

(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  
2012年8月2日(02.08.2012)



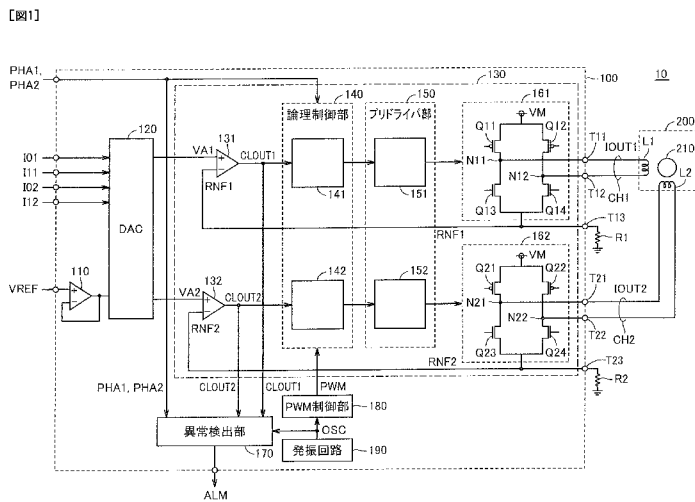
(10) 国際公開番号  
WO 2012/102232 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02P 8/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/051325
- (22) 国際出願日: 2012年1月23日(23.01.2012)
- (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 2011-012839 2011年1月25日(25.01.2011) JP  
特願 2011-085361 2011年4月7日(07.04.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 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: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 土橋 正典 (TSUCHIHASHI, Masanori) [JP/JP]; 〒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) [JP/JP]; 〒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).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (Fukami Patent Office, p.c.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: DRIVE CIRCUIT FOR STEPPING MOTOR, INTEGRATED CIRCUIT FOR SAME AND ELECTRONIC DEVICE COMPRISING SAME, AND CONTROL METHOD FOR STEPPING MOTOR DRIVE CIRCUIT

(54) 発明の名称: ステッピングモータの駆動回路、その集積回路およびそれを備える電子機器、ならびに、ステッピングモータの駆動回路の制御方法



- 140 Logical control unit
- 150 Pre-driver unit
- 170 Error detection unit
- 180 PWM control unit
- 190 Oscillation circuit

(57) Abstract: A drive circuit (100) for a stepping motor (200) comprises a D/A converter (120), a current control unit (130) including comparison units (131, 132), and an error detection unit (170). The D/A converter (DAC) (120) generates target voltages (VA1, VA2) indicating target values for excitation currents stipulated on the basis of a reference voltage (VREF) indicating the upper limit for excitation currents (IOUT1, IOUT2) flowing to the stepping motor (200). The current control unit (130) controls the excitation currents on the basis of the target voltages. The comparison units (131, 132) compare the voltages (RNF1, RNF2), which correspond to the excitation currents, with the target voltages. The error detection unit (170) detects errors in wiring between the drive circuit (100) and the stepping motor (200) on the basis of output signals (CLOUT1, CLOUT2) from the comparison units and control signals (PHA1, PHA2) indicating the polarity of the excitation currents.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/102232 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

ステッピングモータ (200) の駆動回路 (100) は、D/Aコンバータ (120) と、比較部 (131, 132) を含む電流制御部 (130) と、異常検出部 (170) とを備える。DAC (120) は、ステッピングモータ (200) に流れる励磁電流 (IOUT1, IOUT2) の上限値を示す参照電圧 (VREF) に基づいて定められる励磁電流についての目標値を示す目標電圧 (VA1, VA2) を生成する。電流制御部 (130) は、この目標電圧に基づいて励磁電流を制御する。比較部 (131, 132) は、励磁電流に対応する電圧 (RNF1, RNF2) と目標電圧とを比較する。異常検出部 (170) は、比較部からの出力信号 (CLOUT1, CLOUT2) と、励磁電流の極性を示す制御信号 (PHA1, PHA2) とに基づいて、駆動回路 (100) とステッピングモータ (200) との間の配線の異常を検出する。

## 明 細 書

### 発明の名称：

ステッピングモータの駆動回路、その集積回路およびそれを備える電子機器、ならびに、ステッピングモータの駆動回路の制御方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、ステッピングモータの駆動回路、それを集積化した集積回路およびそれを備える電子機器、ならびに、ステッピングモータの駆動回路の制御方法に関し、より特定的には、駆動回路からステッピングモータへ励磁電流を伝達する経路の異常を検出する技術に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、たとえば、プリンタ、ファックス、またはスキャナなどの電子機器において、ムラのない滑らかな回転を実現して低振動かつ低騒音を可能とするステッピングモータが多く使用されている。ステッピングモータは、一般的に、2相の励磁コイルに、互いに位相が $90^\circ$ ずれた励磁電流を正弦波に近い波形（すなわち、擬似正弦波）で変化させて印加することによって駆動される。

[0003] 特開2008-029145号公報（特許文献1）には、励磁電流の上限値を示す参照電圧に基づいて励磁電流の目標値を示す目標電圧を生成する目標電圧生成部と、この目標電圧に基づいて励磁電流を制御するための電流制御部とを備えた、ステッピングモータの駆動回路の例が開示される。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2008-029145号公報

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] このようなステッピングモータの駆動システムにおいては、駆動回路とス

テッピングモータとは互いに配線で接続される。この配線は、駆動回路およびステッピングモータにおいて、端子またはコネクタなどの接続部によって接続される。さらに、配線の間接部においても、配線同士がコネクタなどで接続される場合がある。

[0006] この配線の接続部が緩んだり、接触不良となったり、あるいは配線が断線してしまったりした場合には、駆動回路から励磁コイルに適切に励磁電流が供給できなくなるため、ステッピングモータを駆動することができなくなる。

[0007] しかしながら、特開2008-029145号公報（特許文献1）に開示される駆動回路においては、このような配線異常を駆動回路側で検出する構成とはなっていなかった。

[0008] 本発明は、このような課題を解決するためになされたものであって、その目的は、ステッピングモータへ励磁電流を供給するための配線の異常を検出可能な、ステッピングモータの駆動回路を提供することである。

#### 課題を解決するための手段

[0009] 本発明によるステッピングモータの駆動回路は、ステッピングモータに流れる励磁電流の上限値を示す参照電圧に基づいて定められる励磁電流についての目標値を示す目標電圧を生成するための目標電圧生成部と、目標電圧に基づいて、励磁電流の値が目標値に保たれるように励磁電流を制御する電流制御部とを備える。電流制御部は、励磁電流に対応する信号と予め定められたしきい値とを比較するための比較部を含む。駆動回路は、比較部からの出力信号に基づいて、駆動回路からステッピングモータへ励磁電流が供給される経路の異常を検出するための異常検出部をさらに備える。

[0010] 好ましくは、比較部は、励磁電流に対応する電圧と、しきい値としての目標電圧とを比較する。異常検出部は、比較部からの出力信号と励磁電流の極性を示す制御信号とに基づいて、異常を検出する。

[0011] 好ましくは、ステッピングモータは、第1および第2の励磁コイルを含む。電流制御部は、第1および第2の励磁コイルのそれぞれに対応する励磁電

流を出力するための第1のチャンネルおよび第2のチャンネルを含む。電流制御部は、第1および第2のチャンネルの一方のチャンネルについての制御信号が予め定められた状態となる所定タイミングにおいて、他方のチャンネルの出力信号の状態に基づいて、異常が発生していることを検出する。

[0012] 好ましくは、電流制御部は、第1および第2のチャンネルの一方のチャンネルについての制御信号が所定タイミングとなった場合に、他方のチャンネルについての励磁電流に対応する電圧が当該チャンネルの目標値に到達していないことを、出力信号が示している場合に、異常が発生していることを検出する。

[0013] 好ましくは、制御信号は、パルス状の信号である。所定タイミングは、制御信号の立ち下がりのタイミングに基づいて定められる。

[0014] 好ましくは、目標電圧生成部は、参照電圧を上限値に対する目標値の0から1まで段階的に変化する比率に従って分圧することによって目標電圧を生成する。

[0015] 好ましくは、駆動回路は、駆動回路外部からの情報に基づいて、比率を示す信号および制御信号を生成する指令生成部をさらに備える。

[0016] 好ましくは、異常検出部は、駆動回路からステッピングモータに励磁電流が出力可能である状態における予め定められた所定期間内に、励磁電流に対応する信号のレベルがしきい値に到達した回数に基づいて異常を検出する。

[0017] 好ましくは、しきい値は、目標値に基づいて定められる。異常検出部は、比較部からの出力信号に基づいて回数をカウントする。

[0018] 好ましくは、異常検出部は、回数が、予め定められた基準回数を下回った場合に異常が発生していることを検出する。

[0019] 好ましくは、しきい値は、目標値とは異なる、ステッピングモータを駆動することができる最低電流値に基づいて定められる。異常検出部は、比較部からの出力信号に基づいて回数をカウントする。

[0020] 好ましくは、しきい値は、目標値よりも低い値に基づいて設定される。

好ましくは、所定期間は、駆動回路の起動信号、駆動回路を有効化するた

めのイネーブル信号、および励磁電流の極性を示す制御信号の少なくとも1つに基づいて定められる。

[0021] 好ましくは、異常検出部は、予め定められた回数連続して異常が検出されたことに応答して異常を確定する。

[0022] 好ましくは、異常検出部は、異常が確定したことに基づいて異常信号を出力する。

本発明による集積回路は、上記のいずれかの駆動回路が集積化されたものである。

[0023] 本発明による電子機器は、ステッピングモータと、上記のいずれかの駆動回路とを備える。

[0024] 本発明によるステッピングモータの駆動回路の制御方法は、ステッピングモータに流れる励磁電流の上限値を示す参照電圧に基づいて定められる励磁電流についての目標値を示す目標電圧を生成するステップと、目標電圧に基づいて励磁電流の値が目標値に保たれるように励磁電流を制御するステップと、励磁電流に対応する信号と予め定められたしきい値とを比較するステップと、比較するステップによる出力信号に基づいて駆動回路からステッピングモータへ励磁電流が供給される経路の異常を検出するステップと備える。

[0025] 好ましくは、比較するステップは、励磁電流に対応する電圧と、しきい値としての目標電圧とを比較するステップを含む。異常を検出するステップは、出力信号と励磁電流の極性を示す制御信号とに基づいて異常を検出するステップを含む。

[0026] 好ましくは、駆動回路からステッピングモータに励磁電流が出力可能である状態における予め定められた所定期間内に、励磁電流に対応する信号のレベルがしきい値に到達した回数をカウントするステップをさらに備える。異常を検出するステップは、回数に基づいて異常を検出するステップを含む。

### 発明の効果

[0027] 本発明によれば、ステッピングモータの駆動回路において、ステッピングモータへ励磁電流を供給するための配線の異常を検出することが可能となる

。

### 図面の簡単な説明

[0028] [図1]実施の形態1に従うステッピングモータの駆動回路を含む、モータ駆動システムの全体ブロック図である。

[図2]フルステップモードの場合の異常検出制御を説明するためのタイムチャートの例である。

[図3]ハーフステップモードの場合の異常検出制御を説明するためのタイムチャートの例である。

[図4]ハーフステップモードの場合の異常検出制御を説明するためのタイムチャートの他の例である。

[図5]実施の形態1において、異常検出部で実行される異常検出制御を説明するための機能ブロック図である。

[図6]実施の形態1において、異常検出部で実行される異常検出制御処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

[図7]実施の形態2に従うステッピングモータの駆動回路を含む、モータ駆動システムの全体ブロック図である。

[図8]実施の形態3に従うステッピングモータの駆動回路を含む、モータ駆動システムの全体ブロック図である。

[図9]実施の形態3における異常検出制御を説明するための第1のタイムチャートである。

[図10]実施の形態3における異常検出制御を説明するための第2のタイムチャートである。

[図11]実施の形態3において、異常検出部で実行される異常検出制御を説明するための機能ブロック図である。

[図12]実施の形態3において、異常検出部で実行される異常検出制御処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

[図13]実施の形態4に従うステッピングモータの駆動回路を含む、モータ駆動システムの全体ブロック図である。

[図14]実施の形態5に従うステッピングモータの駆動回路を含む、モータ駆動システムの全体ブロック図である。

[図15]実施の形態5における異常検出制御を説明するためのタイムチャートである。

[図16]実施の形態5において、異常検出部で実行される異常検出制御処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

### 発明を実施するための形態

[0029] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

[0030] [実施の形態1]

図1は、実施の形態1に従うステッピングモータの駆動回路100を含む、モータ駆動システム10の全体ブロック図である。このモータ駆動システム10は、たとえば、プリンタ、ファックス、スキャナ、またはカメラなどの電子機器の駆動部として使用される。

[0031] 図1を参照して、ステッピングモータ200は2相のステッピングモータである。ステッピングモータ200は、2相にそれぞれ対応する励磁コイルL1、L2と、回転子210とを備える。

[0032] 励磁コイルL1、L2には励磁電流IOUT1、IOUT2がそれぞれ流れる。駆動回路100はステッピングモータ200を駆動する際に励磁電流IOUT1、IOUT2の値が設定値に保たれるよう励磁電流IOUT1、IOUT2を制御する。

[0033] なお、本実施の形態では、駆動回路100はステッピングモータをマイクロステップ駆動させるものとする。すなわち駆動回路100は励磁電流IOUT1、IOUT2の比率を細かく変えていくことによって、基本ステップ角よりも細かいステップ角でステッピングモータの回転子210を回転させる。

[0034] 駆動回路100は、入力バッファ110と、D/Aコンバータ(DAC)

120と、電流制御回路130と、異常検出部170と、PWM制御部180と、発振回路190とを含む。

[0035] 電流制御回路130は、比較器131, 132と、論理回路141, 142を有する論理制御部140と、プリドライバ151, 152を有するプリドライバ部150と、Hブリッジ161, 162とを含む。

[0036] 比較器131と、論理回路141と、プリドライバ151と、Hブリッジ161とにより、励磁コイルL1に励磁電流IOUT1を供給するチャンネルCH1に対応する回路が構成される。また、比較器132と、論理回路142と、プリドライバ152と、Hブリッジ162とにより、励磁コイルL2に励磁電流IOUT2を供給するチャンネルCH2に対応する回路が構成される。なお、チャンネルCH1, CH2に対応するそれぞれの回路の構成および機能は同様であるので、以下に示す回路の詳細な説明においては、チャンネルCH1に関して説明を行ない、チャンネルCH2に関しての同様の説明は繰り返さない。

[0037] 入力バッファ110はいわゆるボルテージフォロワ回路であり、入力される参照電圧VREFをそのまま出力する。参照電圧VREFは励磁電流IOUT1, IOUT2の上限値を示す電圧である。

[0038] D/Aコンバータ120は本発明のステッピングモータの駆動回路における「目標電圧生成部」に対応する。D/Aコンバータ120は参照電圧VREFと制御信号I01, I11とを受けて、チャンネルCH1に対する目標電圧VA1を出力する。なお、制御信号I01, I11は励磁電流IOUT1の上限値に対する励磁電流IOUT1の設定値の比を0から1の間で変化させる信号である。

[0039] 詳細に説明すると、制御信号I01, I11の電位レベルはH（ハイ）レベルとL（ロー）レベルとの間で切換わる。よって制御信号I01, I11の電位レベルの組合せは4通りある。励磁電流IOUT1の上限値に対する励磁電流IOUT1の設定値の比率は、制御信号I01, I11の電位レベルの組合せ（H, H）, （L, H）, （H, L）, （L, L）に対して、た

たとえば、それぞれ0%、33%、67%、100%の、4つの値の間で変化する。D/Aコンバータ120は、上記の比率に従って参照電圧VREFを分圧することにより目標電圧VA1を生成する。

[0040] 電流制御回路130は、目標電圧VA1を受けて励磁電流IOUT1の値が設定値に保たれるように励磁電流IOUT1を制御する。

[0041] 比較器131は、駆動回路100の外部に設けられる抵抗R1によって変換されたHブリッジ161を流れる電流（励磁電流IOUT1）を示す電圧RNF1と、目標電圧VA1とを比較し、比較結果を示す出力信号CLOUT1を生成する。出力信号CLOUT1は、たとえば、電圧RNF1が目標電圧VA1に到達していない場合にはハイ（Hi）に設定され、電圧RNF1が目標電圧VA1に到達した場合にはロー（Lo）に設定される。

[0042] なお、本実施の形態においては、抵抗R1が駆動回路100の外部に設けられる構成の例を示すが、抵抗R1は駆動回路100に含まれてもよい。

[0043] 論理回路141は、励磁電流IOUT1の極性を示す制御信号PHA1と比較器131の出力信号CLOUT1とを受け取る。そして、論理回路141は、これらの信号と、発振回路190からの発振信号OSCに基づいてPWM制御部によって設定された制御信号PWMとを用いて、駆動信号を生成する。

[0044] プリドライバ151は論理回路141から送られる駆動信号を増幅する。プリドライバ151からの信号はHブリッジ161に与えられる。Hブリッジ161の動作に応じて、励磁コイルL1に供給される励磁電流IOUT1の大きさが変化する。

[0045] 励磁電流IOUT1の大きさが上限値を超えた場合（すなわち比較器131の出力が $RNF1 > VA1$ を示す場合）には論理回路141は励磁電流IOUT1を減少させる。励磁電流IOUT1を減少させる動作を開始してから所定時間の経過後に、論理回路141は励磁電流IOUT1を増加させる。この動作を繰り返すことによって、励磁電流IOUT1の値は設定値に保たれるように制御される。

[0046] Hブリッジ161は、P型MOSトランジスタQ11、Q12とN型MOSトランジスタQ13、Q14とを含む。P型MOSトランジスタQ11とN型MOSトランジスタQ13とはステップングモータ200の電源電位VMが与えられる電源ノードと抵抗R1の一方端が接続される端子T13との間に直列に接続される。同様にP型MOSトランジスタQ12とN型MOSトランジスタQ14とは上記の電源ノードと抵抗R1の一方端が接続される端子T13との間に直列に接続される。なお抵抗R1の他方端は接地ノードに接続される。

[0047] P型MOSトランジスタQ11とN型MOSトランジスタQ13とが接続されるノードN11は端子T11に接続される。同様にP型MOSトランジスタQ12とN型MOSトランジスタQ14とが接続されるノードN12は端子T12に接続される。励磁コイルL1の2つの端子は、配線を解して端子T11、T12にそれぞれ接続される。

[0048] なお、上記においては、P型MOSトランジスタおよびN型MOSトランジスタで形成されたHブリッジを用いる構成の例として説明したが、Hブリッジを形成するトランジスタの構成は、全てN型MOSトランジスタを用いるようにしてもよい。このように、全てをN型MOSトランジスタを用いてHブリッジを形成した場合には、上記のP型MOSトランジスタおよびN型MOSトランジスタを用いた場合と比べて、トランジスタを駆動するための昇圧回路が別途必要とはなるが、N型MOSトランジスタのほうがP型MOSトランジスタよりも回路面積が小さくできる傾向にあるので、たとえばP型MOSトランジスタの出力電流が大きい場合には、昇圧回路を含めたとしてもN型MOSトランジスタを全てに用いるほうが回路全体の面積を小さくできるという利点を有し得る。一方、上記の例のようにP型MOSトランジスタおよびN型MOSトランジスタを用いると、昇圧回路が不要になる。そのため、Hブリッジを形成するトランジスタの型式は、回路に流れる電流や回路面積等のファクタを勘案して適宜選択される。

[0049] 異常検出部170は、励磁電流IOUT1、IOUT2の極性をそれぞれ

示す制御信号 P H A 1, P H A 2 と、比較器 1 3 1, 1 3 2 の出力信号 C L O U T 1, C L O U T 2 と、発振回路 1 9 0 からの発振信号 O S C とを受ける。異常検出部 1 7 0 は、これらの情報に基づいて、駆動回路 1 0 0 からステッピングモータ 2 0 0 へ励磁電流 I O U T 1, I O U T 2 を供給する配線に異常が発生しているか否かを検出する異常検出制御を実行する。

[0050] 次に、図 2 および図 3 を用いて、上記の異常検出部 1 7 0 にて実行される、異常検出制御の概要について説明する。図 2 は、フルステップモードの場合におけるタイムチャートの例を示し、図 3 はハーフステップモードの場合におけるタイムチャートの例を示す。図 2 および図 3 のいずれにおいても、横軸には時間が示され、縦軸には励磁電流の極性を示す制御信号 P H A 1, P H A 2 の状態、目標電圧の分圧比を定める制御信号 I 0 1, I 1 1, I 0 2, I 1 2 の状態、および励磁電流 I O U T 1, I O U T 2 の状態が示される。

[0051] 図 1 および図 2 を参照して、このフルステップモードの場合には、制御信号 I 0 1, I 1 1, I 0 2, I 1 2 は常にローレベル (L o) に設定され、励磁電流 I O U T 1, I O U 2 は、それぞれ制御信号 P H A 1, P H A 2 に同期して、+ 1 0 0 % の状態と - 1 0 0 % の状態とで、方形波状に切換わる。

[0052] 具体的には、励磁電流 I O U T 1 については、時刻 t 1 において制御信号 P H A 1 がハイレベルからローレベルに立ち下がることに伴って、励磁電流 I O U T 1 が + 1 0 0 % から - 1 0 0 % へ切換わり、時刻 t 3 にて制御信号 P H A 1 がローレベルからハイレベルに立ち上がることに伴って、励磁電流 I O U T 1 が - 1 0 0 % から + 1 0 0 % へ切換わる。

[0053] 励磁電流 I O U T 2 については、上述のように、励磁電流 I O U T 2 と 9 0 ° の位相差があるので、時刻 t 2 において励磁電流 I O U T 2 が + 1 0 0 % から - 1 0 0 % へ切換わり、時刻 t 4 において励磁電流 I O U T 2 が - 1 0 0 % から + 1 0 0 % へ切換わる。

[0054] 図 2 からわかるように、チャンネル C H 1 の励磁電流 I O U T 1 の極性が

切換わるタイミング（時刻  $t_1$ 、 $t_3$ ）においては、チャンネルCH2の励磁電流IOUT2の極性が安定して維持された状態である。

[0055] このときに、チャンネルCH2の配線が正常であれば、励磁電流IOUT2は目標電圧VA2に到達しているので、比較器132の出力信号CLOUT2はL<sub>o</sub>の状態となる。一方、チャンネルCH2の配線に断線等の異常が生じていて、適切に励磁電流IOUT2が流れていなかった場合には、比較器132の出力信号CLOUT2はH<sub>i</sub>の状態となる。

[0056] したがって、一方のチャンネルにおける励磁電流の極性が切換わるタイミングにおいて、他方のチャンネルにおける比較器の出力信号の状態を検出することで、他方側の配線に異常が生じているか否かを判定することができる。

[0057] なお、比較器の出力信号の状態を検出するタイミングは、制御信号PHA1、PHA2の立ち上がり、または立ち下りのいずれの場合としてもよい。あるいは、比較器の出力信号の状態を検出するタイミングは、制御信号PHA1、PHA2の立ち上がり、または立ち下りから、所定の遅延時間経過後とするようにしてもよい。

[0058] 次に、図3を用いてハーフステップモードの場合について説明する。ハーフステップモードにおいては、励磁電流IOUT1、IOUT2の極性の組合せ状態が変化する1/4周期の半分（すなわち、1/8周期）の時間だけ、各制御信号I01、I11、I02、I12の状態が制御される。

[0059] 具体的には、図3の場合には、制御信号I01、I11は、図3中の時刻  $t_{22}$  から時刻  $t_{23}$  の間、および時刻  $t_{26}$  から時刻  $t_{27}$  の間だけH<sub>i</sub>の状態にされる。一方、制御信号I02、I12については、図3中の時刻  $t_{20}$  から時刻  $t_{21}$  の間、および時刻  $t_{24}$  から時刻  $t_{25}$  の間だけH<sub>i</sub>の状態にされる。このようにすることによって図3に示されるように、制御信号I01、I11、I02、I12がH<sub>i</sub>の状態の場合には、励磁電流IOUT1、IOUT2は0%の状態となり、励磁電流IOUT1、IOUT2をより正弦波に近い波形にすることができる。

- [0060] この場合においても、図2の場合と同様に、励磁電流の極性が切替わるタイミングにおいて（たとえば、時刻  $t_{22}$ 、 $t_{24}$ ）において、他方側のチャンネルの電流状態を検出することによって、他方側のチャンネルの配線に異常が生じているか否かを判定することができる。
- [0061] なお、ハーフステップモードの場合は、制御信号  $I_{01}$ 、 $I_{11}$ 、 $I_{02}$ 、 $I_{12}$  の組合せによって、異なる励磁電流の波形とすることも可能である。たとえば、図4は、制御信号  $I_{01}$ 、 $I_{02}$  は  $1/8$  周期だけ  $L_0$  となるように設定し、制御信号  $I_{11}$ 、 $I_{12}$  は  $1/8$  周期だけ  $H_i$  となるように設定した場合の一例である。この場合には、図4中の時刻  $t_{31}$  から時刻  $t_{32}$  の間、時刻  $t_{33}$  から時刻  $t_{34}$  の間、時刻  $t_{35}$  から時刻  $t_{36}$  の間、時刻  $t_{37}$  から時刻  $t_{38}$  の間において、励磁電流のレベルとして  $+67\%$  または  $-67\%$  の中間の状態とすることができ、励磁電流をさらにより正弦波に近づけることができる。
- [0062] 図4の場合、制御信号  $PHA_1$ 、 $PHA_2$  の状態がちょうど切替わるタイミングにおいては、励磁電流のレベルが  $+100\%$ （または  $-100\%$ ）へ変化するタイミングでもある。そのため、励磁コイルへの充電中の状態を検出してしまい適切に異常を検出できない可能性がある。このような場合には、上述のように、制御信号  $PHA_1$ 、 $PHA_2$  の状態が切替わるタイミングから所定の遅延時間後の状態を検知するようにすることが好ましい。
- [0063] さらに、図には示さないが、励磁電流  $I_{OUT1}$ 、 $I_{OUT2}$  の極性の組合せ状態が変化する  $1/4$  周期のさらに  $1/4$ （すなわち、 $1/16$  周期）の間、制御信号  $I_{01}$ 、 $I_{11}$ 、 $I_{02}$ 、 $I_{12}$  の状態を制御するクォータステップモードの場合には、制御信号  $I_{01}$ 、 $I_{11}$ 、 $I_{02}$ 、 $I_{12}$  の組合せによって、さらに励磁電流のレベルを  $+33\%$  または  $-33\%$  の状態とすることができる。これによって、励磁電流の波形をより一層正弦波に近づけることができ、より滑らかな回転を実現することができる。
- [0064] このクォータステップモードの場合にも、制御信号  $PHA_1$ 、 $PHA_2$  の状態が切替わるタイミングに基づいた適切なタイミングで他方側のチャネ

ルの電流状態を検出することによって、他方側のチャンネルの配線に異常が生じているか否かを判定することができる。

[0065] 図5は、実施の形態1において、異常検出部170で実行される異常検出制御を説明するための機能ブロック図である。図5の機能ブロック図に記載された各機能ブロックは、異常検出部170によるハードウェア的あるいはソフトウェア的な処理によって実現される。

[0066] 図1および図5を参照して、異常検出部170は、電流リミット検知部171と、判定部172と、誤動作防止部173とを含む。

[0067] 電流リミット検知部171は、発振回路190からの発振信号OSCと、比較器131、132からの出力信号CLOUT1、CLOUT2とを受け取る。電流リミット検知部171は、出力信号CLOUT1、CLOUT2の各々について、発振信号OSCから定まる所定の期間(T1)の間に、出力信号CLOUT1、CLOUT2がL<sub>o</sub>になったか否か、すなわち、出力信号CLOUT1、CLOUT2がそれぞれ目標電圧VA1、VA2に到達して、励磁電流IOUT1、IOUT2が目標電圧VA1、VA2に対応する電流リミット値に達したか否かを判定する。

[0068] 電流リミット検知部171は、上記の所定の期間に出力信号CLOUT1、CLOUT2がL<sub>o</sub>になった場合には、対応する検知信号CLD1、CLD2をオフに設定する。一方、上記の所定の期間に出力信号CLOUT1、CLOUT2がH<sub>i</sub>のままの場合には、検知信号CLD1、CLD2をオンに設定する。そして、電流リミット検知部171は、検知信号CLD1、CLD2を判定部172に出力する。

[0069] 判定部172は、電流リミット検知部171からの検知信号CLD1、CLD2と、制御信号PHA1、PHA2とを受け取る。判定部172は、図2～図4で説明したように、制御信号PHA1、PHA2の立ち上がりまたは立ち下がりに基づいて定められる所定のタイミングにおいて、他方のチャンネルの検知信号CLD1、CLD2がオンに設定されているか否かを判定する。

- [0070] 判定部 172 は、上記の所定のタイミングにおいて、他方のチャンネルの検知信号 CLD 1, CLD 2 がオンに設定されている場合には、その他方側のチャンネルの配線に異常が発生している可能性があるとして、対応するチャンネルの異常フラグ DET 1, DET 2 をオンに設定する。検知信号 CLD 1, CLD 2 がオフの場合には、異常フラグ DET 1, DET 2 はオフに設定される。
- [0071] そして、判定部 172 は、異常フラグ DET 1, DET 2 を誤動作防止部 173 へ出力する。
- [0072] 誤動作防止部 173 は、たとえば、ステッピングモータ 200 の動作状態による励磁電流の立ち上がり遅れやノイズの影響などにより、本来は配線の異常がないにもかかわらず、判定部 172 において一時的に異常と判定されてしまった場合の誤検出の影響を防止する機能である。
- [0073] 誤動作防止部 173 は、判定部 172 からの異常フラグ DET 1, DET 2 と、制御信号 PHA 1, PHA 2 とを受ける。誤動作防止部 173 は、制御信号 PHA 1, PHA 2 の連続した所定回数（たとえば、3 回）の周期で、判定部 172 において連続して異常フラグ DET 1, DET 2 がオンに設定されたか否かを判定する。そして、誤動作防止部 173 は、所定回数連続して異常フラグ DET 1, DET 2 がオンに設定されたことを検出した場合に、配線の異常が発生していることを確定し、それに応答して異常信号 ALM を出力する。この異常信号 ALM は、駆動回路 100 の外部または内部に設けられる異常通知部（図示せず）において受信され、ユーザに対して異常の発生が通知される。
- [0074] 図 6 は、実施の形態 1 において、異常検出部 170 で実行される異常検出制御処理の詳細を説明するためのフローチャートである。図 6 に示されるフローチャートは、異常検出部 170 内に設けられたプログラム可能な CPU（図示せず）によって実行される場合には、CPU に予め格納されたプログラムがメインルーチンから呼び出されて、所定周期で実行されることによって処理が実現される。あるいは、一部またはすべてのステップについて、専

用のハードウェア（電子回路）で処理を実現することも可能である。

- [0075] 図1および図6を参照して、異常検出部170は、ステップ（以下、ステップをSと略す。）100にて、比較器131, 132からの出力信号CLOUT1, CLOUT2（以下、CLOUT1, CLOUT2を総称して「CLOUT」とも称する。）を取得する。そして、S110にて、異常検出部170は、これらの出力信号が所定期間T1の間、Hiの状態が継続しているか否かを判定する。
- [0076] 出力信号CLOUTが所定期間T1の間、Hiの状態が継続している場合（S110にてYES）は、異常検出部170は、S120にて、対応するチャンネルの検知信号CLD（以下、CLD1, CLD2を総称して「CLD」とも称する。）をオンに設定する。その後、処理がS130に進められる。
- [0077] 出力信号CLOUTが所定期間T1の間にLoの状態になった場合（S110にてNO）は、S120がスキップされた、処理がS130に進められる。
- [0078] S130においては、異常検出部170は、制御信号PHA（以下、PHA1, PHA2を総称して「PHA」とも称する。）に基づく所定の検出タイミングが否かを判定する。
- [0079] 所定の検出タイミングでない場合（S130にてNO）は、異常検出部170は、当該処理を終了する。
- [0080] 所定の検出タイミングである場合（S130にてYES）は、処理がS140に進められて、次に異常検出部170は、他方のチャンネルの検知信号CLDがオンに設定されているか否かを判定する。
- [0081] 検知信号CLDがオンに設定されていない場合（S140にてNO）は、異常検出部170は、励磁電流が目標値通りとなっており配線の異常が発生していないと判断し、処理を終了する。
- [0082] 一方、検知信号CLDがオンに設定されている場合（S140にてYES）は、処理がS150に進められ、異常検出部170は、配線異常が発生し

ている可能性があるとして、該当するチャンネルの異常フラグDET（以下、DET1、DET2を総称して「DET」とも称する。）をオンにセットする。

[0083] そして、異常検出部170は、S160にて、この異常フラグDETが、制御信号PHAの所定の回数（n回：nは自然数）の周期連続して検出されたか否かを判定する。

[0084] 制御信号PHAがn回連続して検出されなかった場合（S160にてNO）は、異常検出部170は、異常状態の誤検出であるとして処理を終了する。

[0085] 制御信号PHAがn回連続して検出された場合（S160にてYES）は、処理がS170に進められて、異常検出部170は、配線異常が発生していることを確定する。そして、異常検出部170は、S180にて、異常信号ALMを出力する。

[0086] このような処理に従って制御を行なうことによって、ステッピングモータの駆動回路において、ステッピングモータへ励磁電流が供給される配線の異常を検出することが可能となる。

[0087] [実施の形態2]

実施の形態1におけるステッピングモータの駆動回路100においては、制御信号PHA1、PHA2および制御信号I01、I11、I02、I12が駆動回路100の外部から与えられる構成について説明したが、これらの制御信号は駆動回路内部で生成されてもよい。

[0088] 実施の形態2においては、外部から与えられる制御モード等の情報に基づいて、上述の制御信号を内部で生成する機能を有するステッピングモータの駆動回路について説明する。

[0089] 図7は、実施の形態2に従うステッピングモータの駆動回路100Aを含む、モータ駆動システム10Aの全体ブロック図である。図7は、実施の形態1の図1で説明した駆動回路100に、指令生成部115が追加された構成となっている。図7において、図1と重複する要素の説明は繰り返さない

- 。
- [0090] 図7を参照して、駆動回路100Aは、図1に示した駆動回路100の構成に加えて、指令生成部115をさらに備える。
- [0091] 指令生成部115は、回路外部から、基準クロック信号CLKと、制御モード信号MODと、回転方向を示す信号CW\_CCWと、イネーブル信号ENBとを受ける。制御モード信号MODは、実施の形態1の図2～図4で説明したフルステップモード、ハーフステップモード、クォータステップモードのいずれを選択するかを定める信号である。
- [0092] 指令生成部115は、これらの情報に基づいて、制御信号PHA1, PHA2を生成して、論理制御部140および異常検出部170へ出力する。さらに、指令生成部115は、制御信号I01, I11, I02, I12を生成して、D/Aコンバータ120へ出力する。
- [0093] これらの制御信号を当該駆動回路でのみ使用するような場合には、図7に示したように駆動回路内部に指令生成部を設ける構成とすることによって、これに相当する機能を有する回路を駆動回路外部に余分に設ける必要がなくなるので、より多くの用途に適用することができるという利点を有する。
- [0094] [実施の形態3]
- 上述の実施の形態1および実施の形態2においては、所定のタイミングにおいて目標とする励磁電流が流れているか否かを判定することによって、駆動回路からステップングモータへの電流伝達経路の異常を検出する構成について説明した。
- [0095] 以降に説明する実施の形態3から実施の形態5においては、励磁電流の電流制御で行なわれるチョッピング動作において、励磁電流が電流リミットに到達した回数に基づいて電流伝達経路の異常を検出する構成について説明する。
- [0096] 図8は、実施の形態3に従うステップングモータの駆動回路100Bを含む、モータ駆動システム10Bの全体ブロック図である。図8においては、実施の形態1の図1における異常検出部170が異常検出部170Bに置き

換わり、さらに、駆動回路外部に設けられる並列接続された抵抗R10、コンデンサC10が発振回路190に接続されたものとなっている。

[0097] なお、図8において、図1と重複する要素の説明は繰り返さない。また、実施の形態1と同様に、チャンネルCH1、CH2に対応するそれぞれの回路の構成および機能は同様であるので、以下の説明においてはチャンネルCH1に関して説明を行ない、チャンネルCH2に関しての説明は繰り返さない。

[0098] 図8を参照して、駆動回路100Bは、外部から、起動信号であるパワーセーブ信号PSを受ける。駆動回路100Bは、パワーセーブ信号PSがオン（ハイレベル）となったことに応答して、駆動回路100B内の各回路へ電源が供給されて動作可能状態になる。一方、パワーセーブ信号PSがオフ（ローレベル）になると、スタンバイ状態となり、ステップングモータ200への励磁電流の出力が停止される。

[0099] チャンネルCH1の論理回路141は、励磁電流IOUT1の極性を示す位相信号PHA1と、比較器131の出力信号CLOUT1と、イネーブル信号ENBとを受ける。そして、論理回路141は、これらの信号と、発振回路190からの発振信号OSCに基づいてPWM制御部によって設定された制御信号PWMとを用いて駆動信号を生成する。

[0100] イネーブル信号ENBは、論理制御部140（論理回路141、142）を有効化するための信号であり、イネーブル信号ENBがオン（ハイレベル）とされることによって論理制御部140が有効とされ、Hブリッジ161、162に含まれるトランジスタが駆動されることによって、駆動回路100Bからステップングモータ200へ励磁電流が供給される。一方、イネーブル信号ENBがオフ（ローレベル）とされると、論理制御部140が無効とされ、駆動回路100Bからステップングモータ200へ励磁電流の供給が停止される。

[0101] 発振回路190には、並列接続された抵抗R10およびコンデンサC10が接続される。この抵抗R10およびコンデンサC10の並列回路によって

、図10で後述するようなチョッピング動作の周期が定められる。

[0102] 異常検出部170Bは、励磁電流IOUT1, IOUT2の極性をそれぞれ示す位相信号PHA1, PHA2と、比較器131, 132の出力信号CLOUT1, CLOUT2と、発振回路190からの発振信号OSCと、イネーブル信号ENBと、パワーセーブ信号PSとを受ける。異常検出部170Bは、これらの情報に基づいて、駆動回路100Bからステッピングモータ200へ励磁電流IOUT1, IOUT2を供給する配線に異常が発生しているか否かを検出する異常検出制御を実行する。

[0103] 次に、図9および図10を用いて、上記の異常検出部170Bにて実行される、異常検出制御の概要について説明する。図9は、例としてフルステップモードの場合における、一般的な出力電流を示すタイムチャートを示す。横軸には時間が示され、縦軸には励磁電流の極性を示す位相信号PHA1, PHA2の状態、目標電圧の分圧比を定める制御信号I01, I11, I02, I12の状態、および励磁電流IOUT1, IOUT2の状態が示される。なお、以下ではフルステップモードの場合を例として説明するが、励磁電流IOUT1, IOUT2の極性の組合せ状態が変化する1/4周期の半分（すなわち、1/8周期）の時間だけ、各制御信号I01, I11, I02, I12の状態が制御されるハーフステップモードや、励磁電流IOUT1, IOUT2の極性の組合せ状態が変化する1/4周期のさらに1/4（すなわち、1/16周期）の間、制御信号I01, I11, I02, I12の状態を制御するクォータステップモードにおいても以下の制御は適用可能である。

[0104] 図9を参照して、このフルステップモードの場合には、制御信号I01, I11, I02, I12は常にローレベル（Lo）に設定され、励磁電流IOUT1, IOUT2は、それぞれ位相信号PHA1, PHA2に同期して、+100%の状態と-100%の状態とで、方形波状に切換わる。

[0105] 具体的には、励磁電流IOUT1については、時刻t41において位相信号PHA1がハイレベルからローレベルに立ち下がることに伴って、励磁電

流 I O U T 1 が + 1 0 0 % から - 1 0 0 % へ切換わり、時刻 t 4 3 にて位相信号 P H A 1 がローレベルからハイレベルに立ち上がることに伴って、励磁電流 I O U T 1 が - 1 0 0 % から + 1 0 0 % へ切換わる。

[0106] 励磁電流 I O U T 2 については、上述のように、励磁電流 I O U T 2 と 9 0 ° の位相差があるので、時刻 t 4 2 において励磁電流 I O U T 2 が + 1 0 0 % から - 1 0 0 % へ切換わり、時刻 t 4 4 において励磁電流 I O U T 2 が - 1 0 0 % から + 1 0 0 % へ切換わる。

[0107] なお、ハーフステップモードおよびクォータステップモードにおいては、中間レベルの励磁電流を用いることによって、図 9 のフルステップモードよりも、より正弦波に近い励磁電流を供給することができる。

[0108] 図 1 0 は、たとえば、図 9 の時刻 0 から時刻 t 4 1 における、励磁電流 I O U T 1 の状態をより詳細に説明するための図である。図 1 0 においては、横軸には時間が示され、縦軸には励磁電流 I O U T 、励磁電流 I O U T を示す電圧 R N F 、発振信号 O S C 、出力信号 C L O U T が示される。なお、以下の説明においては、チャンネル C H 1 , C H 2 についての各信号を総称して、たとえば、I O U T 1 , I O U T 2 を「I O U T」等と称することとする。

[0109] 図 8 および図 1 0 を参照して、電流制御回路 1 3 0 においては、各チャンネルについて、図 8 で示したようなフィードバックループを用いて、出力電流 I O U T が目標電流 I R E F となるように制御される。

[0110] 発振信号 O S C は、図 8 に示した抵抗 R 1 0 およびコンデンサ C 1 0 の並列回路によって、電位 V C R H と電位 V C R L との間で三角波状に変化する。より具体的には、発振信号 O S C が電位 V C R L となると、並列回路のコンデンサ C 1 0 が充電され、発振信号 O S C が電位 V C R H まで増加する。発振信号 O S C が電位 V C R H となると、コンデンサ C 1 0 の充電が停止され、コンデンサ C 1 0 に蓄えられた電荷が抵抗 R 1 0 によって放電される。この放電によって発振信号 O S C の電位が電位 V C R L まで低下すると、再びコンデンサ C 1 0 が充電される。

- [0111] このように、並列回路の抵抗 $R_{10}$ およびコンデンサ $C_{10}$ によって、電流制御回路130のチョッピング周期 $T_{CH}$ が定まる。
- [0112] 発振信号 $OSC$ の立ち上がり（図10中の、時刻0,  $t_{52}$ ,  $t_{54}$ ,  $t_{56}$ ）において、出力信号 $C_{OUT}$ がオンにされ、論理制御部140およびプリドライバ部150によりHブリッジのトランジスタの駆動が開始されて励磁電流 $I_{OUT}$ が増加する。これに伴って電圧 $R_{NF}$ が増加する。
- [0113] 電圧 $R_{NF}$ が目標電圧 $V_A$ には達していない間は、出力信号 $C_{OUT}$ はオンの状態のままであり、励磁電流 $I_{OUT}$ の供給が継続される。そして、電圧 $R_{NF}$ が目標電圧 $V_A$ に到達、すなわち、出力電流 $I_{OUT}$ が目標電流 $I_{REF}$ に到達すると、比較器からの出力信号 $C_{OUT}$ がオフとなる（時刻 $t_{51}$ ,  $t_{53}$ ,  $t_{55}$ ,  $t_{57}$ ）。
- [0114] これにより、論理制御部140によってHブリッジの駆動が停止される。そうすると、抵抗 $R_1$ ,  $R_2$ には電流が流れないので、電圧 $R_{NF}$ は接地電位に低下する。そして、発振信号 $OSC$ が電位 $V_{CRL}$ まで低下後、再び発振信号 $OSC$ が立ち上がると出力信号 $C_{OUT}$ がオンとされ、Hブリッジが駆動されて出力電流 $I_{OUT}$ が増加する。
- [0115] 電流制御回路130においては、パワーセーブ信号 $PS$ およびイネーブル信号 $ENB$ がオンの状態にされた状態では、励磁電流 $I_{OUT}$ の極性を示す位相信号 $PHA$ および制御信号 $I_{01}$ ,  $I_{02}$ ,  $I_{11}$ ,  $I_{12}$ によって目標電流 $I_{REF}$ の値は変化するが、常に、短いチョッピング周期 $T_{CH}$ で上述のようなチョッピング動作が繰り返されることによって、出力電流 $I_{OUT}$ が所定の目標電流 $I_{REF}$ となるように制御される。
- [0116] 図10からわかるように、駆動回路100Bからステップモータ200へ励磁電流が供給される経路が正常な場合には、各チョッピング周期 $T_{CH}$ において、電圧 $R_{NF}$ が目標電圧 $V_A$ に到達、すなわち励磁電流 $I_{OUT}$ が電流リミットである目標電流 $I_{REF}$ に到達すると、出力信号 $C_{OUT}$ がオンからオフになる。しかしながら、励磁電流が供給される経路が断線している場合には、励磁電流 $I_{OUT}$ が電流リミットに到達しないので、出力

信号C L O U Tはオンのままになる。

[0117] そこで、本実施の形態3においては、励磁電流I O U Tが電流リミットに到達したか否か、すなわち出力信号C L O U Tがオンからオフへ変化したか否かを検出することによって、励磁電流が供給される経路の異常を検出する。

[0118] 図11は、実施の形態3において、異常検出部170Bで実行される異常検出制御を説明するための機能ブロック図である。図11の機能ブロック図に記載された各機能ブロックは、異常検出部170Bによるハードウェア的あるいはソフトウェア的な処理によって実現される。

[0119] 図8および図11を参照して、異常検出部170Bは、電流リミット検知部171Bと、判定部172Bと、誤動作防止部173Bとを含む。

[0120] 電流リミット検知部171Bは、発振回路190からの発振信号O S Cと、比較器からの出力信号C L O U Tとを受ける。電流リミット検知部171Bは、出力信号C L O U Tについて、図10で説明した各チョッピング周期の間に、出力信号C L O U Tがオンからオフになったか否か、すなわち、出力信号C L O U Tが目標電圧V Aに到達して、励磁電流I O U Tが目標電圧V Aに対応する電流リミット値に達したか否かを判定する。

[0121] 電流リミット検知部171Bは、上記の所定の期間に出力信号C L O U Tがオンからオフになった場合には、検知信号C L Dをオフに設定する。一方、上記の所定の期間に出力信号C L O U Tがオンのままの場合には、検知信号C L Dをオンに設定する。そして、電流リミット検知部171Bは、検知信号C L Dを判定部172Bに出力する。

[0122] 判定部172Bは、電流リミット検知部171Bからの検知信号C L Dと、位相信号P H Aと、イネーブル信号E N Bと、パワーセーブ信号P Sとを受ける。判定部172Bは、たとえば、位相信号P H Aの立ち上がりまたは立ち下がりに基づいて定められる、目標電流I R E Fが一定である所定の期間において、検知信号C L Dがオフとなった回数をカウントする。

[0123] 判定部172Bは、上記の所定の期間において、検知信号C L Dがオフと

なった回数が、予め定められた回数に満たない場合には、当該チャンネルの配線に異常が発生している可能性があるとして、対応するチャンネルの異常フラグDETをオンに設定する。検知信号CLDがオフとなった回数が予め定められた回数を超える場合には、配線は正常であると判定され、異常フラグDETはオフに設定される。そして、判定部172Bは、異常フラグDETを誤動作防止部173Bへ出力する。

[0124] なお、PHA信号の切り換えは、ステッピングモータ200が実際に駆動（回転）される時でないとは行なわれない。そうすると、位相信号PHAの切り換えに基づくタイミングのみに基づいて判定すると、ステッピングモータ200が停止状態である状態では配線の異常を判定することができない。そのため、位相信号PHAの切り換えるタイミングに加えて、パワーセーブ信号PSがオンかつイネーブル信号ENBがオンとなったタイミング、すなわち駆動回路100Bからステッピングモータ200へ励磁電流が供給される状態となったタイミングに基づいて定められる期間においても、上述のような配線の異常の判定することが好ましい。さらに、PHA信号の切り換えが一定期間行なわれない場合には、予め定められた時間間隔ごとに異常の判定を行なうようにしてもよい。

[0125] このようにすることによって、電源投入後、ステッピングモータ200が最初に駆動されるまでの状態、または、ステッピングモータ200の停止が継続されている状態においても、配線の異常を判定することが可能となる。

[0126] 誤動作防止部173Bは、たとえば、ステッピングモータ200の動作状態による励磁電流の立ち上がり遅れやノイズの影響などにより、本来は配線の異常がないにもかかわらず、判定部172Bにおいて一時的に異常と判定されてしまった場合の誤検出の影響を防止する機能である。

[0127] 誤動作防止部173Bは、判定部172Bからの異常フラグDETと、位相信号PHAとを受ける。誤動作防止部173Bは、位相信号PHAの連続した所定回数（たとえば、3回）の周期で、判定部172Bにおいて連続して異常フラグDETがオンに設定されたか否かを判定する。そして、誤動作

防止部 173B は、所定回数連続して異常フラグ DET がオンに設定されたことを検出した場合に、配線の異常が発生していることを確定し、それに応答して異常信号 ALM を出力する。この異常信号 ALM は、駆動回路 100B の外部または内部に設けられる異常通知部（図示せず）において受信され、ユーザに対して異常の発生が通知される。

[0128] なお、上述のように、位相信号 PHA の切換えが行なわれず、ステッピングモータ 200 が停止した状態が続く場合には、予め定められた時間間隔ごとに判定した異常フラグ DET が所定回数連続して異常状態を示している場合に、配線の異常が発生していることを確定するようにしてもよい。

[0129] 図 12 は、実施の形態 3 において、異常検出部 170B で実行される異常検出制御処理の詳細を説明するためのフローチャートである。図 12 に示されるフローチャートは、異常検出部 170B 内に設けられたプログラム可能な CPU（図示せず）によって実行される場合には、CPU に予め格納されたプログラムがメインルーチンから呼び出されて、所定周期で実行されることによって処理が実現される。あるいは、一部またはすべてのステップについて、専用のハードウェア（電子回路）で処理を実現することも可能である。

[0130] 図 8 および図 12 を参照して、異常検出部 170B は、ステップ（以下、ステップを S と略す。）100B にて、比較器からの出力信号 CLOUT を取得する。そして、S210 にて、異常検出部 170B は、出力信号 CLOUT についてのオンからオフへの立ち下がりが検出されたか否か、すなわち、励磁電流 IOUT が電流リミットに到達したか否かを判定する。

[0131] 出力信号 CLOUT の立ち下がりを検出した場合（S210 にて YES）は、異常検出部 170B は、S220 にて、当該チャンネルの検知信号 CLD をオンに設定する。その後、処理が S230 に進められる。

[0132] 出力信号 CLOUT の立ち下がりが検出されなかった場合（S210 にて NO）は、S220 がスキップされて、処理が S230 に進められる。

[0133] S230 においては、異常検出部 170B は、位相信号 PHA、あるいは

、パワーセーブ信号PSおよびイネーブル信号ENBに基づいて定められる所定の検出期間中であるか否かを判定する。

[0134] 所定の検出期間中でない場合（S230にてNO）は、異常検出部170Bは、当該処理を終了し、メインルーチンに処理を戻す。

[0135] 所定の検出期間中である場合（S230にてYES）は、処理がS240に進められて、次に異常検出部170Bは、検出期間中に検知信号CLDがオンとなった回数CNTをカウントアップする。そして、異常検出部170Bは、S250にて、その検出期間の終了時点において、検知信号CLDがオンとなった回数CNTが予め定められたしきい値 $\alpha$ よりも大きいかなかを判定する。

[0136] 検知信号CLDがしきい値 $\alpha$ より大きい場合（S250にてYES）は、励磁電流IOUTが出力されており、異常検出部170Bは、電流出力経路に異常が発生していないと判断し、処理を終了してメインルーチンに処理を戻す。

[0137] 一方、検知信号CLDがしきい値 $\alpha$ 以下の場合（S250にてNO）は、処理がS260に進められ、異常検出部170Bは、配線異常が発生している可能性があるとして、該当するチャンネルの異常フラグDETをオンにセットする。

[0138] そして、異常検出部170Bは、S270にて、この異常フラグDETが、所定の回数（ $n$ 回： $n$ は自然数）連続して検出されたかなかを判定する。

[0139] 異常フラグDETが $n$ 回連続して検出されなかった場合（S270にてNO）は、異常検出部170Bは、異常状態の誤検出である可能性が高いとして処理を終了する。

[0140] 異常フラグDETが $n$ 回連続して検出された場合（S270にてYES）は、処理がS280に進められて、異常検出部170Bは、配線異常が発生していることを確定する。そして、異常検出部170Bは、S290にて、異常信号ALMを出力する。

[0141] このような処理に従って制御を行なうことによって、ステッピングモータ

の駆動回路において、ステッピングモータへ励磁電流が供給される配線の異常を検出することが可能となる。

[0142] [実施の形態4]

上述の実施の形態3におけるステッピングモータの駆動回路100Bにおいては、位相信号PHA1、PHA2および制御信号I01、I11、I02、I12が駆動回路100Bの外部から与えられる構成について説明したが、実施の形態2と同様に、これらの制御信号は駆動回路内部で生成されてもよい。

[0143] 実施の形態4においては、外部から与えられる制御モード等の情報に基づいて、上述の制御信号を内部で生成する機能を有するステッピングモータの駆動回路について説明する。

[0144] 図13は、実施の形態4に従うステッピングモータの駆動回路100Cを含む、モータ駆動システム10Cの全体ブロック図である。図13は、実施の形態3の図8で説明した駆動回路100Bに、指令生成部115Cが追加された構成となっている。図13において、図8と重複する要素の説明は繰り返さない。

[0145] 図13を参照して、駆動回路100Cは、図8に示した駆動回路100Bの構成に加えて、指令生成部115Cをさらに備える。

[0146] 指令生成部115Cは、回路外部から、基準クロック信号CLKと、制御モード信号MODと、回転方向を示す信号CW\_CCWと、イネーブル信号ENBとを受ける。制御モード信号MODは、フルステップモード、ハーフステップモード、クォータステップモードのいずれを選択するかを定める信号である。

[0147] 指令生成部115Cは、これらの情報に基づいて、位相信号PHA1、PHA2を生成して、論理制御部140および異常検出部170Bへ出力する。さらに、指令生成部115Cは、制御信号I01、I11、I02、I12を生成して、D/Aコンバータ120へ出力する。

[0148] これらの制御信号を当該駆動回路でのみ使用するような場合には、図13

に示したように駆動回路内部に指令生成部を設ける構成とすることによって、これに相当する機能を有する回路を駆動回路外部に余分に設ける必要がなくなるので、より多くの用途に適用することができるという利点を有する。

[0149] このような構成の回路についても、実施の形態3と同様の異常検出制御を適用することが可能である。

[0150] [実施の形態5]

上述の実施の形態3およびの変形例においては、電圧RNFを用いて励磁電流IOUTが目標電流IREFに到達した回数をカウントすることによって、励磁電流が供給される配線の異常を検出する構成について説明した。

[0151] ところで、励磁電流が供給される配線が異常であるかどうかの判定においては、当該配線に電流が流れることが検出されればよく、必ずしも励磁電流IOUTが上限値である目標電流IREFまで到達する必要はない。

[0152] 実施の形態5においては、励磁電流IOUTを示す電圧RNFと、目標電圧VAとは異なる基準電圧との比較に基づいて、励磁電流が供給される配線の異常を検出する構成について説明する。

[0153] 図14は、実施の形態5に従うステップングモータの駆動回路100Dを含む、モータ駆動システム10Dの全体ブロック図である。図14は、実施の形態3の図8で説明した駆動回路100Bに、比較器131#、132#が追加された構成となっている。図14において、図8と重複する要素の説明は繰り返さない。

[0154] 図14を参照して、駆動回路100Dは、図8に示した駆動回路100Bの構成に加えて、比較器131#、132#をさらに備える。

[0155] 比較器131#は、基準電圧源B1と、励磁電流IOUT1を示す電圧RNF1とを比較し、比較結果を示す出力信号CLOUT1#を生成する。比較器131#は、電圧RNF1が基準電圧に到達した場合には、出力信号CLOUT1#をオフに設定し、電圧RNF1が基準電圧に到達していない場合には、出力信号CLOUT1#をオンに設定する。比較器131#は、出力信号CLOUT1#を、異常検出部170Bへ出力する。

- [0156] 比較器132#は、基準電圧源B2と、励磁電流IOUT2を示す電圧RNF2とを比較し、比較結果を示す出力信号CLOUT2#を生成する。比較器132#は、電圧RNF2が基準電圧に到達した場合には、出力信号CLOUT2#をオフに設定し、電圧RNF2が基準電圧に到達していない場合には、出力信号CLOUT2#をオンに設定する。比較器132#は、出力信号CLOUT2#を、異常検出部170Bへ出力する。
- [0157] ここで、基準電圧源B1、B2の電圧は、目標電圧VAよりも小さく設定される。基準電圧B1、B2の電圧は、たとえば、使用される用途に依存して定められるステッピングモータ200の最低設定電流値に基づいて設定され、より好ましくは、基準電圧は、最低設定電流値よりも小さい値に設定される。一例としては、ステッピングモータ200の使用電流範囲が100mA～1A（すなわち、最低設定電流値は100mA）の場合には、基準電圧は30～50mAの電流値に対応する値に設定され得る。
- [0158] 異常検出部170Bは、比較器131#、132#からの出力信号CLOUT1#、CLOUT2#を受ける。異常検出部170Bは、実施の形態3の場合と同様に、所定の期間内に、出力信号CLOUT1#、CLOUT2#がオフとなる回数を検出することで、励磁電流が供給される配線の異常を検出する。
- [0159] 図15は、実施の形態3の図10に対応するタイムチャートである。図15においては、図10における出力信号CLOUTが出力信号CLOUT#（以下、出力信号CLOUT1#、CLOUT2#を総称して「CLOUT#」とも称する。）に置き換わったものとなっている。
- [0160] 図15においては、出力信号CLOUT#は、電圧RNFが、目標電圧VAよりも低い基準電圧VBに到達した場合（時刻t61、t64、t67、t70）に、オンからオフに切換わる。
- [0161] 図16は、実施の形態5において、異常検出部170Bで実行される異常検出制御処理の詳細を説明するためのフローチャートである。図16においては、実施の形態3の図12において、ステップS200、S210がS2

00#, S210#に置き換わったものとなっており、比較器131, 132からの出力信号CLOUT1, CLOUT2に代えて、比較器131#, 132#からの出力信号CLOUT1#, CLOUT2#に基づいて、検知信号CLDが設定される(S220)。S220以降の処理は、図12の説明と同じであるので繰り返さない。

[0162] このように、追加の比較器を用いて、最低設定電流値より小さい励磁電流が流れたか否かを判定する構成とすることは、追加の要素を必要とするので部品点数が多くなるが、電圧RNFが励磁電流IOUTの上限値である目標電圧VAに到達しなくとも、励磁電流が供給される配線の異常を検出できるため、実施の形態3と比較してより確実に異常を検出することが可能になるという利点がある。

[0163] なお、実施の形態5においても、実施の形態4のように、駆動回路内部に指令生成部を設ける構成としてもよい。

[0164] なお、実施の形態1から実施の形態5で示した駆動回路は、それに含まれる回路、機能の一部または全部を個別の電子機器を用いて構築する構成としてもよいし、これらの回路全体を集積化した集積回路として構築する構成としてもよい。

[0165] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

## 符号の説明

[0166] 10, 10A~10D モータ駆動システム、100, 100A~100D 駆動回路、110 入力バッファ、115, 115C 指令生成部、120 D/Aコンバータ、130 電流制御回路、131, 131#, 132, 132# 比較器、140 論理制御部、141, 142 論理回路、150 プリドライバ部、151, 152 プリドライバ、161, 162 Hブリッジ、170, 170B 異常検出部、171, 171B 電流リ

ミット検知部、172, 172B 判定部、173, 173B 誤動作防止部、180 PWM制御部、190 発振回路、200 ステッピングモータ、210 回転子、B1, B2 基準電圧、C10 コンデンサ、CH1, CH2 チャンネル、L1, L2 励磁コイル、N11, N12, N21, N22 ノード、Q11~Q14, Q21~Q24 トランジスタ、R1, R2, R10 抵抗、T11~T13, T21~T23 端子。

## 請求の範囲

### [請求項1]

ステッピングモータの駆動回路であって、  
前記ステッピングモータ（200）に流れる励磁電流の上限値を示す参照電圧に基づいて定められる前記励磁電流についての目標値を示す目標電圧を生成するための目標電圧生成部（120）と、  
前記目標電圧に基づいて、前記励磁電流の値が前記目標値に保たれるように前記励磁電流を制御する電流制御部（140）とを備え、  
前記電流制御部（140）は、前記励磁電流に対応する信号と予め定められたしきい値とを比較するための比較部（131、131＃、132、132＃）を含み、  
前記駆動回路（100、100A～100D）は、  
前記比較部（131、131＃、132、132＃）からの出力信号に基づいて、前記駆動回路（100、100A～100D）から前記ステッピングモータ（200）へ前記励磁電流が供給される経路の異常を検出するための異常検出部（170、170B）をさらに備える、ステッピングモータの駆動回路。

### [請求項2]

前記比較部（131、132）は、前記励磁電流に対応する電圧と、前記しきい値としての前記目標電圧とを比較し、  
前記異常検出部（170）は、前記比較部（131、132）からの出力信号と前記励磁電流の極性を示す制御信号とに基づいて、前記異常を検出する、請求項1に記載のステッピングモータの駆動回路。

### [請求項3]

前記ステッピングモータ（200）は、  
第1および第2の励磁コイル（L1、L2）を含み、  
前記電流制御部（140）は、  
前記第1および第2の励磁コイル（L1、L2）のそれぞれに対応する励磁電流を出力するための第1のチャンネル（CH1）および第2のチャンネル（CH2）を含み、  
前記電流制御部（140）は、前記第1および第2のチャンネル（

CH1, CH2)の一方のチャンネル(CH1; CH2)についての前記制御信号が予め定められた状態となる所定タイミングにおいて、他方のチャンネル(CH2; CH1)の前記出力信号の状態に基づいて、前記異常が発生していることを検出する、請求項2に記載のステッピングモータの駆動回路。

[請求項4] 前記電流制御部(140)は、前記第1および第2のチャンネル(CH1, CH2)の一方のチャンネル(CH1; CH2)についての前記制御信号が前記所定タイミングとなった場合に、他方のチャンネル(CH2; CH1)についての前記励磁電流に対応する電圧が当該チャンネルの前記目標値に到達していないことを、前記出力信号が示している場合に、前記異常が発生していることを検出する、請求項3に記載のステッピングモータの駆動回路。

[請求項5] 前記制御信号は、パルス状の信号であり、  
前記所定タイミングは、前記制御信号の立ち下がりタイミングに基づいて定められる、請求項3に記載のステッピングモータの駆動回路。

[請求項6] 前記目標電圧生成部(120)は、前記参照電圧を前記上限値に対する前記目標値の0から1まで段階的に変化する比率に従って分圧することによって前記目標電圧を生成する、請求項2に記載のステッピングモータの駆動回路。

[請求項7] 前記駆動回路(100, 100A)外部からの情報に基づいて、前記比率を示す信号および前記制御信号を生成する指令生成部(115)をさらに備える、請求項6に記載のステッピングモータの駆動回路。

[請求項8] 前記異常検出部(170B)は、前記駆動回路(100B~100D)から前記ステッピングモータ(200)に前記励磁電流が出力可能である状態における予め定められた所定期間内に、前記励磁電流に対応する信号のレベルが前記しきい値に到達した回数に基づいて前記

異常を検出する、請求項 1 に記載のステッピングモータの駆動回路。

[請求項9]

前記しきい値は、前記目標値に基づいて定められ、  
前記異常検出部（170B）は、前記比較部（131, 131#, 132, 132#）からの出力信号に基づいて前記回数をカウントする、請求項 8 に記載のステッピングモータの駆動回路。

[請求項10]

前記異常検出部（170B）は、前記回数が、予め定められた基準回数を下回った場合に前記異常が発生していることを検出する、請求項 9 に記載のステッピングモータの駆動回路。

[請求項11]

前記しきい値は、前記目標値とは異なる、前記ステッピングモータ（200）を駆動することができる最低電流値に基づいて定められ、  
前記異常検出部（170B）は、前記比較部（131, 131#, 132, 132#）からの出力信号に基づいて前記回数をカウントする、請求項 8 に記載のステッピングモータの駆動回路。

[請求項12]

前記しきい値は、前記目標値よりも低い値に基づいて設定される、請求項 11 に記載のステッピングモータの駆動回路。

[請求項13]

前記所定期間は、前記駆動回路（100B～100D）の起動信号、前記駆動回路（100B～100D）を有効化するためのイネーブ信号、および前記励磁電流の極性を示す制御信号の少なくとも 1 つに基づいて定められる、請求項 8 に記載のステッピングモータの駆動回路。

[請求項14]

前記目標電圧生成部（120）は、前記参照電圧を前記上限値に対する前記目標値の 0 から 1 まで段階的に変化する比率に従って分圧することによって前記目標電圧を生成する、請求項 8 に記載のステッピングモータの駆動回路。

[請求項15]

前記駆動回路（100B～100D）外部からの情報に基づいて、前記比率を示す信号を生成する指令生成部（115C）をさらに備える、請求項 14 に記載のステッピングモータの駆動回路。

[請求項16]

前記異常検出部（170B）は、予め定められた回数連続して前記

異常が検出されたことに応答して前記異常を確定する、請求項 1 に記載のステッピングモータの駆動回路。

[請求項17] 前記異常検出部（170B）は、前記異常が確定したことに基づいて異常信号を出力する、請求項 16 に記載のステッピングモータの駆動回路。

[請求項18] 請求項 1～17 のいずれか 1 項に記載の駆動回路（100, 100A～100D）が集積化された、集積回路。

[請求項19] 前記ステッピングモータ（200）と、  
請求項 1～17 のいずれか 1 項に記載の駆動回路（100, 100A～100D）とを備える、電子機器。

[請求項20] ステッピングモータの駆動回路の制御方法であって、  
前記ステッピングモータ（200）に流れる励磁電流の上限値を示す参照電圧に基づいて定められる前記励磁電流についての目標値を示す目標電圧を生成するステップと、  
前記目標電圧に基づいて、前記励磁電流の値が前記目標値に保たれるように前記励磁電流を制御するステップと、  
前記励磁電流に対応する信号と予め定められたしきい値とを比較するステップと、  
前記比較するステップによる出力信号に基づいて、前記駆動回路（100, 100A～100D）から前記ステッピングモータ（200）へ前記励磁電流が供給される経路の異常を検出するステップと備える、ステッピングモータの駆動回路の制御方法。

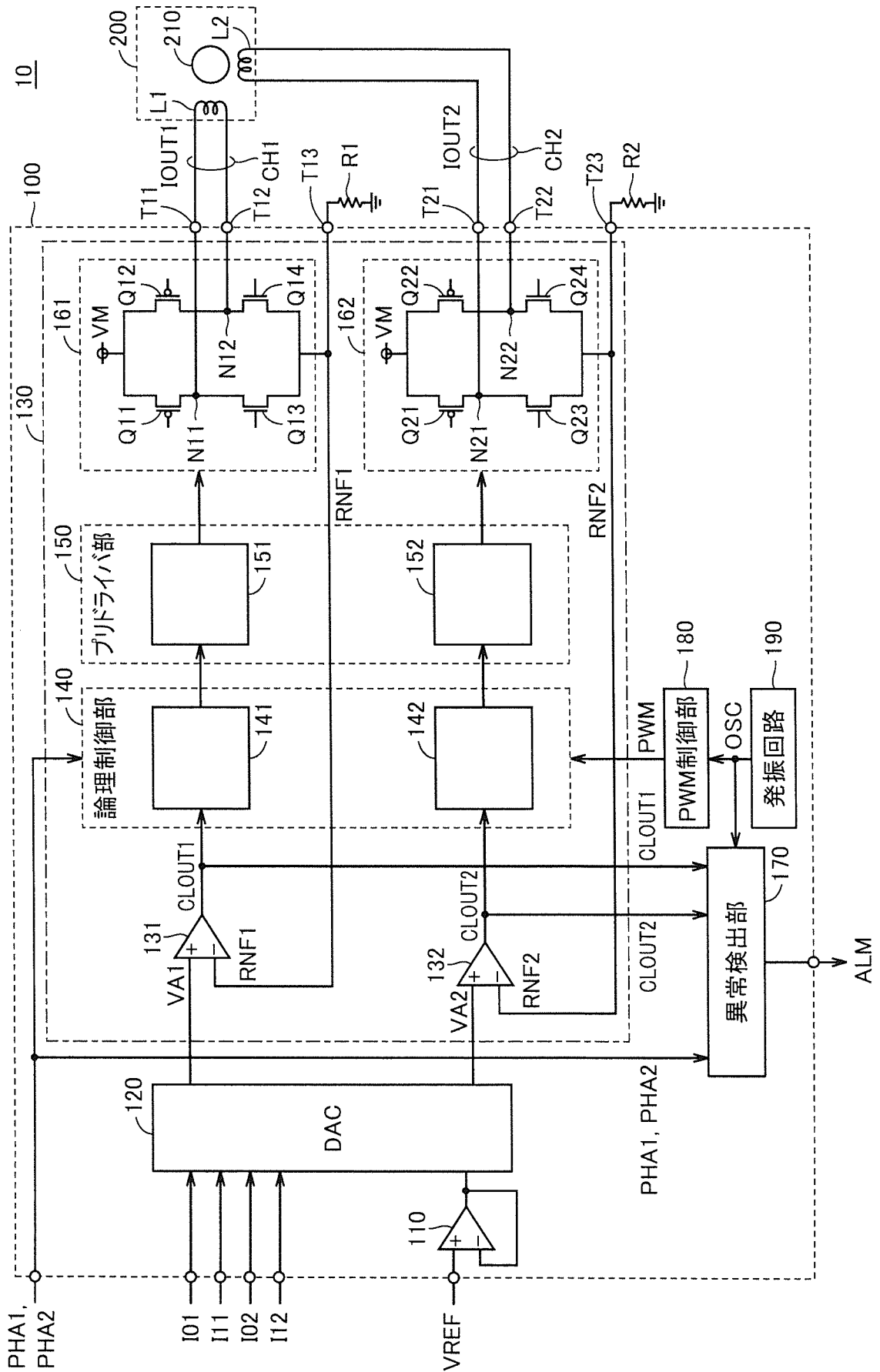
[請求項21] 前記比較するステップは、前記励磁電流に対応する電圧と、前記しきい値としての前記目標電圧とを比較するステップを含み、  
前記異常を検出するステップは、前記出力信号と前記励磁電流の極性を示す制御信号とに基づいて前記異常を検出するステップを含む、請求項 20 に記載のステッピングモータの駆動回路の制御方法。

[請求項22] 前記駆動回路（100B～100D）から前記ステッピングモータ

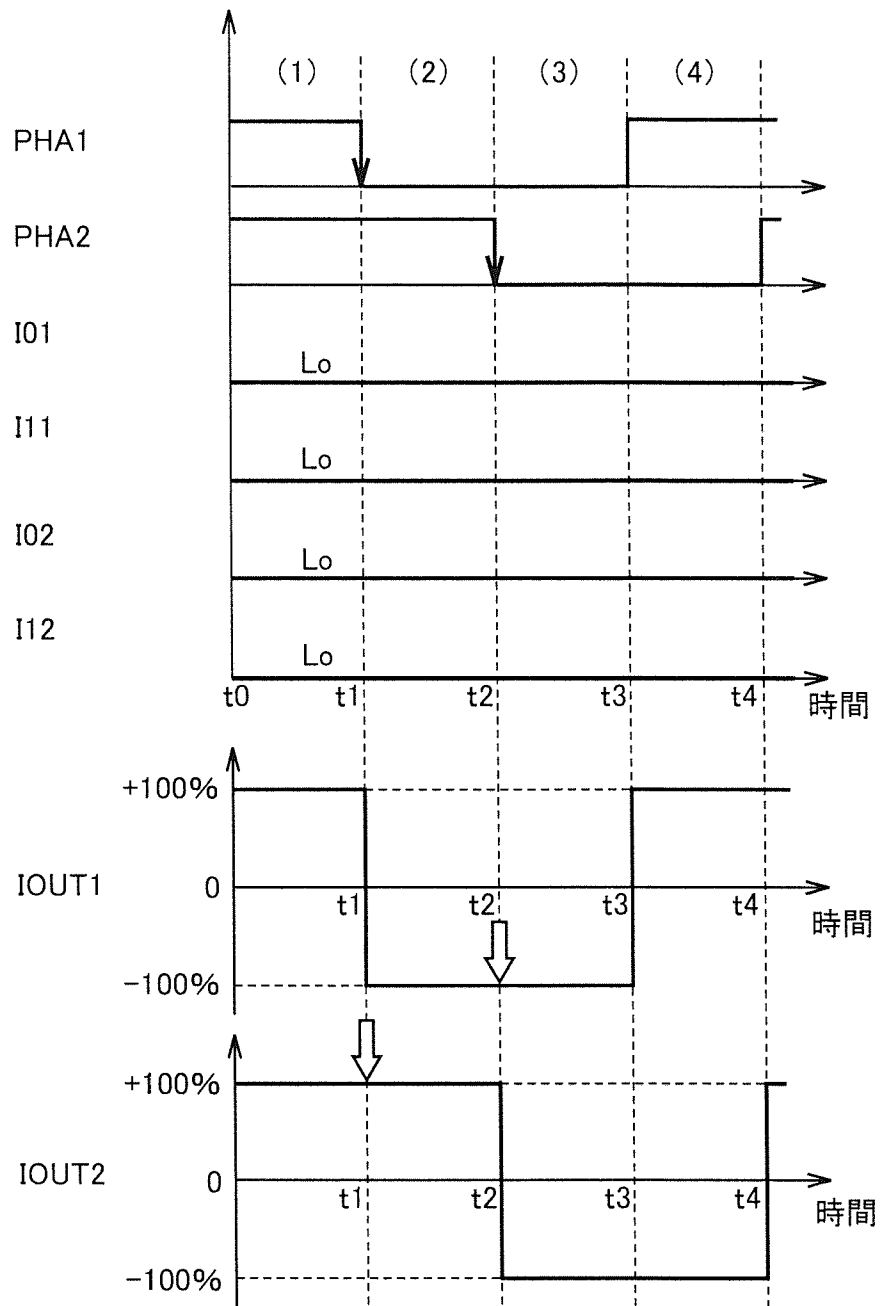
(200)に前記励磁電流が出力可能である状態における予め定められた所定期間内に、前記励磁電流に対応する信号のレベルが前記しきい値に到達した回数をカウントするステップをさらに備え、

前記異常を検出するステップは、前記回数に基づいて前記異常を検出するステップを含む、請求項20に記載のステッピングモータの駆動回路の制御方法。

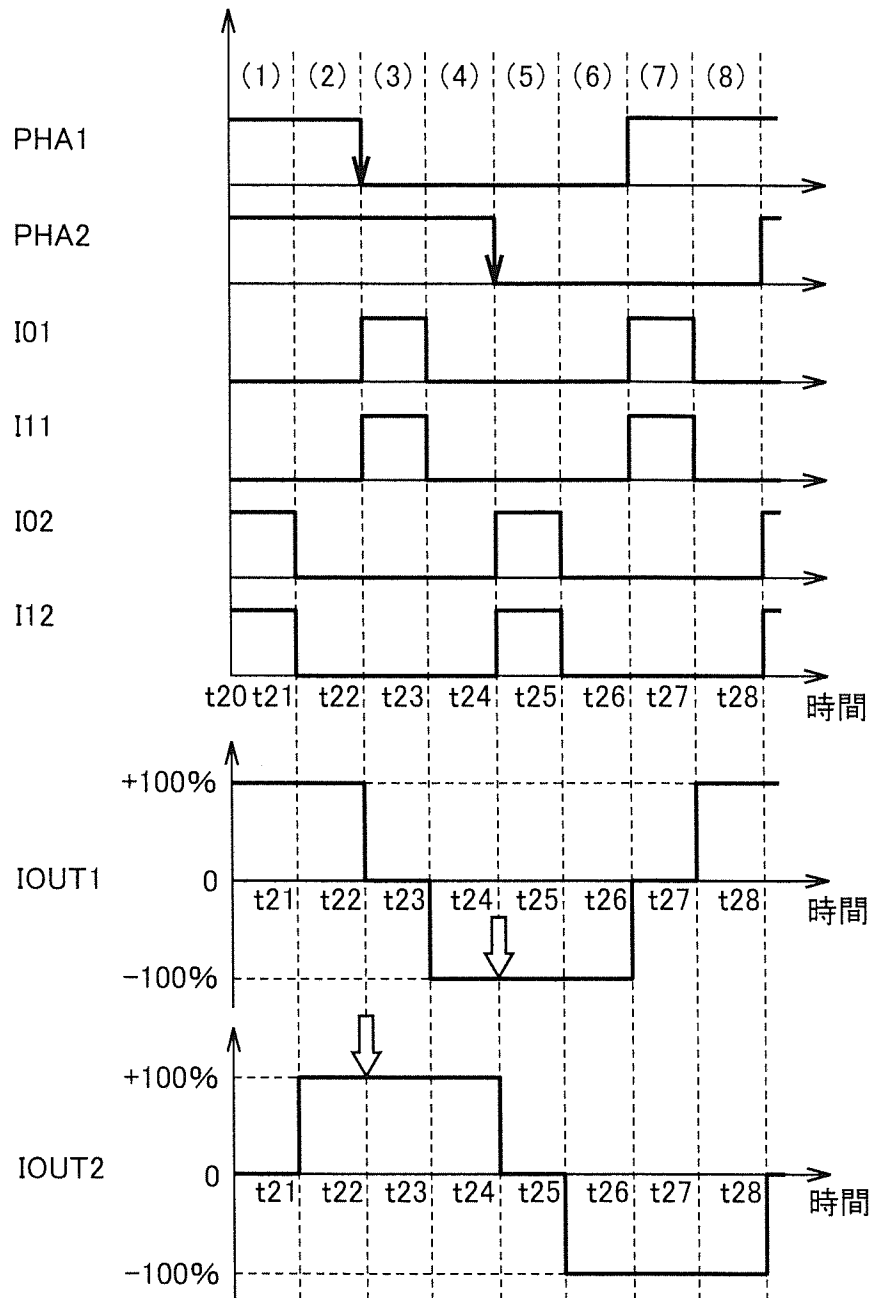
[図1]



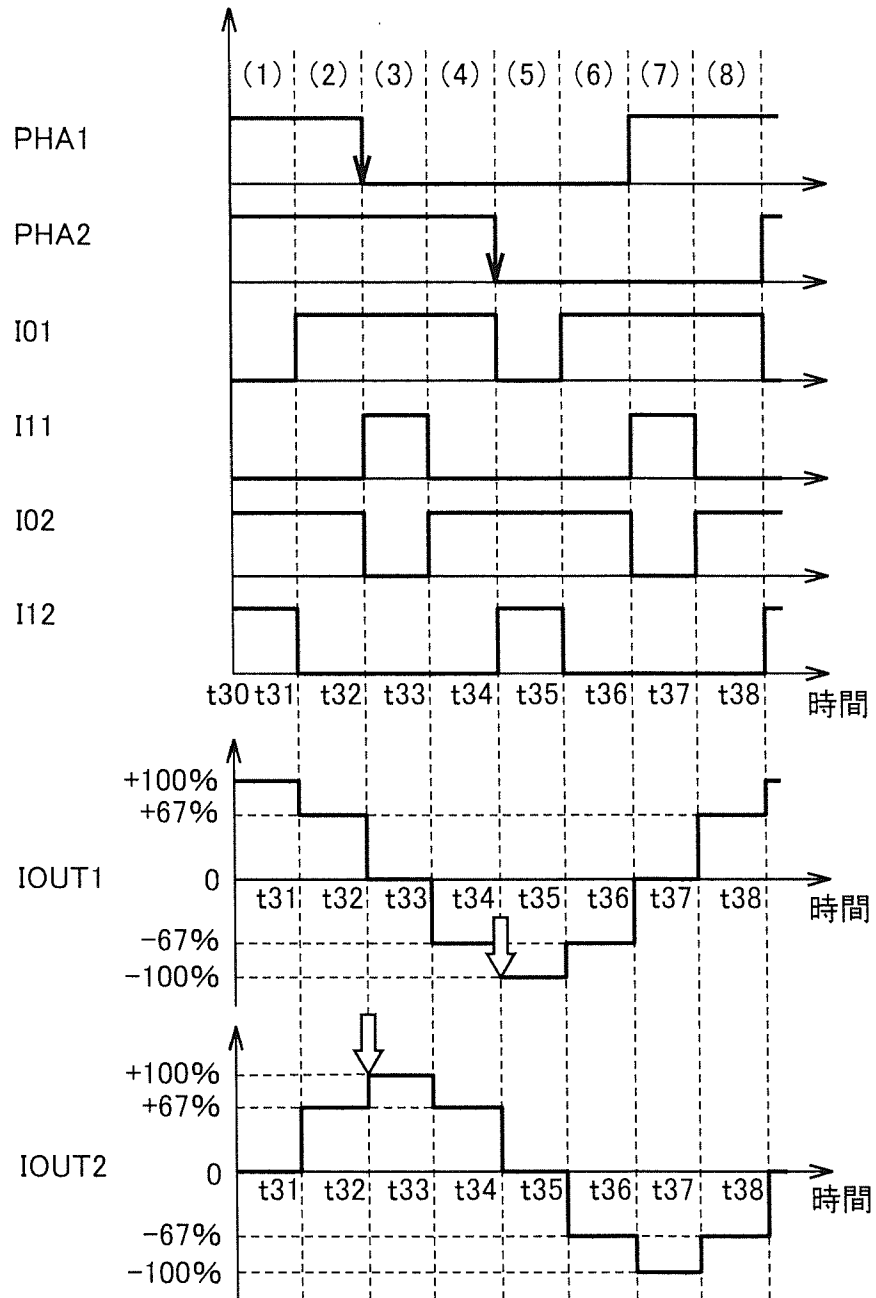
[図2]



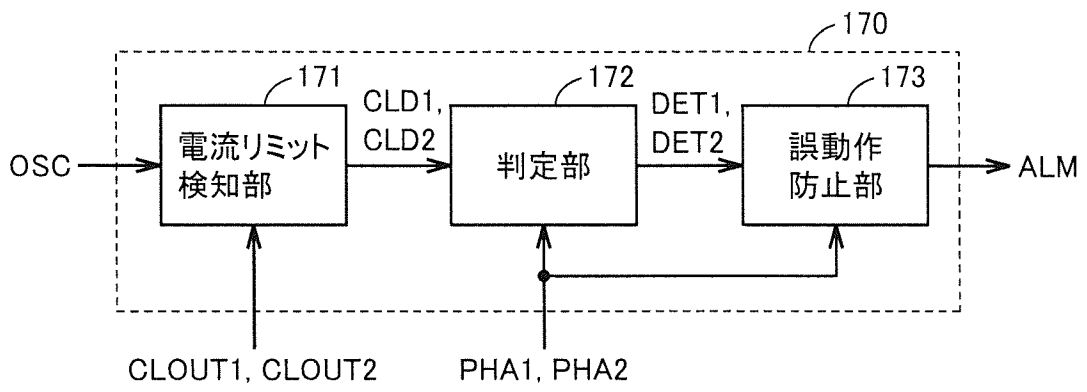
[図3]



[図4]

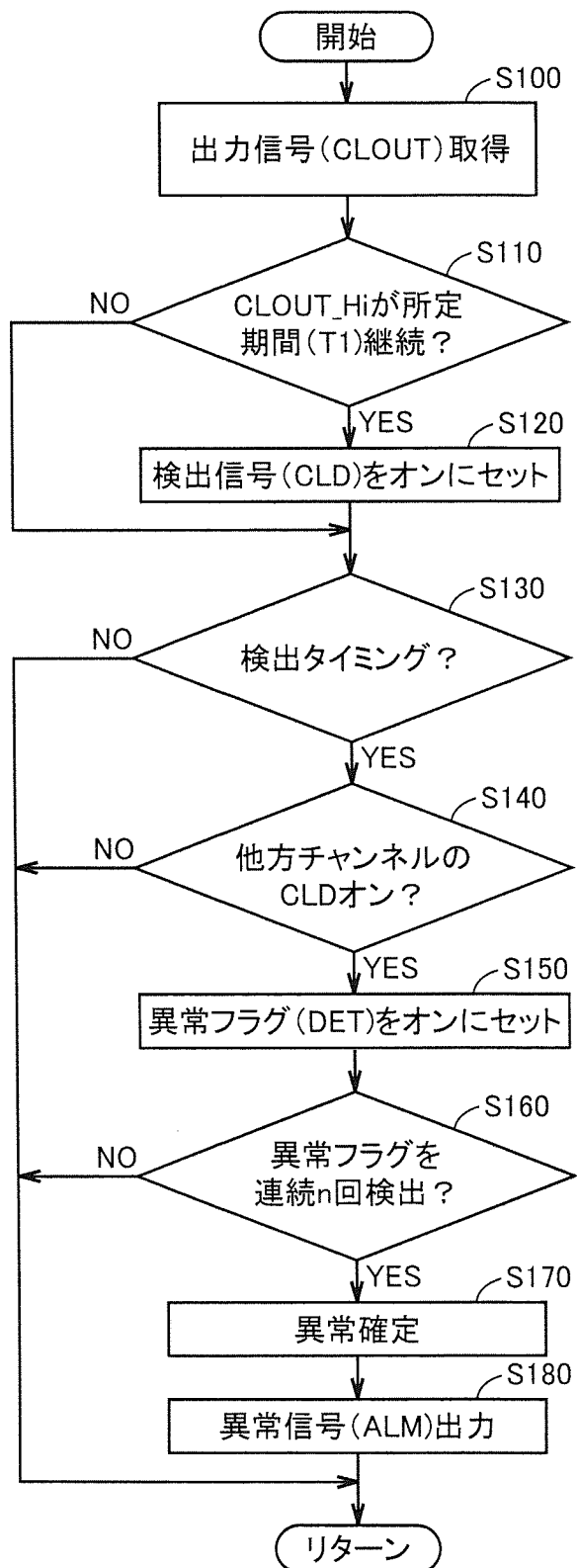


[図5]

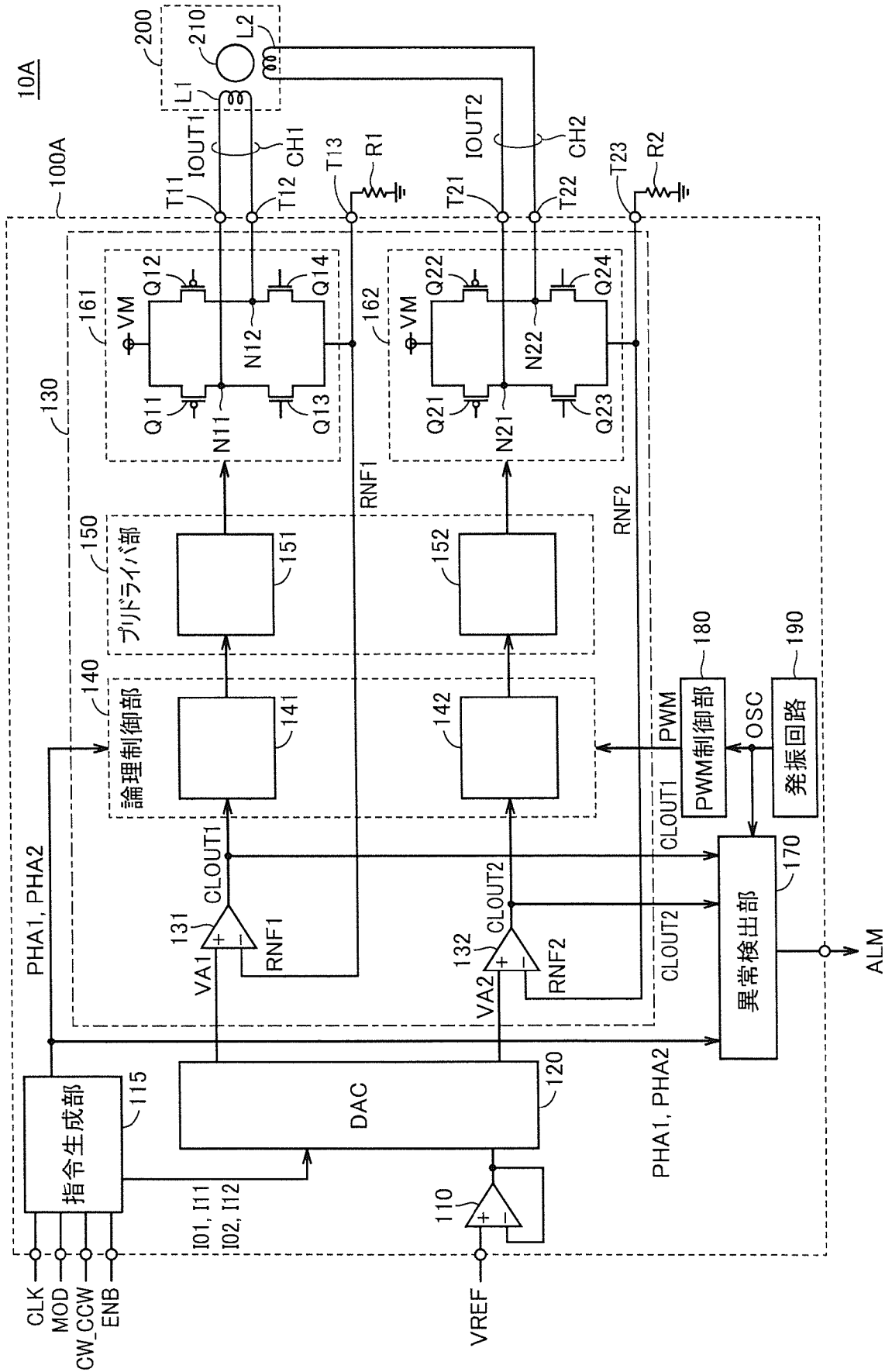


[図6]

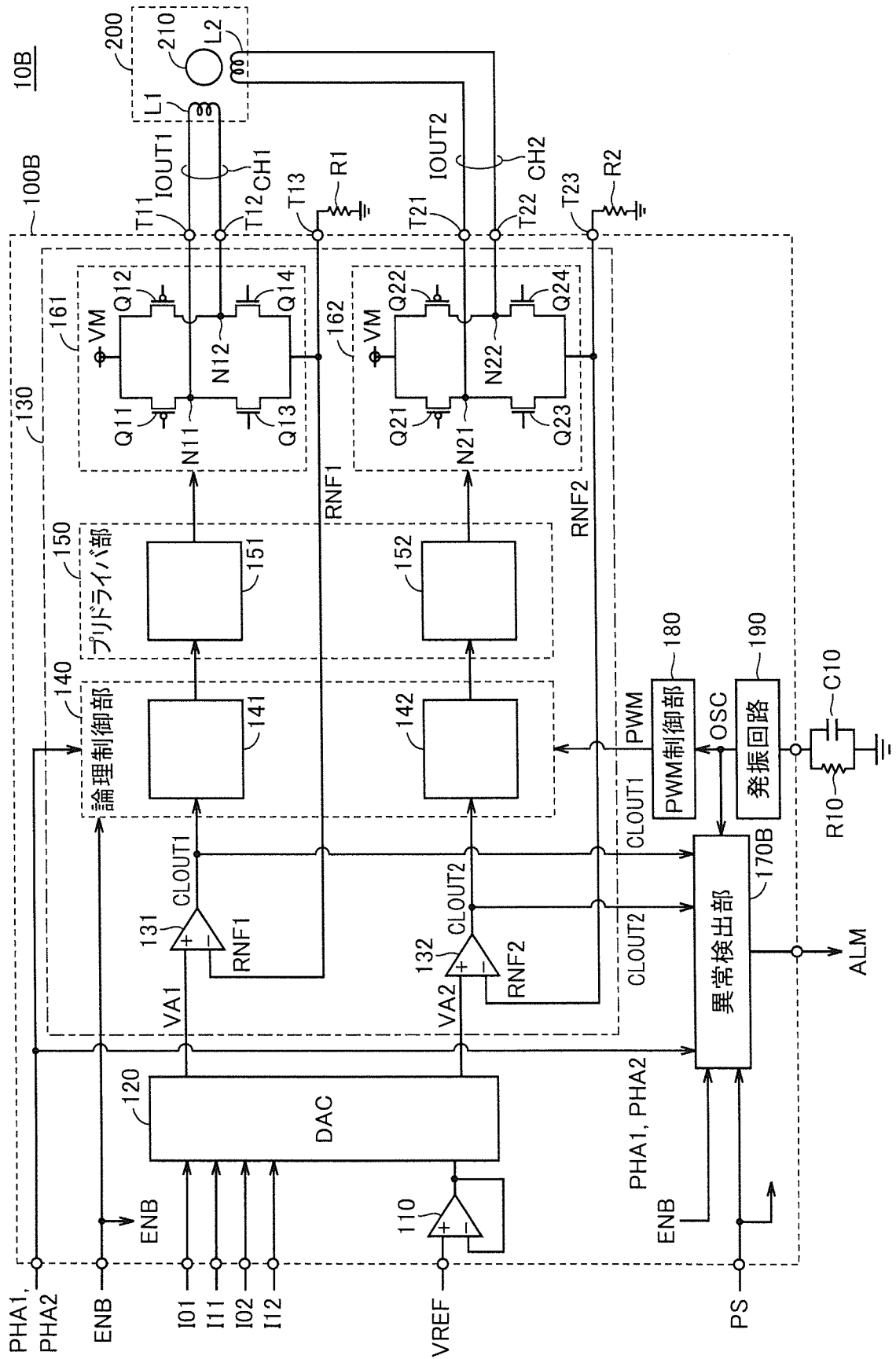
170



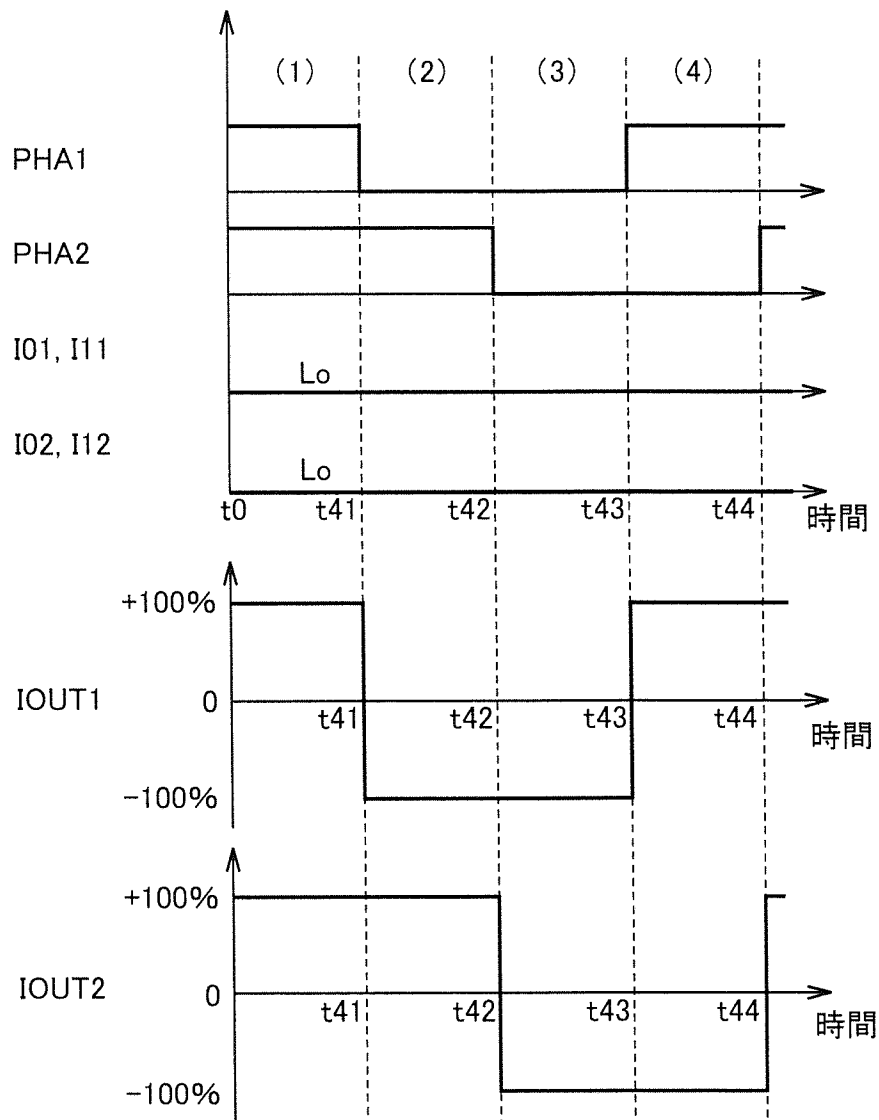
[図7]



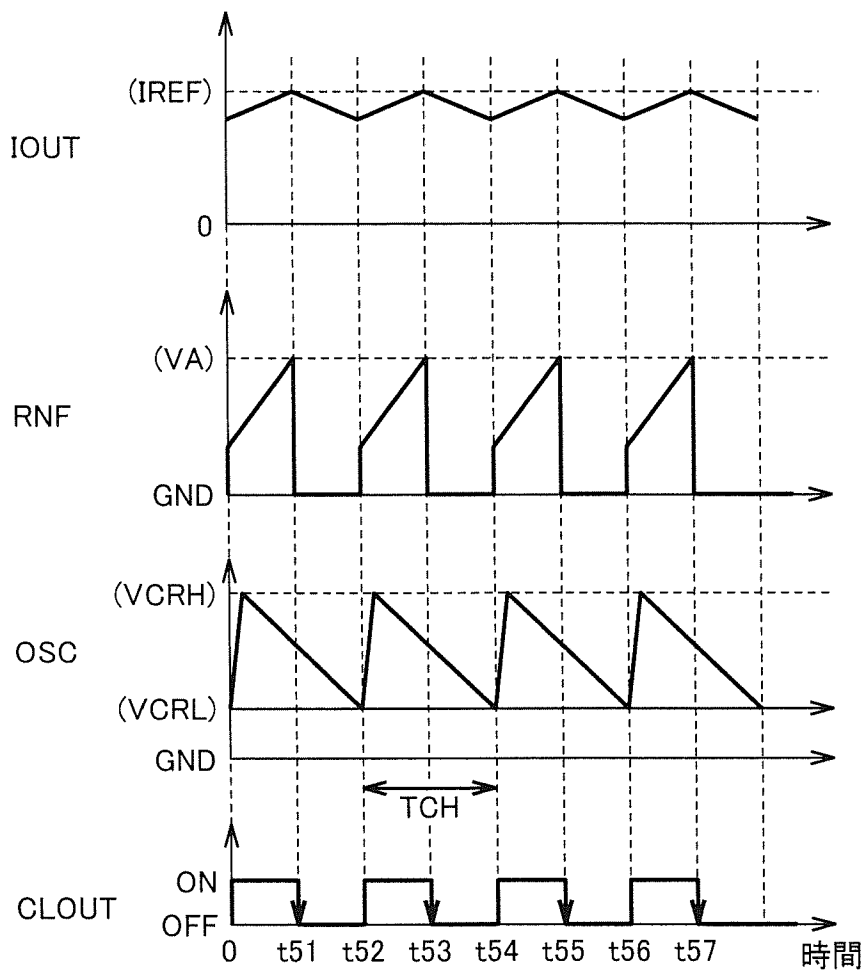
[図8]



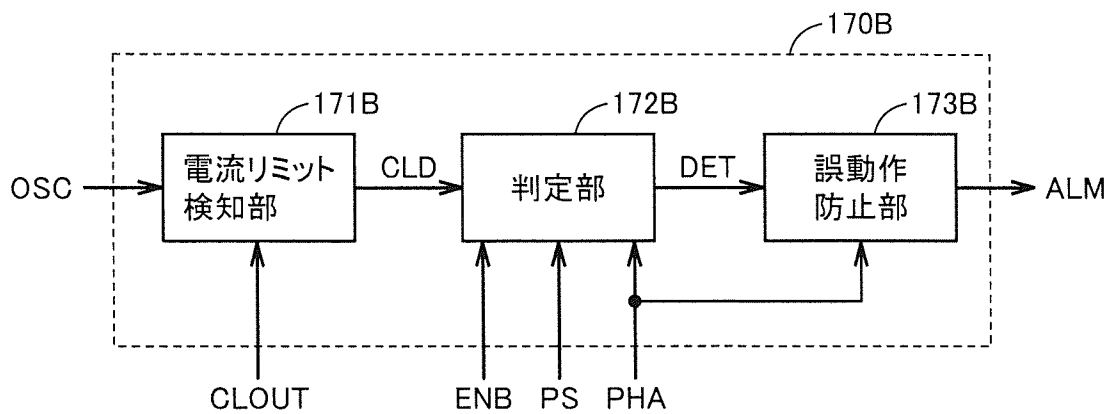
[図9]



[図10]

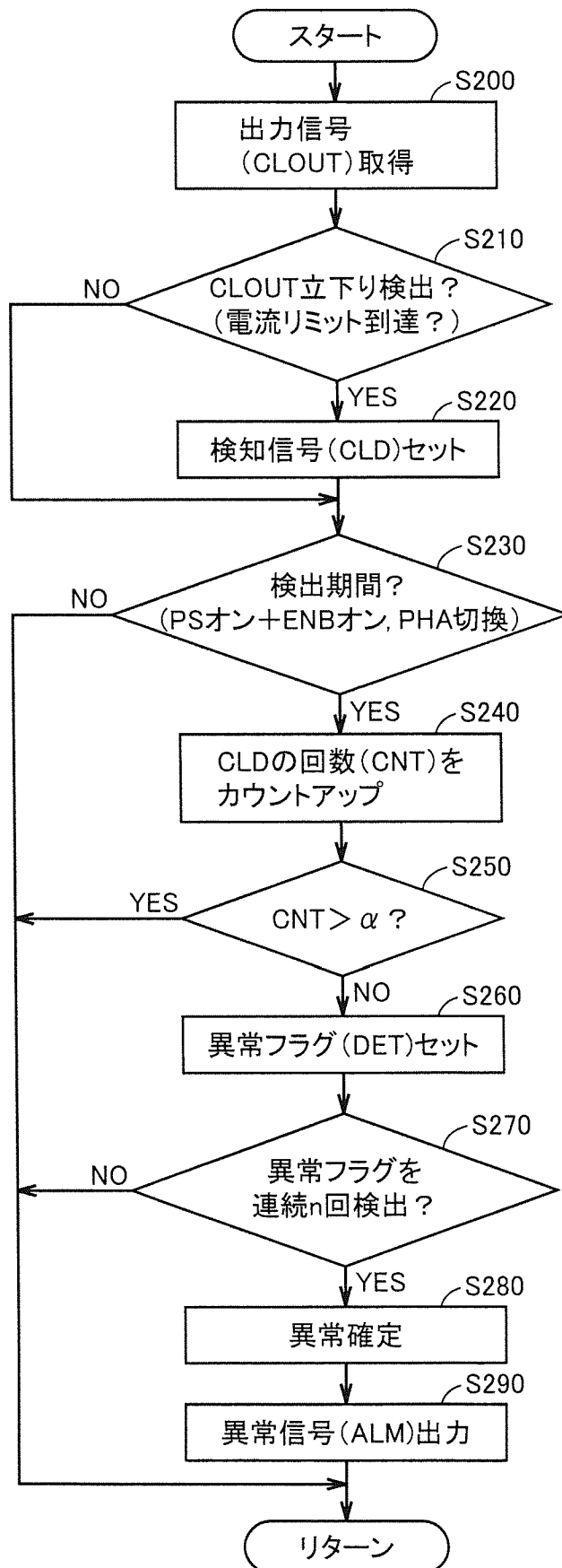


[図11]

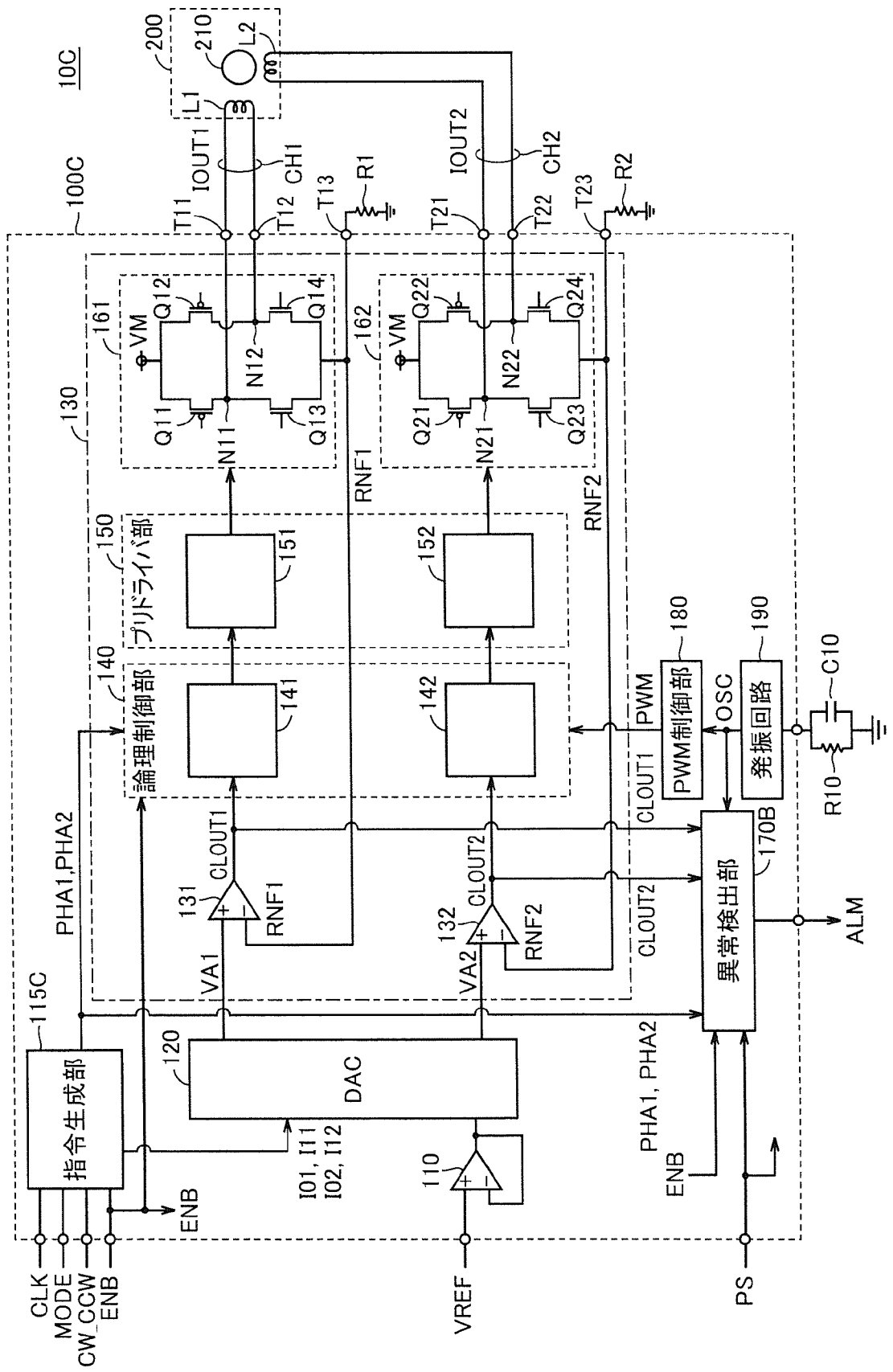


[図12]

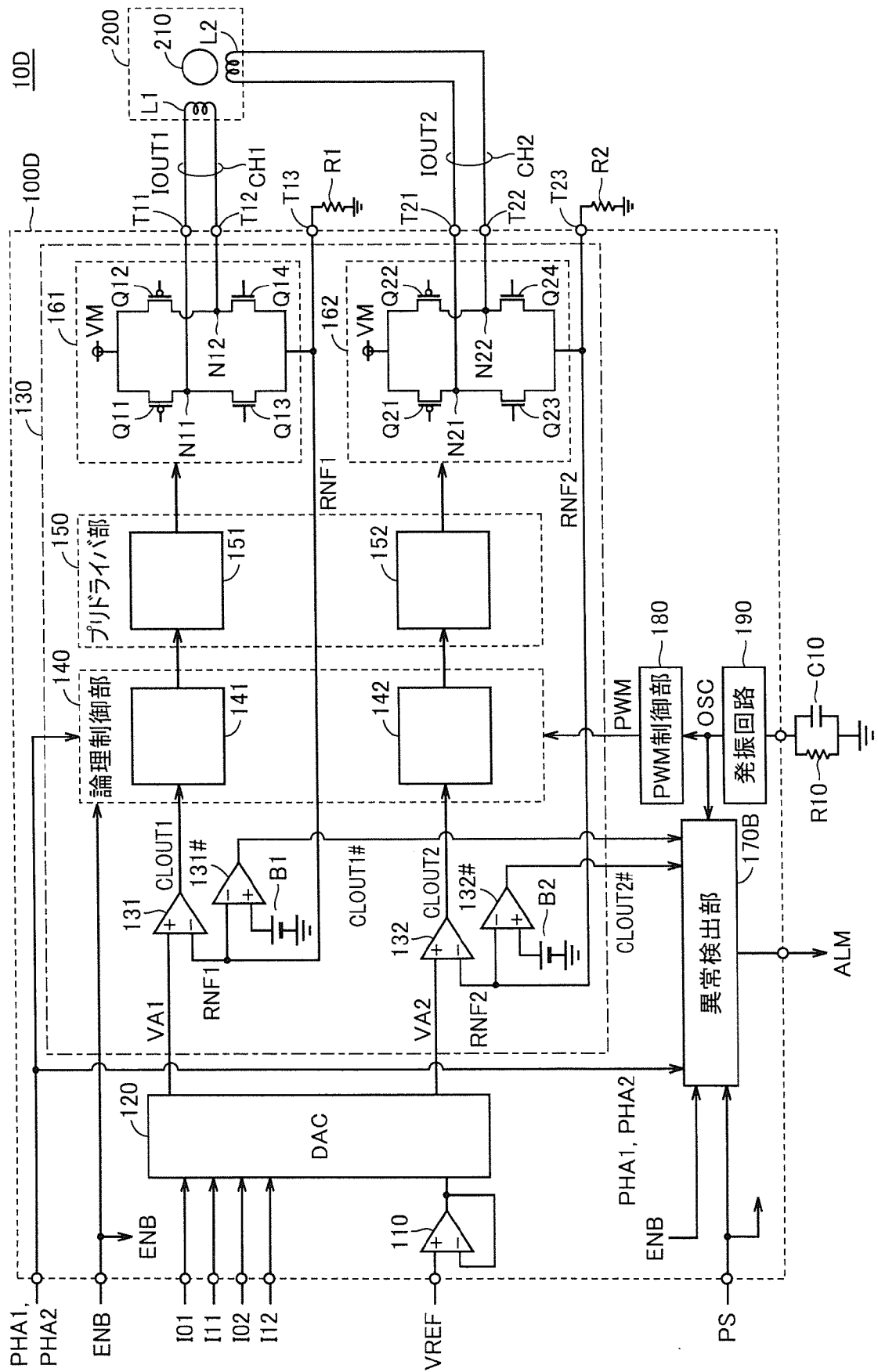
170B



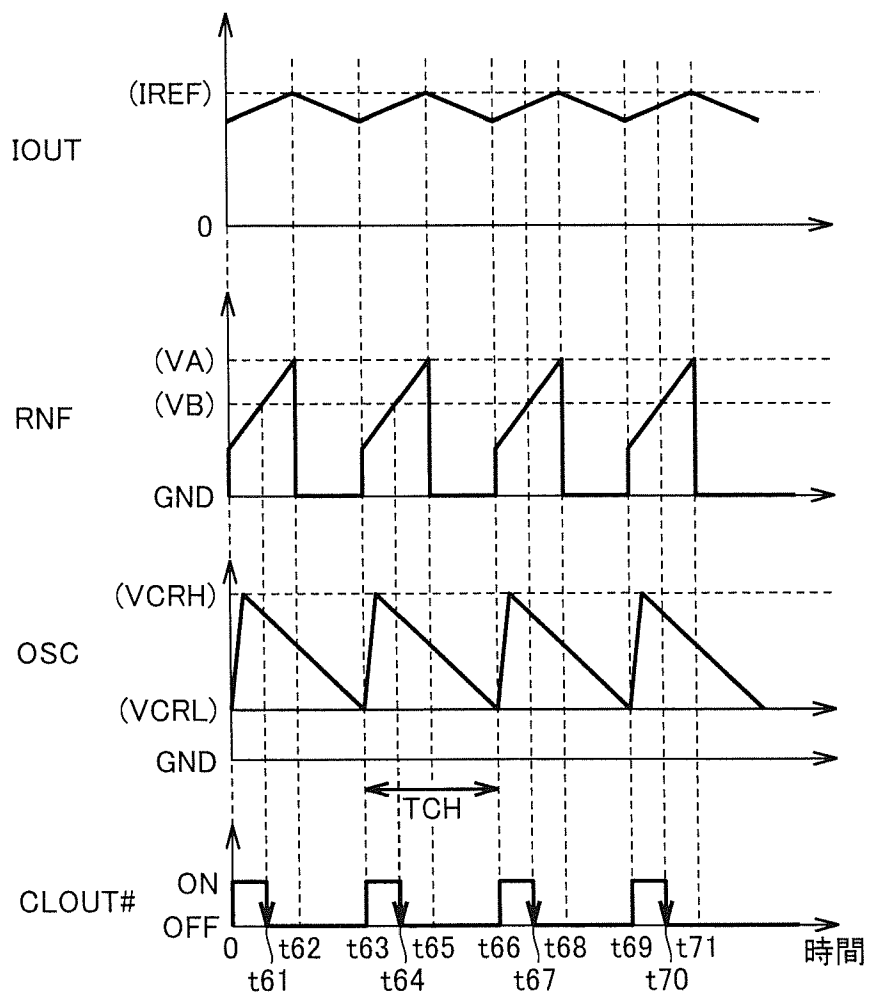
[図13]



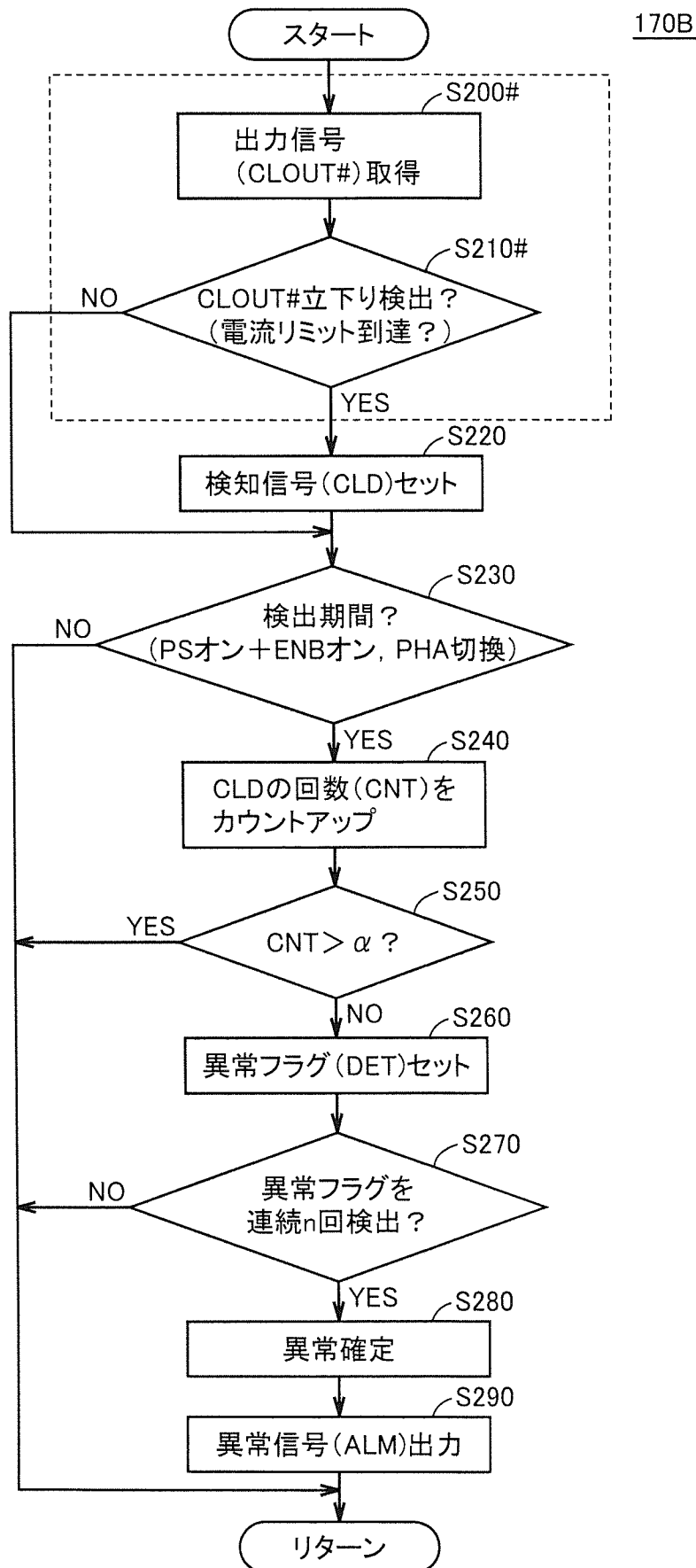
[図14]



[図15]



[図16]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/051325

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P8/38 (2006.01) i

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

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02P8/38

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y A	JP 2008-29145 A (Rohm Co., Ltd.), 07 February 2008 (07.02.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-2, 6-7, 18-21 3-5
Y A	JP 4-261396 A (Nippondenso Co., Ltd.), 17 September 1992 (17.09.1992), entire text; all drawings (Family: none)	1-2, 6-7, 18-21 3-5
Y A	JP 2-184296 A (Asmo Co., Ltd.), 18 July 1990 (18.07.1990), claim 2; page 5, upper right column, line 3 to page 5, lower left column, line 13 (Family: none)	1-2, 6-7, 18-21 3-5

 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
28 March, 2012 (28.03.12)Date of mailing of the international search report  
10 April, 2012 (10.04.12)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/051325

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention of claim 1, the invention of claim 8 and the invention of claim 16 have a common technical feature with respect to the invention of claim 1.

(continued to extra sheet)

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-7 and 18-21

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

However, said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 1 (JP 2008-29145 A (Rohm Co., Ltd.), 07 February 2008 (07.02.2008), entire text; all drawings), document 2 (JP 4-261396 A (Nippondenso Co., Ltd.), 17 September 1992 (17.09.1992), entire text; all drawings), and document 3 (JP 2-184296 A (Asmo Co., Ltd.), 18 July 1990 (18.07.1990), claim 2; page 5, upper right column, line 3 to page 5, lower left column, line 13).

(The technique that a signal corresponding to an exciting current and a predetermined threshold value are compared with each other so as to detect an abnormality in a path where the exciting current is supplied from a driving circuit to a stepping motor is a known technique as shown in documents 2 and 3.)

Further, there is no other same or corresponding special technical feature among these inventions.

Accordingly, the following three inventions (invention groups) are involved in claims. Meanwhile, the invention of claim 1 having no special technical feature is classified into invention 1.

Invention 1: The invention in claims 1-7 and 18-21

A driving circuit for driving a stepping motor, comprising:

a target voltage generating part for generating a target voltage indicating a target value regarding an exciting current which is determined on the basis of a reference voltage indicating an upper limit value of the exciting current flowing into the stepping motor; and

a current controlling part for controlling, on the basis of the target voltage, the exciting current so that a value of the exciting current is kept to the target value,

wherein the current controlling part includes a comparing section for comparing a signal corresponding to the exciting current with a predetermined threshold value; and

the driving circuit further includes an abnormality detecting part for detecting, on the basis of an output signal from the comparing section, an abnormality in a path where the exciting current is supplied from the driving circuit to the stepping motor.

Invention 2: The invention in claims 8-15 and 22

A driving circuit which includes means for detecting an abnormality on the basis of the number of times at which a signal level corresponding to an exciting current reaches a threshold value within a prescribed period of time, which is previously determined, in a state that the exciting current can be output from the driving circuit to the stepping motor.

Invention 3: The invention in claims 16-17

A driving circuit for a stepping motor, which includes means for determining an abnormality in response to an event that abnormalities are detected at a predetermined number of times in a successive manner.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02P8/38(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02P8/38		
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 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012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
Y  A	JP 2008-29145 A (ローム株式会社) 2008.02.07, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-2, 6-7, 18-2 1 3-5
Y  A	JP 4-261396 A (日本電装株式会社) 1992.09.17, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-2, 6-7, 18-2 1 3-5
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>		
* 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日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 28.03.2012	国際調査報告の発送日 10.04.2012	
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) 高橋 祐介 電話番号 03-3581-1101 内線 3358	3V 3027

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
Y A	JP 2-184296 A (アスモ株式会社) 1990.07.18, 特許請求の範囲 2、 第 5 頁右上欄第 3 行から第 5 頁左下欄第 13 行 (ファミリーなし)	1-2, 6-7, 18-2 1 3-5

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求項 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
  
2.  請求項 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
  
3.  請求項 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明、請求項8に係る発明、請求項16に係る発明は、請求項1に係る発明において共通する技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1（JP 2008-29145 A（ローム株式会社）2008.02.07, 全文、全図）、文献2（JP 4-261396 A（日本電装株式会社）1992.09.17, 全文、全図）、文献3（JP 2-184296 A（アスモ株式会社）1990.07.18, 特許請求の範囲2、第5頁右上欄第3行から第5頁左下欄第13行）の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。

（以下、特別ページに続く）

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項 1-7, 18-21

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

## (第Ⅲ欄の続き)

(励磁電流に対応する信号と予め定められたしきい値とを比較して、駆動回路からステッピングモータへ前記励磁電流が供給される経路の異常を検出することは、文献 2-3 に見られるように、周知技術である。)

また、これらの発明の間には、ほかに同一の又は対応する特別の技術的特徴は存在しない。

そして、請求の範囲には、以下に示す 3 の発明 (群) が含まれる。なお、特別な技術的特徴を有しない請求項 1 に係る発明は、発明 1 に区分する。

(発明 1) 請求項 1-7, 18-21 に係る発明

ステッピングモータの駆動回路であって、前記ステッピングモータに流れる励磁電流の上限値を示す参照電圧に基づいて定められる前記励磁電流についての目標値を示す目標電圧を生成するための目標電圧生成部と、前記目標電圧に基づいて、前記励磁電流の値が前記目標値に保たれるように前記励磁電流を制御する電流制御部とを備え、前記電流制御部は、前記励磁電流に対応する信号と予め定められたしきい値とを比較するための比較部を含み、前記駆動回路は、前記比較部からの出力信号に基づいて、前記駆動回路から前記ステッピングモータへ前記励磁電流が供給される経路の異常を検出するための異常検出部をさらに備える、ステッピングモータの駆動回路。

(発明 2) 請求項 8-15, 22 に係る発明

駆動回路からステッピングモータに前記励磁電流が出力可能である状態における予め定められた所定期間内に、励磁電流に対応する信号のレベルがしきい値に到達した回数に基づいて異常を検出する手段を有する駆動回路。

(発明 3) 請求項 16-17 に係る発明

予め定められた回数連続して異常が検出されたことに応答して異常を確定する手段を有する、ステッピングモータの駆動回路。