

(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
2021年9月30日(30.09.2021)

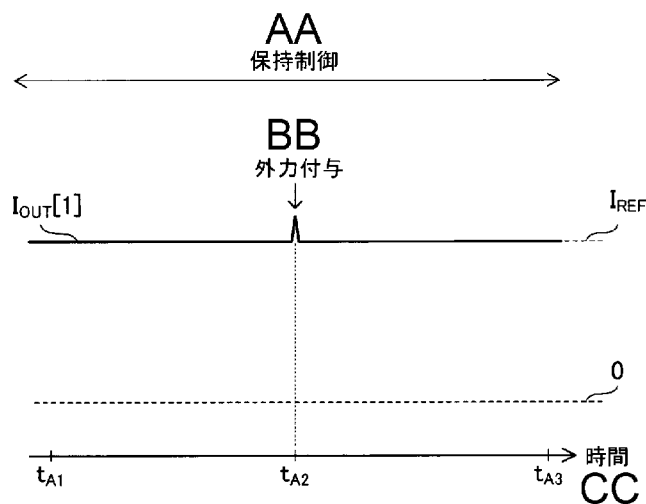


(10) 国際公開番号
WO 2021/193335 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 8/12 (2006.01) 都市右京区西院溝崎町2-1番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/011016 (74) 代理人: 特許業務法人 佐野特許事務所 (SANO PATENT OFFICE); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町2-6 天満橋八千代ビル別館5F Osaka (JP).
- (22) 国際出願日: 2021年3月18日(18.03.2021)
- (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 2020-058197 2020年3月27日(27.03.2020) 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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (71) 出願人: ローム株式会社 (ROHM CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町2-1番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 宮城 亮太(MIYAGI Ryota); 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町2-1番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP). 橋本 浩樹(HASHIMOTO Hiroki); 〒6158585 京都府京

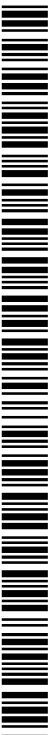
(54) Title: DRIVER DEVICE

(54) 発明の名称: ドライバ装置



AA Holding control
BB Apply external force
CC Time

(57) Abstract: This driver device comprises a control circuit which controls an output stage circuit that supplies an output current to a coil, and moves a movable portion by using a magnetic force generated by the supply of the output current. The control circuit can execute a holding control for stopping the movement of the movable portion and maintains the state of the movable portion unchanged. When the holding control is performed by the control circuit, the presence or absence of external force that resists the holding control and changes the state of the movable portion is detected, on the basis of the state of power supply to the coil by the output stage circuit, the output current, or the current flowing in the output stage circuit.



WO 2021/193335 A1

(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 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : ドライバ装置は、コイルに出力電流を供給する出力段回路を制御する制御回路を備え、出力電流の供給による発生磁力を用いて可動部を運動させる。制御回路は、可動部の運動を停止させて可動部の状態を不変に保持する保持制御を実行可能である。制御回路にて保持制御が行われているとき、出力段回路によるコイルへの電力供給状態、出力電流、又は、出力段回路に流れる電流に基づき、保持制御を抗して可動部の状態を変化させる外力の付与有無を検出する。

明 細 書

発明の名称：ドライバ装置

技術分野

[0001] 本開示は、ドライバ装置に関する。

背景技術

[0002] ステッピングモータは、コピー機又はプリンタの紙送り部やスキャナの読み取り部など、様々な用途で用いられる。ステッピングモータに対する一種のドライバ装置（モータドライバ）には、ステッピングモータの各相のモータコイルごとに、出力電流（コイル電流）を供給するためのフルブリッジ回路（Hブリッジ回路）が設けられる。そして、各相のモータコイルへの出力電流の極性や大きさをステップ的に変えてゆくことでロータをステップ的に回転させる。

[0003] ステッピングモータ用のドライバ装置では、出力電流の制御のために、PWM定電流制御が一般に利用される。PWM定電流制御により、所望の期間中、各相のモータコイルへの出力電流値が目標電流値の近辺に保たれる。目標電流値を固定すればロータの角度が不変に保持される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2002-17099号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ロータの角度を不変に保持する保持制御が行われているとき、ロータに外力が加わると保持制御に抗してロータが回転することがある。例えば、上記紙送り部の駆動にステッピングモータが用いられる場合において、コピー機又はプリンタのユーザが、紙送り部に挟まった紙を手で引っ張る力は、外力の一種である。外力の付与によりロータが回転した場合、システム側にて認識されるロータの電気角とロータの実際の機械角との間に不整合が生じ、以

後の制御が不安定になることがある。また、外力の付与により機構的な故障又は劣化が発生することもあり得る。

[0006] 仮に、このような外力の付与有無を検出することができたならば、必要な対応を行うことが可能になるため利便性が高まると考えられる。エンコーダを別途に設けておけば外力の付与有無を検出することが可能であるが、エンコーダの別途設置はコスト増に繋がる。尚、ステッピングモータに注目してドライバ装置に関わる事情を説明したが、ソレノイドアクチュエータなどを駆動制御するドライバ装置においても同様の事情が当てはまり得る。

[0007] 本開示は、可動部への外力の付与有無を検出可能とするドライバ装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示に係るドライバ装置は、コイルへの出力電流の供給による発生磁力を用いて可動部を運動させるドライバ装置であって、前記コイルへの電圧印加により前記コイルに前記出力電流を供給する出力段回路と、前記出力段回路を制御する制御回路と、を備え、前記制御回路は、前記出力段回路の制御を通じ前記可動部の運動を停止させて前記可動部の状態を不変に保持する保持制御を実行可能であり、当該ドライバ装置は、前記制御回路にて前記保持制御が行われているとき、前記出力段回路による前記コイルへの電力供給状態、前記出力電流、又は、前記出力段回路に流れる電流に基づき、前記保持制御を抗して前記可動部の状態を変化させる外力の付与有無を検出する外力検出部を更に備えた構成である。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、可動部への外力の付与有無を検出可能とするドライバ装置を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本開示の実施形態に係るモータ駆動システムの全体構成図である。

[図2]図2は、本開示の実施形態に係るモータドライバの外観斜視図である。

[図3]図3は、本開示の実施形態に係り、フルステップ励磁モードの説明図である。

[図4]図4は、本開示の実施形態に係り、フルステップ励磁モードに関するトルクベクトル図である。

[図5]図5は、本開示の実施形態に係るPWM定電流制御の説明図である。

[図6]図6は、本開示の実施形態に係り、給電モードからスロー給電モードへの遷移図である。

[図7]図7は、本開示の実施形態に係り、給電モードからファスト給電モードへの遷移図である。

[図8]図8は、本開示の実施形態に係り、モータコイルへの出力電流波形において外力付与に基づき電流の盛り上がりが生じる現象を説明するための図である。

[図9]図9は、本開示の実施形態に係り、出力電流が目標電流値を超えて上昇する様子を示す図である。

[図10]図10は、本開示の実施形態に属する第1実施例に係り、電流盛り上がり現象に対応する特定電流波形の第1検出方法を説明するための模式図である。

[図11]図11は、本開示の実施形態に属する第1実施例に係り、検出対象期間、基準期間及び評価期間の関係を示す図である。

[図12]図12は、本開示の実施形態に属する第2実施例に係り、電流盛り上がり現象に対応する特定電流波形の第2検出方法を説明するための模式図である。

[図13]図13は、本開示の実施形態に属する第3実施例に係り、電流盛り上がり現象に対応する特定電流波形の第3検出方法を説明するための模式図である。

[図14]図14は、本開示の実施形態に属する第4実施例に係り、各出力トランジスタに流れる電流を検出するための構成図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本開示の実施形態の例を、図面を参照して具体的に説明する。参照される各図において、同一の部分には同一の符号を付し、同一の部分に関する重複する説明を原則として省略する。尚、本明細書では、記述の簡略化上、情報、信号、物理量、素子又は部位等を参照する記号又は符号を記すことによって、該記号又は符号に対応する情報、信号、物理量、素子又は部位等の名称を省略又は略記することがある。例えば、後述の“160”によって参照される外力検出部は（図1参照）、外力検出部160と表記されることもあるし、検出部160と略記されることもあり得るが、それらは全て同じものを指す。

[0012] まず、本開示の実施形態の記述にて用いられる幾つかの用語について説明を設ける。グランドとは、基準となる0V（ゼロボルト）の電位を有する基準導電部を指す又は0Vの電位そのものを指す。基準導電部は金属等の導体にて形成される。0Vの電位をグランド電位と称することもある。本開示の実施形態において、特に基準を設けずに示される電圧は、グランドから見た電位を表す。レベルとは電位のレベルを指し、任意の信号又は電圧についてハイレベルはローレベルよりも高い電位を有する。任意の信号又は電圧について、信号又は電圧がハイレベルにあるとは信号又は電圧のレベルがハイレベルにあることを意味し、信号又は電圧がローレベルにあるとは信号又は電圧のレベルがローレベルにあることを意味する。信号についてのレベルは信号レベルと表現されることがあり、電圧についてのレベルは電圧レベルと表現されることがある。

[0013] MOSFETを含むFET（電界効果トランジスタ）として構成された任意のトランジスタについて、オン状態とは、当該トランジスタのドレイン及びソース間が導通している状態を指し、オフ状態とは、当該トランジスタのドレイン及びソース間が非導通となっている状態（遮断状態）を指す。FETに分類されないトランジスタについても同様である。MOSFETは、特に記述無き限り、エンハンスメント型のMOSFETであると解される。MOSFETは“metal-oxide-semiconductor field-effect transistor”の

略称である。以下、任意のトランジスタについて、オン状態、オフ状態を、単に、オン、オフと表現することもある。

- [0014] 図1に、本開示の実施形態に係るモータ駆動システムSYSの全体構成図を示す。モータ駆動システムSYSは、ドライブ装置としてのモータドライバ100と、ステッピングモータ200と、MPU (Micro Processing Unit) 300と、電流検出用抵抗R [1] 及びR [2] と、を備える。
- [0015] 図2はモータドライバ100の外観斜視図である。モータドライバ100は、半導体集積回路を、樹脂にて構成された筐体 (パッケージ) 内に封入することで形成された電子部品 (半導体装置) である。モータドライバ100の筐体に複数の外部端子が露出して設けられている。図1の構成例において、モータドライバ100に設けられる上記複数の外部端子には、電源端子VCC [1] 及びVCC [2] と、出力端子A_{OUT} [1]、B_{OUT} [1]、A_{OUT} [2] 及びB_{OUT} [2] と、抵抗接続端子RNF [1] 及びRNF [2] と、グランド端子GNDとが含まれると共に、基準電圧入力端子T_{MREF}及び制御端子群T_{Mcnt}を構成する各端子が含まれる。これら以外の端子も上記複数の外部端子に含まれる。尚、図2に示されるモータドライバ100の外部端子の数及びモータドライバ100の外観は例示に過ぎない。
- [0016] ステッピングモータ200は複数相分のモータコイル (電機子巻線) と、ロータ210と、を備える。本実施形態では、ステッピングモータ200が2相のステッピングモータであることが想定されており、2相分のモータコイルとしてモータコイルL [1] 及びL [2] がステッピングモータ200に設けられる。但し、ステッピングモータ200として、3つのモータコイルを有する3相のステッピングモータや、5つのモータコイルを有する5相のステッピングモータを採用することもできる。
- [0017] MPU300は、モータドライバ100に制御信号CNTを送信することを通じてモータドライバ100の動作を制御する。モータドライバ100は、制御信号CNTに基づいてステッピングモータ200を駆動制御する。つまり、MPU300は、モータドライバ100を制御することを通じてロー

タ 210 の回転を制御する処理装置の例である。制御信号 CNT は制御端子群 TM_{CNT} に供給される。制御信号 CNT は複数の制御信号から成り、複数の制御信号の内、1 以上の制御信号は MPU 300 から供給されないものであっても良い。即ち例えば、制御信号 CNT を構成する複数の制御信号の内、1 以上の制御信号は、プルダウン又はプルアップによりローレベル又はハイレベルに固定されるものであって良い。

[0018] モータドライバ 100 は、入力バッファ 111 と、トランスレータ 112 と、デジタル／アナログ変換器である DAC 113 と、複数のチャンネル回路と、外力検出部 160 と、を備える。モータドライバ 100 は、ステッピングモータ 200 に設けられるモータコイルの個数分のチャンネル回路を備える。即ち、ステッピングモータ 200 に N 個のモータコイルが設けられるのであれば、各モータコイルに対応付けて、計 N 個のチャンネル回路がモータドライバ 100 に設けられる（N は 2 以上の任意の整数）。ここでは、ステッピングモータ 200 に 2 つのモータコイル L [1] 及び L [2] が設けられていることを想定しているため、モータコイル L [1] に対応するチャンネル回路 CH [1] とモータコイル L [2] に対応するチャンネル回路 CH [2] とがモータドライバ 100 に設けられる。この他、特に図示しないが、発振部及びレギュレータや各種の保護回路などがモータドライバ 100 に設けられる。

[0019] モータドライバ 100 において、各チャンネル回路には制御回路及び出力段回路が設けられる。チャンネル回路 CH [i] に設けられる制御回路及び出力段回路を、夫々、制御回路 120 [i] 及び出力段回路 130 [i] と称する。i は任意の整数であり、制御回路 120 [i] は、“i = 1” であれば制御回路 120 [1] を表し、“i = 2” であれば制御回路 120 [2] を表す。出力段回路 130 [i] 等も同様である。各チャンネル回路において、制御回路 120 [i] にはコンパレータ 121 [i] 及び制御ロジック 122 [i] が設けられる。各チャンネル回路において、出力段回路 130 [i] にはプリドライバ 131 [i] 及びフルブリッジ回路 132 [i]（Hブリ

ッジ回路) が設けられる。

[0020] 各チャネル回路に対してモータコイル及び電流検出用抵抗が接続される。チャネル回路CH [i] に対応するモータコイル及び電流検出用抵抗はモータコイルL [i] 及び電流検出用抵抗R [i] である。以下、或るチャネル回路と、当該チャネル回路に対応するモータコイル及び電流検出用抵抗とを含む回路を、チャネルと称することがある。チャネル回路CH [1]、モータコイルL [1] 及び電流検出用抵抗R [1] にて構成されるチャネルを第1チャネルと称し、チャネル回路CH [2]、モータコイルL [2] 及び電流検出用抵抗R [2] にて構成されるチャネルを第2チャネルと称する。端子A_{OUT} [i]、B_{OUT} [i]、RNF [i] 及びVCC [i] は第iチャネルに属する端子(第iチャネルに対応する端子)である。モータドライバ100の外部に設けられた電源回路(不図示)から電源端子VCC [1] 及びVCC [2] に対して共通の電源電圧VCCが供給される。電源電圧VCCは正の直流電圧(例えば24V)である。モータドライバ100内の各回路は電源電圧VCCに基づいて駆動する。グランド端子GNDはグランドに接続される。

[0021] チャネル回路CH [1] 及びCH [2] の回路構成は互いに同じであり、チャネル回路、モータコイル及び電流検出用抵抗間の接続関係は複数のチャネル間で共通である。故に、本実施形態では、適宜、任意の整数を表す記号iを用いて、第iチャネルの構成や第iチャネルにおける電圧及び電流などを説明する。

[0022] 出力端子A_{OUT} [i] はモータコイルL [i] の一端に接続され、出力端子B_{OUT} [i] はモータコイルL [i] の他端に接続される。出力端子A_{OUT} [i] 及びB_{OUT} [i] 間に流れる電流(従ってモータコイルL [i] に流れる電流)を出力電流I_{OUT} [i] と称する。出力電流I_{OUT} [i] が出力端子A_{OUT} [i] からコイルL [i] を介し出力端子B_{OUT} [i] に向けて流れるとき、出力電流I_{OUT} [i] の極性は正であるとし、それと逆向きの出力電流I_{OUT} [i] の極性は負であるとする。出力電流I_{OUT} [1] 及びI_{OUT} [2]

の極性を変えてゆくことにより、又は、出力電流 $I_{OUT}[1]$ 及び $I_{OUT}[2]$ の大きさ及び極性を変えてゆくことにより、コイル $L[1]$ 及び $L[2]$ に発生した磁力に基づきロータ 210 がステップ的に回転する。

[0023] 電流検出用抵抗 $R[i]$ はモータドライバ 100 の外部に設けられる。抵抗接続端子 $RNF[i]$ とグランドとの間に電流検出用抵抗 $R[i]$ が接続される。電流検出用抵抗 $R[i]$ はモータコイル $[i]$ に流れる電流を検出し、検出した電流を電圧に変換する。抵抗接続端子 $RNF[i]$ における電圧を検出電圧 $V_{RNF}[i]$ と称する。抵抗 $R[1]$ 及び $R[2]$ は同じ抵抗値（例えば $0.1\Omega \sim 0.3\Omega$ ）を有する（但し誤差は有り得る）。電流検出用抵抗 $R[i]$ により電流検出部が構成される。電流検出部は出力電流 $I_{OUT}[i]$ を検出して出力電流 $I_{OUT}[i]$ の検出結果を示す電流検出信号を生成する。出力電流 $I_{OUT}[i]$ が抵抗 $R[i]$ を流れている期間において、検出電圧 $V_{RNF}[i]$ は出力電流 $I_{OUT}[i]$ に比例した電圧値を持つため、電流検出信号として機能する。尚、電流検出用抵抗 $R[i]$ はモータドライバ 100 に内蔵されていても良い。この場合、電流検出部がモータドライバ 100 に内蔵されることになる。

[0024] 入力バッファ 111、トランスレータ 112 及び DAC 113 は、第 1 及び第 2 チャネルに兼用される回路である。

[0025] 入力バッファ 111 は、オペアンプによるボルテージフォロアであり、基準電圧入力端子 TM_{REF} に対して供給される基準電圧 V_{ref} を、低インピーダンスで DAC 113 に出力する。基準電圧 V_{ref} は正の直流電圧である。後述の説明から明らかとなるが、基準電圧 V_{ref} により出力電流 $I_{OUT}[1]$ 及び $I_{OUT}[2]$ の大きさの最大値が定まる。

[0026] トランスレータ 112 は制御端子群 TM_{CNT} に接続されて制御信号 CNT の入力を受ける。制御信号 CNT によりモータ 200 の駆動方式及び励磁モードやロータ 210 の回転方向が定められ、トランスレータ 112 は、制御信号 CNT に基づいて内部制御信号 $CNT_V[1]$ 、 $CNT_V[2]$ 、 $CNT_P[1]$ 及び $CNT_P[2]$ を生成及び出力する。各チャネルにおいて、内部制御

信号 $CNT_V [i]$ に応じて出力電流 $I_{OUT} [i]$ の大きさが制御され、内部制御信号 $CNT_P [i]$ に応じて出力電流 $I_{OUT} [i]$ の極性（出力論理）が制御される。

[0027] DAC 113 は、入力バッファ 111 を通じて供給された基準電圧 V_{REF} に基づき、“ $V_{REF} [1] = k_{DAC} [1] \times V_{REF}$ ” 及び “ $V_{REF} [2] = k_{DAC} [2] \times V_{REF}$ ” にて表される基準電圧 $V_{REF} [1]$ 及び $V_{REF} [2]$ を生成する。ここで、係数 $k_{DAC} [i]$ は内部制御信号 $CNT_V [i]$ にて定まる。例えば、内部制御信号 $CNT_V [i]$ は 2 ビットのデジタル信号であり、係数 $k_{DAC} [i]$ は、内部制御信号 $CNT_V [i]$ に応じて、“0”、“ $1/3$ ”、“ $2/3$ ”、“1” の何れかの値を選択的にとる。この際、2 ビットのデジタル／アナログ変換器により DAC 113 を構成できる。但し、DAC 113 のビット数は、これに限定されない。

[0028] 制御回路 120 [1] に対し、第 1 チャネル用の信号として、基準電圧 $V_{REF} [1]$ 、検出電圧 $V_{RNF} [1]$ 及び内部制御信号 $CNT_P [i]$ が入力される。制御回路 120 [2] に対し、第 2 チャネル用の信号として、基準電圧 $V_{REF} [2]$ 、検出電圧 $V_{RNF} [2]$ 及び内部制御信号 $CNT_P [2]$ が入力される。

[0029] 制御回路 120 [i] は、基準電圧 $V_{REF} [i]$ 、検出電圧 $V_{RNF} [i]$ 及び内部制御信号 $CNT_P [i]$ に基づき、出力電流 $I_{OUT} [i]$ が基準電圧 $V_{REF} [i]$ に応じた大きさを有し且つ出力電流 $I_{OUT} [i]$ の極性が内部制御信号 $CNT_P [i]$ に応じた極性を有するように、出力段回路 130 [i] を制御する。

[0030] 具体的には、制御回路 120 [i] において、コンパレータ 121 [i] の非反転入力端子に基準電圧 $V_{REF} [i]$ が入力され、コンパレータ 121 [i] の反転入力端子に検出電圧 $V_{RNF} [i]$ が入力される。コンパレータ 121 [i] は電圧 $V_{REF} [i]$ 及び $V_{RNF} [i]$ を比較し、比較結果を表す比較結果信号 $S_{CMP} [i]$ を制御ロジック 122 [i] に出力する。比較結果信号 $S_{CMP} [i]$ は、基準電圧 $V_{REF} [i]$ が検出電圧 $V_{RNF} [i]$ より高ければ

ハイレベルとなり、基準電圧 $V_{REF}[i]$ が検出電圧 $V_{RNF}[i]$ より低ければローレベルとなる。“ $V_{REF}[i] = V_{RNF}[1]$ ”のとき、比較結果信号 $S_{CMP}[i]$ はハイレベル又はローレベルとなる。

[0031] 制御ロジック122[i]は、比較結果信号 $S_{CMP}[i]$ 及び内部制御信号 $CNT_P[i]$ に基づいてフルブリッジ回路132[i]の各出力トランジスタのオン/オフ状態を指定するモータ駆動信号を生成し、生成したモータ駆動信号をプリドライバ131[i]に出力する。プリドライバ131[i]はモータ駆動信号に従ってフルブリッジ回路132[i]を形成する複数の出力トランジスタを個別にオン又はオフする。この際、制御ロジック122[i]は、出力電流 $I_{OUT}[i]$ が端子RNF[i]から抵抗 $R[i]$ を通じてグランドへと流れている期間における比較結果信号 $S_{CMP}[i]$ に基づいて、当該期間中の検出電圧 $V_{RNF}[i]$ が基準電圧 $V_{REF}[i]$ に近づくように（理想的には実質的に一致するように）、且つ、出力電流 $I_{OUT}[i]$ の極性が内部制御信号 $CNT_P[i]$ にて指定された極性と一致するように、モータ駆動信号を生成する。

[0032] このように、基準電圧 $V_{REF}[i]$ 及び内部制御信号 $CNT_P[i]$ により、モータコイル $L[i]$ に供給されるべき出力電流 $I_{OUT}[i]$ の目標を設定する電流設定信号（換言すれば電流指令信号）が形成される。検出電圧 $V_{RNF}[i]$ が基準電圧 $V_{REF}[i]$ に近づくように（理想的には実質的に一致するように）制御されるため、出力電流 $I_{OUT}[i]$ は基準電圧 $V_{REF}[i]$ に比例した大きさを持つ（但し、何らかの事情により当該制御に反した大きさを出力電流 $I_{OUT}[i]$ が持つこともある；詳細は後述）。つまり、基準電圧 $V_{REF}[i]$ により出力電流 $I_{OUT}[i]$ の大きさの目標が設定される。加えて、内部制御信号 $CNT_P[i]$ により出力電流 $I_{OUT}[i]$ の極性の目標が設定される。

[0033] フルブリッジ回路132[1]は、Pチャネル型のMOSFETとして構成された出力トランジスタM1[1]及びM2[1]と、Nチャネル型のMOSFETとして構成された出力トランジスタM3[1]及びM4[1]と

、から成る。フルブリッジ回路132 [2] は、Pチャネル型のMOSFETとして構成された出力トランジスタM1 [2] 及びM2 [2] と、Nチャネル型のMOSFETとして構成された出力トランジスタM3 [2] 及びM4 [2] と、から成る。Pチャネル型のMOSFETにはドレインからソースに向かう方向を順方向とする寄生ダイオードが付加され、Nチャネル型のMOSFETにはソースからドレインに向かう方向を順方向とする寄生ダイオードが付加されるが、図1では、各寄生ダイオードの図示を省略している。

[0034] フルブリッジ回路132 [i] において、出力トランジスタM1 [i] 及びM2 [i] の各ソースは電源端子VCC [i] に共通接続され、出力トランジスタM1 [i] 及びM2 [i] の各ソースに電源電圧VCCが加わる。フルブリッジ回路132 [i] において、出力トランジスタM1 [i] 及びM3 [i] の各ドレインは出力端子A_{OUT} [i] に共通接続され、出力トランジスタM2 [i] 及びM4 [i] の各ドレインは出力端子B_{OUT} [i] に共通接続され、出力トランジスタM3 [i] 及びM4 [i] の各ソースは抵抗接続端子RNF [i] に共通接続される。プリドライバ131 [i] は、制御ロジック122 [i] からのモータ駆動信号に従って出力トランジスタM1 [i] ~M4 [i] の各ゲート電位を制御することで、出力トランジスタM1 [i] ~M4 [i] を個別にオン又はオフとする。

[0035] 尚、ここでは、Pチャネル型のMOSFETとNチャネル型のMOSFETを用いてフルブリッジ回路132 [i] を構成する例を挙げたが、フルブリッジ回路132 [i] を構成する出力トランジスタを全てNチャネル型のMOSFETにしても良い。この際、必要な回路変更が実施される。また、MOSFETではなく、バイポーラトランジスタを用いてフルブリッジ回路132 [i] を構成するようにしても良い。

[0036] モータドライバ100は、制御信号CNTに応じて複数の励磁モードの何れかにてステッピングモータ200を駆動させることができる。上記複数の励磁モードには、ロータ210を電気角90° ずつステップ的に回転させる

フルステップ励磁モード、ロータ210を電気角45°ずつステップ的に回転させるハーフステップ励磁モード、及び、ロータ210を電気角22.5°ずつステップ的に回転させるクォータステップ励磁モードが含まれる。

[0037] 図3を参照し、フルステップ励磁モードを説明する。フルステップ励磁モードの一態様では、図3に示す如く、状態 ST_1 、 ST_2 、 ST_3 及び ST_4 が、この順番で実現される。更に、状態 ST_1 、 ST_2 、 ST_3 及び ST_4 の組が繰り返し実現される。従って、状態 ST_1 を起点にして考えると、状態 ST_1 、 ST_2 、 ST_3 及び ST_4 が、この順番で実現され、状態 ST_4 の後、状態 ST_1 が実現されて、再び、状態 ST_1 、 ST_2 、 ST_3 及び ST_4 が、この順番で実現される。

[0038] 出力電流 $I_{OUT}[i]$ の値の目標を目標電流値と称する。出力電流 $I_{OUT}[1]$ に対する目標電流値を記号“ $I_{TG}[1]$ ”で表し、出力電流 $I_{OUT}[2]$ に対する目標電流値を記号“ $I_{TG}[2]$ ”で表す。目標電流値 $I_{TG}[i]$ の大きさ（絶対値）は出力電流 $I_{OUT}[i]$ の大きさの目標（以下、目標大きさと称する）に相当し、基準電圧 $V_{REF}[i]$ で定まる。目標電流値 $I_{TG}[i]$ の極性は出力電流 $I_{OUT}[i]$ の極性の目標（以下、目標極性と称する）に相当し、内部制御信号 $CNT_P[i]$ で定まる。出力電流 $I_{OUT}[i]$ と同様に、目標電流値 $I_{TG}[i]$ は極性を有する。抵抗 $R[i]$ の抵抗値を記号“ $R[i]$ ”で表せば“ $|I_{TG}[i]| = V_{REF}[i] / R[i]$ ”である。フルステップ励磁モードにおいて、目標電流値 $I_{TG}[1]$ 及び $I_{TG}[2]$ の大きさ（絶対値）は共に所定の電流値 I_{REF} であり、一定である（ $I_{REF} > 0$ ）。故に、フルステップ励磁モードにおいて、基準電圧 $V_{REF}[1]$ 及び $V_{REF}[2]$ は一定電圧に固定される（例えば基準電圧 V_{ref} と同じ電圧に固定される）。電流値 I_{REF} は基準電圧 V_{ref} に比例した正の値を持つ。

[0039] 具体的には、

状態 ST_1 において $(I_{TG}[1], I_{TG}[2]) = (I_{REF}, I_{REF})$ 、

状態 ST_2 において $(I_{TG}[1], I_{TG}[2]) = (-I_{REF}, I_{REF})$ 、

状態 ST_3 において $(I_{TG}[1], I_{TG}[2]) = (-I_{REF}, -I_{REF})$ 、

且つ、

状態 ST_4 において $(I_{TG}[1], I_{TG}[2]) = (I_{REF}, -I_{REF})$ 、である。

故に、制御回路 $120[1]$ 及び $120[2]$ は、

状態 ST_1 において $(I_{OUT}[1], I_{OUT}[2]) = (I_{REF}, I_{REF})$ 、

状態 ST_2 において $(I_{OUT}[1], I_{OUT}[2]) = (-I_{REF}, I_{REF})$ 、

状態 ST_3 において $(I_{OUT}[1], I_{OUT}[2]) = (-I_{REF}, -I_{REF})$

、且つ、

状態 ST_4 において $(I_{OUT}[1], I_{OUT}[2]) = (I_{REF}, -I_{REF})$ と

なるように、基準電圧 $V_{REF}[1]$ 及び $V_{REF}[2]$ 、検出電圧 $V_{RNF}[1]$

及び $V_{RNF}[2]$ 並びに内部制御信号 $CNT_P[1]$ 及び $CNT_P[2]$ に基づ

き、出力段回路 $130[1]$ 及び $130[2]$ を制御する。

[0040] 図4は、フルステップ励磁モードにおける、電気角を単位としたステップモータ200のトルクベクトル図である。ベクトル VEC_1 、 VEC_2 、 VEC_3 、 VEC_4 は、夫々、状態 ST_1 、 ST_2 、 ST_3 、 ST_4 におけるトルクベクトルである。図3に示す如く状態 ST_1 、 ST_2 、 ST_3 、 ST_4 の組を繰り返し実現することによりロータ210は第1回転方向に電気角で 90° ずつステップ的に回転し、この際、電気角の変化量に応じた角度ずつロータ210の機械角がステップ的に第1回転方向に回転する。図3とは逆に、状態 ST_4 、 ST_3 、 ST_2 、 ST_1 の順番で各状態を実現することもでき、その場合、ロータ210は第1回転方向とは逆の第2回転方向に電気角で 90° ずつステップ的に回転し、この際、電気角の変化量に応じた角度ずつロータ210の機械角がステップ的に第2回転方向に回転する。

[0041] フルステップ励磁モードでは、上述したように、各チャンネルの目標電流値 $I_{TG}[i]$ が“ I_{REF} ”及び“ $-I_{REF}$ ”の2つの電流値間で切り替わる。ハーフステップ励磁モードやクォータステップ励磁モードにおける出力電流 $I_{OUT}[1]$ 及び $I_{OUT}[2]$ の制御方法は、フルステップ励磁モードにおけるそれと同様に公知であるため詳細な説明を割愛するが、ハーフステップ励磁モ

ードでは各チャネルの目標電流値 $I_{TG}[i]$ が “ I_{REF} ”、“0” 及び “ $-I_{REF}$ ” の計3つの電流値間で切り替わり、クォータステップ励磁モードでは各チャネルの目標電流値 $I_{TG}[i]$ が “ I_{REF} ”、“ $(2/3)I_{REF}$ ”、“ $(1/3)I_{REF}$ ”、“0” “ $-(1/3)I_{REF}$ ”、“ $-(2/3)I_{REF}$ ” 及び “ $-I_{REF}$ ” の計7つの電流値間で切り替わる。

[0042] モータドライバ100は、PWM定電流制御により出力電流 $I_{OUT}[i]$ の値を目標電流値 $I_{TG}[i]$ の近辺に保つ。PWMは“pulse width modulation”の略称である。

[0043] 図5を参照してPWM定電流制御を説明する。説明の具体化のため、今、“ $I_{TG}[i] > 0$ ”であって、正の出力電流 $I_{OUT}[i]$ が流れていることを想定する。

[0044] PWM定電流制御において、制御回路120[i]は、出力電流 $I_{OUT}[i]$ が抵抗 $R[i]$ に流れているときの検出電圧 $V_{RNF}[i]$ を参照し、“ $V_{REF}[i] > V_{RNF}[i]$ ”であれば検出電圧 $V_{RNF}[i]$ が基準電圧 $V_{REF}[i]$ に達するまで（即ち、出力電流 $I_{OUT}[i]$ の値が目標電流値 $I_{TG}[i]$ に達するまで）、第iチャネルの動作モードを給電モードとし、検出電圧 $V_{RNF}[i]$ が基準電圧 $V_{REF}[i]$ に達すると（即ち、出力電流 $I_{OUT}[i]$ の値が目標電流値 $I_{TG}[i]$ に達すると）第iチャネルの動作モードを給電モードから減衰モードに切り替える。減衰モードへの切り替え後、予め定められた減衰時間 T_{DECAY} が経過すると、第iチャネルの動作モードが減衰モードから給電モードに戻される。

[0045] 制御回路120[i]は、第iチャネルの動作モードが給電モードとなっている期間において、出力段回路130[i]を給電状態にして給電モード動作を実行し、第iチャネルの動作モードが減衰モードとなっている期間において、出力段回路130[i]が減衰状態にして減衰モード動作を実行する。給電状態及び給電モード動作は出力電流 $I_{OUT}[i]$ の大きさを増大させるための状態及び動作であり、減衰状態及び減衰モード動作は出力電流 $I_{OUT}[i]$ の大きさを減衰させるための状態及び動作である。互いに隣接して実

行される1つの給電モード動作と1つの減衰モード動作との組を単位動作と称する。PWM定電流制御では、単位動作が繰り返されることで、出力電流 $I_{OUT}[i]$ の大きさが絶対値 $|I_{TG}[i]|$ 以下で（即ち目標電流値 $|I_{TG}[i]|$ の大きさ以下で）目標電流値 $I_{TG}[i]$ 近辺に保たれる。

[0046] 減衰モードとしてスロー減衰モードとファスト減衰モードとがある。図6に給電モードからスロー減衰モードへの切り替わりの様子を示す。図7に給電モードからファスト減衰モードへの切り替わりの様子を示す。但し、図6及び図7では、“ $I_{TG}[i] > 0$ ”であることが想定されている。図6及び図7を参照し、“ $I_{TG}[i] > 0$ ”であるときの給電モード、スロー減衰モード及びファスト減衰モードを説明する。

[0047] 第 i チャネルにおいて、給電モードでは出力段回路130 [i] が給電状態とされる。出力段回路130 [i] が給電状態であるとはフルブリッジ回路132 [i] が給電状態にあることを意味する。図6及び図7において破線による矢印付き折れ線621は給電状態における出力電流 $I_{OUT}[i]$ の流れを表している。出力段回路130 [i] の給電状態では、出力トランジスタ $M1[i]$ 及び $M4[i]$ がオン状態とされ且つ出力トランジスタ $M2[i]$ 及び $M3[i]$ がオフ状態とされる。このため、第 i チャネルの給電モードでは、電源電圧 VCC が加わる端子から出力トランジスタ $M1[i]$ 、モータコイル $L[i]$ 、出力トランジスタ $M4[i]$ 及び抵抗 $R[i]$ を経由してグラウンドに向かう正の出力電流 $I_{OUT}[i]$ が流れ、出力電流 $I_{OUT}[i]$ の大きさは時間経過と共に増大してゆく。出力段回路130 [i] を給電状態にすることで実現される動作が給電モード動作に相当する。

[0048] 第 i チャネルにおいて、スロー減衰モードでは出力段回路130 [i] が減衰状態の一種であるスロー減衰状態とされる。出力段回路130 [i] がスロー減衰状態であるとはフルブリッジ回路132 [i] がスロー減衰状態にあることを意味する。図6において破線による矢印付き折れ線622はスロー減衰状態における出力電流 $I_{OUT}[i]$ の流れを表している。出力段回路130 [i] のスロー減衰状態では、出力トランジスタ $M3[i]$ 及び $M4$

[i] がオン状態とされ且つ出力トランジスタM1 [i] 及びM2 [i] がオフ状態とされる。このため、第 i チャンネルのスロー減衰モードでは、出力トランジスタM3 [i]、モータコイルL [i] 及び出力トランジスタM4 [i] を循環する経路にて正の出力電流 I_{OUT} [i] が流れ、出力電流 I_{OUT} [i] の大きさは時間経過と共に減少してゆく。出力段回路130 [i] をスロー減衰状態にすることで実現される動作は減衰モード動作の一種である。尚、第 i チャンネルのスロー減衰モードにおいて出力トランジスタM3 [i] がオフ状態とされていても良い。

[0049] 第 i チャンネルにおいて、ファスト減衰モードでは出力段回路130 [i] が減衰状態の一種であるファスト減衰状態とされる。出力段回路130 [i] がファスト減衰状態であるとはフルブリッジ回路132 [i] がファスト減衰状態にあることを意味する。図7において破線による矢印付き折れ線623はファスト減衰状態における出力電流 I_{OUT} [i] の流れを表している。出力段回路130 [i] のファスト減衰状態では、出力トランジスタM3 [i] がオン状態とされ且つ出力トランジスタM1 [i]、M2 [i] 及びM4 [i] がオフ状態とされる。このため、第 i チャンネルのファスト減衰モードでは、グランドから抵抗R [i]、出力トランジスタM3 [i]、モータコイルL [i] 及び出力トランジスタM2 [i]（出力トランジスタM2 [i] の寄生ダイオード）を經由して電源電圧VCCが加わる端子に向かう正の出力電流 I_{OUT} [i] が流れ、出力電流 I_{OUT} [i] の大きさは時間経過と共に減少してゆく。出力段回路130 [i] をファスト減衰状態にすることで実現される動作は減衰モード動作の一種である。尚、第 i チャンネルのファスト減衰モードにおいて出力トランジスタM2 [i] がオン状態とされても良いし、出力トランジスタM3 [i] がオフ状態とされていても良い。第 i チャンネルのファスト減衰モードにおいて、出力トランジスタM1 [i] ~ M4 [i] が全てオフ状態とされていても良い。また、特に図示しないが、給電状態からスロー減衰状態又はファスト減衰状態へ遷移させる際において、及び、その逆の遷移において、直列接続された出力トランジスタが同時にオ

ンとなることを確実に防止するためのデッドタイムが適宜挿入される。

[0050] スロー減衰モードとファスト減衰モードとを比較したとき、スロー減衰モードにおける出力電流 $I_{OUT} [i]$ の減衰率は、ファスト減衰モードにおける出力電流 $I_{OUT} [i]$ の減衰率よりも小さい。周知の如く、スロー減衰モード及びファスト減衰モードには夫々にメリット及びデメリットがある。各単位動作の減衰モード動作において、出力段回路 130 [i] の状態をスロー減衰状態とする期間と出力段回路 130 [i] の状態をファスト減衰状態とする期間とを混在させたミックス減衰モード動作が行われるようにしても良い。制御信号 CNT に含まれる減衰モード設定信号に基づき、減衰モード動作として、スロー減衰状態のみによるスロー減衰モード動作、ファスト減衰状態のみによるファスト減衰モード動作、及び、ミックス減衰モード動作の何れを用いるのかが設定される。“ $I_{TG} [i] > 0$ ”であるときの各モード動作を説明したが、“ $I_{TG} [i] < 0$ ”であるときも同様である。

[0051] 何れにせよ、第 i チャンネルの給電モード動作において、出力段回路 130 [i] は、出力電流 $I_{OUT} [i]$ の大きさを増大させるための電力供給をモータコイル L [i] に向けて行う給電状態とされ、第 i チャンネルの減衰モード動作において、出力段回路 130 [i] は、出力電流 $I_{OUT} [i]$ の大きさを減衰させるべく上記電力供給（出力電流 $I_{OUT} [i]$ の大きさを増大させるための電力供給）を停止する減衰状態とされる。

[0052] ステッピングモータ 200 では、ロータ 210 の回転を停止させてロータ 210 の角度を不変に保持する制御（以下、保持制御と称する）を行うことができる。ロータ 210 の角度とは、所定の固定軸から見たロータ 210 の電気角又は機械角を指す。ロータ 210 の電気角が不変に保持されるとき、当然、ロータ 210 の機械角も不変に保持される。保持制御は、目標電流値 $I_{TG} [1]$ 及び $I_{TG} [2]$ の夫々を一定に保ったまま各チャンネルで PWM 定電流制御を行うことに相当し、保持制御の実行主体は制御回路 120 [1] 及び 120 [2] である。但し、保持制御が行われていても、ロータ 210 に対し一定の大きさ以上の外力が付与されると、ロータ 210 が回転する。

本実施形態において、外力とは、制御回路120 [1] 及び120 [2] により保持制御が行われているときに保持制御に抗してロータ210を回転させる（即ちロータ210の電気角及び機械角を変化させる）力であって、ステッピングモータ200の外部（モータ駆動システムSYSの外部）から与えられる力を指す。例えば、コピー機又はプリンタにおける紙送り部の駆動にステッピングモータ200が用いられる場合において、コピー機又はプリンタのユーザが、紙送り部に挟まった紙を手で引っ張る力は、外力の一種である。

[0053] 外力の付与によりロータ210が回転した場合、モータ駆動システムSYSにて認識されるロータ210の電気角とロータ210の実際の機械角との間に不整合が生じ、以後の制御が不安定になることがある。また、外力の付与により構造的な故障又は劣化が発生することもあり得る。仮に、このような外力の付与有無を検出することができたならば、必要な対応を行うことが可能になるため利便性が高まると考えられる。これを考慮し、モータドライバ100には、上記外力の付与有無を検出するための外力検出部160が設けられている。

[0054] 図8を参照し、外力が付与されたときの出力電流の挙動について説明する。図8では、第1チャンネルが注目され、出力電流 $I_{OUT} [1]$ の波形が示されている。時間の進行につれて、タイミング t_{A1} 、 t_{A2} 、 t_{A3} が、この順番で訪れる。少なくともタイミング t_{A1} 及び t_{A3} 間において、“ $I_{TG} [1] = I_{REF}$ ”及び“ $I_{TG} [2] = I_{CONST}$ ”にて保持制御が行われている。 I_{CONST} は一定の電流値（例えば I_{REF} 又は $(-I_{REF})$ ）を表す。即ち、少なくともタイミング t_{A1} 及び t_{A3} 間において、目標電流値 $I_{TG} [1]$ を電流値 I_{REF} に保ち且つ目標電流値 $I_{TG} [2]$ を電流値 I_{CONST} に保つことでロータ210の角度を不変に保持する保持制御が行われている。図8の例では、タイミング t_{A1} 及び t_{A3} 間において原則は外力が付与されておらず、タイミング t_{A2} を中心とする微小な外力付与期間中においてのみ外力がロータ210に付与されて外力によりロータ210が回転する。

- [0055] 保持制御を実現するためのPWM定電流制御により、外力が付与されていない期間では、出力電流 $I_{OUT}[1]$ が目標電流値 $I_{TG}[1]$ 近辺に保たれる。但し、上記外力付与期間では、外力に基づくロータ210の回転によりステッピングモータ200が発電機として機能してステッピングモータ200にてエネルギーが発生し、発生したエネルギーにより出力電流 $I_{OUT}[1]$ が増大する。尚、図8では、外力付与に応答して出力電流 $I_{OUT}[1]$ が1つのピークを持つような波形例が示されているが、外力付与によるロータ210の回転に仕方によっては複数のピークが発生することもある。
- [0056] 図9に上記外力付与期間の一部の期間(t_{A21} から3単位動作分の期間)における出力電流 $I_{OUT}[1]$ の波形を示す。一般に、フルブリッジ回路を構成する各出力トランジスタの状態がオン及びオフ間で切り替わるとき、スパイクノイズが生じる。このスパイクノイズの影響をPWM定電流制御において抑制すべく、各チャネルにおいて、減衰状態から給電状態に切り替わった後、所定の強制給電時間 T_{FORCE} (最小オン時間)分は、出力段回路が強制的に給電状態とされる。強制的に給電状態とされることを強制給電と称する。
- [0057] 第 i チャネルに注目して強制給電に関わる動作を説明する。第 i チャネルにおいて、強制給電では、検出電圧 $V_{RNF}[i]$ に依らず(即ち基準電圧 $V_{REF}[i]$ 及び検出電圧 $V_{RNF}[i]$ 間の高低関係に依らず)出力段回路130 $[i]$ が給電状態とされて上述の給電モード動作が実行される。そして、第 i チャネルにおいて、給電モード動作を開始してから強制給電時間 T_{FORCE} が経過した後に、出力電流 $I_{OUT}[i]$ の大きさが目標電流値 $I_{TG}[i]$ の大きさ以上となっていることがコンパレータ121 $[i]$ により検出されると(即ち比較結果信号 $S_{CMP}[i]$ がローレベルであると)給電モードから減衰モードに切り替えられて、所定の減衰時間 T_{DECAY} 分、減衰モード動作を実行する。減衰時間 T_{DECAY} 分だけ減衰モード動作が実行されると、再び給電モード動作が開始され、少なくとも強制給電時間 T_{FORCE} は給電モード動作が実行される。図9では、タイミング t_{A22} 及び t_{A23} 間の期間と、タイミング t_{A24} 及び t_{A25} 間の期間とにおいて強制給電が行われている。本来、強制給電中に

出力電流 $I_{OUT}[i]$ の大きさが目標電流値 $I_{TG}[i]$ の大きさを越えることが無い程度に、強制給電時間 T_{FORCE} は微小な時間に設定されている。

[0058] 但し、“ $I_{TG}[1] = I_{REF}$ ” であるときの第1チャンネルに注目した図9では、タイミング t_{A22} 以降において外力の付与により出力電流 $I_{OUT}[1]$ が嵩上げされて目標電流値 $I_{TG}[1]$ (ここでは I_{REF}) を超えて上昇している。図9の例では、タイミング t_{A22} 以降の減衰モード中に出力電流 $I_{OUT}[1]$ が減少しているが、外力に基づくロータ210の回転の状態によっては、減衰モードにおいてさえも、出力電流 $I_{OUT}[1]$ が上昇することもある。このように、出力電流 $I_{OUT}[1]$ の大きさが目標電流値 $I_{TG}[1]$ の大きさ(ここでは I_{REF}) を上回る現象を、電流盛り上がり現象と称する。本実施形態で注目する電流盛り上がり現象は、保持制御が行われているときに外力の付与に基づき生じるものである。外力に基づく電流盛り上がり現象は、減衰モードとして、スロー減衰モード、ファスト減衰モード及びミックス減衰モードの何れが用いられた場合でも発生しうる。

[0059] 目標電流値 $I_{TG}[1]$ が正である時に注目したが、電流盛り上がり現象は、目標電流値 $I_{TG}[1]$ が負である時にも同様に発生しうる。つまり、電流盛り上がり現象は、出力電流 $I_{OUT}[1]$ の大きさが、保持制御に抗し、目標電流値 $I_{TG}[1]$ の大きさ(目標大きさである $|I_{REF}|$) を超えて上昇する現象である。第1チャンネルに注目したが、電流盛り上がり現象は、第1及び第2チャンネルの夫々において発生しうる。

[0060] 図1に示される外力検出部160は、出力電流 $I_{OUT}[i]$ の波形において所定の電流盛り上がり判定条件を満たす電流波形である特定電流波形の発生有無を検出できる。この際、外力検出部160は、保持制御が行われているときに、保持制御に抗して出力電流 $I_{OUT}[i]$ の大きさが目標大きさ(例えば I_{REF}) を超えて上昇する波形(図8のタイミング t_{A2} 近辺の波形に対応)を、上記特定電流波形として検出する。ここでの特定電流波形は、外力に基づく電流盛り上がり現象による電流波形であり、外力検出部160は、特定電流波形の発生が検出されたとき、外力の付与有りと判断する。つまり、外

力検出部160は、特定電流波形の発生有無の検出を通じて外力の付与有無を検出できる。特定電流波形の発生が検出されることと、外力の付与が有ると検出されること（換言すれば外力の付与有りと判断される）ことは、等価であると考えて良い。微小な盛り上がりによる電流波形を特定電流波形として検出することを防止すべく、電流盛り上がり判定条件が設定される。後述の任意の実施例において、特定電流波形と判断される電流波形（即ち外力の付与有りと判断される電流波形）は電流盛り上がり判定条件を満たしている。外力検出部160は、出力電流 $I_{OUT}[1]$ 及び $I_{OUT}[2]$ の少なくとも一方の波形において特定電流波形の発生が検出されたとき、外力の付与有りと判断し、自身が管理するフラグFLG（不図示）に“1”を代入する。フラグFLGの初期値は“0”であり、特定電流波形が発生していると判断されない限り（即ち外力が付与されていると判断されない限り）、フラグFLGの値は“0”に維持される。

[0061] フラグFLGに“1”が代入されると、外力検出部160は、外力付与が検出されたことを示す所定の検知信号をMPU300に送信することができる。外力検出部160は、フラグFLGに“1”が代入されているときMPU300から所定の要求信号を受信したことに応答して上記検知信号を送信しても良いし、要求信号の受信等を必要とすることなくフラグFLGに“1”が代入されたことを契機に上記検知信号を送信しても良い。検知信号の送信後、フラグFLGに“0”が代入されても良いし、フラグFLGの値が“1”にラッチされても良い。

[0062] 外力検出部160を設けておくことにより、システム側で意図していない外力によるロータ210の回転をモータドライバ100及びモータ駆動システムSYS内で認知することが可能となり、必要な対応をとることが可能となる。例えば、上述したような紙送り部に関する外力の付与に対してはユーザへ警告を出したり、所定のエラー処理を行うといったことが可能となる。これは、モータ駆動システムSYSを組み込んだ装置の安定性につながる。

[0063] また、外力の付与が検出されたとき、その後の任意のタイミングにおいて

、制御回路120[1]及び120[2]が所定の初期化処理を実行する、といったことも可能である。これにより外力が付与された後のステッピングモータ200の安定駆動が担保される。初期化処理はロータ210の電気角を所定の初期角度に設定するための処理であり、モータドライバ100の起動時に実行されるものと同じであって良い。

[0064] 以下、複数の実施例の中で、モータドライバ100（特に外力検出部160）の具体的な動作例、応用技術及び変形技術等を説明する。本実施形態にて上述した事項は、特に記述無き限り且つ矛盾無き限り、以下の各実施例に適用され、各実施例において、上述した事項と矛盾する事項については各実施例での記載が優先されて良い。また矛盾無き限り、以下に示す複数の実施例の内、任意の実施例に記載した事項を、他の任意の実施例に適用することもできる（即ち複数の実施例の内の任意の2以上の実施例を組み合わせることも可能である）。

[0065] <<第1実施例>>

第1実施例を説明する。第1実施例に係る外力検出部160は、第1検出方法を用いて外力の付与有無（特定電流波形の発生有無）を検出する。図10は第1検出方法を説明するための模式図である。

[0066] 説明の具体化のため、“ $I_{TG}[1] = I_{REF}$ ”及び“ $I_{TG}[2] = I_{CONST}$ ”にて保持制御が行われていることを想定し、第1チャンネルに注目して第1検出方法を説明する。外力検出部160は、保持制御が行われる期間中の任意の期間を検出対象期間に設定することができる（後述の他の任意の実施例でも同様）。検出対象期間では、保持制御におけるPWM定電流制御により、“ $I_{OUT}[1] = I_{REF}$ ”及び“ $I_{OUT}[2] = I_{CONST}$ ”の達成を目標として、上述の単位動作が繰り返し実行される。

[0067] 外力検出部160は、検出対象期間において、単位動作ごとに、出力段回路130[1]が給電状態とされる時間を出力オン時間として検出する。検出対象期間に属する複数の単位動作の内、第j番目の単位動作における出力オン時間を記号“ $T_{ON}[j]$ ”で表す。jは任意の整数を表す。

[0068] 例えば、外力検出部160は、出力トランジスタM1 [1] ~M4 [1] のゲート電圧に基づいて出力オン時間 $T_{ON} [j]$ を検出して良い。この場合、外力検出部160は、各単位動作において、出力トランジスタM1 [1] のゲート電圧がローレベルであって且つ出力トランジスタM4 [1] のゲート電圧がハイレベルとなる期間の時間長さを出力オン時間として検出する。Pチャンネル型MOSFETとして構成された出力トランジスタM1 [1] 及びM2 [1] の夫々については、出力トランジスタのゲート電圧がローレベルであるときに当該出力トランジスタがオン状態となり、出力トランジスタのゲート電圧がハイレベルであるときに当該出力トランジスタがオフ状態となる。Nチャンネル型MOSFETとして構成された出力トランジスタM3 [1] 及びM4 [1] の夫々については、出力トランジスタのゲート電圧がハイレベルであるときに当該出力トランジスタがオン状態となり、出力トランジスタのゲート電圧がローレベルであるときに当該出力トランジスタがオフ状態となる。

[0069] 或いは例えば、外力検出部160は、出力トランジスタM1 [1] ~M4 [1] のオン/オフ状態を指定するために制御ロジック122 [1] からプリドライバ131 [1] に供給されるモータ駆動信号に基づいて、出力オン時間 $T_{ON} [j]$ を検出しても良い。更に或いは例えば、外力検出部160は、出力端子A_{OUT} [1] の電圧に基づいて出力オン時間 $T_{ON} [j]$ を検出しても良い。

[0070] 外力検出部160は、検出対象期間において、検出済みの1以上の出力オン時間に基づいて参照オン時間 T_{ONREF} を設定する。例えば、最新の出力オン時間として出力オン時間 $T_{ON} [j]$ が得られたとき、出力オン時間 $T_{ON} [j]$ そのものを参照オン時間 T_{ONREF} として設定する、或いは、計q個の出力オン時間 $T_{ON} [j - q + 1]$ 、 $T_{ON} [j - q + 2]$ 、 \dots 、 $T_{ON} [j - 1]$ 及び $T_{ON} [j]$ の単純移動平均又は加重移動平均を参照オン時間 T_{ONREF} として設定する。ここで、qは2以上の任意の整数である。

[0071] 図11に示す如く、検出対象期間は、基準期間（第1期間）と基準期間よ

りも後の評価期間（第2期間）とを含む。外力検出部160は、検出対象期間に属する基準期間中の1以上の出力オン時間に基づいて参照オン時間 T_{ONREF} を設定する。その後、評価期間において外力の付与有無が検出される。外力検出部160は、保持制御が行われている期間内において、任意の期間を基準期間に設定できると共に、基準期間後の任意の期間を評価期間に設定できる。ここで、基準期間において外力の付与は無いと仮定する。

[0072] 第1検出方法に係る外力検出部160は、検出対象期間において、出力段回路130[1]によるモータコイルL[1]への電力供給状態に基づき外力の付与有無（特定電流波形の発生有無）を検出する。この際、モータコイルL[1]への電力供給状態を示す指標として、出力段回路130[1]が給電状態となることで出力段回路130[1]からモータコイルL[1]に電力供給が行われる時間、即ち、出力オン時間を利用する。つまり、第1検出方法に係る外力検出部160は、検出対象期間において、出力オン時間の変化に基づき外力の付与有無を検出する。より具体的には、第1検出方法に係る外力検出部160は、評価期間中に順次検出される出力オン時間を参照オン時間 T_{ONREF} と比較することで、評価期間中における外力の付与有無を検出する。

[0073] 例えば以下のようにすれば良い。今、評価期間中の1つの出力オン時間を評価オン時間と称する。参照オン時間 T_{ONREF} よりも評価オン時間の方が短いことを前提条件 CND_{1A} として満たした上で、以下の条件 CND_{1B} 又は条件 CND_{1C} を満たすとき、外力検出部160は、評価期間中に外力の付与有りと判断する。条件 CND_{1B} は、参照オン時間 T_{ONREF} と評価オン時間との差分絶対値が所定の差分閾値 $DIFF_{TH1}$ 以上であるという条件である。条件 CND_{1C} は、参照オン時間 T_{ONREF} に対する評価オン時間の比が所定の比閾値 $RATIO_{TH1}$ 以下であるという条件である。

[0074] 従って評価オン時間が出力オン時間 $T_{ON}[n]$ である場合（ n は任意の整数）、

“ $T_{ONREF} > T_{ON}[n]$ ” ならば前提条件 CND_{1A} が満たされ、

“ $|T_{ONREF} - T_{ON}[n]| \geq DIF_{TH1}$ ” ならば条件 CND_{1B} が満たされ、
 “ $T_{ON}[n] / T_{ONREF} \leq RATIO_{TH1}$ ” ならば条件 CND_{1C} が満たされる。

差分閾値 DIF_{TH1} は時間を単位とした所定の正の値を持つ。比閾値 $RATIO_{TH1}$ は無次元量であって、1未満の所定の正の値（例えば0.5）を持つ。

[0075] 外力検出部160は、評価期間中の連続する複数の出力オン時間を複数の評価オン時間として取り扱い、複数の評価オン時間の夫々が前提条件 CND_{1A} を満たし且つ条件 CND_{1B} 又は条件 CND_{1C} を満たす場合に限り、評価期間中に外力の付与有りと判断するようにしても良い。

[0076] 評価期間中に外力の付与によりロータ210が回転した場合、評価期間中の出力オン時間は基準期間中の出力オン時間よりも短くなると期待される。このため、上述の各条件の成否判定により外力の付与有無を精度良く検出することが可能である。

[0077] 尚、第1チャンネルについて“ $I_{TG}[1] = I_{REF}$ ”とされる保持制御に注目して第1検出方法を説明したが、それ以外の条件の保持制御（例えば“ $I_{TG}[1] = -I_{REF}$ ”とされる保持制御）においても第1検出方法を同様に適用でき、また第2チャンネルに対しても第1検出方法を同様に適用できる。

[0078] <<第2実施例>>

第2実施例を説明する。第2実施例に係る外力検出部160は、第2検出方法を用いて外力の付与有無（特定電流波形の発生有無）を検出する。第2実施例においても、説明の具体化のため、“ $I_{TG}[1] = I_{REF}$ ”及び“ $I_{TG}[2] = I_{CONST}$ ”にて保持制御が行われていることを想定する。そして、第1実施例で述べた検出対象期間（図10参照）に注目する。図12は第2検出方法を説明するための模式図である。

[0079] 第2検出方法に係る外力検出部160は、保持制御が実行される検出対象期間において、出力電流 $I_{OUT}[1]$ の目標大きさよりも大きな電流閾値 I_{TH}

I_{TH2} を設定し、電流閾値 I_{TH2} と出力電流 $I_{OUT}[1]$ の大きさとの比較に基づき、外力の付与有無（特定電流波形の発生有無）を検出する。

[0080] 上述したように、出力電流 $I_{OUT}[1]$ の目標大きさは、出力電流 $I_{OUT}[1]$ の大きさの目標であって、目標電流値 $I_{TG}[1]$ の大きさ（絶対値 $|I_{TG}[1]|$ ）を指す。ここでは“ $I_{TG}[1] > 0$ ”を想定しているため、目標電流値 $I_{TG}[i]$ よりも大きな電流閾値 I_{TH2} を設定すれば良い。目標電流値 $I_{TG}[1]$ が負となりうることをも考慮すれば、電流閾値 I_{TH2} を下記式（2A）又は式（2B）に従って設定すれば良い。ここで、 Δ_2 は正の所定値を持つ。 k_2 は1より大きな所定値（例えば1.1）を持つ。

$$I_{TH2} = |I_{TG}[1]| + \Delta_2 \quad \dots (2A)$$

$$I_{TH2} = |I_{TG}[1]| \times k_2 \quad \dots (2B)$$

[0081] 第2検出方法に係る外力検出部160は、検出対象期間において、電流閾値 I_{TH2} 以上の大きさを持つ出力電流 $I_{OUT}[1]$ が検出されたとき、外力の付与有りと判断する。外力検出部160は、検出対象期間中の任意のサンプリングタイミングで出力電流 $I_{OUT}[1]$ を検出して良い。例えば、検出対象期間中の各単位動作において給電モード動作の終了直前の出力電流 $I_{OUT}[1]$ をサンプリングして検出し、検出された出力電流 $I_{OUT}[1]$ の大きさが電流閾値 I_{TH2} 以上であるとき、外力の付与有りと判断することができる。連続する複数の単位動作の夫々にて出力電流 $I_{OUT}[1]$ をサンプリングし、その複数の単位動作にてサンプリングされた複数の出力電流 $I_{OUT}[1]$ の大きさが全て電流閾値 I_{TH2} 以上であるときに限って、外力の付与有りと判断するようにしても良い。

[0082] 外力検出部160は出力電流 $I_{OUT}[1]$ の検出結果を示す信号を受ける。出力電流 $I_{OUT}[1]$ の検出結果を示す信号は、抵抗 $R[1]$ を用いて得られる検出電圧 $V_{RNF}[1]$ であっても良いし、抵抗 $R[1]$ 以外の電流センサを用いて得られる信号であっても良い。抵抗 $R[1]$ 以外の電流センサは、出力電流 $I_{OUT}[1]$ が流れる箇所又は出力電流 $I_{OUT}[1]$ が比例する流れる箇所に設置され、当該電流センサの検出結果に基づいて、出力電流 $I_{OUT}[1]$

] が検出（出力電流 $I_{OUT} [1]$ の大きさの検出を含む）される。

[0083] 尚、第1チャネルについて“ $I_{TG} [1] = I_{REF}$ ”とされる保持制御に注目して第2検出方法を説明したが、それ以外の条件の保持制御（例えば“ $I_{TG} [1] = -I_{REF}$ ”とされる保持制御）においても第2検出方法を同様に適用でき、また第2チャネルに対しても第2検出方法を同様に適用できる。

[0084] <<第3実施例>>

第3実施例を説明する。第3実施例に係る外力検出部160は、第3検出方法を用いて外力の付与有無（特定電流波形の発生有無）を検出する。第3実施例においても、説明の具体化のため、“ $I_{TG} [1] = I_{REF}$ ”及び“ $I_{TG} [2] = I_{CONST}$ ”にて保持制御が行われていることを想定する。そして、第1実施例で述べた検出対象期間（図10参照）に注目する。図13は第3検出方法を説明するための模式図である。

[0085] 第3検出方法に係る外力検出部160は、保持制御が実行される検出対象期間において、出力段回路130[1]が給電状態にあるときの出力電流 $I_{OUT} [1]$ の大きさの増加の傾きに基づき、外力の付与有無（特定電流波形の発生有無）を検出する。“ $I_{OUT} [1] > 0$ ”であるときにおいては、出力電流 $I_{OUT} [1]$ の大きさの増加は出力電流 $I_{OUT} [1]$ の増加と等価である。以下、出力電流 $I_{OUT} [1]$ の大きさの増加の傾きを電流傾きSLPと称する。

[0086] 外力検出部160は、検出対象期間において、単位動作ごとに、出力段回路130[1]が給電状態にあるときの出力電流 $I_{OUT} [1]$ の電流傾きSLPを検出する。検出対象期間に属する複数の単位動作の内、第j番目の単位動作における出力電流 $I_{OUT} [1]$ の電流傾きSLPを特に記号“SLP[j]”で表す。jは任意の整数を表す。

[0087] 外力検出部160は電流傾きSLPを検出するために出力電流 $I_{OUT} [1]$ の検出結果を示す信号を受ける。出力電流 $I_{OUT} [1]$ の検出結果を示す信号は、第2実施例で示したように、抵抗R[1]を用いて得られる検出電圧 $V_{RNF} [1]$ であっても良いし、抵抗R[1]以外の電流センサを用いて得られ

る信号であっても良い。第 j 番目の単位動作に関しては、給電モード動作の開始タイミングにおける出力電流 $I_{OUT}[1]$ の検出値と給電モード動作の終了タイミングにおける出力電流 $I_{OUT}[1]$ の検出値との差の絶対値を、給電モード動作の実行時間で除することで、電流傾き $SLP[j]$ が求まる。

[0088] 第3検出方法に係る外力検出部160は、検出対象期間において、所定の傾き閾値 SLP_{TH3} 以上の電流傾き $SLP[j]$ が検出されたとき、外力の付与有りとは判断する。つまり、検出対象期間中の第 j 番目の単位動作について取得された電流傾き $SLP[j]$ が所定の傾き閾値 SLP_{TH3} 以上であれば外力の付与有りとは判断することができる。連続して検出された複数の電流傾き（例えば電流傾き $SLP[n]$ 、 $SLP[n+1]$ 及び $SLP[n+2]$ ）が全て傾き閾値 SLP_{TH3} 以上であるときに限って、外力の付与有りとは判断するようにしても良い。

[0089] 検出対象期間中に外力の付与にてロータ210が回転した場合、上記電流傾き SLP は大きくなると期待されるため、上述の方法にて外力の付与有無を検出することが可能である。

[0090] 或いは、第3検出方法において、図11に示す如く基準期間及び評価期間を設定し、基準期間中の電流傾き SLP と評価期間中の電流傾き SLP との比較を通じて、外力の付与有無（特定電流波形の発生有無）を検出するようにしても良い。これを、変形された第3検出方法として説明する。基準期間及び評価期間の意義は第1実施例で述べた通りである。

[0091] 外力検出部160は、基準期間にて検出された1以上の電流傾き SLP に基づいて参照傾き SLP_{REF} を設定する。例えば、最新の電流傾き SLP として電流傾き $SLP[j]$ が得られたとき、電流傾き $SLP[j]$ そのものを参照傾き SLP_{REF} として設定する、或いは、計 q 個の電流傾き $SLP[j-q+1]$ 、 $SLP[j-q+2]$ 、 \dots 、 $SLP[j-1]$ 及び $SLP[j]$ の単純移動平均又は加重移動平均を参照傾き SLP_{REF} として設定する。ここで、 q は2以上の任意の整数である。

[0092] 変形された第3検出方法に係る外力検出部160は、検出対象期間におい

て電流傾き SLP の変化に基づき外力の付与有無（特定電流波形の発生有無）を検出する。より具体的には、変形された第3検出方法に係る外力検出部160は、評価期間中に順次検出される電流傾き SLP を参照傾き SLP_{REF} と比較することで、評価期間中における外力の付与有無（特定電流波形の発生有無）を検出する。

[0093] 例えば以下のようにすれば良い。今、評価期間中の1つの電流傾き SLP を評価傾きと称する。参照傾き SLP_{REF} よりも評価傾きの方が大きいことを前提条件 CND_{3A} として満たした上で、以下の条件 CND_{3B} 又は条件 CND_{3C} を満たすとき、外力検出部160は、評価期間中に外力の付与有りと判断する。条件 CND_{3B} は、参照傾き SLP_{REF} と評価傾きとの差分絶対値が所定の差分閾値 $DIFF_{TH3}$ 以上であるという条件である。条件 CND_{3C} は、参照傾き SLP_{REF} に対する評価傾きの比が所定の比閾値 $RATIO_{TH3}$ 以上であるという条件である。

[0094] 従って評価傾きが電流傾き $SLP[n]$ である場合（ n は任意の整数）、
 “ $SLP_{REF} < SLP[n]$ ” ならば前提条件 CND_{3A} が満たされ、
 “ $|SLP[n] - SLP_{REF}| \geq DIFF_{TH3}$ ” ならば条件 CND_{3B} が満たされ、
 “ $SLP[n] / SLP_{REF} \geq RATIO_{TH3}$ ” ならば条件 CND_{3C} が満たされる。

差分閾値 $DIFF_{TH3}$ は所定の正の値を持つ。比閾値 $RATIO_{TH3}$ は1より大きな所定の正の値（例えば2）を持つ。

[0095] 外力検出部160は、評価期間中の連続する複数の電流傾き SLP を複数の評価傾きとして取り扱い、複数の評価傾きの夫々が前提条件 CND_{3A} を満たし且つ条件 CND_{3B} 又は条件 CND_{3C} を満たす場合に限り、評価期間中に外力の付与有りと判断するようにしても良い。

[0096] 尚、第1チャンネルについて “ $I_{TG}[1] = I_{REF}$ ” とされる保持制御に注目して第3検出方法を説明したが、それ以外の条件の保持制御（例えば “ $I_{TG}[1] = -I_{REF}$ ” とされる保持制御）においても第3検出方法を同様に適

用でき、また第2チャネルに対しても第3検出方法を同様に適用できる。

[0097] <<第4実施例>>

第4実施例を説明する。モータドライバ100には、ハーフブリッジ回路132[1]及び132[2]を構成する複数の出力トランジスタに流れる電流を個別に検出するためのTR電流検出部が設けられている。図14に、第iチャネルのハーフブリッジ回路132[i]に対して設けられるTR電流検出部をハーフブリッジ回路132[i]と共に示す。尚、図14では各トランジスタの寄生ダイオードの図示を省略している。

[0098] ハーフブリッジ回路132[i]に対するTR電流検出部は、出力トランジスタM1[i]に対応するセンストランジスタSM1[i]及びセンス抵抗R1[i]と、出力トランジスタM2[i]に対応するセンストランジスタSM2[i]及びセンス抵抗R2[i]と、出力トランジスタM3[i]に対応するセンストランジスタSM3[i]及びセンス抵抗R3[i]と、出力トランジスタM4[i]に対応するセンストランジスタSM4[i]及びセンス抵抗R4[i]と、を備える。センストランジスタSM1[i]及びSM2[i]は出力トランジスタM1[i]及びM2[i]にあわせてPチャネル型のMOSFETとして構成され、センストランジスタSM3[i]及びSM4[i]は出力トランジスタM3[i]及びM4[i]にあわせてNチャネル型のMOSFETとして構成される。

[0099] トランジスタSM1[i]及びM1[i]においてソース同士が共通接続され且つゲート同士が共通接続される。同様に、トランジスタSM2[i]及びM2[i]においてソース同士が共通接続され且つゲート同士が共通接続される。同様に、トランジスタSM3[i]及びM3[i]においてソース同士が共通接続され且つゲート同士が共通接続される。同様に、トランジスタSM4[i]及びM4[i]においてソース同士が共通接続され且つゲート同士が共通接続される。

[0100] センストランジスタSM1[i]のドレインはセンス抵抗R1[i]を介して出力トランジスタM1[i]のドレインに接続される。センストランジ

スタSM2 [i] のドレインはセンス抵抗R2 [i] を介して出力トランジスタM2 [i] のドレインに接続される。センストランジスタSM3 [i] のドレインはセンス抵抗R3 [i] を介して出力トランジスタM3 [i] のドレインに接続される。センストランジスタSM4 [i] のドレインはセンス抵抗R4 [i] を介して出力トランジスタM4 [i] のドレインに接続される。

[0101] 或る出力トランジスタに流れるドレイン電流と当該出力トランジスタに対応するセンストランジスタに流れるドレイン電流との比が所定の比（例えば100 : 1）となるように、出力トランジスタ及びセンストランジスタ間のソース面積比が設定されている。このため、TR電流検出部は、センス抵抗R1 [i]、R2 [i]、R3 [i]、R4 [i] の電圧降下を検出することで、出力トランジスタM1 [i]、M2 [i]、M3 [i]、M4 [i] に流れる電流を検出できる。出力トランジスタM1 [i]、M2 [i]、M3 [i]、M4 [i] に流れる電流を、夫々、電流I1 [i]、I2 [i]、I3 [i]、I4 [i] で表す。

[0102] 尚、第1チャンネルに対するTR電流検出部は、第2実施例及び第3実施例で述べた抵抗R [1] 以外の電流センサの例である。第2チャンネルについても同様である。

[0103] 出力電流I_{OUT} [i] は、出力トランジスタM1 [i] ~M4 [i] の内の何れか2つを通じて流れるため、外力検出部160は、出力トランジスタM1 [i] ~M4 [i] の各ゲート電圧と（即ち出力トランジスタM1 [i] ~M4 [i] のオン、オフ状態と）、電流I1 [i] ~I4 [i] とに基づき、出力電流I_{OUT} [i] を認識可能である。また、出力トランジスタM1 [i] ~M4 [i] に流れる電流の検出結果（即ちセンス抵抗R1 [i] ~R4 [i] での電圧降下）から、外力検出部160は、出力電流I_{OUT} [i] に応じた出力トランジスタM1 [i] ~M4 [i] の電流波形を取得することができる。出力トランジスタM1 [i] ~M4 [i] の電流波形は電流I1 [i] ~電流I4 [i] の波形に相当する。

[0104] 他方、詳細な波形は図示しないが、外力の付与時には外力の非付与時には見られない特徴的な電流波形が、出力トランジスタM1 [i] ~M4 [i] の電流波形に生じる。このため、第4実施例に係る第4検出方法では、以下のようにして外力の付与有無（特定電流波形の発生有無）を検出できる。

[0105] 例えば、“ $I_{TG} [1] = I_{REF}$ ”での保持制御の実行中に外力付与によりロータ210が回転したときに観測されるであろう出力トランジスタM1 [1] ~M4 [1] の電流波形を、実験等を適宜介し、モータドライバ100の設計段階において取得する。ここで取得された電流波形を参照電流波形（所定の電流波形）に設定し、参照電流波形を示す波形情報を外力検出部160内の不揮発性メモリ（不図示）に保存しておく。その後、モータドライバ100がモータ駆動システムSYSに組み込まれて実稼働する際、外力検出部160は、上述の対象検出期間において（図10参照）、出力トランジスタM1 [1] ~M4 [1] の電流波形（電流I1 [1] ~I4 [1] の検出結果）を不揮発性メモリ内の波形情報に基づき参照電流波形と比較し、両波形の類似性に基づき外力の付与有無（特定電流波形の発生有無）を検出できる。波形間の類似性の評価方法として公知の任意の方法を利用できる。対象検出期間に取得される出力トランジスタM1 [1] ~M4 [1] の電流波形と、参照電流波形との間の類似度が所定閾値以上であるとき、外力の付与有りと判断できる。

[0106] 尚、第1チャンネルについて“ $I_{TG} [1] = I_{REF}$ ”とされる保持制御に注目して第4検出方法を説明したが、それ以外の条件の保持制御（例えば“ $I_{TG} [1] = -I_{REF}$ ”とされる保持制御）においても第4検出方法を同様に適用でき、また第2チャンネルに対しても第4検出方法を同様に適用できる。

[0107] モータドライバ100には過電流保護回路（不図示）が設けられている。過電流保護回路は、所定の過電流保護閾値以上の大きさを持つ出力電流I_{OUT} [i] が流れていることを検知すると、第iチャンネルが過電流状態にあると判断する。第iチャンネルが過電流状態にあると判断すると、過電流保護回路は、第iチャンネルの全出力トランジスタ（M1 [i] ~M4 [i]）をオフ

状態とし、それらのオフ状態をラッチ（保持）する、或いは、第1及び第2チャンネルの全出力トランジスタ（M1 [1] ~ M4 [1] 及びM1 [2] ~ M4 [2]）をオフ状態とし、それらのオフ状態をラッチ（保持）する。過電流保護回路は、上記TR電流検出部による電流 $I_1 [i] \sim I_4 [i]$ の検出結果に基づいて、過電流保護閾値と比較すべき出力電流 $I_{OUT} [i]$ の大きさを検知することができる。即ち、過電流保護回路は、センス抵抗 $R_1 [i] \sim R_4 [i]$ の電圧降下に基づき検出される電流 $I_1 [i] \sim I_4 [i]$ の大きさの何れかを出力電流 $I_{OUT} [i]$ の大きさとして参照して、参照した出力電流 $I_{OUT} [i]$ の大きさを過電流保護閾値と比較することができる。この過電流保護閾値は第2実施例で述べた電流閾値 I_{TH2} （図12参照）よりも大きい。即ち、外力検出部160は、過電流保護の対象には至らない程度の出力電流 $I_{OUT} [i]$ の盛り上がりを検知することで外力の付与を検知する。

[0108] <<第5実施例>>

第5実施例を説明する。

[0109] 本実施形態に係るモータ駆動システムSYS及びモータドライバ100は、例えば、コピー機若しくはプリンタにおける紙送り部、又は、スキャナの読み取り部に適用可能である他、ステッピングモータを利用する任意の装置に適用できる。

[0110] 任意の信号又は電圧に関して、上述の主旨を損なわない形で、それらのハイレベルとローレベルの関係を逆にしても良い。

[0111] 本開示に係るドライバ装置は、コイルへの電圧印加により前記コイルに出力電流を供給する出力段回路と、前記出力段回路を制御する制御回路と、を備え、前記出力電流の供給による発生磁力を用いて可動部を運動させるドライバ装置であって、前記制御回路は前記出力段回路の制御を通じ前記可動部の運動を停止させて前記可動部の状態を不変に保持する保持制御を実行可能とする構成を持つ。コイル及び可動部としてモータコイル及びロータを有するステッピングモータに対し本開示を適用する例を上述したが、上記構成を

適用可能な装置はステッピングモータに限られない。例えば、本開示をソレノイドアクチュエータに適用しても良い。ソレノイドアクチュエータの一種はコイル及び可動磁極を有する。ソレノイドアクチュエータにおいて、コイルへの電圧印加によりコイルに電流（出力電流）が供給されることで磁界が発生し、この発生磁界により可動磁極が運動（直線運動又は回転運動）する。本開示に係るドライバ装置がソレノイドアクチュエータに適用される場合、本開示に係るドライバ装置のコイル及び可動部は、ソレノイドアクチュエータのコイル及び可動磁極に相当する。

[0112] 本開示の実施形態は、特許請求の範囲に示された技術的思想の範囲内において、適宜、種々の変更が可能である。以上の実施形態は、あくまでも、本開示の実施形態の例であって、本開示ないし各構成要件の用語の意義は、以上の実施形態に記載されたものに制限されるものではない。上述の説明文中に示した具体的な数値は、単なる例示であって、当然の如く、それらを様々な数値に変更することができる。

[0113] <<付記>>

上述の実施形態にて具体例が示された本開示について付記を設ける。

[0114] 本開示の一側面に係るドライバ装置は、コイル（ $L [i]$ ）への出力電流（ $I_{OUT} [i]$ ）の供給による発生磁力を用いて可動部を運動させる（例えばロータを回転させる）ドライバ装置であって、前記コイルへの電圧印加により前記コイルに前記出力電流を供給する出力段回路（ $130 [i]$ ）と、前記出力段回路を制御する制御回路（ $120 [i]$ ）と、を備え、前記制御回路は、前記出力段回路の制御を通じ前記可動部の運動を停止させて前記可動部の状態を不変に保持する（例えばロータの角度を不変に保持する）保持制御を実行可能であり、当該ドライバ装置は、前記制御回路にて前記保持制御が行われているとき、前記出力段回路による前記コイルへの電力供給状態に基づき（第1実施例参照；図10）、前記出力電流に基づき（第2及び第3実施例参照；図12及び図13）、又は、前記出力段回路に流れる電流に基づき（第4実施例参照；図14）、前記保持制御を抗して前記可動部の状態

を変化させる外力の付与有無を検出する外力検出部（160）を更に備えた構成（第1の構成）である。

[0115] 第1の構成に係るドライバ装置に関し（図5～図7参照）、前記制御回路は、前記コイルに供給されるべき前記出力電流の目標を設定する電流設定信号（ $CNT_P [i]$ 、 $V_{REF} [i]$ ）及び前記出力電流の検出結果を示す電流検出信号（ $V_{RNF} [i]$ ）に基づいて前記出力段回路を制御し、前記制御回路は、前記保持制御において、前記出力電流の大きさを前記電流設定信号にて設定される目標大きさ（ $I_{TG} [i]$ ）に近似させるために、給電モード動作と減衰モード動作との組である単位動作を繰り返し実行し、前記出力段回路は、前記給電モード動作において、前記出力電流の大きさを増大させるための電力供給を前記コイルに向けて行う給電状態とされ、前記減衰モード動作において、前記出力電流の大きさを減衰させるべく前記電力供給を停止する減衰状態とされる（第2の構成）であっても良い。

[0116] 上記第2の構成に係るドライバ装置において、各単位動作において、前記制御回路は、少なくとも所定の強制給電時間、前記給電モード動作を実行し、前記給電モード動作を開始してから前記強制給電時間が経過した後に前記出力電流の大きさが前記目標大きさ以上であることが検出されると前記給電モード動作を終了して、所定の減衰時間分、前記減衰モード動作を実行する構成（第3の構成）であっても良い。

[0117] 上記第2又は第3の構成に係るドライバ装置において（第1実施例、図10参照）、前記外力検出部は、各単位動作において前記出力段回路が前記給電状態となる時間を出力オン時間（ $T_{ON} [j]$ ）として検出し、前記制御回路にて前記保持制御が行われる検出対象期間において、前記出力オン時間の変化に基づき前記外力の付与有無を検出する（第4の構成）であっても良い。

[0118] 上記第4の構成に係るドライバ装置において、前記検出対象期間は、第1期間と前記第1期間よりも後の第2期間を含み、前記外力検出部は、前記第1期間において検出された1以上の出力オン時間に基づき参照オン時間を設

定した後、前記参照オン時間と前記第 2 期間中の前記出力オン時間との比較に基づき、前記第 2 期間中における前記外力の付与有無を検出する構成（第 5 の構成）であっても良い。

[0119] 上記第 5 の構成に係るドライバ装置において、前記外力検出部は、前記参照オン時間よりも前記第 2 期間中の前記出力オン時間である評価オン時間の方が短い場合において、前記参照オン時間と前記評価オン時間との差分絶対値が所定の差分閾値以上であるとき、又は、前記参照オン時間に対する前記評価オン時間の比が所定の比閾値以下であるとき、前記第 2 期間にて前記外力の付与が有ると判断する構成（第 6 の構成）であっても良い。

[0120] 上記第 2 又は第 3 の構成に係るドライバ装置において（第 2 実施例、図 1 2 参照）、前記外力検出部は、前記制御回路にて前記保持制御が行われる検出対象期間において、前記目標大きさ（ I_{REF} ）よりも大きな電流閾値（ I_{TH2} ）を用い、前記電流閾値と前記出力電流の大きさとの比較に基づき、前記外力の付与有無を検出する構成（第 7 の構成）であっても良い。

[0121] 上記第 7 の構成に係るドライバ装置において、前記外力検出部は、前記検出対象期間において、前記電流閾値以上の大きさを持つ前記出力電流が検出されたとき、前記外力の付与が有ると判断する構成（第 8 の構成）であっても良い。

[0122] 上記第 2 又は第 3 の構成に係るドライバ装置において（第 3 実施例、図 1 3 参照）、前記外力検出部は、前記制御回路にて前記保持制御が行われる検出対象期間において、前記出力段回路が前記給電状態にあるときの前記出力電流の大きさの増加の傾き（ $SLP[j]$ ）に基づき、前記外力の付与有無を検出する構成（第 9 の構成）であっても良い。

[0123] 上記第 9 の構成に係るドライバ装置において、前記外力検出部は、前記検出対象期間において、前記出力段回路が前記給電状態にあるときの前記出力電流の大きさの増加の傾きを前記単位動作ごとに検出し、所定の傾き閾値以上の前記傾きが検出されたとき、前記外力の付与が有ると判断する構成（第 10 の構成）であっても良い。

- [0124] 上記第9の構成に係るドライバ装置において、前記検出対象期間は、第1期間と前記第1期間よりも後の第2期間を含み、前記外力検出部は、前記第1期間において検出された1以上の前記傾きに基づき参照傾きを設定した後、前記参照傾きと前記第2期間中の前記傾きとの比較に基づき、前記第2期間中における前記外力の付与有無を検出する構成（第11の構成）であっても良い。
- [0125] 上記第11の構成に係るドライバ装置において、前記外力検出部は、前記参照傾きよりも前記第2期間中の前記傾きである評価傾きの方が大きい場合において、前記参照傾きと前記評価傾きとの差分絶対値が所定の差分閾値以上であるとき、又は、前記参照傾きに対する前記評価傾きの比が所定の比閾値以上であるとき、前記第2期間にて前記外力の付与があると判断する構成（第12の構成）であっても良い。
- [0126] 上記第1～第3の構成の何れかに係るドライバ装置において（第4実施例、図14参照）、前記出力段回路は、4つの出力トランジスタにて構成されるフルブリッジ回路を有し、前記出力電流に応じた電流が各出力トランジスタに流れ、前記外力検出部は、各出力トランジスタに流れる電流の検出結果（ $R1[i] \sim R4[i]$ での電圧降下に対応）から各出力トランジスタの電流波形を取得し、前記制御回路にて前記保持制御が行われる検出対象期間において、各出力トランジスタの電流波形と所定電流波形（参照電流波形）との比較に基づき、前記外力の付与有無を検出する構成（第13の構成）であっても良い。
- [0127] 上記第1～第13の構成の何れかに係るドライバ装置において、前記外力検出部は、前記外力の付与が検出されたとき、所定の検知信号を当該ドライバ装置の外部装置に向けて送信する構成（第14の構成）であっても良い。
- [0128] 上記第1～第14の構成の何れかに係るドライバ装置に関し、当該ドライバ装置はステッピングモータ用のドライバ装置であって、前記コイルはステッピングモータに設けられ、前記可動部は前記ステッピングモータのロータであって、前記可動部の運動は前記ロータの回転であり、前記保持制御では

前記ロータの角度が不変に保持され、前記外力は、前記保持制御を抗して前記ロータを回転させる外力である構成（第15の構成）であっても良い。

[0129] 上記第15の構成に係るドライバ装置において、前記コイルとして複数のコイルが前記ステッピングモータに設けられ、当該ドライバ装置において前記複数のコイルに対し複数のチャンネル回路が割り当てられて前記チャンネル回路ごとに前記出力段回路及び前記制御回路が設けられ、各チャンネル回路において前記出力電流が制御されることで前記ロータが回転する構成（第16の構成）であっても良い。

符号の説明

[0130] SYS モータ駆動システム
100 モータドライバ
CH [1]、CH [2] チャンネル回路
120 [1]、120 [2] 制御回路
130 [1]、130 [2] 出力段回路
160 外力検出部
200 ステッピングモータ
210 ロータ
L [1]、L [2] モータコイル
300 MPU

請求の範囲

[請求項1] コイルへの出力電流の供給による発生磁力を用いて可動部を運動させるドライバ装置であって、前記コイルへの電圧印加により前記コイルに前記出力電流を供給する出力段回路と、前記出力段回路を制御する制御回路と、を備え、前記制御回路は、前記出力段回路の制御を通じ前記可動部の運動を停止させて前記可動部の状態を不変に保持する保持制御を実行可能であり、

当該ドライバ装置は、

前記制御回路にて前記保持制御が行われているとき、前記出力段回路による前記コイルへの電力供給状態、前記出力電流、又は、前記出力段回路に流れる電流に基づき、前記保持制御を抗して前記可動部の状態を変化させる外力の付与有無を検出する外力検出部を更に備えた、ドライバ装置。

[請求項2] 前記制御回路は、前記コイルに供給されるべき前記出力電流の目標を設定する電流設定信号及び前記出力電流の検出結果を示す電流検出信号に基づいて前記出力段回路を制御し、

前記制御回路は、前記保持制御において、前記出力電流の大きさを前記電流設定信号にて設定される目標大きさに近似させるために、給電モード動作と減衰モード動作との組である単位動作を繰り返し実行し、

前記出力段回路は、前記給電モード動作において、前記出力電流の大きさを増大させるための電力供給を前記コイルに向けて行う給電状態とされ、前記減衰モード動作において、前記出力電流の大きさを減衰させるべく前記電力供給を停止する減衰状態とされる

、請求項1に記載のドライバ装置。

[請求項3] 各単位動作において、前記制御回路は、少なくとも所定の強制給電時間、前記給電モード動作を実行し、前記給電モード動作を開始してから前記強制給電時間が経過した後に前記出力電流の大きさが前記目

標大きさ以上であることが検出されると前記給電モード動作を終了して、所定の減衰時間分、前記減衰モード動作を実行する
、請求項2に記載のドライバ装置。

[請求項4] 前記外力検出部は、各単位動作において前記出力段回路が前記給電状態となる時間を出力オン時間として検出し、前記制御回路にて前記保持制御が行われる検出対象期間において、前記出力オン時間の変化に基づき前記外力の付与有無を検出する
、請求項2又は3に記載のドライバ装置。

[請求項5] 前記検出対象期間は、第1期間と前記第1期間よりも後の第2期間を含み、

前記外力検出部は、前記第1期間において検出された1以上の出力オン時間に基づき参照オン時間を設定した後、前記参照オン時間と前記第2期間中の前記出力オン時間との比較に基づき、前記第2期間中における前記外力の付与有無を検出する
、請求項4に記載のドライバ装置。

[請求項6] 前記外力検出部は、前記参照オン時間よりも前記第2期間中の前記出力オン時間である評価オン時間の方が短い場合において、前記参照オン時間と前記評価オン時間との差分絶対値が所定の差分閾値以上であるとき、又は、前記参照オン時間に対する前記評価オン時間の比が所定の比閾値以下であるとき、前記第2期間にて前記外力の付与があると判断する
、請求項5に記載のドライバ装置。

[請求項7] 前記外力検出部は、前記制御回路にて前記保持制御が行われる検出対象期間において、前記目標大きさよりも大きな電流閾値を用い、前記電流閾値と前記出力電流の大きさとの比較に基づき、前記外力の付与有無を検出する
、請求項2又は3に記載のドライバ装置。

[請求項8] 前記外力検出部は、前記検出対象期間において、前記電流閾値以上

の大きさを持つ前記出力電流が検出されたとき、前記外力の付与が有ると判断する

、請求項7に記載のドライバ装置。

[請求項9] 前記外力検出部は、前記制御回路にて前記保持制御が行われる検出対象期間において、前記出力段回路が前記給電状態にあるときの前記出力電流の大きさの増加の傾きに基づき、前記外力の付与有無を検出する

、請求項2又は3に記載のドライバ装置。

[請求項10] 前記外力検出部は、前記検出対象期間において、前記出力段回路が前記給電状態にあるときの前記出力電流の大きさの増加の傾きを前記単位動作ごとに検出し、所定の傾き閾値以上の前記傾きが検出されたとき、前記外力の付与が有ると判断する

、請求項9に記載のドライバ装置。

[請求項11] 前記検出対象期間は、第1期間と前記第1期間よりも後の第2期間を含み、

前記外力検出部は、前記第1期間において検出された1以上の前記傾きに基づき参照傾きを設定した後、前記参照傾きと前記第2期間中の前記傾きとの比較に基づき、前記第2期間中における前記外力の付与有無を検出する

、請求項9に記載のドライバ装置。

[請求項12] 前記外力検出部は、前記参照傾きよりも前記第2期間中の前記傾きである評価傾きの方が大きい場合において、前記参照傾きと前記評価傾きとの差分絶対値が所定の差分閾値以上であるとき、又は、前記参照傾きに対する前記評価傾きの比が所定の比閾値以上であるとき、前記第2期間にて前記外力の付与が有ると判断する

、請求項11に記載のドライバ装置。

[請求項13] 前記出力段回路は、4つの出力トランジスタにて構成されるフルブリッジ回路を有し、

前記出力電流に応じた電流が各出力トランジスタに流れ、

前記外力検出部は、各出力トランジスタに流れる電流の検出結果から各出力トランジスタの電流波形を取得し、前記制御回路にて前記保持制御が行われる検出対象期間において、各出力トランジスタの電流波形と所定電流波形との比較に基づき、前記外力の付与有無を検出する

、請求項 1 ～ 3 の何れかに記載のドライバ装置。

[請求項14] 前記外力検出部は、前記外力の付与が検出されたとき、所定の検知信号を当該ドライバ装置の外部装置に向けて送信する

、請求項 1 ～ 1 3 の何れかに記載のドライバ装置。

[請求項15] 当該ドライバ装置はステッピングモータ用のドライバ装置であって、

前記コイルはステッピングモータに設けられ、

前記可動部は前記ステッピングモータのロータであって、前記可動部の運動は前記ロータの回転であり、

前記保持制御では前記ロータの角度が不変に保持され、

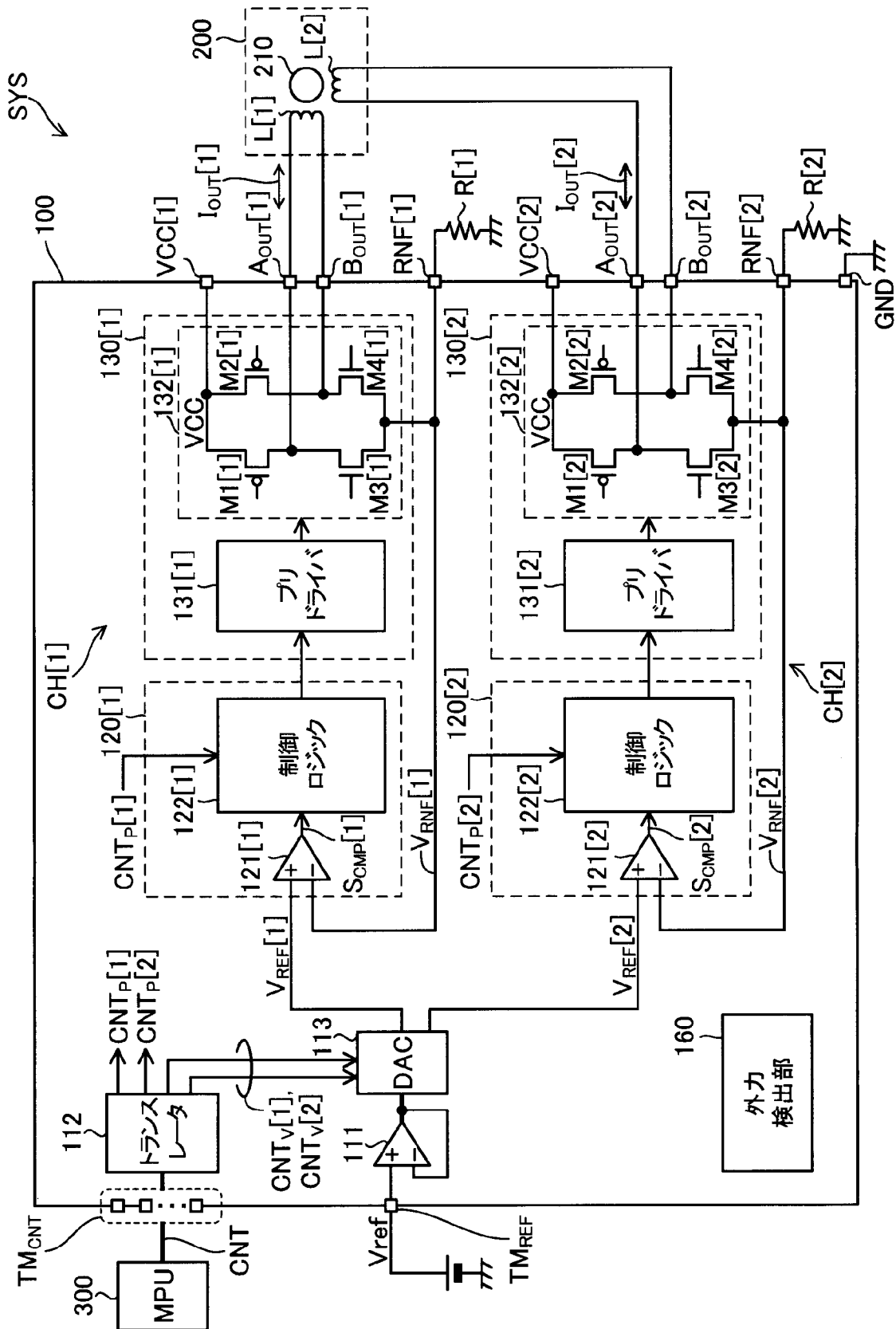
前記外力は、前記保持制御を抗して前記ロータを回転させる外力である

、請求項 1 ～ 1 4 の何れかに記載のドライバ装置。

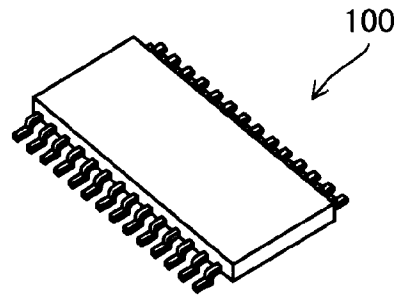
[請求項16] 前記コイルとして複数のコイルが前記ステッピングモータに設けられ、当該ドライバ装置において前記複数のコイルに対し複数のチャンネル回路が割り当てられて前記チャンネル回路ごとに前記出力段回路及び前記制御回路が設けられ、各チャンネル回路において前記出力電流が制御されることで前記ロータが回転する

、請求項 1 5 に記載のドライバ装置。

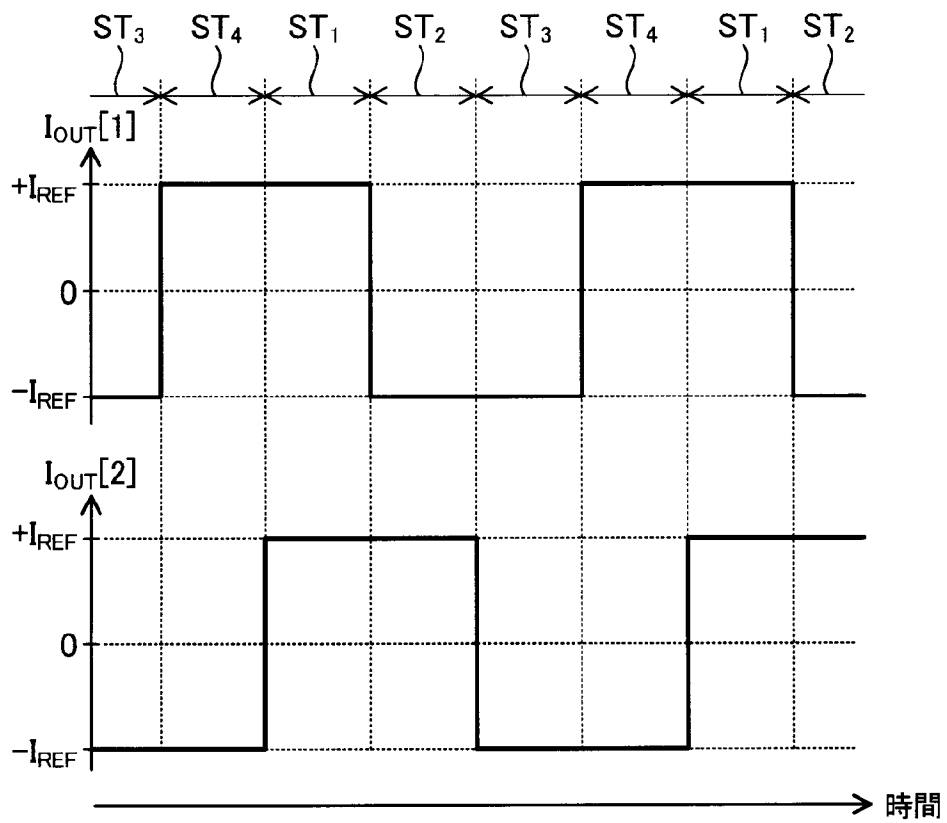
[図1]



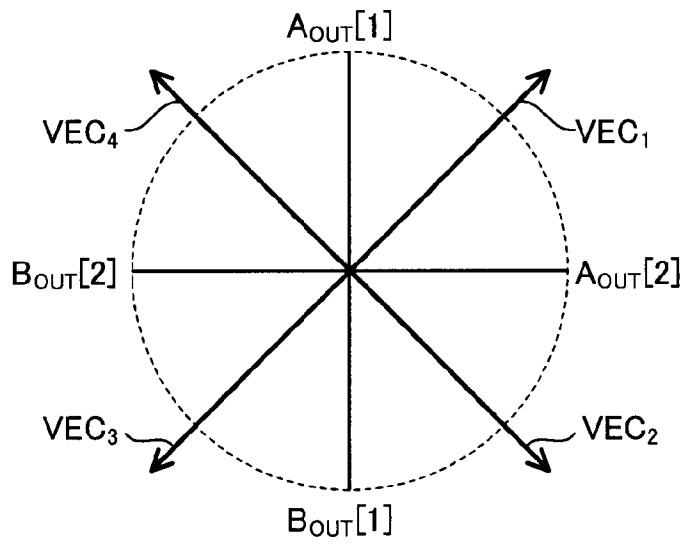
[図2]



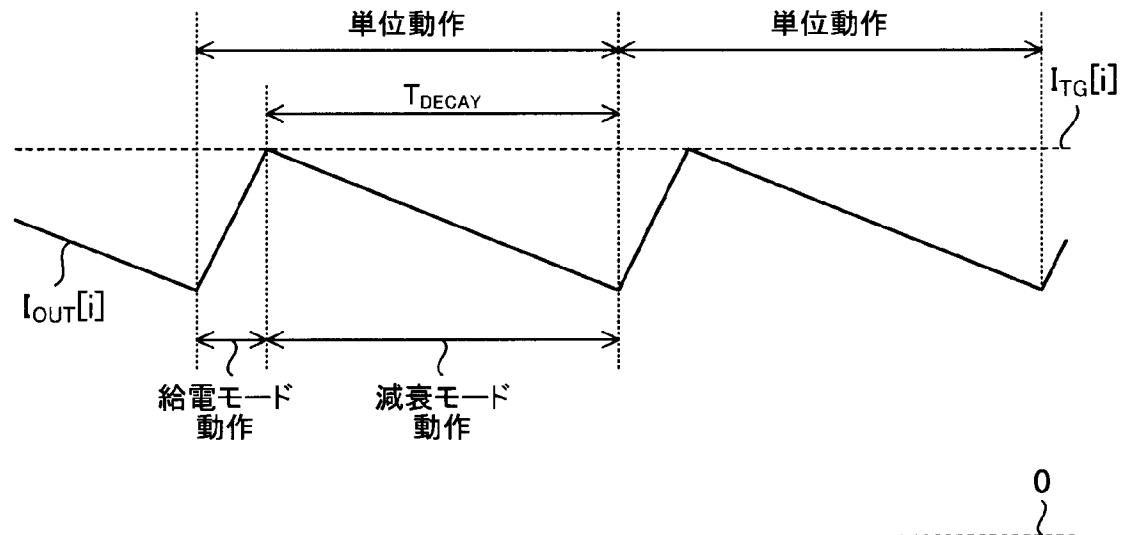
[図3]



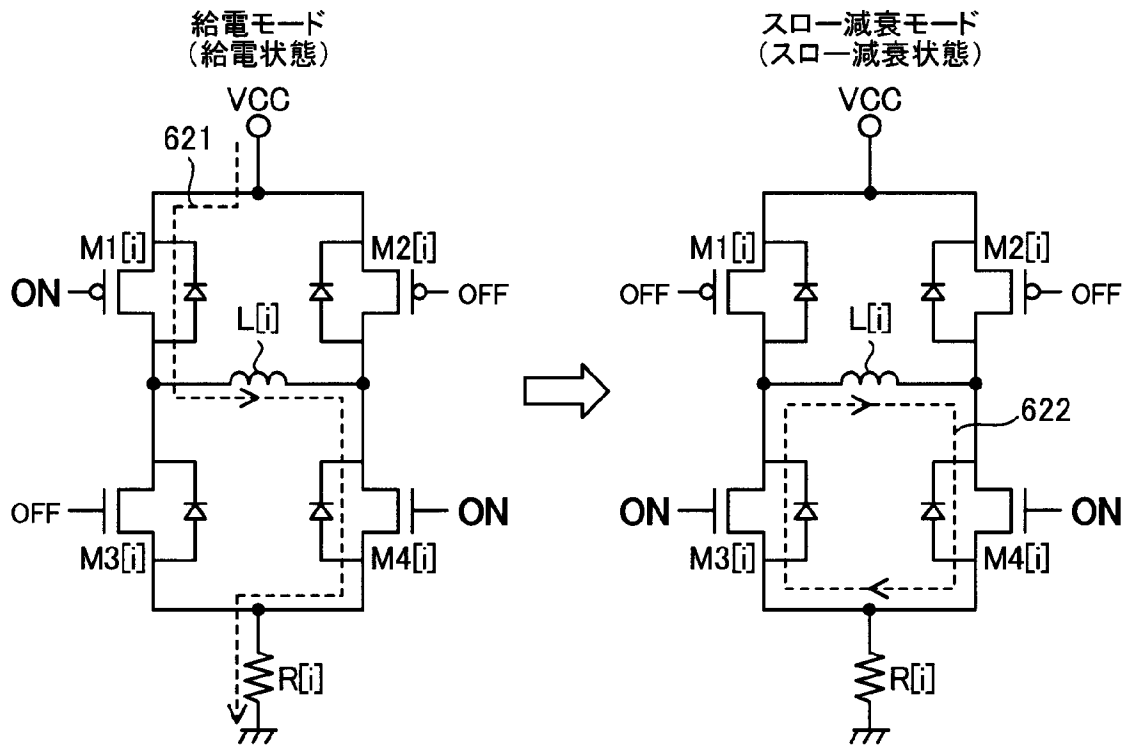
[図4]



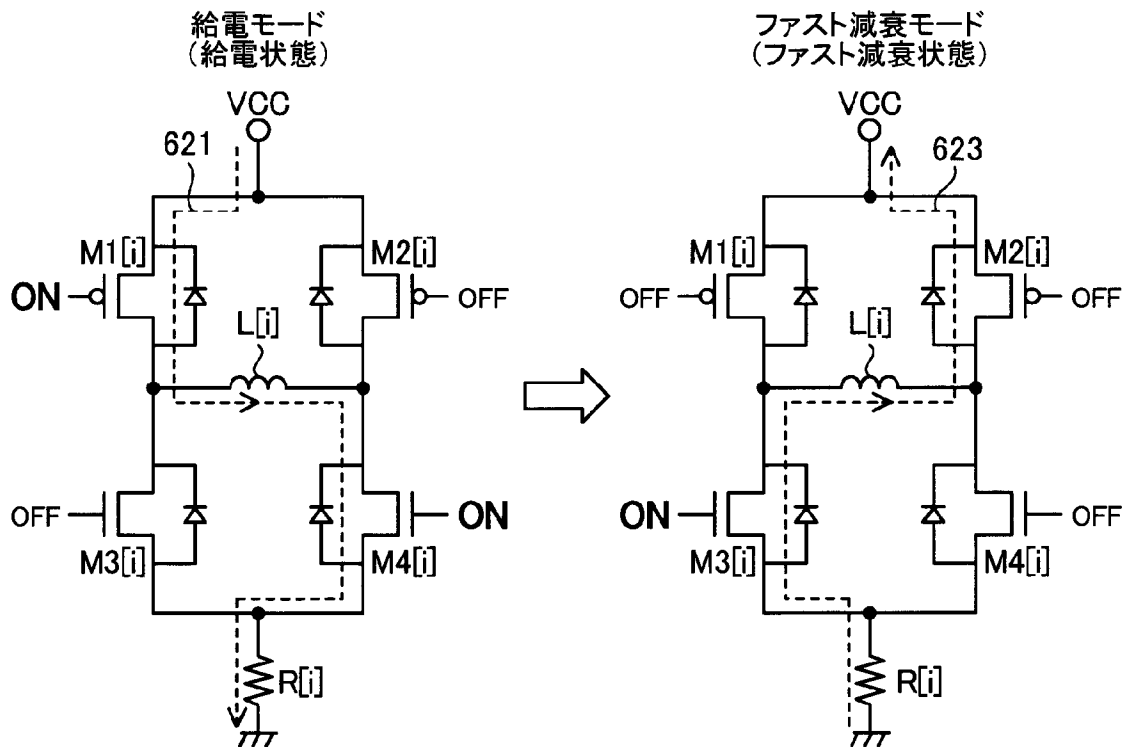
[図5]



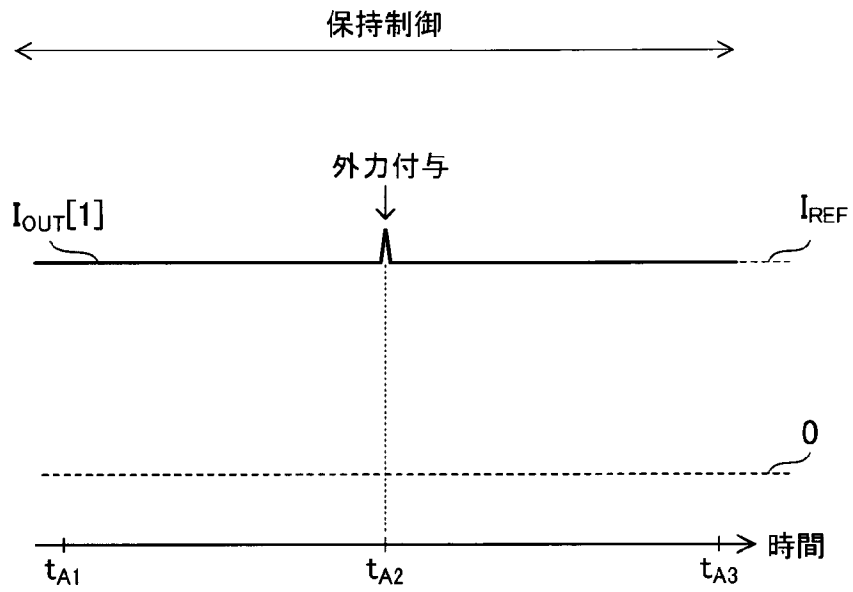
[図6]



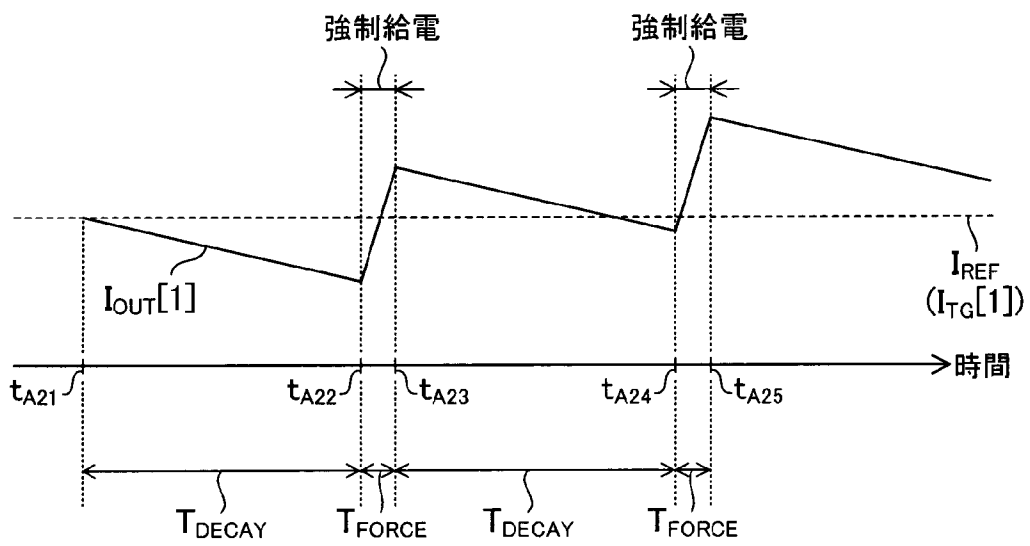
[図7]



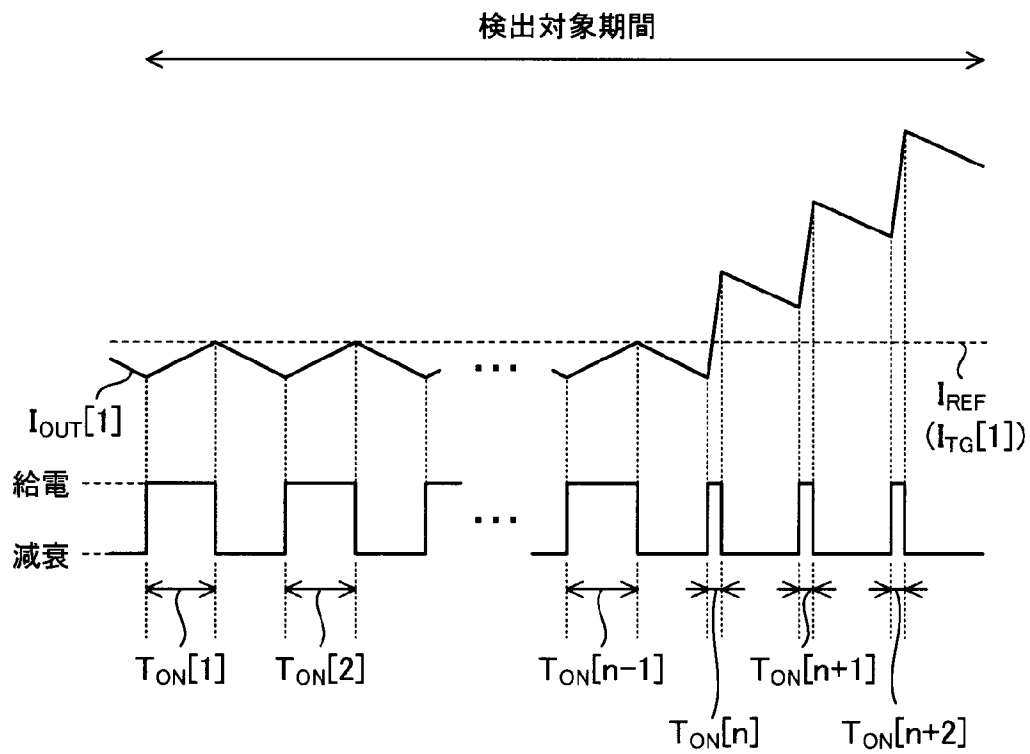
[図8]



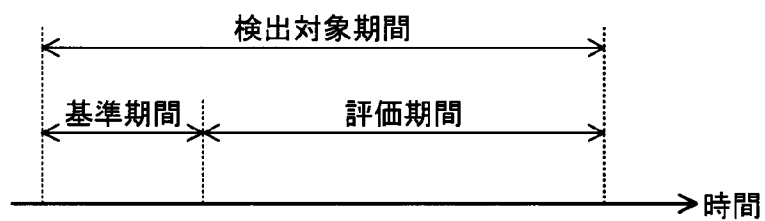
[図9]



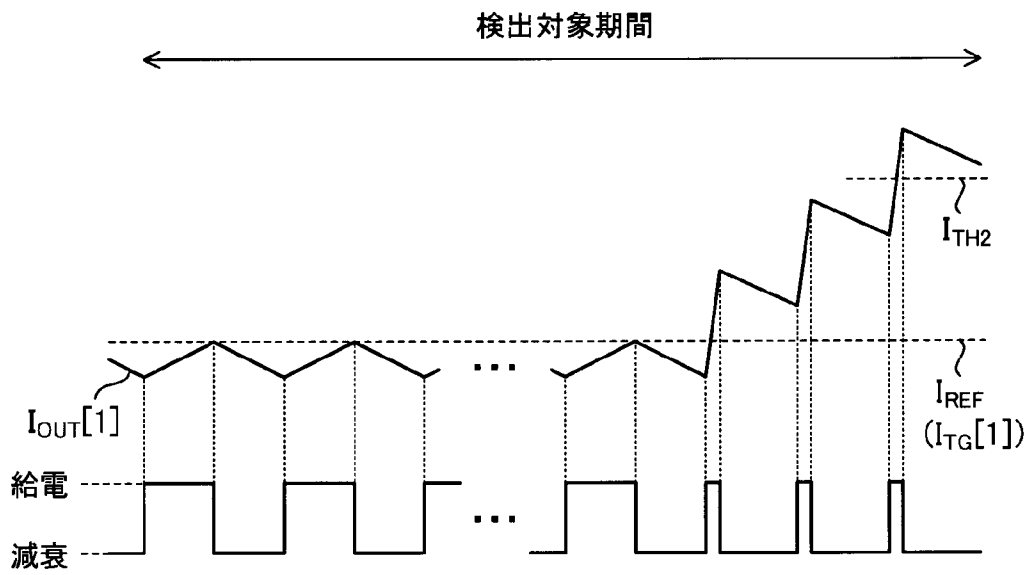
[図10]



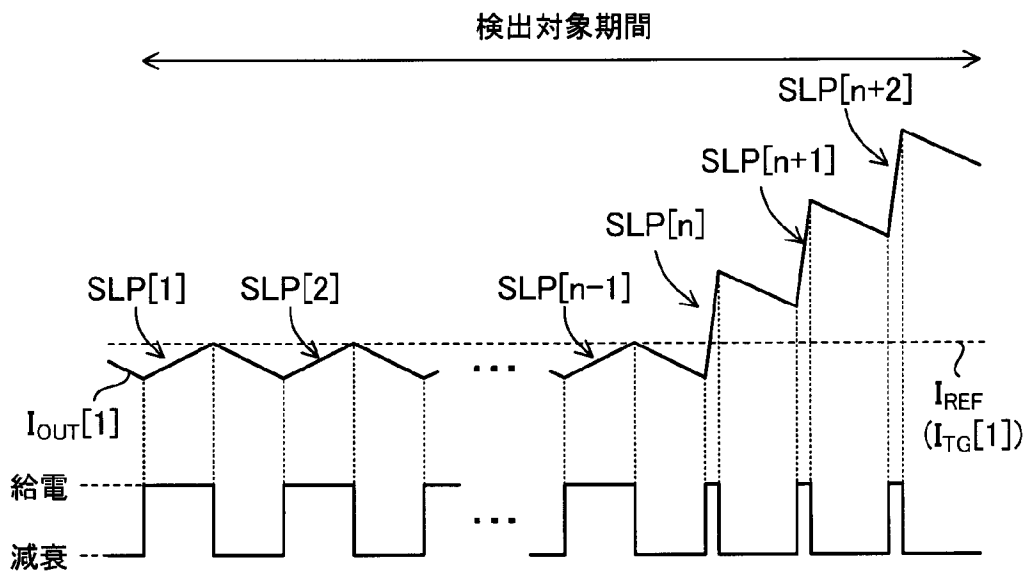
[図11]



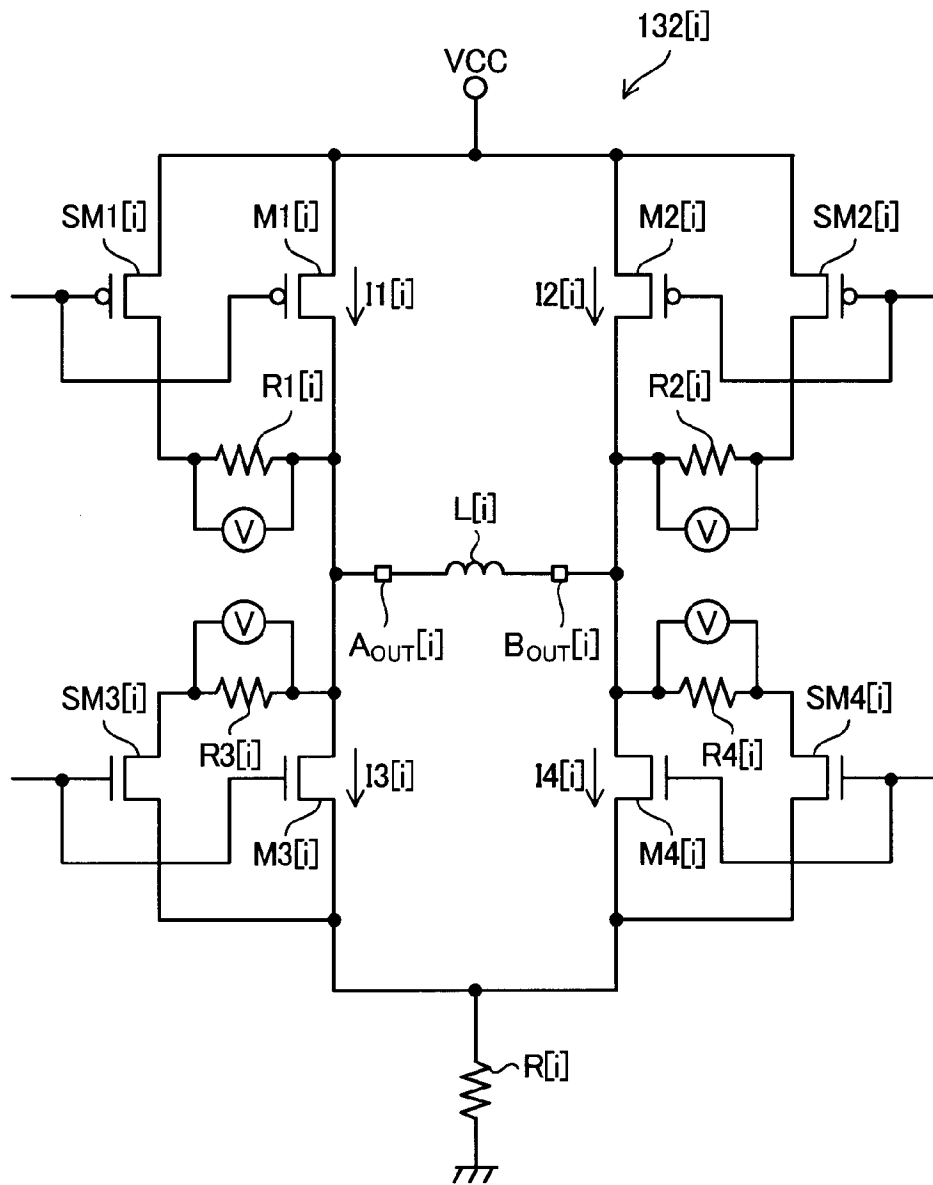
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/011016

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02P8/12 (2006.01) i
FI: H02P8/12

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)
Int.Cl. H02P8/12

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 2016-208727 A (ROHM CO., LTD.) 08 December 2016 (2016-12-08), paragraphs [0035]-[0157], fig. 1-14	1-16
A	JP 2011-117974 A (CITIZEN HOLDINGS CO., LTD.) 16 June 2011 (2011-06-16), paragraphs [0025]-[0061], fig. 1-14	1-16
A	JP 10-285995 A (SHARP CORPORATION) 23 October 1998 (1998-10-23), paragraphs [0022]-[0058], fig. 1-8	1-16
A	JP 11-262295 A (KOJIMA PRESS INDUSTRY CO., LTD.) 24 September 1999 (1999-09-24), paragraphs [0022]-[0064], fig. 1-7	1-16

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 17 May 2021	Date of mailing of the international search report 25 May 2021
--------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

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/JP2021/011016

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 60-46798 A (HITACHI, LTD.) 13 March 1985 (1985-03-13), page 3, lower left column, line 13 to page 5, upper left column, line 3, fig. 1-5	1-16
A	JP 2008-22639 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 31 January 2008 (2008-01-31), paragraphs [0055], [0056], fig. 13	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/011016

JP 2016-208727 A	08 December 2016	US 2016/0315571 A1 paragraphs [0051]-[0175], fig. 1-14
JP 2011-117974 A	16 June 2011	(Family: none)
JP 10-285995 A	23 October 1998	(Family: none)
JP 11-262295 A	24 September 1999	(Family: none)
JP 60-46798 A	13 March 1985	(Family: none)
JP 2008-22639 A	31 January 2008	US 2009/0195202 A1 paragraphs [0167], [0168], fig. 22 CN 101485077 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02P 8/12(2006.01)i FI: H02P8/12		
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）） H02P8/12 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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 2016-208727 A (ローム株式会社) 08.12.2016 (2016-12-08) 段落0035-0157、図1-14	1-16
A	JP 2011-117974 A (シチズンホールディングス株式会社) 16.06.2011 (2011-06-16) 段落0025-0061、図1-14	1-16
A	JP 10-285995 A (シャープ株式会社) 23.10.1998 (1998-10-23) 段落0022-0058、図1-8	1-16
A	JP 11-262295 A (小島プレス工業株式会社) 24.09.1999 (1999-09-24) 段落0022-0064、図1-7	1-16
A	JP 60-46798 A (株式会社日立製作所) 13.03.1985 (1985-03-13) 3ページ左下欄13行-5ページ左上欄3行、図1-5	1-16
A	JP 2008-22639 A (セイコーエプソン株式会社) 31.01.2008 (2008-01-31) 段落0055-0056、図13	1-16
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、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 17.05.2021	国際調査報告の発送日 25.05.2021	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 島倉 理 3V 4131 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/011016

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2016-208727 A	08.12.2016	US 2016/0315571 A1 段落0051-0175、 図1-14	
JP 2011-117974 A	16.06.2011	(ファミリーなし)	
JP 10-285995 A	23.10.1998	(ファミリーなし)	
JP 11-262295 A	24.09.1999	(ファミリーなし)	
JP 60-46798 A	13.03.1985	(ファミリーなし)	
JP 2008-22639 A	31.01.2008	US 2009/0195202 A1 段落0167-0168、 図22 CN 101485077 A	