

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5426108号
(P5426108)

(45) 発行日 平成26年2月26日(2014.2.26)

(24) 登録日 平成25年12月6日(2013.12.6)

(51) Int.CI.

HO2M 3/28 (2006.01)

F 1

HO2M 3/28

E

請求項の数 42 外国語出願 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-99707 (P2008-99707)
(22) 出願日	平成20年4月7日(2008.4.7)
(65) 公開番号	特開2008-263773 (P2008-263773A)
(43) 公開日	平成20年10月30日(2008.10.30)
審査請求日	平成23年3月29日(2011.3.29)
(31) 優先権主張番号	60/922,126
(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	11/858,678
(32) 優先日	平成19年9月20日(2007.9.20)
(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】電力変換器のオン／オフ制御方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電力変換器の出力に結合されて、可能とされたスイッチング・サイクル中にフィードバック信号サンプルを生成するフィードバック・サンプリング回路と、

前記フィードバック・サンプリング回路に結合されたスイッチ導通制御回路とを備え、
前記スイッチ導通制御回路は、

フィードバック信号サンプルに応じて、スイッチング・サイクル中に電力スイッチの導通を可能又は不能にするように結合されるスイッチ導通可能回路と、

現在のスイッチング・サイクル及び1つ以上の過去のスイッチング・サイクルからのフィードバック信号サンプルに応じて、現在のスイッチング・サイクルに引き続く1つ以上の将来の可能スイッチング・サイクル及び不能スイッチング・サイクルの変化する数を決定するように結合された状態機械を備えたスイッチ導通スケジューリング回路とを含み、

前記1つ以上の将来の可能スイッチング・サイクル及び不能スイッチング・サイクルの変化する数は、前記状態機械の状態に依存する、電力変換器コントローラ回路。

【請求項 2】

前記電力スイッチの電流を検知するように結合される電流検知回路をさらに備える、請求項1に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項 3】

前記スイッチ導通制御回路は、前記電力スイッチの電流に応じて、可能とされたスイッチング・サイクル中に前記電力スイッチの導通を終了させるように結合されたスイッチ導

通終了回路をさらに備える、請求項 1に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項 4】

前記スイッチ導通終了回路は、前記フィードバック・サンプリング回路に結合されて、前記フィードバック・サンプリング回路に応じて前記電力スイッチの電流限界を変化させる、請求項 3に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項 5】

前記電力変換器コントローラ回路は、単一のモノリシック・デバイスに含まれる、請求項 1に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項 6】

前記電力変換器コントローラ回路及び前記電力スイッチは、単一の一モノリシック・デバイスに含まれる、請求項 1に記載の電力変換器コントローラ回路。 10

【請求項 7】

前記フィードバック・サンプリング回路は、前記電力スイッチの導通が終了してからフィードバック信号サンプルがサンプリングされるまでの遅延時間を生成するように結合されたサンプリング信号生成器を含む、請求項 1に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項 8】

電力変換器入力と電力変換器出力の間に結合されたエネルギー伝送素子と、
前記エネルギー伝送素子及び前記電力変換器入力に結合された電力スイッチと、
前記電力変換器出力に結合されて、可能とされたスイッチング・サイクル中にフィードバック信号サンプルを生成するフィードバック・サンプリング回路と、 20

前記フィードバック・サンプリング回路に結合されたスイッチ導通制御回路とを備え、
前記スイッチ導通制御回路は、

フィードバック信号サンプルに応じて、スイッチング・サイクル中に前記電力スイッチの導通を可能又は不能にするように結合されたスイッチ導通可能回路と、

現在のスイッチング・サイクル及び1つ以上の過去のスイッチング・サイクルからのフィードバック信号サンプルに応じて、現在のスイッチング・サイクルに引き続く1つ以上の将来の可能スイッチング・サイクル及び不能スイッチング・サイクルの変化する数を決定するように結合された状態機械を備えたスイッチ導通スケジューリング回路とを含み、

前記1つ以上の将来の可能スイッチング・サイクル及び不能スイッチング・サイクルの変化する数は、前記状態機械の状態に依存する、電力変換器。 30

【請求項 9】

前記電力スイッチの電流を検知するように結合された電流検知回路をさらに備える、請求項 8に記載の電力変換器。

【請求項 10】

前記スイッチ導通制御回路は、前記電力スイッチの電流に応じて、可能とされたスイッチング・サイクル中に前記電力スイッチの導通を終了させるように結合されたスイッチ導通終了回路をさらに備える、請求項 8に記載の電力変換器。

【請求項 11】

前記スイッチ導通終了回路は、前記フィードバック・サンプリング回路に結合されて、前記フィードバック・サンプリング回路に応じて前記電力スイッチの電流限界を変化させる、請求項 10に記載の電力変換器。 40

【請求項 12】

前記フィードバック・サンプリング回路及び前記スイッチ導通制御回路は、単一のモノリシック・デバイスに含まれる、請求項 8に記載の電力変換器。

【請求項 13】

前記電力スイッチ、前記フィードバック・サンプリング回路、前記スイッチ導通制御回路は、単一のモノリシック・デバイスに含まれる、請求項 8に記載の電力変換器。

【請求項 14】

前記フィードバック・サンプリング回路は、前記電力スイッチの導通が終了してからフィードバック信号サンプルがサンプリングされるまでの遅延時間を生成するように結合さ 50

れたサンプリング信号生成器を含む、請求項8に記載の電力変換器。

【請求項15】

可能とされたスイッチング・サイクル中に、電力変換器の出力からフィードバック信号サンプルを生成する工程と、

フィードバック信号サンプルに応じて、スイッチング・サイクル中に電力スイッチが導通するのを可能にする及び不能にする工程と、

状態機械を用いて、現在のスイッチング・サイクル及び1つ以上の過去のスイッチング・サイクルからのフィードバック信号サンプルに応じて、現在のスイッチング・サイクルに引き続く1つ以上の将来の可能スイッチング・サイクル及び不能スイッチング・サイクルの変化する数をスケジューリングする工程とを含み、

前記1つ以上の将来の可能スイッチング・サイクル及び不能スイッチング・サイクルの変化する数は、前記状態機械の状態に依存する、電力変換器制御方法。

【請求項16】

前記電力スイッチの電流を検知する工程をさらに含む、請求項15に記載の電力変換器制御方法。

【請求項17】

前記電力スイッチの電流に応じて、可能とされたスイッチング・サイクル中に前記電力スイッチが導通するのを不能にする工程をさらに含む、請求項15に記載の電力変換器制御方法。

【請求項18】

フィードバック信号サンプルに応じて、前記電力スイッチの電流限界を変化させる工程をさらに含む、請求項15に記載の電力変換器制御方法。

【請求項19】

前記電力スイッチが導通するのを可能にする工程は、可能とされたスイッチング・サイクルの一部にわたって前記電力スイッチが導通するのを可能にする工程を含む、請求項15に記載の電力変換器制御方法。

【請求項20】

前記電力スイッチが導通するのを不能にする工程は、不能スイッチング・サイクルの全持続時間にわたって前記電力スイッチが導通するのを不能にする工程を含む、請求項15に記載の電力変換器制御方法。

【請求項21】

前記1つ以上の過去のスイッチング・サイクルからの情報を蓄積する工程をさらに含む、請求項15に記載の電力変換器制御方法。

【請求項22】

前記フィードバック信号サンプルを生成する工程は、可能とされたスイッチング・サイクル中に前記電力スイッチが導通するのを不能にした後にフィードバック信号をサンプリングする工程を含む、請求項15に記載の電力変換器制御方法。

【請求項23】

電力変換器の出力に結合されて、可能とされたスイッチング・サイクル中にフィードバック信号をサンプリングするフィードバック・サンプリング回路と、

前記フィードバック・サンプリング回路に結合されたスイッチ導通制御回路と、

前記スイッチ導通制御回路に結合されて、スイッチング・サイクルの持続時間を定める発振器とを含み、

前記スイッチ導通制御回路は、

フィードバック信号のサンプルに応じて、スイッチング・サイクル中に電力スイッチの導通を可能又は不能にするように結合されるスイッチ導通可能回路と、

現在のスイッチング・サイクル及び1つ以上の過去のスイッチング・サイクルからのフィードバック信号のサンプルに応じて、現在のスイッチング・サイクルに引き続く1つ以上の将来の可能スイッチング・サイクル及び不能スイッチング・サイクルの変化する数を決定するように結合された状態機械を備えるスイッチ導通スケジューリング回路を含み、

10

20

30

40

50

前記 1 つ以上の将来の可能スイッチング・サイクル及び不能スイッチング・サイクルの変化する数は、前記状態機械の状態に依存する、電力変換器コントローラ回路。

【請求項 2 4】

前記電力スイッチの電流を検知するように結合される電流検知回路をさらに備える、請求項 2 3 に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項 2 5】

前記スイッチ導通制御回路は、前記電力スイッチの電流に応じて、可能とされたスイッチング・サイクル中に前記電力スイッチの導通を終了させるように結合されたスイッチ導通終了回路をさらに備える、請求項 2 3 に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項 2 6】

10

前記スイッチ導通終了回路は、前記フィードバック・サンプリング回路に結合されて、前記フィードバック・サンプリング回路に応じて前記電力スイッチの電流限界を変化させる、請求項 2 5 に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項 2 7】

前記フィードバック・サンプリング回路は、前記電力スイッチの導通が終了してからフィードバック信号がサンプリングされるまでの遅延時間を生成するように結合されたサンプリング信号生成器を含む、請求項 2 3 に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項 2 8】

電力変換器の出力に結合されて、可能とされたスイッチング・サイクル中にフィードバック信号サンプルを生成するフィードバック・サンプリング回路と、

20

前記フィードバック・サンプリング回路に含まれ、電力スイッチの導通が終了してからフィードバック信号サンプルがサンプリングされるまでの遅延時間を生成するように結合されたサンプリング信号生成器と、

前記フィードバック・サンプリング回路に結合されたスイッチ導通制御回路とを備え、

前記スイッチ導通制御回路は、

フィードバック信号サンプルに応じて、スイッチング・サイクル中に前記電力スイッチの導通を可能又は不能にするように結合されるスイッチ導通可能回路と、

現在のスイッチング・サイクル及び 1 つ以上の過去のスイッチング・サイクルからのフィードバック信号サンプルに応じて、現在のスイッチング・サイクルに引き続く 1 つ以上の将来の可能スイッチング・サイクル及び不能スイッチング・サイクルの変化する数を決定するように結合された状態機械を備えたスイッチ導通スケジューリング回路とを含み、

30

前記 1 つ以上の将来の可能スイッチング・サイクル及び不能スイッチング・サイクルの変化する数は、前記状態機械の状態に依存する、電力変換器コントローラ回路。

【請求項 2 9】

前記電力スイッチの電流を検知するように結合される電流検知回路をさらに備える、請求項 2 8 に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項 3 0】

前記スイッチ導通制御回路は、前記電力スイッチの電流に応じて、可能とされたスイッチング・サイクル中に前記電力スイッチの導通を終了させるように結合されたスイッチ導通終了回路をさらに備える、請求項 2 8 に記載の電力変換器コントローラ回路。

40

【請求項 3 1】

前記スイッチ導通終了回路は、前記フィードバック・サンプリング回路に結合されて、前記フィードバック・サンプリング回路に応じて前記電力スイッチの電流限界を変化させる、請求項 3 0 に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項 3 2】

電力変換器の出力に結合されて、可能とされたスイッチング・サイクル中にフィードバック信号をサンプリングするフィードバック・サンプリング回路と、

前記フィードバック・サンプリング回路に結合されたスイッチ導通制御回路とを備え、前記スイッチ導通制御回路は、

フィードバック信号のサンプルに応じて、スイッチング・サイクル中に電力スイッチの

50

導通を可能又は不能にするように結合されるスイッチ導通可能回路と、

現在のスイッチング・サイクル及び1つ以上の過去のスイッチング・サイクルからのフィードバック信号のサンプルに応じて、現在のスイッチング・サイクルに引き続く1つ以上の将来の可能スイッチング・サイクル及び不能スイッチング・サイクルの変化する数を決定するように結合された状態機械を備えるスイッチ導通スケジューリング回路と、

電力スイッチの電流に応じて、可能とされたスイッチング・サイクル中に前記電力スイッチの導通を終了させるように結合されたスイッチ導通終了回路とを備え、

前記1つ以上の将来の可能スイッチング・サイクル及び不能スイッチング・サイクルの変化する数は、前記状態機械の状態に依存する、電力変換器コントローラ回路。

【請求項33】

10

前記電力スイッチの電流を検知するように結合される電流検知回路をさらに備える、請求項32に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項34】

前記スイッチ導通終了回路は、前記フィードバック・サンプリング回路に結合されて、前記フィードバック・サンプリング回路に応じて前記電力スイッチの電流限界を変化させる、請求項32に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項35】

前記フィードバック・サンプリング回路は、前記電力スイッチの導通が終了してからフィードバック信号がサンプリングされるまでの遅延時間を生成するように結合されたサンプリング信号生成器を含む、請求項32に記載の電力変換器コントローラ回路。

20

【請求項36】

電力変換器の出力を表わすフィードバック信号を受けるように結合され、可能とされたスイッチング・サイクル中にフィードバック信号サンプルを生成するフィードバック・サンプリング回路と、

前記フィードバック・サンプリング回路に結合されたスイッチ導通制御回路とを備え、前記スイッチ導通制御回路は、

フィードバック信号サンプルに応じて、スイッチング・サイクル中に電力スイッチの導通を可能又は不能にするように結合されたスイッチ導通可能回路と、

現在のスイッチング・サイクル及び1つ以上の過去のスイッチング・サイクルからのフィードバック信号サンプルに応じて、現在のスイッチング・サイクルに引き続く1つ以上の将来の可能スイッチング・サイクル及び不能スイッチング・サイクルの変化する数を決定するように結合された状態機械を備えるスイッチ導通スケジューリング回路とを含み、

30

前記1つ以上の将来の可能スイッチング・サイクル及び不能スイッチング・サイクルの変化する数は、前記状態機械の状態に依存する、電力変換器コントローラ回路。

【請求項37】

前記電力スイッチの電流を検知するように結合された電流検知回路をさらに備える、請求項36に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項38】

40

前記スイッチ導通制御回路は、前記電力スイッチの電流に応じて、可能とされたスイッチング・サイクル中に前記電力スイッチの導通を終了させるように結合されたスイッチ導通終了回路をさらに備える、請求項36に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項39】

前記スイッチ導通終了回路は、前記電力スイッチの電流限界が前記フィードバック・サンプリング回路に応じるように、前記フィードバック・サンプリング回路に応じるように結合される、請求項38に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項40】

前記電力変換器コントローラ回路は、单一のモノリシック・デバイスに含まれる、請求項36に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項41】

前記電力変換器コントローラ回路及び前記電力スイッチは、单一のモノリシック・デ

50

バイスに含まれる、請求項3_6に記載の電力変換器コントローラ回路。

【請求項 4 2】

前記フィードバック・サンプリング回路は、前記電力スイッチの導通が終了してからフィードバック信号サンプルがサンプリングされるまでの遅延時間を生成するように結合されたサンプリング信号生成器を含む、請求項3_6に記載の電力変換器コントローラ回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、広くはスイッチング電力変換器に関し、より詳細には、スイッチング電力変換器の出力を調整する技術に関する。 10

【背景技術】

【0 0 0 2】

関連出願

本出願は、2007年4月6日に出願された「電力変換器のオン／オフ制御方法及び装置」という名称の米国仮出願第60/922,126号の有益性を主張するものである。 20

【0 0 0 3】

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。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。 30

【特許文献 1】米国特許仮出願第60/922,126号

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 4】

使用できる1つの特定の種類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、エネルギー伝送素子が、電力変換器の入力を電力変換器の出力から分離する。エネルギー伝送素子は、典型的には、DC電流が入力と出力の間を流れるのを防止する隔離機能を提供する。隔離機能が必要とされない用途において、入力と出力は、DC電流が入力と出力の間を流れることができる共通の回帰端子を共有する。スイッチング電力変換器は、1つ又は複数のスイッチング・サイクル毎に電力スイッチを周期的に切り換えることによって出力を生成する。スイッチング電力変換器の出力を調整するオン／オフ制御技術は、特定のスイッチング・サイクル内で電力スイッチの導通を可能(Enable)又は不能(Disable)にする技術である。可能であるときは、電力スイッチは、スイッチング・サイクル内で電流を通すことができる。不能であるときは、スイッチング・サイクルの持続時間全体にわたって導通しない。 40

【0 0 0 5】

電流限界オン／オフ制御は、スイッチの電流が電流限界に達したときに、可能とされたスイッチング・サイクル内でも、電力スイッチの導通を終了させる制御である。導通が可能になると、電力スイッチは、スイッチング・サイクル内で、電力スイッチの電流が電流限界に達するまで、又は導通時間が最大値に達するまで、導通することができる。 50

【0006】

電力変換器においてオン／オフ制御技術を実施する装置は、広くは、オン／オフ・コントローラと称する。典型的なオン／オフ・コントローラは、先のスイッチング・サイクルの終了時に、電力変換器の出力を検知することによって、スイッチング・サイクル毎の電力スイッチの導通を可能又は不能にするかどうかを判断する。コントローラは、各スイッチング・サイクルにおいて出力に供給されるエネルギーを制御するために、スイッチの電流限界を設定することができる。所定のサイクルにおいて出力に供給されるエネルギーを制御することによって、出力が影響を受け、それにより、電力スイッチの導通を次のスイッチング・サイクルで可能にするか、不能にするかということに影響を与える。オン／オフ制御は、簡潔性、低コスト、高速過渡応答、無負荷時の低電力消費が要求される多くの用途において、代替的な制御より有利である。10

【0007】

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。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本発明に従って電力変換器に対するオン／オフ制御技術を実施するための方法及び装置を開示する。以下の説明において、本発明が十分に理解されるように、多くの具体的詳細を記載する。しかし、本発明を実施するためにその具体的詳細を採用する必要がないことが当業者に明らかになるであろう。他の場合において、本発明を不明瞭にすることを回避するために、良く知られている材料や方法については、詳細な説明を省略した。20

【0009】

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。30

【0010】

説明するように、本発明の教示による具体例は、現在のスイッチング・サイクルだけでなく、1つ又は複数の将来のスイッチング・サイクルに対する電力スイッチの導通を可能又は不能にするオン／オフ制御を含む電力変換器コントローラを含む。本明細書における「オン／オフ」は、電力スイッチが導通することが可能であるかどうかを指す。「オン」サイクルは、電力スイッチが可能であるため、そのサイクルを通じて導通できるサイクルであり、「オフ」サイクルは、電力スイッチが不能であるか、又は導通することを防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、電力スイッチが所定のサイクルで実際に導通しているかどうかを指すのではなく、単に電力スイッチが可能であるか否かを指す。一具体例において、オン／オフ制御は、電力スイッチの可能サイクル中のみ電力変換器の出力を検知し、次いで、現在と過去のスイッチング・サイクルにおける検知されたフィードバック信号のサンプルに応じて、可能又は不能になる電力スイッチの将来のサイクルの数を決定する。したがって、オン／オフ制御は、検知されたフィードバック信号の過去と現在のサンプル及び電力スイッチの電流限界の過去と現在の値を含むことができる事象の履歴に応答して、可能及び不能になる将来のスイッチング・サイクルのスケジュールを設定することができる。例示的なオン／オフ制御の長所は、将来の不能サイクルについての出力を検知する必要がないことである。各スイッチング・サイクルにおける出力を検知する必要性を低減又は排除することで、本発明の教示に従って、部品の数を減少させ、検知精度を向上させる。したがって、既知の解決策と比較して低コスト4050

でかつ高効率で調整の向上を図ることができる。

【0011】

具体例を挙げて説明すると、図1は、本発明の教示に従って、電源と称されることもある調整スイッチング電力変換器100の一例を示す図である。図1に示される特定の例において、スイッチング電力変換器100は、フライバック・トポロジを有する電力コンバータである。しかし、本発明の教示に従って、オン／オフ制御を採用することができるスイッチング電源の他の多くの既知のトポロジと構成が存在すること、及び図1に示されるフライバック・トポロジは、説明を目的として提供されていることが理解できるであろう。

【0012】

図1の電力変換器は、調整されていない入力電圧 $V_{IN\ 105}$ から負荷140に出力電力を提供する。入力電圧 $V_{IN\ 105}$ は、エネルギー伝送素子T1_125と、以下では単にスイッチS1_120という電力スイッチS1_120に結合される。図1の例において、エネルギー伝送素子T1_125は、一次巻線122と二次巻線128を有する変圧器である。「一次巻線」は、「入力巻線」と称され、「二次巻線」は、「出力巻線」と称されることがある。クランプ回路110がエネルギー伝送素子T1_125の一次巻線122に結合されて、スイッチS1_120に対する最大電圧を制限する。スイッチS1_120は、制御ブロック185に応答して、閉鎖させられることによって、電流をスイッチに通すことをできるようにし、開放させられることによって、スイッチの導通を実質的に終了させる。閉鎖されたスイッチは、「オン」とあると称される一方、開放されたスイッチは、「オフ」とあると称される。一例において、スイッチS1_120はトランジスタである。一例において、制御ブロック185を集積回路として実装してもよく、個別の部品又は個別の部品と集積回路の組合せとして実装してもよい。電力変換器の動作中に、スイッチS1_120のスイッチングによりダイオードD1_130に脈動電流を生成し、脈動電流がコンデンサC1_135によって濾過され、負荷140に実質的に一定の出力電圧 V_o 又は出力電流 I_o を生成させる。

【0013】

調整される出力量は、概して、出力電圧 V_o 、出力電流 I_o 又はその2つの組合せである $U_o\ 145$ である。検知回路150が結合されて、出力量 $U_o\ 145$ を検知信号 $U_{sense\ 155}$ として検知する。

【0014】

図示された例に示されるように、フィードバック回路160が検知信号 $U_{sense\ 155}$ に結合され、フィードバック・サンプリング回路170によってサンプリングされるフィードバック信号 $U_{FB\ 165}$ を生成する。サンプルされたフィードバック信号 $U_{FB\ 175}$ は、制御ブロック185への入力である。サンプルされたフィードバック信号 $U_{FB\ 175}$ は、例えば、出力が基準値より高いか低いかといったような電力変換器出力の大きさの指標を与える。制御ブロック185への別の入力は、スイッチS1_120における電流 $I_D\ 115$ を検知する電流検知信号190である。例えば、変流器のようなスイッチング電流を測定する手段、あるいは個別抵抗器の電圧、又はトランジスタが導通している場合のトランジスタの電圧を測定する既知の手段のいずれかを用いて、電流 $I_D\ 115$ を測定する。制御ブロック185からのサンプリング信号 $P_S\ 180$ が、フィードバック信号 U_F_B をサンプリングするようにフィードバック・サンプリング回路170を動作させる。

【0015】

作動中に、制御ブロック185は、出力 $U_o\ 145$ をその所望の値に調整するようにスイッチS1_120を動作させる。制御ブロック185は、典型的には、持続時間Tのスイッチング・サイクルを定める発振器を含む。調整は、電力変換器の入力から出力へ転送されるエネルギーの量を決定する1つ又は複数のスイッチング・パラメータの制御によって遂行される。一例において、電流 $I_D\ 115$ の最大値が制御される。一例において、スイッチS1_120は、スイッチング・サイクルの一部で導通する、又はスイッチング・サイクルで導通しないときを持つように制御される。

10

20

30

40

50

【0016】

図2は、図1のスイッチング電力変換器の例による電流 I_D115 の波形とサンプリング信号 P_S180 の波形とともにいくつかのスイッチング・サイクルを概略的に示す図である。描かれた例に示されるように、電流 I_D115 が、0より大きいスイッチング・サイクルは、「可能」サイクルと称する。したがって、スイッチは、可能サイクルの少なくとも一部にわたって導通している。電流 I_D115 が、0を実質的に超えないスイッチング・サイクルは、「不能」サイクルと称する。「不能」サイクルは、「スキップされた」サイクルと称することもできる。不能サイクルは、スイッチS1 120の導通が不能であるサイクルである。したがって、スイッチは、不能サイクル全体にわたって、例えはオフに維持されることによって導通することを防止され、又はオンになることを防止される。

10

【0017】

各可能サイクルにわたって、スイッチS1 120は、電流 I_D115 が、より低い値 I_{LIM1} からより高い値 I_{LIMX} の範囲にある複数の電流限界値の1つに達するまで、電流 I_D115 を通す。制御ブロック185は、各可能サイクルにおける電流限界を、電力変換器の所望の挙動を達成する値に設定する。図2に示される例において、電流限界は、可能サイクル T_0205 において I_{LIM2} に設定され、電流限界は、可能サイクル T_1210 において I_{LIMX} に設定され、電流限界は、可能サイクル T_N215 において I_{LIM1} に設定される。

【0018】

20

一例において、サンプリング信号 P_S180 は、スイッチS1 120がその導通を終了させたときから遅延時間 $t_{DLY}220$ 後に、各可能サイクルにおけるフィードバック信号 $U_{FB}165$ をサンプリングするようにフィードバック・サンプリング回路170を活性化させる。

【0019】

図3は、図1の例示的な電力変換器の例示的な部分300をより詳細に示す図である。図3において、検知回路150は、コンデンサC1 135上で電圧 V_o である出力量145を検知するために、変圧器125に検知巻線305を含む。抵抗器310、315は、フィードバック回路160によって受信される検知信号 $U_{SENSE}155$ を生成する。一例において、検知信号 $U_{SENSE}155$ は電圧である。別の例において、検知信号 $U_{SENSE}155$ は電流である。一例において、フィードバック回路160は、検知信号 $U_{SENSE}155$ の電圧を閾値電圧 $V_{TH}350$ と比較する電圧比較器340を含み、両電圧共、共通入力戻り320に対する電圧として測定される。比較器340の出力は、フィードバック信号 $U_{FB}165$ である。その例において、フィードバック信号 $U_{FB}165$ は、検知信号 $U_{SENSE}155$ が閾値電圧 $V_{TH}350$ より大きいときにハイで、フィードバック信号 $U_{FB}165$ は、検知信号 $U_{SENSE}155$ が閾値電圧 $V_{TH}350$ より小さいときにローである。

30

【0020】

図示された例において、フィードバック・サンプリング回路170は、フィードバック信号 $U_{FB}165$ を受信して、制御ブロック185からのサンプリング信号 P_S180 がDフリップ・フロップ330をクロックしたときに、サンプルされたフィードバック信号 U_{FB*175} を生成するDフリップ・フロップ330である。したがって、サンプルされたフィードバック信号 U_{FB*} は、本発明の教示に従って、出力の大きさを示す。

40

【0021】

図3の例において、スイッチS1 120は、金属酸化物半導体電界効果型トランジスタ(MOSFET)である。図3の例において、破線360は、スイッチS1 120、制御ブロック185、電流検知信号190、フィードバック・サンプリング回路170、フィードバック回路160を単一のモノリシック・デバイスに含む集積回路の境界を表している。他の例において、これらの機能的ブロックの1種又は複数種を個別の回路部品、モノリシック集積回路、混成集積回路又はそれらの様々な組合せで実装される。

【0022】

50

図4は、本発明の教示に従ってオン／オフ制御によりスイッチング電力変換器の出力を調整する方法を説明する例示的な流れ図400を示す図である。ブロック405で開始後に、制御履歴に含まれる先のスイッチング・サイクルのすべての蓄積情報が、ブロック410における初期状態の設定にリセットされる。制御履歴は、電流限界、サンプルされたフィードバック信号の値、可能と不能のスイッチング・サイクルの数、所定の用途の調整要件を満たすために将来の可能と不能のスイッチング・サイクルを決定するのに有用な任意の他の情報を含むことができる1つ又は複数の過去事象の記憶である。一例において、制御履歴は、デジタル状態機械の状態に含まれられる。制御がブロック415に進み、先のスイッチング・サイクルから蓄積された状態と情報が評価される。次に、次のスイッチング・サイクルに対するパラメータがブロック420に設定される。これらのパラメータは、電流限界を含み、かつ1つ又は複数の将来のスイッチング・サイクルに対してスイッチを可能又は不能とするようにスケジュールを設定するための判断を含む。ブロック425は、現在のスイッチング・サイクルの終点をマークする。ブロック430において新たなスイッチング・サイクルが開始される。
10

【0023】

ブロック435は、制御をブロック440又はブロック455に分岐させる。ブロック420に設定されたパラメータが、スイッチを次のスイッチング・サイクルにおいて可能とするようにスケジュールを設定することを示す場合は、制御は、ブロック440に分岐する。ブロック420に設定されたパラメータが、スイッチを次のスイッチング・サイクルにおいて不能とするようにスケジュールを設定することを示す場合は、制御は、ブロック455に分岐する。
20

【0024】

スイッチが可能である場合は、ブロック440は、スイッチをオンにして、スイッチの電流が電流限界に達するまでそれを導通させる。スイッチの電流が電流限界に達すると、例えば、スイッチをオフにすることによって導通を終了させる。次いで、制御は、ブロック445に進んで、遅延時間待機してからブロック450に進み、フィードバック信号 U_{FB} をサンプリングする。制御は、フィードバック・サンプリング後に続行してブロック455に進み、制御履歴を更新する。次いで、ブロック415において制御履歴を評価してブロック420まで動作を続行し、ブロック425においてスイッチング・サイクルの終点に到達し、ブロック430において新たなスイッチング・サイクルを開始する。
30

【0025】

図5は、本発明の教示に従って、集積回路505に含まれるスイッチング機能、フィードバック機能、制御機能を有する電力変換器500の一例を概略的に示す図である。一例において、入力電圧 V_{IN105} は、120ボルトと375ボルトの間である。一例において、出力電圧 V_{O145} は約5ボルトである。図示された例において、電力変換器500のクランプ回路110は、コンデンサ510、抵抗器515、ダイオード520を含む。集積回路505は、一次巻線122の一端に結合されたドレイン端子525、共通入力戻り320に結合されたソース端子540、コンデンサ545に結合されたバイパス端子530、検知回路150からの検知信号 $U_{SENSE155}$ を受信するように結合されたフィードバック端子535を含む。
40

【0026】

図6は、例示的な集積回路505の動作を説明するためのその内部詳細を示す図である。その例において、電力MOSFET638は、ANDゲート634からのスイッチング信号636に応じて、電流をドレイン端子525とソース端子540の間に切り換える。ドレイン端子525に結合された随意の電圧レギュレータ602は、MOSFET638がオフのときにバイパス端子530の電圧を5.8ボルトに調整する。バイパス端子530は、集積回路505の内部回路に電力供給するための内部供給電圧610を提供する。バイパス端子530に結合された、図5に示される外部コンデンサ545は、MOSFET638がオンの間に内部回路に電力供給するためのエネルギーを蓄積する。

【0027】

随意のヒステリシス比較器 606 は、基準電圧 608 に対して内部供給電圧 610 を監視する。比較器 606 のヒステリシスは、基準電圧 608 を 4.8 ボルト又は 5.8 ボルトのいずれかにする。内部供給電圧 610 が 4.8 ボルト未満に低下すると、ヒステリシス比較器 606 の出力 604 がローになり、AND ゲート 634 を介して MOSFET 638 をオフにする。内部供給電圧 610 が 5.8 に上昇すると、ヒステリシス比較器 606 の出力 604 がハイとなり、基準電圧 608 が 4.8 ボルトに降下する。

【0028】

図示された例に示されるように、ヒステリシス比較器 606 の出力は、リセット信号 604 を状態機械 612 に与える。他の例において、他の内部又は外部回路も所定の用途の必要に応じてリセット信号 604 を提供できることが理解できるであろう。リセット信号 604 のローからハイへの遷移によって、状態機械 612 が初期化される。一例において、状態機械 612 は、例えば、論理ゲート、フリップ・フロップ、ラッチ、カウンタ等の通常のデジタル回路を使用して、出力を生成し、本発明の教示に従って、電力変換器のオン／オフ制御を行うために、フィードバック・サンプリング回路からの過去と現在のデジタル入力サンプルに応じて可能又は不能とされる将来のスイッチング・サイクルのスケジュールを設定する。

【0029】

AND ゲート 634 は、リセット信号 604、随意の熱遮断回路 640 からの熱遮断信号 630、状態機械 612 からの出力信号 628 を受信する。リセット信号 604 又は熱遮断信号 630 が低下すると、AND ゲート 634 の出力からのスイッチング信号 636 が常にローになり、MOSFET 638 をオフにする。集積回路の接合温度が閾値温度を超えると、熱遮断回路 640 は熱遮断信号 630 をローとする。したがって、集積回路の接合温度が高くなりすぎると、熱遮断回路 640 は、MOSFET 638 をオフにする。

【0030】

図示された例に示されるように、発振器 624 は、デジタル・タイミング信号 D_{TIMING} 626 を状態機械 612 に与える。図示された例において、デジタル・タイミング信号 626 は、各スイッチング・サイクルの開始と、各スイッチング・サイクルにおいて MOSFET 638 をオンにできる最大時間との両方を決定する。理解されるように、発振器 624 は、サイクルの開始と最大オン時間を制御するための個別の信号を、場合により提供することができる。一例において、各スイッチング・サイクルの持続時間は、約 15 マイクロ秒である。

【0031】

比較器 618 は、フィードバック端子 535 における検知信号を閾値 $V_{TH} 620$ と比較する。D フリップ・フロップ 616 は、比較器 618 の出力をサンプリングして、サンプリング信号 622 によって決定されたサンプリング時間に、サンプルされたフィードバック信号 $U_{FB} 614$ を生成する。サンプリング時間は、MOSFET 638 がオフになる時間であり、サンプル遅延時間だけ遅延される。サンプリング信号生成器 650 は、MOSFET 638 のゲートにおける信号 636 をサンプル遅延時間だけ遅延させ、信号 636 の遅延立ち下がりエッジにおいてサンプリング信号 622 を生成する。一例において、サンプル遅延時間は、2.5 マイクロ秒である。

【0032】

電流限界比較器 644 は、MOSFET 638 の電流に比例する信号 642 を状態機械 612 からの電流限界基準 632 と比較する。一例において、電流限界基準 632 は、状態機械 612 の電流状態に基づく。MOSFET 638 の電流が電流限界基準値 632 に達したときを示すために、電流限界比較器 644 の出力がハイとなる。MOSFET 638 がオンになるのに伴って浮遊容量を瞬間に放電するときに、状態機械 612 への電流限界入力 648 が偽の電流限界条件を示すことを防止するために、スイッチング信号 636 は、AND ゲート 646 の入力 652 に加えられる前にリーディング・エッジ・ブランギング回路 654 によって遅延させられる。MOSFET 638 の電流が電流限界基準値 632 に達したことを示す電流限界入力 648 に応答して、状態機械 612 は、信号 62

10

20

30

40

50

8とANDゲート634の動作を介して、導通を終了させるようにスイッチに命令する。

【0033】

図示された例に示されるように、状態機械612は2つの出力を含む。第1の出力628は、ANDゲート634によってゲート制御されて、MOSFET638をオン・オフする。第2の出力632は、電流限界比較器644の基準を設定する。したがって、状態機械612は、各スイッチング・サイクルにおいてMOSFET638が導通するのを可能又は不能とし、可能サイクル中の導通の終了を制御するとともに、本発明の教示に従つて、MOSFET638が可能になった後にオフになる電流を設定する。

【0034】

図7Aは、本発明の教示に従つて、状態S1 705からS14 745、及び図6の集積回路における状態機械612の一例の状態S1 705からS14 745に遷移するための例示的な条件を説明する例示的な状態図700を示す図である。図7Bは、状態図700の各状態に対応するパラメータの例を示す図である。図7Bに示される例において、各状態に対するスイッチS1 120の電流限界 I_{LIMIT} は、本発明の教示に従つて、電流限界値 I_{LIMX} の百分率として与えられる。図7Bは、また、本発明の教示に従つて、状態機械がローレベル又はハイレベルのサンプルされたフィードバック信号 $U_{FB*} 614$ を受信した後に可能又は不能になるようにスケジュールされる将来のスイッチング・サイクルの例示的な数を状態毎に示す図である。

【0035】

動作の開始時に、リセット信号604は、状態機械612をS1状態705に設定する。状態機械612は、サンプルされたフィードバック信号 $U_{FB*} 614$ のいくつかの連続的なハイ又はロー値を受信すると、状態を遷移させる。図7Aの例において、状態図700に示されるように、状態を遷移させるためには、サンプルされたフィードバック信号 $U_{FB*} 614$ の3つ又は7つの連続的なハイ又はロー値が必要である。

【0036】

本例のすべての状態において、サンプルされたフィードバック信号 $U_{FB*} 614$ が所定のスイッチング・サイクルでローにサンプリングされた場合は、次のスイッチング・サイクルは、可能サイクルになる。サンプルされたフィードバック信号 U_{FB*} がスイッチング・サイクルでハイでサンプリングされた場合は、所定数の後続のスイッチング・サイクルが不能サイクルになる。少なくとも1つの可能サイクルが、所定数の不能サイクルの直後に続く。ローとハイの論理値を回路における適切な論理逆換で容易に逆転させることができることが理解できるであろう。不能サイクルである後続のスイッチング・サイクルの数は、それぞれの特定の状態に依存する。図7Aと図7Bに示された例において、不能サイクルの数は、概して、番号の大きい状態ほど多くなる。しかし、その例では、4つの異なる電流限界レベル、すなわち70%、80%、90%、100%の電流限界 I_{LIMX} が存在するため、不能サイクルの数は、状態S2 710からS3 715へ、状態S4 720からS5 725へ、かつ状態S6 730からS7 735へ遷移するとき、換言すればより低い電流限界の状態に遷移するときに減少する。電流限界がその最も低い設定値である状態S7 735から始まって、不能サイクルの数は、2進の倍数で増加し、1つの不能サイクルからS8 740では2つの不能サイクルに倍増し、最も高い状態S14 745における128の不能サイクルまで続く。不能サイクルの2進の倍数の増加は、本例において便宜上のものであって、他の例では、将来の不能サイクルについて異なるスケジュールを用いることができる理解できるであろう。

【0037】

電力変換器500がその最大負荷を有するときは、状態機械612は、電流限界が最大であり、不能サイクルの数が最小（1フィードバック・サンプル当たり1つの不能サイクルのみ）である状態S1 705になる。電力変換器500がその最小負荷を有するときは、状態機械612は、最も高い状態S14 745になる。図示された例において、状態S14 745は、電流限界が最も低く、ハイのフィードバック・サンプル当たりの不能サイクル数が最も多い。

10

20

30

40

50

【0038】

1つの状態から別の状態に遷移するために、例示的な状態機械 612 は、サンプルされたフィードバック信号 $U_{FB \cdot 614}$ の 2つ以上の連続的なハイ又はロー値を受信する。例えば、 $U_{FB \cdot 614}$ の 3つの連続的なハイ値（すなわち、現在と過去の 2つのスイッチング・サイクルにロー値が存在しない）は、状態機械 612 を状態 S1 705 から状態 S2 710 に遷移させるのに対して、 $U_{FB \cdot 615}$ の 3つの連続的なロー値（すなわち、現在と過去の 2つのスイッチング・サイクルにハイ値が存在しない）は、状態機械 612 を状態 S2 710 から状態 S1 705 に遷移させる。図 7A と図 7B に示される例のほとんどの場合において、状態間を遷移するために 3つの連続的なハイ又はロー値が必要とされる。3つの例外は、状態 S3 715 から状態 S2 710 まで、状態 S5 725 から状態 S4 720 まで、かつ状態 S7 735 から状態 S6 730 までである。
10 これらの場合は、異なる電流限界を有する状態間の過度の変化を回避するために、連続的なロー・サイクルの数が 3から 7に増加される。当該状態間の過度の変化は、効率の低下、出力におけるリップル電圧の増加及び／又は可聴雑音により電力変換器の性能を低下させるスイッチング・サイクルのパターンをもたらすことがある。

【0039】

要約書に記載されているものを含めて、本発明の図解例の上記説明は、網羅的であること、又は開示された厳密な形態に限定されることを意図するものではない。本発明の具体的な実施形態と具体例が例示を目的として本明細書に記載されているが、本発明のより広い主旨と範囲を逸脱することなく、様々な同等の変更が可能である。具体的な電圧、電流、周波数、電力範囲値、時間等は、説明を目的として提示されていること、本発明の教示に従って、他の実施形態及び具体例に他の値を採用してもよいことが理解できるであろう。
20

【0040】

これらの変更を、上記詳細な説明に鑑みて、本発明の例に加えることができる。請求項に用いられている用語は、本発明を明細書と請求項に開示された具体的な実施形態に限定するものと解釈されるべきではない。むしろ、範囲は、請求項の解釈の確定された理論に従って解釈されるべきである請求項によって専ら決定づけられるべきである。よって、本明細書及び図面は、限定的ではなく、例示的なものと見なされるべきである。

【図面の簡単な説明】

30

【0041】

【図 1】本発明の教示に従って、フライバック・トポロジを使用し、制御技術を採用するスイッチング電力変換器の一例を概略的に示す図である。

【図 2】本発明の教示に従って、動作する例示的なスイッチング電力変換器からの波形のいくつかのスイッチング・サイクルを示す図である。

【図 3】本発明の教示に従って、制御技術を採用する例示的な電力変換器の例示的な部分を示す図である。

【図 4】本発明の教示に従って、スイッチング電力変換器の出力を調整する方法を示す例示的な流れ図 400 を示す図である。

【図 5】本発明の教示に従って、制御技術を実施する例示的な集積回路を含む例示的な電力変換器を概略的に示す図である。
40

【図 6】本発明の教示に従って、制御技術を実施する例示的な集積回路の内部詳細を示す図である。

【図 7A】本発明の教示に従って、制御技術を実施する例示的な集積回路の状態機械の一例の状態図を概略的に示す図である。

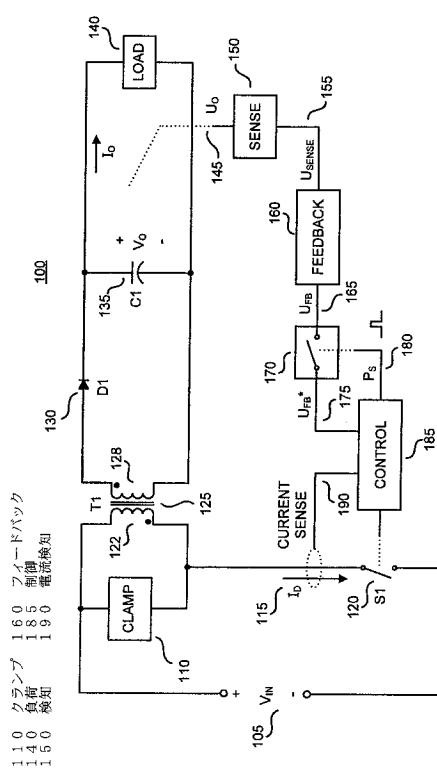
【図 7B】図 7A の例示的な状態図の各状態に対応する例示的なパラメータを示す図である。

【符号の説明】**【0042】**

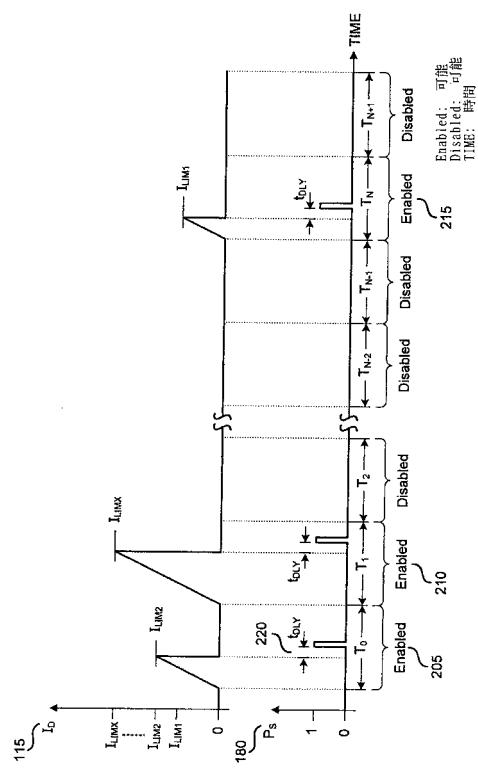
- 1 1 0 クランプ回路
 - 1 2 0 スイッチ S 1
 - 1 2 2 一次巻線
 - 1 2 5 エネルギー伝送素子 T 1
 - 1 2 8 二次巻線
 - 1 3 0 ダイオード D 1
 - 1 3 5 コンデンサ C 1
 - 1 4 0 負荷
 - 1 5 0 検知回路
 - 1 6 0 フィードバック回路
 - 1 7 0 フィードバック・サンプリング回路
 - 1 8 5 制御ブロック

10

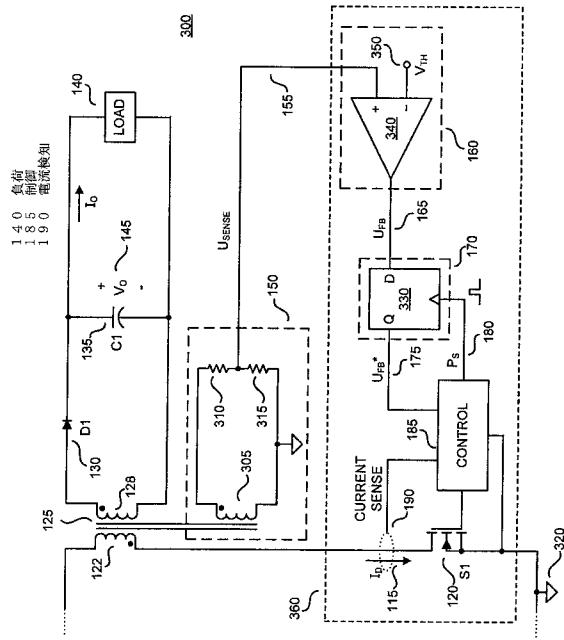
【 図 1 】



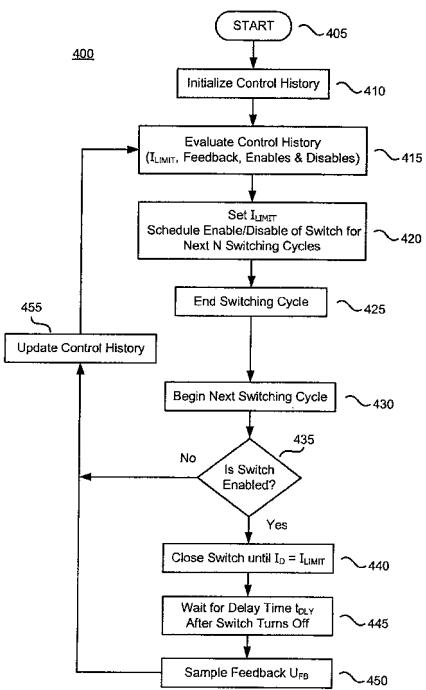
【図2】



【図3】

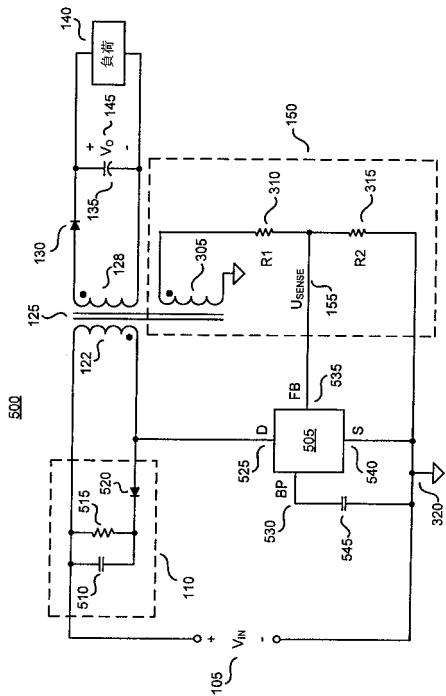


【図4】

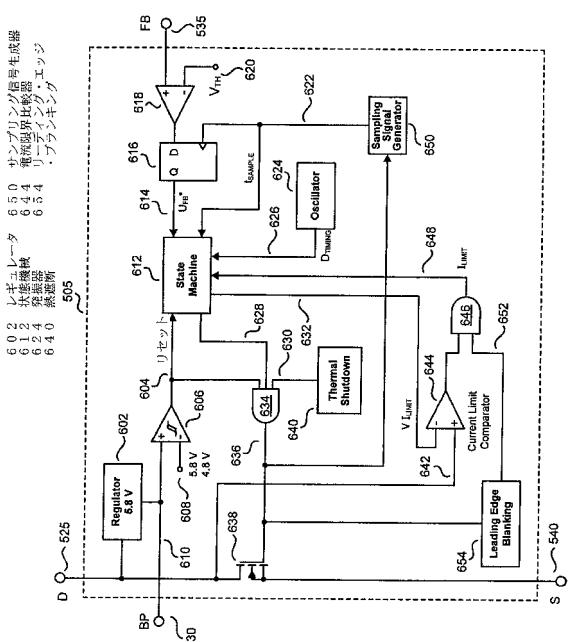


4.05 開始
 4.15 制御履歴を初期化する
 4.20 I_{LIMIT} を設定する
 4.25 次のNサイクル、サイクルについてのスイッチの可能/不可能のスケジュールを設定する
 4.30 スイッチング・サイクルを終了する
 4.35 次のスイッチング・サイクルを開始する
 4.40 スイッチは可能か?
 4.45 $I_d = I_{LIMIT}$ までスイッチを開にする
 4.50 スイッチがオフになった後に遅延時間 t_{DLV} 待機する
 4.55 制御履歴を更新する

【図5】

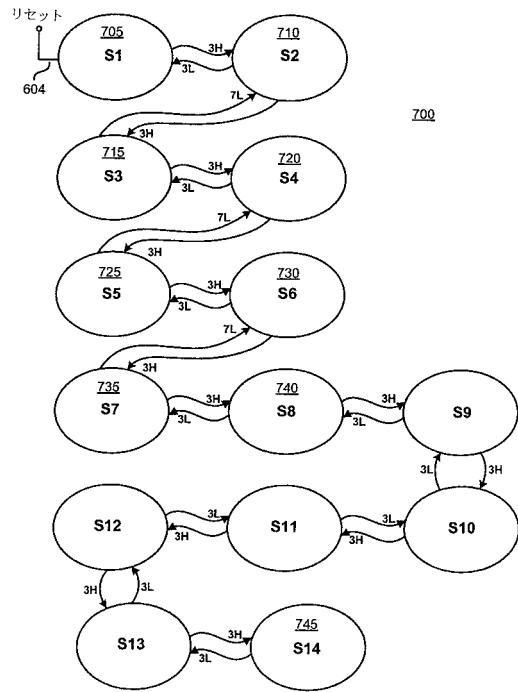


【図6】



【図7A】

状態機械は、 U_{FB^*} の指定数（3又は7）の連続的ロー（L）又はハイ（H）値を受信すると、状態（S）を変化させる。



【図7B】

状態	I_{LIMIT}	U_{FB^*} ロー	U_{FB^*} ハイ
S1	100%	Enable 1	Disable 1
S2	100%	Enable 1	Disable 2
S3	90%	Enable 1	Disable 1
S4	90%	Enable 1	Disable 2
S5	80%	Enable 1	Disable 1
S6	80%	Enable 1	Disable 2
S7	70%	Enable 1	Disable 1
S8	70%	Enable 1	Disable 2
S9	70%	Enable 1	Disable 4
S10	70%	Enable 1	Disable 8
S11	70%	Enable 1	Disable 16
S12	70%	Enable 1	Disable 32
S13	70%	Enable 1	Disable 64
S14	70%	Enable 1	Disable 128

Enable: 可能
Disable: 不能

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 バル・バラクリッシュナン

アメリカ合衆国・95070・カリフォルニア州・サラトガ・アルバー コート・13917

(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 安食 泰秀

(56)参考文献 特開2007-068395(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 3/28