(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
2019年3月28日(28.03.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/059152 A1

(51) 国際特許分類:
F16K 31/06 (2006.01) *H01F 7/18* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/034378

(22) 国際出願日： 2018年9月18日(18.09.2018)

(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 2017-183324 2017年9月25日(25.09.2017) JP

(71) 出願人: 株式会社デンソー (**DENSO CORPORATION**) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 Aichi (JP).

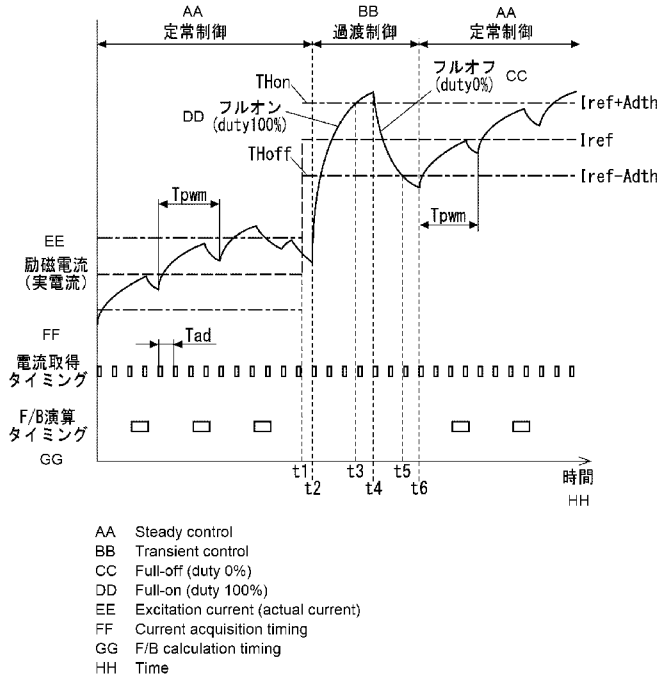
(72) 発明者: 中川 雅史 (**NAKAGAWA Masashi**); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 鈴木 文規 (**SUZUKI Fuminori**); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 武井 健悟 (**TAKEI Kengo**); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 服部 雅紀 (**HATTORI Masaki**); 〒4600002 愛知県名古屋市中区丸の内一丁目４番１２号 アレックスビル８階 服部国際特許事務所 Aichi (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,

(54) **Title:** CURRENT CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称： 電流制御装置



AA Steady control
BB Transient control
CC Full-off (duty 0%)
DD Full-on (duty 100%)
EE Excitation current (actual current)
FF Current acquisition timing
GG F/B calculation timing
HH Time

(57) **Abstract:** According to the present invention, a current acquisition unit (57) acquires an excitation current. A steady control unit (59) maintains an average value of the excitation current to be around a command current. A target determination unit (62) determines whether a target current is changed at the time of a steady control. A full-on control unit (63) puts a solenoid (43) in a full-on state at a first timing which arrives in a control shift period, after the target current has been changed to an ascending side. A full-on determination unit (64) determines whether the excitation current is equal

WO 2019/059152 A1

[続葉有]

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, JO, 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))

to or greater than a full-on threshold. A first full-off control unit (65) puts the solenoid (43) in a full-off state at a first timing which arrives in an energization switching period, after the excitation current is equal to or greater than the full-on threshold. A first full-off determination unit (66) determines whether the excitation current is equal to or smaller than a full-off threshold. A control shift unit (69) shifts to a steady control at a first timing which arrives in the control shift period, after the excitation current is equal to smaller than the full-off threshold.

(57) 要約:電流取得部(５７)は、励磁電流を取得する。定常制御部(５９)は、励磁電流の平均値を指令電流付近に保つ。目標判定部(６２)は、定常制御時、目標電流が変更されたか否かを判定する。フルオン制御部(６３)は、目標電流が上げ側に変更された後、制御移行周期で到来する最初のタイミングでソレノイド(４３)をフルオン状態にする。フルオン判定部(６４)は、励磁電流がフルオン閾値以上になったか否かを判定する。第１フルオフ制御部(６５)は、励磁電流がフルオン閾値以上になった後、通電切替周期で到来する最初のタイミングでソレノイド(４３)をフルオフ状態にする。第１フルオフ判定部(６６)は、励磁電流がフルオフ閾値以下になったか否かを判定する。制御移行部(６９)は、励磁電流がフルオフ閾値以下になった後、制御移行周期で到来する最初のタイミングで定常制御に移行する。

明　細　書

発明の名称 ： 電流制御装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、２０１７年９月２５日に出願された特許出願番号２０１７－１８３３２４号に基づくものであり、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、ソレノイドバルブのソレノイドの電流を制御する電流制御装置に関する。

背景技術

[0003] 従来、ソレノイドの電流を制御する技術として特許文献１に開示されたものが知られている。特許文献１の電流制御装置が実行する電流制御モードには、定常モードと過渡モードがある。

定常モードは、目標電流が一定であるときに実行される。この定常モードでは、励磁電流の平均値が目標電流と一致するように、電流のオンオフ（すなわち、通電・非通電）が所定のＰＷＭ周期で繰り返される。

[0004] 過渡モードは、目標電流が変更されたときに実行される。この過渡モードでは、電流が目標電流までフルオンされ、目標電流に到達したら定常モードのＰＷＭ周期よりも短い周期で電流のオンオフが繰り返され、定常モードのＰＷＭ周期と再同期させる準備がなされる。定常モードのＰＷＭ周期と合うタイミングになったとき、定常モードへの移行が行われる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許第６９３４１４０号明細書

発明の概要

[0006] ところで、特許文献１に開示されている電流制御技術をソレノイドバルブに適用することが考えられる。

しかし、特許文献１では、過渡モードで電流がフルオンされた後に目標電

流でオフされる。そのため、ソレノイドバルブに適用した場合、弁体が所望のオーバーストローク状態（すなわち、高応答を実現するための適切な位置）まで到達できず、制御量の変動遅れが発生する懸念がある。

[0007] また、特許文献１では、過渡モードから定常モードに移行するとき、定常モードのＰＷＭ周期と合うタイミングになるまで比較的早い周波数で電流のオンオフを繰り返す待機期間がある。そのため、ソレノイドバルブに適用した場合、待機期間中の電流振幅がとても小さいために弁体が追従できず、弁体の動摩擦状態が維持されない。これが弁体の作動遅れにつながり、制御量のオーバーシュートが大きくなる懸念がある。

[0008] 本開示は、上述の点に鑑みてなされたものであり、その目的は、制御量の応答性を高めるとともに制御量のオーバーシュートを抑制することができるソレノイドの電流制御装置を提供することである。

[0009] 本開示の第１態様および第２態様の電流制御装置は、電流取得部と、定常制御部と、目標判定部とを備えている。

電流取得部は、ソレノイドの励磁電流を取得する。

定常制御部は、ソレノイドを通電したのち非通電にする作動を所定のオンオフ周期で繰り返して、励磁電流の平均値を目標電流付近に保つ定常制御を行う。

目標判定部は、定常制御が行われているとき、オンオフ周期よりも短い所定の目標判定周期ごとに目標電流が変更されたか否かを判定する。

[0010] 第１態様の電流制御装置は、フルオン制御部と、フルオン判定部と、フルオフ制御部と、フルオフ判定部と、制御移行部とをさらに備えている。

フルオン制御部は、目標電流が上げ側に変更された後、オンオフ周期よりも短い所定の制御移行周期で到来する最初のタイミングでソレノイドを常に通電するフルオン状態にする。

[0011] フルオン判定部は、フルオン状態であるとき、励磁電流が目標電流よりも大きいフルオン閾値以上になったか否かを判定する。

フルオフ制御部は、励磁電流がフルオン閾値以上になった後、オンオフ周

期よりも短い所定の通電切替周期で到来する最初のタイミングでソレノイドを常に非通電とするフルオフ状態にする。

[0012] フルオフ判定部は、フルオフ状態であるとき、励磁電流が目標電流よりも小さいフルオフ閾値以下になったか否かを判定する。

制御移行部は、励磁電流がフルオフ閾値以下になった後、制御移行周期で到来する最初のタイミングで定常制御に移行する。

[0013] 第２態様の電流制御装置は、フルオフ制御部と、フルオフ判定部と、制御移行部とをさらに備えている。

フルオフ制御部は、目標電流が下げ側に変更された後、オンオフ周期よりも短い所定の制御移行周期で到来する最初のタイミングでソレノイドを常に非通電とするフルオフ状態にする。

[0014] フルオフ判定部は、フルオフ状態であるとき、励磁電流が目標電流よりも小さいフルオフ閾値以下になったか否かを判定する。

制御移行部は、励磁電流がフルオフ閾値以下になった後、制御移行周期で到来する最初のタイミングで定常制御に移行する。

[0015] 以上より、第１態様の電流制御装置は以下（Ａ）～（Ｄ）、（Ｆ）の効果を得ることができ、また、第２態様の電流制御装置は以下（Ａ）～（Ｃ）、（Ｅ）～（Ｆ）の効果を得ることができる。

（Ａ）目標電流が変更された後、オンオフ周期が完了するタイミングを待たずにフルオン状態またはフルオフ状態にされるので、定常制御から過渡制御へ素早く移行することができる。

[0016] （Ｂ）過渡制御に移行したあと、励磁電流が目標電流を越えた先にある閾値（すなわち、フルオン閾値またはフルオフ閾値）まで変化させられるので、弁体を所望のオーバーストローク状態まで到達させることができる。そのため、制御量の変動遅れ（すなわち、立ち上がり遅れ又は立ち下がり遅れ）が抑制され、応答性を高めることができる。

（Ｃ）励磁電流がフルオン閾値以上またはフルオフ閾値以下になると比較的早いタイミングで通電が止められるので、弁体を所望のオーバーストロー

ク状態で素早く止めることができる。そのため、制御量のオーバーシュートを好適に制御することができる。

[0017] （Ｄ）励磁電流がフルオン閾値到達後に比較的早くフルオフ閾値まで大きく変化させられるので、弁体をオーバーストローク状態から素早く定常位置に戻すことができる。また、励磁電流がフルオン閾値およびフルオフ閾値を跨ぐように比較的大きく変化させられるので、弁体の動摩擦状態が維持される。そのため、弁体の作動遅れに起因した制御量のオーバーシュートの発生を抑制することができる。

[0018] （Ｅ）励磁電流がフルオフ閾値を跨ぐように比較的大きく変化させられるので、弁体の動摩擦状態が維持される。そのため、弁体の作動遅れに起因した制御量のオーバーシュートの発生を抑制することができる。

（Ｆ）励磁電流がフルオフ閾値以下になると、オンオフ周期のタイミングとは関係なく比較的早いタイミングで通常制御に移行されるので、過渡制御から定常制御へ素早く移行することができる。

[0019] ここで、「オーバーシュート」とは制御量の行き過ぎのことである。つまり、制御量が目標に向かって変化していくとき、目標を越えるように変化することである。現状の制御量よりも目標が大きい場合、制御量が目標よりも大きくなることである。また、現状の制御量よりも目標が小さい場合、制御量が目標よりも小さくなることである。

図面の簡単な説明

[0020] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、

[図1]図１は、第１実施形態の電流制御装置が適用された自動変速機を示す模式図であり、

[図2]図２は、図１の油圧回路を示す模式図であり、

[図3]図３は、図１の電流制御装置が実行する電流制御を説明するための第１のタイムチャートであり、

[図4]図４は、図１の電流制御装置が実行する電流制御を説明するための第２

のタイムチャートであり、

[図5]図５は、図１の電流制御装置が備える機能部を説明するブロック図であり、

[図6]図６は、図５の過渡制御部を説明するブロック図であり、

[図7]図７は、図１の電流制御装置が過渡制御を実行するときのソレノイドの励磁電流を示す第１のタイムチャートであり、

[図8]図８は、図１の電流制御装置が過渡制御を実行するときのソレノイドの励磁電流を示す第２のタイムチャートであり、

[図9]図９は、図１の電流制御装置が定常制御および過渡制御のために実行する処理を説明するフローチャートであり、

[図10]図１０は、第２実施形態の電流制御装置が実行する電流制御を説明するための第１のタイムチャートであり、

[図11]図１１は、第２実施形態の電流制御装置が実行する電流制御を説明するための第２のタイムチャートであり、

[図12]図１２は、第３実施形態の電流制御装置が実行する電流制御を説明するための第１のタイムチャートであり、

[図13]図１３は、第３実施形態の電流制御装置が実行する電流制御を説明するための第２のタイムチャートである。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、複数の実施形態を図面に基づき説明する。実施形態同士で実質的に同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。

［第１実施形態］

第１実施形態の電流制御装置は、図１に示す自動変速機に適用されている。自動変速機１０は、変速機構１１、油圧回路１２および電流制御装置１３を備えている。

[0022] 変速機構１１は、例えばクラッチやブレーキ等からなる複数の摩擦要素２１～２６を有しており、各摩擦要素２１～２６が選択的に係合されることで変速比を段階的に変化させる。

油圧回路１２は、オイルポンプ２８から圧送された作動油を調圧して摩擦要素２１～２６に供給する複数のリニアソレノイドバルブ３１～３６を有している。

[0023] 図２に示すように、リニアソレノイドバルブ３１は、スリーブ４１と、弁体としてのスプール４２と、スプール４２を駆動するソレノイド４３とを有している。ソレノイド４３の内側のプランジャ４４は、ソレノイド４３の励磁電流の大きさに応じて軸方向に移動する。スプール４２は、可動鉄心４４と共に軸方向に移動し、軸方向位置に応じて出力油圧を変化させる。ダンパ４５および絞り弁４６は、油圧の脈動を低減するためのものである。

[0024] 電流制御装置１３は、マイクロコンピュータ５１および駆動回路５２などから構成されている。マイクロコンピュータ５１は、各種センサの検出値に基づきプログラム処理を実行することにより、リニアソレノイドバルブ３１～３６の出力油圧の目標値およびそれに対応するソレノイド４３の目標電流を算出し、この目標電流に応じた駆動信号を出力する。駆動回路５２は、駆動信号に応じてソレノイド４３を通電または非通電とする。電流制御装置１３は、ソレノイド４３の励磁電流を制御する。

[0025] ＜電流制御＞

次に、電流制御装置１３が実行する電流制御について図３、図４を参照して説明する。

電流制御装置１３が実行する電流制御には、定常制御および過渡制御がある。

定常制御は、目標電流が一定であるときに実行される制御であり、ソレノイド４３を通電したのち非通電にする作動をＰＷＭ周期で繰り返して、ソレノイド４３の励磁電流の平均値を目標電流付近に保つ。本実施形態では、励磁電流の平均値は、ＰＷＭ周期よりも長いディザ周期で「目標電流＋ディザ振幅」から「目標電流－ディザ振幅」までの間で周期的に変化させられる。励磁電流をディザ周期で周期的に変化させることにより、スプール４２が微振動し、スプール４２の動摩擦状態が維持される。

[0026] 過渡制御は、目標電流が変更されたときに実行される制御であり、励磁電流を変更後の目標電流付近まで可及的に早く変化させる。図３に示すように、目標電流が上げ側に変更された場合、ソレノイド４３をフルオン状態にしたあとフルオフ状態にする。フルオン状態とはソレノイド４３を常に通電することである。フルオフ状態とはソレノイド４３を常に非通電にすることである。フルオン状態は、励磁電流がフルオン閾値以上になるまで維持される。フルオフ状態は、励磁電流がフルオフ閾値以下になるまで維持される。図４に示すように、目標電流が下げ側に変更された場合、ソレノイド４３をフルオフ状態にする。過渡制御の後、電流制御は定常制御に移行される。

[0027] ＜電流制御装置の機能部＞

次に、電流制御装置１３が備える機能部について図５～図８を参照して説明する。

電流制御装置１３は、設定部５５、ディザ付与部５６、電流取得部５７、電流比較部５８、定常制御部５９および過渡制御部６１を備えている。

[0028] 設定部５５は、ＰＷＭ周期Ｔｐｗｍ（またはＰＷＭ周波数）、ディザ周期Ｔｄｔｈ（またはディザ周波数）、ディザ振幅Ａｄｔｈ、目標電流Ｉｒｅｆ、フルオン閾値ＴＨｏｎおよびフルオフ閾値ＴＨｏｆｆを設定する。例えば、ディザ振幅Ａｄｔｈは、油圧回路１２の油温および電流制御装置１３の電圧に応じて設定される。フルオン閾値ＴＨｏｎは、「目標電流Ｉｒｅｆ＋ディザ振幅Ａｄｔｈ」に設定される。フルオフ閾値ＴＨｏｆｆは、「目標電流Ｉｒｅｆ－ディザ振幅Ａｄｔｈ」に設定される。

[0029] ディザ付与部５６は、定常制御時に励磁電流をディザ周期Ｔｄｔｈで周期的に変化させるために、駆動信号Ｓｐｗｍ（すなわちＰＷＭ信号）を生成する元となる指令電流Ｉｃｏｍを「目標電流Ｉｒｅｆ＋ディザ振幅Ａｄｔｈ」から「目標電流Ｉｒｅｆ－ディザ振幅Ａｄｔｈ」までの間で周期的に変化させる。

[0030] 電流取得部５７は、ＰＷＭ周期Ｔｐｗｍよりも短い電流取得周期Ｔａｄで到来する電流取得タイミングごとに励磁電流を取得する。本実施形態では、

例えば電流取得周期Ｔａｄはｐｗｍの１／４程度である。

電流比較部５８は、所定期間の励磁電流の平均値と指令電流Ｉｃｏｍとを比較する。この比較は図７、図８のＦ／Ｂ演算タイミングで行われる。

定常制御部５９は、指令電流Ｉｃｏｍに基づき、励磁電流の平均値と指令電流Ｉｃｏｍとの差が小さくなるように駆動信号Ｓｐｗｍを生成して出力し、定常制御を実行する。

[0031] 過渡制御部６１は、過渡制御を実行する。過渡制御部６１は、目標判定部６２、フルオン制御部６３、フルオン判定部６４、第１フルオフ制御部６５、第１フルオフ判定部６６、第２フルオフ制御部６７、第２フルオフ判定部６８、および制御移行部６９を含む。

目標判定部６２は、定常制御が行われているとき、ＰＷＭ周期Ｔｐｗｍよりも短い所定の目標判定周期ごとに目標電流Ｉｒｅｆが変更されたか否かを判定する。目標判定周期は、電流取得周期Ｔａｄよりも短い。図７では、時点ｔ１で目標電流Ｉｒｅｆが変更され、時点ｔ１～ｔ２の間で目標判定部６２が目標変更を判定する。図８では、時点ｔ１１で目標電流Ｉｒｅｆが変更され、時点ｔ１１～ｔ１２の間で目標判定部６２が目標変更を判定する。

[0032] フルオン制御部６３は、目標電流Ｉｒｅｆが上げ側に変更された後、ＰＷＭ周期Ｔｐｗｍよりも短い所定の制御移行周期で到来する最初のタイミングでソレノイド４３をフルオン状態にする。フルオン状態はデューティ比１００％となる。本実施形態では、制御移行周期は、電流取得周期Ｔａｄと同じである。図７では時点ｔ２でフルオン状態が開始されている。

[0033] フルオン判定部６４は、フルオン制御部６３によるフルオン状態であるとき、励磁電流が目標電流Ｉｒｅｆよりも大きいフルオン閾値ＴＨｏｎ以上になったか否かを判定する。図７では、時点ｔ３で励磁電流がフルオン閾値ＴＨｏｎ以上になり、時点ｔ３～ｔ４の間でフルオン判定部６４がフルオン閾値ＴＨｏｎ以上になったことを判定する。

[0034] 第１フルオフ制御部６５は、励磁電流がフルオン閾値ＴＨｏｎ以上になった後、ＰＷＭ周期Ｔｐｗｍよりも短い所定の通電切替周期で到来する最初の

タイミングでソレノイド４３をフルオフ状態にする。フルオフ状態はデューティ比０％となる。本実施形態では、通電切替周期は、電流取得周期Ｔａｄと同じである。図７では時点ｔ４でフルオフ状態が開始されている。

[0035] 第１フルオフ判定部６６は、第１フルオフ制御部６５によるフルオフ状態であるとき、励磁電流が目標電流Ｉｒｅｆよりも小さいフルオフ閾値ＴＨｏｆｆ以下になったか否かを判定する。図７では、時点ｔ５で励磁電流がフルオフ閾値ＴＨｏｆｆ以下になり、時点ｔ５～ｔ６の間で第１フルオフ判定部６６がフルオフ閾値ＴＨｏｆｆ以下になったことを判定する。

[0036] 第２フルオフ制御部６７は、目標電流Ｉｒｅｆが下げ側に変更された後、制御移行周期で到来する最初のタイミングでソレノイド４３をフルオフ状態にする。図８では時点ｔ１２でフルオフ状態が開始されている。

第２フルオフ判定部６８は、第２フルオフ制御部６７によるフルオフ状態であるとき、励磁電流がフルオフ閾値ＴＨｏｆｆ以下になったか否かを判定する。図８では、時点ｔ１３で励磁電流がフルオフ閾値ＴＨｏｆｆ以下になり、時点ｔ１３～ｔ１４の間で第２フルオフ判定部６８がフルオフ閾値ＴＨｏｆｆ以下になったことを判定する。

[0037] 制御移行部６９は、励磁電流がフルオフ閾値ＴＨｏｆｆ以下になった後、制御移行周期で到来する最初のタイミングで定常制御に移行する。定常制御に移行するとは、第１フルオフ制御部６５または第２フルオフ制御部６７によるフルオフ状態を終了させて、定常制御部５９による定常制御の実行を許可することを意味する。図７では、時点ｔ６で定常制御に移行され、図８では、時点ｔ１４で定常制御に移行されている。このとき定常制御部５９は、時点ｔ６、ｔ１４から新たにリセットされたＰＷＭ周期Ｔｐｗｍで定常制御を実行する。

[0038] 電流制御装置１３が有する各機能部５５～５９、６１～６９は、専用の論理回路によるハードウェア処理により実現されてもよいし、コンピュータ読み出し可能非一時的有形記録媒体等のメモリに予め記憶されたプログラムをＣＰＵで実行することによるソフトウェア処理により実現されてもよいし、

あるいは、両者の組み合わせで実現されてもよい。各機能部５５～５９、６１～６９のうちどの部分をハードウェア処理により実現し、どの部分をソフトウェア処理により実現するかは、適宜選択可能である。

[0039] ＜電流制御装置が実行する処理＞

次に、電流制御装置１３が定常制御および過渡制御のために実行する処理について図９を参照して説明する。図９に示すルーチンは、電流制御装置１３の起動後に定常制御が実行開始されてから、目標判定周期で繰り返し実行される。以降、「Ｓ」はステップを意味する。

[0040] 図９のＳ１では、目標電流Ｉｒｅｆが変更されたか否かが判定される。

目標電流Ｉｒｅｆが変更されず一定である場合（Ｓ１：ＹＥＳ）、処理はＳ２に移行する。

目標電流Ｉｒｅｆが変更された場合（Ｓ１：ＮＯ）、処理はＳ３に移行する。

[0041] Ｓ２では、定常制御が維持される。Ｓ２の後、処理は図９のルーチンを抜ける。

Ｓ３では、次の電流取得タイミングで過渡制御に移行される。過渡制御に移行するとは、フルオン制御部６３または第２フルオフ制御部６７による電流制御の実行を許可することを意味する。Ｓ３の後、処理はＳ４に移行する。

[0042] Ｓ４では、目標電流Ｉｒｅｆが上げ側に変更されたか否かが判定される。

目標電流Ｉｒｅｆの変更が上げ側である場合（Ｓ４：ＹＥＳ）、処理はＳ５に移行する。

目標電流Ｉｒｅｆの変更が上げ側ではない（すなわち、下げ側である）である場合（Ｓ４：ＮＯ）、処理はＳ１１に移行する。

[0043] Ｓ５では、次の電流取得タイミングでソレノイド４３がフルオン状態にされる。Ｓ５の後、処理はＳ６に移行する。

Ｓ６では、フルオン閾値ＴＨｏｎが設定される。Ｓ６の後、処理はＳ７に移行する。

[0044] Ｓ７では、励磁電流がフルオン閾値ＴＨｏｎ以上になったか否かが判定される。

励磁電流がフルオン閾値ＴＨｏｎ以上になった場合（Ｓ７：ＹＥＳ）、処理はＳ８に移行する。

励磁電流がフルオン閾値ＴＨｏｎよりも小さい場合（Ｓ７：ＮＯ）、処理はＳ７を繰り返す。

[0045] Ｓ８では、次の電流取得タイミングでソレノイド４３がフルオフ状態にされる。Ｓ８の後、処理はＳ９に移行する。

Ｓ９では、フルオフ閾値ＴＨｏｆｆが設定される。Ｓ９の後、処理はＳ１０に移行する。

[0046] Ｓ１０では、励磁電流がフルオフ閾値ＴＨｏｆｆ以下になったか否かが判定される。

励磁電流がフルオフ閾値ＴＨｏｆｆ以下になった場合（Ｓ１０：ＹＥＳ）、処理はＳ１４に移行する。

励磁電流がフルオフ閾値ＴＨｏｆｆよりも大きい場合（Ｓ１０：ＮＯ）、処理はＳ１０を繰り返す。

[0047] Ｓ１１では、次の電流取得タイミングでソレノイド４３がフルオフ状態にされる。Ｓ１１の後、処理はＳ１２に移行する。

Ｓ１２では、フルオフ閾値ＴＨｏｆｆが設定される。Ｓ１２の後、処理はＳ１３に移行する。

[0048] Ｓ１３では、励磁電流がフルオフ閾値ＴＨｏｆｆ以下になったか否かが判定される。

励磁電流がフルオフ閾値ＴＨｏｆｆ以下になった場合（Ｓ１３：ＹＥＳ）、処理はＳ１４に移行する。

励磁電流がフルオフ閾値ＴＨｏｆｆよりも大きい場合（Ｓ１３：ＮＯ）、処理はＳ１３を繰り返す。

[0049] Ｓ１４では、次の電流取得タイミングで定常制御に移行される。このときの定常制御は、新たにリセットされたＰＷＭ周期Ｔｐｗｍで実行開始される

。Ｓ１４の後、処理は図９のルーチンを抜ける。

[0050] ＜効果＞

以上説明したように、第１実施形態では、目標電流Ｉｒｅｆが変更された後、ＰＷＭ周期が完了するタイミングを待たずにフルオン状態またはフルオフ状態にされる。そのため、定常制御から過渡制御へ素早く移行することができる。

[0051] また、過渡制御に移行したあと、励磁電流が目標電流Ｉｒｅｆを越えた先にある閾値（すなわち、フルオン閾値ＴＨｏｎまたはフルオフ閾値ＴＨｏｆｆ）まで変化させられる。これにより、スプール４２を所望のオーバーストローク状態まで到達させることができる。そのため、出力油圧の変動遅れが抑制され、応答性を高めることができる。

[0052] また、励磁電流がフルオン閾値ＴＨｏｎ以上またはフルオフ閾値ＴＨｏｆｆ以下になると比較的早いタイミングで通電が止められる。これにより、スプール４２を所望のオーバーストローク状態で素早く止めることができる。そのため、出力油圧のオーバーシュートを好適に制御することができる。

[0053] また、目標電流Ｉｒｅｆが上げ側に変更された場合において、励磁電流がフルオン閾値ＴＨｏｎ到達後に比較的早くフルオフ閾値ＴＨｏｆｆまで大きく変化させられるので、スプール４２をオーバーストローク状態から素早く定常位置に戻すことができる。また、励磁電流がフルオン閾値ＴＨｏｎおよびフルオフ閾値ＴＨｏｆｆを跨ぐように比較的大きく変化させられるので、スプール４２の動摩擦状態が維持される。そのため、スプール４２の作動遅れに起因した出力油圧のオーバーシュートの発生を抑制することができる。

[0054] また、目標電流Ｉｒｅｆが下げ側に変更された場合において、励磁電流がフルオフ閾値ＴＨｏｆｆを跨ぐように比較的大きく変化させられる。これにより、スプール４２の動摩擦状態が維持される。そのため、スプール４２の作動遅れに起因した出力油圧のオーバーシュートの発生を抑制することができる。

[0055] また、励磁電流がフルオフ閾値ＴＨｏｆｆ以下になると、ＰＷＭ周期Ｔｐ

ｗｍのタイミングとは関係なく比較的早いタイミングで通常制御に移行される。そのため、過渡制御から定常制御へ素早く移行することができる。

[0056] また、フルオン閾値ＴＨｏｎは「目標電流Ｉｒｅｆ＋ディザ振幅Ａｄｔｈ」であり、フルオフ閾値ＴＨｏｆｆは「目標電流Ｉｒｅｆ－ディザ振幅Ａｄｔｈ」である。そのため、ディザ振幅Ａｄｔｈに応じてフルオン閾値ＴＨｏｎおよびフルオフ閾値ＴＨｏｆｆが設定される。

また、制御移行周期および通電切替周期は、電流取得周期と同じである。そのため、ＰＷＭ周期が完了するタイミングを待たずに電流制御の移行および通電切替がなされる。

[0057] ［第２実施形態］

第２実施形態では、図１０、図１１に示すように、設定部は、フルオン閾値ＴＨｏｎおよびフルオフ閾値ＴＨｏｆｆを、目標電流Ｉｒｅｆの変更幅、油圧回路１２の油温および電流制御装置１３の電圧に応じて設定する。目標電流Ｉｒｅｆの変更幅、油圧回路１２の油温および電流制御装置１３の電圧が大きいほど、フルオン閾値ＴＨｏｎおよびフルオフ閾値ＴＨｏｆｆは小さく設定される。

このようにソレノイド４３や油圧回路１２の仕様等に応じてフルオン閾値ＴＨｏｎおよびフルオフ閾値ＴＨｏｆｆを設定することで、所望の油圧性能に調整することができる。

[0058] ［第３実施形態］

第３実施形態では、図１２に示すように、フルオン制御部は、目標電流Ｉｒｅｆが上げ側に変更された後、電流取得周期Ｔａｄよりも短い制御移行周期で到来する最初のタイミング（制御移行タイミング）でフルオン状態にする。

また、第１フルオフ制御部は、励磁電流がフルオン閾値ＴＨｏｎ以上になった後、電流取得周期Ｔａｄよりも短い通電切替周期で到来する最初のタイミング（通電切替タイミング）でソレノイド４３をフルオフ状態にする。

[0059] また、図１３に示すように、第２フルオフ制御部は、目標電流Ｉｒｅｆが

下げ側に変更された後、電流取得周期Ｔａｄよりも短い制御移行周期で到来する最初のタイミング（制御移行タイミング）でフルオフ状態にする。

また、図１２、図１３に示すように、制御移行部は、励磁電流がフルオフ閾値ＴＨｏｆｆ以下になった後、電流取得周期Ｔａｄよりも短い制御移行周期で到来する最初のタイミング（制御移行タイミング）で定常制御に移行する。

[0060] このように制御移行周期および通電切替周期を電流取得周期よりも短く設定することで、スプール４２を最適な状態により素早く制御することができ、油圧性能を向上させることができる。

[0061] ［他の実施形態］

他の実施形態では、目標電流が変更されたときに定常制御部と同様の電流制御を行う通常制御部が新たに設けられてもよい。そして、目標電流の変更幅に応じて過渡制御時の制御内容が変更されてもよい。例えば、目標電流の変更幅が所定値よりも小さい場合、通常制御部が電流制御を実行し、目標電流の変更幅が所定値以上である場合、フルオン制御部６３、フルオン判定部６４、第１フルオフ制御部６５、第１フルオフ判定部６６、第２フルオフ制御部６７、第２フルオフ判定部６８が電流制御を実行するように構成してもよい。

[0062] 他の実施形態では、フルオン閾値およびフルオフ閾値は、目標電流の変更幅、油圧回路の油温、および、電流制御装置の電圧のうちいずれか１つ以上に応じて設定されてもよい。

他の実施形態では、電流制御装置は、リニアソレノイドバルブに限らず、他の形式のソレノイドバルブに適用されてもよい。また、ソレノイドバルブは、スプール式に限らず、他の形式のバルブであってもよい。また、電流制御装置は、油圧制御に限らず、他の制御量を制御するものであってもよい。

[0063] 本開示は、実施形態に基づき記述された。しかしながら、本開示は当該実施形態および構造に限定されるものではない。本開示は、様々な変形例および均等の範囲内の変形をも包含する。また、様々な組み合わせおよび形態、

さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせおよび形態も、本開示の範疇および思想範囲に入るものである。

請求の範囲

[請求項1] ソレノイドバルブ（３１～３６）のソレノイド（４３）の電流を制御する電流制御装置であって、

前記ソレノイドの励磁電流を取得する電流取得部（５７）と、

前記ソレノイドを通電したのち非通電にする作動を所定のオンオフ周期で繰り返して、前記励磁電流の平均値を目標電流付近に保つ定常制御を行う定常制御部（５９）と、

前記定常制御が行われているとき、前記オンオフ周期よりも短い所定の目標判定周期ごとに前記目標電流が変更されたか否かを判定する目標判定部（６２）と、

前記目標電流が上げ側に変更された後、前記オンオフ周期よりも短い所定の制御移行周期で到来する最初のタイミングで前記ソレノイドを常に通電するフルオン状態にするフルオン制御部（６３）と、

前記フルオン状態であるとき、前記励磁電流が前記目標電流よりも大きいフルオン閾値以上になったか否かを判定するフルオン判定部（６４）と、

前記励磁電流が前記フルオン閾値以上になった後、前記オンオフ周期よりも短い所定の通電切替周期で到来する最初のタイミングで前記ソレノイドを常に非通電とするフルオフ状態にするフルオフ制御部（６５）と、

前記フルオフ状態であるとき、前記励磁電流が前記目標電流よりも小さいフルオフ閾値以下になったか否かを判定するフルオフ判定部（６６）と、

前記励磁電流が前記フルオフ閾値以下になった後、前記制御移行周期で到来する最初のタイミングで前記定常制御に移行する制御移行部（６９）と、

を備える電流制御装置。

[請求項2] 前記定常制御部は、前記励磁電流の平均値を前記オンオフ周期より

も長いディザ周期で「前記目標電流＋ディザ振幅」から「前記目標電流－前記ディザ振幅」までの間で周期的に変化させ、

前記フルオン閾値は、「前記目標電流＋前記ディザ振幅」であり、

前記フルオフ閾値は、「前記目標電流－前記ディザ振幅」である請求項１に記載の電流制御装置。

[請求項3] 前記フルオン閾値および前記フルオフ閾値は、前記目標電流の変更幅、前記ソレノイドバルブが出力する流体の温度、および、前記電流制御装置の電圧の少なくとも１つに応じて設定される請求項１または２に記載の電流制御装置。

[請求項4] 前記電流取得部は、前記オンオフ周期よりも短い電流取得周期で前記励磁電流を取得し、

前記制御移行周期および前記通電切替周期の一方、または両方は、前記電流取得周期と同じである請求項１～３のいずれか一項に記載の電流制御装置。

[請求項5] 前記電流取得部は、前記オンオフ周期よりも短い電流取得周期で前記励磁電流を取得し、

前記制御移行周期および前記通電切替周期の一方、または両方は、前記電流取得周期よりも短い請求項１～３のいずれか一項に記載の電流制御装置。

[請求項6] ソレノイドバルブのソレノイドの電流を制御する電流制御装置であって、

前記ソレノイドの励磁電流を取得する電流取得部と、

前記ソレノイドを通電したのち非通電にする作動を所定のオンオフ周期で繰り返して、前記励磁電流の平均値を目標電流付近に保つ定常制御を行う定常制御部と、

前記定常制御が行われているとき、前記オンオフ周期よりも短い所定の目標判定周期ごとに前記目標電流が変更されたか否かを判定する目標判定部と、

前記目標電流が下げ側に変更された後、前記オンオフ周期よりも短い所定の制御移行周期で到来する最初のタイミングで前記ソレノイドを常に非通電とするフルオフ状態にするフルオフ制御部（６７）と、

前記フルオフ状態であるとき、前記励磁電流が前記目標電流よりも小さいフルオフ閾値以下になったか否かを判定するフルオフ判定部（６８）と、

前記励磁電流が前記フルオフ閾値以下になった後、前記制御移行周期で到来する最初のタイミングで前記定常制御に移行する制御移行部と、

を備える電流制御装置。

[請求項7] 前記定常制御部は、前記励磁電流の平均値を前記オンオフ周期よりも長いディザ周期で「前記目標電流＋ディザ振幅」から「前記目標電流－前記ディザ振幅」までの間で周期的に変化させ、

前記フルオフ閾値は、「前記目標電流－前記ディザ振幅」である請求項６に記載の電流制御装置。

[請求項8] 前記フルオフ閾値は、前記目標電流の変更幅、前記ソレノイドバルブが出力する流体の温度、および、前記電流制御装置の電圧の少なくとも１つに応じて設定される請求項６または７に記載の電流制御装置。

[請求項9] 前記電流取得部は、前記オンオフ周期よりも短い電流取得周期で前記励磁電流を取得し、

前記制御移行周期は前記電流取得周期と同じである請求項６～８のいずれか一項に記載の電流制御装置。

[請求項10] 前記電流取得部は、前記オンオフ周期よりも短い電流取得周期で前記励磁電流を取得し、

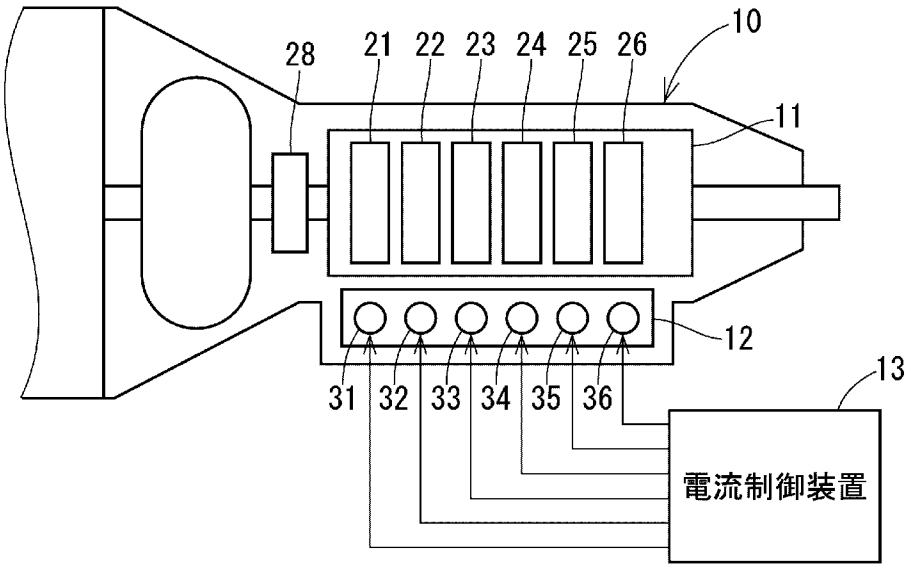
前記制御移行周期は前記電流取得周期よりも短い請求項６～８のいずれか一項に記載の電流制御装置。

[請求項11] 前記ソレノイドバルブはスプール式である請求項１～１０のいずれ

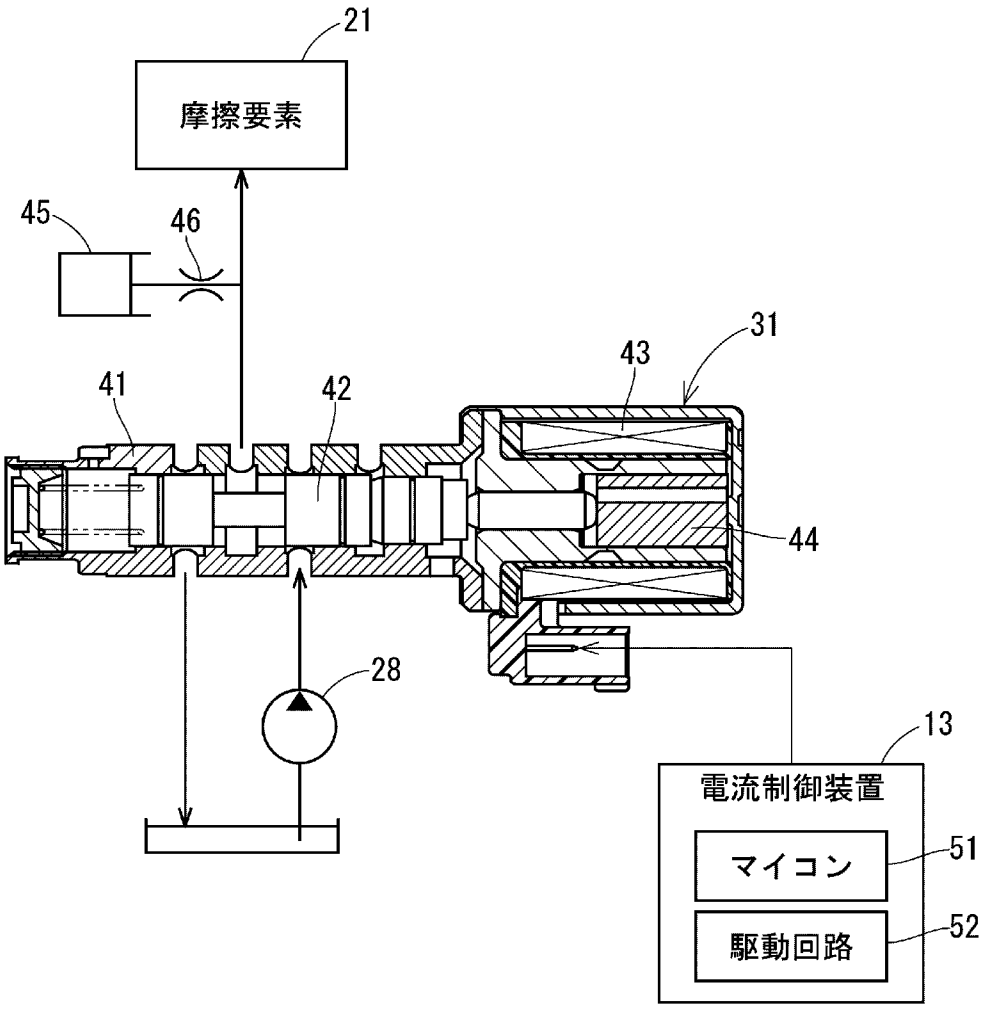
か一項に記載の電流制御装置。

[請求項12] 前記ソレノイドバルブは油圧制御に用いられる請求項１１に記載の電流制御装置。

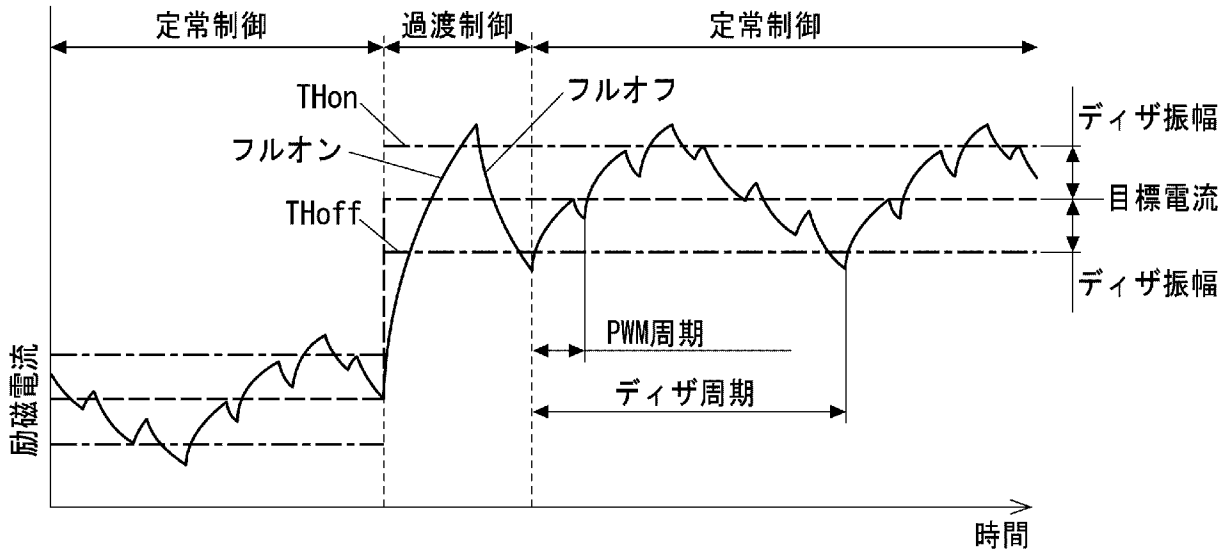
[図1]



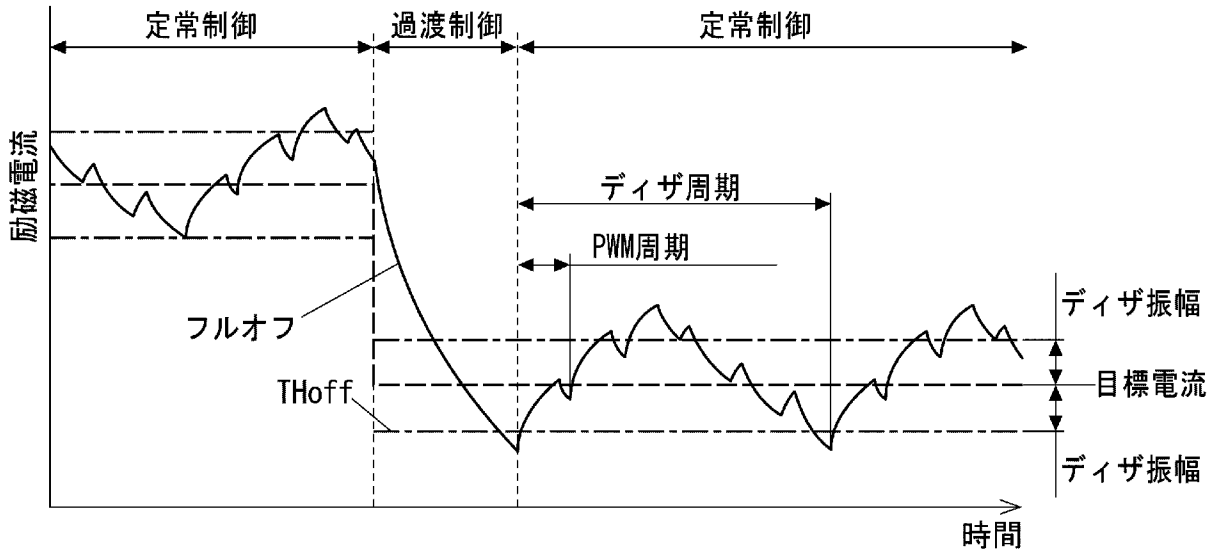
[図2]



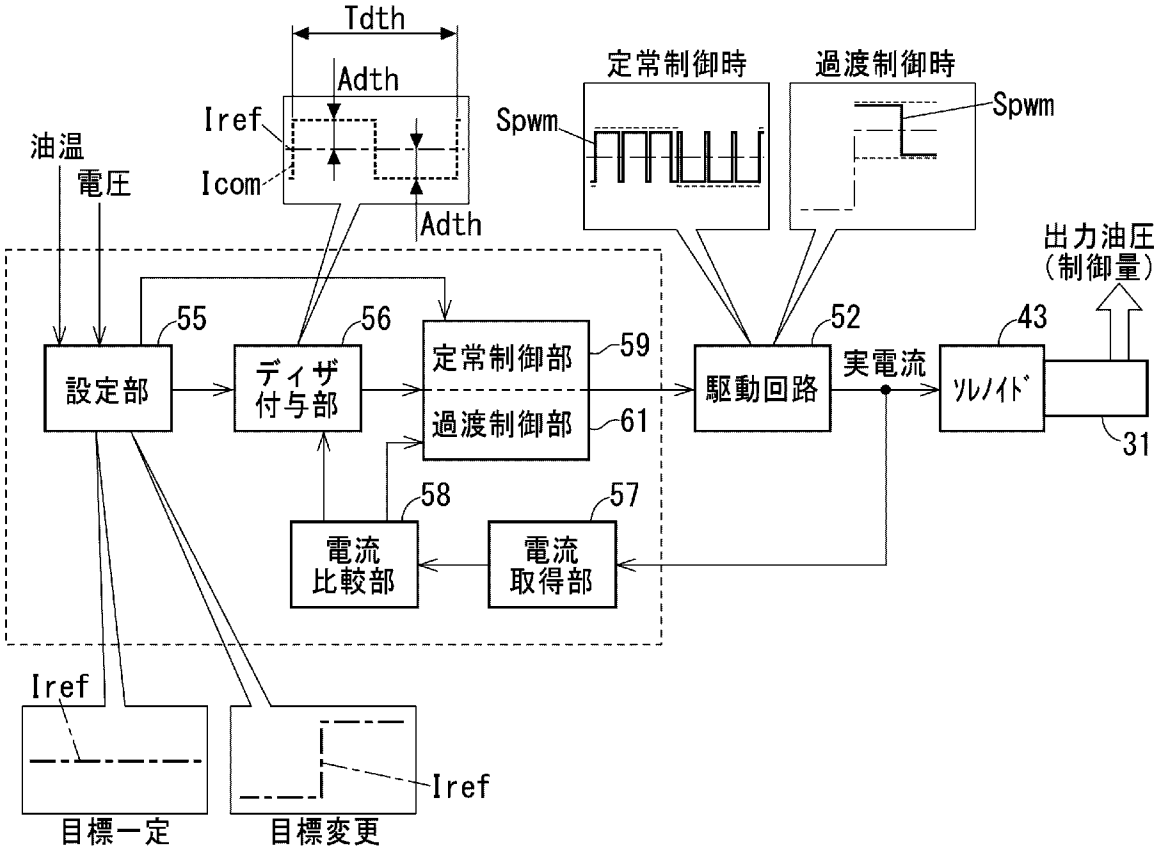
[図3]


定常制御
過渡制御
定常制御
THon
フルオフ
フルオン
THoff
ディザ振幅
目標電流
ディザ振幅
PWM周期
ディザ周期
励磁電流
時間

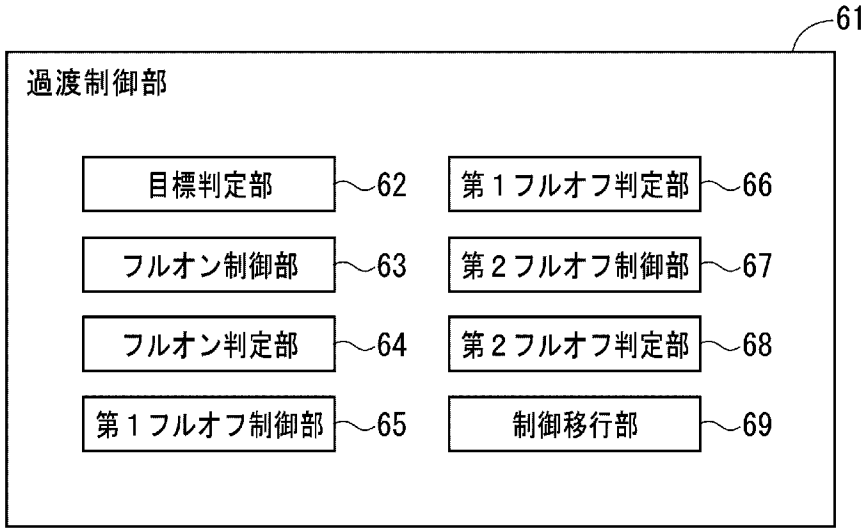
[図4]


定常制御
過渡制御
定常制御
励磁電流
ディザ周期
PWM周期
フルオフ
THoff
ディザ振幅
目標電流
ディザ振幅
時間

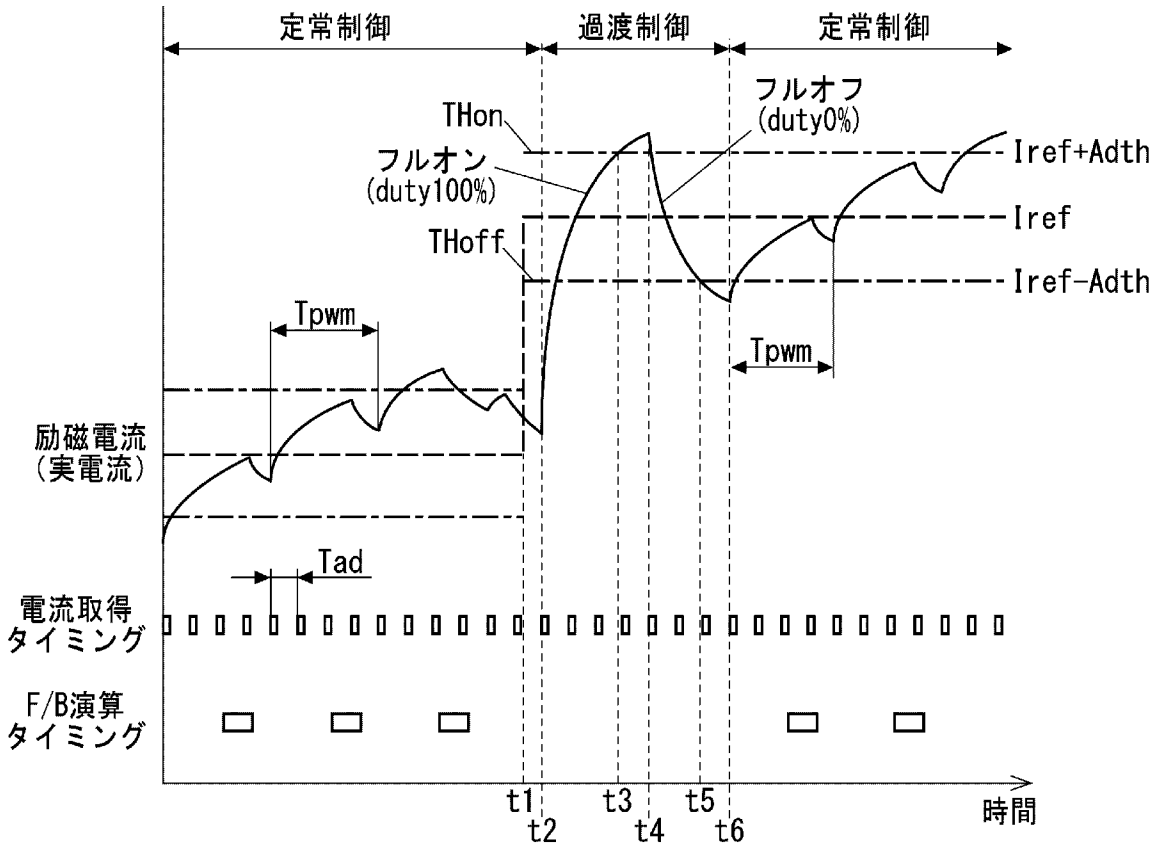
[図5]


Tdth
Adth
Iref
Icom
Adth
油温
電圧
定常制御時
過渡制御時
Spwm
Spwm
出力油圧
(制御量)
55
56
59
52
43
設定部
ディザ
付与部
定常制御部
過渡制御部
61
駆動回路
実電流
ソレノイド
31
58
57
電流
比較部
電流
取得部
Iref
Iref
目標一定
目標変更

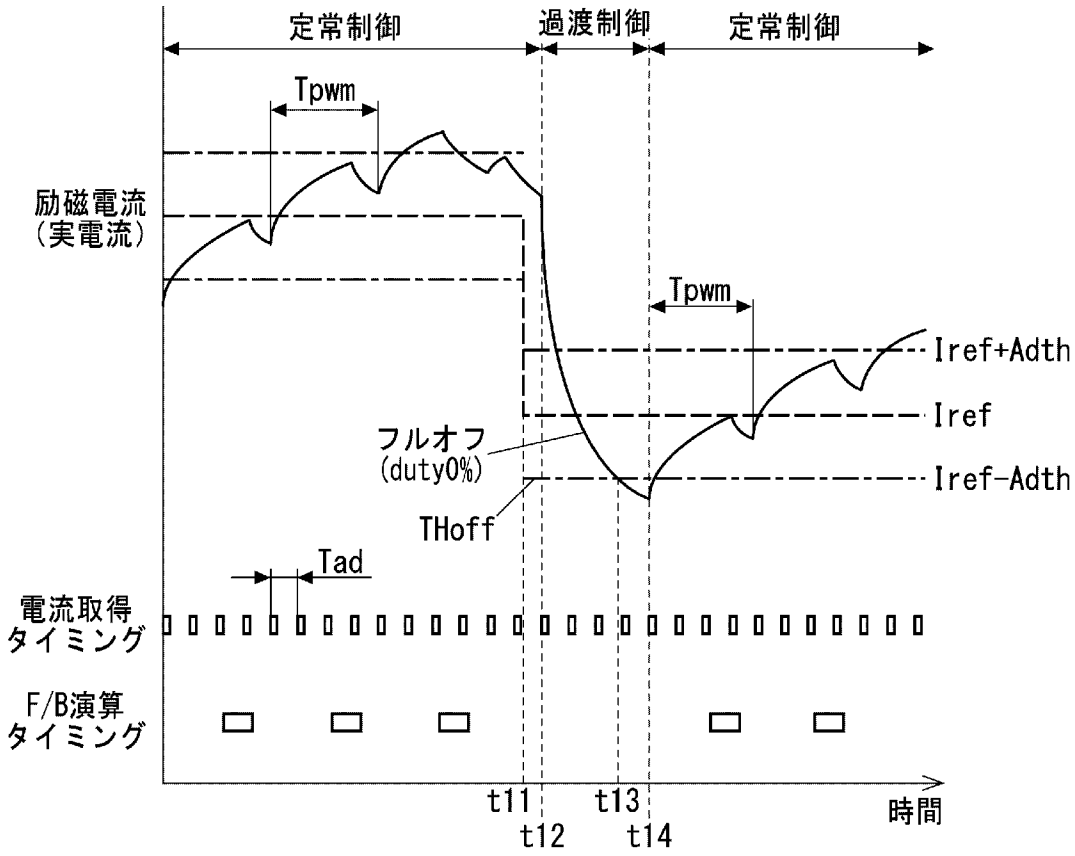
[図6]


61
過渡制御部
目標判定部
62
フルオン制御部
63
フルオン判定部
64
第１フルオフ制御部
65
第１フルオフ判定部
66
第２フルオフ制御部
67
第２フルオフ判定部
68
制御移行部
69

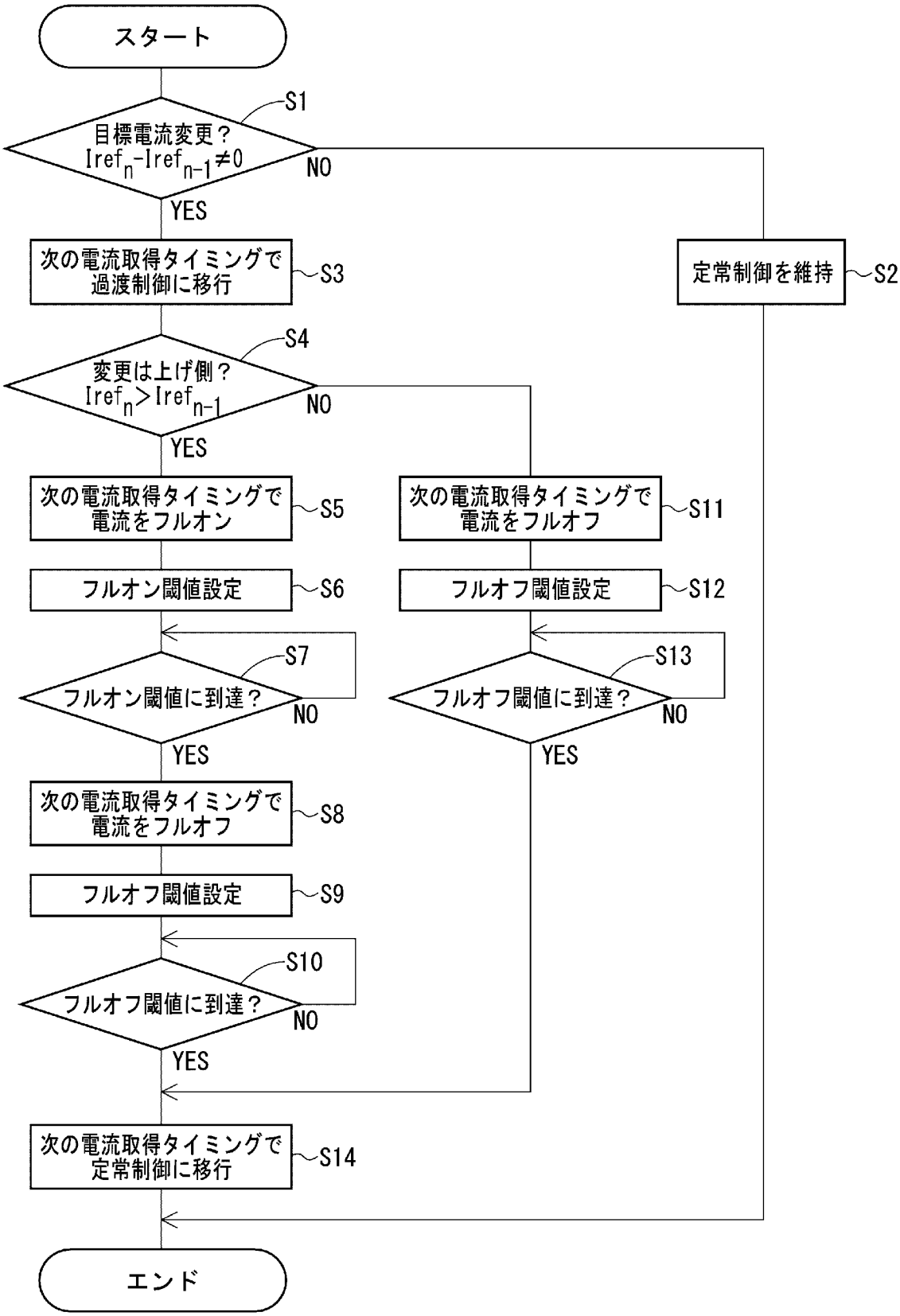
[図7]


定常制御
過渡制御
定常制御
フルオフ
(duty0%)
THon
フルオン
(duty100%)
Iref+Adth
Iref
THoff
Iref-Adth
Tpwm
Tpwm
励磁電流
(実電流)
Tad
電流取得
タイミング
F/B演算
タイミング
t1
t2
t3
t4
t5
t6
時間

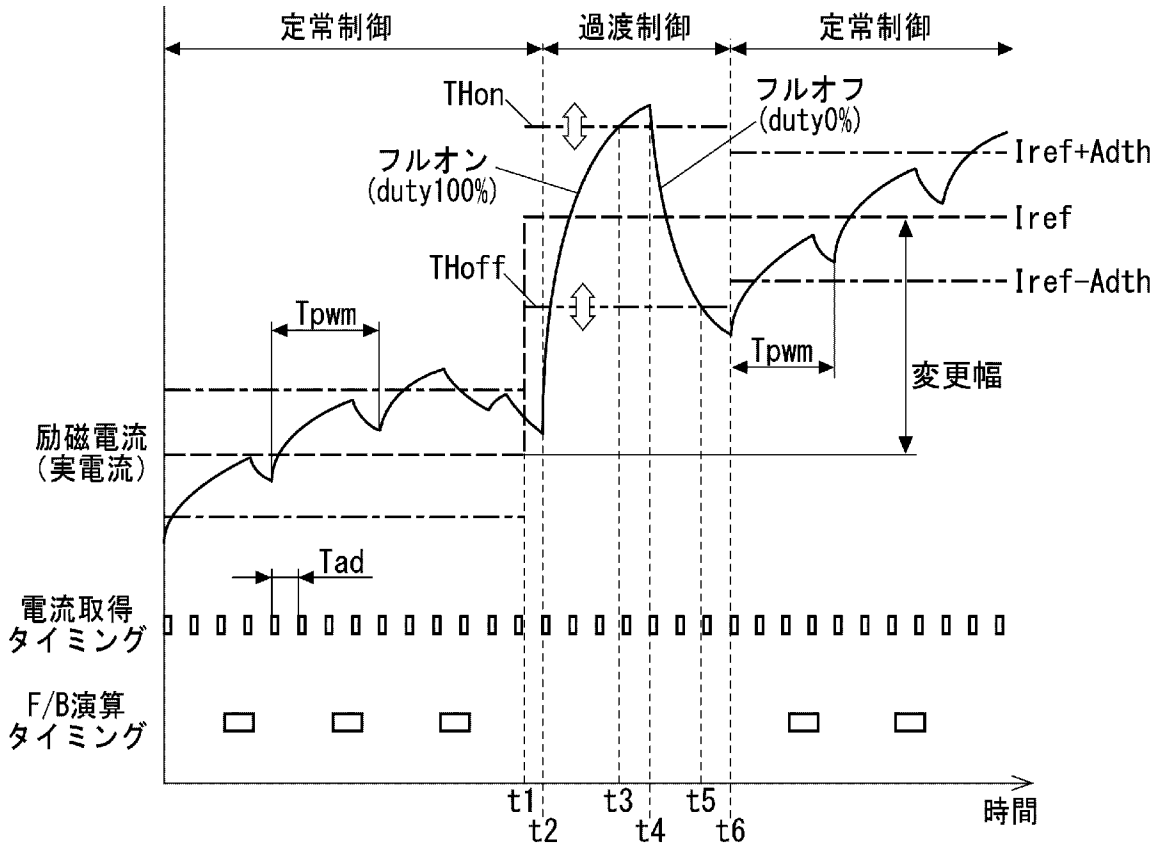
[図8]


定常制御
過渡制御
定常制御
Tpwm
励磁電流
(実電流)
Tpwm
Iref+Adth
Iref
フルオフ
(duty0%)
Iref-Adth
THoff
Tad
電流取得
タイミング
F/B演算
タイミング
t11
t12
t13
t14
時間

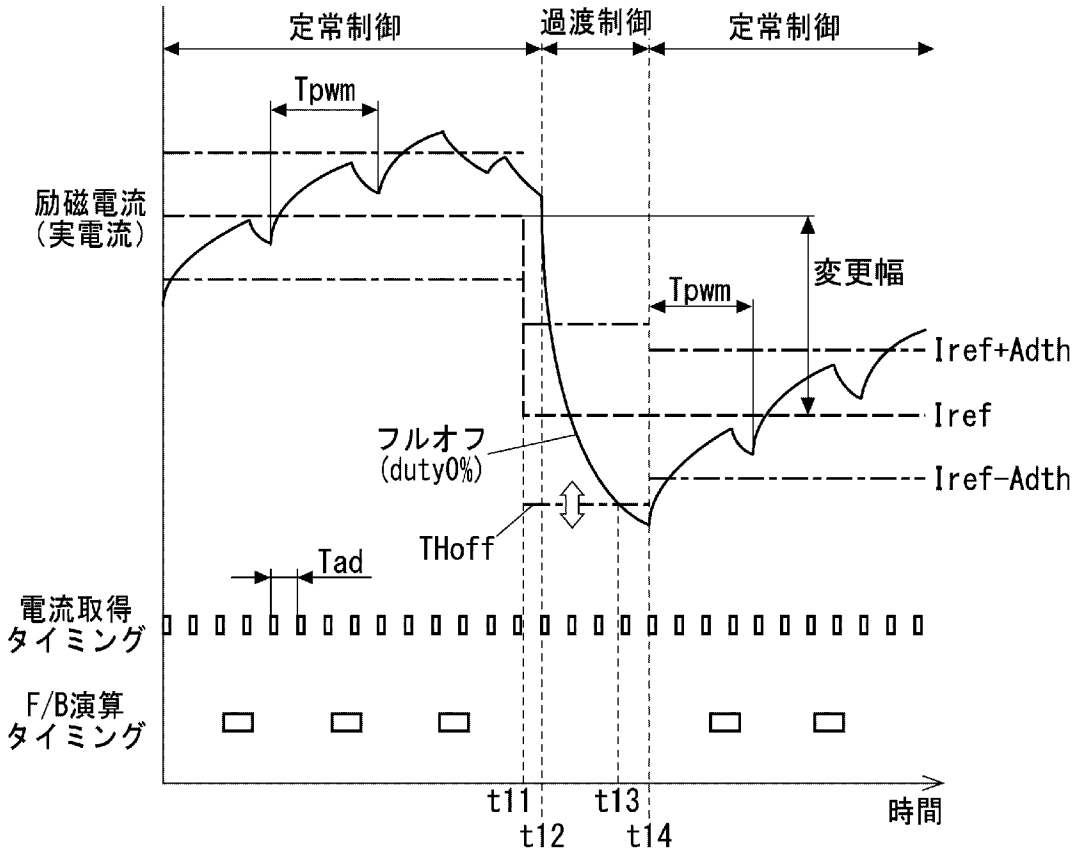
[図9]


スタート
S1
目標電流変更？
$Iref_n - Iref_{n-1} \neq 0$
NO
YES
次の電流取得タイミングで
過渡制御に移行
S3
定常制御を維持
S2
S4
変更は上げ側？
$Iref_n > Iref_{n-1}$
NO
YES
次の電流取得タイミングで
電流をフルオン
S5
次の電流取得タイミングで
電流をフルオフ
S11
フルオン閾値設定
S6
フルオフ閾値設定
S12
S7
フルオン閾値に到達？
NO
YES
S13
フルオフ閾値に到達？
NO
YES
次の電流取得タイミングで
電流をフルオフ
S8
フルオフ閾値設定
S9
S10
フルオフ閾値に到達？
NO
YES
次の電流取得タイミングで
定常制御に移行
S14
エンド

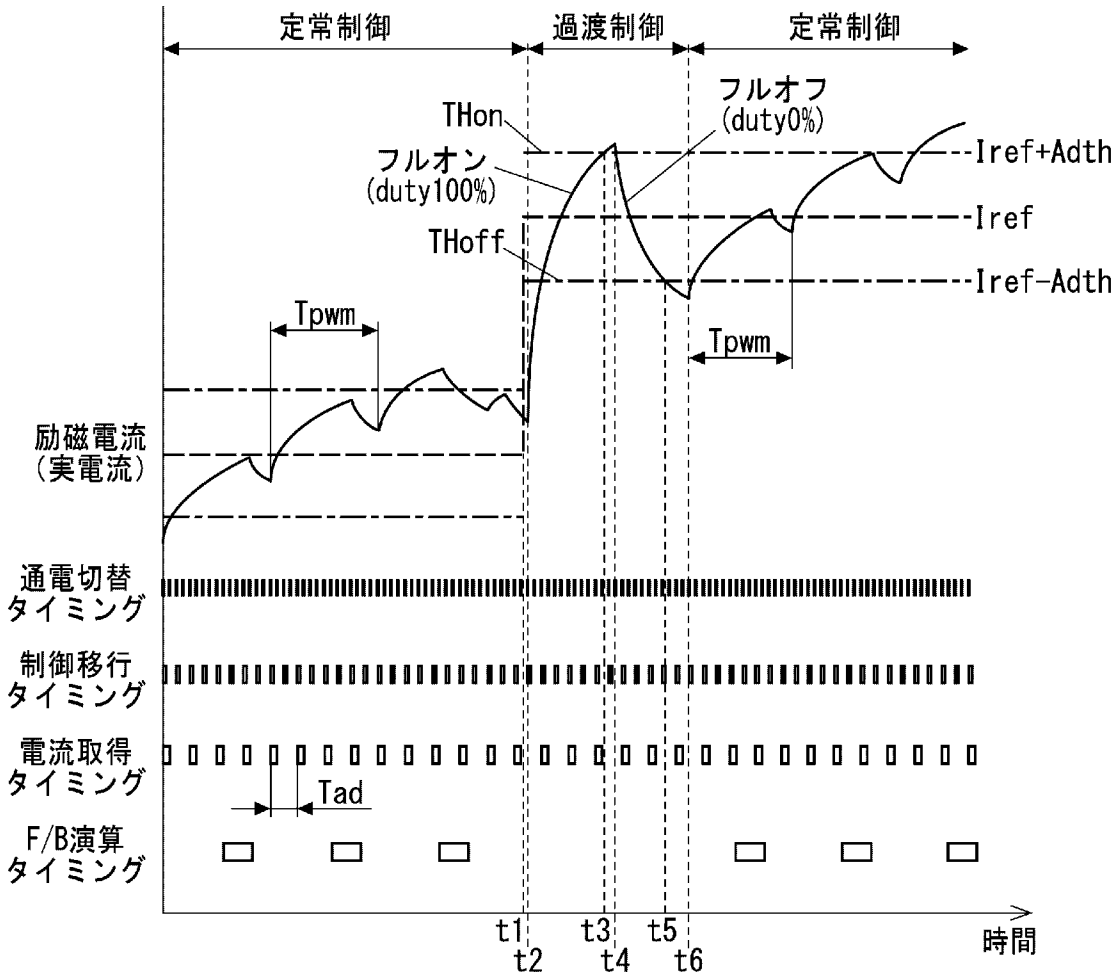
[図10]


定常制御
過渡制御
定常制御
THon
フルオフ
(duty0%)
フルオン
(duty100%)
Iref+Adth
Iref
THoff
Iref-Adth
Tpwm
Tpwm
変更幅
励磁電流
(実電流)
Tad
電流取得
タイミング
F/B演算
タイミング
t1
t2
t3
t4
t5
t6
時間

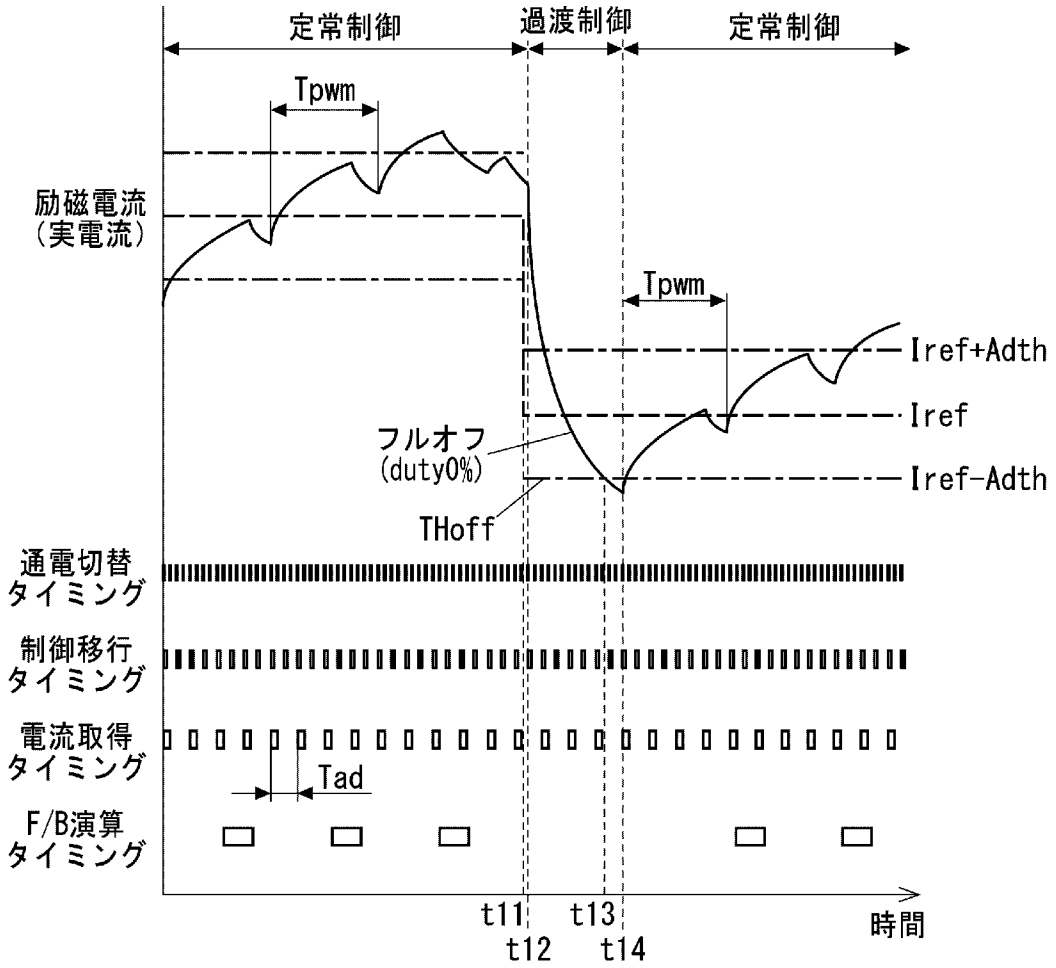
[図11]


定常制御
過渡制御
定常制御
Tpwm
励磁電流
(実電流)
変更幅
Tpwm
Iref+Adth
Iref
フルオフ
(duty0%)
Iref-Adth
THoff
Tad
電流取得
タイミング
F/B演算
タイミング
t11
t12
t13
t14
時間

[図12]


定常制御
過渡制御
定常制御
フルオフ
(duty0%)
THon
フルオン
(duty100%)
Iref+Adth
Iref
THoff
Iref-Adth
Tpwm
Tpwm
励磁電流
(実電流)
通電切替
タイミング
制御移行
タイミング
電流取得
タイミング
Tad
F/B演算
タイミング
t1
t2
t3
t4
t5
t6
時間

[図13]


定常制御
過渡制御
定常制御
Tpwm
励磁電流
(実電流)
Tpwm
Iref+Adth
Iref
フルオフ
(duty0%)
Iref-Adth
THoff
通電切替
タイミング
制御移行
タイミング
電流取得
タイミング
Tad
F/B演算
タイミング
t11
t12
t13
t14
時間

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/034378

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. F16K31/06(2006.01)i, H01F7/18(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)
Int.Cl. F16K31/06, H01F7/18

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 2837166 B2 (AISIN AW CO., LTD.) 14 December 1998 (Family: none)	1-12
A	JP 2007-501980 A (ROSEMOUNT INC.) 01 February 2007 & US 2005/0030185 A1 & WO 2005/017544 A1 & CN 1864071 A & RU 2006106911 A	1-12
P, A	JP 2018-76918 A (DENSO CORP.) 17 May 2018 (Family: none)	1-12

☐ 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
05 December 2018 (05.12.2018)	18 December 2018 (18.12.2018)

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

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０３４３７８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16K31/06(2006.01)i, H01F7/18(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.　F16K31/06, H01F7/18

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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 2837166 B2（アイシン・エイ・ダブリュ株式会社）1998.12.14（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2007-501980 A（ローズマウント　インコーポレイテッド）2007.02.01 & US 2005/0030185 A1 & WO 2005/017544 A1 & CN 1864071 A & RU 2006106911 A	1-12
P,A	JP 2018-76918 A（株式会社デンソー）2018.05.17（ファミリーなし）	1-12

☐　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
０５．１２．２０１８	１８．１２．２０１８

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）　３Ｏ　９２５７
加藤　昌人
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８