

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-249752

(P2007-249752A)

(43) 公開日 平成19年9月27日(2007.9.27)

(51) Int. Cl.

F I

テーマコード (参考)

G05F 1/10 (2006.01)

G05F 1/10 302B

5H410

H01F 7/18 (2006.01)

H01F 7/18 S

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2006-74208 (P2006-74208)

(22) 出願日 平成18年3月17日 (2006.3.17)

(71) 出願人 000167288

光洋電子工業株式会社

東京都小平市天神町1丁目171番地

(74) 代理人 100085198

弁理士 小林 久夫

(74) 代理人 100098604

弁理士 安島 清

(74) 代理人 100061273

弁理士 佐々木 宗治

(74) 代理人 100070563

弁理士 大村 昇

(74) 代理人 100087620

弁理士 高梨 範夫

最終頁に続く

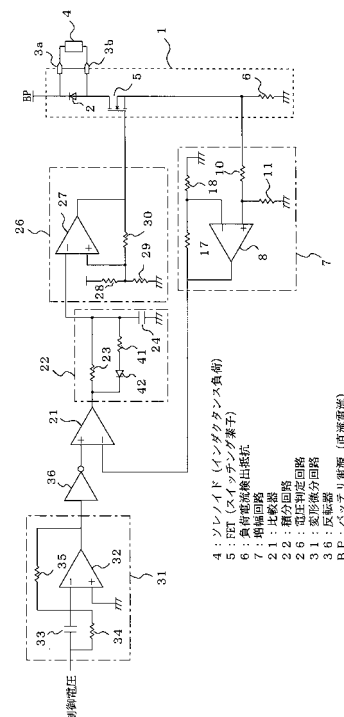
(54) 【発明の名称】 可変定電流回路

(57) 【要約】

【課題】制御電圧が急激に変化してもソレノイドの動作をリアルタイムに変化させてソレノイドの応答性を向上させること。

【解決手段】ソレノイド4に流れる負荷電流をオン・オフ制御するFET5と、負荷電流を検出して検出電圧に変換する負荷電流検出抵抗6と、制御電圧のレベル変化時に変化した制御電圧を微分して一時的に目標値より大きな電流をソレノイドに流すレベルの制御電圧として出力する微分機能及び制御電圧のレベル一定時に制御電圧を増幅した制御電圧として出力する増幅機能を併有する変形微分回路31と、前記検出電圧と変形微分回路からの制御電圧とを比較して比較信号を出力する比較器21と、比較器の比較信号を積分して積分信号を出力する積分回路22と、積分回路の積分信号と所定のしきい値とを比較し、積分信号がしきい値より高い状態のときにFETをオフさせる電圧判定回路26とを備えてなる。

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

直流電源に接続されたソレノイドと、  
ソレノイドに流れる負荷電流をオン・オフ制御するスイッチング素子と、  
ソレノイドに流れる負荷電流を検出して検出電圧に変換する負荷電流検出抵抗と、  
制御電圧のレベルが変化した時に、該変化した制御電圧を微分して一時的に目標値より大きな電流をソレノイドに流すレベルの制御電圧として出力する微分機能及び制御電圧のレベルが一定の時に該制御電圧を増幅した制御電圧として出力する増幅機能を併有する変形微分回路と、  
負荷電流検出抵抗によって負荷電流から変換された検出電圧と変形微分回路から出力された制御電圧とを比較して比較信号を出力する比較器と、  
比較器の比較信号を積分して積分信号を出力する積分回路と、  
積分回路が出力した積分信号と所定のしきい値とを比較し、積分信号がしきい値より高い状態のときにスイッチング素子をオフさせる電圧判定回路と、  
を備えたことを特徴とする可変定電流回路。

## 【請求項 2】

前記変形微分回路は、オペアンプと、オペアンプの入力側に接続されたコンデンサ及び入力抵抗の並列回路と、オペアンプの入力側と出力側との間に設けられた帰還抵抗とを有することを特徴とする請求項 1 記載の可変定電流回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は例えば農業用機械の油圧ポンプシステムの流量制御に採用される可変定電流回路、更に詳しくは油圧ポンプシステムの流量調整弁を駆動するソレノイドに例えば CPU やボリュームから指示された制御信号に応じたソレノイド電流を与えるよう制御する可変定電流回路に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来の可変定電流回路は、直流電源に接続されたインダクタンス負荷と、インダクタンス負荷に流れる負荷電流をオン・オフ制御するスイッチング素子と、インダクタンス負荷に流れる負荷電流を検出して検出電圧に変換する負荷電流検出抵抗と、負荷電流検出抵抗によって負荷電流から変換された検出電圧と制御電圧とを比較して比較信号を出力する比較器と、比較器の比較信号を積分して積分信号を出力する積分回路と、積分回路が出力した積分信号と所定のしきい値とを比較し、積分信号がしきい値より高い状態のときにスイッチング素子をオフさせる電圧判定回路とを備えて構成されている。

## 【0003】

そして、負荷電流検出抵抗によってインダクタンス負荷である例えばソレノイドに流れる負荷電流を検出して変換した検出電圧と制御電圧とを比較器で比較し、検出電圧が制御電圧より大きいときに比較信号を積分回路で積分し、電圧判定回路では積分回路が出力した積分信号と所定のしきい値とを比較し、しきい値より積分信号が高い状態のときに負荷電流をオン・オフ制御するスイッチング素子をオフさせるようにして負荷電流のデューティを制御するから、比較器には方形波の検出電圧が入力されることとなり、積分した検出電圧が比較器に入力される場合のような時間遅れがないため、制御電圧に対して比例した負荷電流を出力するようにしている（例えば、特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特開 2001-92539 号公報（第 1 頁、第 1 図）

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、従来の可変定電流回路は、インダクタンス負荷が例えばソレノイドの場合に、ソレノイドに流れる負荷電流を変化させるために CPU 等からの制御電圧のレベル

を変えるときには、制御電圧に対して比例した負荷電流をソレノイドに流すように制御するが、この変化が急激であると、ソレノイドの機械的時定数により影響され、結果的にソレノイドの動作が追従せず遅くなり、制御電圧の大きな変化に対してソレノイドがリアルタイムに動作しなくなるという問題があった。

【 0 0 0 5 】

本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、制御電圧が急激に変化してもソレノイドの動作がリアルタイムに変化するようにしてソレノイドの応答性を向上させることができる可変定電流回路を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明に係る可変定電流回路は、直流電源に接続されたソレノイドと、ソレノイドに流れる負荷電流をオン・オフ制御するスイッチング素子と、ソレノイドに流れる負荷電流を検出して検出電圧に変換する負荷電流検出抵抗と、制御電圧のレベルが変化した時に、該変化した制御電圧を微分して一時的に目標値より大きな電流をソレノイドに流すレベルの制御電圧として出力する微分機能及び制御電圧のレベルが一定の時に該制御電圧を増幅した制御電圧として出力する増幅機能を併有する変形微分回路と、負荷電流検出抵抗によって負荷電流から変換された検出電圧と変形微分回路から出力された制御電圧とを比較して比較信号を出力する比較器と、比較器の比較信号を積分して積分信号を出力する積分回路と、積分回路が出力した積分信号と所定のしきい値とを比較し、積分信号がしきい値より高い状態のときにスイッチング素子をオフさせる電圧判定回路とを備えて構成されている。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

以上のように本発明の請求項 1 によれば、制御電圧のレベルが変化した時には変形微分回路は該変化した制御電圧を微分して一時的に目標値より大きな電流をソレノイドに流すレベルの制御電圧を出力し、制御電圧のレベルが一定の時に該制御電圧を増幅した制御電圧として出力し、負荷電流検出抵抗によってインダクタンス負荷に流れる負荷電流を検出して変換した検出電圧と変形微分回路から出力された制御電圧とを比較器で比較し、検出電圧が制御電圧より大きいときに比較信号を積分回路で積分し、電圧判定回路では積分回路が出力した積分信号と所定のしきい値とを比較し、しきい値より積分信号が高い状態のときに負荷電流をオン・オフ制御するスイッチング素子をオフさせるよう制御するので、制御電圧のレベルが一定の時はその制御電圧に対応した変化しない電流がソレノイドに流れるために、ソレノイドがその機械的時定数に影響を受けることはなく、制御電圧が急激に変化した場合には一時的に目標値より大きな電流がソレノイドに流れるため、ソレノイドに機械的時定数があったとしても、その機械的時定数の遅れ分が補償されてソレノイドが動作することにより、希望するソレノイドの負荷電流のレベルへ少ない時間で達し、制御電圧に対するソレノイドの応答性が向上するという効果を有する。

また、その変形微分回路は、オペアンプと、オペアンプの入力側に接続されたコンデンサ及び入力抵抗の並列回路と、オペアンプの入力側と出力側との間に設けられた帰還抵抗とからなり、安価で簡単な構成となっている。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 8 】

実施の形態 1 .

図 1 は本発明の実施形態 1 に係る可変定電流回路の構成を示す回路図、図 2 は同可変定電流回路への制御電圧と変形微分回路の出力信号の波形図、図 3 は同可変定電流回路の制御信号切替時のソレノイドの負荷電流の波形図、図 4 は同可変定電流回路の電圧判定回路の入出力信号の波形図、図 5 は同可変定電流回路への制御電圧と電圧判定回路の出力信号の波形図である。

図において、1 はバッテリー - 電源 B P に接続された負荷接続用回路、2 は負荷接続用回路 1 の回生用ダイオード、3 a、3 b は負荷接続用回路 1 の回生用ダイオード 2 の両端に

10

20

30

40

50

接続された一対の負荷接続端子、4は一対の負荷接続端子3a、3bに接続されたインダクタンス負荷であるソレノイド、5は負荷接続用回路1の回生用ダイオード2と接地との間に設けられ、負荷電流を一定に制御するスイッチング素子であるFET、6は負荷接続用回路1の回生用ダイオード2と接地との間にFET5を介して設けられ、ソレノイド4に流れる負荷電流を検出して検出電圧に変換する負荷電流検出抵抗である。

【0009】

7は負荷電流検出抵抗6によって負荷電流から変換された検出電圧を増幅する増幅回路、8は増幅回路7のオペアンプ、10はオペアンプの8の+入力側と負荷電流検出抵抗6との間に設けられた抵抗、11はオペアンプの8の+入力側と接地との間に設けられた抵抗、17はオペアンプの8の-入力側と出力側との間に設けられた帰還用抵抗、18はオペアンプの8の-入力側と接地との間に設けられた抵抗である。この増幅回路7の増幅率は抵抗17/抵抗18の比で決定される。但し、抵抗17と抵抗11の抵抗値が等しく、抵抗18と抵抗10の抵抗値が等しいことが条件である。

10

【0010】

21は増幅回路7が出力する増幅された検出電圧と例えばCPU(図示省略)からの制御信号の電圧(以下、「制御電圧」と称す)とを比較する比較器で、その-入力側は増幅回路7のオペアンプ8の出力側に接続され、その+入力側には制御電圧が入力される。

22は比較器21が出力する比較信号を積分する積分回路で、比較器21の出力側と接地との間に設けられた抵抗23及びコンデンサ24と、その抵抗23に並列接続された抵抗23より抵抗値が大幅に小さい抵抗41及びダイオード42の直列回路とで構成されている。

20

26は積分回路22が出力した積分信号と所定のしきい値電圧とを比較する比較器27を有する電圧判定回路である。その電圧判定回路26の比較器27の-入力側は積分回路22の抵抗23とコンデンサ24の接続点に接続されている。

【0011】

28、29は比較器27の+プラス入力側のしきい値電圧を設定する2つの分圧抵抗で、2つの分圧抵抗28、29の接続点が電圧判定回路26の比較器27の+プラス入力側に接続されている。30は比較器27の+入力側と出力側の間に設けられた帰還抵抗である。比較器27の出力側はFET5のゲートに接続されている。

31は例えばCPUからの制御電圧を変形微分して比較器21に出力する変形微分回路である。

30

この変形微分回路31は、オペアンプ32と、オペアンプ32の-入力側に接続されたコンデンサ33及び抵抗34の並列回路と、オペアンプ32の-入力側と出力側との間に設けられた帰還抵抗35とを有して構成され、オペアンプの32の+入力側は接地されている。36は変形微分回路31と比較器21との間に設けられ、変形微分回路31から出力される信号の正負を反転させる反転器である。

【0012】

次に、本発明の実施の形態1に係る可変定電流回路の動作について説明する。

例えば負荷接続用回路1の一対の負荷接続端子3a、3bに負荷であるソレノイド4が接続され、バッテリー電源BPより電源が供給され、FET5がオンしてソレノイド4に所定の負荷電流が流れている場合に、負荷電流検出抵抗6はその負荷電流を検出して検出電圧に変換する。なお、FET5がオフしているときにはソレノイド4に蓄えられたエネルギーが回生用ダイオード2に流れて回生される。

40

そして、負荷電流検出抵抗6によってソレノイド4に流れる負荷電流を検出して変換した検出電圧を増幅回路7で増幅し、増幅した検出電圧と変形微分回路31及び反転器36を経てきた例えばCPUからの制御電圧とを比較器21で比較し、検出電圧が制御電圧より大きいときに比較信号を積分回路22で積分し、電圧判定回路26では図4の上方の波形図に示すように、積分回路22が出力した積分信号と所定のしきい値とを比較し、しきい値より積分信号が高い状態のときに、図4の下方の波形図に示すように、スイッチング素子であるFET5をオフさせる出力信号であるPWM信号を出力する。そして、このP

50

WM 信号のデューティを変化させて負荷電流のデューティを制御し、制御電圧に対して比例した負荷電流をソレノイド 4 に流すようにしている。

【 0 0 1 3 】

本発明の実施の形態 1 に係る可変定電流回路では、比較器 2 1 の - 入力側に CPU から制御電圧を変形微分する変形微分回路 3 1 及び反転器 3 6 が設けられ、その変形微分回路 3 1 は制御電圧がコンデンサ 3 3 及び抵抗 3 4 の並列回路を介して - 入力側に入力されるオペアンプ 3 2 と、オペアンプ 3 2 の - 入力側と出力側との間に設けられた帰還用抵抗 3 5 とを有して構成されているので、図 2 に実線で示すように、CPU からの制御電圧のレベルが急激に大きくなるように変化したときは、変形微分回路 3 1 のコンデンサ 3 3 , 帰還抵抗 3 5 とオペアンプ 3 2 の微分機能により急激に大きなレベルの制御電圧を反転器 3 6 に出力し、反転器 3 6 ではその急激な大きなレベルの制御電圧の正負を反転させて比較器 2 1 に出力する。

10

この急激に大きなレベルの制御電圧は瞬間的に目標とする負荷電流であるソレノイド電流より大きな電流が流れるレベルの電圧である。

このように制御電圧のレベルを急激に変化させたときの PWM 信号の変化を図 5 に示す。図 5 は制御電圧レベルが急激に変化した場合、変形微分回路 3 1 から本来必要な負荷電流に必要な指示電圧より一瞬大きな信号が比較器 2 1 に入力されると、電圧判定回路 2 6 の出力信号である PWM 信号のデューティ比が一瞬大きくなることを示している。

【 0 0 1 4 】

従って、その急激に大きなレベルの制御電圧に対して比例した負荷電流がソレノイド 4 に流れるため、ソレノイド 4 に機械的時定数があったとしても、その機械的時定数の遅れ分が補償された目標とするソレノイド電流より大きな電流でソレノイド 4 が動作することにより、図 3 に実線で示すように、希望するソレノイド電流のレベルへ少ない時間で達し、制御電圧に対するソレノイド 4 の応答性が向上することとなった。

20

これに対し、従来の可変定電流回路では、図 3 に点線で示すように、制御電圧が大きく変化しても、その変化に対応した負荷電流がソレノイド 4 に流れるため、ソレノイド 4 の機械的時定数の影響を受けてソレノイド 4 が遅れて動作することにより、希望する負荷電流レベルに達するまで時間がかかっていた。

なお、変形微分回路 3 1 による大きな制御電圧の微分出力終了後は、変形微分回路 3 1 の抵抗 3 4 と抵抗 3 5 とオペアンプ 3 2 の反転増幅機能により、大きくなった制御電圧のレベルに応じた反転増幅出力をする。

30

【 0 0 1 5 】

また、CPU からの制御電圧のレベルが変化しないときは、変形微分回路 3 1 では、コンデンサ 3 3 を介さず、入力抵抗 3 4 と帰還抵抗 3 5 とで決定される増幅率で増幅されたレベルの制御電圧を反転器 3 6 に出力し、反転器 3 6 ではそのレベルの制御電圧の正負を反転させて比較器 2 1 に出力する。

この場合には、制御電圧のレベルの変化がないため、今までのレベルの制御電圧に対して比例した負荷電流がソレノイド 4 に流れるため、制御電圧に対するソレノイド 4 の応答性が問題になることはない。

【図面の簡単な説明】

40

【 0 0 1 6 】

【図 1】本発明の実施形態 1 に係る可変定電流回路の構成を示す回路図。

【図 2】同可変定電流回路への制御電圧と変形微分回路の出力信号の波形図。

【図 3】同可変定電流回路の制御信号切替時のソレノイドの負荷電流の波形図。

【図 4】同可変定電流回路の電圧判定回路の入出力信号の波形図。

【図 5】同可変定電流回路への制御電圧と電圧判定回路の出力信号の波形図。

【符号の説明】

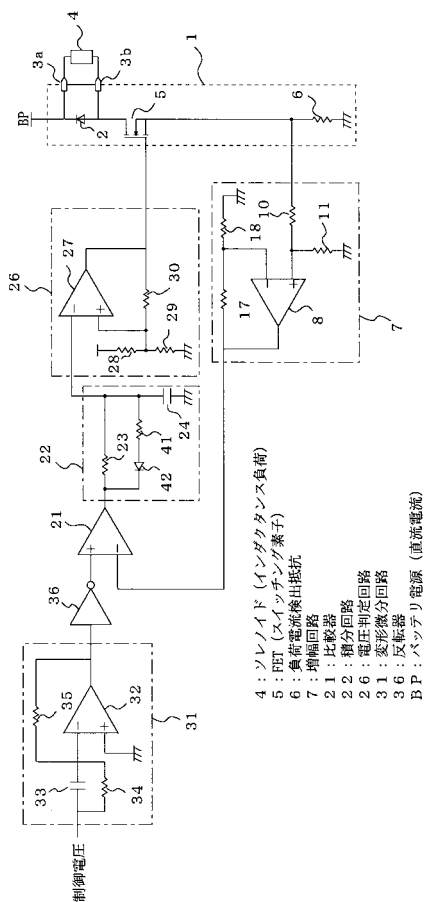
【 0 0 1 7 】

1 ソレノイド ( インダクタンス負荷 )、5 FET ( スイッチング素子 )、6 負荷電流検出抵抗、2 1 比較器、2 2 積分回路、2 6 電圧判定回路、3 1 変形微分回

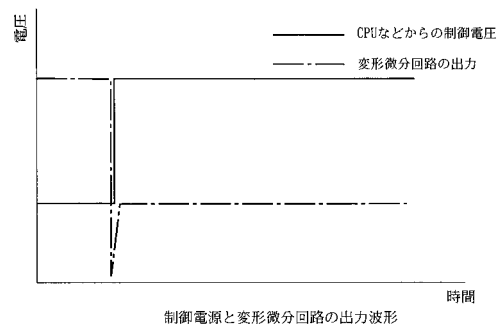
50

路、36 反転器、BP バッテリー電源（直流電源）。

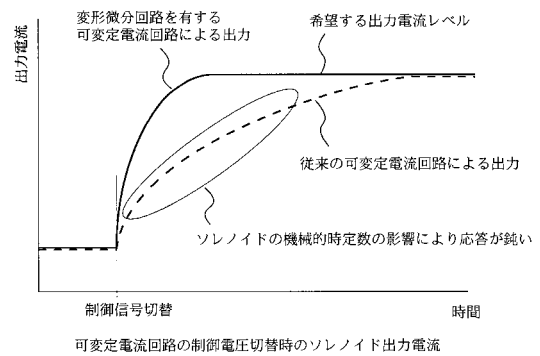
【図1】



【図2】

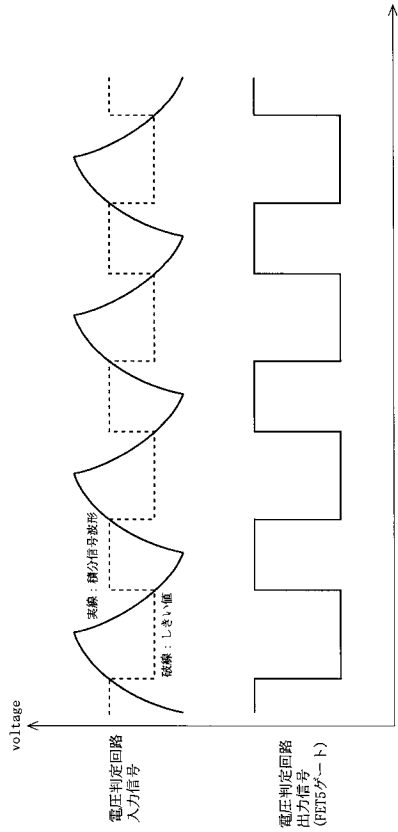


【図3】



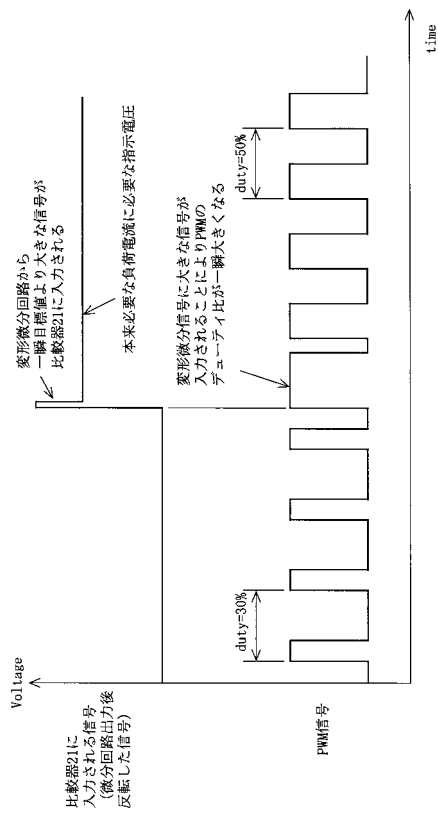
【図 4】

電圧判定回路26の入出力信号



【図 5】

制御電圧のレベルを急激に変化させた時のPWM信号の変化



---

フロントページの続き

- (72)発明者 橋本 克博  
東京都小平市天神町 1 丁目 1 7 1 番地 光洋電子工業株式会社内
- (72)発明者 千野 公仁  
東京都小平市天神町 1 丁目 1 7 1 番地 光洋電子工業株式会社内
- (72)発明者 矢谷 俊晃  
東京都小平市天神町 1 丁目 1 7 1 番地 光洋電子工業株式会社内
- F ターム(参考) 5H410 BB05 DD02 EA11 EB01 EB37 FF05 GG03