

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7526362号
(P7526362)

(45)発行日 令和6年7月31日(2024.7.31)

(24)登録日 令和6年7月23日(2024.7.23)

(51)国際特許分類	F I			
H 0 1 F 7/18 (2006.01)	H 0 1 F	7/18	K	
	H 0 1 F	7/18	Q	

請求項の数 13 (全14頁)

(21)出願番号	特願2023-514512(P2023-514512)	(73)特許権者	509186579 日立Astemo株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(86)(22)出願日	令和4年3月4日(2022.3.4)	(74)代理人	110000350 ポレール弁理士法人
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/009514	(72)発明者	嶋 康夫 日本国茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立Astemo株式会社内
(87)国際公開番号	WO2022/219965	(72)発明者	小林 洋一郎 日本国茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立Astemo株式会社内
(87)国際公開日	令和4年10月20日(2022.10.20)	審査官	秋山 直人
審査請求日	令和5年8月9日(2023.8.9)		
(31)優先権主張番号	特願2021-66959(P2021-66959)		
(32)優先日	令和3年4月12日(2021.4.12)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 負荷駆動装置、電子制御装置の制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

マイコンと、

前記マイコンからの制御指令に基づき、一定周期のパルス幅変調信号によって誘導性負荷を駆動するドライバ回路と、を備え、

前記ドライバ回路は、前記誘導性負荷に流れる電流をモニタする電流モニタ回路と、

前記電流モニタ回路で検知した電流値に基づき前記誘導性負荷の断線を検出する断線診断回路と、を有し、

前記断線診断回路は、前記電流モニタ回路で検知した電流値の変化量を求め、当該変化量が所定の閾値以下になった場合、前記誘導性負荷が断線していると判定して前記マイコンに通知する負荷駆動装置。

10

【請求項2】

請求項1に記載の負荷駆動装置であって、

前記断線診断回路は、前記一定周期のパルス幅変調信号の1周期よりも短い周期でサンプリングした電流サンプリング値の前後差分値により前記変化量を求める負荷駆動装置。

【請求項3】

請求項1に記載の負荷駆動装置であって、

前記断線診断回路は、前記一定周期のパルス幅変調信号の1周期よりも短い周期でサンプリングした電流サンプリング値の所定サンプル数毎に平均値を取得し、当該平均値の前後差分値により前記変化量を求める負荷駆動装置。

20

【請求項 4】

請求項 3 に記載の負荷駆動装置であって、

所定サンプル数毎に平均値を取得する周期は、前記ドライバ回路を制御する一定周期の
パルス幅変調信号の周期よりも短い負荷駆動装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の負荷駆動装置であって、

前記所定の閾値は、前記一定周期のパルス幅変調信号の極性の変化に伴って、値が切り
替わる負荷駆動装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の負荷駆動装置であって、

前記所定の閾値は、前記電流モニタ回路で検知した電流値に応じて、値が切り替わる負
荷駆動装置。

10

【請求項 7】

請求項 1 に記載の負荷駆動装置であって、

前記誘導性負荷は、車両用自動変速機のソレノイドであり、

前記マイコンは、前記断線診断回路から前記ソレノイドの断線検知の通知を受け取った
場合、断線検知されたソレノイドとは別経路のソレノイドにより、前記車両用自動変速機
を制御する負荷駆動装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の負荷駆動装置であって、

前記ドライバ回路は、バッテリー電源に直列接続されたハイサイドスイッチ素子とロー
サイドスイッチ素子とを有し、

前記誘導性負荷は、前記ハイサイドスイッチ素子と前記ローサイドスイッチ素子との接
続点にその一端が接続され、他端がグラウンド電源に接続される負荷駆動装置。

20

【請求項 9】

請求項 1 に記載の負荷駆動装置であって、

前記ドライバ回路は、バッテリー電源に直列接続されたハイサイドスイッチ素子とロー
サイドスイッチ素子とを有し、

前記誘導性負荷は、前記ハイサイドスイッチ素子と前記ローサイドスイッチ素子との接
続点にその一端が接続され、他端が前記バッテリー電源とは異なる別のバッテリー電源に
接続される負荷駆動装置。

30

【請求項 10】

請求項 1 に記載の負荷駆動装置であって、

前記ドライバ回路は、バッテリー電源に接続されたハイサイドスイッチ素子を有し、

前記誘導性負荷は、前記ハイサイドスイッチ素子の前記バッテリー電源との接続端子と
は異なる別の端子にその一端が接続され、他端がグラウンド電源に接続されるとともに、
前記誘導性負荷に並列に接続されたダイオードを有する負荷駆動装置。

【請求項 11】

マイコンからの P W M 信号に基づき誘導性負荷を駆動制御する電子制御装置の制御方法
であって、

誘導性負荷に流れる電流をモニタし、

前記モニタした電流値の変化量を算出し、

当該変化量が所定の閾値以下になった場合、前記誘導性負荷が断線していると判定する
電子制御装置の制御方法。

40

【請求項 12】

請求項 11 に記載の電子制御装置の制御方法であって、

前記 P W M 信号の 1 周期よりも短い周期でサンプリングした電流サンプリング値の前後
差分値により前記変化量を算出する電子制御装置の制御方法。

【請求項 13】

請求項 11 に記載の電子制御装置の制御方法であって、

50

前記PWM信号の1周期よりも短い周期でサンプリングした電流サンプリング値の所定サンプル数毎に平均値を取得し、当該平均値の前後差分値により前記変化量を算出する電子制御装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、負荷駆動装置の構成とその制御に係り、特に、高い信頼性と応答性が要求される車載電子制御装置に搭載される負荷駆動装置に適用して有効な技術に関する。

【背景技術】

【0002】

車両用自動変速機等に使用されるソレノイドアクチュエータ（以下、ソレノイドという。）の負荷駆動装置は、車両用バッテリーからの電源供給を受け、通電を制御するスイッチ素子をON/OFFし、ソレノイドへの通電を制御する。負荷駆動装置はソレノイドに流れる電流値を計測し、スイッチ素子のON/OFFタイミングを調整するパルス幅変調信号（以下、PWM信号という。）のデューティ比にフィードバックをかけることで、ソレノイドに所望の電流が流れるように制御される。

【0003】

負荷駆動装置の動作中にソレノイドの断線が発生すると、ソレノイドに電流が流れなくなり、ソレノイドを介した機器の制御ができなくなる。車両用自動変速機であれば、適切な変速制御ができず、エンジン吹き上がりや変速ショック等のストレスが発生することが

【0004】

そこで、ソレノイドの断線が発生した際には、これを検出し、早急に機器を安全な状態に切り換える必要がある。

【0005】

本技術分野の背景技術として、例えば、特許文献1のような技術がある。特許文献1には「ソレノイドに流れる電流の計測値（モニタ電流値）と目標電流値との差、或いはその積分値を測定し、所定閾値以上になるとソレノイドの異常（断線）を検出する方法」が開示されている。

【0006】

また、特許文献2には「目標電流値に対するPWM信号のデューティ比が想定範囲外となる場合にソレノイドの異常（断線）を検出する技術」が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【文献】特開2009-89072号公報

【文献】特開平7-194175号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

図7を用いて、従来の負荷駆動装置におけるソレノイド断線時の課題について説明する。図7は、従来の負荷駆動装置の概略構成を示す図である。

【0009】

従来の負荷駆動装置（ドライバ回路100）は、図7に示すように、バッテリー電源（VB）に直列接続されたハイサイドスイッチ素子40とローサイドスイッチ素子50の接続点にソレノイド110の一端が接続され、ソレノイド110のもう一端はグラウンド電源（GND）120に接続されており、マイクロコントローラ（以下、マイコンということがある。）200からのPWM信号11に応じて、ハイサイドスイッチ素子40とローサイドスイッチ素子50を排他的にON/OFF制御し、ソレノイド110に流れる電流を制御する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

P W M 信号 1 1 がハイレベルになると、ハイサイドスイッチ素子 4 0 を O N、ローサイドスイッチ素子 5 0 を O F F し、バッテリー電源 (V B) よりハイサイドスイッチ素子 4 0 を経由し、ソレノイド 1 1 0 に対して電流を供給する。

【 0 0 1 1 】

この時、ソレノイド 1 1 0 は誘導性負荷である為、バッテリー電源 (V B) の電圧を V B、ハイサイドスイッチ素子 4 0 の O N 抵抗を R h o n、ソレノイド 1 1 0 のインダクタンスを L、直流抵抗を R s とし、簡単の為、ソレノイド 1 1 0 に流れる初期電流が “ 0 ”、ハイサイドスイッチ素子 4 0 が O N に切り替わってからの時間 t とすると、ソレノイド 1 1 0 に供給される電流は以下の式 (1) で近似できる。

10

【 0 0 1 2 】

なお、この電流はハイサイド電流モニタ回路 6 0 により検知、計測される。

【 0 0 1 3 】

【数 1】

$$V B / (R h o n + R s) * (1 - e ^ { - t * (R h o n + R s) / L }) \quad \dots (1)$$

【 0 0 1 4 】

一方、P W M 信号 1 1 がローレベルになるとローサイドスイッチ素子 5 0 を O N、ハイサイドスイッチ素子 4 0 を O F F し、バッテリー電源 (V B) からの電流供給が遮断される。バッテリー電源 (V B) からの電流供給が遮断されると、ソレノイド 1 1 0 には逆起電力が発生し、今度は R E T U R N グラウンド電源 (G N D) からローサイドスイッチ素子 5 0 を経由して電流が供給される。

20

【 0 0 1 5 】

ここで、ローサイドスイッチ素子 5 0 が O N に切り替わる直前にソレノイド 1 1 0 に流れていた電流値を I p k、ローサイドスイッチ素子 5 0 が O N に切り替わってからの時間 t とすると、ソレノイド 1 1 0 に供給される電流は以下の式 (2) で近似できる。

【 0 0 1 6 】

なお、この電流はローサイド電流モニタ回路 7 0 により検知、計測される。

30

【 0 0 1 7 】

【数 2】

$$I p k * e ^ { - t * (R h o n + R s) / L } \quad \dots (2)$$

【 0 0 1 8 】

このように、ソレノイド 1 1 0 に流れる電流は、基本的に P W M 信号 1 1 がハイレベルの時は漸増し、P W M 信号 1 1 がローレベルの時は漸減する為、ソレノイド 1 1 0 の目標電流値に対する実測値はハイサイド電流モニタ回路 6 0、及びローサイド電流モニタ回路 7 0 により検知、計測した電流値を基に平均電流計算回路 8 0 により、P W M 信号の 1 周期の平均電流値 8 1 を算出して評価される。

40

【 0 0 1 9 】

よって、上記特許文献 1 のソレノイドに流れる電流の計測値 (モニタ電流値) と目標電流値との差は、P W M 信号の 1 周期毎に計算される平均電流値の取得を以って行われる。

【 0 0 2 0 】

また、上記特許文献 2 の目標電流値に対する P W M 信号のデューティ比も P W M 信号の 1 周期毎の平均電流を基に算出される為、同様である。

【 0 0 2 1 】

目標電流値がある程度大きく、且つ一定であれば、ソレノイドの断線により、P W M 信号周期の平均電流が大きく低下し、P W M 信号の 1 周期の遅れで断線検出が可能であるが

50

、目標電流値が小さい場合はモニタ電流値と目標電流値との差も小さく、正常時に誤検出することなく、断線を検出するのは難しい。

【0022】

また、ソレノイドの電流はPWM信号の1周期で瞬時に収束するものではなく、PWM信号の1周期毎に電流の積み上げがあり、PWM信号の1周期毎に計算される平均電流値のフィードバックを繰り返すことで、目標電流値に収束する。目標電流値を変更する場合、元の目標電流値との差が大きいと目標電流値に近傍電流値に達するまで時間がかかる為、誤検知防止の観点から、断線検出が遅れてしまう。

【0023】

そこで、本発明の目的は、マイコンからのPWM信号に基づき誘導性負荷を駆動制御する負荷駆動装置において、誘導性負荷の断線を迅速に検出可能な信頼性及び応答性に優れた負荷駆動装置とそれを用いた電子制御装置の制御方法を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0024】

上記課題を解決するために、本発明は、マイコンと、前記マイコンからの制御指令に基づき、一定周期のパルス幅変調信号によって誘導性負荷を駆動するドライバ回路と、を備え、前記ドライバ回路は、前記誘導性負荷に流れる電流をモニタする電流モニタ回路と、前記電流モニタ回路で検知した電流値に基づき前記誘導性負荷の断線を検出する断線診断回路と、を有し、前記断線診断回路は、前記電流モニタ回路で検知した電流値の変化量を求め、当該変化量が所定の閾値以下になった場合、前記誘導性負荷が断線していると判定して前記マイコンに通知することを特徴とする。

20

【0025】

また、本発明は、マイコンからのPWM信号に基づき誘導性負荷を駆動制御する電子制御装置の制御方法であって、誘導性負荷に流れる電流をモニタし、前記モニタした電流値の変化量を算出し、当該変化量が所定の閾値以下になった場合、前記誘導性負荷が断線していると判定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、マイコンからのPWM信号に基づき誘導性負荷を駆動制御する負荷駆動装置において、誘導性負荷の断線を迅速に検出可能な信頼性及び応答性に優れた負荷駆動装置とそれを用いた電子制御装置の制御方法を実現することができる。

30

【0027】

これにより、車両用自動変速機等の車載電子制御装置の性能及び信頼性向上が図れる。

【0028】

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の実施例1に係る負荷駆動装置の概略構成を示す図である。

【図2】本発明の実施例1に係る断線診断機能の動作を示すタイミングチャートである。

(動作波形例1)

40

【図3】本発明の実施例1に係る断線診断機能の動作を示すタイミングチャートである。

(動作波形例2)

【図4】本発明の実施例1に係る断線診断機能の動作を示すタイミングチャートである。

(動作波形例3)

【図5】本発明の実施例2に係る負荷駆動装置の概略構成を示す図である。

【図6】本発明の実施例3に係る負荷駆動装置の概略構成を示す図である。

【図7】従来の負荷駆動装置の概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態について説明する。なお、図面は簡略的な

50

ものであるから、この図面の記載を根拠として本発明の技術的範囲を狭く解釈してはならない。また、本明細書の説明において、同一の要素には、同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

【実施例 1】

【0031】

図 1 から図 4 を参照して、本発明の実施例 1 に係る負荷駆動装置の構成とその制御について説明する。図 1 は、本実施例の負荷駆動装置の概略構成を示す図である。図 2 から図 4 は、いずれも本実施例における断線診断機能の動作を示すタイミングチャートである。

【0032】

本実施例の負荷駆動装置は、図 1 に示すように、主要な構成として、マイコン 200 と、誘導性負荷であるソレノイド 110 に電流を供給するドライバ回路（負荷駆動回路）100 を備えている。

10

【0033】

なお、ここでは、図の簡略化のため、ソレノイド 110 及びドライバ回路 100 は各 1 つ（1 組）に省略して示しているが、個数の限定はない。

【0034】

ドライバ回路 100 は、バッテリー電源（VB）に直列接続されたハイサイドスイッチ素子 40 とローサイドスイッチ素子 50 を備えている。ハイサイドスイッチ素子 40 とローサイドスイッチ素子 50 の接続点（LOAD）にはソレノイド 110 の一端が接続され、ソレノイド 110 を駆動するための電流が供給される。ソレノイド 110 のもう一端はグラウンド電源（GND）120 に接続（接地）される。

20

【0035】

マイコン 200 は、例えば車両用自動変速機の動作に必要なソレノイド 110 に供給すべき電流を計算し、その電流値を目標電流値として、ドライバ回路 100 に対してハイサイドスイッチ素子 40 とローサイドスイッチ素子 50 の ON/OFF タイミングを制御する PWM 信号 11 を出力する。

【0036】

PWM 信号 11 を受けたドライバ回路 100 は、スイッチ制御回路 30 により PWM 信号 11 がハイレベルの時は、ハイサイドスイッチ素子 40 を ON、ローサイドスイッチ素子 50 を OFF するように制御信号 31, 32 を生成し、バッテリー電源（VB）よりハイサイドスイッチ素子 40 を経由してソレノイド 110 に電流を供給する。

30

【0037】

一方、PWM 信号 11 がローレベルの時は、ハイサイドスイッチ素子 40 を OFF、ローサイドスイッチ素子 50 を ON するように制御信号 31, 32 を生成し、バッテリー電源（VB）からの電流供給を遮断すると共に、電流の遮断により発生した逆起電力によって RETURN グラウンド電源（GND）からローサイドスイッチ素子 50 を経由してソレノイド 110 に電流が供給される。

【0038】

なお、詳細には図示しないが、ハイサイドスイッチ素子 40、ローサイドスイッチ素子 50 は、ON から OFF、OFF から ON への切り替えには遷移時間を要するため、ハイサイドスイッチ素子 40 とローサイドスイッチ素子 50 が共に ON とならないように、ON 制御タイミングを遅延し、両方のスイッチ素子 40, 50 が OFF となる期間（以下、デッドタイム期間という）が制御信号 31, 32 に付加されるものとする。

40

【0039】

ソレノイド 110 へ供給する電流は PWM 信号 11 のデューティ比を変えることで増減することが可能となり、マイコン 200 で計算した目標電流値と実際にソレノイド 110 に流れる電流を計測し、これらが一致するように PWM 信号 11 のデューティ比を更新していくことで、精度よくソレノイド 110 への電流が制御される。

【0040】

ソレノイド 110 に流れる電流は、ハイサイドスイッチ素子 40、ローサイドスイッチ

50

素子 50 毎にハイサイド電流モニタ回路 60、ローサイド電流モニタ回路 70 より検出・計測する。この電流検出結果である瞬時電流値（瞬時電流サンプリング値）65 を基に平均電流計算回路 80 により、PWM 信号 1 周期の平均電流値（PWM 周期平均電流値）81 を算出し、マイコン 200 に転送される。

【0041】

ここで、PWM 周期平均電流値 81 の算出に使用される瞬時電流値（瞬時電流サンプリング値）65 のサンプリング周波数は想定される PWM 信号の数百 Hz ~ 数 kHz に対し、数 MHz ~ と数千倍のオーダーである。

【0042】

上記の構成に加えて、本実施例では、PWM 信号 11、及びハイサイド電流モニタ回路 60、ローサイド電流モニタ回路 70 で検出・計測した瞬時電流値 65 により、ソレノイド 110 の断線診断を行う断線診断回路 90 が設置される。

10

【0043】

断線診断回路 90 では、ハイサイド電流モニタ回路 60 及びローサイド電流モニタ回路 70 で検出・計測した瞬時電流値 65 の前後サンプルの差分値（瞬時電流差分値）21 を取得する。

【0044】

ここで、瞬時電流差分値 21 の極性は瞬時電流値 65 が増加した場合は正（プラス方向）、減少した場合は負（マイナス方向）となるものとする。

【0045】

図 1 には図示していないが、ノイズ等による瞬時電流値 65 の誤差によって、誤検出あるいは未検出の懸念がある場合は、瞬時電流値 65 に対し、平均化処理を行う等のフィルタ処理を事前に実施する。例えば、瞬時電流値 65 に対して、8 サンプル毎の平均化処理を行った場合、電流値の差分演算もその平均値に対して行い、評価判定する。

20

【0046】

また、スイッチ素子 40、50 の ON/OFF が切り替わるデッドタイム期間ではスイッチ素子 40、50 が共に OFF となり、ハイサイド電流モニタ回路 60、ローサイド電流モニタ回路 70 での電流検出・計測が安定しない場合がある為、デッドタイム期間では電流の差分値（瞬時電流差分値）21 を取得せず（マスク）、断線検出を除外する等の処理を行う。

30

【0047】

PWM 信号 11 がハイレベルであり、ハイサイドスイッチ素子 40 が ON している時は、上記の式（1）で示したようにソレノイド 110 の電流は漸増する為、正常時においては、瞬時電流差分値 21 も一定以上の正の値となる。

【0048】

但し、PWM 信号 11 のハイレベルの時間経過に従って、漸増するソレノイド 110 の電流の変化が小さくなる為、PWM 信号 11 のデューティ比が十分に大きい場合は、瞬時電流差分値 21 も“0”近傍になることがある。

【0049】

よって、PWM 信号 11 がハイレベルであり、ハイサイドスイッチ素子 40 が ON している時は、想定される瞬時電流差分値 21 の最小値“0”近傍に断線判定閾値 22 を設定し、瞬時電流差分値 21 がこの断線判定閾値 22 以下となれば、断線と判定する断線判定回路 20 を備える。

40

【0050】

一方、PWM 信号 11 がローレベルであり、ローサイドスイッチ素子 50 が ON している時は、上記の式（2）で示したようにソレノイド 110 の電流は漸減する為、正常時においては、瞬時電流差分値 21 は一定以上の負の値となる。

【0051】

但し、PWM 信号 11 のローレベルの時間経過に従って、漸減するソレノイド 110 の電流の変化も小さくなる為、PWM 信号 11 のデューティ比が十分に小さい場合は、瞬時

50

電流差分値 21 も “ 0 ” 近傍になる。

【 0052 】

そこで、PWM信号 11 がローレベルであり、ローサイドスイッチ素子 50 が ON している時は、想定される瞬時電流差分値 21 の最低値以下（マイナスに大）に断線判定閾値 22 を設定し、瞬時電流差分値 21 がこの断線判定閾値 22 以下（マイナスに大）となれば、断線判定回路 20 は断線と判定する。そして、断線判定回路 20 の判定出力は、ソレノイド 110 の断線診断結果 91 として、マイコン 200 に転送される。

【 0053 】

[動作波形例 1]

図 2 に、本実施例におけるソレノイド 110 の断線診断機能の動作タイミングチャートの一例を示す。ここでは、簡単な為、信号の遅延差やデッドタイム期間の処理は図示を省略している。ソレノイド 110 の目標電流値に対して、PWM信号 1 周期の平均電流値のフィードバックを繰り返すにより、ソレノイド 110 の電流値が収束している状況において、ソレノイド 110 の断線が発生した場合の動作タイミングチャートである。

10

【 0054 】

正常であれば、ソレノイド 110 の電流（図中では LOAD 電流）は PWM 信号 11 がハイレベル時は漸増、ローレベル時は漸減を繰り返す、その電流を検知・計測された瞬時電流値 65 の変化（微分）である瞬時電流差分値 21（図中では LOAD 電流）は PWM 信号 11 がハイレベル時は正の漸減、ローレベル時は負の漸減を繰り返すが、ソレノイド 110 の断線が発生すると、ソレノイド 110 の電流は急激に減少する為、瞬時電流差分値 21 も急減する。

20

【 0055 】

図 2 では、ハイサイドスイッチ素子 40 が ON している時に断線が発生したケースであるが、同じ状態で設定される断線判定閾値 22 以下となり、直ちに断線と判定される。

【 0056 】

[動作波形例 2]

図 3 に、本実施例におけるソレノイド 110 の断線診断の別の動作タイミングチャートの例を示す。ここでは、図 2 と同様に、信号の遅延差やデッドタイム期間の処理は図示を省略している。ソレノイド 110 の目標電流値が変化した場合、PWM信号 1 周期の平均電流値（PWM周期平均電流値）81 のフィードバックを繰り返すにより、PWM信号 11 のデューティ比が変化し、ソレノイド 110 の電流が変化していく。

30

【 0057 】

この間においてもソレノイド 110 の電流は PWM 信号 11 がハイレベル時は漸増し、ローレベル時は漸減を繰り返す。ソレノイド 110 の電流を検知・計測された瞬時電流値 65 の変化（微分）である瞬時電流差分値 21（図中では LOAD 電流）は PWM 信号 11 がハイレベル時は正の漸減、ローレベル時は負の漸減を繰り返しているが、ソレノイド 110 の断線が発生すると、ソレノイド 110 の電流は急激に減少する為、瞬時電流差分値 21 もマイナス側に急減する。

【 0058 】

図 3 では、ローサイドスイッチ素子 50 が ON している時に断線が発生したケースであるが、図 2 と同様にローサイドスイッチ素子 50 が ON している時に設定される断線判定閾値 22 以下（マイナスに大）となり、直ちに断線と判定される。

40

【 0059 】

従来のように目標電流値と PWM 周期平均電流値 81 の差で断線判定した場合、断線が発生した PWM 信号 1 周期の平均電流 I3 の計算結果が判明した段階では判定は困難である。

【 0060 】

上述したように、図 2 及び図 3 に示したソレノイド 110 の断線診断の動作タイミングチャートにおいては、各スイッチ素子 40, 50 が ON 時の断線判定閾値 22 は各々 1 通りを選択するようになっているが、瞬時電流値 65 あるいはその複数サンプル毎の平均化

50

処理後の電流値によって、断線判定閾値 2 2 を複数設置して切り替えてもよい。

【 0 0 6 1 】

P W M 信号 1 1 のデューティ比が低く、ソレノイド 1 1 0 の電流が小さい時は、P W M 信号 1 1 のハイレベルにおいて漸増する電流の変化は大きい為、断線判定閾値 2 2 を高くできる。一方、P W M 信号 1 1 のデューティ比が高く、ソレノイド 1 1 0 の電流が大きい時は、P W M 信号 1 1 のハイレベルにおいて漸増する電流の変化も小さくなる為、誤検出の回避を考慮すると、断線判定閾値 2 2 を低く “ 0 ” 以下に設定した方がよい。

【 0 0 6 2 】

[動作波形例 3]

図 4 に、ハイサイドスイッチ素子 4 0 が O N している時の断線判定閾値 2 2 を瞬時電流値 6 5 によって、設置した複数の断線判定閾値 2 2 を切り替えて断線診断を行う場合のソレノイド 1 1 0 の断線診断機能の動作タイミングチャートの例を示す。瞬時電流値 6 5 に対して、断線判定閾値切り替えレベルを設定し、ハイサイドスイッチ素子 4 0 が O N している時、瞬時電流値 6 5 が判定閾値切り替えレベル未満であれば、断線判定閾値 2 2 を高く設定し、判定閾値切り替えレベル以上になれば、断線判定閾値 2 2 を低く（マイナス方向に）設定している。

10

【 0 0 6 3 】

これによって、断線の誤検出の防止や、検出感度の向上が期待できる。

【 0 0 6 4 】

以上説明したように、本実施例によるソレノイド 1 1 0 の断線診断により、より簡易な方法で、検出遅延の少ないソレノイド 1 1 0 の断線検出が可能となる。

20

【 0 0 6 5 】

マイコン 2 0 0 はソレノイド 1 1 0 の断線診断結果 9 1 を通じて、ソレノイド 1 1 0 の断線有無の情報が入手可能であり、ソレノイド 1 1 0 の断線を検出した場合、車両用自動変速機等の機器を安全な状態に遷移するように各所に指示を行う。

【 0 0 6 6 】

本実施例の負荷駆動装置を適用した車両用自動変速機であれば、早急に安全な変速状態に遷移させることが可能となり、エンジン吹き上がりや変速ショック等のストレスが抑制できる。

【 実施例 2 】

30

【 0 0 6 7 】

図 5 を参照して、本発明の実施例 2 に係る負荷駆動装置の構成とその制御について説明する。図 5 は、本実施例の負荷駆動装置の概略構成を示す図であり、実施例 1（図 1）の変形例に相当する。

【 0 0 6 8 】

実施例 1（図 1）では、ハイサイドスイッチ素子 4 0 とローサイドスイッチ素子 5 0 の接続点（L O A D）に接続されたソレノイド 1 1 0 のもう一端はグラウンド電源（G N D）1 2 0 に接続（接地）されているのに対し、本実施例（図 5）では、ソレノイド 1 1 0 のもう一端がソレノイドバッテリー電源 1 3 0 に接続されている点において、実施例 1 と異なっている。その他の構成は、実施例 1（図 1）と同様である。

40

【 0 0 6 9 】

本実施例のように、ソレノイド 1 1 0 のもう一端をソレノイドバッテリー電源 1 3 0 に接続した場合においても、断線診断回路 9 0 の構成で遅延の少ないソレノイド 1 1 0 の断線検出が可能である。

【 0 0 7 0 】

本実施例の負荷駆動装置は、図 5 に示すように、ソレノイド 1 1 0 の一端がソレノイドバッテリー電源 1 3 0 に接続されており、マイコン 2 0 0 より、ソレノイド 1 1 0 に流れる電流を制御する P W M 信号 1 1 を受けたドライバ回路 1 0 0 は、スイッチ制御回路 3 0 により P W M 信号 1 1 がハイレベルの時は、ローサイドスイッチ素子 5 0 を O N、ハイサイドスイッチ素子 4 0 を O F F するように制御信号 3 1、3 2 を生成し、ソレノイドバッ

50

テリ-電源 130 からソレノイド 110、ローサイドスイッチ素子 50 を経由して RETURN グラウンド電源 (GND) へ電流パスを形成し、ソレノイド 110 に電流を供給する。

【0071】

一方、PWM 信号 11 がローレベルの時は、ハイサイドスイッチ素子 40 を ON、ローサイドスイッチ素子 50 を OFF するように制御信号 31, 32 を生成し、RETURN グラウンド電源 (GND) への電流パスを切断し、電流を遮断すると共に、電流の遮断により発生した逆起電力によって、バッテリー電源 (VB) からハイサイドスイッチ素子 40 を経由してソレノイド 110 に電流を供給する。

【0072】

以上のように、図 1 の構成に対し、ソレノイド 110 に流れる電流の方向が逆になるが、ドライバ回路 100 の動作としては、PWM 信号 11 に対するハイサイドスイッチ素子 40 とローサイドスイッチ素子 50 の ON/OFF タイミングが入れ替わるのみであり、ソレノイド 110 の電流の動きとしては同様になる。

【0073】

これを踏まえて、ハイサイド電流モニタ回路 60、ローサイド電流モニタ回路 70 で検出・計測した瞬時電流値 65 により断線診断回路 90 で処理すればよい。

【0074】

すなわち、PWM 信号 11 がハイレベルの時にはローサイドスイッチ素子 50 を ON し、ソレノイドバッテリー電源 130 の電圧を VB とすると式 (1) で示したようにソレノイド 110 の電流は漸増する。図 1 の構成におけるハイサイドスイッチ素子 40 の ON 時と同様に断線判定閾値 22 を設定し、この断線判定閾値 22 より瞬時電流値 65 の変化 (微分) である電流の差分値 (瞬時電流差分値) 21 が低くなれば、断線と判定する断線判定回路 20 を備えればよい。

【0075】

また、PWM 信号 11 がローレベルの時にはハイサイドスイッチ素子 40 が ON し、式 (2) で示したようにソレノイド 110 の電流は漸減する為、図 1 の構成におけるローサイドスイッチ素子 50 の ON 時と同様に断線判定閾値 22 を設定し、この閾値 22 より差分値 (瞬時電流差分値) 21 が低くなれば、断線と判定する断線判定回路 20 を備えればよい。

【0076】

以上説明したように、図 1 と同様の断線診断回路 90 を適用することで、図 5 に示す本実施例においても、遅延の少ないソレノイド 110 の断線検出が可能であり、ソレノイド 110 の断線が発生した場合、早急に機器を安全な状態に遷移できる。

【実施例 3】

【0077】

図 6 を参照して、本発明の実施例 3 に係る負荷駆動装置の構成とその制御について説明する。図 6 は、本実施例の負荷駆動装置の概略構成を示す図である。

【0078】

実施例 1 (図 1) 及び実施例 2 (図 5) においては、ドライバ回路 100 はハイサイドスイッチ素子 40 とローサイドスイッチ素子 50 がほぼ相補するように ON/OFF してソレノイド 110 に電流を供給するいわゆる同期整流方式となっている。

【0079】

例えば、図 1 に示したようにドライバ回路 100 の接続点 (LOAD) に接続されたソレノイド 110 のもう一端がグラウンド電源 (GND) 120 に接続 (接地) されている場合、本実施例 (図 6) のように、ローサイドスイッチ素子 50 を省略し、ソレノイド 110 と並列に設置されるダイオード 140 で整流を行うことも考えられる。

【0080】

本実施例では、PWM 信号 11 がハイレベルの時は、ハイサイドスイッチ素子 40 を ON し、バッテリー電源 (VB) よりハイサイドスイッチ素子 40 を経由してソレノイド 1

10

20

30

40

50

10に電流を供給する。

【0081】

一方、PWM信号11がローレベルの時は、ハイサイドスイッチ素子40をOFFし、バッテリー電源(VB)からの電流供給を遮断すると共に、電流の遮断により逆起電力が発生し、その発生した逆起電力によりソレノイド110と並列に設置されるダイオード140に順方向バイアスがかかり、グラウンド電源(GND)120より電流が供給される。

【0082】

本実施例の負荷駆動装置においては、PWM信号11がローレベルの時のダイオード140を介した電流は検知・計測外である為、PWM信号11がハイレベルであり、ハイサイドスイッチ素子40がONしている時に限定となるが、上記の図2及び図4に示した実施例1におけるソレノイド110の断線診断の動作タイミングチャート例と同様に、ソレノイド110の断線の発生から少ない遅延でソレノイド110の断線検出が可能であり、ソレノイド110の断線が発生した場合、早急に機器を安全な状態に遷移できる。

10

【0083】

なお、PWM信号11がローレベルの時にソレノイド110の断線が発生した場合、当該PWM信号周期でのソレノイド110の断線検出は不可となるが、断線が継続していれば、次の周期でPWM信号がハイレベルになった時に、ソレノイド110の電流の変化がほぼないことで、断線診断回路90により断線検出が可能である。

【0084】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

20

【0085】

また、制御線や信号線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や信号線を示しているとは限らない。

【符号の説明】

【0086】

11...PWM信号、20...断線判定回路、21...瞬時電流差分値、22...断線判定閾値、30...スイッチ制御回路、31...(ハイサイドスイッチ素子ON/OFF)制御信号、32...(ローサイドスイッチ素子ON/OFF)制御信号、40...ハイサイドスイッチ素子、50...ローサイドスイッチ素子、60...ハイサイド電流モニタ回路、65...瞬時電流値(瞬時電流サンプリング値)、70...ローサイド電流モニタ回路、80...平均電流計算回路、81...PWM周期平均電流値、90...断線診断回路、91...断線診断結果、100...ドライバ回路(負荷駆動回路)、110...ソレノイド、120...グラウンド電源(GND)、130...ソレノイドバッテリー電源、140...ダイオード、200...マイクロコントローラ(マイコン)。

30

40

【図面】
【図 1】

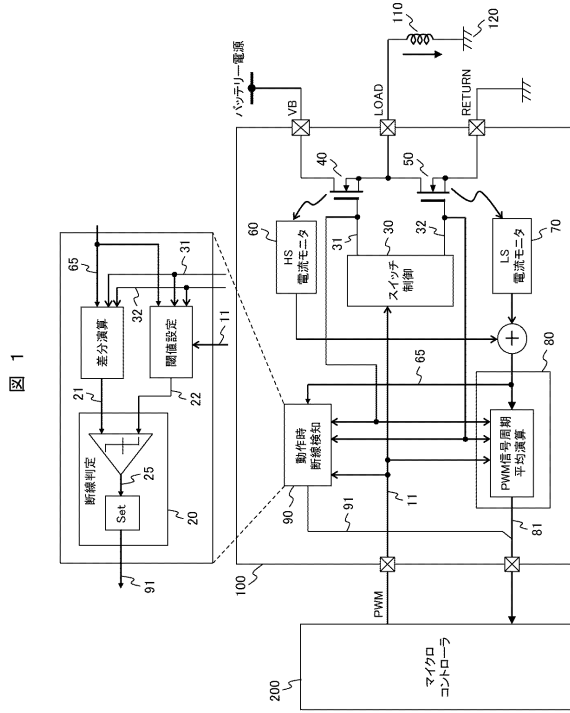


図 1

【図 2】

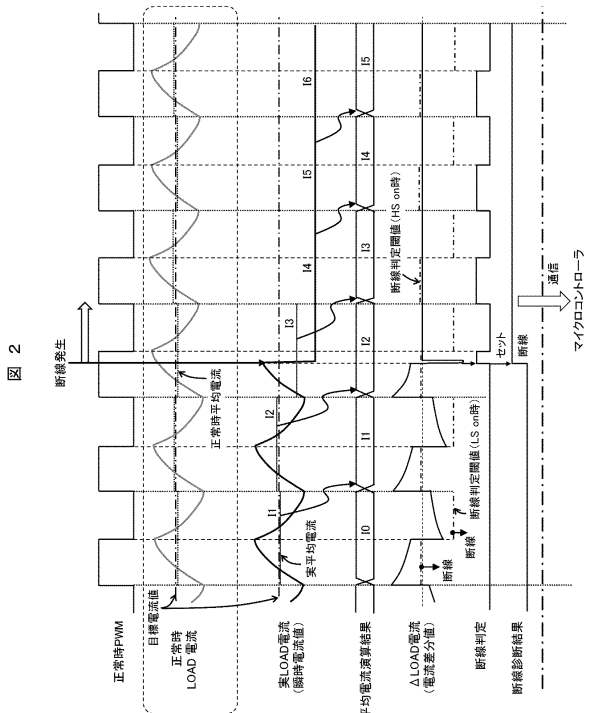


図 2

【図 3】

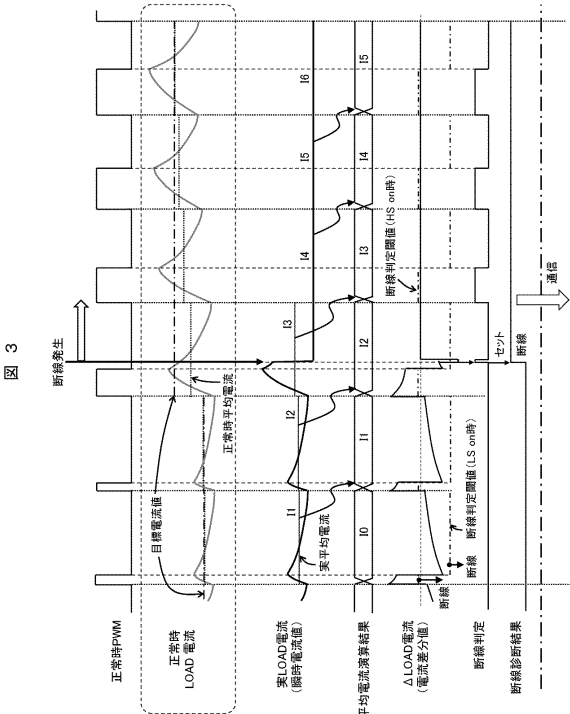


図 3

【図 4】

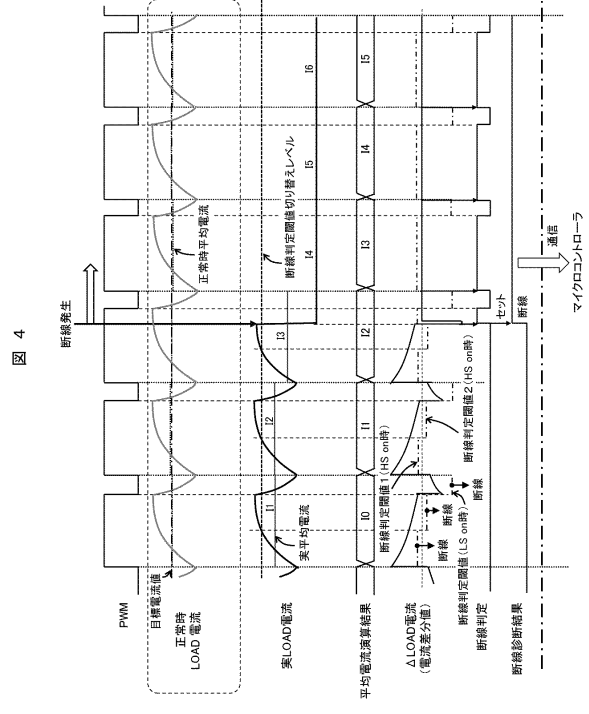


図 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

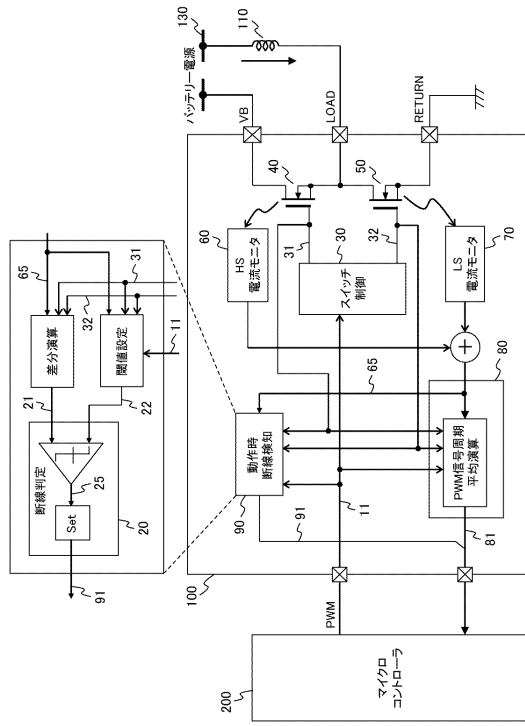


図 5

【 図 6 】

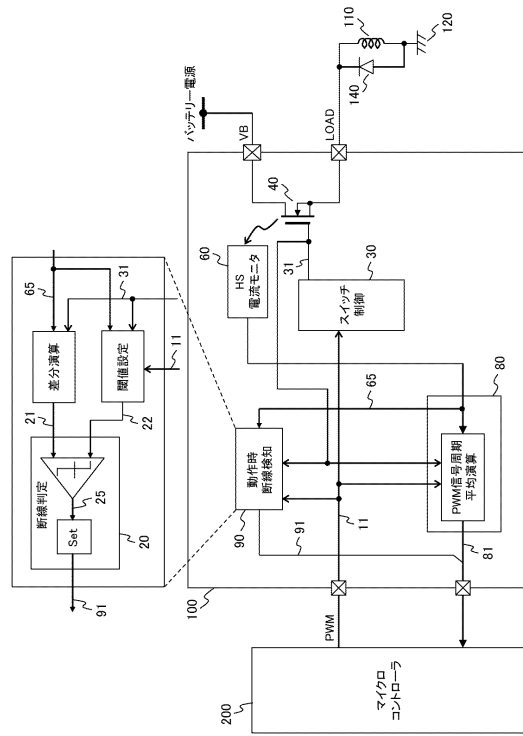


図 6

【 図 7 】

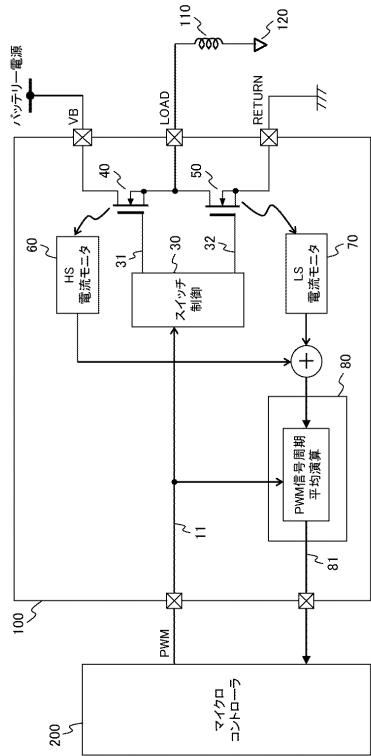


図 7

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2016-131328(JP,A)
国際公開第2018/193527(WO,A1)
特開2020-182151(JP,A)
特開2008-41908(JP,A)
特公昭50-33542(JP,B2)
特開2007-157830(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01F 7/18