

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5435765号
(P5435765)

(45) 発行日 平成26年3月5日(2014.3.5)

(24) 登録日 平成25年12月20日(2013.12.20)

(51) Int.Cl.

H02M 3/28 (2006.01)

F 1

H02M 3/28
H02M 3/28H
L

請求項の数 24 外国語出願 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2008-99734 (P2008-99734)
 (22) 出願日 平成20年4月7日 (2008.4.7)
 (65) 公開番号 特開2008-259417 (P2008-259417A)
 (43) 公開日 平成20年10月23日 (2008.10.23)
 審査請求日 平成23年4月6日 (2011.4.6)
 (31) 優先権主張番号 60/922,193
 (32) 優先日 平成19年4月6日 (2007.4.6)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 12/058,526
 (32) 優先日 平成20年3月28日 (2008.3.28)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 501315784
 パワー・インテグレーションズ・インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国・95138・カリフォルニア州・サンホゼ・ヘリヤー・アベニュー
 5245
 (74) 代理人 100064746
 弁理士 深見 久郎
 (74) 代理人 100085132
 弁理士 森田 俊雄
 (74) 代理人 100083703
 弁理士 仲村 義平
 (74) 代理人 100096781
 弁理士 堀井 豊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電力変換器の統合されたケーブル原因の電圧低下の補償のための方法と装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

配線網に連結された電力変換器用の集積回路制御器であって、
 スイッチのスイッチングを制御して前記電力変換器の出力を調節するためにドライブ信号を出力するスイッチング制御回路と、

スイッチング信号に応答して前記スイッチング制御回路に補償された基準電圧信号を出力するケーブル原因の電圧低下の補償器と
 を含み、前記スイッチング信号が前記ドライブ信号を表し、前記補償された基準電圧信号が前記配線網を横切る配線電圧と前記配線網に連結される負荷を横切る負荷電圧に応答する電圧値を表し、前記スイッチのスイッチングが前記補償された基準電圧信号とフィードバック信号に応答し、

前記ケーブル原因の電圧低下の補償器は、

前記スイッチング制御回路からの前記スイッチング信号に応答してスイッチング係数信号を出力するように連結されたスイッチング係数演算器と、

前記スイッチング係数信号に応答して前記補償された基準電圧信号を出力するように連結された電圧補償演算器とを含み、

前記スイッチング係数は、トータルサイクル数に対する、スイッチング事象が実行される前記スイッチング信号のサイクル数を判定することによって計算されるか、または、時間期間にわたる前記スイッチング信号の実行デューティ比を判定することによって計算される、集積回路制御器。

10

20

【請求項 2】

前記スイッチを通って流れるスイッチ電流に応答して電流限度到達信号を出力するよう連結された電流制限器をさらに含み、前記スイッチング制御回路が前記電流限度到達信号に応答して前記ドライブ信号を出力するように連結される、請求項 1 に記載の集積回路制御器。

【請求項 3】

前記スイッチング制御回路によって受信されるようにつながれるクロック信号を出力するよう連結された発振器をさらに含み、前記スイッチング制御回路が前記クロック信号に応答して前記ドライブ信号を出力するように連結される、請求項 1 に記載の集積回路制御器。

10

【請求項 4】

前記スイッチング係数演算器が前記スイッチング係数信号を生成するよう連結されたローパス・フィルタを含む、請求項 1 に記載の集積回路制御器。

【請求項 5】

前記電圧補償演算器がピーク電流限度調整信号にさらに応答して前記補償された基準電圧信号を出力するよう連結される、請求項 1 に記載の集積回路制御器。

【請求項 6】

前記電圧補償演算器が基準電圧にさらに応答して前記補償された基準電圧信号を出力するよう連結される、請求項 1 に記載の集積回路制御器。

20

【請求項 7】

前記スイッチング制御回路と前記ケーブル原因の電圧降下の補償器が单一のモノリシック・デバイス内に含まれる、請求項 1 に記載の集積回路制御器。

【請求項 8】

前記单一のモノリシック・デバイスが前記スイッチをさらに含む、請求項 7 に記載の集積回路制御器。

【請求項 9】

前記補償された基準電圧信号が、前記配線網を横切る前記配線電圧と前記配線網に連結される前記負荷を横切る前記負荷電圧の合計に応答する、請求項 1 に記載の集積回路制御器。

【請求項 10】

30

電力変換器を制御するための方法であって、

前記電力変換器の入力部から前記電力変換器の出力部へのエネルギーの伝達を制御するようスイッチをスイッチングさせるステップと、

トータルサイクル数に対する、スイッチング事象が実行されるスイッチング信号のサイクル数を判定するか、または、時間期間にわたる前記スイッチング信号の実行デューティ比を判定することによって、前記スイッチのスイッチングに応答してスイッチング係数を生成するステップと、

前記電力変換器の前記出力部に連結された配線網を横切る配線電圧と前記配線網に連結された負荷を横切る負荷電圧を補償するために基準電圧と前記スイッチング係数に応答して補償された基準電圧信号を生成するステップと、

40

前記補償された基準電圧信号とフィードバック信号に応答して前記スイッチのスイッチングを制御するステップと
を含む方法。

【請求項 11】

前記補償された基準電圧信号を生成するステップがさらに、
前記スイッチのピーク電流限度を変えるステップと、
前記スイッチの電流制限比を計算するステップと、
前記電流制限比、前記基準電圧、前記スイッチング係数にさらに応答して前記補償された基準電圧信号を生成するステップとを含む、請求項 10 に記載の電力変換器を制御するための方法。

50

【請求項 1 2】

前記スイッチの前記電流制限比が前記スイッチの前記ピーク電流限度と最大ピーク電流限度に応答して計算される、請求項 1_1 に記載の電力変換器を制御するための方法。

【請求項 1 3】

前記電力変換器の前記入力部を前記電力変換器の前記出力部から電気的に分離することをさらに含む、請求項 1_0 に記載の電力変換器を制御するための方法。

【請求項 1 4】

前記電力変換器のエネルギー伝達素子の補助巻線を横切る電圧を感知することに応答して前記フィードバック信号を生成することをさらに含む、請求項 1_0 に記載の電力変換器を制御するための方法。

10

【請求項 1 5】

電力変換器であって、

入力部と出力部を有するエネルギー伝達素子と、

前記電力変換器の出力に応答してフィードバック信号を生成するように前記エネルギー伝達素子に連結されたセンサと、

前記エネルギー伝達素子に連結されたスイッチのスイッチングを制御して前記電力変換器の出力を調節するためにドライブ信号を出力するスイッチング制御回路と、

スイッチング信号に応答して前記スイッチング制御回路に補償された基準電圧信号を出力するケーブル原因の電圧降下の補償器と

を含み、前記スイッチング信号が前記ドライブ信号を表し、前記補償された基準電圧信号が配線網を横切る配線電圧と前記配線網に連結される負荷を横切る負荷電圧に応答する電圧値を表し、前記スイッチのスイッチングが前記補償された基準電圧信号と前記フィードバック信号に応答し、

20

前記ケーブル原因の電圧降下の補償器は、

前記スイッチング制御回路からの前記スイッチング信号に応答してスイッチング係数信号を出力するように連結されたスイッチング係数演算器と、

前記スイッチング係数信号に応答して前記補償された基準電圧信号を出力するように連結された電圧補償演算器とを含み、

前記スイッチング係数は、トータルサイクル数に対する、スイッチング事象が実行される前記スイッチング信号のサイクル数を判定することによって計算されることによって計算されるか、または、時間期間にわたる前記スイッチング信号の実行デューティ比を判定することによって計算される、電力変換器。

30

【請求項 1 6】

前記スイッチを通って流れるスイッチ電流に応答して電流限度到達信号を出力するように連結された電流制限器をさらに含み、前記スイッチング制御回路が前記電流限度到達信号に応答して前記ドライブ信号を出力するように連結される、請求項 1_5 に記載の電力変換器。

【請求項 1 7】

前記電圧補償演算器が基準電圧にさらに応答して前記補償された基準電圧信号を出力するように連結される、請求項 1_5 に記載の電力変換器。

40

【請求項 1 8】

配線網に連結された電力変換器用の集積回路制御器であって、

スイッチのスイッチングを制御して前記電力変換器の出力を調節するためにドライブ信号を出力するスイッチング制御回路と、

スイッチング信号に応答して前記スイッチング制御回路に補償された基準電圧信号を出力するケーブル原因の電圧降下の補償器であって前記スイッチング信号が前記ドライブ信号を表し、前記補償された基準電圧信号が前記配線網を横切る配線電圧及び前記配線網に連結される負荷を横切る負荷電圧に応答する電圧値を表す補償器と、

前記スイッチを通って流れるスイッチ電流に応答して電流限度到達信号を出力するように連結された電流制限器であって前記スイッチのスイッチングが前記補償された基準電圧

50

信号、フィードバック信号、前記電流限度到達信号に応答する電流制限器とを含み、
前記ケーブル原因の電圧降下の補償器は、

前記スイッチング制御回路からの前記スイッチング信号に応答してスイッチング係数信号を出力するように連結されたスイッチング係数演算器と、

前記スイッチング係数信号に応答して前記補償された基準電圧信号を出力するように連結された電圧補償演算器とを含み、

前記スイッチング係数は、トータルサイクル数に対する、スイッチング事象が実行される前記スイッチング信号のサイクル数を判定することによって計算されるか、または、時間期間にわたる前記スイッチング信号の実行デューティ比を判定することによって計算される、集積回路制御器。

10

【請求項 19】

前記電圧補償演算器が基準電圧にさらに応答して前記補償された基準電圧信号を出力するように連結される、請求項 18 に記載の集積回路制御器。

【請求項 20】

配線網に連結された電力変換器用の集積回路制御器であって、

スイッチのスイッチングを制御して前記電力変換器の出力を調節するためにドライブ信号を出力するスイッチング制御回路と、

スイッチング信号に応答して前記スイッチング制御回路に補償された基準電圧信号を出力するケーブル原因の電圧降下の補償器であって、前記スイッチング信号が前記ドライブ信号を表し、前記補償された基準電圧信号が前記配線網を横切る配線電圧及び前記配線網に連結される負荷を横切る負荷電圧に応答する電圧値を表す、補償器と、

20

前記スイッチング制御回路によって受信されるようにつながれるクロック信号を出力するように連結された発振器であって、前記スイッチのスイッチングが前記補償された基準電圧信号、フィードバック信号、前記クロック信号に応答する、発振器とを含み、

前記ケーブル原因の電圧降下の補償器は、

前記スイッチング制御回路からの前記スイッチング信号に応答してスイッチング係数信号を出力するように連結されたスイッチング係数演算器と、

前記スイッチング係数信号に応答して前記補償された基準電圧信号を出力するように連結された電圧補償演算器とを含み、

前記スイッチング係数は、トータルサイクル数に対する、スイッチング事象が実行される前記スイッチング信号のサイクル数を判定することによって計算されるか、または、時間期間にわたる前記スイッチング信号の実行デューティ比を判定することによって計算される、集積回路制御器。

30

【請求項 21】

前記電圧補償演算器が基準電圧にさらに応答して前記補償された基準電圧信号を出力するように連結される、請求項 20 に記載の集積回路制御器。

【請求項 22】

配線網を介して負荷に電力を与えるための電力変換器用の集積回路制御器であって、前記集積回路制御器は

スイッチのスイッチングを制御して前記電力変換器の出力を調節するためにドライブ信号を出力するスイッチング制御回路を含み、前記スイッチング制御回路は前記ドライブ信号を表すスイッチング信号をさらに出力し、

40

前記スイッチング信号に応答して前記スイッチング制御回路に補償された基準電圧信号を出力して前記配線網にわたる配線電圧降下を補償するケーブル原因の電圧降下の補償器を含み、前記スイッチング制御回路は前記補償された基準電圧信号およびフィードバック信号に応答して前記スイッチのスイッチングを制御するために前記ドライブ信号を出力し、

前記ケーブル原因の電圧降下の補償器は、

前記スイッチング制御回路からの前記スイッチング信号に応答してスイッチング係数信号を出力するように連結されたスイッチング係数演算器と、

50

前記スイッチング係数信号に応答して前記補償された基準電圧信号を出力するように連結された電圧補償演算器とを含み、

前記スイッチング係数は、トータルサイクル数に対する、スイッチング事象が実行される前記スイッチング信号のサイクル数を判定することによって計算されるか、または、時間期間にわたる前記スイッチング信号の実行デューティ比を判定することによって計算される、集積回路制御器。

【請求項 2 3】

電力変換器を制御するための方法であって、

前記電力変換器の入力部から前記電力変換器の出力部にエネルギーを伝達するようにスイッチのスイッチングを制御するスイッチング制御回路によってドライブ信号を生成するステップと、

前記スイッチング制御回路によって、前記ドライブ信号を表わすスイッチング信号を生成するステップと、

トータルサイクル数に対する、スイッチング事象が実行されるスイッチング信号のサイクル数を判定するか、または、時間期間にわたる前記スイッチング信号の実行デューティ比を判定することによって、前記スイッチング信号に応答してスイッチング係数を生成するステップと、

前記電力変換器の前記出力部に連結された配線網を横切る配線電圧と前記配線網に連結された負荷を横切る負荷電圧とを補償するために基準電圧と前記スイッチング係数に応答して補償された基準電圧信号を生成するステップと、

前記補償された基準電圧信号とフィードバック信号とに応答して前記スイッチのスイッチングを制御するステップとを含む、方法。

【請求項 2 4】

配線網を介して負荷に電力を与えるための電力変換器であって、前記電力変換器は

入力部と出力部を有するエネルギー伝達素子と、

前記電力変換器の出力に応答してフィードバック信号を生成するように前記エネルギー伝達素子に連結されたセンサと、

前記エネルギー伝達素子に連結されたスイッチのスイッチングを制御して前記電力変換器の出力を調節するためにドライブ信号を出力するスイッチング制御回路とを含み、前記スイッチング制御回路は前記ドライブ信号を表すスイッチング信号をさらに出力し、さらに

前記スイッチング信号に応答して前記スイッチング制御回路に補償された基準電圧信号を出力して前記配線網にわたる配線電圧降下を補償するケーブル原因の電圧降下の補償器を含み、

前記スイッチング制御回路は前記補償された基準電圧信号および前記フィードバック信号に応答して前記スイッチのスイッチングを制御するために前記ドライブ信号を出力し、

前記ケーブル原因の電圧降下の補償器は、

前記スイッチング制御回路からの前記スイッチング信号に応答してスイッチング係数信号を出力するように連結されたスイッチング係数演算器と、

前記スイッチング係数信号に応答して前記補償された基準電圧信号を出力するように連結された電圧補償演算器とを含み、

前記スイッチング係数は、トータルサイクル数に対する、スイッチング事象が実行される前記スイッチング信号のサイクル数を判定することによって計算されるか、または、時間期間にわたる前記スイッチング信号の実行デューティ比を判定することによって計算される、電力変換器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は概して電力変換器に関し、さらに特定すると本発明は電力変換器の電圧調節に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

本出願は2007年4月6日に提出された「Method And Apparatus For Integrated Cable Drop Compensation Of A Power Converter」という表題の米国特許仮出願第60/922193号の恩典を権利主張するものである。

【0003】

携帯電話、携帯情報端末(PDA)、ラップトップ等の多くの電気器具は、比較的低電圧のDC電力の電源によって電力が供給される。電力は、一般に、高電圧AC電力として壁付コンセントを通じて供給されるため、典型的には電力変換器と称する器具は、高電圧AC電力を低電圧DC電力に変換することが必要である。低電圧DC電力は、電力変換器によって器具に直接提供されてもよく、エネルギーを器具に提供するが、蓄積されたエネルギーが尽きると充電が必要となる充電式電池を充電するのに使用されてもよい。典型的には、電池は、電池が必要とする一定電流と一定電圧の要件を満たす電力変換器を含む電池充電器で充電される。DVDプレーヤ、コンピュータのモニタ、TVなどの他の電気デバイスもやはりデバイス動作のための電力変換器を必要とする。これらのデバイス内の電力変換器もやはりデバイスの要求条件に合致した出力電圧及び電流を供給しなければならない。作動中、電力変換器は、広くは負荷と称される電池のような電気器具に供給される出力電力を調整するためのコントローラを使用する。より具体的には、そのコントローラは、負荷に供給される電力を調整するために、電力変換器の出力のフィードバック情報を提供するセンサに結合される。コントローラは、電力線のような入力電力源から出力にエネルギー・パルスを転送するために、センサからのフィードバック情報に応答して、電力スイッチをオン・オフさせるように制御することによって負荷への電力を調整する。使用される1つの特定のタイプの電力変換器はフライバック電力変換器である。フライバック電力変換器では、エネルギー伝達素子は電力変換器の入力側を出力側から電気的に分離することが可能である。電気的な分離は、電力変換器の入力側と出力側との間でDC電流が流れるのを阻止し、安全な調節を満足するために通常必要とされる。

【0004】

電力変換器制御回路は数多くの目的及び用途のために使用される。集積型制御回路の外側の部品の数を削減することが可能な制御回路機能の統合に関する需要が存在する。外部部品数のこの削減は電力変換器の小型化を可能にして携帯性を向上させ、電力変換器設計を仕上げるために必要とされる設計段階の数を削減し、かつ最終製品の信頼性を高める。さらに、削減された部品数は電力変換器の動作におけるエネルギー効率の改善を提供することが可能であり、かつ電力変換器のコストを削減することが可能である。通常、電力変換器は出力電圧についてのフィードバック情報を感知して電力変換器の入力側にある制御回路に送信するための特別の回路を電力変換器の出力側に有する。電力変換器内の部品の数を削減するための1つの技法は電力変換器の出力側で出力電圧のフィードバック情報を感知するのではなく電力変換器の入力側からこれを感知することである。これは間接的なフィードバックによって達成される。間接的フィードバックを使用する電力変換器に付随する1つの課題は電力変換器(例えば充電器)を負荷(例えば電池)に接続するケーブルを横切って降下する変動電圧に対して補償することである。間接的フィードバックはケーブルの一方の端部にある電力変換器の出力部における電圧を調節することは可能であるが、ケーブルの他方の端部の電圧はケーブルの電圧降下によって電力変換器の出力部の電圧とは異なる。ケーブル原因の付加的な電圧降下を補償することによって、電力変換器は負荷における電圧調節を向上させることができる。

【特許文献1】米国特許仮出願第60/922193号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

集積型電源制御器の外部に実装される知られている個別の回路があり、これらはケーブ

10

20

30

40

50

ル原因の電圧降下を補償することができる。しかしながら、ケーブルを横切る電圧降下を補償する知られている個別回路は付加的な部品を実装し、これらは電力変換器のコストとサイズを増大させる。例えば、知られている個別のケーブル電圧降下補償回路は電力変換器のサイズを増大させる比較的大型のキャパシタを含む。付け加えると、ケーブルを横切る電圧降下を補償する知られている個別回路は、或る最新の制御方法を実装する制御器を使用する或る種の電力変換器にとって適切でないこともある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

他に指定がなければ、それぞれの図の全体を通して同様の参照番号が同様の部分を指す
以下の図を参照しながら本発明の非限定的か非網羅的な実施形態と具体例を説明する。 10

【0007】

電力変換器に使用するための統合されたケーブル原因の電圧降下の補償回路及び方法に関する例が開示される。以下の説明では、本発明の完全な理解を提供するために数多くの特定の詳細が述べられる。しかしながら、この特定の詳細が必ずしも本発明を実践するために使用される必要のないことは当業者に明らかであろう。本発明を曖昧にしないために、実施に関してよく知られている方法は詳しく述べられていない。

【0008】

本明細書全体を通じての「一実施形態」、「実施形態」、「一具体例」又は「具体例」とは、実施形態又は具体例に関して記載されている特定の特徴、構造又は特性が本発明の少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。したがって、本明細書全体の様々な箇所における「一実施形態」、「実施形態」、「一具体例」又は「具体例」という語句は、すべて同一の実施形態又は具体例を指すとは限らない。また、特定の特徴、構造又は特性を1つ又は複数の実施形態又は具体例における任意の好適な組合せ及び/又は部分的組合せとして組み合わせることができる。また、本明細書とともに提供されている図は、当業者に対する説明を目的としたものであること、及び図面は、必ずしも同じ縮尺で描かれていないことが理解できるであろう。さらに、特定の特徴、構造、又は特性が記述される機能性を提供する集積回路、電子回路、組合せ論理回路、又は他の適切な部品類の中に含まれることもある。 20

【0009】

検討されるであろうが、本発明の教示による例の電力変換器は、個別部品類を除外してかつ最新の制御方法のための電力変換器への有用性を広げる統合されたケーブル原因の電圧降下の補償を特徴とする。本願明細書で言及される1つの制御方法は「オンオフ」制御と称される。ここでは「オンオフ」は電力スイッチを導通させるか否かである。「オン」サイクルはスイッチが可能にされ、したがってこのサイクルの間の時間部分の間に導通することが可能なサイクルであり、「オフ」サイクルはスイッチが不能にされ、又は導通することを阻止されるサイクルである。したがって、本開示における「オンオフ」はスイッチが実際に所定のサイクルで導通しているかどうかに言及するものではなく、スイッチの導通が可能にされるか否かに過ぎない。本願明細書でパルス幅変調と称される別の制御方法は「PWM」と称される。さらに特定すると、PWMは一定の持続時間又は可変持続時間であってもよいサイクル中のスイッチの導通時間とも称されるオン時間を調節する過程を含む。PWMの別の形態はオフ時間を調節する過程を含み、これはスイッチが導通するのを阻止されるときの一定の持続時間又は可変持続時間であってもよいサイクル中のスイッチである。スイッチング・サイクルが一定の持続時間であるとき、オン時間を調節することがオフ時間を調節することと区別できることは理解できるであろう。開示される電力変換器及び方法の例は、電力変換器の入力側が出力側から電気的に分離される用途であって、電力変換器の出力電圧を表す入力側の信号を感知することに応答して負荷電圧が調節される様々な用途に使用することができる。 40

【0010】

具体的に示すために、図1は配線網102と負荷104に連結された一例の電力変換器100を概して示し、本発明の教示による一例の制御器を含む。図示されるように、配線 50

網 102 は出力電圧 V_{OUT106} に相当する出力部 105 に連結される。負荷電流 $I_{LOAD109}$ は出力部 105 から流れて配線網 102 を通って負荷 104 に供給される。通常、配線網 102 は例えば電源コードなどのケーブルを含む。一例では、限定はされないが配線網 102 は電力変換器 100 の出力側で付加的な抵抗を供給する端子インターフェース及び / 又はいずれかの他の素子を含むこともある。この端子インターフェースは、例えば電力供給装置とケーブルとの間の接続インターフェース、さらにはケーブルと負荷との間の接続インターフェースを含むこともある。

【 0011 】

図示されるように、入力部 110 は入力電圧 V_{IN112} に相当する入力部 110 と出力部 105との間を、例示された例では、電気的に分離するエネルギー伝達素子 114 に連結される。言い換えると、エネルギー伝達素子 114 は電力変換器 100 の入力側から出力側に DC 電流が流れるのを阻止する。一例では、エネルギー伝達素子 114 は入力巻線 116 と出力巻線 117 を有する。「入力巻線」は「一次巻線」と称され、「出力巻線」は「二次巻線」と称される。例示された例に示されるように、制御器 119 にかかる電圧を制限するためにクランプ回路 118 がエネルギー伝達素子 114 の入力巻線 116 の間に連結される。

【 0012 】

図示されるように、制御器 119 は入力部 110 に連結され、かつ出力部 105 を調節するように連結される。様々な例において、制御器 119 は、限定はされないがオンオフ制御、変化する電流制限レベルを伴うオンオフ制御、可変又は固定周波数のパルス幅変調 (PWM) などの様々なスイッチング方式のうちのいずれかを使用することができることを特徴とする。制御器 119 はまた、電力変換器 100 の出力部 105 の値を感知するセンサ 120 にも連結される。この例では、出力電圧 V_{OUT106} はセンサ 120 によって感知される。この例に例示されるように、出力電圧 V_{OUT106} とセンサ 120 は整流器 140 によって、及びこの例では変圧器であるエネルギー伝達素子 114 の 2 つの巻線 116、117 の間の磁気結合によって分離される。センサ 120 は出力部 105 を調節するためフィードバック信号 $124U_{FB}$ を制御器 119 に出力するように連結される。

【 0013 】

動作時では、制御器 119 はフィードバック信号 $124U_{FB}$ に応答して制御器 119 内に含まれる電力スイッチをスイッチングさせることによって電力変換器 100 の出力部 105 を調節する。制御器 119 内の電力スイッチがオンであるとき、入力部 110 からのエネルギーはエネルギー伝達素子 114 の入力巻線 116 の中に移され、エネルギー伝達素子 114 に蓄えられる。制御器 119 内の電力スイッチがオフであるとき、エネルギー伝達素子 114 に蓄えられたエネルギーは出力巻線 117 に移される。出力巻線 117 からのエネルギーは順方向バイアスされた整流器 140 を通って出力キャパシタ 142 に流れる脈動電流で電力変換器 100 の出力部 105 に移される。実質的に DC の (非脈動の) 負荷電流 109 が電力変換器の出力部 105 から配線網 102 を通って負荷 104 に流れる。入力戻り 125 が入力端子 110 に連結され、出力戻り 127 が出力端子 105 に連結される。一例では、入力戻り 125 と出力戻り 127 が連結される。

【 0014 】

図示されるように、負荷電流 $I_{LOAD109}$ は、負荷 104 を供給するために配線網 102 を通って供給される。一例では、負荷 104 は、例えば携帯電話の電池などの充電されるべきデバイスを代表し、調節された負荷電圧 $V_{LOAD130}$ を必要とする。動作時では、制御器 119 は出力巻線 117 内に脈動電流を生成する。出力巻線 117 内の電流は整流器 140 によって整流され、実質的に一定の出力電圧 V_{OUT106} を生成するために出力キャパシタ 142 によってフィルタ処理される。負荷電流 $I_{LOAD109}$ が増大すると、配線網 102 内の実質的に一定の抵抗値のせいで配線電圧降下 $V_{DIST132}$ が比例して増大する。一例では、電力変換器 100 は本発明の教示に従って出力電圧 V_{OUT106} を制御することによって負荷 104 におけるさらに優れた調節を受けるために配線電圧降下 $V_{DIST132}$ を補償することが可能である。配線網 102 の抵抗値は多様な用途に応じて異なる。

10

20

30

40

50

るので、本発明の恩典を実現するために、ユーザは、適切なフィードバック部品の選択の際に特定の配線網の適切な抵抗値を知って責任を負う必要があることは理解できるであろう。

【0015】

一例では、電力変換器100は入力巻線116が入力部110からより多くのエネルギーを受け取る前にすべてのエネルギーがエネルギー伝達素子114から出力巻線117に移される不連続導通モード(DCM)で動作することもある。

【0016】

本発明の教示によると、先行技術による電力変換器と比較して負荷電圧 V_{LOAD} 130の変動が削減される。これは配線網102に渡る変動する電圧降下(V_{DIST} 132)を補償するように出力電圧 V_{OUT} 106を調節することによって達成される。上記で述べられたように、配線電圧降下 V_{DIST} 132は負荷104に供給される電流に応答して変わる。本発明は、変動する配線電圧 V_{DIST} 132を補償するように出力電圧 V_{OUT} 106を調節することが制御器119内の電力スイッチのスイッチングに応答して達成できることを教示する。

【0017】

図2Aは本発明の教示による電力変換器100の一例の制御器119のさらなる態様を概して例示する機能ブロック図200である。例示された例に示されるように、制御器119は電力スイッチ208、スイッチング・ブロック201、統合されたケーブル原因の電圧降下の補償器202、発振器204、電流制限器206をさらに含む。図2Aの例では、制御器119は単一のモノリシック・デバイス内に電力スイッチ208、スイッチング・ブロック201、統合されたケーブル原因の電圧降下の補償器202、電流制限器206を含む集積回路の境界線を表している。他の例では、これらの機能ブロックのうちの1つ又は複数が個別回路部品、モノリシック集積回路、ハイブリッド集積回路、又はこれらの様々な組合せで実装されることもある。

【0018】

描かれた例では、スイッチング・ブロック201は第1の端子209と第2の端子210との間にある電力スイッチ208をスイッチングさせることによって出力電圧106を調節する。一例では、第1の端子209はドレイン端子と称され、第2の端子210はソース端子と称される。動作時では、電力スイッチ208は電流が電力スイッチ208を通って流れることを可能にするオン状態にあるか又は電流が電力スイッチ208を通って流れることを実質的に阻止するオフ状態にある。スイッチング・ブロック201からのドライブ信号211は電力変換器100の出力部105の出力を調節するように電力スイッチ208のスイッチングを制御する。スイッチング信号212はドライブ信号211を表し、ケーブル原因の電圧降下の補償器202に出力される。一例では、スイッチング・ブロック201が一定周波数又は可変周波数のPWM制御技法を使用しているとき、スイッチング信号212は電力スイッチ208の「オン」時間と「オフ」時間を表している。

【0019】

他の例では、スイッチング・ブロック201がオンオフ制御技法を使用している場合、スイッチング信号212は「可能」サイクルと「不能」サイクルを表す。可能サイクルではスイッチは導通することが可能であり、不能サイクルではスイッチは導通することを阻止される。「不能サイクル」が「スキップ・サイクル」と称されることもあることに留意すべきである。オンオフ制御技法の期間中、電力スイッチ208のスイッチングは図2Bに示されるような一定持続時間のサイクルに基づいて動作する。オンオフ制御を使用すると、スイッチング・ブロック201はサイクル中のスイッチング事象を実行するように決定することによって、又はサイクル中のスイッチング事象を省略することによって出力電圧 V_{OUT} 106を調節することが可能である。さらに特定すると、スイッチング事象は電力スイッチ208が所定のサイクルでオフ状態からオン状態に移行し、オフ状態に戻るときとして定義される。可能にされたサイクル中の電力スイッチ208の導通の持続時間は一定の持続時間又は可変の持続時間であり、この持続時間は一定持続時間のタイミング信

10

20

30

40

50

号、電流制限などを含む様々な方式によって決定できる。例に示されるように、スイッチング事象が起こるとサイクルが可能（E N）にされ、サイクルの全持続時間についてスイッチング信号 2 1 2 はハイである。スイッチング事象が省略されるとサイクルが不能（D I S）にされ、サイクルの持続時間についてスイッチング信号 2 1 2 はローである。

【0 0 2 0】

図 2 A に示された例で続けると、スイッチング・ブロック 2 0 1 はフィードバック端子 2 1 3 を経由して実質的に出力電圧 $V_{OUT} 1 0 6$ を表すフィードバック信号 1 2 4 を受信する。フィードバック信号 1 2 4 に応答してスイッチング・ブロック 2 0 1 は電力スイッチ 2 0 8 を切り換える。図示されるように、統合されたケーブル原因の電圧降下の補償器 2 0 2 は、配線電圧 $V_{DIST} 1 3 2$ を補償することを要求される出力電圧 V_{OUT} の値を表す調整された電圧 V_{ADJ} を表す補償された基準電圧信号 2 1 6 を出力する。調整された基準電圧値 V_{ADJ} に応答して調節される出力電圧 $V_{OUT} 1 0 6$ は実質的に配線電圧 $V_{DIST} 1 3 2$ と負荷電圧 $V_{LOAD} 1 3 0$ の合計である。負荷電流 1 0 9 が大きいとき、比較的大きい配線電圧降下 1 3 2 が存在し、負荷電流 1 0 9 が小さいとき、比較的小さい配線電圧降下 1 3 2 が存在する。したがって、補償された基準電圧信号 2 1 6 が負荷電流 1 0 9 に比例して配線電圧降下 1 3 2 を補償するように調節するとき、負荷電圧 $V_{LOAD} 1 3 0$ の向上した調節が達成される。

【0 0 2 1】

描かれた例に示されるように、スイッチング・ブロック 2 0 1 は発振器 2 0 4 からクロック信号 2 1 4 を受信する。クロック信号 2 1 4 は電力スイッチ 2 0 8 をスイッチングさせるためにスイッチング・ブロック 2 0 1 によって時間基準として使用される脈動信号である。例えば、オンオフ制御の一例では、一定持続時間のスイッチング・サイクルを維持するためにクロック信号 2 1 4 が参照される。P W M 制御の一例では、各々のサイクルについて電力スイッチ 2 0 8 のオン時間又はオフ時間を制御するためにクロック信号 2 1 4 が参照される。

【0 0 2 2】

図示されるように、電流制限器 2 0 6 がスイッチ電流 $I_{SWITCH} 2 1 8$ を感知する電流感知部 2 1 7 に連結される。例示された例では、電流感知部 2 1 7 は電力スイッチ 2 0 8 と第 2 の端子 2 1 0 との間のスイッチ電流 $I_{SWITCH} 2 1 8$ を検出するために連結される。他の例で、電流感知部 2 1 7 が電力スイッチ 2 0 8 と第 1 の端子 2 0 9 との間のスイッチ電流 $I_{SWITCH} 2 1 8$ を検出するために連結されてもよいことは理解できるであろう。電流制限器 2 0 6 はスイッチ電流 $I_{SWITCH} 2 1 8$ がピーク電流限度 I_{PEAK} に達すると電流限度到達信号 2 2 0 をスイッチング・ブロック 2 0 1 に出力する。スイッチング・ブロック 2 0 1 はピーク電流限度 I_{PEAK} を変更してピーク電流限度調整信号 $I_{ADJ} 2 2 2$ を出力することもある。さらに特定すると、ピーク電流限度 I_{PEAK} を調整する過程は、限定はされないが、動作のモードや制御の技法などの動作パラメータに基づくか又はそれに応答してもよい。一例では、最大ピーク電流限度 I_{PEAK} はスイッチ電流 $I_{SWITCH} 2 1 8$ の最大値を制限する値である。一例では、ピーク電流限度調整信号 $I_{ADJ} 2 2 2$ は電流制限比 K_{IRATIO} を決定するためにケーブル原因の電圧降下の補償器 2 0 2 によって受信される。一例では、電流制限比 K_{IRATIO} は電力スイッチ 2 0 8 のスイッチングを制御するために使用されることもある。電流制限比 K_{IRATIO} は以下の式、すなわち

【0 0 2 3】

【数 1】

$$K_{IRATIO} = \frac{I_{PEAK}}{I_{MAX}} \quad (1)$$

によって計算される。

【0 0 2 4】

図 3 A は本発明の教示による図 2 A の一例の統合されたケーブル原因の電圧降下の補償

10

20

30

40

50

器 202 をさらに具体的に示す機能ブロック図 300 である。この統合されたケーブル原因の電圧低下の補償器 202 はスイッチング係数演算器 302 と電圧補償演算器 304 を含む。図示されるように、スイッチング係数演算器 302 はスイッチング係数値 (SC) を表すスイッチング係数信号 306 を出力する。さらに特定すると、スイッチング係数は供給可能な負荷電流 109 の最大量によって割り算された負荷電流 109 の比を表す方式で電力スイッチのスイッチングを表す。例えば、スイッチング係数 SC が 1.0 であるとき、最大の負荷電流 109 が負荷に供給されており、これは配線網 132 を横切る最大の電圧降下に結果としてつながる。スイッチング係数 SC が 0.5 であるとき、最大の負荷電流 109 の半分が負荷 104 に供給されており、これは配線網 132 を横切る最大の電圧降下の半分に結果としてつながる。

10

【0025】

図 3B は本発明の教示に従ってスイッチング・ブロック 201 がオンオフ制御の技法を使用しているときのスイッチング係数 SC の一例の計算を例示している。図 3B に示されるように、スイッチング信号 212 は可能にされたサイクル (EN) 中にスイッチング事象が起こるときのそのサイクルを示し、かつスイッチング事象が起こらないときの不能にされたサイクル (DIS) を示す。オンオフ制御技法では、スイッチング係数 SC はサイクルの合計数の中からスイッチング信号 212 がハイであるサイクルの数を判定することによって計算される。一例では、スイッチング係数は以下の式に従って計算され、

【0026】

【数 2】

20

$$SC = \frac{N_{ENABLE}}{N_{ENABLE} + N_{DISABLE}} = \frac{N_{ENABLE}}{N_{TOTAL}} \quad (2)$$

ここで N_{ENABLE} は可能にされたサイクルの数として規定され、 $N_{DISABLE}$ は不能にされたサイクルの数として規定される。スイッチング・サイクルの合計数 N_{TOTAL} は設定時間内の可能にされたサイクルと不能にされたサイクルの合計として規定される。個別的方式でスイッチング係数を計算するときに考慮されるべきスイッチング・サイクルの数が、負荷電流が一定であるときにスイッチング係数 SC に関して実質的に一定の値を与えるよう十分に大きくなればならず、さらに負荷電流が変化するときに負荷における電圧を特定の限度内に維持するように十分に小さくなればならないことは明らかであろう。

30

【0027】

例証するために、図 3B は可能にされたサイクルの数 N_{ENABLE} が 8 に等しく、不能にされたサイクルの数 $N_{DISABLE}$ が 12 に等しく、かつサイクルの合計数 N_{TOTAL} が 20 に等しい一例を示している。スイッチング係数 SC は可能にされたサイクルの数 N_{ENABLE} をサイクルの合計数 N_{TOTAL} で割り算して 0.4 のスイッチング係数 SC を得ることによって判定される。

【0028】

図 3C は、本発明の教示に従って一例のスイッチング・ブロック 201 が可変周波数のパルス幅変調 (PWM) 制御技法を使用する代替例のスイッチング係数 SC の計算を例示している。図示されるように、スイッチング信号 212 はデジタル信号であって電力スイッチ 208 がオン状態にあるときにハイであり、電力スイッチ 208 がオフ状態にあるときにローである。例示された PWM 制御技法では、スイッチング係数 SC は時間期間全体にわたるスイッチング信号の実効デューティ比を判定することによって計算される。さらに特定すると、スイッチング係数は以下の式で判定される。

40

【0029】

【数3】

$$SC = \frac{t_{ON}}{t_{ON} + t_{OFF}} = \frac{t_{ON}}{t_{TOTAL}} \quad (3)$$

ここで、合計時間 t_{TOTAL} の中で t_{ON} は電力スイッチ 208 がオンである時間として規定され、これは電流が流れることを可能にされるときであり、 t_{OFF} はスイッチがオフに留まっている時間として規定される。図 3 C の例で示されるように、オン時間 t_{ON} は 100 μs に等しく、オフ時間 t_{OFF} は 150 μs に等しく、合計時間 t_{TOTAL} は 250 μs に等しい。スイッチング係数 SC はオン時間 t_{ON} 100 μs を合計時間 t_{TOTAL} 250 μs で割り算することによって計算され、例示された例では結果として 0.4 のスイッチング係数につながる。 10

【0030】

図 3 A の一例のケーブル原因の電圧降下の補償器 202 で続けると、スイッチング係数信号 306 に応答して、電圧補償演算器 304 は補償された基準電圧信号 216 を出力する。スイッチング係数 SC は最大負荷電流で割り算された負荷電流の値を表す小数である。したがって、スイッチング係数信号 306 は補償の必要量を最大の予期される配線電圧降下 $V_{DIST132}$ の小数として示される。補償された基準電圧信号 216 は出力電圧 V_{OUT106} を無負荷電流における値よりも上に、最大の予期される配線電圧降下 $V_{DIST132}$ の実質的に同じ小数である量で増大させる。このようにして、出力電圧 V_{OUT106} は負荷電流 109 と共に変化する配線電圧降下 $V_{DIST132}$ を補償する。図 7 を参照してさらに述べられる一例では、スイッチング係数は本発明の教示に従って図 3 B、3 C で上述されたように個別的方式で計算されるのではなく連続的に計算されることもある。 20

【0031】

図 4 は本発明の教示による統合されたケーブル原因の電圧降下の補償のための一例の方法を概して例示するフローチャート 400 である。例示された例に示されるように、処理はブロック 405 で始まり、ブロック 410 でスイッチング信号 212 が受信される。ブロック 420 では、スイッチング信号 212 に応答してスイッチング係数が判定される。ブロック 430 では、調整された電圧 V_{ADJ} がスイッチング係数 SC と基準電圧 V_{REF} に応答して計算される。基準電圧 V_{REF} は、集積回路内の内部電圧であり、外部状態の範囲全体を通じて実質的に一定であり、電力変換器 100 の設計パラメータに基づいて設定される。調整された電圧 V_{ADJ} はスイッチング係数 SC がゼロであれば V_{REF} と実質的に同じ値である。ブロック 440 では、 V_{OUT106} に関して配線電圧 $V_{DIST132}$ を補償するため、及び負荷電圧 $V_{LOAD130}$ の変動を制限するためにフィードバック信号 124 を調整された電圧 V_{ADJ} に保つように出力電圧 V_{OUT120} が調節される。次いで処理はブロック 410 に戻る。 30

【0032】

図 5 は本発明の教示による統合されたケーブル原因の電圧降下の補償のための他の例を概して例示するフローチャート 500 である。図示されるように、図 5 のフローチャート 500 は図 4 のフローチャート 400 といいくつかの類似点を共有する。例えば、処理はブロック 405 で始まる。ブロック 410 でスイッチング信号 212 が受信される。ブロック 420 では、スイッチング信号 212 に応答してスイッチング係数 SC が判定される。しかしながら、ブロック 523 では電流調整信号 I_{ADJ222} に応答して前のサイクルから現在のサイクルで電流限度が変わったか否かが判定される。電流限度が変わったことがブロック 523 で判定されれば、ブロック 525 で電流制限比 K_{IRATIO} が計算され、調整された電圧 V_{ADJ} が、ブロック 527 で、基準電圧 V_{REF} 、電流制限比 K_{IRATIO} 、スイッチング係数 SC に応答して計算される。不連続導通モードの動作では、出力電力はピーク電流限度 I_{PEAK} の二乗に比例する。したがって一例では、調整された電圧 V_{ADJ} は電流制限比の二乗 (K_{IRATIO})² に応答して計算される。 40

【0033】

電流限度が変わらなかったことがブロック 523 で判定されれば、基準電圧 V_{REF} とスイッチング係数 S_C に応答してブロック 430 で調整された電圧 V_{ADJ} が計算される。ブロック 440 では、 V_{OUT106} に関して配線電圧 $V_{DIST132}$ を補償するため、及び負荷電圧 $V_{LOAD130}$ の変動を制限するために、フィードバック信号 124 を調整された電圧 V_{ADJ} に保つように出力電圧 V_{OUT106} が調節される。次いで処理はブロック 410 に戻る。

【0034】

図 6 は本発明の教示に従って一例の制御器を含み、配線網 102 に連結された電力変換器 100 を例示する一例の結線図 600 である。図示されるように、集積型制御器 602 と結び付けられたエネルギー伝達素子 114 は電力変換器 600 の出力端子 105 の出力電圧 V_{OUT106} を調節するように連結される。一例では、集積型制御器 602 は図 1 に示された制御器 119 の機能を実行する。集積型制御器 602 はドレン端子 209 とソース端子 210 との間に連結される。出力電圧 V_{OUT106} を表すフィードバック信号 124 を受信するためにフィードバック端子 213 が集積型制御器 602 に連結される。例示された例では、バイパス端子 604 がバイパス・キャパシタ 606 に連結され、動作中にこれが集積型制御器 602 の内部回路に供給電流を提供する。一例では、集積型制御器 602 にかかる最大電圧を制限するためにクランプ回路 118 は抵抗器 605、整流器 606、キャパシタ 607 を含む。

【0035】

例では、図 6 は集積型制御器 602 によって受信されるように連結され、フィードバック信号 124 を出力する補助巻線 608 を含むセンサ 120 を例示している。一例では、補助巻線 608 を横切って現れる電圧は電力スイッチ 208 がオフに切り換えられた後の時間中の変換器の出力電圧 V_{OUT106} に実質的に比例する。付け加えると、補助巻線 608 は第 1 と第 2 の抵抗器 612、614 を含む電圧分割器に連結され、それにより、フィードバック端子 213 が第 1 と第 2 の抵抗器 612、614 の間に連結される。一例では、第 1 と第 2 の抵抗器 612、614 に関する値は所定の負荷電流における負荷電圧 $V_{LOAD130}$ の望ましいレベルに基づいて選択されてもよく、導通しているときに整流器 140 の電圧の割合を占める。PWM 制御法を使用する他の例で、集積型制御器 602 が動作するための供給電流が補助巻線 608 から引き出されてもよいことは理解できるであろう。

【0036】

図 7 は本発明の教示による一例の統合されたケーブル原因の電圧低下の補償器 202 を例示する結線図 700 である。図示されるように、回路 700 のために調節された内部電圧 V_{INT702} を供給するために内部電圧源 701 が連結される。一例では、内部の調節された電圧 V_{INT702} は図 6 の例に例示されるようにバイパス端子 604 を経由してバイパス・キャパシタ 606 によって供給されてもよい。

【0037】

描かれた例に示されるように、ドライブ信号 211 を表すスイッチング信号 212 はインバータ 710 によって受信される。一例では、スイッチング信号 212 は可能にされたサイクルの持続時間中に活性であり、それ以外では不活性であるデジタル信号であってよい。一例では、論理ハイのデジタル信号が活性信号であり、論理ローの信号が不活性信号である。スイッチング信号 212 がハイであるとき、トランジスタ T_2714 のゲートはローであって電流が抵抗器 R_1716 、 R_2718 を通って流れることを可能にする。スイッチング信号 212 がローであるとき、トランジスタ T_2714 のゲートはハイであってトランジスタ T_2714 、 R_2718 を通って流れる電流を阻止する。

【0038】

例示された例では、内部電圧源 701 から電流を引き落とすために電流源 715 がトランジスタ T_1725 に連結される。図示されるように、ローパス・フィルタ 720 がノード A 721、トランジスタ T_3722 のゲートに連結されるノード B 724、共通の戻り 737 に連結される。一例では、このローパス・フィルタは図示されるように連結された

10

20

30

40

50

キャパシタ 727 と抵抗器 729 を含む。動作時では、トランジスタ T_2 714 のゲートがハイであるとき、抵抗器 R_1 716 を横切る電圧降下 V_{R1} 731 は抵抗器 R_1 716 の抵抗値に対して比較的高い抵抗器 729 の抵抗値のせいで実質的にゼロである。

【0039】

図示されるように、第1のグラフ 733a は電圧降下 V_{R1} 731 を代表する AC 電圧波形を例示している。さらに特定すると、トランジスタ T_2 714 のゲートがローであるときに V_{R1MAX} の大きさを伴う電圧降下が抵抗器 R_1 716 を横切って生じ、トランジスタ T_2 714 のゲートがハイであるときに実質的に 0 ボルトの電圧降下が抵抗器 R_1 716 を横切って生じる。第2のグラフ 733b は抵抗器 R_3 726 を横切る電圧降下 V_{R3} 735 を代表する DC 電圧波形を例示している。さらに特定すると、電圧降下 V_{R3} は AC 電圧降下 V_{R1} 731 の連続して平均化された値である。言い換えると、抵抗器 R_3 726 を横切る実質的に DC の電圧 V_{R3} 735 を時間の関数である電圧 V_{R1} 731 から供給するためにローパス・フィルタ 720 が連結される。トランジスタ 725、722 は低電流密度で動作するようにサイズ決定される。その結果、トランジスタ 725 のゲートとソースとの間の電圧はトランジスタ 722 のゲートとソースとの間の電圧とほぼ同じである。したがって、図示された例では、ローパス・フィルタ 720 はスイッチング係数演算器 302 として効果的に機能する。一例では、スイッチング信号 212 がハイであるときに V_{R1} は値 V_{R1MAX} を有し、スイッチング信号 212 がロー又は「不能状態」であるときに V_{R1} は実質的にゼロである。したがって、N スイッチング・サイクルにおける平均電圧 V_{R3} は N で割り算され、かつ N スイッチング・サイクルにおける可能サイクルの数で掛け算された V_{R1MAX} である。10

【0040】

図示されるように、電圧補償演算器 730 はサイズの整合したトランジスタ T_4 736 と T_5 738 にそれぞれ連結された整合した抵抗器 R_4 732 と R_5 734 を有する。内部電圧源 V_{INT} 702 に連結された電流源 740 は電圧補償演算器 730 に電流 I を供給する。例示された例では、第2の電流源 742 は共通戻り 737 に連結され、電流源 740 の電流のうちの半分を通す。20

【0041】

一例では、殆どすべてのサイクルが不能にされるとスイッチング係数は実質的にゼロに等しく、トランジスタ T_3 722 を通る電流は実質的にゼロに等しい。さらに、トランジスタ T_4 736 と抵抗器 R_4 732 を通る電流はトランジスタ T_5 738 と抵抗器 R_5 734 を通る電流と同じである。したがって、調整された電圧 V_{ADJ} 746 は一定の基準電圧 V_{REF} 744 と実質的に同じ値である。30

【0042】

他の例では、スイッチング係数 SC は 0.5 すなわち 50% であり、これは例えば電力スイッチ 208 がサイクルのセット数のうちの 50% について可能にされることを示す。スイッチング信号 212 がローである時間の間、抵抗器 R_1 716、 R_2 718 を通る電流は実質的に流れない。反対に、スイッチング信号 212 がハイであるとき、抵抗器 R_1 716、 R_2 718 を通って電流が流れ、抵抗器 716 を横切る電圧降下がある。この電圧降下は以下の式で決定される。40

【0043】

【数4】

$$V_{R1} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \times (V_{INT} - V_{GS1} - V_{GS2}) \quad (4)$$

ここで V_{R1} は抵抗器 R_1 を横切る電圧降下であり、 V_{INT} 702 は内部供給電圧 702 であり、 V_{GS1} はトランジスタ 725 に付随するゲート - ソース間電圧であり、 V_{GS2} はトランジスタ 714 に付随するドレイン - ソース間電圧である。

【0044】

動作時では、共通戻り 737 に対するノード C741 の電圧は抵抗器 R₃726、R₄732 を通って流れる付加的な電流に応じて調節される。さらに特定すると、抵抗器 R₃726 を通る電流の流れが増大すると抵抗器 R₄ を横切る電圧降下が増大し、これが共通戻り 737 に対するノード C741 の電圧を上げる。R₃726 を通る電流の流れが減少すると抵抗器 R₄ を横切る電圧降下が減少し、これが共通戻り 737 に対するノード C741 の電圧を下げる。抵抗器 R₅734 を横切る電圧は電流源 742 によって一定に保たれ、かつノード C741 の電圧が変化しているので、調整された電圧 V_{ADJ}746 はノード C の電圧と同じ量で変化する。この実装によると、調整された電圧 V_{ADJ}746 は以下の式で表される。

$$V_{ADJ} = V_{REF} + V_{R4} - V_{R5} \quad (5)$$

10

ここで V_{R4} は抵抗器 R₄732 を横切る電圧降下であり、V_{R5} は抵抗器 R₅735 を横切る一定の電圧降下であり、V_{REF}744 は共通戻り 737 に対する設定された基準電圧である。

【0045】

一例では、スイッチング・ブロック 201 に含まれる比較器 750 は調整された電圧 V_{ADJ}746 を表す補償された基準電圧信号 216 を受信し、これを、出力電圧 V_{OUT}106 を表すフィードバック信号 124 と比較することにより、変化する配線電圧 V_{DIST}132 を補償して負荷電圧 V_{LOAD}130 の制限された変動を維持するように出力電圧 V_{OUT}106 を調節する。

【0046】

図 8 は本発明の教示に従ってピーク電流限度を変えるために適応する図 7 の統合されたケーブル原因の電圧降下の補償器の改造例を例示する結線図である。図示されるように、抵抗器 R₆801 とトランジスタ T₆802 が含まれ、複数の電流限度を可能にするように連結される。例示された例では、電流調整信号 I_{ADJ}222 は電流制限端子 804 を経由してケーブル原因の電圧降下の補償器 202 によって受信される。一例では、電流調整信号 I_{ADJ}222 は複数の電流限度レベルに対応するためのアナログ信号であってもよい。他の例では、抵抗器 R₂718 と R₆801 との間での複数の抵抗器の使用を通じて複数の信号が複数の電流限度レベルを指定することも可能であり、各々の追加的な抵抗器は電流調整信号を受信するトランジスタによって短絡され、それにより、トランジスタ又は抵抗器のどちらかが抵抗器 R₂718 内に電流を導く。図 8 に例示された例によると、電流調整信号 I_{ADJ}222 はトランジスタ 802 を「オフ」状態と「オン」状態との間で切り換えるデジタル信号である。さらに特定すると、電流調整信号 I_{ADJ}222 がハイであるときに抵抗器 R₆ が短絡され、電流限度は最大のピーク電流限度 I_{MAX} にある。抵抗器 R₁716 を横切る電圧は図 7 に関して検討されたのと同じ方式で上記の式 (4) を使用して計算される。

20

【0047】

電流調整信号 I_{ADJ}222 がローであるとき、存在するピーク電流限度 I_{PEAK} は最大のピーク電流限度 I_{MAX} から下げられ、トランジスタ 802 は抵抗器 R₁ を横切る減少した電圧降下に結果としてつながる「オフ」である。抵抗器 716 R₁ を横切る電圧は以下の式に基づいて計算される。

30

【0048】

【数 5】

$$V_{R1} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_6} \right) \times (V_{INT} - V_{GS1} - V_{GS2}) \quad (6)$$

40

ここで V_{R1} は抵抗器 R₁716 を横切る電圧降下であり、V_{INT} は内部供給電圧 702 であり、V_{GS1} はトランジスタ T₁ に付随するゲート - ソース間電圧であり、V_{GS2} はトランジスタ T₂ に付随するドレイン - ソース間電圧である。上記の式に示されるように、抵抗器 R₆801 の追加的な抵抗のせいで電圧降下 V_{R1}731 は減少する。さらに特定すると、

50

V_{R1} 7 3 1 は最大のピーク電流限度 I_{MAX} からのピーク電流限度 I_{PEAK} の減少に比例して減少させられる。したがって、調整された電圧 V_{ADJ} 7 4 6 は式(6)の V_{R1} の値が式(4)の V_{R1} の値から減少させられるのと同じ割合で制限される。一例では、本発明の教示に従って上記で述べられた原理を使用して複数のピーク電流限度が追加されて実装されることも可能である。

【0049】

前述の詳細な説明において、本発明の方法及び装置はその特定の例又は実施形態を参照して述べられてきた。しかしながら、本発明の一層広い精神及び範囲から逸脱することなく様々な改造及び変形が為され得ることは明らかであろう。したがって本明細書及び図面類は限定ではなく具体的な例証と見なされるべきである。

10

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本発明の教示に従って一例の制御器を含み、配線網と負荷に連結された電力変換器の一例の機能ブロック図を概して例示する結線図である。

【図2A】本発明の教示による図1の一例の制御器を概してさらに例示する機能ブロック図である。

【図2B】本発明の教示による図2Aの一例の制御器に対応する信号の一例の波形を概して例示する図である。

【図3A】本発明の教示による図2の一例のケーブル原因の電圧降下の補償器をさらに具体的に示す機能ブロック図である。

20

【図3B】本発明の教示による図3Aの一例のケーブル原因の電圧降下の補償器に対応する信号の一例の波形を概して例示する図である。

【図3C】本発明の教示による図3Aの一例のケーブル原因の電圧降下の補償器に対応する信号の代替の一例の波形を概して例示する図である。

【図4】本発明の教示による電力変換器用のケーブル原因の電圧降下の補償のための一例の方法を概して例示するフローチャートである。

【図5】本発明の教示による電力変換器用のケーブル原因の電圧降下の補償のための方法の代替の一例を概して例示するフローチャートである。

【図6】本発明の教示に従って一例の制御器を含み、配線網に連結された一例の電力変換器を概して例示する結線図である。

30

【図7】本発明の教示による統合されたケーブル原因の電圧降下の補償器の一例を例示する結線図である。

【図8】本発明の教示に従って電流限度を変えるために適応する統合されたケーブル原因の電圧降下の補償器の代替の一例を例示する結線図である。

【符号の説明】

【0051】

100 電力変換器

102 配線網

104 負荷

105 出力部

106 出力電圧

109 負荷電流

110 入力部

114 エネルギー伝達素子

118 クランプ回路

119 制御器

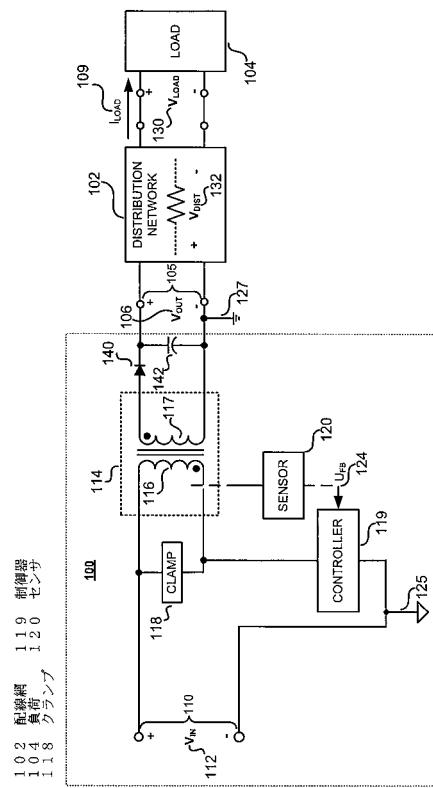
120 センサ

124 フィードバック信号

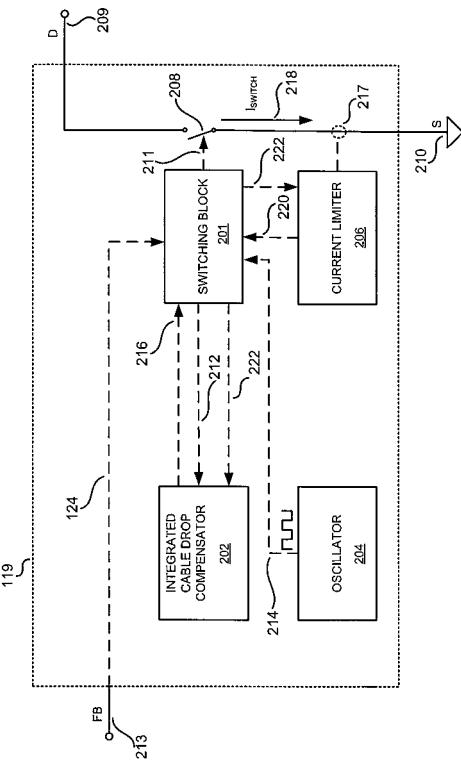
130 調節された負荷電圧

40

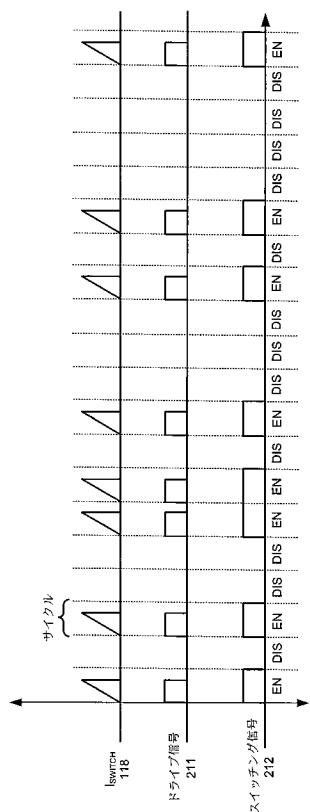
【 四 1 】



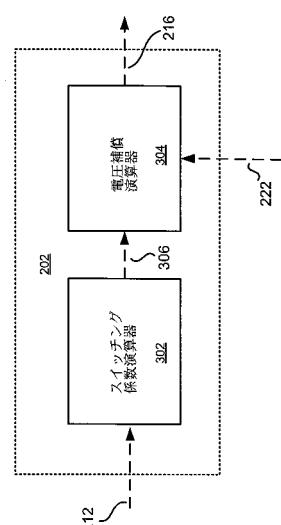
【図2A】



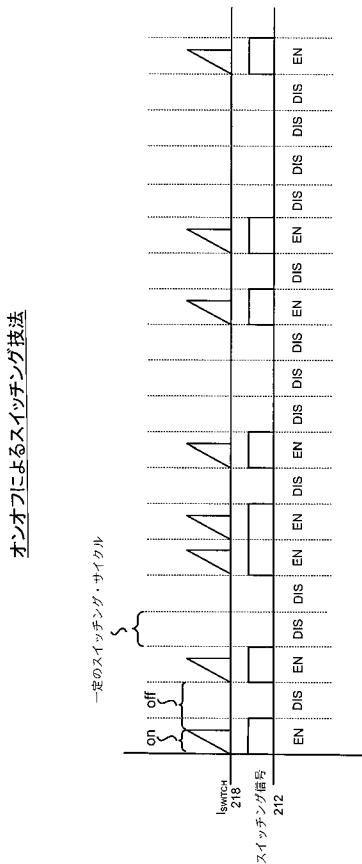
【 図 2 B 】



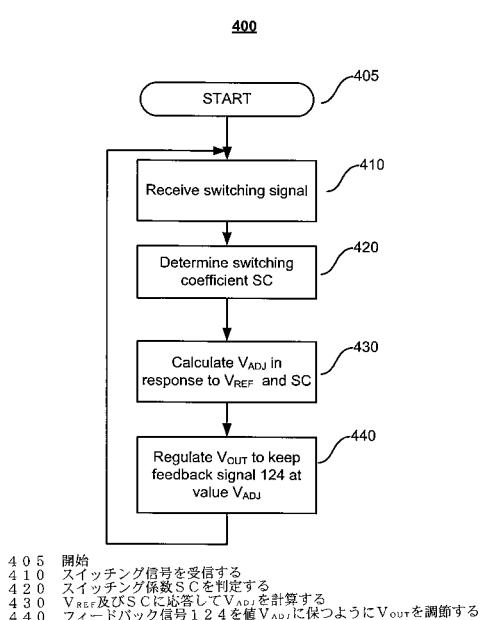
【図3A】



【 図 3 B 】

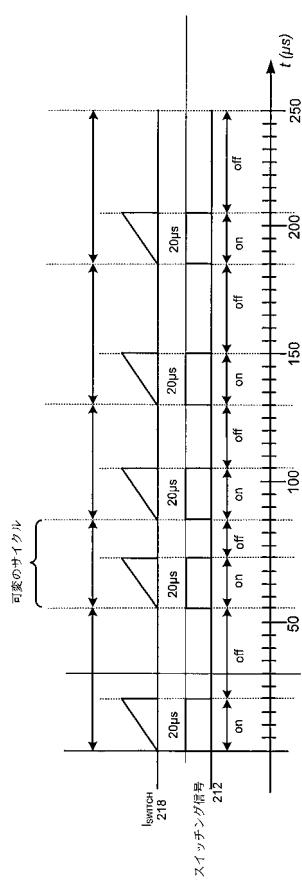


〔 図 4 〕

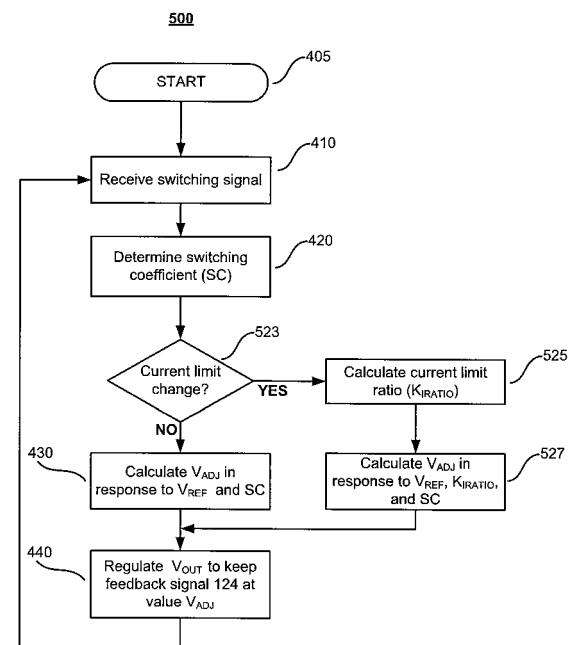


4 0 5 開始
 4 1 0 スイッチング信号を受信する
 4 2 0 スイッチング係数 S_C を判定する
 4 3 0 V_{REF} 及び S_C に応答して V_{ADJ} を計算する
 4 4 0 フィードバック信号 1 2 4 を V_{ADJ} に保つように V_{OUT} を調節する

【図3C】

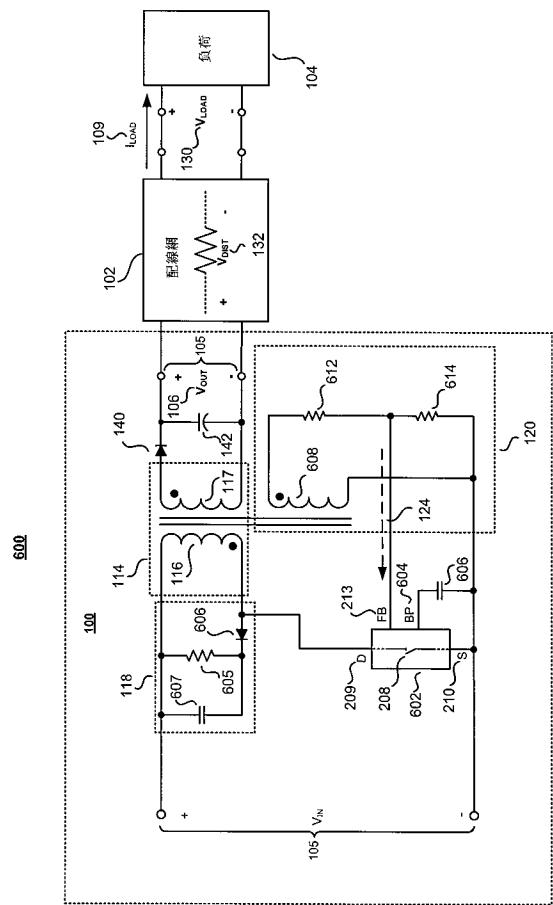


〔 四 5 〕

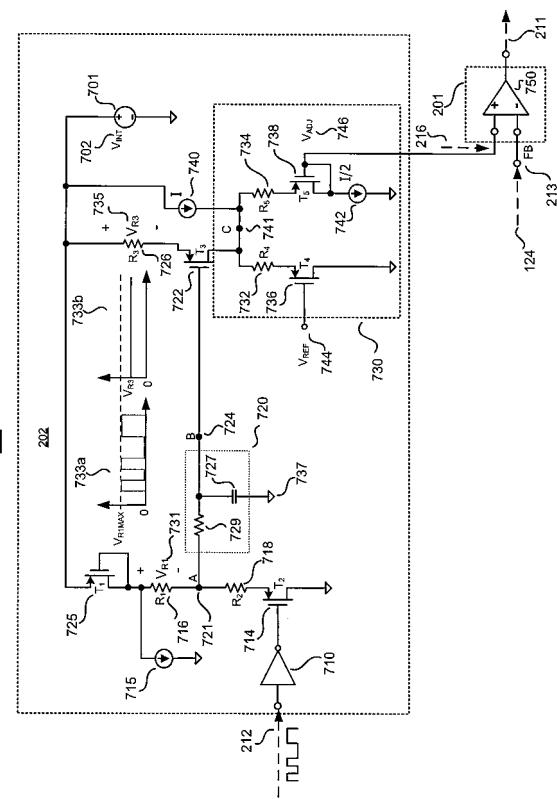


4 0 5 開始
 4 1 2 シンプルチッピング回数 N を受信する
 4 2 0 フィードバック累積数(SUM)を判定する
 4 3 0 V_{IN}及びSCに応答してV_{ADJ}を計算する
 4 4 0 フィードバック信号1/24を値V_{ADJ}に保つようにV_{OUT}を調節する
 4 5 3 過電流限界は変化しているか?
 5 2 5 過電流限界(K_{IRATE})を計算する
 5 3 5 過電流限界(K_{IRATE})を計算する
 5 4 5 V_{REF}, K_{IRATE}及びSCに応答してV_{ADJ}を計算する
 5 5 7

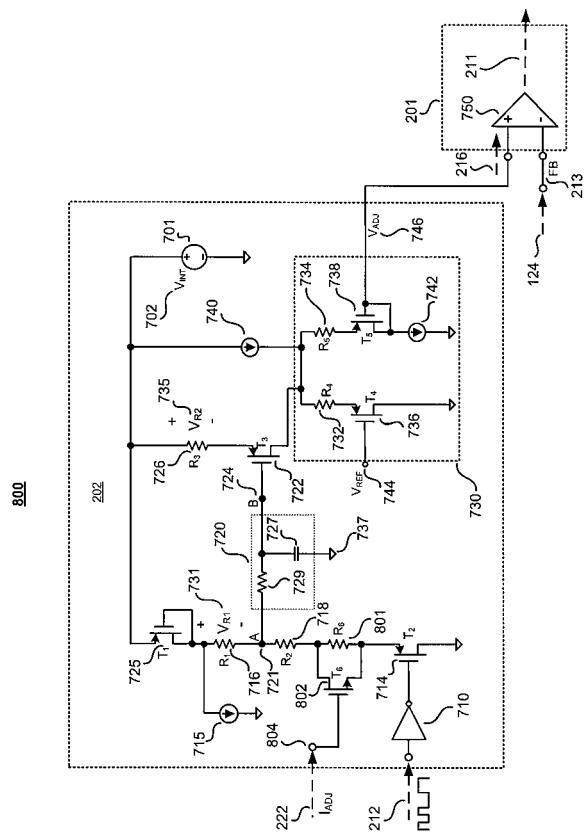
【 义 6 】



【 図 7 】



【 8 】



フロントページの続き

(74)代理人 100098316
弁理士 野田 久登

(74)代理人 100109162
弁理士 酒井 將行

(74)代理人 100111246
弁理士 荒川 伸夫

(72)発明者 アレックス・ビイ・ジェンゲリアン
アメリカ合衆国・95070・カリフォルニア州・サラトガ・セビージャ レーン・20602

(72)発明者 エルデム・バルカン
アメリカ合衆国・94070・カリフォルニア州・サンカルロス・ディケンス コート・19

審査官 大山 広人

(56)参考文献 特開2007-082394 (JP, A)

特開2004-166370 (JP, A)

特開2007-020394 (JP, A)

特開2002-325456 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 3/28