

(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2019-92265
(P2019-92265A)

(43) 公開日 令和1年6月13日(2019.6.13)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
HO2M 3/155 (2006.01) HO2M 3/155 W 5H730
 HO2M 3/155 E

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2017-218505 (P2017-218505)	(71) 出願人	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(22) 出願日	平成29年11月13日(2017.11.13)	(74) 代理人	110002066 特許業務法人筒井国際特許事務所
		(72) 発明者	篠田 博史 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	劉 鳴 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	坂本 英之 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子制御装置、車載システム、および電源装置

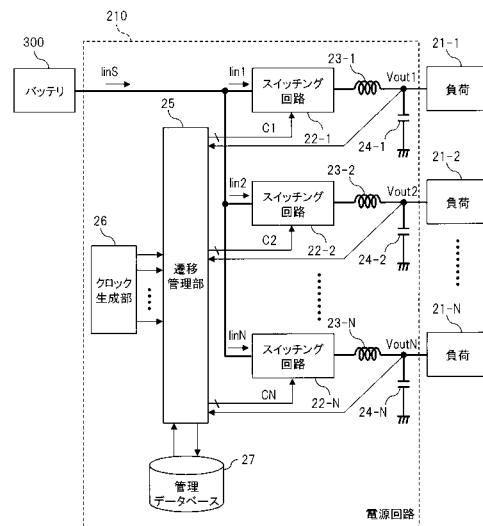
(57) 【要約】

【課題】複数のチャンネルを有する電源装置における入力電流の伝導ノイズを低コストにて低減する。

【解決手段】自律走行制御ECUが有する電源回路210において、スイッチング回路22は、制御信号Cに基づいて、複数の論理回路に供給する電源をそれぞれ生成する。遷移管理部25は、スイッチング回路22を制御する。クロック生成部26は、複数のクロック信号を生成する。遷移管理部25は、制御信号生成部および複数の遅延部を有する。制御信号生成部は、クロック生成部26が生成するクロック信号から中間制御信号を生成する。遅延部は、指令信号に基づいて中間制御信号を遅延させて制御信号Cとして出力する。クロック生成部が生成するクロック信号は、少なくとも1つのクロック信号が異なる周波数である。

【選択図】 図3

図 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の論理回路および複数の前記論理回路に電源を供給する電源装置を備える電子制御装置であって、

前記電源装置は、

スイッチング信号に基づいて、複数の前記論理回路に供給する電源をそれぞれ生成して出力する複数のスイッチング回路と、

複数の前記スイッチング回路を制御する遷移管理部と、

複数のクロック信号を生成するクロック生成部と、

を有し、

前記遷移管理部は、

前記クロック生成部が生成する前記クロック信号から中間制御信号を生成する制御信号生成部と、

複数の前記スイッチング回路に対応してそれぞれ設けられ、指令信号に基づいて、前記中間制御信号を遅延させ、遅延させた前記中間制御信号を前記スイッチング信号として出力する複数の遅延部と、

を有し、

前記クロック生成部が生成する複数の前記クロック信号は、少なくとも1つのクロック信号が異なる周波数である、電子制御装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の電子制御装置において、

前記遷移管理部は、予め設定される制御情報に基づいて、前記指令信号を生成する遷移判定部を有し、

前記遷移判定部は、前記指令信号により、複数の前記スイッチング回路の入力電流の変化量の合計値を算出して、算出した前記合計値と予め設定された電流変動しきい値とを比較して、比較した前記合計値が前記電流変動しきい値以下となるように前記遅延部の遅延量を制御する、電子制御装置。

20

【請求項 3】

請求項 2 記載の電子制御装置において、

前記遷移判定部は、前記制御信号生成部が生成する前記中間制御信号から複数の前記スイッチング回路の入力電流の変化量の合計値を算出する、電子制御装置。

30

【請求項 4】

請求項 2 記載の電子制御装置において、

前記電源装置は、複数の前記スイッチング回路に入力される入力電流を計測する電流計測部を有し、

前記遷移判定部は、前記電流計測部が計測した電流の計測結果から前記入力電流の変化量の合計値を算出する、電子制御装置。

【請求項 5】

請求項 2 記載の電子制御装置において、

前記遷移判定部は、計測タイミング信号に同期して、前記入力電流の立ち上り/立ち下りの有無を判定し、その判定結果から前記入力電流の変化量の合計値を算出する、電子制御装置。

40

【請求項 6】

請求項 2 記載の電子制御装置において、

前記遷移判定部が比較する前記電流変動しきい値は、前記電子制御装置の動作モード毎に異なる値である、電子制御装置。

【請求項 7】

請求項 2 記載の車載システムにおいて、

前記電源装置は、前記制御情報を格納する管理データベースを有し、

前記管理データベースは、前記入力電流を演算する際に用いる電流係数、複数の前記ス

50

スイッチング回路にそれぞれ対応する遅延量、または遅延させる複数の前記スイッチング回路の優先順位の少なくともいずれか1つを格納し、

前記管理データベースに格納される前記電流係数、前記遅延量、または前記優先順位は、前記電子制御装置の動作モード毎にそれぞれ設定されている、電子制御装置。

【請求項8】

請求項2記載の電子制御装置において、

前記遷移管理部は、複数の前記スイッチング回路が生成する出力電圧の誤差をそれぞれ検出して、その検出結果に基づいて、前記出力電圧の誤差を減少させるように前記中間制御信号を補正する出力電圧補正部を有する、電子制御装置。

【請求項9】

車両の自律走行を制御する自律走行制御装置を具備する車載システムであって、

前記自律走行制御装置は、

複数の論理回路と、

複数の前記論理回路に電源を供給する電源装置と、

を備え、

前記電源装置は、

スイッチング信号に基づいて、複数の前記論理回路に供給する電源をそれぞれ生成して出力する複数のスイッチング回路と、

複数の前記スイッチング回路を制御する遷移管理部と、

複数のクロック信号を生成するクロック生成部と、

を有し、

前記遷移管理部は、

前記クロック生成部が生成する前記クロック信号から中間制御信号を生成する制御信号生成部と、

複数の前記スイッチング回路に対応してそれぞれ設けられ、指令信号に基づいて、前記中間制御信号を遅延させ、遅延させた前記中間制御信号を前記スイッチング信号として出力する複数の遅延部と、

を有し、

前記クロック生成部が生成する複数の前記クロック信号は、少なくとも1つのクロック信号が異なる周波数である、車載システム。

【請求項10】

請求項9記載の車載システムにおいて、

前記遷移管理部は、予め設定される制御情報に基づいて、前記指令信号を生成する遷移判定部を有し、

前記遷移判定部は、前記指令信号により、複数の前記スイッチング回路の入力電流の変化量の合計値を算出して、算出した前記合計値と予め設定された電流変動しきい値とを比較して、比較した前記合計値が前記電流変動しきい値以下となるように前記遅延部の遅延量を制御する、車載システム。

【請求項11】

請求項10記載の車載システムにおいて、

前記遷移判定部は、前記制御信号生成部が生成する前記中間制御信号から複数の前記スイッチング回路の入力電流の変化量の合計値を算出する、車載システム。

【請求項12】

請求項10記載の車載システムにおいて、

前記電源装置は、複数の前記スイッチング回路の流れる入力電流を計測する電流計測部を有し、

前記遷移判定部は、前記電流計測部が計測した電流の計測結果から前記入力電流の変化量の合計値を算出する、車載システム。

【請求項13】

請求項10記載の車載システムにおいて、

10

20

30

40

50

前記遷移判定部が比較する前記電流変動しきい値は、前記自律走行制御装置の動作モード毎に異なる値である、車載システム。

【請求項 14】

スイッチング信号に基づいて、複数の論理回路に供給する電源をそれぞれ生成して出力する複数のスイッチング回路と、

複数の前記スイッチング回路を制御する遷移管理部と、

複数のクロック信号を生成するクロック生成部と、

を有し、

前記遷移管理部は、

前記クロック生成部が生成する前記クロック信号から中間制御信号を生成する制御信号生成部と、

10

複数の前記スイッチング回路に対応してそれぞれ設けられ、指令信号に基づいて、前記中間制御信号を遅延させ、遅延させた前記中間制御信号を前記スイッチング信号として出力する複数の遅延部と、

を有し、

前記クロック生成部が生成する複数の前記クロック信号は、少なくとも1つのクロック信号が異なる周波数である、電源装置。

【請求項 15】

請求項 14 記載の電源装置において、

前記遷移管理部は、予め設定される制御情報に基づいて前記指令信号を生成する遷移判定部を有し、

20

前記遷移判定部は、前記指令信号により、複数の前記スイッチング回路の入力電流の変化量の合計値を算出して、算出した前記合計値と予め設定された電流変動しきい値とを比較して、比較した前記合計値が前記電流変動しきい値以下となるように前記遅延部の遅延量を制御する、電源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子制御装置、車載システム、および電源装置に関し、特に、複数の論理回路に電力供給する電源の制御に有効な技術に関する。

30

【背景技術】

【0002】

自動運転システムは、カメラやレーダなどのセンサ入力から車両や歩行者、白線などを検出して運転者に伝達したりブレーキやステアリングを制御したりする必要があり、高度な認識アルゴリズムや複数のアルゴリズムの同時処理が求められる。

【0003】

この要求に対応するため、例えばSoC (System on Chip) などの半導体装置を用いて電子制御装置を高性能化する検討が進められている。SoCは、CPU (Central Processing Unit) などの様々な論理回路を1チップに混載したものである。

【0004】

40

SoCに混載される論理回路には、それぞれ固有の電圧、負荷電流、ノイズ、シーケンズおよび過渡応答要件がある。特に電圧要件は多様である。この多チャンネル化に対応するために、電源回路は、スイッチング回路を複数並列に備える構成とすることによって、それぞれの論理回路の要件に合致した設計とすることが多い。

【0005】

スイッチング回路によって構成された電源回路は、スイッチング動作に起因したノイズを発生させる。電子制御装置内の電源回路は、車載バッテリーに接続されて電源供給を受けるため、同じ車載バッテリーに接続された他の車載機器に電源回路のノイズが伝導することがあり、誤動作や故障の原因となる。

【0006】

50

このような伝導ノイズを低減する技術としては、例えば電源回路の入力部に大容量のコンデンサを挿入することが広く知られている。あるいは、スナバ回路やノイズフィルタなどのノイズ対策部品を備えたりするのが一般的である。

【0007】

他のノイズ低減手法として、スイッチングノイズのスペクトルを拡散させてノイズレベルを低減させるものがある（例えば特許文献1参照）。この特許文献1の技術は、スイッチング回路を複数並列に備えた単一出力電源回路において、スイッチング制御を行うための複数の周波数値を含む周波数変化パターンを繰り返し出力する周波数変化装置を有する。

【0008】

そして、周波数変化装置の出力する周波数変化パターンに基づくスイッチング周波数でスイッチング素子をオン・オフさせて各スイッチング素子のスイッチングノイズのスペクトルが重畳する場合に各素子のスイッチング周波数パラメータを変更する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2016-054581号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

複数のスイッチング回路を並列に備えた多チャンネルの電源回路では、スイッチング回路毎に同一で一定のスイッチング周波数にてスイッチング制御を行う場合、同一の周波数に起因した大きな伝導ノイズが発生することがある。その結果、多チャンネルの電源回路がノイズ発生源となって、他の電子機器に対して誤動作や機能停止などといった弊害を招く恐れがある。

【0011】

伝導ノイズを抑制する技術である、上述した大容量のコンデンサの追加や、スナバ回路あるいはノイズフィルタなどの追加は、コストアップや実装面積が増大するという懸念がある。

【0012】

また、上述した特許文献1を多チャンネルの電源回路に適用した場合には、各スイッチング素子のスイッチング周波数パラメータを変更するため、スイッチング制御信号を出力する発振器の周波数を連続的に変える必要がある。よって、周波数範囲は限定的にならざるを得ず、多数の電源チャンネルが必要な自動運転システム向け電子制御装置ではノイズレベル低減の効果は十分に得られないと考えられる。

【0013】

上述したとおり、多チャンネルの電源回路の各出力は、それぞれに接続される論理回路の要件に併せて設計される。スイッチング周波数は、この要件である電力効率や応答性に大きく影響を与えるパラメータであるために周波数範囲はさらに限定的になってしまう。

【0014】

本発明の目的は、複数のチャンネルを有する電源回路における入力電流の伝導ノイズを低コストにて低減することのできる技術を提供することにある。

【0015】

本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴については、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

【0017】

10

20

30

40

50

すなわち、代表的な電子制御装置は、複数の論理回路および複数の論理回路に電源を供給する電源装置を備える。電源装置は、複数のスイッチング回路、遷移管理部、およびクロック生成部を有する。

【0018】

スイッチング回路は、スイッチング信号に基づいて、複数の論理回路に供給する電源をそれぞれ生成して出力する。遷移管理部は、複数のスイッチング回路を制御する。クロック生成部は、複数のクロック信号を生成する。

【0019】

遷移管理部は、制御信号生成部および複数の遅延部を有する。制御信号生成部は、クロック生成部が生成する前記クロック信号から中間制御信号を生成する。遅延部は、複数の前記スイッチング回路に対応してそれぞれ設けられ、指令信号に基づいて、前記中間制御信号を遅延させ、遅延させた前記中間制御信号を前記スイッチング信号として出力する。

10

【0020】

また、クロック生成部が生成する複数の前記クロック信号は、少なくとも1つのクロック信号が異なる周波数である。

【0021】

特に、遷移管理部は、予め設定される制御情報に基づいて、前記指令信号を生成する遷移判定部を有する。遷移判定部は、前記指令信号により、複数の前記スイッチング回路の入力電流の変化量の合計値を算出して、算出した前記合計値と予め設定された電流変動しきい値とを比較して、比較した前記合計値が前記電流変動しきい値以下となるように前記遅延部の遅延量を制御する。

20

【発明の効果】

【0022】

本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば以下のとおりである。

【0023】

信頼性の高い電子制御装置を低コストにて提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】実施の形態1による車載システムの構成の一例を示すブロック図である。

30

【図2】図1の車載システムが有する自律走行制御ECUにおける構成の一例を示すブロック図である。

【図3】図2の自律走行制御ECUが有する電源回路における構成の一例を示す説明図である。

【図4】図3のスイッチング回路における回路の一例を示す説明図である。

【図5】図4のスイッチング回路の他の回路例を示す説明図である。

【図6】図3の電源回路が有する遷移管理部における一例を示すブロック図である。

【図7】図6の遷移管理部が実行する遷移判定処理の一例を示すフローチャートである。

【図8】図3の電源回路が有する管理データベースにおけるデータ構成の一例を示す説明図である。

40

【図9】本発明者の検討による電源回路における各信号波形の一例を示す模式図である。

【図10】図6に示す遷移管理部が有する電源回路における各信号波形の一例を示す模式図である。

【図11】実施の形態2による遷移管理部5における構成の一例を示す説明図である。

【図12】実施の形態3による電源回路における構成の一例を示すブロック図である。

【図13】図12の電源回路が有する遷移管理部における構成の一例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

実施の形態を説明するための全図において、同一の部材には原則として同一の符号を付

50

し、その繰り返しの説明は省略する。

【0026】

以下、実施の形態を詳細に説明する。

【0027】

(実施の形態1)

車載システムの構成例

図1は、本実施の形態1による車載システム10の構成の一例を示すブロック図である。

【0028】

車載システム10は、例えば車両の自律走行を制御するシステムである。この車載システム10は、図1に示すように、カメラ101、レーダ102、自車位置センサ103、自動運転ボタン104、無線通信部105、補助制御ECU(Electronic Control Unit)106、ブレーキ制御ECU、エンジン制御ECU108、パワーステアリング制御ECU109、および自律走行制御ECU201を備える。

10

【0029】

カメラ101、レーダ102、および自車位置センサ103は、車両の外界状況を認識する外界認識センサである。カメラ101およびレーダ102は、外界の認識や対象物までの距離を求めるセンサである。

【0030】

自車位置センサ103は、GPS(Global Positioning System)などによって自車位置を検出するセンサである。自動運転ボタン104は、自動運転制御を開始したり、あるいは自動運転モードを変更したりするためのボタンである。通信装置である無線通信部105は、例えばOTA(Over-The-Air)により車載システムを更新するための、図示しない無線ネットワークに接続される。

20

【0031】

電子制御装置および自律走行制御装置である自律走行制御ECU201は、自動運転の車両走行制御装置である。補助制御ECU106は、補助の自動運転車両走行制御装置である。ブレーキ制御ECU107は、車両のブレーキ制御、すなわち制動力制御を行う制御装置である。

【0032】

エンジン制御ECU108は、車両の駆動力を発生するエンジンを制御する制御装置である。パワーステアリング制御ECU109は、車両のパワーステアリングを制御する制御装置である。

30

【0033】

カメラ101、レーダ102、自車位置センサ103、自動運転ボタン104、および無線通信部105は、自律走行制御ECU201にそれぞれ接続されている。自律走行制御ECU201には、これらカメラ101、レーダ102、自車位置センサ103からのセンサ情報や、自動運転ボタン104からの自動運転制御信号、および無線通信部105からの自律走行制御処理情報を含む更新情報などが伝達される。

【0034】

また、自律走行制御ECU201、補助制御ECU106、ブレーキ制御ECU107、エンジン制御ECU108、およびパワーステアリング制御ECU109は、例えばCAN(Controller Area Network)によって相互に通信可能に接続される。

40

【0035】

自律走行制御ECU201は、自動運転ボタン104により自動運転の開始要求を受け付けると、カメラ101、レーダ102、および自車位置センサ103など外界の情報に基づいて、車両の移動ルートを算出する。

【0036】

また、自律走行制御ECU201は、前述したルート通りに車両を移動させるように、ブレーキや駆動力などの制御指令をブレーキ制御ECU107、エンジン制御ECU10

50

8、およびパワーステアリング制御 ECU 109 に出力する。

【0037】

ブレーキ制御 ECU 107、エンジン制御 ECU 108、およびパワーステアリング制御 ECU 109 は、自律走行制御 ECU 201 から自律走行制御の制御指令を受けて、例えばアクチュエータなどの各制御対象に操作信号を出力する。

【0038】

つまり、自律走行制御 ECU 201 は、制御指令を出力するメイン制御装置であり、ブレーキ制御 ECU 107、エンジン制御 ECU 108、およびパワーステアリング制御 ECU 109 は、自律走行制御 ECU 201 からの制御指令に応じて制御対象を制御するサブ制御装置である。

【0039】

なお、補助制御 ECU 106 は、自律走行制御 ECU 201 が異常の際に、該自律走行制御 ECU 201 に代わって自動運転制御を行うための補助制御装置である。

【0040】

自律走行制御 ECU について

図 2 は、図 1 の車載システム 10 が有する自律走行制御 ECU 201 における構成の一例を示すブロック図である。

【0041】

自律走行制御 ECU 201 は、図 2 に示すように電源回路 210、および複数の SOC 211 を備える。電源装置である電源回路 210 は、複数の SOC 211 に電源供給する。言い換えれば、複数の SOC 211 に電力を供給する。

【0042】

SOC 211 は、CPU 212、GPU 213、および FPGA 214 をそれぞれ有している。CPU 212 は、コアの論理回路であるコアロジック 215 および論理回路である入出力回路 216 を有する。

【0043】

GPU 213 についても同様に、コアの論理回路であるコアロジック 217 および入出力回路 218 を有しており、FPGA 214 は、コアの論理回路であるコアロジック 219 および入出力回路 220 を有する。これらコアロジック 215、217、219 および入出力回路 216、218、220 は、論理回路からなる。

【0044】

ここでは、説明を簡略にするため、メモリや通信器などは省略する。これらのコアロジック 215、217、219 は、自動運転の認識、予測および制御の各アルゴリズムの演算などを実行する。

【0045】

入出力回路 216、218、220 は、各コアロジック 215、217、219 の間の情報のやりとりなどを行う。コアロジック 215、217、219 にて行われる演算負荷、各入出力回路 216、218、220 の通信頻度はそれぞれ異なるため、これらに供給される電源への要件は多種多様である。

【0046】

多チャンネルの電源回路 210 は、バッテリー 300 から供給される電源をコアロジック 215、217、219 や入出力回路 216、218、220 の電源要件に合うように変換して、それぞれ供給する。

【0047】

この図 2 では、1つのバッテリー 300、および1つの電源回路 210 にて構成される例について説明したが、フェールオペレーションの観点から、それぞれを冗長構成にしてもよい。具体的には、冗長化された複数の SOC にそれぞれ電源回路とバッテリーとを個別に用いて電源を供給してもよい。

【0048】

また、ここで説明した SOC の個数やその中の論理回路の構成などは一例である。これ

10

20

30

40

50

らは自律走行制御 ECU 201 での演算規模に依存する。例えば、自律走行制御 ECU 201 がカバーする自動運転レベルが高くなればなるほど、SoC の個数は増えて、その中の論理回路、すなわちコアロジックの構成も複雑になる。

【0049】

電源回路の構成例

図3は、図2の自律走行制御 ECU 201 が有する電源回路 210 における構成の一例を示す説明図である。

【0050】

電源回路 210 は、バッテリー 300 からの電源を負荷 21-1 ~ 21-N にそれぞれ供給する。ここで、負荷 21-1 ~ 21-N は、図2のコアロジック 215, 217, 219 および入出力回路 216, 218, 220 などに相当する。以下、負荷 21-1 ~ 21-N を総称する場合には、単に負荷 21 と記載するものとする。

10

【0051】

電源回路 210 は、スイッチング回路 22-1 ~ 22-N、コイル 23-1 ~ 23-N、コンデンサ 24-1 ~ 24-N、遷移管理部 25、クロック生成部 26、および管理データベース 27 を備える。

【0052】

以下、スイッチング回路 22-1 ~ 22-N を総称する場合には、単にスイッチング回路 22 と記載し、コイル 23-1 ~ 23-N を総称する場合には、単にコイル 23 と記載する。また、コンデンサ 24-1 ~ 24-N を総称する場合には、単にコンデンサ 24 と記載する。

20

【0053】

ここでは、スイッチング回路 22 が PWM (Pulse Width Modulation) 制御方式を用いた降圧スイッチング回路を例にとり説明する。

【0054】

クロック生成部 26 は、クロック信号を生成する。このクロック信号は、スイッチング回路 22 が有するスイッチの ON/OFF を切り替える制御信号のベースとなる。クロック信号の周波数は、スイッチング周波数と呼ばれ、スイッチング回路 22 の電力効率、応答性などの特性はこのスイッチング周波数に依存する。

【0055】

前述した通り、これらの特性への要求値は負荷 21 毎に異なるため、クロック生成部 26 は、複数の異なる周波数を生成する。遷移管理部 25 は、これらのクロック信号と観測された各負荷 21 への出力電圧 V_{out1} 、 V_{out2} 、 \dots 、 V_{outN} により、管理データベース 27 に格納された制御情報に基づいて、各スイッチング回路 22 に送信する制御信号 $C1$ 、 $C2$ 、 \dots 、 CN を生成する。これら制御信号 $C1$ 、 $C2$ 、 \dots 、 CN は、スイッチング信号である。

30

【0056】

ここでも、負荷への出力電圧 V_{out1} 、 V_{out2} 、 \dots 、 V_{outN} を総称する場合には、単に出力電圧 V_{out} と記載する。また、スイッチング回路に送信する制御信号 $C1$ 、 $C2$ 、 \dots 、 CN を総称する場合には、単に制御信号 C と記載する。

40

【0057】

制御信号 C は 1 (high) か 0 (low) の 1 ビットの信号としてよく、それぞれスイッチを ON、OFF させるための信号となる。遷移管理部 25 および管理データベース 27 の詳細については後述する。

【0058】

スイッチング回路 22 は、前述の制御信号 C にしたがって内部のスイッチを ON/OFF させることによりコイル 23 に流れるインダクタ電流を増減させる。負荷 21 に流れる出力電流により発生した出力電圧は、インダクタ電流の変動により大きなリップルを持つため、コンデンサ 24 を入れて平滑化して直流に近い電圧にしている。

【0059】

50

ここで、入力電流 $I_{in1} \sim I_{inN}$ は、スイッチング回路 22 - 1 ~ 22 - N への入力電流であり、該入力電流 $I_{in1} \sim I_{inN}$ を総称する場合には、単に入力電流 I_{in} と記載する。

【0060】

入力電流 I_{in} と電源回路 210 の入力電流である入力電流 I_{inS} とには、以下の関係がある。

【0061】

【数1】

$$I_{inS} = \sum_{K=1}^N I_{inK} \quad (\text{式1})$$

10

したがって、スイッチング回路 22 の入力電流 I_{in} に含まれる伝導ノイズについても同様に加算され、その総和がバッテリー 300 に接続された他の電子機器に伝わるようになることがこの式からも読み取れる。

【0062】

スイッチング回路の構成例

図4は、図3のスイッチング回路 22 における回路の一例を示す説明図である。図5は、図4のスイッチング回路 22 の他の回路例を示す説明図である。

【0063】

図4および図5は、いずれも降圧型のスイッチング回路の例を示している。降圧型のスイッチング回路は、直流の入力電圧をスイッチによって時間分割し、図示しないコイルおよびコンデンサによって平滑化することで所望のDC（直流）出力電圧にする。

20

【0064】

図4に示すスイッチング回路 22 は、同期型の降圧スイッチング回路であり、スイッチ 41, 43 を有する。これらのスイッチ 41, 43 は、制御信号 C1H, C1L により ON/OFF がそれぞれ切り替えられる。制御信号 C1H, C1L は、例えば図3の遷移管理部 25 から出力される。理想的には、スイッチ 41 とスイッチ 43 とは、ON、OFF の状態が反転となる。

【0065】

図5に示すスイッチング回路 22 は、非同期型の降圧スイッチング回路の例を示しており、スイッチ 41 およびダイオード 42 を有する。図4に示した同期型のスイッチング回路に比べて、基準電位であるグラウンドに接続されたスイッチがダイオード 42 に置き換わっているところが異なるが、基本的な動作は同じである。スイッチング回路 22 において、スイッチ 41 は、制御信号 C1 により ON/OFF が切り替わる。制御信号 C1 は、例えば図3の遷移管理部 25 から出力される。

30

【0066】

以降、スイッチング回路 22 の構成は、図5の非同期型の降圧スイッチング回路であることを前提に説明する。図4の同期型の降圧スイッチング回路を用いる場合は、上述したように2つの制御信号 C1H, C1L が必要であるので、いずれかの制御信号を1つ追加する必要がある。追加する制御信号は、デッドタイムを考慮して元の制御信号を反転させて生成させてもよい。

40

【0067】

遷移管理部の構成例

図6は、図3の電源回路 210 が有する遷移管理部 25 における一例を示すブロック図である。

【0068】

ここでは、簡略化のため3個の電源チャネル用の遷移管理部 25 として説明する。

【0069】

遷移管理部 25 は、図6に示すように、レベルシフト部 51 - 1 ~ 51 - 3、出力誤差検出部 52 - 1 ~ 52 - 3、制御信号生成部 53 - 1 ~ 53 - 3、遅延部 54 - 1 ~ 54

50

- 3、基準電圧生成部 55、および遷移判定部 56 を備える。

【0070】

以下、レベルシフト部 51 - 1 ~ 51 - 3 を総称する場合は、レベルシフト部 51 と記載し、出力誤差検出部 52 - 1 ~ 52 - 3 を総称する場合は、出力誤差検出部 52 と記載する。また、制御信号生成部 53 - 1 ~ 53 - 3 を総称する場合は、制御信号生成部 53 と記載し、遅延部 54 - 1 ~ 54 - 3 を総称する場合は、遅延部 54 と記載する。

【0071】

また、レベルシフト部 51、出力誤差検出部 52、制御信号生成部 53、および基準電圧生成部 55 によって、出力電圧補正部が構成される。

【0072】

レベルシフト部 51 は、負荷への出力電圧 V_{out} を基準電圧 V_{ref} とコンパラブルになるように電圧変換する。レベルシフト部 51 は、変換した電圧を出力誤差検出部 52 に出力する。基準電圧生成部 55 は、基準電圧 V_{ref} を生成する。

【0073】

出力誤差検出部 52 は、レベルシフト部 51 から出力される電圧と基準電圧生成部 55 が生成する基準電圧 V_{ref} との差分を出力する。制御信号生成部 53 は、クロック生成部 26 から入力された三角波と出力誤差検出部 52 から出力される差分から中間制御信号 C' を生成する。中間制御信号 C' は、PWM 信号である。また、制御信号生成部 53 - 1, 53 - 2, 53 - 3 から出力される中間制御信号は、それぞれ中間制御信号 $C1'$, $C2'$, $C3'$ とする。

【0074】

中間制御信号 C' は、1 (high) か 0 (low) かの 1 ビットの信号としてよく、それぞれスイッチを ON、OFF させるための信号となる。ここでは、例としてクロック生成部 26 から制御信号生成部 53 - 1, 53 - 2, 53 - 3 に入力される三角波の周期 T_{p1} , T_{p2} , T_{p3} をそれぞれ時間 T , $2T$, $4T$ とした。

【0075】

これらの逆数であるスイッチング周波数は、高くなればスイッチング損失が増え電源効率は下がるが、負荷変動に対する応答性は上がり、低くなれば、その逆になる。例えば、上記において、 $T_{p1} = T$ の電源チャネルは、消費電流が比較的小さいが、動作周波数が比較的高く負荷変動が大きい CPU を想定する。

【0076】

$T_{p3} = 4T$ の電源チャネルは、消費電流が比較的大きく、動作周波数が比較的低く負荷変動が小さい FPG A を想定する。 $T_{p2} = 2T$ の電源チャネルは、これらの中間である GPU を想定する。

【0077】

遷移判定部 56 は、クロック生成部 26 からのタイミング信号、すなわち周期 $T_s = T / 10$ をトリガにして、中間制御信号 C' をサンプリングする。このタイミング信号が計測タイミング信号となる。

【0078】

そして、サンプリングされた各信号を用いて演算処理することにより、各電源チャネルの必要遅延量を導出して、遅延部 54 に指令信号を送る。遷移判定部 56 による遷移判定に関する詳細は、後述する。

【0079】

ここでは、遷移判定部 56 の演算処理の結果、遅延部 54 - 1, 54 - 2, 54 - 3 への遅延量の指令信号は、それぞれ $T_{d1} = 0$ 、 $T_{d2} = 3T_s$ 、 $T_{d3} = 5T_s$ になったとして説明を進める。

【0080】

遅延部 54 は、遷移判定部 56 からの遅延量の指令信号を受けて、それに合わせて中間制御信号 C' を遅延させる。その結果、遅延部 54 - 1, 54 - 2, 54 - 3 は、制御信号 $C1 (= C1')$ 、 $C2 (= C2' + 3T_s)$ 、 $C3 (= C3' + 5T_s)$ を出力する

10

20

30

40

50

に至る。

【 0 0 8 1 】

遷移判定処理について

図 7 は、図 6 の遷移管理部 2 5 が実行する遷移判定処理の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 8 2 】

遷移判定処理は、電源回路 2 1 0 の入力電流 I_{inS} の電流リップルを低減する処理である。ここでは、遷移管理部 2 5 が伝導ノイズの瞬間値を検出する例を示す。また、図 5 と同様に、簡略化のため、遷移管理部 2 5 は、3 個の電源チャンネル用であるものとして説明する。

【 0 0 8 3 】

まず、遷移管理部 2 5 は、遷移判定処理を開始すると、該遷移管理部 2 5 が有する内部のカウンタ値 t を 0 に更新し、設定された動作モードの制御情報を管理データベース 2 7 から読み込む (ステップ S 1 0 1)。この管理データベース 2 7 の詳細については後述する。

【 0 0 8 4 】

続いて、クロック生成部 2 6 から出力されるタイミング信号を受け取るまで待機する (ステップ S 1 0 2)。そして、タイミング信号を受け取ったら、カウンタ値 t をインクリメントし、各電源チャンネルの中間制御信号 C_1' , C_2' , C_3' をタイミング信号に合わせてサンプリングした $C_1'(t)$, $C_2'(t)$, $C_3'(t)$ を取得する (ステップ S 1 0 3)。

【 0 0 8 5 】

その後、これらのサンプリング値に基づいて、スイッチング回路 2 2 - 1, 2 2 - 2, 2 2 - 3 の入力電流のサンプリング値である電流 $I_{in1}(t)$, $I_{in2}(t)$, $I_{in3}(t)$ 、電源回路の入力電流 $I_{inS}(t)$ 、およびこれらの時間当たりの変化量 $I_{in1}(t)$, $I_{in2}(t)$, $I_{in3}(t)$, $I_{inS}(t)$ を下記の式 2 ~ 式 5 にしたがって計算する (ステップ S 1 0 4)。

【 0 0 8 6 】

ここで、 I_{mN} は、管理データベース 2 7 から読み取った制御情報の 1 つである電流係数である。

【 0 0 8 7 】

【 数 2 】

$$I_{inN}(t) = I_{mN} C_N'(t) \quad (\text{式2})$$

【 0 0 8 8 】

【 数 3 】

$$I_{inS}(t) = \sum_{K=1}^N I_{inK}(t) \quad (\text{式3})$$

【 0 0 8 9 】

【 数 4 】

$$\Delta I_{inN}(t) = \frac{I_{inN}(t) - I_{inN}(t-1)}{T_s} \quad (\text{式4})$$

【 0 0 9 0 】

10

20

30

40

【数5】

$$\Delta I_{inS}(t) = \frac{I_{inS}(t) - I_{inS}(t-1)}{T_s} \quad (\text{式5})$$

この電源回路210の入力電流の時間当たりの変化量 $I_{inS}(t)$ の絶対値が、管理データベース27から読み取った制御情報の1つである電流変動しきい値 I_{th} よりも大きいかどうか判定する(ステップS105)。

【0091】

小さい場合は、後述するステップS109の処理に進み、大きい場合は、ステップS106の処理において、 $|I_{inS}(t)|$ が I_{th} を下回るように処理を行う。 10

【0092】

具体的には、管理データベース27から読み取った制御情報の1つである優先順位情報により、優先順位の高い電源チャンネルの $I_{inN}(t)$ を、 $I_{inS}(t)$ から減算する。

【0093】

そして、その減算結果を $I_{inS}(t)$ に置き換え、下記の式が成立するまで同様の減算を繰り返す(ステップS106)。ここでは、優先順位にしたがって減算したが、 $|I_{inN}(t)|$ が大きい電源チャンネルから減算してもよい。

【0094】

20

【数6】

$$|\Delta I_{inS}(t)| < \Delta I_{th} \quad (\text{式6})$$

そして、全ての電源チャンネルを減算する前に上記の式6が成立するか否かを判定し(ステップS107)、成立しない場合は、電源を管理するECUなどの上位システムにワーニングを出力する(ステップS110)。これにより、本処理が終了となる。

【0095】

一方、成立する場合には、減算した電源チャンネルについて、管理データベース27から読み取った制御情報の1つである遅延量 T_{dN} だけ遅延させるように、遅延部54に指令信号を送る(ステップS108)。 30

【0096】

最後に、この一連の処理フローの間に、上位システムからの動作モードの切り替え指令の有無を確認する(ステップS109)。切り替え指令がありの場合には、本処理を終了し、なしの場合には、ステップS102の処理に戻って本処理を継続する。

【0097】

ここでは、伝導ノイズの瞬間値を検出する例を示したが、時間平均値を検出する場合も類似の手法が適用可能である。例えば、上述した $I_{inN}(t)$ や $I_{inS}(t)$ を、サンプル数一定としたカウンタ値 t までの時間平均値に置き換えてもよい。

【0098】

40

管理データベースの構成例

図8は、図3の電源回路210が有する管理データベース27におけるデータ構成の一例を示す説明図である。

【0099】

管理データベース27は、動作モード72と該当モードの遷移判定処理のパラメータである制御情報73-1~制御情報73-6とが対応付けされている。ここで、制御情報73-1~制御情報73-6を総称する場合には、単に制御情報73と記載する。管理データベース27は、遷移管理部25によって参照される。

【0100】

50

ここでは、動作モード72は、自動運転における適用例を示しており、例えば市街地走

行モードであるモード A、高速道路走行モードであるモード B、駐車モードであるモード C、および ECU の異常検出時のモードであるモード D としている。

【0101】

これら動作モード 72 に対応する制御情報 73 において、制御情報 73 - 1 には伝導ノイズの検出モード情報が格納されている。この場合、制御情報 73 - 1 は、通常動作時、すなわちモード A ~ C では、瞬間値検出と平均値検出とを行うが、モード ECU 異常、すなわちモード D の緊急時には、瞬間値検出のみを実施する設定となる。

【0102】

制御情報 73 - 2 には、例えば中間制御情報 C' をサンプリングするタイムスパン T_s の情報が格納されている。より高精度な検出をするために、動作モードに応じてタイムスパンを小さくしてもよいし、あるいはより低遅延な演算処理をするためにタイムスパンを大きく設定するようにしてもよい。

10

【0103】

タイムスパンを可変とする場合は、クロック生成部 26 にそれに合わせたクロックを生成するように指令信号を出力して制御してもよい。あるいは予めクロック生成部 26 に短周期のタイミング信号を生成させておき、遷移判定部 56 にて適宜間引いて使用してもよい。

【0104】

制御情報 73 - 3 には、電流変動しきい値 I_{th} の情報が格納されている。瞬間値検出と平均値検出でそれぞれ電流変動しきい値を I_{thpk} 、 I_{thav} と分けて設定してもよい。これらの数値は、例えば伝導ノイズの標準規格値を参考に設定する。

20

【0105】

制御情報 73 - 4 には、各スイッチング回路 22 の入力電流を計算する電流係数 $I_{m1} \sim I_{mN}$ の情報が格納される。この電流係数 $I_{m1} \sim I_{mN}$ は、例えば各スイッチング回路 22 に接続される負荷に流れる最大電流をシミュレーションや実測により予め導出しておき、それに基づいて設定される。

【0106】

制御情報 73 - 5 には、各電源チャネルに対応した遅延量 $T_{d1} \sim T_{dN}$ の情報が格納されている。遷移管理部 25 は、この情報に応じて遅延部 54 に遅延させる遅延量を決定する。

30

【0107】

制御情報 73 - 6 には、各電源チャネルの遷移管理の優先順位に関する情報が格納されている。ここでの優先順位が高いものほど、遅延させる優先度が高くなる。言い換えれば高信頼な演算を司るコアロジックなどに電源供給する電源チャネルは、優先度が低く設定される。

【0108】

このように、動作モードに応じて遷移判定処理を変更してもよい。管理データベース 27 は、例えば、クラウド上のサーバなどから OTA により無線ネットワーク経由で自動運転の動作モードや制御情報を追加変更してもよい。

【0109】

はじめに、サーバにデータベース追加の指示が設定されると、更新データが図 1 の車載システム 10 の無線通信部 105 に転送される。無線通信部 105 は、受信した更新データを自律走行制御 ECU 201 の遷移管理部 25 に転送する。これにより、自動運転の動作モードや制御情報など追加変更の処理が完了する。

40

【0110】

これにより、自動運転の動作モードに求められる演算負荷、例えば性能や遅延などに応じて柔軟に遷移判定処理を再設定させることができる。さらに、新しい自動運転の動作モードを追加する場合などにおいても、利用中の動作モードには影響を与えることなく、その追加する動作モードにて利用する遷移管理情報を電源回路 210 に追加導入することができる。

50

【0111】

例えば車両の周辺環境あるいは図2のSoC211の演算処理に応じて、制御情報73-3の電流変動しきい値 I_{th} を設定するようにしてもよい。具体的には、市街地走行モードであるモードAにおいて、市街地走行が行われる場合に、道路の混雑状況、例えば渋滞時があるいは渋滞していないかなどの状況に応じて電流変動しきい値 I_{th} を設定する。これは、高速道路走行モードであるモードBにおいても同様である。これにより、より緻密に制御信号Cを生成することができ、入力電流の伝導ノイズを精度よく低減することができる。

【0112】

効果

続いて、図9および図10を用いて効果を説明する。

【0113】

図9は、本発明者の検討による電源回路における各信号波形の一例を示す模式図である。

【0114】

この図9は、図7などに示した遷移判定処理による遅延制御の機能を有していない遷移管理部による例を示しており、上方から下方にかけて、遷移管理部から出力される制御信号C1~C3、スイッチング回路への入力電流 I_{in1} ~ I_{in3} 、および電源回路の入力電流 I_{inS} の各波形の信号タイミングをそれぞれ示している。また、横軸は、図7にて説明したタイミング信号である。

【0115】

この場合、図6において説明したとおり、各制御信号の周期 T_{p1} , T_{p2} , T_{p3} は、それぞれ T , $2T$, $4T$ とし、また、クロック生成部26からのタイミング信号の周期 T_s は、 $T/10$ としている。

【0116】

各制御信号C1~C3によってスイッチング回路への入力電流は、 I_{in1} ~ I_{in3} のような挙動を示し、その総和である電源回路への入力電流波形は I_{inS} のようになる。

【0117】

ここで、図9に示すポイントA1 ($t = 2 \sim 3$) において、制御信号C1, C2, C3は、同時にlowからhighに立ち上がっており、この結果、 I_{inS} は、ポイントA3において、伝導ノイズ標準規格値を参考に設定した電流変動しきい値 I_{th} よりも大きな $I_{inS}(3)$ を持つ。

【0118】

また、図9のポイントA2においても、制御信号C1と制御信号C2とが同時に立ち上がっていることが見て取れる。これにより、ポイントA4にて発生する伝導ノイズは、ポイントA3の伝導ノイズに比べて小さいため、まずはポイントA3の伝導ノイズを低減することが最優先事項である。

【0119】

図10は、図6に示す遷移管理部25が有する電源回路210における各信号波形の一例を示す模式図である。

【0120】

図10においても、上方から下方にかけては、遷移管理部25から出力される制御信号C1~C3、スイッチング回路22への入力電流 I_{in1} ~ I_{in3} 、および電源回路210の入力電流 I_{inS} の各波形の信号タイミングをそれぞれ示している。また、横軸は、図7にて説明したタイミング信号である。

【0121】

この場合、図6および図7などにて説明した遷移判定処理により、 $I_{inS}(3)$ が電流変動しきい値 I_{th} を超えないように、制御信号C2, C3の制御信号を図9に比べて、それぞれ $3T_s$, $5T_s$ 遅延させている。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 2 】

その結果、図 9 におけるポイント A 3 での $I_{inS}(3)$ は、図 10 におけるポイント B 3 に示す通り、大きく低減されており I_{th} よりも下回る。逆に、図 10 のポイント B 4 における I_{inS} の方がポイント B 3 のそれよりも大きくなるが、 I_{th} よりも小さく収まる。

【 0 1 2 3 】

本実施の形態に示した例では、2つのスイッチング回路のスイッチング周波数の整数倍となるように三つ目のスイッチング回路のスイッチング周波数を選定しているため、遅延制御を一度行うだけで、それ以降の遅延制御をほぼ行う必要がない。また、ここでは、3つのスイッチング回路のスイッチング周波数を全て異ならせたが、1つだけ異ならせるだけでも本実施の形態に近い効果が得られる。

10

【 0 1 2 4 】

このように、複数のスイッチング回路 2 2 の入力電流の変化量の合計値に基づいて、制御信号の遅延量を制御することにより、多数の電源チャネルを持つ自動運转向けのなど制御装置においても、入力電流の伝導ノイズを効果的に低減することができる。

【 0 1 2 5 】

その結果、信頼性の高い電子制御装置、すなわち自律走行制御 ECU 2 0 1 を提供することができる。また、大容量の入力コンデンサなどが不要となるので、自律走行制御 ECU 2 0 1 の小型化および低コスト化を実現することができる。

【 0 1 2 6 】

20

(実施の形態 2)

前記実施の形態 1 では、遷移管理部 2 5 が制御信号の遅延を動的に制御して、伝導ノイズを低減させていたが、本実施の形態 2 においては、静的な制御をする技術について説明する。

【 0 1 2 7 】

遷移管理部の構成例

図 1 1 は、本実施の形態 2 による遷移管理部 2 5 における構成の一例を示す説明図である。

【 0 1 2 8 】

以下、図 1 1 を用いて、前記実施の形態 1 と大きく異なる遷移管理部 2 5 を中心に説明する。ここでは、遷移管理部 2 5 は、簡略化のため 3 個の電源チャネル用の遷移判定処理を行うものとして説明する。

30

【 0 1 2 9 】

遷移管理部 2 5 は、図 1 1 に示すように、レベルシフト部 5 1 - 1 ~ 5 1 - 3、出力誤差検出部 5 2 - 1 ~ 5 2 - 3、制御信号生成部 5 3 - 1 ~ 5 3 - 3、遅延部 5 4 - 1 ~ 5 4 - 3、および基準電圧生成部 5 5 を備える。図 1 1 の遷移管理部 2 5 が前記実施の形態 1 の図 6 の遷移管理部 2 5 と異なるところは、遷移判定部 5 6 が設けられていない点である。

【 0 1 3 0 】

以下、レベルシフト部 5 1 - 1 ~ 5 1 - 3 を総称する場合には、単にレベルシフト部 5 1 と記載し、出力誤差検出部 5 2 - 1 ~ 5 2 - 3 を総称する場合には、単に出力誤差検出部 5 2 と記載する。

40

【 0 1 3 1 】

また、制御信号生成部 5 3 - 1 ~ 5 3 - 3 を総称する場合には、単に制御信号生成部 5 3 と記載し、遅延部 5 4 - 1 ~ 5 4 - 3 を総称する場合には、単に遅延部 5 4 と記載する。

【 0 1 3 2 】

レベルシフト部 5 1 は、負荷への出力電圧 V_{out} を基準電圧 V_{ref} とコンパラブルになるように電圧変換して、次段の出力誤差検出部 5 2 へ出力する。出力誤差検出部 5 2 は、レベルシフト部 5 1 からの入力電圧と基準電圧 V_{ref} との差分を出力する。基準電

50

圧生成部 5 5 は、基準電圧 V_{ref} を生成する。

【 0 1 3 3 】

制御信号生成部 5 3 は、クロック生成部 2 6 から入力された三角波と出力誤差検出部 5 2 から出力される差分から PWM 信号である中間制御信号 $C 1'$ 、 $C 2'$ 、 $C 3'$ を生成する。

【 0 1 3 4 】

ここでは例として、クロック生成部 2 6 から制御信号生成部 5 3 - 1、5 3 - 2、5 3 - 3 に入力される三角波の周期 $T p 1$ 、 $T p 2$ 、 $T p 3$ はそれぞれ T 、 $2 T$ 、 $4 T$ とした。

【 0 1 3 5 】

遅延部 5 4 は、中間制御信号 $C 1'$ 、 $C 2'$ 、 $C 3'$ を予め設定された遅延量 $T d 1$ 、 $T d 2$ 、 $T d 3$ だけ遅延させて制御信号 $C 1$ 、 $C 2$ 、 $C 3$ を出力する。遅延部 5 4 の遅延量は、予め設定されている。

【 0 1 3 6 】

この遅延量は、例えばスイッチング周波数を上記のように定めた時に各スイッチング回路の遅延量をどのように設定すれば伝導ノイズが許容値に収まるかどうかを予め実測もしくはシミュレーションすることによって導出して設定する。

【 0 1 3 7 】

このように、遅延部 5 4 の遅延量が固定されているために、電源回路 2 1 0 には、管理データベース 2 7 が不要となる。よって、この場合、電源回路 2 1 0 は、前記実施の形態 1 の図 3 に示す構成から管理データベース 2 7 を除いた構成となる。

【 0 1 3 8 】

これによっても、前記実施の形態 1 の図 1 0 と同様の電流波形が得られる。その結果、伝導ノイズを小さく抑制することができる。本例では、3つのスイッチング回路のスイッチング周波数が全て異なるようにしたが、例えば1つのスイッチング周波数のみが異なるようにするだけでも良好に伝導ノイズを抑制する効果が得られる。

【 0 1 3 9 】

以上により、管理データベース 2 7 および遷移判定部 5 6 を不要とすることができるので、自律走行制御 ECU 2 0 1 をより低コストにすることができる。

【 0 1 4 0 】

(実施の形態 3)

前記実施の形態 1 では、スイッチング回路 2 2 の入力電流 I_{in} を中間制御信号 C' から推定する構成としていたが、本実施の形態 3 においては、入力電流 I_{in} を直接計測して、高精度に伝導ノイズをコントロールする技術について説明する。

【 0 1 4 1 】

電源回路の構成例

以下、図 1 2 および図 1 3 を用いて、前記実施の形態 1 と異なる電源回路および遷移管理部を中心に説明する。

【 0 1 4 2 】

図 1 2 は、本実施の形態 3 による電源回路 2 1 0 における構成の一例を示すブロック図である。

【 0 1 4 3 】

図 1 2 の電源回路 2 1 0 において、図 3 の電源回路 2 1 0 と異なるところは、電流計測部である電流センサ 2 8 - 1 ~ 2 8 - N が新たに設けられた点である。電流センサ 2 8 - 1 ~ 2 8 - N を総称する場合は、単に電流センサ 2 8 と記載する。

【 0 1 4 4 】

電流センサ 2 8 - 1 ~ 2 8 - N は、スイッチング回路 2 2 - 1 ~ 2 2 - N の入力部それぞれ設けられており、入力電流 $I_{in 1}$ ~ $I_{in N}$ を計測する。

【 0 1 4 5 】

これら電流センサ 2 8 が計測した計測結果は、遷移管理部 2 5 に送られて、後述する遷

10

20

30

40

50

移判定処理に用いられる。なお、電流センサ 28 は、例えばカレントトランスやホール素子、あるいは GMR (Giant Magneto Resistive effect) 素子などを用いた電流検出回路を用いるようにしてもよい。また、より高精度な電流計測を行う場合には、電源回路 210 の入力電流 I_{in} を計測する電流センサを追加してもよい。

【0146】

遷移管理部の構成例

図 13 は、図 12 の電源回路 210 が有する遷移管理部 25 における構成の一例を示す説明図である。

【0147】

ここでは簡略化のため、遷移管理部 25 が 3 個の電源チャネル用の遷移判定処理を行うものとして説明する。

10

【0148】

遷移管理部 25 は、レベルシフト部 51 - 1 ~ 51 - 3、出力誤差検出部 52 - 1 ~ 52 - 3、制御信号生成部 53 - 1 ~ 53 - 3、遅延部 54 - 1 ~ 54 - 3、基準電圧生成部 55、および遷移判定部 56 を備える。

【0149】

レベルシフト部 51 は、負荷への出力電圧 V_{out} を、基準電圧生成部 55 が生成する基準電圧 V_{ref} とコンパラブルになるように電圧変換して、次段の出力誤差検出部 52 へ出力する。

【0150】

出力誤差検出部 52 は、レベルシフト部 51 から出力される電圧と基準電圧 V_{ref} との差分を出力する。制御信号生成部 53 は、クロック生成部 26 から入力された三角波と出力誤差検出部 52 から出力される差分から PWM 信号である中間制御信号 $C1'$ 、 $C2'$ 、 $C3'$ を生成する。

20

【0151】

ここでは例として、クロック生成部 26 から制御信号生成部 53 - 1、53 - 2、53 - 3 に入力される三角波の周期 $Tp1$ 、 $Tp2$ 、 $Tp3$ はそれぞれ T 、 $2T$ 、 $4T$ とした。

【0152】

遷移判定部 56 は、クロック生成部 26 から出力されるタイミング信号 (周期 $T_s = T/10$) をトリガにして、電流センサ 28 で計測された入力電流 I_{in} をサンプリングする。

30

【0153】

そして、これらのサンプリング値を用いて演算処理することにより、各電源チャネルの必要遅延量を導出して遅延部 54 に指令信号を送る。ここでは、遷移判定部 56 の演算処理の結果、遅延部 54 - 1、54 - 2、54 - 3 への遅延量の指令信号は、それぞれ $Td1 = 0$ 、 $Td2 = 3T_s$ 、 $Td3 = 5T_s$ になったとしている。

【0154】

遅延部 54 は、遷移判定部 56 からの遅延量指令を受けて、それに合わせて中間制御信号 C' を遅延させる。その結果、遅延部 54 - 1、54 - 2、54 - 3 は制御信号 $C1$ ($= C1'$)、 $C2$ ($= C2' + 3T_s$)、 $C3$ ($= C3' + 5T_s$) を出力する。

40

【0155】

以上により、スイッチング回路 22 の入力電流を電流センサ 28 によって計測し、その変化量の合計値に基づいて、制御信号の遅延量を予め設定することにより、多数の電源チャネルを持つ電子制御装置、すなわち自律走行制御 ECU 201 においても、入力電流の伝導ノイズをより高精度にコントロールすることができる。

【0156】

それにより、信頼性が高い自律走行制御 ECU 201 を提供することができる。また、大容量の入力コンデンサなどを不要にすることができるので、自律走行制御 ECU 201 のコストを削減でき、小型化を実現することができる。

50

【 0 1 5 7 】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【 0 1 5 8 】

なお、本発明は上記した実施の形態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、上記した実施の形態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。

【 0 1 5 9 】

また、ある実施の形態の構成の一部を他の実施の形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施の形態の構成に他の実施の形態の構成を加えることも可能である。また、各実施の形態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。

10

【 0 1 6 0 】

また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記録装置、または、ICカード、SDカード、DVDなどの記録媒体に置くことができる。

20

【 0 1 6 1 】

また、制御線や情報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情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 1 6 2 】

- 1 0 車載システム
- 2 1 負荷
- 2 2 スイッチング回路
- 2 3 コイル
- 2 4 コンデンサ
- 2 5 遷移管理部
- 2 6 クロック生成部
- 2 7 管理データベース
- 2 8 電流センサ
- 4 1 スイッチ
- 4 2 ダイオード
- 4 3 スイッチ
- 5 1 レベルシフト部
- 5 2 出力誤差検出部
- 5 3 制御信号生成部
- 5 4 遅延部
- 5 5 基準電圧生成部
- 5 6 遷移判定部
- 1 0 1 カメラ
- 1 0 2 レーダ
- 1 0 3 自車位置センサ
- 1 0 4 自動運転ボタン
- 1 0 5 無線通信部
- 1 0 6 補助制御 ECU

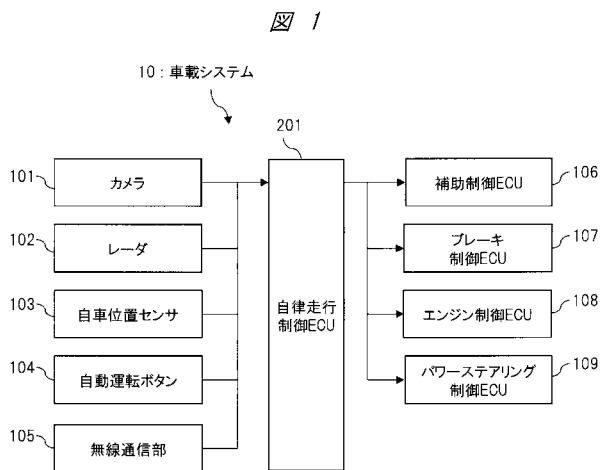
30

40

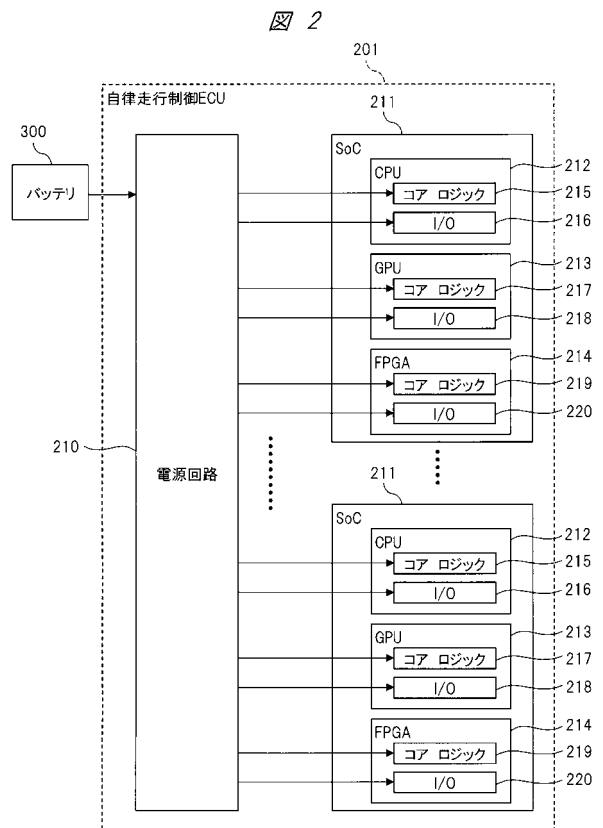
50

- 107 ブレーキ制御 ECU
- 108 エンジン制御 ECU
- 109 パワーステアリング制御 ECU
- 201 自律走行制御 ECU
- 210 電源回路
- 215 コアロジック
- 216 入出力回路
- 217 コアロジック
- 218 入出力回路
- 219 コアロジック
- 220 入出力回路
- 300 バッテリ

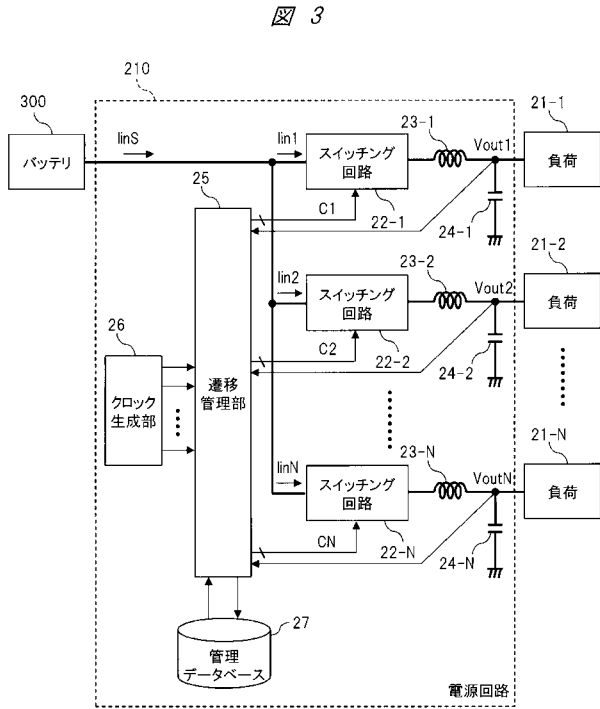
【 図 1 】



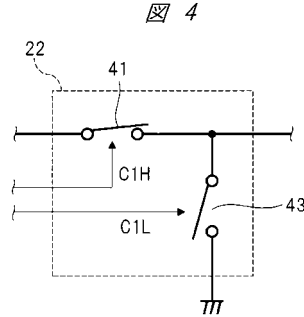
【 図 2 】



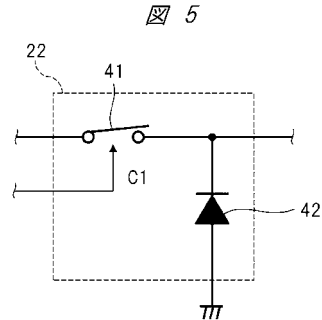
【図3】



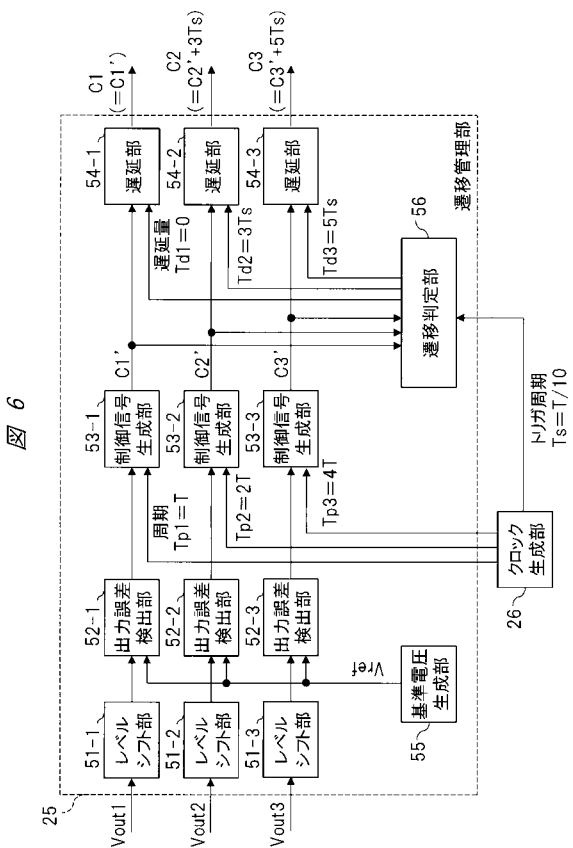
【図4】



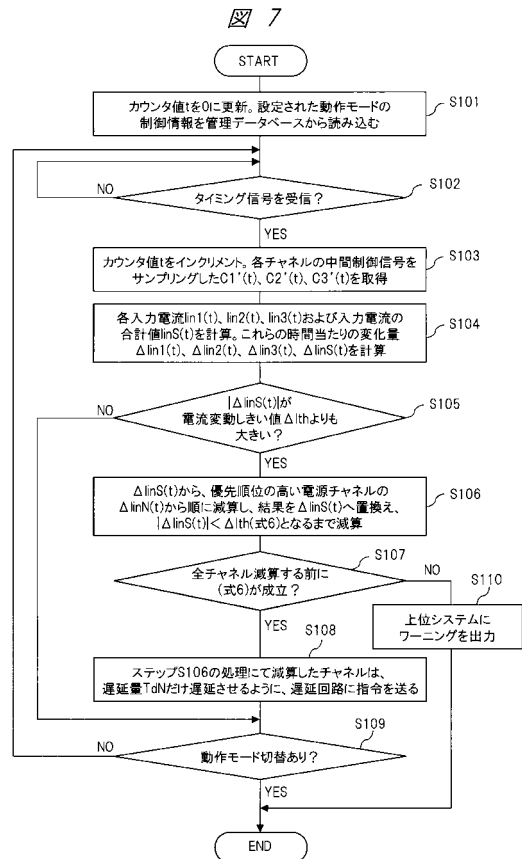
【図5】



【図6】



【図7】

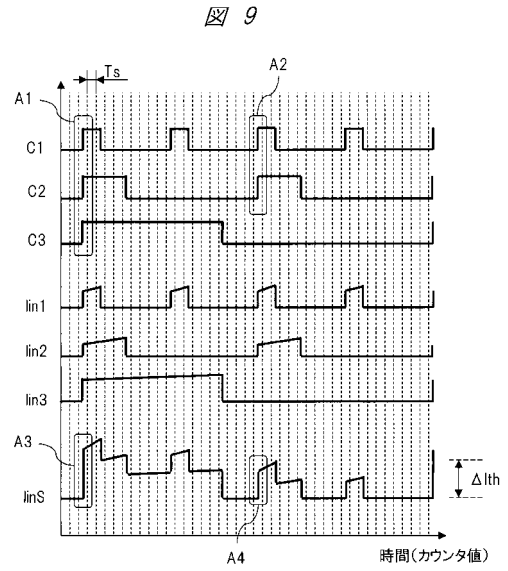


【図8】

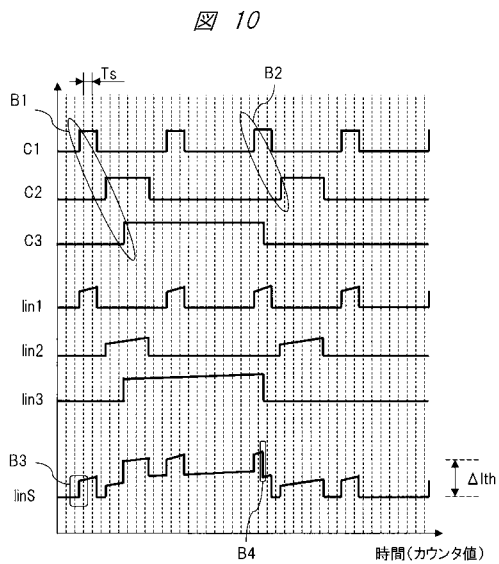
図 8

動作モード	制御情報 (検出モード)	制御情報 (タイム スパン)	制御情報 (電流変動 しきい値)	制御情報 (電流係数)	制御情報 (遅延量)	制御情報 (優先順)
モードA (市街地走行)	瞬間値 & 平均値 検出	$T_s = T_{s,a}$	$\Delta I_{thpk} = \Delta I_{thpk,a}$ $\Delta I_{thav} = \Delta I_{thav,a}$	$Im1 = Im1a$ $Im2 = Im2a$ ⋮ $ImN = ImNa$	$Td1 = Td1a$ $Td2 = Td2a$ ⋮ $TdN = TdNa$	$1 < 2 < 3 < \dots < N$
モードB (高速道路走行)	瞬間値 & 平均値 検出	$T_s = T_{s,b}$	$\Delta I_{thpk} = \Delta I_{thpk,b}$ $\Delta I_{thav} = \Delta I_{thav,b}$	$Im1 = Im1b$ $Im2 = Im2b$ ⋮ $ImN = ImNb$	$Td1 = Td1b$ $Td2 = Td2b$ ⋮ $TdN = TdNb$	$1 < 2 < 3 < \dots < N$
モードC (駐車)	瞬間値 & 平均値 検出	$T_s = T_{s,c}$	$\Delta I_{thpk} = \Delta I_{thpk,c}$ $\Delta I_{thav} = \Delta I_{thav,c}$	$Im1 = Im1c$ $Im2 = Im2c$ ⋮ $ImN = ImNc$	$Td1 = Td1c$ $Td2 = Td2c$ ⋮ $TdN = TdNc$	$1 < 2 < 3 < \dots < N$
モードD (ECU異常)	瞬間値検出 のみ	$T_s = T_{s,d}$	$\Delta I_{thpk} = \Delta I_{thpk,d}$ ⋮	$Im1 = Im1d$ $Im2 = Im2d$ ⋮ $ImN = ImNd$	$Td1 = Td1d$ $Td2 = Td2d$ ⋮ $TdN = TdNd$	$1 < 2 < 3 < \dots < N$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

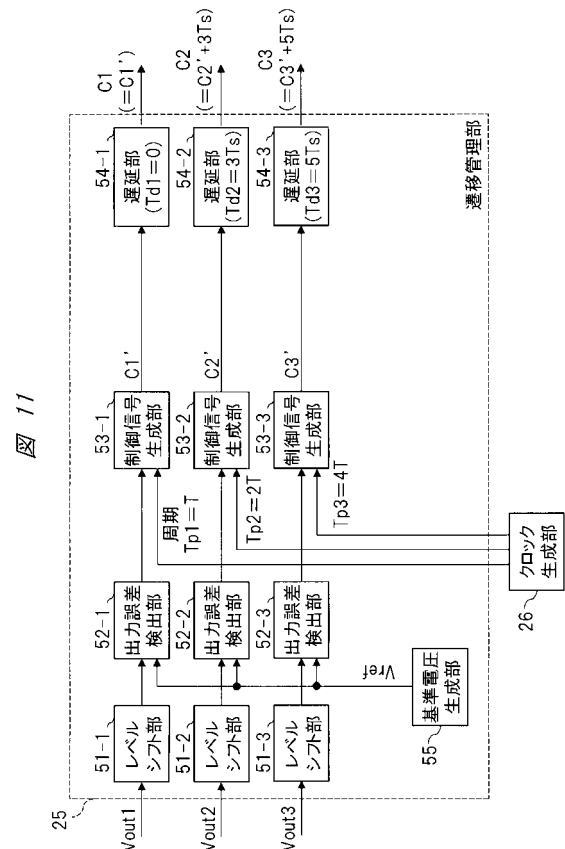
【図9】



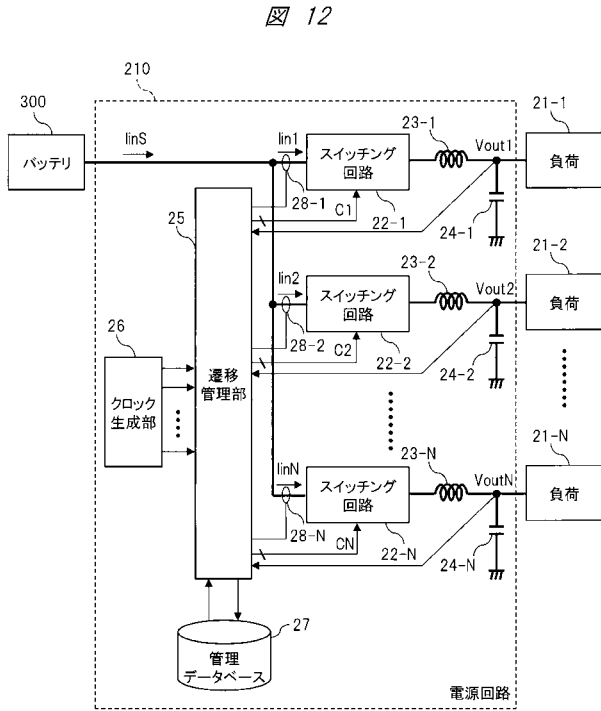
【図10】



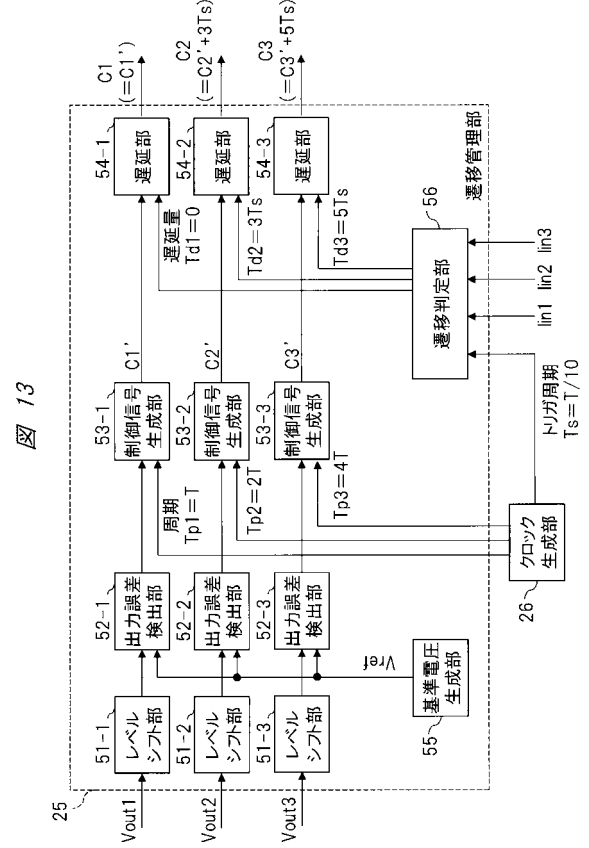
【図11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H730 AA02 AS05 BB13 BB84 BB88 EE08 EE13 EE59 FD01 FF06
FG05