により、ギアの軸の傾き等に起因する出力誤差を精度良く取得することができる。その結果、減速機システム 7 において、減速機 2 からの出力を高精度に制御することができる。
- [0114] 出力制御装置 1, 1 a, 1 b は、必ずしも減速機システム 7 に組み込まれる必要はなく、様々な既存の減速機システムに取り付けられて、当該減速機システムの出力制御に利用されてよい。
- [0115] 上記実施の形態および各変形例における構成は、相互に矛盾しない限り適宜組み合わせられてよい。

産業上の利用可能性

- [0116] 本発明に係る出力制御装置、減速機システムおよび出力制御方法は、精密加工機や 3 D 測定装置、産業用ロボット等に用いられる駆動装置において利用可能である。本発明に係る出力制御装置、減速機システムおよび出力制御方法は、また、他の用途に利用することもできる。

符号の説明

- [0117] 1, 1 a, 1 b 出力制御装置

- 2 減速機
- 3 モータ
- 4 モータエンコーダ
- 5 駆動制御機構
- 7 減速機システム
- 1 1 減速機エンコーダ
- 1 2, 1 2 a, 1 2 b 誤差取得部
- 1 3 補正部
- 2 2 減速機出力軸
- 3 1 モータ出力軸
- 3 2 メモリ
- 8 1 変動情報
- 1 2 0 比較部
- 1 2 9 変動情報記憶部
- P 0, P 0 a ~ P 0 d (指令信号の) パルス信号
- P 1 (減速機検出信号の) 検出パルス信号
- P 2, P 2 a ~ P 2 d (モータ検出信号の) 検出パルス信号
- S 1 1 ~ S 1 7, S 1 4 1, S 1 5 a ステップ

請求の範囲

[請求項1]

モータと、前記モータの出力軸であるモータ出力軸に接続された減速機と、前記モータ出力軸の回転を検出するモータエンコーダと、外部から入力される指令信号および前記モータエンコーダからの出力に基づいて前記モータの出力を制御する駆動制御機構と、を備える減速機システムの出力制御装置であって、

前記減速機の出力軸の回転を検出する減速機エンコーダと、

前記指令信号、前記モータエンコーダからの出力、および、前記減速機エンコーダからの出力に基づいて、前記モータへの入力と前記減速機からの出力との誤差である出力誤差を取得する誤差取得部と、

前記出力誤差に基づいて前記駆動制御機構に入力される前記指令信号を補正する補正部と、

を備え、

前記指令信号、前記モータエンコーダから前記誤差取得部に入力されるモータ検出信号、および、前記減速機エンコーダから前記誤差取得部に入力される減速機検出信号がパルス信号であり、

前記モータ検出信号の分解能が、前記減速機検出信号の分解能よりも高く、

前記誤差取得部が、

前記減速機検出信号の検出パルス信号が入力された際に、前記モータ検出信号を前記減速機検出信号に同期させ、

前記減速機検出信号の次の検出パルス信号が入力されるまでの間において、前記モータ検出信号の検出パルス信号が入力された際に、前記指令信号と前記モータ検出信号とを比較して前記出力誤差を推定して取得する。

[請求項2]

請求項1に記載の出力制御装置であって、

前記誤差取得部が、

前記減速機エンコーダにおける複数の角度範囲に関して、前記減速機

の前記出力軸の一定回転に対する前記減速機検出信号の検出パルス信号の周期の変動を示す変動情報を記憶する変動情報記憶部と、

前記減速機エンコーダの各角度範囲における検出パルス信号が入力される所定の期間において、前記指令信号が示す回転位置を前記変動情報に基づいて変更しつつ、前記指令信号が示す回転位置と前記モータ検出信号が示す回転位置とを比較して前記出力誤差を取得する比較部と、

を備える。

[請求項3] 請求項2に記載の出力制御装置であって、
前記比較部が、前記減速機検出信号の連続する2つの検出パルス信号の間の期間にカウント可能な前記指令信号のパルス信号の上限値を、前記変動情報に基づいて変更しつつ、前記指令信号のパルス信号のカウント値が示す回転位置と前記モータ検出信号が示す回転位置とを比較する。

[請求項4] 請求項2または3に記載の出力制御装置であって、
前記モータが、前記変動情報が記録されたメモリを含み、
前記誤差取得部が、前記メモリから前記変動情報を取得する。

[請求項5] 請求項1に記載の出力制御装置であって、
前記モータ検出信号の分解能が、前記減速機検出信号の分解能の2以上の所定数倍であり、前記減速機検出信号の検出パルス信号から次の検出パルス信号までの間に、前記誤差取得部に入力される前記モータ検出信号の検出パルス信号の数が前記所定数を超えた場合、前記減速機検出信号の前記次の検出パルス信号が入力されるまで、前記出力誤差の取得が停止される。

[請求項6] 請求項1ないし5のいずれかに記載の出力制御装置であって、
前記モータ検出信号の分解能が、前記減速機検出信号の分解能の2の累乗倍である。

[請求項7] 請求項1ないし6のいずれかに記載の出力制御装置であって、前記

減速機がトラクション方式の減速機である。

[請求項8] 請求項7に記載の出力制御装置前記減速機であって、検出信号の検出パルス信号から次の検出パルス信号までの間に前記減速機にて生じる滑り角度が、前記モータ検出信号の検出パルス信号から次の検出パルス信号までの間に前記減速機の前記出力軸が回転する角度の0.5倍以下である。

[請求項9] モータと、
前記モータの出力軸であるモータ出力軸に接続された減速機と、
前記モータ出力軸の回転を検出するモータエンコーダと、
外部から入力される指令信号および前記モータエンコーダからの出力に基づいて前記モータの出力を制御する駆動制御機構と、
前記駆動制御機構に入力される前記指令信号を補正する請求項1ないし8のいずれかに記載の出力制御装置と、
を備える減速機システム。

[請求項10] モータと、前記モータの出力軸であるモータ出力軸に接続された減速機と、外部から入力される指令信号に基づいて前記モータの出力を制御する駆動制御機構と、を備える減速機システムの出力制御装置であって、

前記減速機の出力軸の回転を検出する減速機エンコーダと、前記指令信号、および、前記減速機エンコーダからの出力に基づいて、前記モータへの入力と前記減速機からの出力との誤差である出力誤差を取得する誤差取得部と、

前記出力誤差に基づいて前記駆動制御機構に入力される前記指令信号を補正する補正部と、

を備え、

前記指令信号、および、前記減速機エンコーダから前記誤差取得部に入力される減速機検出信号がパルス信号であり、

前記誤差取得部が、

前記減速機エンコーダにおける複数の角度範囲に関して、前記減速機の前記出力軸の一定回転に対する前記減速機検出信号の検出パルス信号の周期の変動を示す変動情報を記憶する変動情報記憶部と、

前記減速機エンコーダの各角度範囲における検出パルス信号が入力される所定の期間において、前記指令信号が示す回転位置、または、前記減速機検出信号が示す回転位置の一方を前記変動情報に基づいて変更しつつ、前記指令信号が示す回転位置と前記減速機検出信号が示す回転位置とを比較して前記出力誤差を取得する比較部と、
を備える。

[請求項11]

モータと、前記モータの出力軸であるモータ出力軸に接続された減速機と、前記モータ出力軸の回転を検出するモータエンコーダと、外部から入力される指令信号および前記モータエンコーダからの出力に基づいて前記モータの出力を制御する駆動制御機構と、を備える減速機システムの出力制御方法であって、

前記減速機の出力軸の回転が減速機エンコーダにより検出され、

前記指令信号、前記モータエンコーダからのモータ検出信号、および、前記減速機エンコーダからの減速機検出信号がパルス信号であり、

前記モータ検出信号の分解能が、前記減速機検出信号の分解能よりも高く、

a) 前記指令信号、前記モータエンコーダからの出力、および、前記減速機エンコーダからの出力に基づいて、前記モータへの入力と前記減速機からの出力との誤差である出力誤差を取得する工程と、

b) 前記出力誤差に基づいて前記駆動制御機構に入力される前記指令信号を補正する工程と、
を備え、

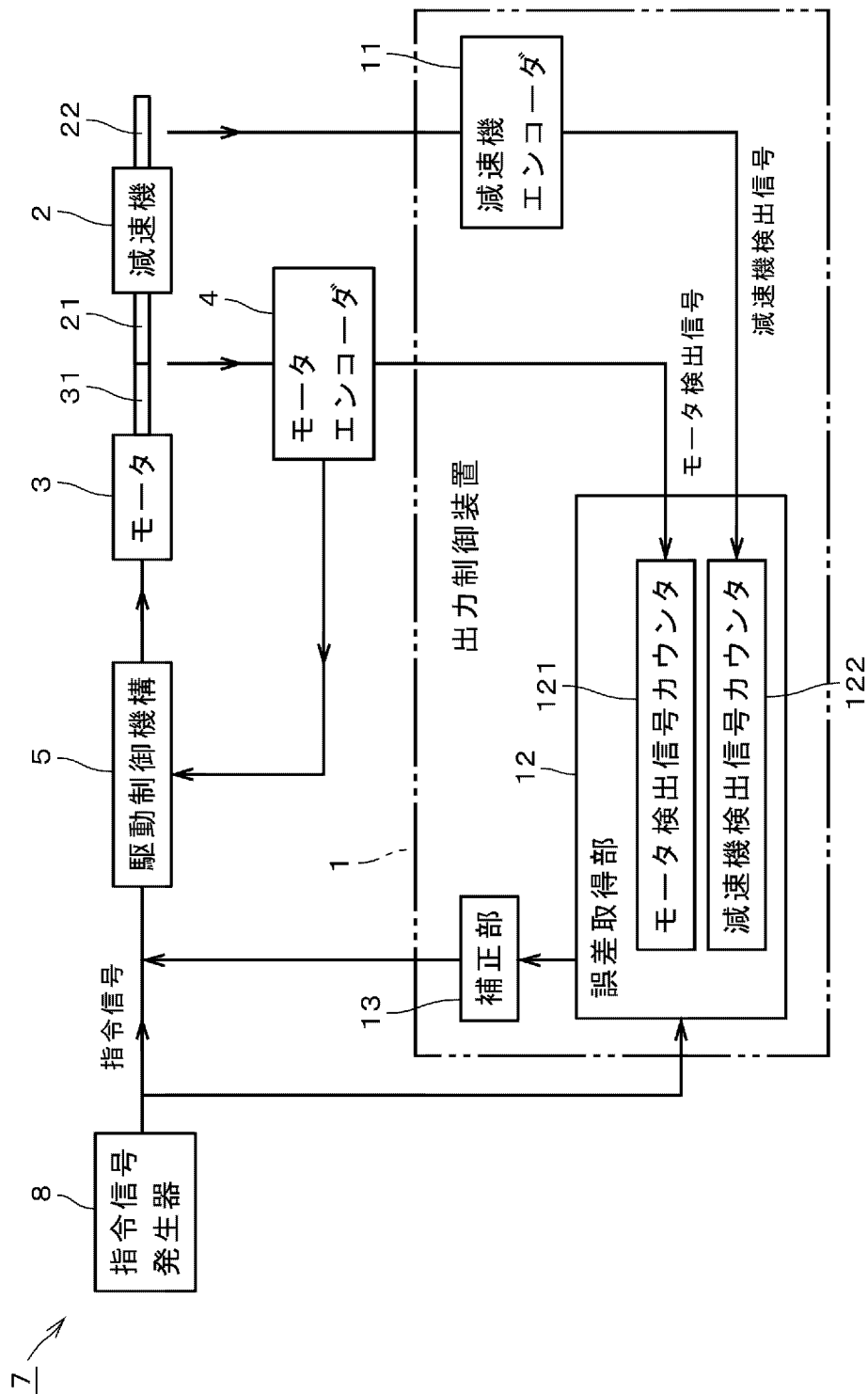
前記 a) 工程が、

a 1) 前記減速機検出信号の検出パルス信号が入力された際に、前

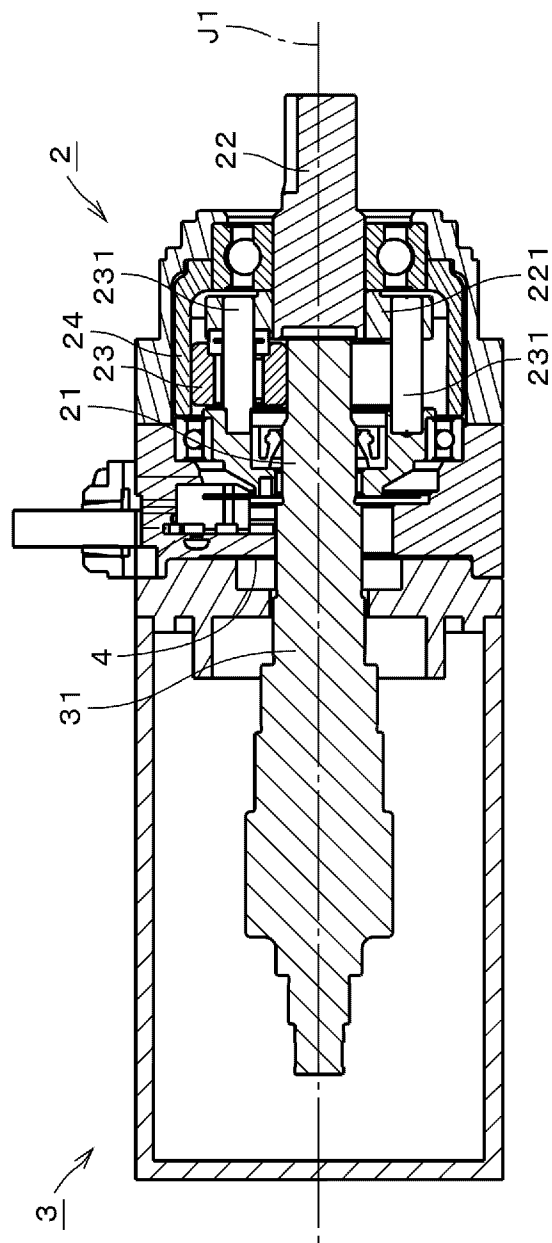
記モータ検出信号を前記減速機検出信号に同期させる工程と、

a 2) 前記減速機検出信号の次の検出パルス信号が入力されるまでの間において、前記モータ検出信号の検出パルス信号が入力された際に、前記指令信号と前記モータ検出信号とを比較して前記出力誤差を推定して取得する工程と、
を備える。

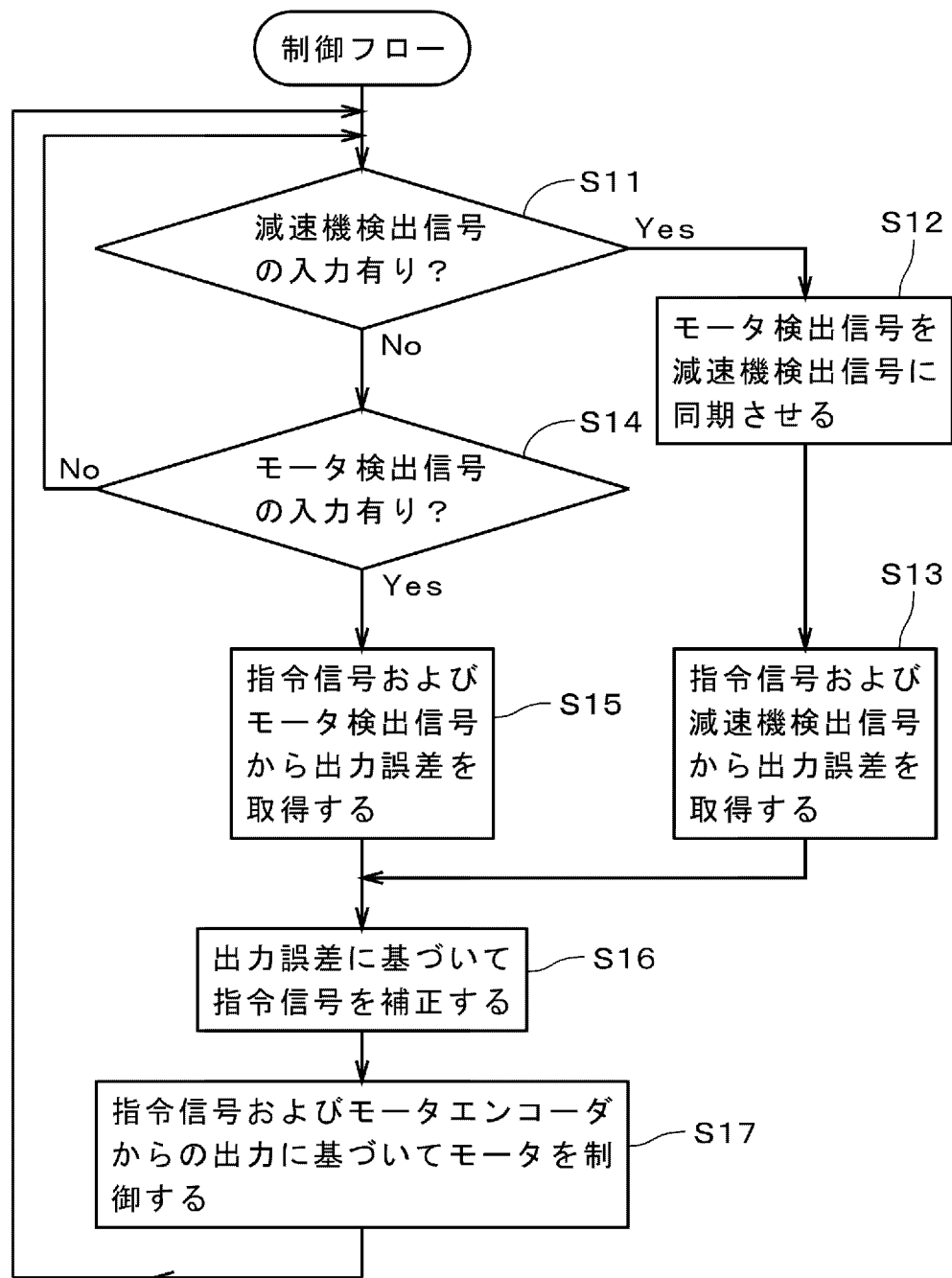
[図1]



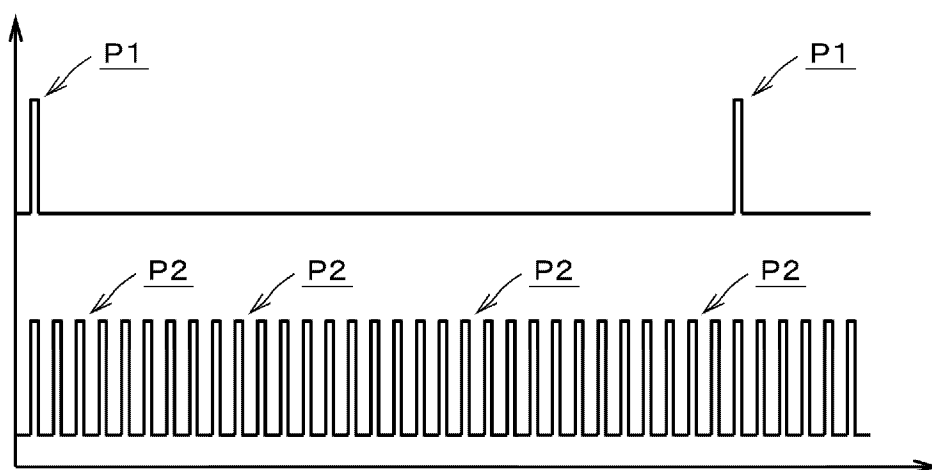
[図2]



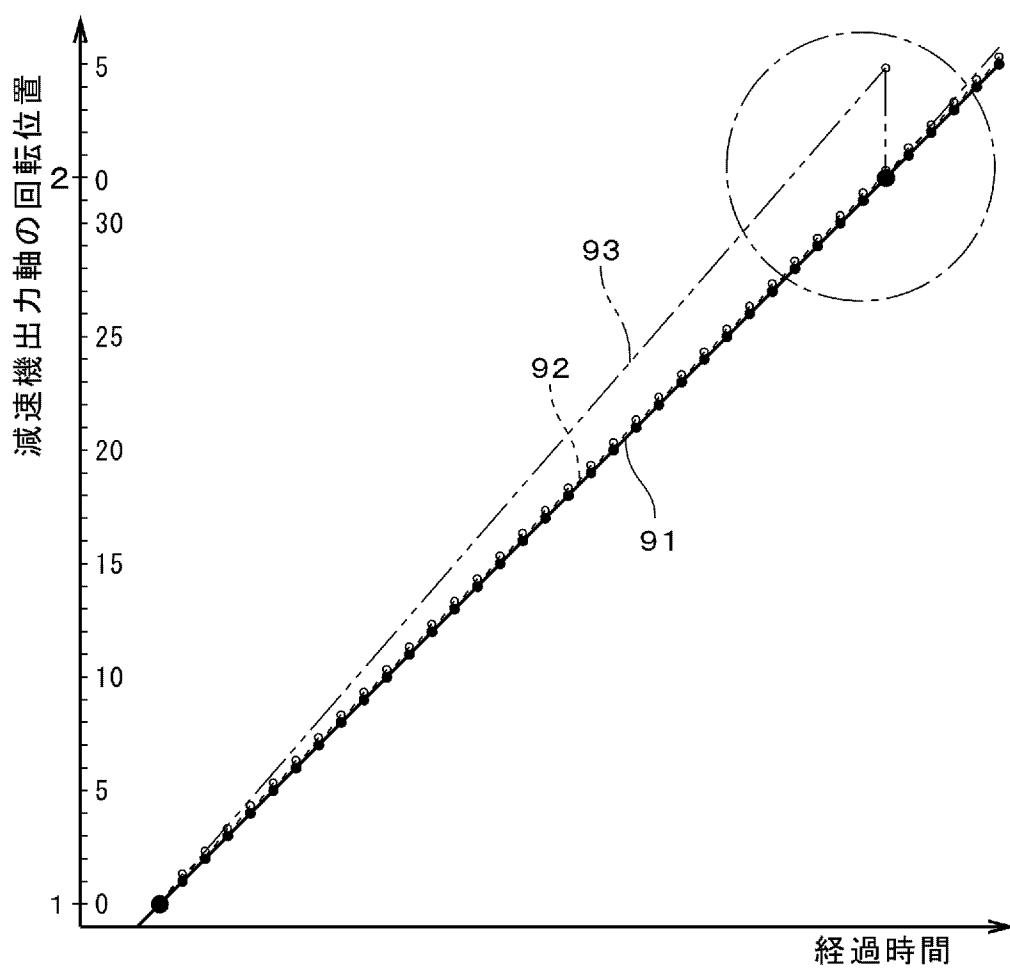
[図3]



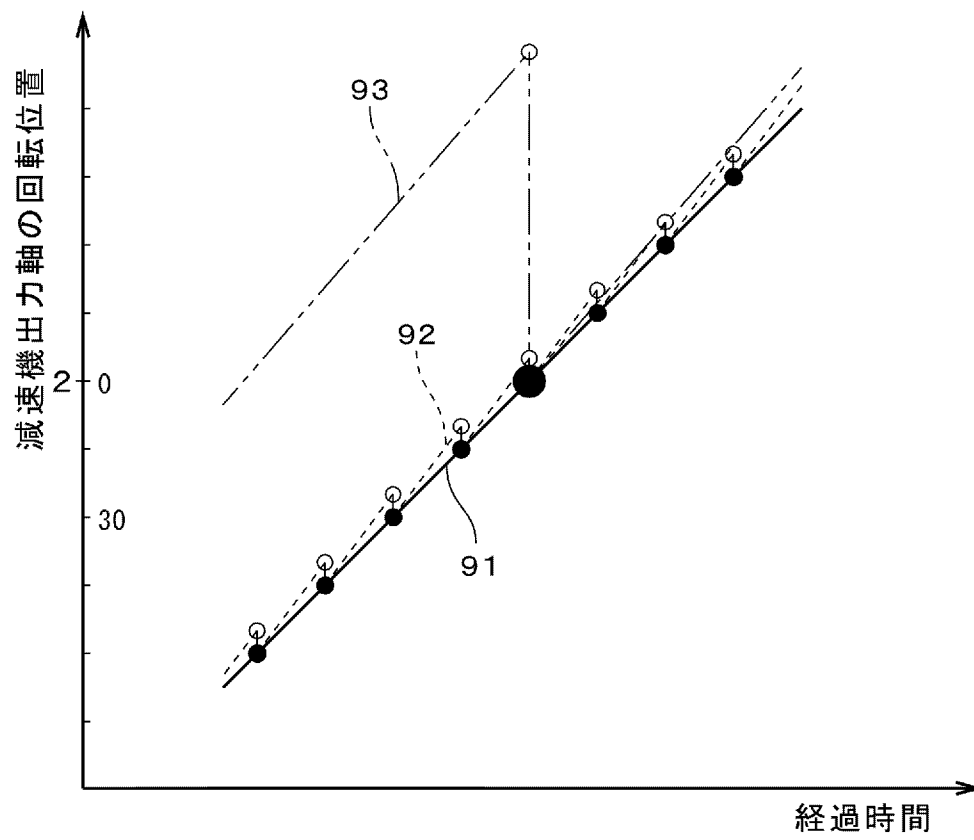
[図4]



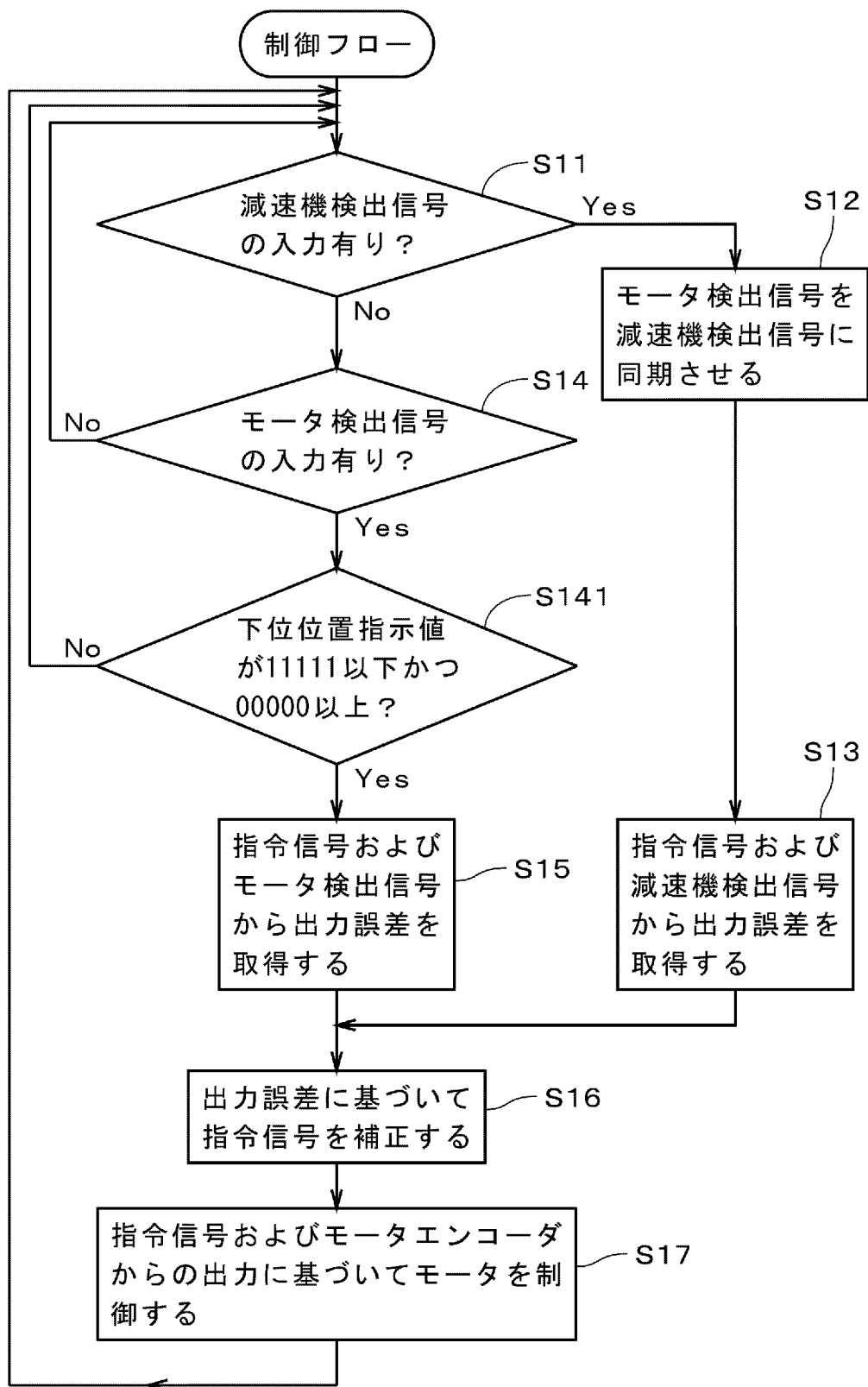
[図5]



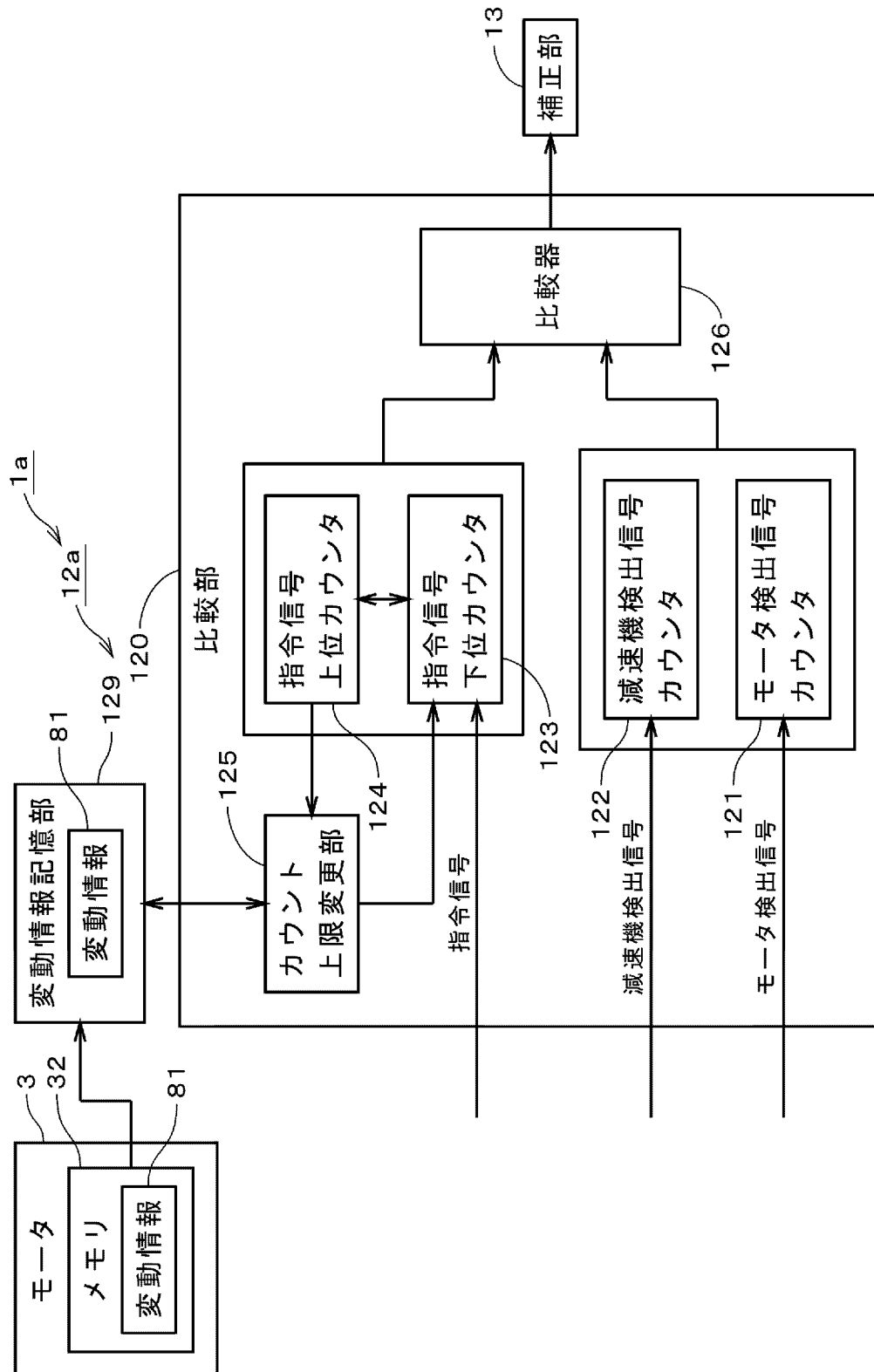
[図6]



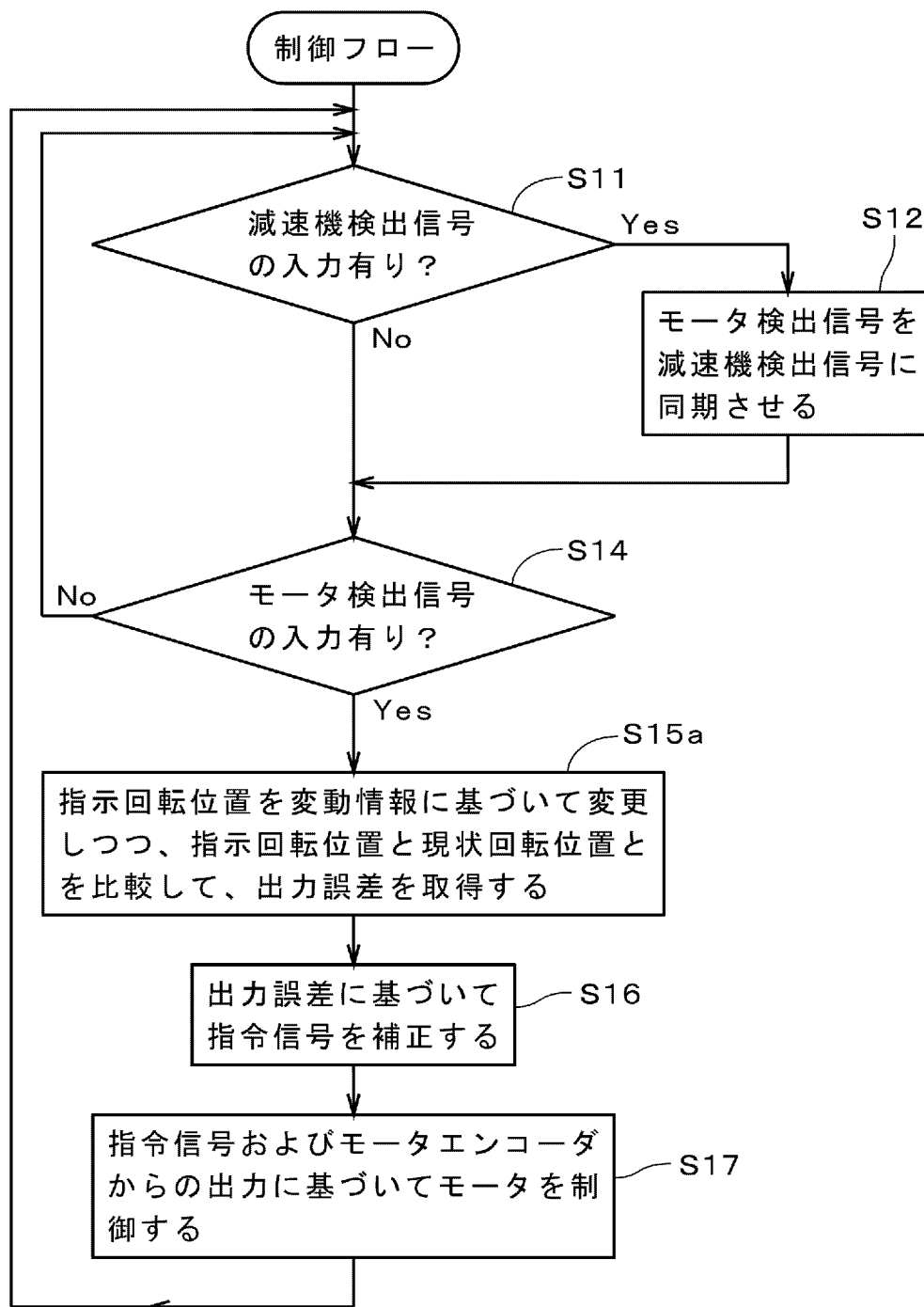
[図7]



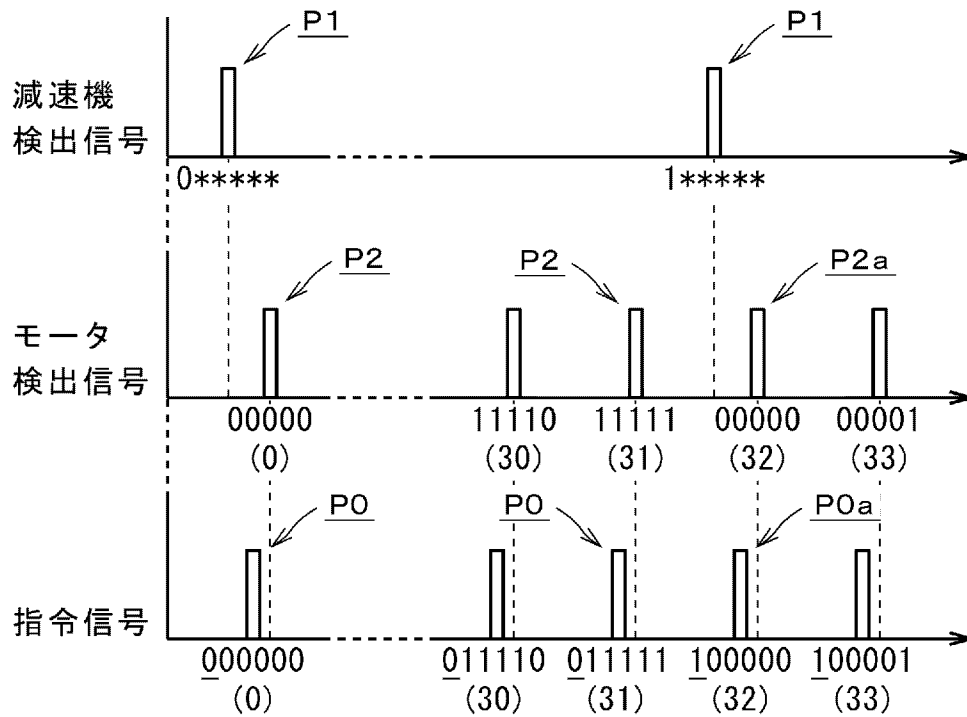
[図8]



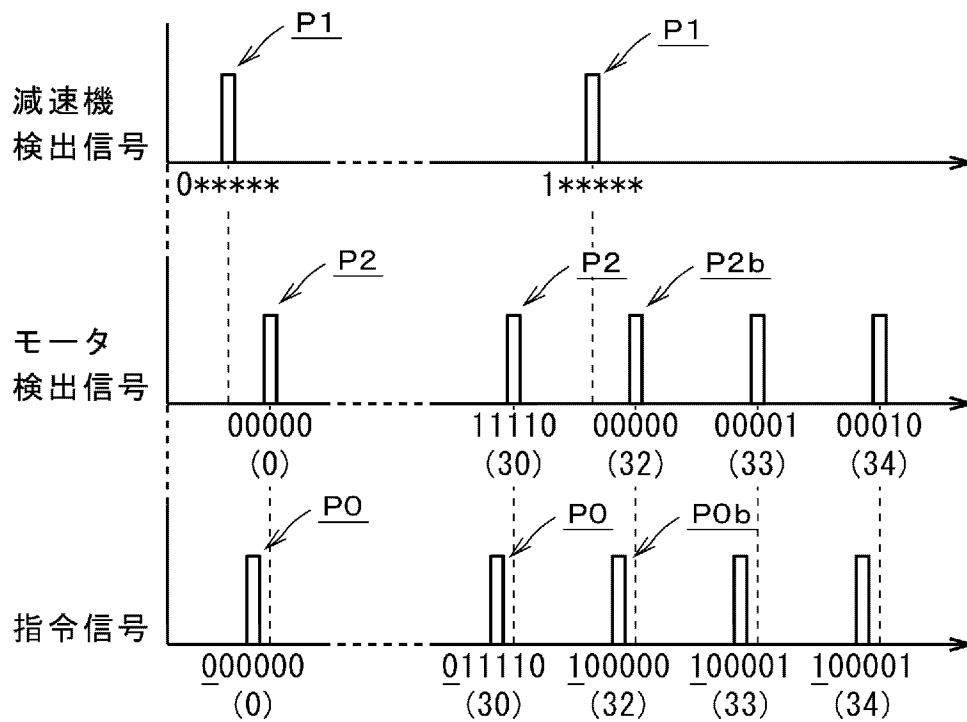
[図9]



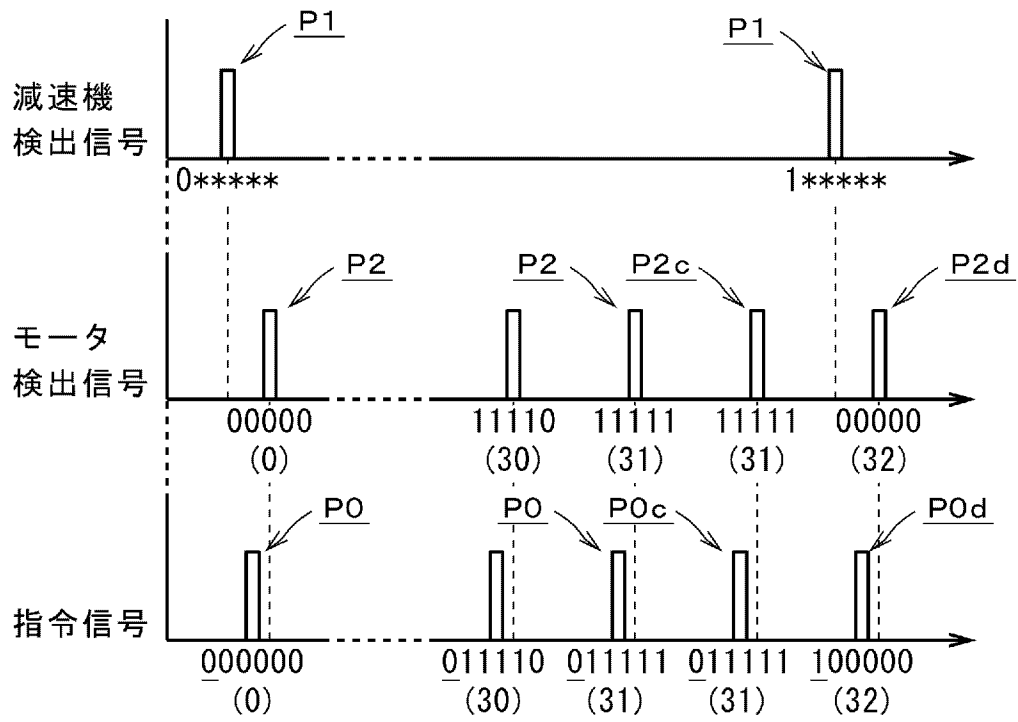
[図10]



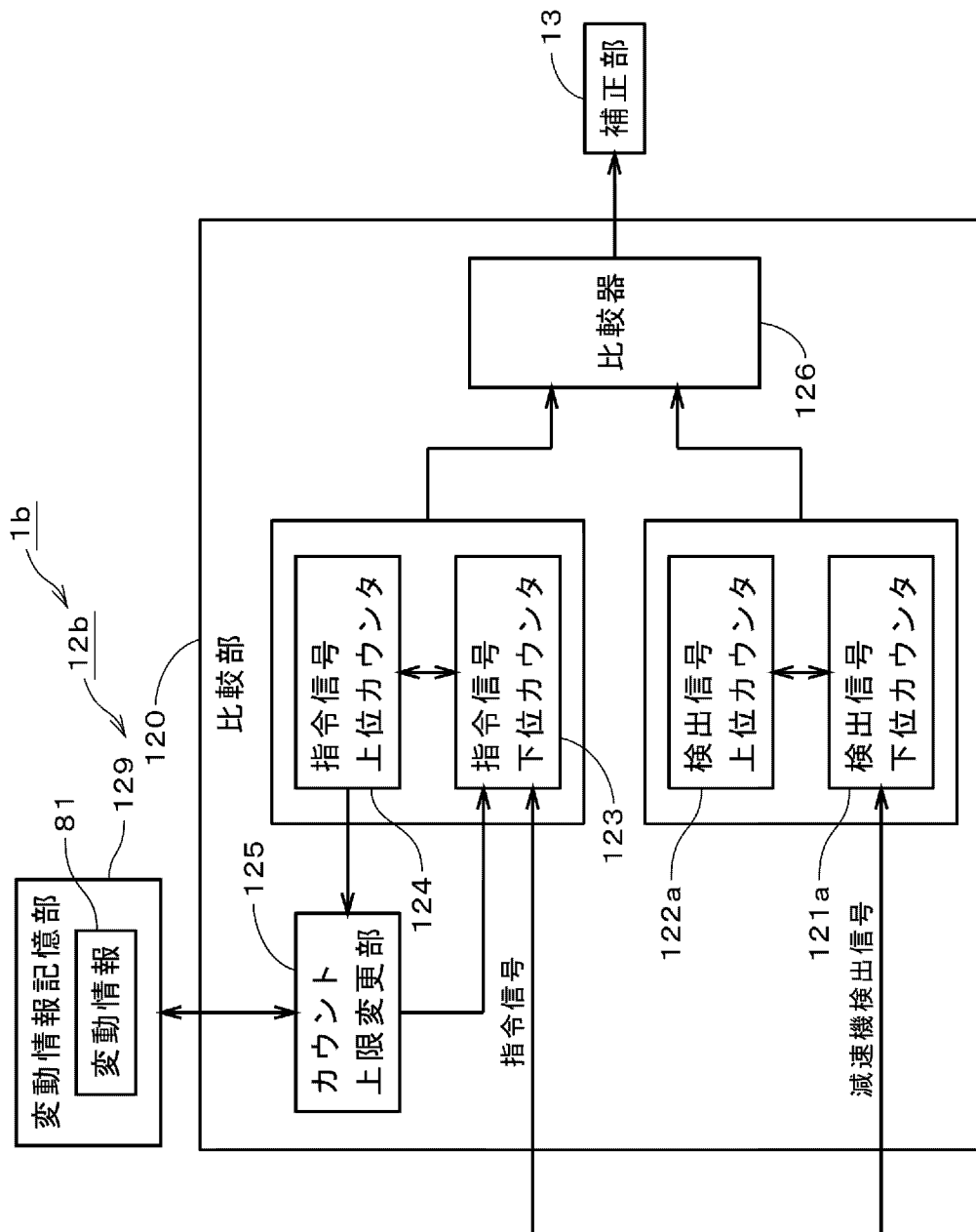
[図11]



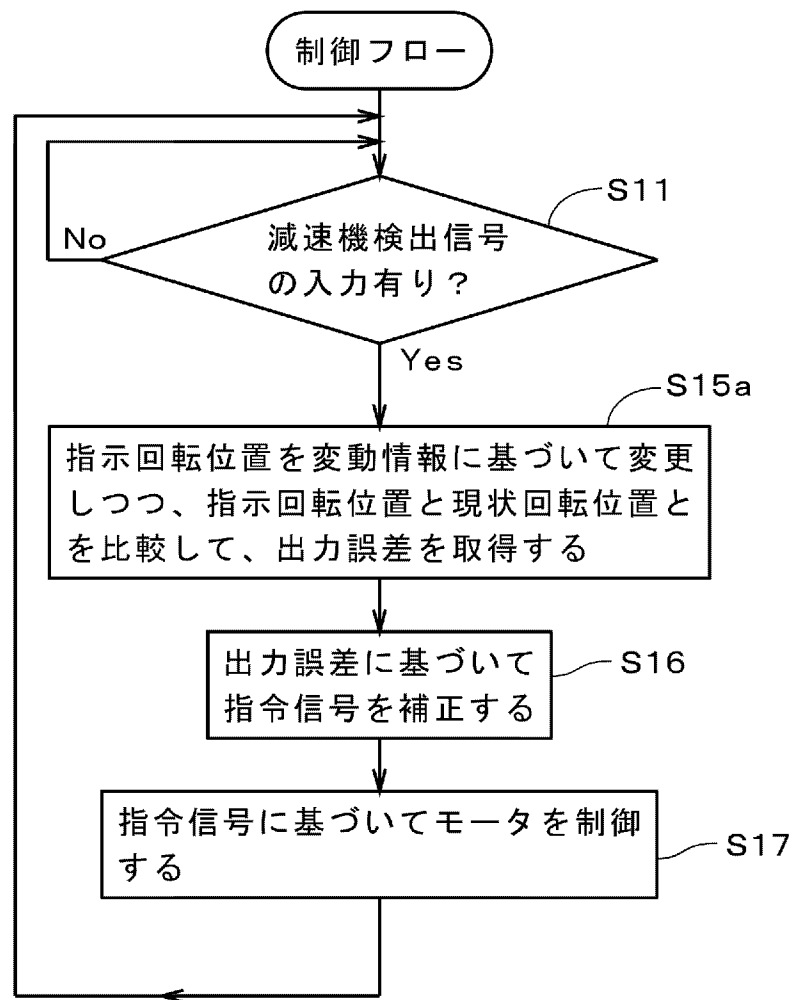
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/085394

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P29/00(2016.01) 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)

H02P29/00

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	WO 2014/098008 A1 (Schaft Inc.), 26 June 2014 (26.06.2014), paragraphs [0012] to [0057], [0059] to [0142]; fig. 1 to 12 & US 2015/0316428 A1 paragraphs [0013] to [0154]; fig. 1 to 12 & EP 2937597 A1	1-11
A	JP 2003-47269 A (Hitachi, Ltd.), 14 February 2003 (14.02.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

☒ 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
13 February 2017 (13.02.17)

Date of mailing of the international search report
21 February 2017 (21.02.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/085394

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-176913 A (Canon Inc.), 08 September 2011 (08.09.2011), entire text; all drawings & US 2011/0204838 A1 entire text; all drawings & EP 2361736 A2	1-11
A	US 2013/0207573 A1 (CMECH (GUANGZHOU) INDUSTRIAL LTD.), 15 August 2013 (15.08.2013), entire text; all drawings & CN 102545748 A entire text; all drawings	1-11
A	US 2012/0053817 A1 (DELPHI TECHNOLOGIES, INC.), 01 March 2012 (01.03.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02P29/00 (2016.01) 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 (IPC))

Int.Cl. H02P29/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	WO 2014/098008 A1 (株式会社SCHAF T) 2014. 06. 26, 段落[0012]-[0057], [0059]-[0142], 図 1-12 & US 2015/0316428 A1, 段落[0013]-[0154], 図 1-12 & EP 2937597 A1	1-11
A	JP 2003-47269 A (株式会社日立製作所) 2003. 02. 14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2011-176913 A (キヤノン株式会社) 2011. 09. 08, 全文, 全図 & US 2011/0204838 A1, 全文, 全図 & EP 2361736 A2	1-11

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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

13. 02. 2017

国際調査報告の発送日

21. 02. 2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

池田 貴俊

3 V

9 2 5 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 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	US 2013/0207573 A1 (CMECH (GUANGZHOU) INDUSTRIAL LTD.) 2013.08.15, 全文, 全図 & CN 102545748 A, 全文, 全図	1-11
A	US 2012/0053817 A1 (DELPHI TECHNOLOGIES, INC.) 2012.03.01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11