

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5920301号
(P5920301)

(45) 発行日 平成28年5月18日 (2016. 5. 18)

(24) 登録日 平成28年4月22日 (2016. 4. 22)

(51) Int. Cl.	F 1
G 0 5 F 1/56 (2006. 01)	G 0 5 F 1/56 3 3 0 C
G 0 5 F 1/10 (2006. 01)	G 0 5 F 1/10 R
F 1 6 H 61/02 (2006. 01)	F 1 6 H 61/02

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2013-196330 (P2013-196330)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成25年9月23日 (2013. 9. 23)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2015-62095 (P2015-62095A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	平成27年4月2日 (2015. 4. 2)	(74) 代理人	100106149
審査請求日	平成27年3月19日 (2015. 3. 19)		弁理士 矢作 和行
		(74) 代理人	100121991
			弁理士 野々部 泰平
		(74) 代理人	100145595
			弁理士 久保 貴則
		(72) 発明者	水野 雄太
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	中根 文彦
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 負荷駆動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

誘導性負荷（100）の駆動を制御する負荷駆動制御装置であって、
前記誘導性負荷に流れる電流を制御するために、所定デューティで駆動されるスイッチング手段（12）と、

前記誘導性負荷に流れる実電流値を検出する実電流値検出手段（16）と、

前記誘導性負荷の目標電流の前回値と今回値とから検出される変化方向に応じて、なまし用の第1電流値を設定するとともに、ガード値として前記目標電流の今回値を設定するなまし設定手段（30）と、

前記第1電流値をなまし演算するとともに、前記ガード値によって演算後のなまし値に制限をかけるなまし手段（40）と、

前記なまし手段から出力される前記なまし値と前記実電流値との偏差に基づいて比例積分制御を行い、前記デューティを設定する比例積分制御手段（42）と、を備え、

前記なまし設定手段は、

前記目標電流値が増加の場合、前記デューティ100%における前記目標電流値である最大電流値を設定の上限として、前記目標電流の今回値よりも大きい値を前記第1電流値として設定するとともに、前記ガード値を、前記なまし値の上限値として設定し、

前記目標電流値が減少の場合、前記デューティ0%における前記目標電流値である最小電流値を設定の下限として、前記目標電流の今回値よりも小さい値を前記第1電流値として設定するとともに、前記ガード値を、前記なまし値の下限値として設定するとともに、

10

20

前記スイッチング手段(12)を介して前記誘導性負荷(100)に電力を供給する電源電圧の電圧値を取得し、取得した前記電圧値に応じて前記第1電流値を設定することを特徴とする負荷駆動制御装置。

【請求項2】

前記なまし設定手段(30)は、前記目標電流値が増加の場合に、制御に使用される前記目標電流値の使用領域の上限値以上、前記最大電流値以下の範囲において、前記第1電流値を設定することを特徴とする請求項1に記載の負荷駆動制御装置。

【請求項3】

前記なまし設定手段(30)は、前記第1電流値として前記最大電流値を設定することを特徴とする請求項2に記載の負荷駆動制御装置。

10

【請求項4】

前記なまし設定手段(30)は、前記目標電流値が減少の場合に、前記第1電流値として前記最小電流値を設定することを特徴とする請求項1～3いずれか1項に記載の負荷駆動制御装置。

【請求項5】

前記目標電流値が変化しない場合、前記なまし設定手段(30)は、前回設定した前記第1電流値及び前記ガード値を保持することを特徴とする請求項1～4いずれか1項に記載の負荷駆動制御装置。

【請求項6】

前記誘導性負荷(100)は、油圧バルブのソレノイドであることを特徴とする請求項1～5いずれか1項に記載の負荷駆動制御装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、誘導性負荷の駆動を制御する負荷駆動制御装置に関するものであり、特に目標電流値のなましを行う負荷駆動制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ソレノイドの実際の電流値である実電流値と目標電流値との偏差に基づき、比例動作、積分動作によってソレノイドの電流をフィードバック制御、すなわちPI制御する制御装置が知られている。

30

【0003】

このPI(Proportional Integral)制御では、比例ゲイン、積分ゲインを高めていくと、応答性が高まる反面、実電流値が目標電流値に対して例えばオーバーシュートする傾向となる。このようにオーバーシュートが起こるのは、実電流値と目標電流値との偏差に対して、積分値が過剰に蓄積されるためである。

【0004】

これに対し、特許文献1には、目標電流値になましをかける方法が記載されている。この方法によれば、実電流値の立上り・立下りの特性に合わせて目標電流値を変化させることができ、積分値の過剰な蓄積を抑制することができる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2002-182759号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、従来の方法によれば、目標電流値に対してなましをかけるため、目標電流値や電流値の変化量によらず、ほぼ一律のなましがかかる。すなわち、なまし後の目標電流の収束時間は、目標電流値の変化量によらず、ほぼ一定となる。このため、オーバー

50

シュートしにくい小さな目標電流の変化に対して、応答遅れが生じてしまう。

【0007】

また、ソレノイドに流れる実電流は、低電流域では立ち上がりが高く、電流値が高くなるほど、立ち上がりが遅くなる。このような特性は、所謂インダクタンスカーブとして知られている。したがって、上記したように一律のなましでは、特に低電流域において、応答遅れが生じてしまう。

【0008】

そこで、本発明は上記問題点に鑑み、積分値の過剰蓄積を抑制しつつ、電流応答性を向上できる負荷駆動制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

ここに開示される発明は、上記目的を達成するために以下の技術的手段を採用する。なお、特許請求の範囲及びこの項に記載した括弧内の符号は、ひとつの態様として後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであって、発明の技術的範囲を限定するものではない。

【0010】

開示された発明のひとつは、誘導性負荷(100)の駆動を制御する負荷駆動制御装置であって、誘導性負荷に流れる電流を制御するために、所定デューティで駆動されるスイッチング手段(12)と、誘導性負荷に流れる実電流値を検出する実電流値検出手段(16)と、誘導性負荷の目標電流の前回値と今回値とから検出される変化方向に応じて、なまし用の第1電流値を設定するとともに、ガード値として目標電流の今回値を設定するなまし設定手段(30)と、第1電流値をなまし演算するとともに、ガード値によって演算後のなまし値に制限をかけるなまし手段(40)と、なまし手段から出力されるなまし値と実電流値との偏差に基づいて比例積分制御を行い、デューティを設定する比例積分制御手段(42)と、を備える。そして、なまし設定手段は、目標電流値が増加の場合、デューティ100%における目標電流値である最大電流値を設定の上限として、目標電流の今回値よりも大きい値を第1電流値として設定するとともに、ガード値を、なまし値の上限値として設定し、目標電流値が減少の場合、デューティ0%における目標電流値である最小電流値を設定の下限として、目標電流の今回値よりも小さい値を第1電流値として設定するとともに、ガード値を、なまし値の下限値として設定するとともに、スイッチング手段(12)を介して誘導性負荷(100)に電力を供給する電源電圧の電圧値を取得し、取得した電圧値に応じて前記第1電流値を設定することを特徴とする。

【0011】

これによれば、目標電流値をなまし演算するのではなく、例えば目標電流値が増加の場合には、最大電流値を上限として設定される目標電流値よりも大きい第1電流値をなまし演算する。したがって、目標電流値をなまし演算する場合よりも、なまし後の電流の立ち上がりが早くなる。一方、ガード値として目標電流の今回値を設定するため、なまし値は目標電流の今回値に収束する。以上により、目標電流値が変化した場合に、なまし値が変化後の目標電流値に収束するまでの時間を短くすることができる。すなわち、目標電流値をなまし演算する構成に較べて、電流応答性を向上することができる。

【0012】

これにより、オーバーシュートやアンダーシュートが生じにくい小さな目標電流の変化において、応答遅れを抑制することができる。また、特に低電流域において、応答遅れを抑制することができる。

【0013】

また、なまし演算するため、なまし演算しない構成に較べて、積分値の過剰蓄積を抑制することができる。すなわち、オーバーシュートやアンダーシュートが生じるのを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

10

20

30

40

50

【図 1】第 1 実施形態に係る負荷駆動制御装置の概略構成を示す図である。

【図 2】図 1 に示す電流 F / B 制御部の概略構成を示す図である。

【図 3】図 2 に示すデューティ算出部の概略構成を示す図である。

【図 4】図 2 に示すなまし設定部で実行される処理を示すフローチャートである。

【図 5】参考例として示す従来の電流 F / B 制御部の概略構成を示す図である。

【図 6】図 5 に示す参考例における目標電流のなましの効果を示す図である。

【図 7】第 1 実施形態における目標電流のなましの効果を示す図である。

【図 8】第 1 電流値の変形例を示す図である。

【図 9】第 2 実施形態に係る負荷駆動制御装置の概略構成を示す図である。

【図 10】図 9 に示す電流 F / B 制御部の概略構成を示す図である。

10

【図 11】図 10 に示すなまし設定部で実行される処理を示すフローチャートである。

【図 12】第 2 実施形態における目標電流のなましの効果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態を図に基づいて説明する。なお、各実施形態において、共通乃至関連する要素には同一の符号を付与するものとする。

【0016】

(第 1 実施形態)

先ず、本実施形態に係る負荷駆動制御装置 10 により、駆動が制御される誘導性負荷について説明する。

20

【0017】

本実施形態では、図 1 に示すように、誘導性負荷として、油圧バルブのリニアソレノイド 100 を採用している。一例として、リニアソレノイド 100 は、油圧によりクラッチの係合・開放を制御し、ひいては、車両のオートマチックトランスミッションを目標ギア段に制御するために用いられる。

【0018】

リニアソレノイド 100 はコイルとプランジャを有しており、コイルへの通電を制御することで、プランジャ、ひいてはプランジャに連結されたスプールの作動が制御されるようになっている。

【0019】

30

次に、図 1 を用いて、負荷駆動制御装置 10 の概略構成を説明する。

【0020】

図 1 に示すように、負荷駆動制御装置 10 は、スイッチ 12 と、マイコン 14 と、電流検出部 16 と、を備えている。

【0021】

スイッチ 12 は、リニアソレノイド 100 の通電経路上に設けられており、マイコン 14 から供給されるパルス信号によって、オン・オフが PWM 制御される。スイッチ 12 がオンすると、リニアソレノイド 100 に電流が供給され、オフすると、電流の供給が遮断される。

【0022】

40

本実施形態では、スイッチ 12 として MOSFET を採用しており、このスイッチ 12 が、リニアソレノイド 100 に対して、上流側に設けられている。そして、MOSFET のゲート信号としてパルス信号を入力することで、パルス信号に応じた、スイッチ 12 のオン・オフの切替を実施することができる。なお、スイッチ 12 は、特許請求の範囲に記載のスイッチング手段に相当する。

【0023】

マイコン 14 は、CPU、ROM、RAM、レジスタなどを備えて構成されている。マイコン 14 においては、CPU が、入力信号や ROM に記憶されたプログラムに基づいて、RAM 及びレジスタを一時的に記憶領域として用いしつつ各種演算処理を実行する。マイコン 14 の詳細については後述する。

50

【0024】

電流検出部16は、リニアソレノイド100に対して直列に接続された電流検出用の抵抗16aと、抵抗16aの両端に印加される電圧を増幅してマイコン14に出力するオペアンプ16bと、を有している。この電流検出部16は、特許請求の範囲に記載の実電流値検出手段に相当する。

【0025】

抵抗16aは、一端が、リニアソレノイド100の下流側端子に接続されており、他端が、接地されている。このように、抵抗16aは、両端に生じる電圧が、リニアソレノイド100に流れる電流（実電流値）に応じた電圧となるよう設けられている。

【0026】

オペアンプ16bは、正極入力端子が抵抗16aの上流側の端子に電氣的に接続されており、負極入力端子が抵抗16aの下流側の端子に電氣的に接続されている。オペアンプ16bの出力端子は、マイコン14に電氣的に接続されている。このように、オペアンプ16bは、抵抗16aの両端間で発生する電圧を増幅してマイコン14に出力するよう設けられている。

【0027】

次に、図1に基づいて、マイコン14の概略構成について説明する。

【0028】

図1に示すように、マイコン14は、目標電流値算出部20と、A/D変換器22と、電流F/B制御部24と、を備えている。

【0029】

目標電流値算出部20は、制御対象であるリニアソレノイド100を目標状態にするため、リニアソレノイド100に流すべき電流値、すなわち目標電流値を算出する。本実施形態では、オートマチックトランスミッションの入力側の回転数を検知する回転検出センサ、及び、オートマチックトランスミッションの出力側の回転数を検知する回転検出センサから入力される信号に基づいて、目標電流値を算出する。

【0030】

目標電流値算出部20は、まず、回転検出センサから入力される信号に基づき、オートマチックトランスミッションにおける、入力側の回転数及び出力側の回転数を検出する。そして、入力側の回転数及び出力側の回転数に基づき、オートマチックトランスミッションに印加すべき目標油圧を算出する。

【0031】

次に、目標電流値算出部20は、算出した目標油圧に基づき、リニアソレノイド100に流すべき電流値として、目標電流値を算出する。この目標油圧と目標電流値との関係は、予め定められ、例えばマップとしてマイコン14のROMに格納されている。目標電流値算出部20は、目標油圧と目標電流値との所定の関係に基づき、目標油圧から目標電流値を算出する。

【0032】

A/D変換器22は、入力端子が、オペアンプ16bの出力端子と電氣的に接続されている。このA/D変換器22は、オペアンプ16bからの入力信号、すなわち実電流値をA/D変換し、電流F/B制御部24に出力する。

【0033】

電流F/B制御部24は、上記した目標電流値及び実電流値に基づいて、スイッチ12をPWM制御するためのパルス信号を生成する。そして、上記したスイッチ12に対し、パルス信号を出力する。

【0034】

次に、図2に基づいて、電流F/B制御部24の概略構成について説明する。

【0035】

図2に示すように、電流F/B制御部24は、なまし設定部30と、デューティ算出部32と、PWM駆動部34と、を備えている。このなまし設定部30は、特許請求の範囲

10

20

30

40

50

に記載のなまし設定手段に相当する。

【 0 0 3 6 】

なまし設定部 3 0 は、目標電流値算出部 2 0 から目標電流値を取得し、この目標電流値に基づいて、なまし演算するための第 1 電流値と、第 1 電流値のなまし値に制限をかけるガード値と、を設定する。その詳細については後述する。

【 0 0 3 7 】

デューティ算出部 3 2 は、なまし設定部 3 0 にて設定された第 1 電流値、ガード値に基づいてなまし処理を実行し、なまし後の目標電流値を生成する。また、なまし後の目標電流値と、A / D 変換器 2 2 を介して入力される実電流値との偏差に基づき、実電流値がなまし後の目標電流値に追従するように、リニアソレノイド 1 0 0 を F / B 制御するためのデューティ比を算出する。そして、算出したデューティ比を P W M 駆動部 3 4 に出力する。P W M 駆動部 3 4 に出力されたデューティ比は、レジスタに保存される。デューティ算出部 3 2 の詳細については後述する。

10

【 0 0 3 8 】

P W M 駆動部 3 4 は、スイッチ 1 2 の駆動を制御するためのパルス信号を出力する。この P W M 駆動部 3 4 は、図示しないが、出力するパルス信号を規定するデータ記憶用のレジスタを備えている。このレジスタには、デューティ算出部 3 2 より入力されるデューティ比と、パルス信号の発生周期が格納されている。したがって、P W M 駆動部 3 4 は、レジスタに格納されたデューティ比及び発生周期にしたがうパルス信号を出力する。

20

【 0 0 3 9 】

次に、図 3 に基づき、デューティ算出部 3 2 の概略構成について説明する。

【 0 0 4 0 】

図 3 に示すように、デューティ算出部 3 2 は、目標電流値をなまし処理するなまし部 4 0 と、なまし後の目標電流値と実電流値との偏差に基づいて、デューティ比を算出する P I (Proportional Integral) 制御部 4 2 と、を備えている。このなまし部 4 0 が、特許請求の範囲のなまし手段に相当し、P I 制御部 4 2 が、比例積分制御手段に相当する。

【 0 0 4 1 】

なまし部 4 0 は、例えば等比数列の和を利用したローパスフィルタとして構成されている。具体的には、第 1 電流値を $(1 - \alpha)$ 倍する乗算部 5 0 と、1 つの前の出力を取得する遅延部 5 2 と、遅延部 5 2 の出力を α 倍する乗算部 5 4 と、乗算部 5 0 , 5 4 の出力を加算する加算部 5 6 と、を有している。このため、第 1 電流値を X_k 、出力値を Y_k とすると、現在の出力値 Y_k は、 $Y_k = (1 - \alpha) X_k + \alpha Y_{k-1}$ となる。

30

【 0 0 4 2 】

さらに、なまし部 4 0 は、ガード部 5 8 を有している。このガード部 5 8 は、ガード値に基づいて、上記した出力値 Y_k に制限をかける。例えば、目標電流値が増加の場合には、出力値 Y_k の上限のガード値として目標電流の今回値が設定される。したがって、目標電流値が増加する場合、目標電流の今回値に達するまでは、出力値 Y_k がそのままなまし後の目標電流値として出力され、目標電流の今回値に達すると、目標電流の今回値がなまし後の目標電流値として出力される。

40

【 0 0 4 3 】

同様に、目標電流値が減少の場合、出力値 Y_k の下限のガード値として目標電流値が設定される。したがって、目標電流値が減少する場合、目標電流の今回値に達するまでは、出力値 Y_k がそのままなまし後の目標電流値として出力され、目標電流の今回値に達すると、目標電流の今回値がなまし後の目標電流値として出力される。なお、なまし後の目標電流値とは、特許請求の範囲に記載の、なまし部 4 0 から出力されたなまし値に相当する。

【 0 0 4 4 】

P I 制御部 4 2 は、従来周知の P I 制御部と同じ構成を有している。すなわち、この P I 制御部 4 2 は、なまし後の目標電流値と実電流値との偏差を算出する偏差算出部 6 0 と、比例演算部として、算出された偏差を比例定数 K_p 倍する乗算部 6 2 と、を有している

50

。また、P I制御部 4 2 は、積分演算部として、偏差を積分定数 K_i 倍する乗算部 6 4 と、積分演算部の 1 つの前の出力を取得する遅延部 6 6 と、乗算部 6 4 と遅延部 6 6 の出力を加算する加算部 6 8 と、を有している。

【 0 0 4 5 】

さらに、P I制御部 4 2 は、上記した比例演算部と積分演算部の出力を加算する加算部 7 0 を有している。そして、加算部 7 0 の加算結果は、デューティ比として P W M 駆動部 3 4 に出力される。

【 0 0 4 6 】

次に、図 4 に基づき、なまし設定部 3 0 が実行する処理について説明する。

【 0 0 4 7 】

なまし設定部 3 0 は、マイコン 1 4 の電源が投入されている間、所定の周期で以下に示す処理を繰り返し実行する。

【 0 0 4 8 】

図 4 に示すように、なまし設定部 3 0 は、先ず、目標電流値算出部 2 0 から入力される目標電流値を取得する。すなわち、目標電流の今回値を取得する (S 1 0)。次に、なまし設定部 3 0 は、R A M に記憶された目標電流の前回値を取得する (S 1 2)。

【 0 0 4 9 】

そして、なまし設定部 3 0 は、目標電流の今回値が目標電流の前回値よりも大きいかが、すなわち、目標電流値が増加したか否かを判定する (S 1 4)。S 1 4 において目標電流の今回値のほうが大きいと判定した場合、なまし設定部 3 0 は、なまし部 4 0 に出力する第 1 電流値として最大電流値を設定し、なまし部 4 0 に出力する (S 1 6)。なお、最大電流値とは、デューティ 1 0 0 % における目標電流値であり、本実施形態では 1 [A] である。この最大電流値は、予め R O M に格納されている。

【 0 0 5 0 】

次いで、なまし設定部 3 0 は、なまし部 4 0 に出力するガード値のうち、上限のガード値として、S 1 0 で取得した目標電流の今回値を設定し、なまし部 4 0 に出力する (S 1 8)。なお、S 1 8 では、下限のガード値も設定する。目標電流値が増加の場合、下限ガード値は実質的になまし処理に用いないため、下限ガード値としては、処理に影響を与えないように無効値、例えば最小電流値を設定する。なお、最小電流値とは、デューティ 0 % における目標電流値であり、本実施形態では 0 [A] である。この最小電流値も、予め R O M に格納されている。

【 0 0 5 1 】

次いで、なまし設定部 3 0 は、S 1 6 , 1 8 で設定した第 1 電流値、ガード値、すなわち、なまし処理の設定の今回値を、前回値として R A M に保存する (S 2 0)。以上により、一連の処理を終える。

【 0 0 5 2 】

一方、S 1 4 において目標電流の今回値が目標電流の前回値よりも大きくないと判定した場合、なまし設定部 3 0 は、目標電流の今回値が目標電流の前回値よりも小さいか否か、すなわち、目標電流値が減少したか否かを判定する (S 2 2)。S 2 2 において目標電流の今回値のほうが小さいと判定した場合、なまし設定部 3 0 は、なまし部 4 0 に出力する第 1 電流値として上記した最小電流値を設定し、なまし部 4 0 に出力する (S 2 4)。

【 0 0 5 3 】

次いで、なまし設定部 3 0 は、なまし部 4 0 に出力するガード値のうち、下限のガード値として、S 1 0 で取得した目標電流の今回値を設定し、なまし部 4 0 に出力する (S 2 6)。なお、S 2 6 では、上限のガード値も設定する。目標電流値が減少の場合、上限ガード値は実質的になまし処理に用いないため、上限ガード値としては、処理に影響を与えないように無効値、例えば最大電流値を設定する。

【 0 0 5 4 】

次いで、なまし設定部 3 0 は、S 2 4 , 2 6 で設定した第 1 電流値、ガード値、すなわち、なまし処理の設定の今回値を、前回値として R A M に保存する (S 2 0)。以上によ

10

20

30

40

50

り、一連の処理を終える。

【 0 0 5 5 】

また、S 2 2 において目標電流の今回値が目標電流の前回値よりも小さくない、すなわち目標電流の今回値が目標電流の前回値と等しいと判定すると、なまし設定部 3 0 は、R A M に記憶された設定の前回値、すなわち、前回設定した第 1 電流値、ガード値を、今回値として設定し、なまし部 4 0 に出力する (S 2 8)。次いで、なまし設定部 3 0 は、S 2 8 で設定した第 1 電流値、ガード値、すなわち設定の今回値を、前回値として R A M に保存する (S 2 0)。以上により、一連の処理を終える。

【 0 0 5 6 】

次に、本実施形態に係る負荷駆動制御装置 1 0 の効果について説明する。

10

【 0 0 5 7 】

先ず本実施形態との対比のため、参考例として、図 5 及び図 6 に基づき、従来の電流 F / B 制御部及びなまし処理について説明する。図 5 では、本実施形態に示す要素と関連する要素に、1 0 0 を加算して符号を付与している。

【 0 0 5 8 】

図 5 に示すように、従来の F / B 制御部 1 2 4 は、目標電流値をなまし処理するなまし部 1 4 0 と、なまし後の目標電流値と実電流値との偏差に基づいてデューティ比を算出する P I 制御部 1 4 2 と、を有している。

【 0 0 5 9 】

なまし部 1 4 0 は、第 1 電流値ではなく目標電流値をなます点と、ガード部 5 8 を有さない点を除けば、基本的に本実施形態のなまし部 4 0 と同じ構成となっている。このなまし部 1 4 0 も、等比数列の和を利用したローパスフィルタとして構成されている。具体的には、目標電流値を $(1 - \alpha)$ 倍する乗算部 1 5 0 と、1 つの前の出力を取得する遅延部 1 5 2 と、遅延部 1 5 2 の出力を α 倍する乗算部 1 5 4 と、乗算部 1 5 0 , 1 5 4 の出力を加算する加算部 1 5 6 と、を有している。このため、目標電流値を V_k 、出力値を W_k とすると、現在の出力値 W_k は、 $W_k = (1 - \alpha) V_k + \alpha W_{k-1}$ となる。

20

【 0 0 6 0 】

P I 制御部 1 4 2 は、本実施形態に示す P I 制御部 4 2 と同じ構成となっている。すなわち、偏差を算出する偏差算出部 1 6 0 と、比例演算部として、偏差を比例定数 K_p 倍する乗算部 1 6 2 と、を有している。また、積分演算部として、偏差を積分定数 K_i 倍する乗算部 1 6 4 と、積分演算部の 1 つの前の出力を取得する遅延部 1 6 6 と、乗算部 1 6 4 と遅延部 1 6 6 の出力を加算する加算部 1 6 8 と、を有している。さらに、比例演算部と積分演算部の出力を加算する加算部 1 7 0 と、を有している。

30

【 0 0 6 1 】

このように、従来のなまし部 1 4 0 によるなまし処理は、入力値である目標電流値 V_k と、出力値 W_k との乖離を所定の割合ずつ埋める。したがって、図 6 に示すように、目標電流の変化量、又、目標電流値によらず、目標電流値 (入力値) に対してなまし後の目標電流値 (出力値) が一定時間遅れて追従する振る舞いをする。このため、図 6 に示す例では、 $0 [A] \rightarrow 0.5 [A]$ の変化、 $0.5 [A] \rightarrow 0.9 [A]$ の変化、 $0.9 [A] \rightarrow 1 [A]$ の変化のいずれも、収束時間がほぼ一定 (約 0.13 秒) となっている。なお、図 6 では、なまし前の目標電流を実線、なまし後の目標電流を破線で示している。

40

【 0 0 6 2 】

一方、P I 制御部 1 4 2 では、電流の応答性・収束性が高くなるように、フィードバックゲインである比例定数 K_p 、積分定数 K_i が予め設定される。しかしながら、なまし後の目標電流値に基づいてデューティ比を算出するため、なまし処理で発生する上記した一定時間の遅れが応答性に影響してしまう。

【 0 0 6 3 】

これに対し、本実施形態では、目標電流値が増加の場合、なまし処理する第 1 電流値として、図 7 に一点鎖線で示す最大電流値を設定する。このような第 1 電流値に対するなまし処理の挙動は、二点鎖線で示すように第 1 電流値に近づくよう出力値が遷移する。本

50

実施形態では、二点鎖線で示すなまし処理の挙動にしたがって、なまし後の目標電流が立上る。したがって、図6に示した参考例に較べて、なまし後の目標電流の立上りが早くなる。

【0064】

さらに本実施形態では、ガード値として目標電流の今回値が設定される。例えば、図7に示す0[A] 0.5[A]の変化の場合、上限のガード値として0.5[A]が設定される。したがって、なまし後の目標電流は、上記したように二点鎖線で示すなまし処理の挙動にしたがって立上り、ガード値である0.5[A]に強制的に収束される。なお、図7に示すガード値到達点とは、なまし後の目標電流が、ガード値である0.5[A]に到達した点を示している。

10

【0065】

このように、本実施形態によれば、目標電流値をなまし演算するのではなく、目標電流値が増加の場合には、第1電流値として設定される最大電流値をなまし演算する。したがって、目標電流値をなまし演算する場合よりも、なまし後の目標電流の立上りが早くなる。一方、ガード値として目標電流の今回値を設定するため、なまし後の目標電流値は、目標電流の今回値に収束する。すなわち、本実施形態では、第1電流値によりなましの応答挙動を設定し、ガード値によりなましの収束挙動を設定することができる。したがって、目標電流値が変化した場合に、なまし後の目標電流が変化後の目標電流値に収束するまでの時間を短くすることができる。すなわち、目標電流値をなまし演算する構成に較べて、電流応答性を向上することができる。この点については、図6と図7の比較からも明らかである。

20

【0066】

これにより、オーバーシュートが生じにくい小さな目標電流の変化において、応答遅れが生じるのを抑制することができる。また、リニアソレノイド100に流れる実電流は、低電流域で立上りが早く、電流値が高いほど立上りが遅くなる。したがって、特に低電流域において、応答遅れを抑制することができる。本実施形態の場合、0[A] 0.5[A]の変化、0.5[A] 0.9[A]の変化において、電流応答性を向上することができる。

【0067】

また、なまし演算するため、なまし演算しない構成に較べて、積分値の過剰蓄積を抑制することができる。すなわち、オーバーシュートが生じるのを抑制することができる。

30

【0068】

また、収束時間をガード値によって決定することができるので、容易な処理として構成でき、マイコン14の演算負荷を軽減することができる。

【0069】

なお、上記においては、目標電流値が増加の場合について効果を説明したが、目標電流値が減少の場合についても同様の効果を奏することができる。ただし、目標電流値が減少の場合には、アンダーシュートを抑制しつつ電流応答性を向上することができる。

【0070】

また、本実施形態では、目標電流値が増加の場合、第1電流値として最大電流値を設定する。これによれば、なまし後の目標電流の波形が、リニアソレノイド100のインダクタンスカーブを近似した波形となる。すなわち、なまし後の目標電流が、リニアソレノイド100に流れる実電流とほぼ同じ立上り・立下り特性を示す。したがって、なまし後の目標電流値と実電流値との偏差を小さくできるため、積分値が過剰に蓄積されてしまうのをより効果的に抑制することができる。また、最大電流値は第1電流値として設定できる最大値であり、最小電流値は第1電流値として設定できる最小値である。したがって、電流応答性をもっとも向上することができる。

40

【0071】

また、最大電流値、最小電流値は予めROMに記憶されているため、なまし設定部30は、第1電流値を演算により求めなくともよい。これによっても、マイコン14の演算負

50

荷を軽減することができる。

【 0 0 7 2 】

また、目標電流値が変化しない場合、なまし設定部 3 0 は、第 1 電流値及びガード値の前回値を、今回値として設定する。すなわち、前回値を保持する。したがって、目標電流値が変化しない場合は、なまし後の目標電流値も一定とすることができる。

【 0 0 7 3 】

(変形例)

上記実施形態では、リニアソレノイド 1 0 0 の制御に使用される目標電流の使用領域が 0 [A] ~ 1 [A] とされ、使用領域の上限値が最大電流値と一致する例を示した。しかしながら、使用領域が例えば 0 [A] ~ 1 [A] とされ、最大電流値が 1 . 2 [A] とされる構成において、最大電流値を第 1 電流値として設定してもよい。

10

【 0 0 7 4 】

また、第 1 電流値として、目標電流値が増加の場合に最大電流値を設定し、目標電流値が減少の場合に最小電流値を設定する例を示した。しかしながら、増加の場合には、最大電流値を設定の上限として、目標電流の今回値よりも大きい値を第 1 電流値として設定すればよい。また、減少の場合には、最小電流値を設定の下限として、目標電流の今回値よりも小さい値を第 1 電流値として設定すればよい。

【 0 0 7 5 】

図 8 に示す例では、0 [A] ~ 0 . 5 [A] の変化に対し、第 1 電流値として 0 . 5 [A] よりも大きい 0 . 7 [A] を設定し、0 . 5 [A] ~ 0 . 9 [A] の変化に対し、第 1 電流値として 0 . 9 [A] よりも大きい 1 . 1 [A] を設定している。これによれば、目標電流の今回値よりも大きい値を第 1 電流値として設定するため、図 8 中に参考例として二点鎖線で示す目標電流値をなまし処理する場合よりも、なまし後の目標電流の応答性を向上することができる。なお、図 8 では、使用領域を 0 [A] ~ 1 [A]、最大電流値を 1 . 2 [A] としている。

20

【 0 0 7 6 】

このような場合、なまし設定部 3 0 は、上記した S 1 6 において、目標電流の今回値に 0 . 2 [A] 加算し、加算した値が最大電流値未満の場合には、加算した値を、第 1 電流値として設定し、最大電流値以上の場合には、最大電流値を第 1 電流値として設定すればよい。なお、目標電流の今回値に所定値を加算する方法以外にも、所定値を乗算するようにしてもよい。このように、予め ROM に格納された値だけでなく、演算によって得られる値を第 1 電流値として設定することもできる。なお、図 8 では、目標電流値が増加の場合について例示したが、減少の場合についても同様である。

30

【 0 0 7 7 】

しかしながら、上記したように、増加の場合には、最大電流値を第 1 電流値とすると、なまし後の目標電流の波形が、実電流の挙動にもっとも近づく。したがって、より好ましくは、増加の場合に、使用領域の上限値以上、最大電流値以下の範囲において、第 1 電流値を設定するとよい。この場合、第 1 電流値が ROM に予め格納されても良いし、演算により上記範囲内になるような第 1 電流値を設定してもよい。さらに好ましくは、上記したように、第 1 電流値として最大電流値を設定するとよい。

40

【 0 0 7 8 】

(第 2 実施形態)

本実施形態において、第 1 実施形態に示した負荷駆動制御装置 1 0 と共通する部分についての説明は割愛する。

【 0 0 7 9 】

本実施形態では、なまし設定部 3 0 が、スイッチ 1 2 を介してリニアソレノイド 1 0 0 に電力を供給する電源電圧の電圧値を取得し、取得した電圧値に応じて第 1 電流値を設定することを特徴とする。

【 0 0 8 0 】

図 9 に示す負荷駆動制御装置 1 0 は、第 1 実施形態に示した構成に加えて、A / D 変換

50

器 26 を備えている。この A / D 変換器 26 は、入力端子が、電源及びスイッチ 12 の接続点と電氣的に接続されており、出力端子が、電流 F / B 制御部 24 に電氣的に接続されている。

【 0081 】

電流 F / B 制御部 24 のなまし設定部 30 は、図 10 に示すように、目標電流値算出部 20 から目標電流値を取得するとともに、A / D 変換器 26 から電源電圧値を取得する。そして、これら目標電流値及び電源電圧値に基づいて、第 1 電流値とガード値を設定する。

【 0082 】

次に、図 11 に基づき、なまし設定部 30 が実行する処理について説明する。なまし設定部 30 は、マイコン 14 の電源が投入されている間、所定の周期で以下に示す処理を繰り返し実行する。なお、図 11 に示す処理において、第 1 実施形態 (図 4) と共通する部分については、説明を簡略化する。

【 0083 】

図 11 に示すように、なまし設定部 30 は、先ず目標電流の今回値を取得し (S 10) 、次いで、目標電流の前回値を取得する (S 12) 。本実施形態では、さらに、A / D 変換器 26 から電源電圧値も取得する (S 13) 。

【 0084 】

そして、なまし設定部 30 は、目標電流の今回値が目標電流の前回値よりも大きいかな、すなわち、目標電流値が増加したかなを判定する (S 14) 。S 14 において目標電流の今回値のほうが大きいと判定した場合、なまし設定部 30 は、なまし部 40 に出力する第 1 電流値として、最大電流値に電源電圧値の変動比 N を乗算した値を設定する。すなわち、変動した電源電圧値における最大電流値を、第 1 電流値として設定する。

【 0085 】

ROM に予め記憶されている最大電流値、例えば 1 [A] は、電源電圧値が基準電圧値、例えば 1.4 [V] とのときの目標電流値である。そこで、本実施形態では、電源電圧値の変動比 $N = (S 13 \text{ で取得した電源電圧値} / \text{基準電圧値})$ により最大電流値を補正する。このように、電源電圧値に応じて第 1 電流値を設定し、なまし部 40 に出力する (S 16) 。

【 0086 】

後のステップ S 18 ~ S 28 については、第 1 実施形態と同じであるため、説明を省略する。

【 0087 】

次に、本実施形態に係る負荷駆動制御装置 10 の効果について説明する。

【 0088 】

電源電圧値が変化すると、リニアソレノイド 100 に流れる実電流の立上り・立下り特性も変化する。これに対し、本実施形態では、電源電圧値の変動を加味して第 1 電流値を設定する。言うなれば、電源電圧値の変動にともない変化する実電流の特性に合うように、第 1 電流値を設定する。

【 0089 】

本実施形態では、基準電圧が 1.4 [V] 、最大電流値が 1 [A] であるため、取得した電源電圧値が 1.4 [V] の場合、第 1 電流値は 1 [A] となる。一方、取得した電源電圧値が 1.68 [V] の場合、第 1 電流値 (最大電流値) は、1.2 [A] となる。電源電圧値が基準電圧値よりも高くなると、例えば立上りが急峻となるが、本実施形態によれば、図 12 に示すように、実電流の特性に応じたなまし後の目標電流を生成することができる。したがって、なまし値の目標電流の波形を、より実電流に近づけることができる。なお、図 12 では、電源電圧値が 1.68 [V] 、第 1 電流値が 1.2 [A] の場合を示している。

【 0090 】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は上記した実施形態にな

10

20

30

40

50

んら制限されることなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々変形して実施することが可能である。

【0091】

本実施形態では、誘導性負荷として、オートマチックトランスミッションの油圧を制御する油圧バルブのリニアソレノイド100を例示した。しかしながら、誘導性負荷としては上記例に限定されるものではなく、その駆動がPWM制御されるものであれば、適用が可能である。

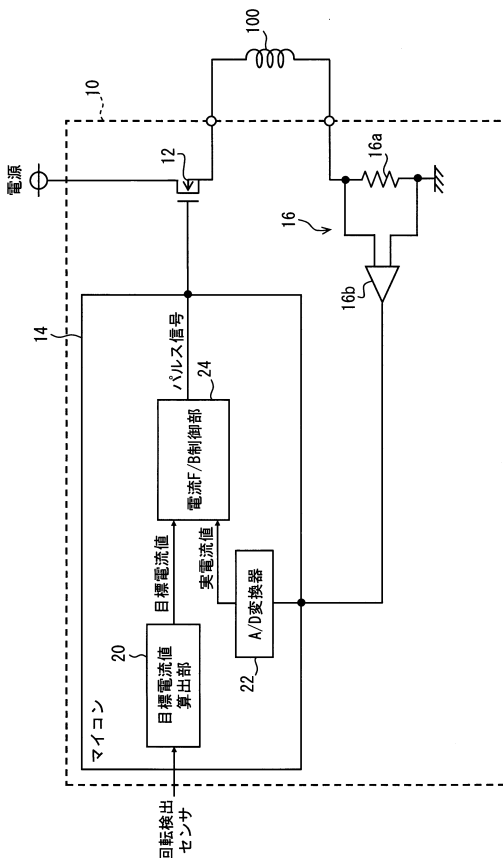
【符号の説明】

【0092】

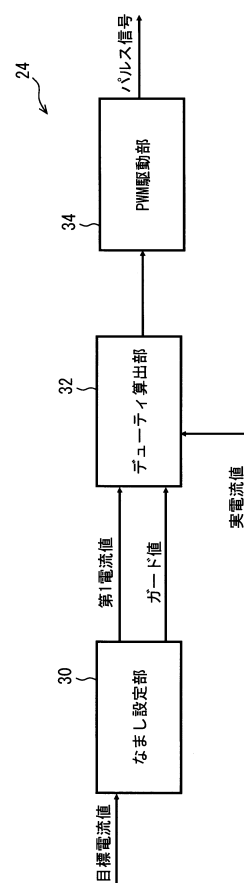
10・・・負荷駆動制御装置、12・・・スイッチ、14・・・マイコン、16・・・電流検出部、16a・・・抵抗、16b・・・オペアンプ、20・・・目標電流値算出部、22・・・A/D変換器、24・・・電流F/B制御部、26・・・A/D変換器、30・・・なまし設定部、32・・・デューティ算出部、40・・・なまし部、42・・・PI制御部、50・・・乗算部、52・・・遅延部、54・・・乗算部、56・・・加算部、58・・・ガード部、60・・・偏差算出部、62・・・乗算部、64・・・乗算部、66・・・遅延部、68・・・加算部、70・・・加算部、100・・・リニアソレノイド

10

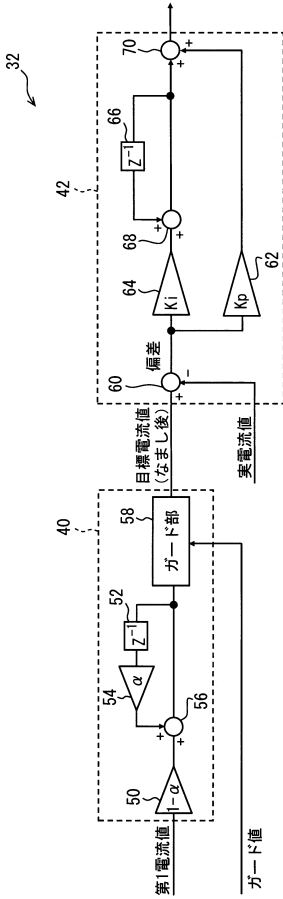
【図1】



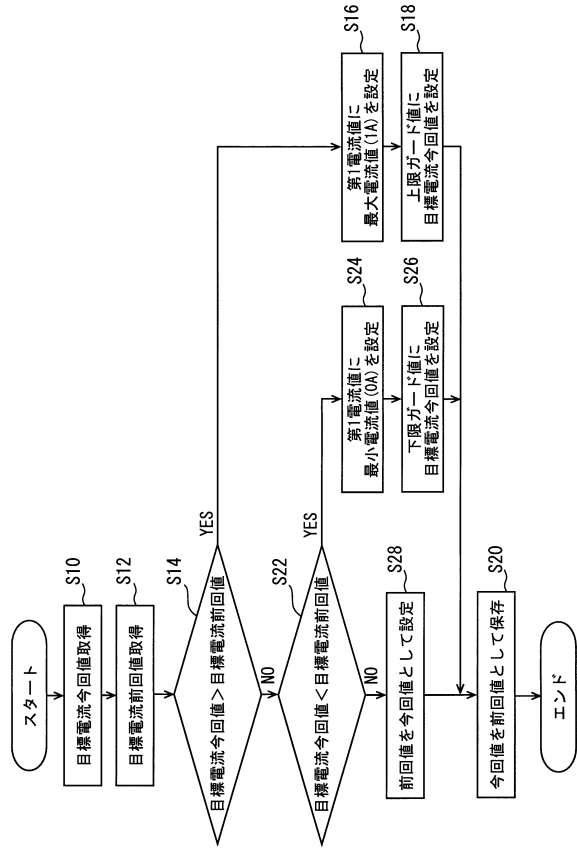
【図2】



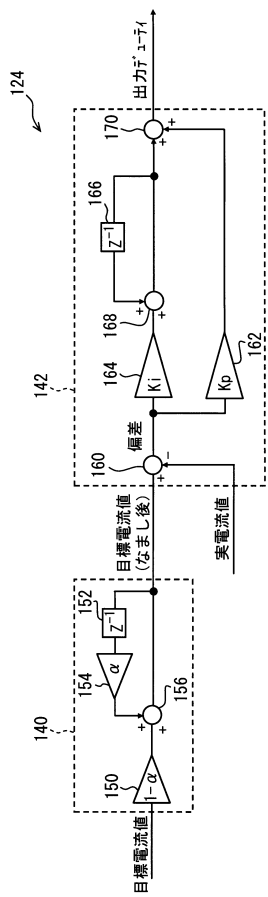
【図3】



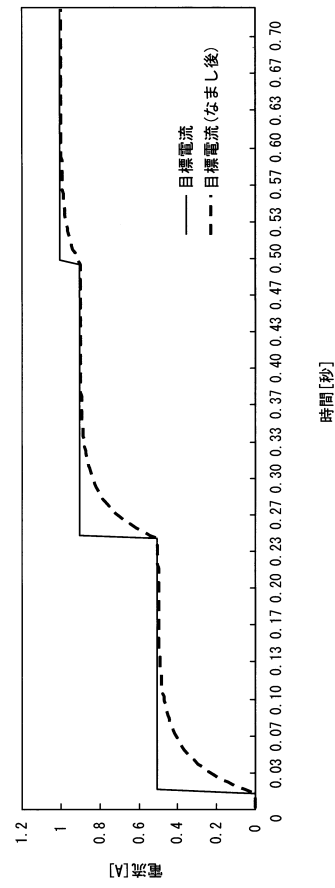
【図4】



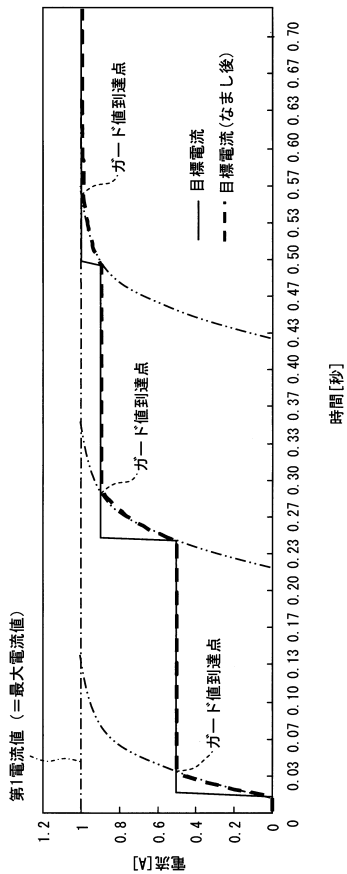
【図5】



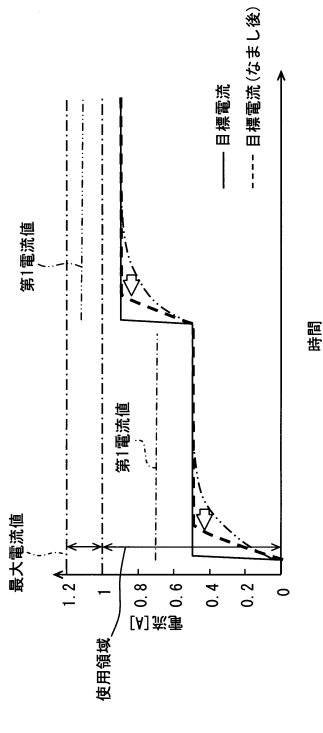
【図6】



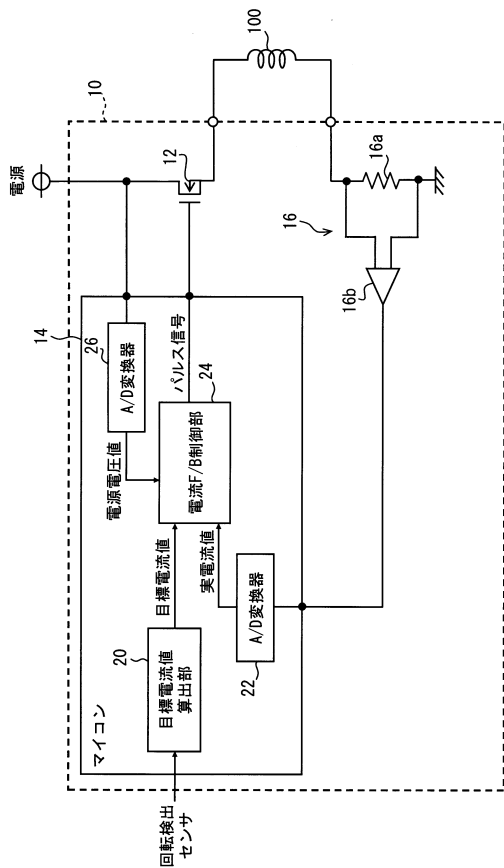
【図 7】



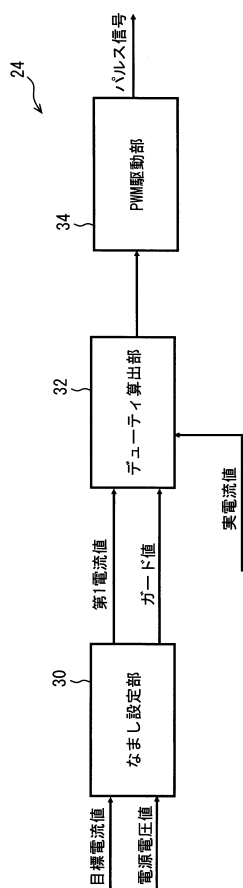
【図 8】



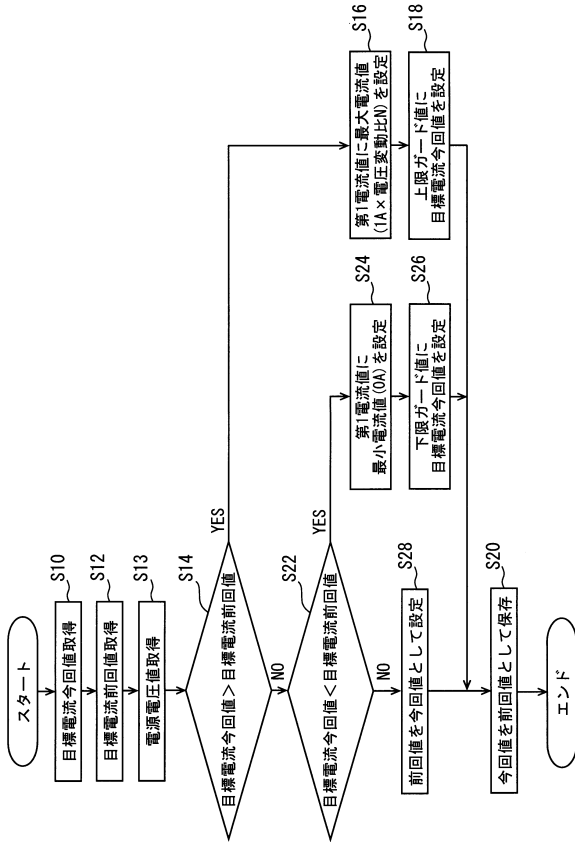
【図 9】



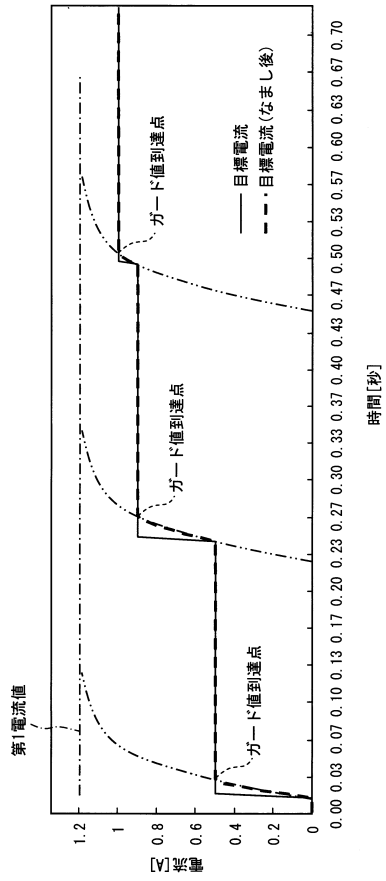
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

- (72)発明者 鈴木 文規
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 永田 博光
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 神山 貴行

- (56)参考文献 特開2002-182759(JP,A)
特開平09-174642(JP,A)
特開平04-313108(JP,A)
特開2010-288033(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| G05F | 1/10 |
| G05F | 1/56 |
| F16H | 61/02 |