(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 9 月 21 日(21.09.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/159069 A1

(51) 国際特許分類:
*H01H 47/32* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/002965

(22) 国際出願日: 2017 年 1 月 27 日(27.01.2017)

(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 2016-054020 2016 年 3 月 17 日(17.03.2016) JP

(71) 出願人: 富士電機機器制御株式会社(**FUJI ELECTRIC FA COMPONENTS & SYSTEMS CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1030011 東京都中央区日本橋大伝馬町５番７号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 松尾 直之(**MATSUO Naoyuki**); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 森田 晃(**MORITA Akira**); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 田口 貴裕(**TAGUCHI Takahiro**); 〒1030011 東京都中央区日本橋大伝馬町５番７号 富士電機機器制御株式会社内 Tokyo (JP). 石橋 広脩(**ISHIBASHI Kosuke**); 〒1030011 東京都中央区日本橋大伝馬町５番７号 富士電機機器制御株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 廣瀬 一, 外(**HIROSE Hajime** et al.); 〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目３番１号 城山トラストタワー３２階 特許業務法人日栄国際特許事務所 Tokyo (JP).

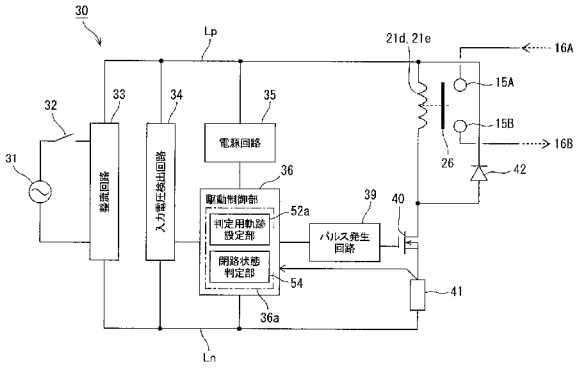
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) **Title**: OPERATION COIL DRIVE DEVICE FOR ELECTROMAGNETIC CONTACTOR

(54) 発明の名称 : 電磁接触器の操作コイル駆動装置




33 Rectification circuit
34 Input voltage detection circuit
35 Power supply circuit
36 Drive control unit
39 Pulse generation circuit
52a Trajectory-for-determination setting unit
54 Closed circuit state determination unit

(57) **Abstract**: Provided is an operation coil drive device for an electromagnetic contactor capable of reliably detecting the adsorption state of a movable iron core without using a position sensor or a timer. The present invention comprises: a current detection unit (41) that detects coil current flowing through operation coils (21d, 21e) when switching control is performed on electromagnetic contactor operation coils; and a drive control unit (36) that controls the on/off time ratio for a semiconductor switching element (40) that switches and applies power supply voltage to the operation coils, controlling same so as to be larger during closed circuit control than during holding control. The drive control unit comprises: a trajectory-for-determination setting unit (52a) that sets a trajectory for determination that continuously increases along a change trajectory for coil current detected by the current detection unit during closed circuit control; and a closed circuit state determination unit (54) that determines a contact closed circuit state caused by contact by a movable contact to a fixed contact, on the basis of the deviation between this trajectory for determination from the trajectory-for-determination setting unit and the coil current detected by the current detection unit.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/159069 A1

ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

位置センサやタイマを用いることなく可動鉄心の吸着状態を確実に検出することができる電磁接触器の操作コイル駆動装置を提供する。電磁接触器の操作コイルをスイッチング制御する際に操作コイル(２１ｄ), (２１ｅ)を流れるコイル電流を検出する電流検出部(４１)と、操作コイルに電源電圧をスイッチングして印可する半導体スイッチング素子(４０)のオン・オフ時間比率を閉路制御時に保持制御時に比較して大きくするように制御する駆動制御部(３６)とを備えている。駆動制御部は、閉路制御時に電流検出部で検出されるコイル電流の変化軌跡に沿って連続的に増加する判定用軌跡を設定する判定用軌跡設定部(５２ａ)と、この判定用軌跡設定部の判定用軌跡と電流検出部で検出したコイル電流との偏差に基づいて可動接触子の固定接触子への接触による接点閉路状態を判定する閉路状態判定部(５４)とを備えている。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 電磁接触器の操作コイル駆動装置

## 技術分野

[0001] 本発明は、電動モータ等の電気的負荷装置に供給する電流を開閉する電磁接触器の操作コイル駆動装置に関するものである。

## 背景技術

[0002] 電磁接触器は、電磁石装置を構成する操作コイルの通電によって固定鉄心に可動鉄心を吸引する吸引力を発生させて、固定接触子に対して可動接触子を接離させる。これにより、単相電源や三相電源と負荷機器間の電路を開閉する。

電磁接触器に用いられるコイル駆動回路としては、従来、種々の提案がなされている（例えば、特許文献１～３参照）。

[0003] 特許文献１では、操作コイルに電源電圧を供給する半導体スイッチング素子と、電源電圧を検出する電圧検出回路と、この電圧検出回路の検出電圧に応じた投入用レベル信号を出力し、且つ設定された時間の後にその検出電圧に基づいて投入用レベル信号よりも高い保持用レベル信号を出力するゲイン回路と、鋸波を発生する基準波発生回路と、この基準波発生回路の鋸波と前記ゲイン回路の投入用レベル信号を比較して一定周期の投入用パルス信号を出力設定時間後に前記鋸波と保持用レベル信号とを比較して前記投入用パルス信号よりもオン・オフ時間比率（デューティ比とも言う）の小さな保持用パルス信号を出力する比較器と、この比較回路の投入パルス信号と保持用パルス信号を前記半導体スイッチング素子に供給するパルス出力回路を備えた電磁石のコイル駆動装置が開示されている。

[0004] すなわち、この特許文献１では、電磁石の鉄心ギャップが大きい（すなわち、固定接点と可動接点が離間している）閉路制御時では大きな吸引力が必要であるので、大きな電流でコイルを励磁する一方、鉄心が吸着状態になり鉄心ギャップのない保持制御時では比較的小さな電流で操作コイルを励磁し

ても保持が可能であるので、できるだけコイル電流を少なくして電力消費を低減する技術が示されている。

[0005] また、特許文献２では、電磁継電器の駆動時に操作コイルに印加する電圧をコンデンサと抵抗による積分回路により積分して、積分回路の時定数による時間経過後に印加電圧を低減して操作コイル駆動の電力を低減する技術が示されている。なお、ここでの積分回路は電磁継電器への印加電圧を任意に設定したコンデンサ、抵抗により積分するものであり、電磁継電器の操作コイルの動作を検出するものではなく、操作コイルへの印加電圧からの時間を設定するための時限回路となっている。

[0006] また、特許文献３では、電源投入開始時の電源電圧が判定値を超えたときに操作コイルに励磁電流を流すスイッチ手段と、前記励磁電流の検出手段と、この検出手段の検出値が判定値を超えたときに動作開始する、電源電圧の大きさに逆比例した動作設定時間のタイマ回路と、このタイマ回路の動作設定時間経過後に前記スイッチ手段を制御して前記操作コイルに保持動作電流を流す手段とを備えた電磁石装置が開示されている。

[0007] すなわち、この特許文献３に記載された従来例では、（１）電源印加時の衝撃を低減するために電源投入から保持状態への切替え時間を、印加電圧が高いときは切替え時間を短くし、印加電圧が低下すると切替え時間を長くするように電圧と切替え時間とを逆比例させて制御する技術と、（２）電磁開閉器の操作コイルを保持動作に切替えるタイミングを決定するために、操作コイルのインピーダンスを測定し、インピーダンスが増加して電磁石が吸引したときに操作コイル保持動作に制御する技術と、（３）操作コイルインピーダンス測定のために操作コイル駆動用とは別のコイルに高周波電圧を印加するための高周波電源を用意し、この高周波電圧により操作コイルに流れる電流を測定してその高周波電流の変化から操作コイルのインピーダンスを測定する技術が示されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0008] 特許文献1：特開平１－１３２１０８号公報

特許文献2：特開昭６２－３５４２４号公報

特許文献3：特開平５－１０１９２５号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、従来の電磁接触器の操作コイル駆動装置には、次のような課題がある。通常、電磁接触器がオフ状態からオン状態に変化する閉路動作時に大きなコイル電流を流して可動鉄心を釈放状態から吸着状態に移行させ、その吸着状態になったときに操作コイル電流を低減するように切り替えている。そして、制御動作の切替え方法として、可動鉄心の吸着状態を検出する位置センサを用いる方法や、可動鉄心の吸着までの時間に合わせて設定したタイマを用いる方法が採用されている。

[0010] しかし、位置センサを用いる方法では、動作は確実であるが鉄心位置検出のセンサが別に必要となる。また、可動鉄心の吸着までの時間は、電源電圧の変動、周囲温度の変化や操作コイルの自己発熱に起因する温度変換によるコイル抵抗の変動、電磁接触器の取付け方向の影響によって変動する。このため、タイマを用いる方法では、これらの最悪条件でも鉄心吸着後に確実に制御動作の切替えを行なえるように設定する必要があり、制御動作切替えようのタイマ時限は、鉄心吸着時間よりも十分長く設定することになる。その結果、操作コイル制御回路素子には閉路制御時に大きな電流が鉄心の吸着時間以上の時間流れることになるので、鉄心の吸着位置検出による制御動作の切替えに比べて回路素子の定格は大きなものとなる。

[0011] この課題を解決するため、従来では、印加する電源電圧の調整によって操作コイルの吸引力を低減することが一般的に行なわれている。しかし、閉路制御時及び保持制御時での操作コイル電流は、コイル抵抗値のばらつき、コイル温度の上昇によるコイル抵抗の変化など電源電圧以外の変動要因による影響を受けるので、従来では、十分な効果がえられていないのが実状である。

[0012] そこで、本発明は、上記従来例の課題に着目してなされたものであり、位置センサやタイマを用いることなく可動鉄心の吸着状態を確実に検出することができる電磁接触器の操作コイル駆動装置を提供することを目的としている。

## 課題を解決するための手段

[0013] 上記目的を達成するため、本発明に係る電磁接触器の操作コイル駆動装置の一態様は、固定接触子に対して接離可能に配置された可動接触子を有し、可動接触子を可動させる可動鉄心を吸引する固定鉄心に巻かれた操作コイルに電源電圧をスイッチング制御して印可する電磁接触器と、スイッチング制御により前記操作コイルを流れるコイル電流を検出する電流検出部と、操作コイルに電源電圧をスイッチングして印可する半導体スイッチング素子のオン・オフ時間比率を閉路制御時に保持制御時に比較して大きくするように制御する駆動制御部とを備えている。そして、駆動制御部は、閉路制御時に電流検出部で検出されるコイル電流の変化軌跡に沿って連続的に増加する判定用軌跡を設定する判定用軌跡設定部と、この判定用軌跡設定部の判定用軌跡と電流検出部で検出したコイル電流との偏差に基づいて可動接触子の固定接触子への接触による接点閉路状態を判定する閉路状態判定部とを備えている。

## 発明の効果

[0014] 本発明の一態様によれば、判定用軌跡を設定する判定用軌跡設定部を設けることで、可動接触子の固定接触子への接触による接点閉路状態を位置センサやタイマを用いることなく確実に検出することができる。

## 図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明を適用し得る電磁接触器の一例を示す開極状態の断面図である。

[図2]本発明を適用し得る電磁接触器の一例を示す閉極状態の断面図である。

[図3]操作コイル駆動装置を示すブロック図である。

[図4]図３の駆動制御部の具体的構成を示すブロック図である。

[図5]図４の演算処理回路の機能ブロック図である。

[図6]図３の駆動制御部で実行するコイル駆動制御処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図7]図３の操作コイル駆動装置の動作を示す信号波形図である。

## 発明を実施するための形態

[0016] 次に、図面を参照して、本発明の一実施の形態を説明する。

以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。ただし、図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各層の厚みの比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。したがって、具体的な厚みや寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。又、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることはもちろんである。

[0017] また、以下に示す実施の形態は、本発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、本発明の技術的思想は、構成部品の材質、形状、構造、配置等を下記のものに特定するものでない。本発明の技術的思想は、特許請求の範囲に記載された請求項が規定する技術的範囲内において、種々の変更を加えることができる。

以下、本発明の第１の実施の形態である電磁接触器の操作コイル駆動装置の一態様について説明する。

[0018] 先ず、本発明に適用し得る電磁接触器１０は、図１に示すように、絶縁材からなる下ケース１１と、下ケース１１の上部に装着した絶縁材からなる上ケース１２と、上ケース１２の上部開口を覆って装着した絶縁材からなる消弧カバー１３とで構成されている。

上ケース１２の中間壁には、左右一対の固定接触子１５Ａ，１５Ｂ及び端子板１６Ａ，１６Ｂが所定間隔を保って固定されている。

[0019] 固定接触子１５Ａ及び端子板１６Ａは、外部供給電源１７に接続され、固定接触子１５Ｂ及び端子板１６Ｂは、電動機等の電気機器を駆動するインバータ等の負荷装置１８に接続されている。

下ケース１１の空間部及び上ケース１２の中間壁より下側の空間部の下部

空間には、電磁石装置２１が収納されている。この電磁石装置２１は、左右一対の固定鉄心２１ａ，２１ｂと、一方の固定鉄心２１ａの外周にコイルホルダ２１ｃを介して巻回された操作コイル２１ｄと、他方の固定鉄心２１ｂの外周にコイルホルダ２１ｃを介して巻回された操作コイル２１ｅと、一対の固定鉄心２１ａ，２１ｂの下部端面に当接して設けたヨーク２１ｆと、一対の固定鉄心２１ａ，２１ｂの上部端面に当接して設けた磁極板２１ｇ，２１ｈと、磁極板２１ｇ，２１ｈに対向して配置された可動鉄心２１ｉとを備えている。

[0020] また、上ケース１２の中間壁部を挟む内部空間に可動接点機構２２が収納されている。

可動接点機構２２は、接点支え２３及び電磁石装置２１の可動鉄心２１ｉを固定する連結部２４を備えて上下方向に移動自在に配置された可動接点ホルダ２５と、可動接点ホルダ２５の上部に連結され、固定接触子１５Ａ及び１５Ｂに上方から対向している１枚の板状の可動接触子２６と、接点支え２３の上部に連結されて可動接触子２６に対して下方に向けてばね付勢力を付与する接圧スプリング２７と、磁極板２１ｇ，２１ｈと連結部２４との間に複数配置され、可動鉄心２１ｉを固定鉄心２１ａ，２１ｂから離れる方向に付勢する復帰スプリング２８とを備えている。

[0021] 上記構成を有する電磁接触器１０は、図１に示す固定接触子１５Ａ及び１５Ｂに対して可動接触子２６が上方に離間した開極状態で、固定鉄心２１ａ，２１ｂの操作コイル２１ｄ，２１ｅに電流を流すことで固定鉄心２１ａ，２１ｂの透磁率により強い磁束を発生させる。固定鉄心２１ａ，２１ｂに発生した強い磁束により可動鉄心２１ｉに対する吸引力が固定鉄心２１ａ，２１ｂに発生する。なお、吸引力は操作コイル２１ｄ，２１ｅに流すコイル電流と操作コイル２１ｄ，２１ｅに巻かれた巻線回数との積に比例する。

[0022] 操作コイル２１ｄ，２１ｅを駆動開始後一定時間経て固定鉄心２１ａ，２１ｂに発生する吸引力により、可動鉄心２１ｉが下方に吸引され、図２に示すように、可動接触子２６が固定接触子１５Ａ及び１５Ｂに接圧スプリング

２７の接触圧で接触する。このため、電磁接触器１０が閉極状態となり、外部供給電源１７の電力が負荷装置１８に供給される。

また、電磁接触器１０は、操作コイル２１ｄ及び２１ｅに電流を流すために、図３に示す操作コイル駆動装置３０を内蔵している。

[0023] この操作コイル駆動装置３０は、単相交流電源または三相交流電源であるコイル電源３１が運転スイッチ３２を介して接続される整流回路３３を備えている。運転スイッチ３２は、電磁接触器１０をオン状態（閉極状態）とオフ状態（開極状態）に制御する外部からの切り替え信号によって制御される。整流回路３３は、コイル電源３１の形式に応じた数の整流ダイオードなどで構成され、以下の各回路に交流電圧を整流した直流電圧を正極側ラインＬｐ及び負極側ラインＬｎを介して供給する。

[0024] また、操作コイル駆動装置３０は、整流回路３３の正極側ラインＬｐ及び負極側ラインＬｎ間に接続された入力電圧検出回路３４と正極側ラインＬｐ及び負極側ラインＬｎ間に接続された電源回路３５及び駆動制御部３６とを備えている。入力電圧検出回路３４は例えば抵抗素子による電圧分圧手段を用いて整流回路３３の出力電圧を検出し駆動制御部３６に供給する。電源回路３５は、例えば電圧レギュレータ回路で構成され、整流回路３３から出力される直流高電圧を駆動制御部３６で使用する直流低電圧に変換する。ここで、整流回路３３から出力される直流電圧が駆動制御部３６で使用可能な直流低電圧である場合には、電源回路３５を省略することができる。

[0025] さらに、操作コイル駆動装置３０は、整流回路３３の正極側ラインＬｐ及び負極側ラインＬｎ間に直列に接続された電磁接触器１０の操作コイル２１ｄ及び２１ｅと直列に接続された半導体スイッチング素子４０と電流検出抵抗素子４１とを備えている。すなわち、整流回路３３の正極側ラインＬｐには、直列に接続された操作コイル２１ｄ、２１ｅの一端が接続され、操作コイル２１ｄ、２１ｅの他端には、半導体スイッチング素子４０の高電位側電極が接続されている。半導体スイッチング素子４０の低電位側電極及び負極側ラインＬｎ間には、電流検出抵抗素子４１が接続されている。

[0026] そして、操作コイル駆動装置３０は、半導体スイッチング素子４０の制御電極に接続されたパルス発生回路３９を備えている。駆動制御部３６から出力されるデューティ比信号$S_{Duty}$は、パルス発生回路３９に入力される。

また、操作コイル２１ｄ，２１ｅには、還流回路を構成するダイオード素子４２が並列接続されている。

[0027] 上記構成を有する操作コイル駆動装置３０は、電磁石装置２１の操作コイル２１ｄ，２１ｅに供給するコイル電流を適切に制御する回路である。

ここで、操作コイル駆動装置３０は、一般には、可動鉄心２１ｉを固定鉄心２１ａ，２１ｂに吸着させるように操作コイル２１ｄ，２１ｅを駆動し、さらに、吸着状態を保持するように操作コイル２１ｄ，２１ｅを駆動する。

[0028] なお、可動鉄心２１ｉを固定鉄心２１ａ，２１ｂに吸着させるようにする制御を閉路制御と称し、その後の吸着状態を保持する制御を保持制御と称す。また、可動鉄心２１ｉを固定鉄心２１ａ，２１ｂから離間させる制御は開路制御と称す。

半導体スイッチング素子４０は、例えば、ＭＯＳ－ＦＥＴ（Ｍｅｔａｌ Ｏｘｉｄｅ Ｓｅｍｉｃｏｎｄｕｃｔｏｒ－Ｆｉｅｌｄ Ｅｆｆｅｃｔ Ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒ）やバイポーラトランジスタなどで実現できるが、Ｎ型ＭＯＳ－ＦＥＴの場合は、半導体スイッチング素子４０の前記制御電極がゲート端子に、高電位側電極がドレイン端子に、さらに、低電位側電極がソース端子にそれぞれ相当する。

[0029] 半導体スイッチング素子４０は、パルス発生回路３９からのオン・オフパルス信号によって整流回路３３の出力直流電圧をスイッチングするようになっている。これによって、操作コイル２１ｄ，２１ｅにコイル電流が流れる。このときに、操作コイル２１ｄ，２１ｅの両端子には整流回路３３の出力電圧から半導体スイッチング素子４０の飽和電圧分と電流検出抵抗素子４１の両端電圧とを差し引いた電圧が発生する。

[0030] ただし、一般的には、半導体スイッチング素子４０としては、その飽和電圧が整流回路３３の出力電圧に比べ充分小さな素子を選択する。これにより

、半導体スイッチング素子の持つパッケージ熱抵抗の影響による素子破損を防止することができる。また、電流検出抵抗素子４１は、投入パルス時に操作コイル２１ｄ，２１ｅに流す大きな電流に耐えるように、抵抗×電流$^2$が電流検出抵抗素子４１のパッケージ耐熱温度を考慮し微小な抵抗値を選定する。さらに、電流検出抵抗素子４１の両端子電圧が整流回路３３の出力電圧に比べ充分小さな抵抗値を選定する。

[0031] 半導体スイッチング素子４０は、パルス発生回路３９から供給されるオン・オフパルス信号によって整流回路３３の出力直流電圧をスイッチングする。これによって、操作コイル２１ｄ，２１ｅにコイル電流が流れる。コイル電流の大きさは、電源電圧と操作コイル２１ｄ，２１ｅの抵抗値およびインダクタンス値と半導体スイッチング素子４０のオン時間によって決まる。電流検出抵抗素子４１は、操作コイル２１ｄ，２１ｅに流れるコイル電流を検出し、駆動制御部３６に出力する。

[0032] 駆動制御部３６は、可動鉄心２１ｉを固定鉄心２１ａ，２１ｂに吸着させる閉路制御と、その後の吸着状態を維持する保持制御と、可動鉄心２１ｉを固定鉄心２１ａ，２１ｂから釈放する開路制御を行う。この駆動制御部３６の具体的構成は、図４に示すように、操作コイル２１ｄ，２１ｅの抵抗値のばらつきやコイル温度上昇による操作コイル抵抗の変化など電源電圧以外の変動要因を正確に計測するために、例えばマイクロプロセッサで構成される演算処理回路３６ａを搭載している。

[0033] また、駆動制御部３６は、電流検出抵抗素子４１から入力されるアナログ電圧となるコイル電流をデジタル信号に変換するアナログ／デジタル変換器（以下、ＡＤＣと記載する）３６ｂを搭載している。さらに、駆動制御部３６は、演算処理回路３６ａおよびパルス発生回路３９に、パルス幅変調（ＰＷＭ）制御機能を持たせるため少なくとも２個の第１タイマ３６ｃ及び第２タイマ３６ｄを搭載している。このうち第１タイマ３６ｃはＰＷＭ周期を決定するタイマに使用し、またその周期は可聴周波数外の十数ＫＨｚを越えていることが望ましい。

[0034] また、第２タイマ３６ｄは、半導体スイッチング素子４０をオンさせて操作コイル２１ｄ，２１ｅを励磁する時間を決定するのに使用する。この場合に、閉路制御時には決められたＰＷＭ周期に対し、第１タイマ３６ｃで定める操作コイル２１ｄ，２１ｅを励磁するオン・オフ時間比率（あるいは、デューティ（Ｄｕｔｙ）比）を閉路制御時には大きく設定し、保持制御時には小さく設定する。

[0035] また、駆動制御部３６は、演算処理回路３６ａに接続された不揮発性メモリ３６ｅを搭載している。この不揮発性メモリ３６ｅは、後述する判定用軌跡を表す制御マップを格納している。

演算処理回路３６ａの具体的構成は、機能ブロックで表すと、図５に示すように、入力処理部５１と、設定処理部５２と、ＰＩＤ制御処理部５３と、閉路状態判定部５４とを備えている。

[0036] 入力処理部５１は、電流入力部５１ａと移動平均演算部５１ｂとを備えている。電流入力部５１ａは、例えばサンプリング周期が２０ｋＨｚに設定され、サンプリング周期毎に電流検出抵抗素子４１から出力されるアナログ電圧のコイル電流検出値$I_{FB}$を、ＡＤＣ３６ｂを介して取り込む。移動平均演算部５１ｂは、電流入力部５１ａから入力されるコイル電流検出値$I_{FB}$の２０個分を移動平均する。したがって、この移動平均演算部５１ｂから１ｋＨｚ毎にコイル電流の移動平均値がコイル電流測定値ＰＶ(k) として出力される。

[0037] 設定処理部５２は、閉路制御に使用する判定用軌跡設定部５２ａと、保持制御に使用する保持制御用設定部５２ｂと、選択スイッチ５２ｃとを備えている。判定用軌跡設定部５２ａは、閉路制御時の操作コイル２１ｄ，２１ｅに流れるコイル電流の軌跡に対応させた電流変化軌跡を表す投入駆動パターンを参照してコイル電流設定値をコイル電流設定値ＳＶとして出力する。保持制御用設定部５２ｂは、保持制御時に一定電流値の保持制御用コイル電流設定値をコイル電流設定値ＳＶとして出力する。選択スイッチ５２ｃは、後述する閉路状態判定部５４からの選択信号ＳＬがハイレベルであるときに判

定用軌跡設定部５２ａを選択し、選択信号がローレベルであるときに保持制御用設定部５２ｂを選択してＰＩＤ制御処理部５３へ出力する。

[0038] ＰＩＤ制御処理部５３は、減算器５３ａと、ＰＩＤ演算部５３ｂと、駆動信号形成部５３ｃとを備えている。減算器５３ａには、入力処理部５１から出力されるコイル電流測定値ＰＶ(k）と設定処理部５２から出力されるコイル電流設定値ＳＶ(k）とが入力され、コイル電流設定値ＳＶ(k)からコイル電流測定値ＰＶ(k)を減算して電流偏差ＤＶ(k）を算出し、算出した電流偏差ＤＶ(k）をＰＩＤ演算部５３ｂに出力する。

[0039] ＰＩＤ演算部５３ｂは、減算器５３ａから電流偏差ＤＶ(k)が入力されるとともに、入力処理部５１からコイル電流測定値ＰＶ(k）が直接入力され、下記（１）式の演算を行なって操作出力の差分ΔＭＶ(k）を算出し、算出した差分ΔＭＶ(k）を駆動信号形成部５３ｃに出力する。

[0040] [数1]

$$\Delta MV(k)=\frac{1}{P}\left[DV(k)-DV(k-1)+\frac{DT}{T_I}DV(k)+\frac{T_D}{DT}\left(PV(k)-2PV(k-1)PV(k-1)\right)\right] \quad \cdots (1)$$

[0041] ここで、

ΔＭＶ(k-1）：ｋサンプリング時間とｋ－１サンプリング時間の「操作出力量」の差分

ＤＶ(k）：ｋサンプリング時間の偏差（ＰＶ(k）－ＳＶ(k））

ＰＶ(k）：入力処理部５１の出力（コイル電流$I_{FB}$測定値）

ＳＶ(k）：設定処理部５２の出力（コイル電流$I_{FB}$設定値）

Ｐ：比例定数（Ｐパラメータ）

$T_I$：積分時間（Ｉパラメータ）

$T_D$：微分時間（Ｄパラメータ）

ＤＴ：サンプリング時間

である。

[0042] 駆動信号形成部５３ｃは、パルス幅変調（ＰＷＭ）信号のプリセットデュ

ーティ比（ＰＷＭ＿Ｄｕｔｙ）ＭＶｓを設定するプリセットデューティ比設定部５５と、ＰＩＤ演算部５３ｂから操作出力量の差分ΔＭＶとプリセットデューティ比設定部５５からプリセットデューティ比ＭＶｓが入力された積分演算部５６で構成されている。積分演算部５６では、プリセットデューティ比ＭＶｓを初期値として操作出力量の差分ΔＭＶを積分（加算）して操作量すなわちパルス幅変調信号のデューティ比（以下、ＰＷＭデューティ比と称す）ＭＶを算出する。

[0043] ここで、駆動信号形成部５３ｃで算出されるＰＷＭデューティ比は、閉路制御開始時に、例えば使用定格の最低電圧の７０％の電圧に対するＰＷＭデューティ比を１００％未満に設定しておき、加えて、使用定格の最高電圧の１２０％の電圧に対するＰＷＭデューティ比に０％を超えるように設定しておけば、実使用上、広範囲の電源電圧に対して操作コイル２１ｄ，２１ｅの電流軌跡に一致するように制御することで、安定した動作を実現することができる。具体的には、使用定格の最低電圧の７０％の電圧に対するＰＷＭデューティ比と、使用定格の最高電圧の１２０％の電圧に対するＰＷＭデューティ比を使用する電圧に対して線形補間演算されたＰＷＭデューティ比を使用すればよいことになる。

[0044] そして、駆動信号形成部５３ｃで算出されたＰＷＭデューティ比ＭＶは、出力スイッチ５３ｄの一方の入力端子を介してパルス発生回路３９にＰＷＭ信号$S_{PWM}$として出力される。出力スイッチ５３ｄの他方の入力端子にはプリセットデューティ比ＭＶｓが入力されている。この出力スイッチ５３ｄは閉路状態判定部５４からの選択信号ＳＬ２がハイレベルであるときに駆動信号形成部５３ｃを選択し、ローレベルであるときにプリセットデューティ比設定部５５を選択する。

[0045] 閉路状態判定部５４は、駆動信号形成部５３ｃから出力されるＰＷＭデューティ比ＭＶと入力処理部５１から出力されるコイル電流測定値ＰＶ(k）とが入力されている。

この閉路状態判定部５４は、ＰＷＭデューティ比ＭＶが予め設定した閾値

ＭＶｔｈ未満であるときにはハイレベルの選択信号ＳＬ１を設定処理部５２の選択スイッチ５２ｃに出力するとともに、ハイレベルの選択信号ＳＬ２をＰＩＤ制御処理部５３の出力スイッチ５３ｄに出力する。

[0046] また、閉路状態判定部５４は、ＰＷＭデューティ比ＭＶが閾値ＭＶｔｈ以上となったときに、その時点のコイル電流測定値ＰＶ(k) を基準値ＰＶｂとして演算処理回路３６ａに内蔵するメモリに記憶する。これと同時に、閉路状態判定部５４は、選択信号ＳＬ２をローレベルとして出力スイッチ５３ｄをプリセットデューティ比設定部５５側に切替える。

さらに、閉路状態判定部５４は、コイル電流測定値ＰＶ(k) が基準値ＰＶｂを超えたときに、可動接触子２６が固定接触子１５Ａ，１５Ｂに接触した後接圧スプリング２７によって圧接されるワイプ状態を経て完全に接点閉極状態となったものと判定する。このとき、閉路状態判定部５４は、ローレベルの選択信号ＳＬ１を設定処理部５２の選択スイッチ５２ｃに出力するとともに、ハイレベルの選択信号ＳＬ２をＰＩＤ制御処理部５３の出力スイッチ５３ｄに出力する。

[0047] 次に、操作コイル駆動装置３０の動作について駆動制御部３６の演算処理回路３６ａで実行するコイル駆動制御処理を表す図６のフローチャート及び図７のタイミングチャートを伴って説明する。

先ず、設定処理部５２で設定する閉路制御時のコイル電流の変化の軌跡を表す制御マップについて説明する。

[0048] 電磁接触器１０は、標準状態では、配電盤などの垂直板部に水平方向に配置した取付レールに下ケース１１が端子板１６Ａを上方とし、端子板１６Ｂを下方として取付けられる。したがって、固定鉄心２１ａ，２１ｂに対して可動鉄心２１ｉが水平方向に可動し、可動接点ホルダ２５が水平方向に可動する。このときの設置角度を基準値の±０°とする。

この標準状態では、運転スイッチ３２がオフ状態であって、固定鉄心２１ａ，２１ｂの操作コイル２１ｄ，２１ｅに通電されていない状態では、図１に示すように、可動鉄心２１ｉが復帰スプリング２８によって固定接触子１

５Ａ，１５Ｂから離間して釈放状態となっている。このため、可動接触子２６も固定接触子１５Ａ，１５Ｂから離間して開路状態となっている。

[0049] この状態で、一般的な閉路制御動作を説明すると、運転スイッチ３２がオン状態となると、駆動制御部３６が動作状態となって、パルス発生回路３９にＰＷＭデューティ比ＭＶを出力し、このパルス発生回路３９からオン・オフパルス信号が半導体スイッチング素子４０に出力される。このため、半導体スイッチング素子４０がオン・オフ動作することにより、図７（ａ）に細い実線図示の特性線Ｌ０で示すように、デューティ比に応じたコイル電流が操作コイル２１ｄ，２１ｅに流れる。

[0050] このコイル電流は、初期状態で高い変化率で増加し、これによって固定鉄心２１ａ，２１ｂに吸引力が発生して、図７（ｄ）に示すように、時点ｔ１で可動鉄心２１ｉが復帰スプリング２８に抗して固定鉄心２１ａ，２１ｂ側に移動を開始する。

その後、コイル電流は時点ｔ２で一旦ピーク値を迎えた後減少し、この間に可動接触子２６が固定接触子１５Ａ，１５Ｂに接触し、次いで接圧スプリング２７による接触圧が作用するワイプ状態となり、その後時点ｔ３で可動接触子２６が固定接触子１５Ａ，１５Ｂに完全に接触する接点閉路状態となる。

[0051] この接点閉路状態となると、コイル電流が再度上昇を開始し、時点ｔ４で保持制御が開始されることにより、コイル電流が保持電流まで減少する。

このように、コイル電流は、初期ピークまで上昇した後、一旦減少してから再度上昇して飽和状態となり、その後保持電流まで減少する変化となる軌跡を描くことになる。

ところで、電磁接触器１０が固定鉄心２１ａ，２１ｂ側に対して可動接触子２６側が上方に傾いた設置角度が＋３０°の状態では、閉路制御開始時に図７（ａ）で一点鎖線図示の特性線Ｌ１で示すように初期状態のコイル電流のピーク値が高くなる。

[0052] 逆に、電磁接触器１０が固定鉄心２１ａ，２１ｂ側に対して可動接触子２

６側が下方に傾いた設置角度が－３０°の状態では、閉路制御開始時に図７（ａ）で点線図示の特性線Ｌ２で示すように初期状態のコイル電流ピーク値が低くなる。

このため、コイル電流のピーク値が高くなる設置角度＋３０°の劣悪な設置状態でも動作可能とするには、閉路制御時に、図７（ａ）に示すように、特性線Ｌ１に余裕を持たせた太い実線図示の特性線Ｌ３の軌跡を基準にしてコイル電流を設定することにより、全ての設置状態で、電磁接触器１０を正確に動作させることが可能となる。

[0053] このため、この特性線Ｌ３に相当する軌跡を設定処理部５２の判定用軌跡設定部５２ａの制御マップに設定し、不揮発性メモリ３６ｅに記憶する。このとき、特性線Ｌ３は、ピーク値を超えた後に減少する軌跡となるが、制御マップでは、図５に示すように、ピーク値に至る軌跡をピーク値の手前から時間延長させた形で緩やかに連続的に上昇する軌跡として設定する。ここで、制御マップの横軸は、移動平均値を算出する回数ｍとし、縦軸はコイル電流設定値ＳＶとする。

[0054] 次に、上述した制御マップを使用した本実施形態の動作を説明する。

今、説明を簡単にするために、電磁接触器１０が設置角度０°の標準設置状態で設置されているものとする。

前述したように、運転スイッチ３２が図７の時点ｔ１でオン状態に制御されると、駆動制御部３６の演算処理回路３６ａが動作状態となり、図６に示すコイル駆動制御処理を実行する。

[0055] このコイル駆動制御処理では、先ず、最終的に移動平均値を算出するための処理回数を表す変数ｎを零にリセットし、最終的な移動平均値が算出された回数を表す変数ｍを零にリセットし、さらに後述する判定フラグＦを“０”にリセットする（ステップＳ１１）。

次いで、サンプリング周期にしたがって、電流検出抵抗素子４１の端子電圧としてコイル電流検出値$I_{FB}$を読込み（ステップＳ１２）、読込んだコイル電流検出値$I_{FB}$に基づいて移動平均処理を行なって移動平均値を算出する

（ステップＳ１３）。

[0056] 次いで、移動平均処理を行なった回数を表す変数ｎを“１”だけインクリメントしてから、変数ｎが設定値２０に達したか否かを判定する（ステップＳ１５）。この判定結果が、ｎ＜２０であるときには、次のサンプリング周期となるまで読込みタイミングを調整し（ステップＳ１６）、前述したステップＳ１２に戻る。

一方、移動平均回数ｎが設定値２０に達すると、最終的に算出された移動平均値をコイル電流測定値ＰＶ(k）として読込み（ステップＳ１７）、次いで判定フラグＦが“１”にセットされているか否かを判定する。この場合、ステップＳ１１で判定フラグＦが“０”にリセットされているので、ステップＳ１９に移行して、最終的な移動平均値を算出した回数すなわちコイル電流測定値ＰＶ(k）を算出した回数を表す変数ｍを“１”だけインクリメントする（ステップＳ１９）。

[0057] そして、変数ｍをもとに制御マップに形成されたコイル電流の変化を表す軌跡である投入駆動パターンを参照してコイル電流設定値ＳＶ(k）を読込む（ステップＳ２０）。次いで、コイル電流設定値ＳＶ(k)からコイル電流測定値ＰＶ(k）を減算してｋサンプリング時間の電流偏差ＤＶ(k）（＝ＳＶ(k)－ＰＶ(k)）を算出する（ステップＳ２１）。このとき、半導体スイッチング素子４０がまだオン・オフ駆動されておらず、コイル電流測定値ＰＶ(k)が零であるので、電流偏差ＤＶ(k）は正値となる。

[0058] 次いで、算出した電流偏差ＤＶ(k)及びその前回値ＤＶ(k-1）、コイル電流測定値ＰＶ(k）及びその前回値ＰＶ(k-1）をもとに前述した（１）式のＰＩＤ演算を行う（ステップＳ２２）。これによって、ｋサンプリング時間とその前のｋ－１サンプリング時間との操作出力量の差分ΔＭＶ(k）を算出する（ステップＳ２２）。

このとき、ｋ－１サンプリング時間の電流偏差ＤＶ(k-1）及びコイル電流測定値ＰＶ(k-1）はともに零であるので、ｋサンプリング時間の電流偏差ＤＶ(k）、コイル電流測定値ＰＶ(k）に基づいて操作出力量の差分ΔＭＶ(k)

が算出される。

[0059] 次いで、この操作出力量の差分ΔＭＶ(k) がプリセットデューティ比ＭＶｓを初期値として積分されてＰＷＭデューティ比（ＰＷＭ＿Ｄｕｔｙ）ＭＶが算出される（ステップＳ２３）。そして、算出されたＰＷＭデューティ比ＭＶがパルス発生回路３９に出力される。

このため、パルス発生回路３９からＰＷＭデューティ比ＭＶに応じたオン・オフ時間比率のパルス信号が半導体スイッチング素子４０の制御電極であるゲート電極に出力され、半導体スイッチング素子４０がスイッチング制御される。この結果、操作コイル２１ｄ，２１ｅに図７（ａ）に示すようにコイル電流が流れ始める。

[0060] その後、サンプリング周期の２０分の１の周期でコイル電流検出値$I_{FB}$の移動平均値が算出され、これがコイル電流測定値ＰＶ(k) として読込まれるとともに、変数ｍが“１”だけインクリメントされるので、制御マップの投入駆動パターンを参照して算出されるコイル電流設定値ＳＶ(k) も増加し、プリセットデューティ比ＭＶｓを初期値として操作出力量の差分ΔＭＶ(k) も正値を維持することから操作コイル２１ｄ，２１ｅに流れるコイル電流が図７（ａ）に示すように増加を継続する。

[0061] そして、時点ｔ１１でコイル電流の増加率が低下し始めると、コイル電流測定値ＰＶ(k) も減少することから操作出力量の差分ΔＭＶ(k) も大きくなり、ステップＳ２４で算出されるＰＷＭデューティ比ＭＶ(k) も図７（ｂ）に示すように増加する。

このとき、算出されるＰＷＭデューティ比ＭＶ(k) が予め設定された閾値ＭＶｔｈ以下であるので、図６のコイル駆動制御処理でステップＳ２５からステップＳ１６を経てステップＳ１２に戻る。この間に、可動鉄心２１ｉが固定鉄心２１ａ，２１ｂに吸引されて復帰スプリング２８に抗して後方へ移動し始め、これに応じて可動接触子２６と固定接触子１５Ａ，１５Ｂとの間のギャップが徐々に減少する。

[0062] そして、時点ｔ１２でＰＷＭデューティ比ＭＶ(k) が予め設定された閾値

ＭＶｔｈを超えると、図６のコイル駆動制御処理で、ステップＳ２５からステップＳ２６へ移行して、時点ｔ１２で読込んだコイル電流測定値ＰＶ(k)を基準値ＰＶｂとしてメモリの所定記憶領域に記憶する（ステップＳ２６）。

次いで、予め設定されたプリセットデューティ比ＭＶｓをパルス発生回路３９に出力し（ステップＳ２７）、次いで判定フラグＦを“１”にセットし（ステップＳ２８）、ステップＳ１６を経てステップＳ１２に戻る。

[0063] このため、次に移動平均値が算出されてコイル電流測定値ＰＶ(k）として読込まれたときに、判定フラグＦが“１”にセットされているので、ステップＳ１８からステップＳ２９へ移行して、コイル電流測定値ＰＶ(k）がメモリの所定記憶領域に記憶されている基準値ＰＶｂ以上となったか否かを判定する（ステップＳ２９）。

コイル電流測定値ＰＶ(k）が基準値ＰＶｂより小さい場合には、ステップＳ１６を経てステップＳ１２に戻ることを繰り返す。この間に、図７（ｄ）に示すように、時点ｔ１３で可動接触子２６が固定接触子１５Ａ，１５Ｂに接触し、接圧スプリング２７による接触圧が増加されながら可動接点ホルダ２５が後方に移動するワイプ状態となる。その後時点ｔ１４で可動接触子２６が固定接触子１５Ａ，１５Ｂに完全に接触する接点閉路状態となる。

[0064] その後、時点ｔ１５でコイル電流測定値ＰＶ(k）が基準値ＰＶｂ以上となると、接点閉路状態であると判断して保持モード処理に移行する（ステップＳ３０）。この保持モード処理では、ＰＷＭデューティ比が小さい値に設定されて、ステップＳ２０～ステップＳ２４と同様のＰＩＤ制御演算が行われるので、少ないコイル電流で固定鉄心２１ａ，２１ｂによる可動鉄心２１ｉの吸着状態が保持される。この保持制御が、運転スイッチ３２がオフ状態となるまで繰り返される。

[0065] そして、運転スイッチ３２がオフ状態となると、コイル駆動制御処理を終了してパルス発生回路３９へのＰＷＭデューティ比ＭＶ(k）の出力を停止して操作コイル２１ｄ，２１ｅへの通電を停止する。このため、固定鉄心２１

ａ，２１ｂの吸引力がなくなり、可動鉄心２１ｉが復帰スプリング２８の弾発力によって固定鉄心２１ａ，２１ｂから離間して釈放状態となる。これに応じて、可動接点ホルダ２５が前方へ移動して可動接触子２６が固定接触子１５Ａ，１５Ｂから離間して開路状態となる。

[0066] また、電磁接触器１０の設置角度が＋３０°となって、コイル電流が増加する場合でも、判定用軌跡設定部５２ａで設定した投入駆動電流パターンが設置角度＋３０°のコイル電流の変化する軌跡より大きな軌跡に設定されているので、コイル電流測定値ＰＶ(k）が投入駆動電流パターンからの逸脱する際に生じるＰＷＭデューティ比ＭＶの大きな変動を確実に検出することができ、上述した標準設置状態と同様に接点閉路状態を確実に検出して閉路制御状態から保持制御状態に確実に移行させることができる。

[0067] さらに、電磁接触器１０の設置角度が－３０°である場合も上記と同様にして接点閉路状態を正確に判断して閉路制御から保持制御へ正確に移行することができる。

しかも、接点閉路状態を検出して直ぐに閉路制御から保持制御に移行するので、操作コイル２１ｄ，２１ｅに流すコイル電流の消費量も少なくて済む。

なお、図６のコイル駆動制御処理において、ステップＳ１２～ステップＳ１６の処理が入力処理部５１に対応し、ステップＳ１９及びステップＳ２０の処理とステップＳ３０の処理の一部が判定用軌跡設定部に対応し、ステップＳ１７、ステップＳ１９～ステップＳ２４の処理がＰＩＤ制御処理部５３に対応し、ステップＳ２５～ステップＳ２９の処理が閉路状態判定部５４に対応している。

[0068] このように、上記実施形態によると、判定用軌跡設定部５２ａに閉路制御用のコイル電流変化の軌跡を表す変化投入駆動電流パターンを設定し、この投入駆動電流パターンから読出したコイル電流設定値ＳＶ(k）とコイル電流測定値ＰＶ(k）との電流偏差ＤＶをＰＩＤ制御演算してＰＷＭデューティ比ＭＶを算出する。そして、算出したＰＷＭデューティ比ＭＶをパルス発生回

路３９に出力して半導体スイッチング素子４０をオン・オフ駆動して操作コイル２１ｄ，２１ｅにコイル電流を流すようにしている。このため、コイル電流測定値ＰＶ(k）が投入駆動電流パターンから逸脱して電流偏差ＤＶが大きくなると、ＰＩＤ制御演算によって算出されるＰＷＭデューティ比ＭＶが大きく変動することを利用して、このＰＷＭデューティ比ＭＶＫの大きな変動を閉路状態判定部５４で検出することができる。したがって、接点閉路状態を位置センサやタイマを用いることなく正確に検出することができる。

[0069] なお、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、半導体スイッチング素子４０は操作コイル２１ｄ，２１ｅと負極側ラインＬｎとの間に介挿する場合に限らず、操作コイル２１ｄ，２１ｅと正極側ラインＬｐとの間に介挿するようにしてもよい。さらに、半導体スイッチング素子４０と電流検出抵抗素子４１とを入れ替えて、正極側ラインＬｐ及び負極側ラインＬｎ間に、操作コイル２１ｄ，２１ｅ、電流検出抵抗素子４１及び半導体スイッチング素子４０の順で直列に接続するようにしてもよい。

[0070] また、上記実施形態では、入力処理部５１でコイル電流検出値$I_{FB}$をサンプリングする毎に移動平均処理を行う場合について説明したが、これに限定されるものではなく、コイル電流検出値$I_{FB}$を２０個記憶しておき、これらを単純平均するようにしてもよい。

また、上記実施形態では、投入駆動電流パターンを制御マップとして記憶する場合について説明したが、これに限定されるものではなく、２次元の線形方程式として記憶しておき、演算によってコイル電流設定値ＳＶ(k）を算出するようにしてもよい。

[0071] また、駆動制御部３６としてはマイクロプロセッサ等の演算処理回路３６ａで構成する場合に限らず、論理回路、比較器、演算回路等を組み合わせて構成することもできる。

さらに、電磁接触器１０の構成も図１及び図２の構成に限定されるものではなく、他の固定接触子に対して可動接触子が操作コイルによって接離可能

に構成されていれば、他の種々の構成の電磁接触器に本発明を適用することができる。

## 符号の説明

[0072] １０…電磁接触器、１１…下ケース、１２…上ケース、１３…消弧カバー、１５Ａ，１５Ｂ…固定接触子、１６Ａ，１６Ｂ…端子板、１７…外部供給電源、１８…負荷装置、２１…電磁石装置、２１ａ，２１ｂ…固定鉄心、２１ｃ…コイルホルダ、２１ｄ，２１ｅ…操作コイル、２１ｆ…ヨーク、２１ｇ，２１ｈ…磁極板、２１ｉ…可動鉄心、２２…可動接点機構、２３…接点支え、２４…連結部、２５…可動接点ホルダ、２６…可動接触子、２７…接圧スプリング、２８…復帰スプリング、３０…操作コイル駆動装置、３１…コイル電源、３２…運転スイッチ、３３…整流回路、３４…入力電圧検出回路、３５…電源回路、３６…駆動制御部、３６ａ…演算処理回路、３６ｂ…アナログ／デジタル変換器（ＡＤＣ）、３６ｃ…第１タイマ、３６ｄ…第２タイマ、３６ｅ…不揮発性メモリ、３７…コイル電圧処理回路、３８…コイル電流処理回路、３９…パルス発生回路、４０…半導体スイッチング素子、４１…電流検出抵抗素子、５１…入力処理部、５１ａ…電流入力部、５１ｂ…移動平均演算部、５２…設定処理部、５２ａ…判定用軌跡設定部、５２ｂ…保持制御用設定部、５２ｃ…選択スイッチ、５３…ＰＩＤ制御処理部、５３ａ…減算器、５３ｂ…ＰＩＤ演算部、５３ｃ…駆動信号形成部、５３ｄ…出力スイッチ、５４…閉路状態判定部、５５…プリセットデューティ比設定部、５６…積分演算部

# 請求の範囲

[請求項1] 固定接触子に対して接離可能に配置された可動接触子を有し、前記可動接触子を可動させる可動鉄心を吸引する固定鉄心に巻かれた操作コイルに電源電圧をスイッチング制御して印可する電磁接触器と、

前記スイッチング制御により前記操作コイルを流れるコイル電流を検出する電流検出部と、

前記操作コイルに電源電圧をスイッチングして印可する半導体スイッチング素子のオン・オフ時間比率を閉路制御時に保持制御時に比較して大きくするように制御する駆動制御部とを備え、

前記駆動制御部は、前記閉路制御時に前記電流検出部で検出されるコイル電流の変化軌跡に沿って連続的に増加する判定用軌跡を設定する判定用軌跡設定部と、該判定用軌跡設定部の判定用軌跡と前記電流検出部で検出したコイル電流との偏差に基づいて前記可動接触子の前記固定接触子への接触による接点閉路状態を判定する閉路状態判定部とを備えていることを特徴とする電磁接触器の操作コイル駆動装置。

[請求項2] 前記駆動制御部は、前記判定用軌跡設定部で設定された判定用軌跡に基づく設定電流と、前記電流検出部で検出したコイル電流との偏差をＰＩＤ制御演算して操作出力量を算出するＰＩＤ制御演算部と、該ＰＩＤ制御演算部の操作出力量に基づいて前記半導体スイッチング素子のオン・オフ時間比率を演算して当該半導体スイッチング素子に対してデューティ比信号を出力する駆動信号形成部とを備えていることを特徴とする請求項１に記載の電磁接触器の操作コイル駆動装置。

[請求項3] 前記閉路状態判定部は、前記駆動信号形成部から出力されるデューティ比信号に基づいて前記可動接触子の前記固定接触子への吸着状態を判定することを特徴とする請求項２に記載の電磁接触器の操作コイル駆動装置。

[請求項4] 前記駆動信号形成部は、出力するデューティ比信号が予め設定した閾値未満であるときに前記操作出力量に基づくデューティ比信号を出

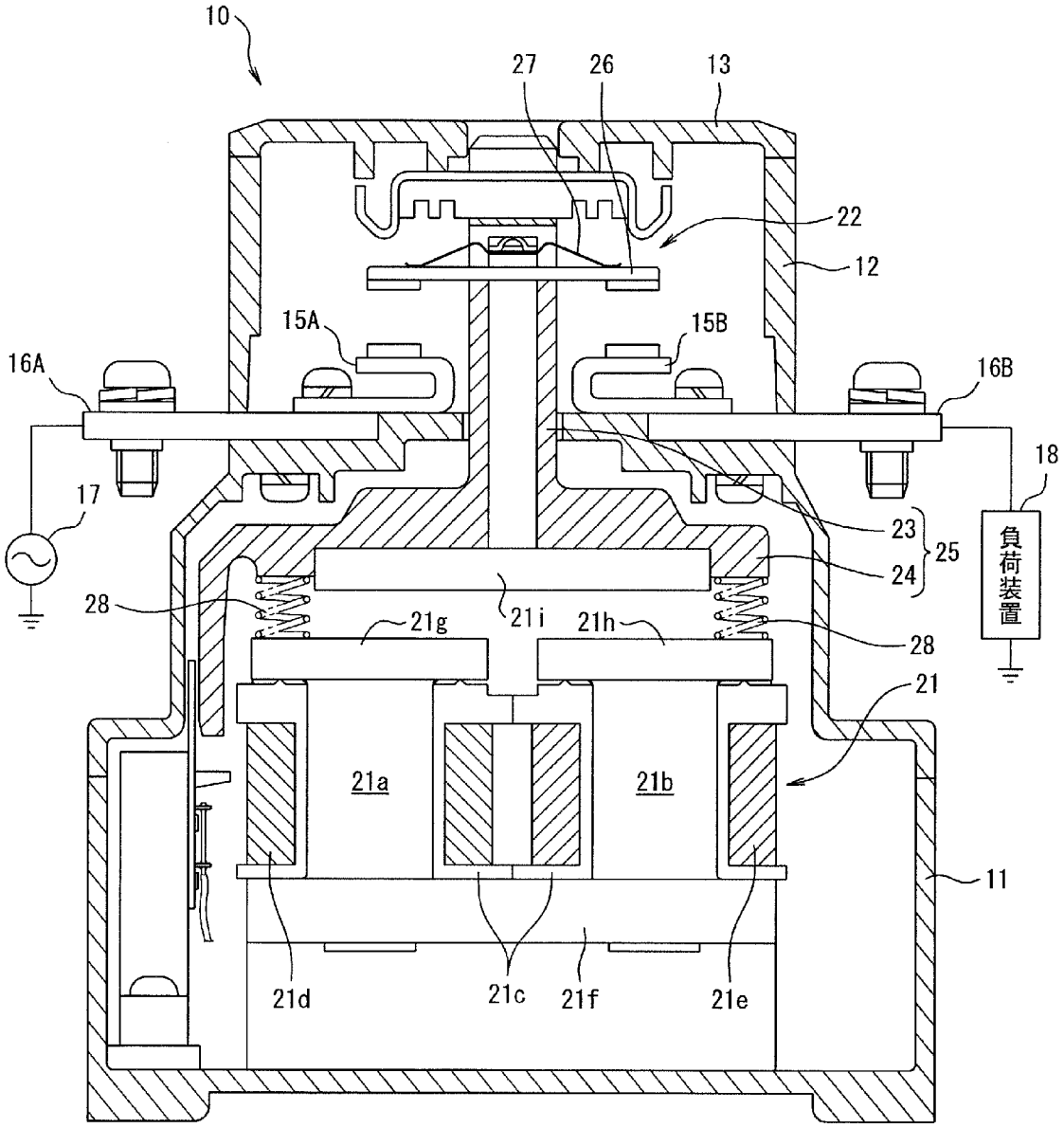
力し、前記デューティ比信号が予め設定した閾値以上となったときに予め設定したオン・オフ時間比率を固定した固定デューティ比信号を出力することを特徴とする請求項２に記載の電磁接触器の操作コイル駆動装置。

[請求項5] 前記閉路状態判定部は、前記駆動信号形成部から出力されるデューティ比信号が前記閾値に達したときに、前記電流検出部で検出したコイル電流を基準値として記憶部に記憶し、前記電流検出部で検出したコイル電流が前記記憶部に記憶された基準値を超えたときに、接点閉路状態と判定することを特徴とする請求項４に記載の電磁接触器の操作コイル駆動装置。

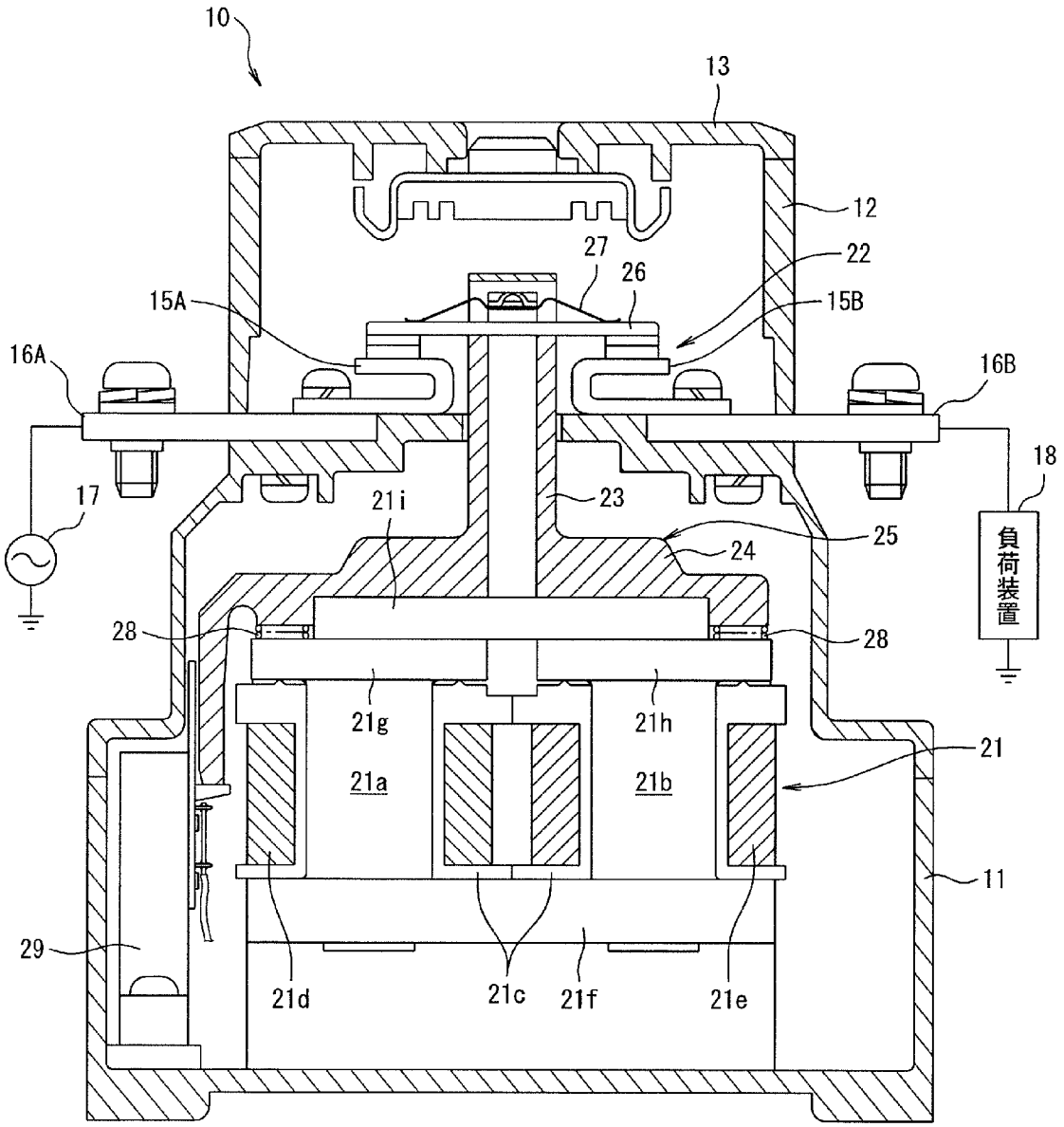
[請求項6] 前記駆動制御部は、前記閉路状態判定部の判定結果が接点閉路状態であるときに前記閉路制御から前記保持制御に切り換えることを特徴とする請求項５に記載の電磁接触器の操作コイル駆動装置。

[請求項7] 前記判定用軌跡設定部は、前記閉路制御時に前記電磁接触器の取付状態にかかわらず前記操作コイルを励磁可能な前記コイル電流の変化する軌跡を時間延長した形で設定されていることを特徴とする請求項１に記載の電磁接触器の操作コイル駆動装置。

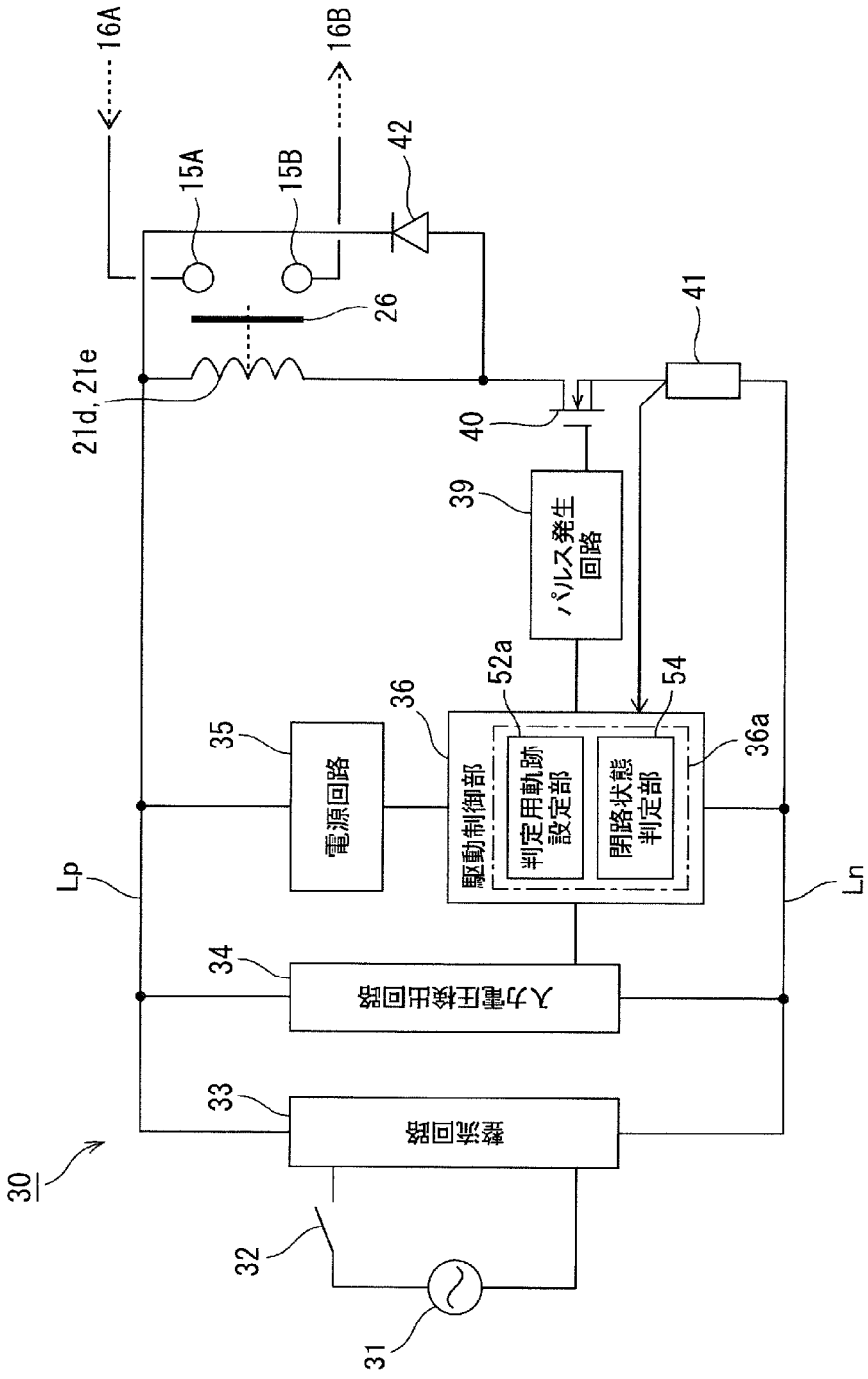
[図1]


10
27
26
13
22
12
15A
15B
16A
16B
18
17
23
25
24
負荷装置
28
21g
21i
21h
28
21
21a
21b
11
21d
21c
21f
21e

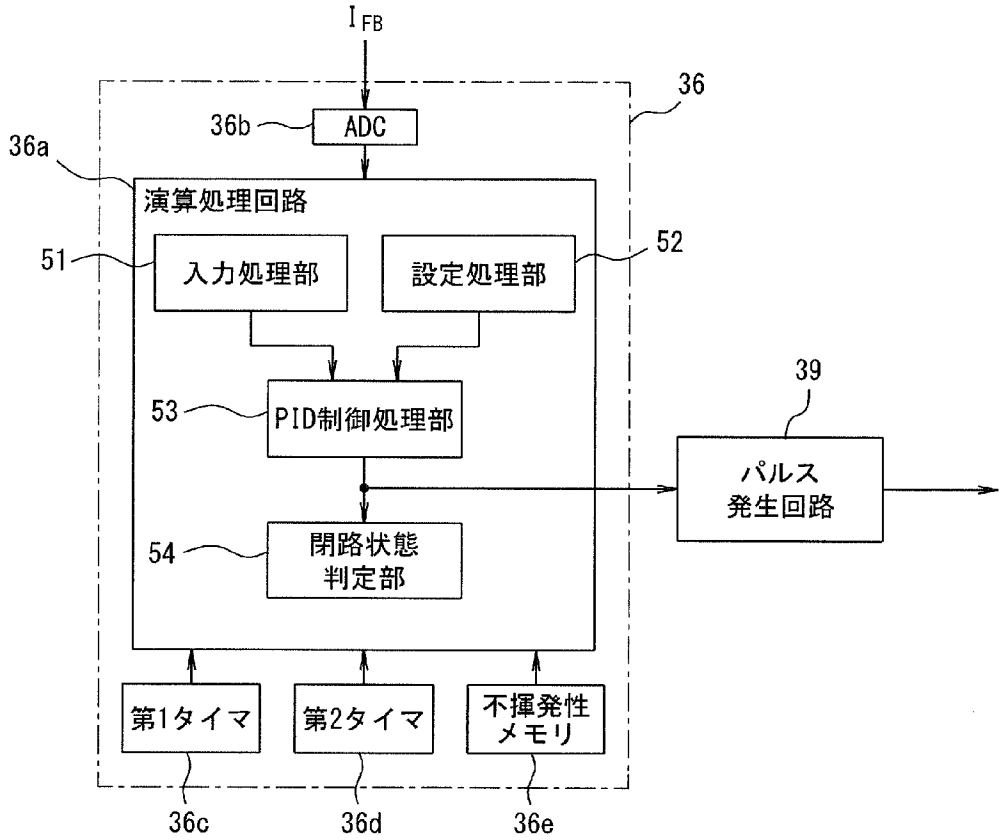
[図2]


10
13
12
22
27
26
15A
15B
16A
16B
18
17
21i
23
25
24
28
28
負荷装置
21g
21h
21
21a
21b
11
29
21d
21c
21f
21e

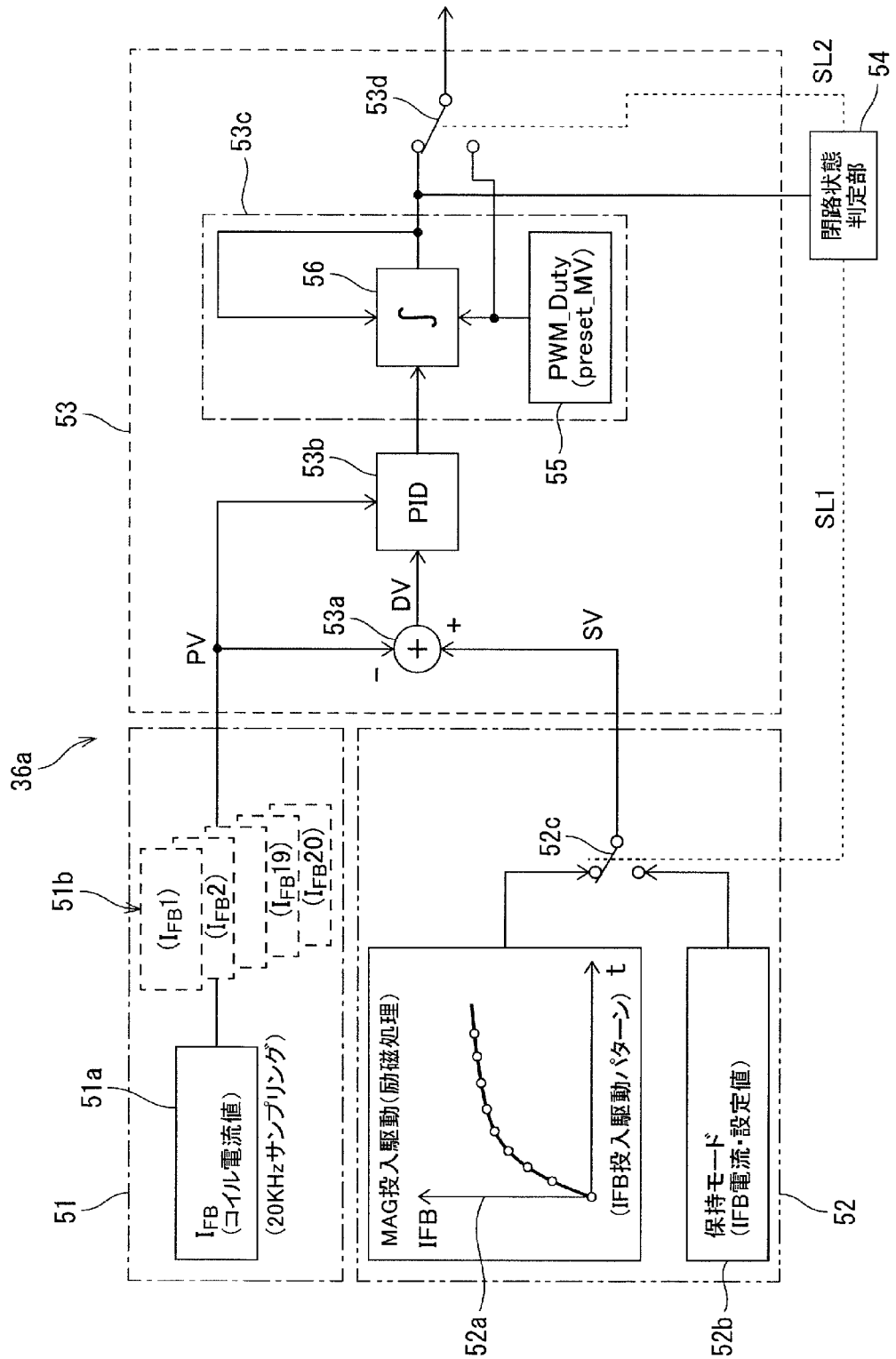
[図3]


16A
16B
15A
15B
42
26
41
21d, 21e
40
39
パルス発生回路
52a
54
36
35
36a
電源回路
駆動制御部
判定用軌跡設定部
開路状態判定部
Lp
Ln
34
入力電圧検出回路
33
整流回路
30
32
31

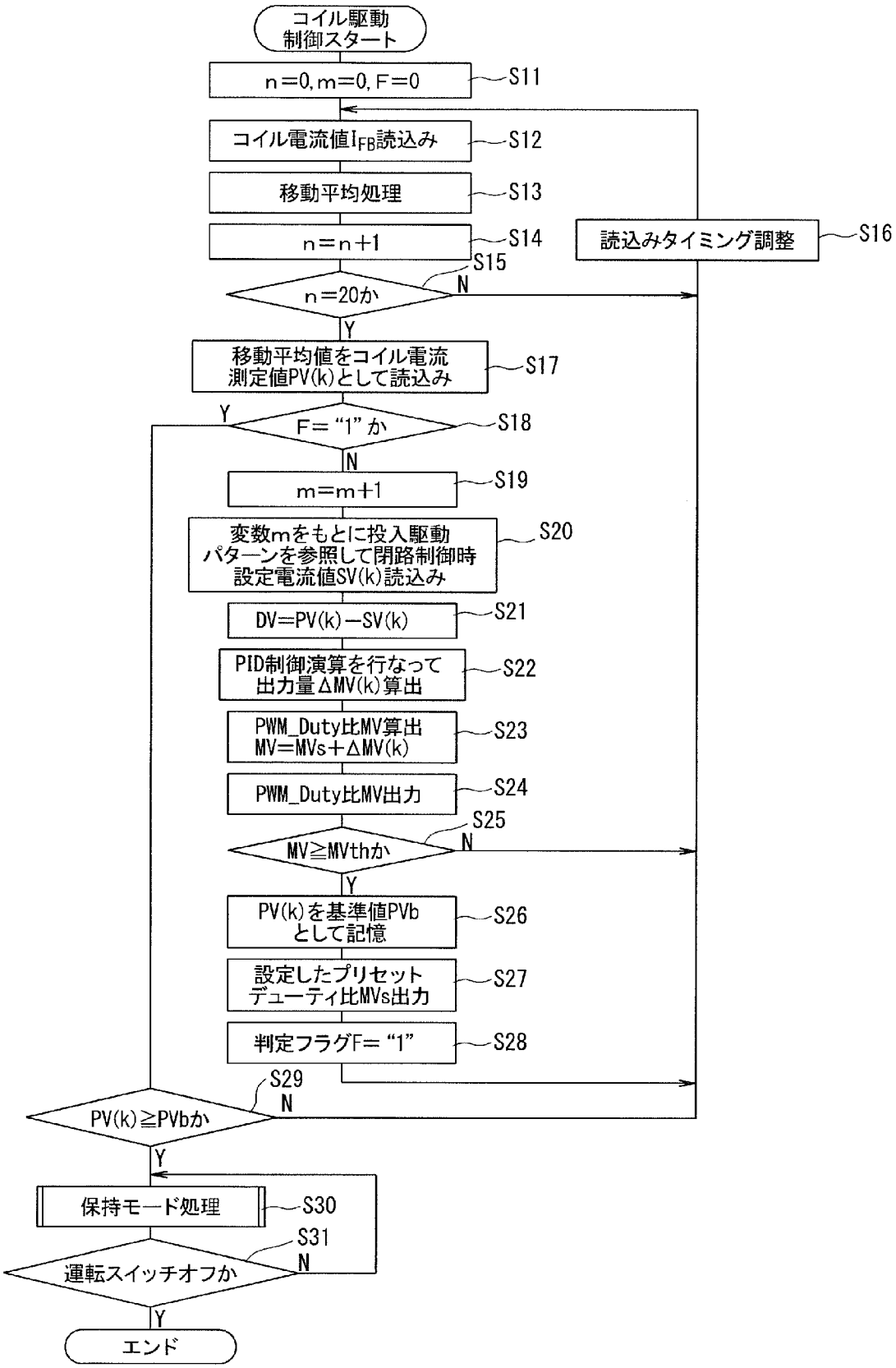
[図4]


I FB
36
36b
ADC
36a
演算処理回路
51
入力処理部
設定処理部
52
39
53
PID制御処理部
パルス
発生回路
54
閉路状態
判定部
第1タイマ
第2タイマ
不揮発性
メモリ
36c
36d
36e

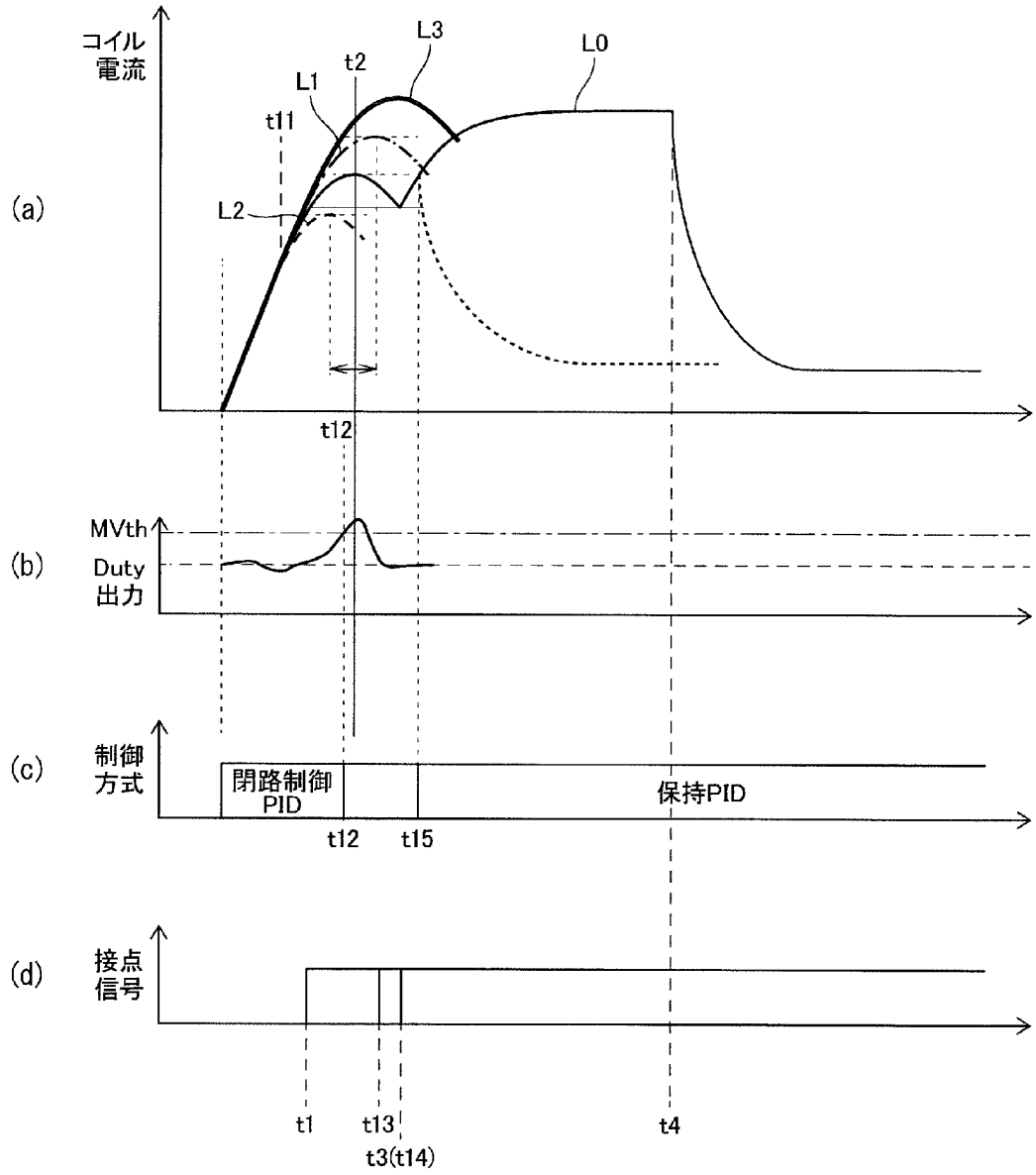
[図5]


53
53c
53d
SL2
54
閉路状態
判定部
56
∫
PWM_Duty
(preset_MV)
55
53b
PID
DV
53a
PV
SV
SL1
36a
51b
(IFB1)
(IFB2)
(IFB19)
(IFB20)
51a
IFB
(コイル電流値)
(20KHzサンプリング)
51
52c
MAG投入駆動(励磁処理)
IFB
(IFB投入駆動パターン) t
保持モード
(IFB電流・設定値)
52
52a
52b

[図6]


コイル駆動
制御スタート
n＝0, m＝0, F＝0
S11
コイル電流値$I_{FB}$読込み
S12
移動平均処理
S13
n＝n＋1
S14
読込みタイミング調整
S16
S15
n＝20か
N
Y
移動平均値をコイル電流
測定値PV(k)として読込み
S17
Y
F＝“1”か
S18
N
m＝m＋1
S19
変数mをもとに投入駆動
パターンを参照して閉路制御時
設定電流値SV(k)読込み
S20
DV＝PV(k)－SV(k)
S21
PID制御演算を行なって
出力量ΔMV(k)算出
S22
PWM_Duty比MV算出
MV＝MVs＋ΔMV(k)
S23
PWM_Duty比MV出力
S24
S25
MV≧MVthか
N
Y
PV(k)を基準値PVb
として記憶
S26
設定したプリセット
デューティ比MVs出力
S27
判定フラグF＝“1”
S28
S29
PV(k)≧PVbか
N
Y
保持モード処理
S30
S31
運転スイッチオフか
N
Y
エンド

[図7]


(a)
コイル
電流
L3
L0
t2
L1
t11
L2
t12
(b)
MVth
Duty
出力
(c)
制御
方式
閉路制御
PID
保持PID
t12
t15
(d)
接点
信号
t1
t13
t3(t14)
t4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/002965

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
*H01H47/32*(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)
H01H47/00-47/36, H01F7/18, H02K33/00-33/18, H03K17/00-17/70

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2017 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2017 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2017 |

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | JP 2009-289690 A (Yazaki Corp.), 10 December 2009 (10.12.2009), (Family: none) | 1-7 |
| A | JP 2015-133298 A (Mitsubishi Electric Corp.), 23 July 2015 (23.07.2015), (Family: none) | 1-7 |
| A | JP 2009-127849 A (Toyota Motor Corp.), 11 June 2009 (11.06.2009), (Family: none) | 1-7 |
| A | JP 61-250309 A (Wolfgang Kloeckner), 07 November 1986 (07.11.1986), & US 4823825 A & EP 205807 A1 & DE 3611220 A | 1-7 |

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 12 April 2017 (12.04.17) | 25 April 2017 (25.04.17) |

| Name and mailing address of the ISA/ | Authorized officer |
|---|---|
| Japan Patent Office<br>3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915,Japan | Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2017/002965

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 2013-26217 A (LS Industrial Systems Co., Ltd.), 04 February 2013 (04.02.2013), & US 2013/0021713 A1 & EP 2549505 A1 & KR 10-1206215 B1 & CN 102891038 A | 1-7 |
| A | JP 11-503862 A (Robert Bosch GmbH), 30 March 1999 (30.03.1999), & US 5818679 A & WO 1996/024149 A1 & EP 807312 A1 & DE 19503536 A & CN 1172549 A | 1-7 |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／００２９６５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01H47/32(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.　H01H47/00-47/36, H01F7/18, H02K33/00-33/18, H03K17/00-17/70

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|---|---|
| 日本国実用新案公報 | １９２２－１９９６年 |
| 日本国公開実用新案公報 | １９７１－２０１７年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０１７年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０１７年 |

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー＊ | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| A | JP 2009-289690 A (矢崎総業株式会社) 2009.12.10, (ファミリーなし) | 1-7 |
| A | JP 2015-133298 A (三菱電機株式会社) 2015.07.23, (ファミリーなし) | 1-7 |
| A | JP 2009-127849 A (トヨタ自動車株式会社) 2009.06.11, (ファミリーなし) | 1-7 |

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

| 国際調査を完了した日 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| １２．０４．２０１７ | ２５．０４．２０１７ |


国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｔ　３６１８
澤崎　雅彦
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６８

C（続き）．　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー＊ | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| A | JP 61-250309 A (ヴオルフガンク　クレツクネル) 1986.11.07, & US 4823825 A & EP 205807 A1 & DE 3611220 A | 1-7 |
| A | JP 2013-26217 A (エルエス産電株式会社) 2013.02.04, & US 2013/0021713 A1 & EP 2549505 A1 & KR 10-1206215 B1 & CN 102891038 A | 1-7 |
| A | JP 11-503862 A (ローベルト　ボツシユ　ゲゼルシヤフト　ミツト　ベシユレンクテル　ハフツング) 1999.03.30, & US 5818679 A & WO 1996/024149 A1 & EP 807312 A1 & DE 19503536 A & CN 1172549 A | 1-7 |