

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電力変換器において使用する制御回路であって、

前記制御回路に結合されるべき電力スイッチの切換を制御するための駆動信号を発生させて、電力変換器出力に結合されるべき 1 つ以上の負荷のエネルギー要件に応答して前記電力変換器出力へのエネルギーの流れを調整するように結合される駆動信号発生器と、

前記 1 つ以上の負荷のエネルギー要件が第 1 の期間よりも長くしきい値を下回ると、前記駆動信号発生器を休止状態にすることによって、前記駆動信号発生器による前記電力変換器出力へのエネルギーの流れの調整を中止するように結合される、無調整の休止モード制御回路とを備え、

前記駆動信号発生器は、休止状態であれば、前記 1 つ以上の負荷のエネルギー要件の変化に応答しないように結合され、

前記無調整の休止モード制御回路は、第 2 の期間の経過後に前記駆動信号発生器をパワーアップするように結合され、

前記駆動信号発生器は、前記第 2 の期間の経過後に前記 1 つ以上の負荷のエネルギー要件の変化に再び応答するように結合される、制御回路。

【請求項 2】

前記 1 つ以上の負荷のエネルギー要件は、前記制御回路によって受信されるように結合されるフィードバック信号に応答して決定される、請求項 1 に記載の制御回路。

【請求項 3】

前記 1 つ以上の負荷のエネルギー要件は、前記制御回路によって受信されるように結合される前記フィードバック信号の大きさに応答して決定される、請求項 2 に記載の制御回路。

【請求項 4】

前記フィードバック信号の大きさは電圧値である、請求項 3 に記載の制御回路。

【請求項 5】

前記フィードバック信号の大きさは電流値である、請求項 3 に記載の制御回路。

【請求項 6】

前記 1 つ以上の負荷のエネルギー要件は、前記駆動信号のスイッチング周波数に応答して決定される、請求項 1 に記載の制御回路。

【請求項 7】

前記電力変換器はフライバック変換器である、請求項 1 に記載の制御回路。

【請求項 8】

前記第 1 の期間は、 n 個の連続する駆動信号間の時間が第 3 の期間を上回ると、前記第 2 の期間の開始を行うイベントカウンタによって決定される、請求項 1 に記載の制御回路。

【請求項 9】

前記第 3 の期間は、前記制御回路の一部を形成する発振器回路の 50 ~ 250 サイクルの間の期間である、請求項 8 に記載の制御回路。

【請求項 10】

前記第 2 の期間は、前記制御回路に結合されるべきコンデンサによって決定される、請求項 1 に記載の制御回路。

【請求項 11】

前記制御回路に結合されるべきコンデンサは、前記制御回路用の外部バイパスコンデンサを含む、請求項 10 に記載の制御回路。

【請求項 12】

前記無調整の休止モード制御回路に応答して前記コンデンサを充電するように結合されるべきレギュレータ回路をさらに含み、

前記レギュレータ回路は、前記 1 つ以上の負荷のエネルギー要件が前記第 1 の期間よりも長く前記しきい値を下回る場合には前記コンデンサを充電しないように、および、前記第

10

20

30

40

50

2の期間の経過後に前記コンデンサを再び充電するように結合される、請求項10に記載の制御回路。

【請求項13】

前記電力スイッチは金属酸化物半導体電界効果トランジスタ(MOSFET)を含む、請求項1に記載の制御回路。

【請求項14】

前記電力スイッチはバイポーラトランジスタを含む、請求項1に記載の制御回路。

【請求項15】

前記電力スイッチは、エネルギー伝達要素を通る前記電力変換器出力へのエネルギーの流れを調整するように結合され、

10

前記エネルギー伝達要素は絶縁出力巻線を含み、

前記1つ以上の負荷のうちの1つが前記絶縁出力巻線に結合される、請求項1に記載の制御回路。

【請求項16】

前記1つ以上の負荷のうちの前記1つは、前記電力変換器の出力端子に結合される負荷および予負荷インピーダンスを含む、請求項13に記載の制御回路。

【請求項17】

前記電力スイッチは、エネルギー伝達要素を通る前記電力変換器出力へのエネルギーの流れを調整するよう結合され、

20

前記エネルギー伝達要素は非絶縁検知巻線を含み、

前記1つ以上の負荷のうちの1つが前記非絶縁検知巻線に結合される、請求項1に記載の制御回路。

【請求項18】

前記電力スイッチは、エネルギー伝達要素を通る前記電力変換器出力へのエネルギーの流れを調整するよう結合され、

前記エネルギー伝達要素は非絶縁バイアス巻線を含み、

前記1つ以上の負荷のうちの1つが前記非絶縁バイアス巻線に結合される、請求項1に記載の制御回路。

【請求項19】

前記電力スイッチは、エネルギー伝達要素を通る前記電力変換器出力へのエネルギーの流れを調整するよう結合され、

30

前記エネルギー伝達要素は、絶縁出力巻線および非絶縁バイアス巻線を含み、

前記1つ以上の負荷のうちの1つが前記絶縁出力巻線に結合され、前記1つ以上の負荷のうち他の1つが前記非絶縁バイアス巻線に結合される、請求項1に記載の制御回路。

【請求項20】

前記電力スイッチは、エネルギー伝達要素を通る前記電力変換器出力へのエネルギーの流れを調整するように結合され、

前記エネルギー伝達要素は非絶縁出力巻線を含み、

前記1つ以上の負荷のうちの1つは、前記非絶縁出力巻線に結合される、組合された検知およびバイアス負荷を含む、請求項1に記載の制御回路。

40

【請求項21】

前記電力スイッチは、エネルギー伝達要素を通る前記電力変換器出力へのエネルギーの流れを調整するよう結合され、

前記エネルギー伝達要素は、絶縁出力巻線および非絶縁出力巻線を含み、

前記1つ以上の負荷のうちの1つは、前記絶縁出力巻線に結合され、前記負荷のうち他の1つは、前記非絶縁出力巻線に結合される、組合された検知およびバイアス負荷を含む、請求項1に記載の制御回路。

【請求項22】

電力変換器の出力を制御するための方法であって、

1つ以上の負荷のエネルギー要件に応答して、前記電力変換器の出力に結合される前記1

50

つ以上の負荷へのエネルギーの流れを調整するための駆動信号を発生させることと、

前記 1 つ以上の負荷のエネルギー要件が第 2 の期間よりも長くしきい値を下回ると、第 1 の期間にわたって前記 1 つ以上の負荷へのエネルギーの流れの調整を中止することと、

前記第 1 の期間中は前記 1 つ以上の負荷のエネルギー要件に応答しないことと、

前記第 1 の期間の経過後に、前記 1 つ以上の負荷へのエネルギーの流れの調整を再開することを含む、方法。

【請求項 23】

前記負荷のうちの 1 つは、電力変換器出力に結合される検知回路である、請求項 22 に記載の方法。

【請求項 24】

前記負荷のうちの 1 つは、前記電力変換器出力のうちの 1 つに結合される、組合された検知およびバイアス回路である、請求項 22 に記載の方法。

【請求項 25】

前記負荷のうちの 1 つは、前記電力変換器の出力端子に結合される負荷と組合される予負荷インピーダンスである、請求項 22 に記載の方法。

【請求項 26】

前記第 1 の期間にわたって前記 1 つ以上の負荷へのエネルギーの流れの調整を中止することは、組合される予負荷および負荷のエネルギー要件が前記第 2 の期間よりも長く前記しきい値を下回るとエネルギーの流れを中止することを含む、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 27】

前記 1 つ以上の負荷のうちの 1 つは、前記電力変換器の出力端子に結合される、請求項 22 に記載の方法。

【請求項 28】

前記第 1 の期間にわたって前記 1 つ以上の負荷へのエネルギーの流れの調整を中止することは、前記電力変換器の出力端子に結合される前記 1 つ以上の負荷のうちの 1 つのエネルギー要件が前記第 2 の期間よりも長く前記しきい値を下回るとエネルギーの流れを中止することを含む、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 29】

電力変換器において使用する制御回路であって、前記制御回路は、

電力スイッチの切換を制御するための駆動信号を発生させて、前記電力変換器の出力を調整するように結合される駆動信号発生器と、

前記駆動信号の 2 つのパルス間の時間がしきい値期間を上回るかどうかを示すために前記駆動信号発生器に結合されたパワーダウン検出回路と、

前記パワーダウン検出回路に結合されて、前記パワーダウン検出回路が、前記駆動信号のパルス間の時間がしきい値連続回数にわたって前記しきい値期間を上回ったことを示す場合、第 1 の期間にわたって前記駆動信号発生器を休止状態にするイベント検出回路とを含む、制御回路。

【請求項 30】

前記制御回路の外部にあるタイマに結合されるべき端子をさらに含み、

前記第 1 の期間が前記タイマに응答して決定される、請求項 29 に記載の制御回路。

【請求項 31】

前記第 1 の期間が経過した後に前記駆動信号発生器をパワーアップするよう結合されたパワーアップ検出回路をさらに含む、請求項 29 に記載の制御回路。

【請求項 32】

前記駆動信号発生器が休止状態であり、前記第 1 の期間の経過後に負荷のエネルギー要件の変化に응答する場合、前記駆動信号発生器は、前記負荷のエネルギー要件の変化に응答しないように結合される、請求項 31 に記載の制御回路。

【請求項 33】

前記パワーダウン検出回路に結合された発振器をさらに含み、

前記しきい値期間は、前記発振器の発振器サイクルのしきい値数を含む、請求項 29 に

10

20

30

40

50

記載の制御回路。

【請求項 3 4】

前記パワーダウン検出回路は、前記発振器のサイクルをカウントするためのパワーダウンカウンタを含み、

前記イベント検出回路は、前記パワーダウン検出回路が発振器サイクルの前記しきい値数をカウントする回数をカウントするためのイベント検出カウンタを含む、請求項 3 3 に記載の制御回路。

【請求項 3 5】

前記パワーダウンカウンタはさらに、前記パワーダウンカウンタが発振器サイクルの前記しきい値数をカウントする前に駆動信号パルスの発生に応答してリセットされるよう結合される、請求項 3 4 に記載の制御回路。

10

【請求項 3 6】

前記イベント検出カウンタはさらに、前記パワーダウンカウンタが発振器サイクルの前記しきい値数をカウントする前に駆動信号パルスの発生に応答してリセットされるよう結合される、請求項 3 4 に記載の制御回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

関連出願の相互参照

本願は、代理人番号が 5 5 1 0 P 1 4 2 であり 2 0 0 8 年 5 月 2 9 日に出願された係属中の米国通常出願番号第 1 2 / 1 2 9 , 4 7 4 号に関する。

20

【0 0 0 2】

背景情報

開示の分野

本発明は、概して、切換えモード電力変換器におけるエネルギーの送出を調整する制御回路に関し、より特定的には、本発明は、無調整の休止動作モードを用いることによって軽負荷または無負荷状態で切換えモード電力変換器のエネルギー消費を低減させる制御回路に関する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

30

背景

電力変換器制御回路は、多くの目的および用途に用いられ得る。電力変換器のエネルギー消費を減らすことができる制御回路機能が求められている。具体的には、軽負荷または無負荷状態で電力変換器のエネルギー消費を低減させる制御回路が特に求められている。これが求められているのは、電力変換器のいくつかの用途においては、長期間にわたってエネルギーの送出がほとんどまたは全く必要とされていないためである。このような用途の一例として、携帯電話用の A C - D C 充電器が挙げられる。A C - D C 充電器は、携帯電話自体が A C - D C 充電器の出力ケーブルから完全に外されている場合でも、しばしば、家またはオフィスにある A C 電源コンセントに接続されたままにされる。このような状態はしばしば無負荷状態と称される。さらに、携帯電話やデジタルスチルカメラ等の用途においては、ユニット内のバッテリーが完全に充電されると、A C - D C 充電器の出力によって電力供給されているユニットが停止する。これらの状態では、ユニットのエネルギー要件が劇的に低下するので、A C - D C 充電器にとって非常に軽い負荷状態となる。この状態は、しばしばスタンバイまたはスリープモードと称され、長期間存在し得る。したがって、これらの非常に軽い負荷のスタンバイまたはスリープモード状態で、A C - D C 充電器を高効率で、または言い換えれば可能な限り低いエネルギー消費で動作させることも求められている。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

50

切換えモード電力変換器のための既存の制御回路は、典型的には、制御回路に結合された電源スイッチのスイッチング周波数を下げてスイッチング損失と呼ばれる一種のエネルギー損失を低減させることによって、電力変換器のエネルギー消費を低減させる。スイッチング周波数を下げている間、制御回路は、電力供給されるべきユニット（たとえば、携帯電話ハンドセットまたはデジタルスチルカメラ）が、AC-DC充電器出力に接続されるとすぐに、またはスリープ/スタンバイモードを終えてより多くのエネルギーを要求するとすぐにエネルギーを受取ることができるように電力変換器の出力電圧を維持することによって、稼動したままにされる。

【0005】

添付の図面を参照しつつ、本発明の非限定的かつ非網羅的な実施例を説明する。添付の図面においては、同様の参照番号は、特に規定のない限り、さまざまな図全体を通じて同様の要素を指す。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】本発明の教示内容に従った、無調整の休止動作モードを用いることにより軽負荷または無負荷状態で電力変換器のエネルギー消費を低減させる制御回路の例を使用する例示的なフライバック電力変換器を示す概略図である。

【図2】本発明の教示内容に従った、無調整の休止動作モードを用いることにより軽負荷または無負荷状態で電力変換器のエネルギー消費を低減させる制御回路の別の例を使用する別の例示的なフライバック電力変換器を示す概略図である。

【図3】本発明の教示内容に従った、無調整の休止動作モードを用いることにより軽負荷または無負荷状態で電力変換器のエネルギー消費を低減させる制御回路のさらに別の例を使用するさらに別の例示的なフライバック電力変換器を示す概略図である。

【図4A】本発明の教示内容に従った、軽負荷または無負荷状態で電力変換器のエネルギー消費を低減させる制御回路を示す例示的なブロック図である。

【図4B】一例においては図4Aのブロック図の制御回路から得られる例示的なタイミングおよび信号の波形を示す図である。

【図5A】一例においては図4Aのブロック図の制御回路から得られる例示的な波形を示す図である。

【図5B】一例においては図4Aのブロック図の制御回路から得られる例示的な波形を示す図である。

【図6】本発明の教示内容に従った、無調整の休止動作モードを用いることにより軽負荷または無負荷状態で電力変換器のエネルギー消費を低減させる制御回路のさらに別の例を使用するさらに別の例示的なフライバック電力変換器を示す概略図である。

【図7】軽負荷または無負荷状態で電力変換器のエネルギー消費を低減させるさまざまな制御回路の典型的なスイッチング周波数対負荷特性を示すグラフである。

【図8】本発明の教示内容に従った、軽負荷または無負荷状態で電力変換器のエネルギー消費を低減させる制御回路の例示的な制御特性を示すグラフである。

【図9】本発明の教示内容に従った、無調整の休止動作モードを用いることにより軽負荷または無負荷状態で電力変換器のエネルギー消費を低減させるための例示的な方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0007】

詳細な説明

無調整の休止動作モードを用いることによって軽負荷または無負荷状態で電力変換器のエネルギー消費を低減させる制御回路を実現するための方法および装置を開示する。以下の説明においては、本発明の完全な理解を助けるために多数の具体的な詳細を述べる。しかしながら、本発明を実施するのにこの具体的な詳細を用いる必要がないことは当業者には明らかであるだろう。他の場合には、本発明を曖昧にすることを避けるために、周知の材料または方法は詳細には説明していない。

10

20

30

40

50

【0008】

この明細書全体を通じて言及される「一実施例」、「実施例」、「一例」または「例」とは、実施例または例に関連して記載された特定の特徴、構造または特性が本発明の少なくとも1つの実施例に含まれることを意味する。このため、この明細書全体を通じてさまざまな箇所に現われる「一実施例においては」、「実施例においては」、「一例」または「例」という語句は、必ずしもすべてが同じ実施例または例を指すとは限らない。さらに、特定の特徴、構造または特性は、1つ以上の実施例または例におけるいずれかの好適な組合せおよび/または下位の組合せで組合わされてもよい。加えて、この明細書中に添付された図が当業者への説明を目的としたものであり、図面が必ずしも縮尺通りに描かれているわけではないことが認識される。

10

【0009】

無調整の休止動作モードを用いることによって軽負荷または無負荷状態で電力変換器のエネルギー消費を低減させるための制御回路をここで説明する。本発明の例は、軽負荷または無負荷状態で電力変換器のエネルギー消費を低減させるために無調整の休止動作モードを実現する方法および装置を含む。以下の説明においては、たとえば携帯電話が電力変換器の出力に接続され、そのバッテリーを充電している場合にあり得る通常の動作状態下で、電力変換器の入力からその出力へのエネルギーの流れを調整するさまざまな電力変換器回路において用いられるいくつかの例示的な制御回路を詳述する。電力変換器の入力から出力へのエネルギーの流れは、電力変換器内に変圧器を含み得るがいくつかの電力変換器構成においては単純なインダクタであり得るエネルギー伝達要素を通るエネルギーの流れとしても説明することができる。この説明では、電力変換器の出力が無負荷または軽負荷状態下にあると確認される場合、たとえば、制御回路が用いられているAC-DC充電器の出力から携帯電話が物理的に外されている場合、記載された例示的な制御回路が、電力変換器の入力から出力までのエネルギーの流れがもはや調整されない動作モードに如何に移行するかを詳述する。これらの状態下では、電力変換器の入力から出力までのエネルギー伝達は、制御回路のユーザによってプログラムされているかまたは制御回路自体の内部にあるタイマ回路を用いて予めプログラムされている期間にわたって実質的にゼロにまで減らされる。この期間中、回路は、この開示の名称で言及されている無調整の休止動作モードにある。この無調整の休止モード期間中、エネルギーを節約するために制御回路自体の電力消費が可能な限り抑えられる。この説明では、この無調整の休止動作モード期間の後に、制御回路が、電力変換器の入力から出力へのエネルギーの流れを如何に再開させ、再び調整するかを詳述する。しかしながら、非常に軽い負荷または無負荷状態が依然として存在している場合、制御回路は再びこれを検出し、無調整の休止モード動作期間を再開させることとなる。

20

30

【0010】

図1は、例示の目的で、電力変換器100の概略図を示す。電源とも称されることがあるこの電力変換器100は、エネルギー伝達要素109を通るエネルギーの流れを調整する制御回路115を使用する。図示された例においては、制御回路115は、本発明の教示内容に従って、無調整の休止動作モードを用いることによって軽負荷または無負荷状態で電力変換器100のエネルギー消費を低減させるのに用いられる無調整の休止モード制御回路140を含む。一例においては、電力変換器100は、一次接地107と二次リターン126とが互いから電氣的に絶縁されている絶縁フライバック変換器である。なお、他の例では、電力変換器100は、本発明の教示内容に従って一次接地107と二次リターン126とが電氣的にともに接続されても、非絶縁であり得る。本発明の教示内容から利益を得ることができる他の非絶縁電力変換器構成はさらに、バック、CUCまたはSEPIC変換器を含み得る。なお、さらに他の例では、電力変換器100は、本発明の教示内容に従って2つ以上の出力を有してもよい。

40

【0011】

図示される例に示されるように、制御回路115は駆動信号発生器ブロック154を含み、これは、電力スイッチ105を駆動するために結合されるべき駆動信号122を発生

50

させる。一例においては、電力スイッチ 105 は金属酸化物半導体電界効果トランジスタ (MOSFET)、バイポーラトランジスタなどである。電力スイッチ 105 は、DC 入力電圧 101 および出力電力ダイオード 117 に結合されるエネルギー伝達要素 109 の入力巻線 103 に結合される。一例においては、DC 入力電圧 101 は、図示されない AC 電圧のソースに結合された整流回路の出力である。コンデンサ 106 は、電力変換器入力端子 190 および 191 に結合されており、電力スイッチ 105 がオン状態にあるときに、第 1 および第 2 の入力端子 190 および 191、エネルギー伝達要素 109、巻線 103 ならびに電力スイッチ 105 を流れる電流を切換えるための低インピーダンス源をもたらす。一例においては、制御回路 115 およびスイッチ 105 は、ハイブリッドまたはモノリシック集積回路として製造され得る集積回路の一部を形成し得る。図示される例に示されるように、制御回路 115 はフィードバック信号 114 を受信するように結合され、これは、一例では電圧信号であるが、他の例では、電流信号、または、本発明の教示内容から利益を得つつ電力変換器 100 出力のパラメータを表わす他の信号であってもよい。

10

20

30

40

50

【0012】

図示される例において電力変換器 100 が最初に入力電圧源 101 に接続されると、制御回路 115 は起動電流を得て制御回路の動作を開始させる。これは、バイパス端子 170 に結合される外部バイパスコンデンサ 133 を充電することによってなされる。図 1 の例においては、この起動電流は、制御回路 115 に内蔵されたレギュレータ回路 135 に結合される、電力スイッチ 105 の高電圧接続ノード 134 から得られる。レギュレータ回路 135 からの出力 132 は、外部バイパスコンデンサ 133 に結合され、また制御回路 115 に内蔵された回路素子用の電圧供給レールでもある。別の例においては、接続ノード 134 は、入力端子 190 に結合され得るか、または、電力スイッチ 105 および制御回路 115 が単一のダイ上に集積される場合および / もしくは単一の半導体パッケージに組み込まれる場合には電力スイッチ 105 の構造に内蔵されたノードに結合され得る。

【0013】

図示される例では、レギュレータ回路 135 は、一例においては典型的に一次接地 107 に対して 50 ~ 400 V の範囲内にあるノード 134 の高電圧を変換し、レール 132 の最大電圧をより低い電圧に調整し、これを用いて制御回路 115 を動作させることができる。当初、バイパスコンデンサ 133 両端の電圧は実質的にゼロであり、レギュレータ回路 135 が電流を与えることによってバイパスコンデンサ 133 を充電する。バイパスコンデンサ 133 の電圧が、一例では典型的に約 6 ボルトのオーダーである、制御回路 115 の適正な動作にとって十分なものになると、内蔵の不足電圧回路 (under-voltage circuit) (図示せず) によって制御回路 115 が動作を開始させることが可能となり、これにより、駆動信号 122 で電力スイッチ 105 の切換が開始される。これによって次に、エネルギーが入力端子 190 および 191 からエネルギー伝達要素 109 を通って流れ始める。

【0014】

エネルギー伝達要素 109 は、入力巻線 103、出力巻線 110、および低電圧 (一例では、典型的に 10 ~ 30 V の範囲内にある) 補助巻線 108 を含む。フィードバック信号 114 は、抵抗器 111 および 112 によって形成される抵抗分周器を通して補助巻線 108 から制御回路 115 に結合される。加えて、補助巻線コンデンサ 175 が十分に充電されると、制御回路 115 は、抵抗器 171 を介して、制御回路 115 を動作させるための供給電流 180 を受ける。図示される例では、このように低電圧補助巻線 108 から電流を得るほうが、レギュレータ回路 135 が高電圧ノード 134 から電流を得るよりも効率的である。したがって、抵抗器 171 を介して供給電流 I_{CC} 180 を得ることができる場合、典型的にはレギュレータ回路ブロック 135 の動作は無効になる。

【0015】

一例においては、制御回路 115 は駆動信号発生器 154 を含み、駆動信号発生器 154 は駆動信号 122 を発生させて、これが電力スイッチ 105 を駆動するよう結合され、電力スイッチ 105 は、フィードバック信号 114 に応答して電力スイッチ 105 がオン

およびオフに切換えられる周波数を調整することによってエネルギー伝達要素 109 を通るエネルギーの流れを調整する。このスイッチング周波数の調整は、多くの方法で実現可能であり、その方法には、制御回路 115 内の発振器（図示せず）の周波数を変えること、制御回路 115 内の固定周波数発振器から得られる電力スイッチ 105 の切換サイクルを選択的に有効および無効にすること（しばしばオン/オフ制御と称される）、電力スイッチ 105 の固定オン時間を用いて電力スイッチ 105 のオフ時間を変えること、または、電力スイッチ 105 の固定オフ時間を用いて電力スイッチ 105 のオン時間を変えること、が含まれる。スイッチ 105 がオンであれば、コンデンサ 106 からのエネルギーは、エネルギー伝達要素 109 の入力巻線 103 に伝達される。スイッチがオフであれば、入力巻線 103 に保存されたエネルギーは、出力巻線 110 および補助巻線 108 に伝達される。出力巻線 110 からのエネルギーは、順方向バイアスの出力電力ダイオード 117 を通ってコンデンサ 118 と、予負荷インピーダンス（preload impedance）194 に結合される負荷 121 と、出力端子 192 および 193 とに流れる電流で、電源 100 の出力に伝達される。この例では、スイッチング周波数はエネルギーの流れを調整するのに用いられる変数であるため、電力スイッチ 105 が切換わる周波数は、エネルギー伝達要素 109 を流れる総エネルギー程度のものである。

10

20

30

40

50

【0016】

図 1 の例においては、制御回路 115 は、電力変換器 100 の第 1 および第 2 の入力端子 190 および 191 からエネルギー伝達要素 109 を通って電力変換器出力端子 192 および 193、予負荷インピーダンス 194、制御回路供給端子 170、ならびにフィードバック端子 123 に加えてフィードバック構成要素 111 および 112 に送出される総エネルギーを調整するよう結合される。3 ワット（毎秒 3 ジュールのエネルギー）の負荷 121 に全負荷出力電力を与える例示的な携帯電話充電器では、予負荷 194、制御回路 115、供給電流 180 およびフィードバック電流 131 が消費するエネルギーは、典型的には、負荷 121 が消費するエネルギーの 1 % 未満である。一例においては、予負荷 194 がいっしょに取外される。しかしながら、負荷 121 を物理的に取外すことによって、または負荷 121 がスタンバイ動作モードであるときに、出力負荷電流 120 が実質的に除かれた場合、もし存在する場合には予負荷 194 と、制御回路 115 と、供給電流 180 と、フィードバック電流 131 とを組合せたエネルギー消費が、エネルギー伝達要素 109 を流れるエネルギーの実質的に 100 % になり得る。

【0017】

上述のように、図 1 の例では、電力スイッチ 105 のスイッチング周波数は、エネルギー伝達要素 109 を通るエネルギーの流れを調整するのに用いられる変数であるため、スイッチング周波数は、エネルギー伝達要素 109 の巻線 108 および 110 に結合される回路素子の総エネルギー要件または要求を示すものである。したがって、図示される例においては、電力スイッチ 105 のスイッチング周波数がしきい値を下回ると、これは、出力電流 120 が実質的にゼロにまで低下したことで、このため、負荷 121 が実質的にエネルギーを全く必要としない無負荷または非常に軽い負荷状態が存在することとを示すものとして用いられる。言い換えれば、負荷 121 のエネルギー要件がしきい値を下回ると、無負荷または非常に軽い負荷状態が確認されたことになる。

【0018】

これらの状態下で、制御回路 115 は一例では無調整の休止モード制御回路 140 を含む。無調整の休止モード制御回路 140 は、負荷 121 のエネルギー要件が或るしきい値期間よりも長期にわたってしきい値を下回っていた場合、ある期間にわたって駆動信号発生器 154 をパワーダウンすることによって駆動信号発生器 154 を休止状態にするよう結合されるパワーダウン/リセット信号 157 を発生させるように結合される。駆動信号発生器 154 がパワーダウンされているこの期間中、駆動信号発生器 154 は駆動信号 122 をもはや発生させず、エネルギー伝達要素 109 を通るエネルギーの流れをもはや調整しない。一例においては、駆動信号発生器 154 がパワーダウンされて電力スイッチ 105 の切換が無効になっている期間の長さは、バイパスコンデンサ 133 が、一例では 5 . 8 ~

6. 4 ボルトの範囲内にある通常の動作電圧から、一例では3ボルトであり得るより低い電圧にまで放電するのにかかる時間の長さによって決定される。この時間中、出力コンデンサ118も予負荷インピーダンス194を介して放電し、このため、出力電圧119も低下する。したがって、この例においては、バイパスコンデンサ133はタイマの一部としても機能して、出力電流120が実質的にゼロにまで低下し、このため無負荷または非常に軽い負荷状態が存在することが示されることに応答して期間を決定する。この時間中、コンデンサ175も抵抗器171および111を介して放電し、このため、コンデンサ175両端の電圧も低下する。別の例では、駆動信号発生器154がパワーダウンされて電力スイッチ105の切替が無効になっている期間の長さは、制御回路115の外部にあるがバイパスコンデンサ133ではないコンデンサを備えるタイマ回路によって決定され得る。さらなる例においては、駆動信号発生器154がパワーダウンされて電力スイッチ105の切替が無効になっている期間の長さは、制御回路115内に完全に集積されているためこの目的のための外部コンデンサを必要としないタイマ回路によって決定され得る。

10

20

30

40

50

【0019】

この期間中に制御回路のエネルギー消費を可能な限り減らすために、内部レギュレータ回路ブロック135も、ノード134からレギュレータ回路135を通して流れる電流が実質的になくなるように、かつレギュレータ回路ブロック135が消費するエネルギーが実質的にゼロになるように、パワーダウン/リセット信号157に応答してパワーダウンされる。制御回路115の駆動信号発生器154がエネルギー伝達要素109を通るエネルギーの流れを調整するのを中止するこの無調整の休止モード期間中、制御回路115は、無調整の休止モード期間が経過するまで、端子123において受信されるフィードバック信号に応答しない。したがって、この無調整の休止モード期間中は、レギュレータ回路ブロック135をパワーダウンさせるのに加えて、パワーダウン/リセット信号157に応答して、制御回路115内の実質的にすべての他の回路素子もパワーダウンされ、供給レール132から切断される。この切断は、結果として電力消費を減らすものであり、当業者にとって公知であるように、単純な半導体負荷スイッチを用いて達成可能である。

【0020】

一例においては、負荷121のエネルギー要件がしきい値期間よりも長期にわたってしきい値を下回った場合にのみ、無調整の休止モード期間が開始されるので、短期間の過渡的なエネルギー要件の状態または事象が電力変換器100の出力において無荷重状態として誤って解釈されることがなくなる。一例においては、このような負荷過渡事象は、負荷121として電力変換器100の出力に結合された携帯電話バッテリーの完全充電から携帯電話バッテリーの細流充電への突然の変化によってもたらされるおそれがある。この種の負荷過渡事象は、しばしば、携帯電話の充電への応用時に発生し、その後、携帯電話ハンドセットが完全充電に戻ると直ちに負荷が急上昇する可能性がある。このような負荷またはエネルギー要件の過渡事象は負荷121によって制御され、このため、制御回路115が正確に応答しなければならない負荷121のエネルギー要件が変化する。制御回路115が負荷エネルギー要件の突然の低下に直ちに反応した場合、一例ではバッテリー負荷の充電速度に影響を及ぼすために望ましい条件ではない高いエネルギーが負荷によって要求されると、制御回路115は無調整の休止モード期間に入っただろう。負荷121のエネルギー要件がしきい値期間よりも長期にわたってしきい値を下回った場合にのみ無調整の休止モード期間が開始されることを確実にすることにより、過渡負荷事象を誤って解釈するリスクが低減される。

【0021】

図4Aを参照して以下により詳細に説明するように、制御回路115においてパワーアップされたままとなる回路ブロックは、無調整の休止モード制御回路140の一部であり、これは一例では、バイパスコンデンサ133両端の電圧がいつ3Vのより低いしきい値にまで低下するかを検出する内部パワーアップ回路ブロックを含む。したがって、図示される例では、バイパスコンデンサ133両端の電圧が3Vのより低いしきい値にまで低下

したときに無調整の休止モード期間が経過したと考えられ、この時点で、パワーアップ回路ブロックが内部リセット信号を無調整の休止モード制御回路 140 内に与えて、パワーダウン/リセット信号 157 をリセットし、制御回路 115 の起動動作を再開して、入力電圧源 101 が最初に接続された場合に関して上述したように回路素子をパワーアップする。

【0022】

したがって、図示される例では、バイパスコンデンサ 133 は、パワーダウン/リセット信号 157 に応答して制御回路 115 の起動動作が再開されると再充電される。バイパスコンデンサ 133 は、レギュレータ回路 135 を流れる電流を用いて再充電され、バイパスコンデンサ 133 両端の電圧が、制御回路 115 の正確な動作のために必要な不足電圧しきい値電圧（一例では約 6 V）を再び上回ると、駆動信号発生器 154 がパワーアップされ、駆動信号 122 を発生させて電力スイッチ 105 の切換を再開する。この時点で、駆動信号発生器 154 は、端子 123 において受信されるフィードバック信号に再び応答し、エネルギーが再びエネルギー伝達要素 109 を流れて、コンデンサ 175 および 118 で失われたエネルギーを補充する。この時間中、電力スイッチ 105 のスイッチング周波数は高くなるだろう。しかしながら、コンデンサ 175 および 118 のエネルギーが補充された後、負荷 121 が依然としてエネルギーを実質的に全く必要としない場合、スイッチング周波数は再びしきい値を下回ることとなり、この状態がしきい値期間よりも長く持続する場合、再びパワーダウン/リセット信号 157 のパワーダウンを開始させることとなり、これにより、上述のように、再び制御回路 115 の駆動信号発生器 154 が、エネルギー伝達要素 109 を通るエネルギーの流れの調整を中止することになる。ある期間にわたってパワーダウンして休止状態になり、その後起動および再開切換期間が続くこの動作は、負荷 121 のエネルギー要件が再び増大するまで継続的に繰返される。このため、電力スイッチのスイッチング周波数がしきい値よりも高く維持され、そして、制御回路 115 が、エネルギー伝達要素巻線 108 および 110 に対する総負荷が必要とするエネルギーに従ってエネルギー伝達要素を通るエネルギーの流れを継続的に調整する。

【0023】

制御回路 115 の他の例においては、無調整の休止モード動作期間に続いて、無調整の休止モード制御回路 140 内の内部リセット信号が、入力電圧源 101 の最初の接続時における通常の起動よりも消費エネルギーが少ない低電力リスタートシーケンスを開始し得ることが認識される。たとえば、一例では、低電力リスタートシーケンスは、上述のようにレギュレータ回路 135 を流れる電流を用いてバイパスコンデンサ 133 を不足電圧しきい値よりも高い値にまで再充電することを含み得る。しかしながら、電力スイッチ 105 の切換が再開すると、出力コンデンサ 118 は、電力変換器 100 の出力における無負荷状態が依然として存在していることを示す速度で放電中であるかどうかを単に検出できる程度にしか部分的に再充電され得ず、この場合、次に無調整の休止モード動作期間が繰返されることとなる。この低電力リスタート機能によってエネルギー消費がさらに減ることになるが、結果として電力変換器全体の複雑さまたはコストが増加する可能性があることが認識される。コストまたは複雑さの増加は、以前に低電力の無調整動作モードであったことを記憶するための回路素子や、出力コンデンサ 118 の放電速度を検出するための回路素子、または出力電圧 119 の通常の調整値よりも低い電圧状態で出力電流を検出する他の何らかの方法を制御回路 115 に追加することによってもたらされるだろう。

【0024】

なお、図 1 は、補助巻線 108 がエネルギー伝達要素 109 の非絶縁巻線であることを示している。したがって、本発明の教示内容の利点は、絶縁巻線、非絶縁巻線およびそれらの組合せを備えたエネルギー伝達要素を含む電力変換器に適用され得ることが認識される。非絶縁巻線の例には、非絶縁検知巻線、非絶縁バイアス巻線、非絶縁出力巻線などが含まれる。なお、本発明の教示内容に従って、1 つ以上の負荷がエネルギー伝達要素のさまざまな巻線に結合され得る。実際に、図 1 は、図示される例において予負荷インピーダンス 194 および負荷 121 がともに出力巻線 110 に結合されていることを示している。した

がって、１つ以上の異なる負荷の組合せがエネルギー伝達要素の巻線の異なる組合せに結合され得ることにより、結果として本発明の教示内容に従った無調整の休止動作モードを含む電力変換器の利点を享受し得る多くのさまざまな負荷および巻線構成がもたらされることが認識される。

【００２５】

たとえば、エネルギー伝達要素１０９が非絶縁検知巻線を含む例においては、１つ以上の負荷のうちの１つが非絶縁検知巻線に結合されてもよい。別の例では、１つ以上の負荷のうちの１つが絶縁出力巻線に結合され得るのに対して、１つ以上の負荷のうちの別の１つが非絶縁検知巻線に結合され得る。非絶縁バイアス巻線を含む例では、負荷のうち１つ以上が非絶縁バイアス巻線に結合され得る。別の例では、１つ以上の負荷のうちの１つが絶縁出力巻線に結合され得るのに対して、１つ以上の負荷のうちの別の１つが非絶縁バイアス巻線に結合され得る。エネルギー伝達要素が非絶縁出力巻線を含む例では、１つ以上の負荷のうちの１つが、非絶縁出力巻線に結合される組合せられた検知およびバイアス負荷であり得る。エネルギー伝達要素が絶縁出力巻線および非絶縁出力巻線を含む例では、１つ以上の負荷のうちの１つが絶縁出力巻線に結合され得るのに対して、１つ以上の負荷のうちの別の１つは、非絶縁出力巻線に結合される組合せられた検知およびバイアス負荷を含む負荷であり得る。

【００２６】

図２は、本発明の教示内容から利益を得る制御回路２１５を用いた別の例示的な電力変換器回路２００を示す。この電力変換器回路例の機能は、図１に示される電力変換器回路例と多くの局面が共通している。図１の回路と比較したときの相違点は、通常の動作状態下での制御回路２１５の動作電流がすべてレギュレータ回路２３５を通じて得られるように抵抗器１７１が省かれていることである。したがって、エネルギー伝達要素巻線２０８は、フィードバック電流 I_{FB} ２３１を発生させるコンデンサ２７５両端のフィードバック電圧を与える検知巻線としてのみ用いられる。しかしながら、負荷２２１が必要とするエネルギーがしきい値期間よりも長期にわたってしきい値を下回る場合があるが、これは一例では電力スイッチ２０５のスイッチング周波数がしきい値期間よりも長期にわたってしきい値を下回ることによって検出されるものであり、この場合の動作は、図１の回路の動作と同じである。それらの状況では、無調整の休止動作モードが開始され、レギュレータ回路２３５が無効になり、無調整の休止モード制御回路２４０の一部を除く実質的にすべての回路ブロックが供給レール２３２から切断されるのに対して、外部バイパスコンデンサ２３３の電圧は、その通常の動作電圧から、無調整の休止モード制御回路２４０によって検出されるパワーアップしきい値電圧にまで放電する。この例では、次に、バイパスコンデンサ２３３が、一例では約６ボルトであるその通常の動作電圧レベルにまで再充電され、電力スイッチ２０５の切替が再開される。

【００２７】

図３は、本発明の教示内容から利益を得る制御回路３１５を用いた別の例示的な電力変換器回路３００を示す。図３に示される例示的な電力変換器３００の機能は、図２に示される電力変換器回路と多くの局面が共通している。図２の電力変換器回路２００と比較したときの相違点は、ダイオード２１３およびコンデンサ２７５が除かれていることである。したがって図２の電力変換器回路２００と共通しているのは、通常の動作状態下での制御回路３１５の動作電流がレギュレータ回路３３５を通じて得られることである。さらに、エネルギー伝達要素の巻線３０８は、一次接地電位ノード３０７に対して相対的にノード３１３のＡＣ電圧を与える。結果として、フィードバック電流 I_{FB} ３３１は、電力スイッチ３０５の切替サイクル中に正負両方の値を有する。 I_{FB} ３３１は、電力スイッチ３０５のオン時間中は実質的に常に負の電流となり、電力スイッチ３０５のオフ時間のうち少なくとも或る一期間には正の電流となる。しかしながら、負荷３２１が必要とするエネルギーが、しきい値期間よりも長期にわたってしきい値を下回る場合があるが、これは一例では電力スイッチ３０５のスイッチング周波数が予め定められた期間にわたってしきい値を下回ることによって検出されるものであり、この場合の動作は、図１および図２の例示的な

電力変換器回路の動作と同様である。それらの状況では、無調整の休止動作モードが開始され、一例ではレギュレータ回路 3 3 5 が無効になり、無調整の休止モード制御回路 3 4 0 の一部を除く制御回路 3 1 5 の実質的にすべての回路ブロックが供給レール 3 3 2 から切断されるのに対して、外部バイパスコンデンサ 3 3 3 の電圧は、その通常の動作電圧から、無調整の休止モード制御回路 3 4 0 によって検出されるパワーアップしきい値電圧にまで放電する。次いで、バイパスコンデンサ 3 3 3 は、一例では約 5 . 8 ボルトであるその通常の動作電圧レベルにまで再充電され、電力スイッチ 3 0 5 の切換が再開される。

【 0 0 2 8 】

図 4 A は、本発明の教示内容に従った例示的な制御回路 1 1 5、2 1 5 または 3 1 5 のいずれかに適用され得る制御回路 4 1 5 の一部の例示的な簡略ブロック図 4 0 0 を示す。図 4 A は、制御回路ブロック図 1 1 5、2 1 5 および 3 1 5 よりも多くの詳細を示しているが、依然として、本発明の説明に必要なレベルの詳細のみを示すよう意図された簡略図である。したがって、詳細な制御回路 4 1 5 のブロック図において明白となるようなさまざまな内部回路ブロック同士のいくつかの機能的接続は、本発明の教示内容を不明瞭にするのを避けるために示されていない。

【 0 0 2 9 】

図 1 を参照して上述したように、図 4 A に示される例示的な構成は、電力スイッチ 4 0 5 の構造に内蔵されたノードに結合される高電圧ノード 4 3 4 を用いている。したがって、図 4 A の例示的な構成は、電力スイッチ 4 0 5 のこの内部ノードが利用可能となる単一のシリコンダイ上に制御回路 4 1 5 および電力スイッチ 4 0 5 がモノリシックに集積され得るようなものである。図示される例に示されるように、ノード 4 3 4 は制御回路 4 3 5 に結合されており、この制御回路 4 3 5 は、図 1、図 2 および / または図 3 に示されるようなブロック 1 3 5、2 3 5 および 3 3 5 と同様の機能を有し得るものであり、かつ無調整の休止モード制御回路 4 4 0 からのパワーダウン / リセット信号 4 5 7 を受信するように結合された状態で示されている。組合されたパワーダウン / リセット信号 4 5 7 は図 4 A では単一接続として示されているが、パワーダウン / リセット信号 4 5 7 のパワーダウン信号およびリセット信号は、別の例では別個の電気接続による別個の電氣的信号であってもよいことが認識される。

【 0 0 3 0 】

図 4 の例においては、制御回路 4 1 5 は駆動信号発生器 4 5 4 を含み、これは、この例ではオン / オフ制御回路を含むものとして図示されている。図示される例では、駆動信号発生器 4 5 4 のオン / オフ制御回路は、F B ブロック 4 5 1 から出力される E N 信号 4 5 6 を受信するように結合される。F B ブロック 4 5 1 は、F B 端子 4 2 3 においてフィードバック信号を受信するように結合される。図示される例では、F B ブロック 4 5 1 は、電力スイッチ 4 0 5 の切換が必要でないときは出力 E N 信号 4 5 6 をローとして発生させるが、電力スイッチ 4 0 5 の切換が必要であるときはハイとして発生させる。他の例では、F B 端子 4 2 3 および F B ブロック 4 5 1 は、図 1、図 2 および / または図 3 を参照して上述したように、外部の回路構成に応じて D C または A C フィードバック信号を受信および処理するよう適合され得る。

【 0 0 3 1 】

図 4 A に示されるように、制御回路 4 1 5 の無調整の休止モード制御回路 4 4 0 の一例は、図示のとおり結合されるパワーダウン (P D (power down)) 検出ブロック 4 5 8、イベントカウンタ 4 9 8、パワーアップ (P U (power up)) 検出ブロック 4 4 2、およびラッチ回路 4 5 9 を含む。電力変換器の出力においてエネルギー伝達要素に結合される 1 つ以上の負荷、たとえば図 1、図 2 および図 3 におけるそれぞれの負荷 1 2 1、2 2 1 および 3 3 1 など、のエネルギー要件がしきい値を下回ると、内部 E N 信号 4 5 6 は、発振器 4 5 2 の 1 2 8 サイクルより長い間ローであり続けることになる。図示される例では、P D 検出ブロック 4 5 8 は、1 2 8 分割回路として機能する 7 ビットカウンタを含む。他の例では、P D 検出ブロック 4 5 8 が 5 0 ~ 2 5 0 の発振器サイクル範囲にわたって分割回路としての役割を果たすよう設計され得ることが認識される。したがって、無調整の休止

モード制御回路 440 の PD 検出ブロック 458 の 7 ビットカウンタが 128 の発振器サイクルにわたってハイの EN 信号 456 を受信しない場合、PD 検出ブロック 458 は論理ハイ状態のパルス 461 を出力し、イベントカウンタ回路ブロック 498 への入力を計測し、ブロック 498 に内蔵されたカウンタを 1 ずつ増分する。次いで、駆動信号 422 が再びハイになって、電力変換器の出力においてエネルギー伝達要素に結合された負荷（または複数の負荷）がより多くのエネルギーを必要とすることを FB 端子 423 におけるフィードバック信号が示していることが示される場合、PD 検出ブロック 458 がリセットされる。したがって、EN 信号 456 がハイになり、駆動信号 422 が次いでハイになる。この例では、駆動信号 422 もイベントカウンタブロック 498 に結合される。一例においては、駆動信号 422 が 128 の発振器カウント以下で複数回にわたってハイになる場合、イベントカウンタ 498 もリセットされる。というのも、このことは、PD 検出ブロック 458 からの論理ハイパルスを生成するのに十分なエネルギー要件の事前の如何なる減少も過渡事象であったこと、かつ、駆動信号 422 が 128 未満の発振器 452 のサイクルにわたってローとなる状態でゲート駆動信号が再び生成されていることを示しているからである。しかしながら、128 以下の発振器 452 カウントでイベントカウンタブロック 498 が駆動信号 422 のパルスを 1 つしか受信しないのであれば、イベントカウンタはリセットされない。無調整の休止モード制御回路 440 の PD 検出ブロック 458 の 7 ビットカウンタが、128 回の発振器サイクルにわたってハイの EN 信号 456 を受信しないのであれば、PD 検出ブロック 458 は再び、イベントカウンタ回路ブロック 498 への入力として用いられるパルス 461 を論理ハイ状態で出力し、ブロック 498 に内蔵されたカウンタを別の 1 ずつ増分する。イベントカウンタブロック 498 のカウンタが、 n （一例では 4）までカウントする場合、ブロック 498 が論理ハイ信号 497 を出力し、ラッチ回路 459 をトリガして、制御回路 415 のほとんどの内部回路ブロックにパワーダウン/リセット信号 457 を送信する。図示される例では、パワーダウン/リセット信号 457 を受信するよう結合されたこれらのブロックは、フィードバック回路ブロック 451、発振器回路ブロック 452、電力スイッチ 405 を流れる電流を検出する過電流検出回路ブロック 453、駆動信号発生器ブロック 454、および 7 ビットカウンタ 458 を含む。一例では、パワーダウン/リセット信号 457 に応答してこれらのすべてのブロックがパワーダウンされると、コントローラ 415 は、電流 I_{CC} 480 をわずかに 2 ~ 5 μA しか消費しない。

【0032】

したがって、一例においては、イベントカウンタ 498 が n 個の連続するイベントをカウントし、その間に、駆動信号 422 の論理ハイ状態同士の間の時間が 128 の発振器 452 サイクルを上回ると、無調整の休止モード動作の期間が開始される。128 の発振器サイクルの値が、発振器 452 以外の手段によって測定される如何なる期間または如何なる数の発振器サイクルにも修正され得ることが認識される。

【0033】

図 4 B は、一例では図 4 A のブロック図内に生成され得る波形を示す。図 4 B は、一例では図 4 A の駆動信号 422 と同じであり得るゲート駆動パルス 462 のシーケンス、一例では図 4 A のブロック 458 内のカウントであり得る PD カウンタ 463 のカウント、および、一例では図 4 A のブロック 498 内のカウントであり得るイベントカウンタ 464 についての一例を示す。イベントカウンタカウント 463 が 0 である時点 468 でシーケンスが開始される。この例においては、ラベル 473 は、時間 468 と 471 との間の示された期間中に記録された発振器カウントの数である。128 未満の発振器カウントが PD カウンタカウント 463 に記録されてから、次のゲート駆動信号 462 が時点 471 で受信される。したがって、PD カウントが時間 471 でリセットされ、イベントカウンタカウント 464 は 0 のままとなる。しかしながら、時点 472 では、128 の発振器サイクルが受信されており、イベントカウンタカウント 464 が増分される。別の例では、次のゲート駆動信号 497 のハイパルスの受信時にイベントカウンタが増分され得ることが認識される。同様に、この例では、ゲート駆動信号が時点 465 で受信されると、PD

カウンタカウント 4 6 3 が時点 4 6 6 で再び 1 2 8 の発振器サイクルをカウントし、このため、イベントカウンタカウント 4 6 4 が時点 4 6 6 で再び増分される。しかしながら、時点 4 6 7 では、別のゲート駆動信号が、1 2 8 未満で、PD カウンタカウントで受信される。したがって、この例では、PD カウンタカウント 4 6 3 およびイベントカウンタカウント 4 6 4 がともに時点 4 6 7 でリセットされる。図 4 B の例においては、時点 4 6 7 と時点 4 6 9 との間には、1 2 8 を越える発振器サイクルで分離された 4 つの連続するゲート駆動信号があり、このため、イベントカウンタカウントが 4 の値に達する。この例においては、図 4 A における n のイベントカウンタしきい値は 4 である。結果として、時点 4 6 9 で、パワーダウンまたは無調整の休止モード動作期間が開始される。

【 0 0 3 4 】

パワーダウン / リセット信号 4 5 7 に応答してレギュレータ回路 4 3 5 がオフにされるので、外部バイパスコンデンサ 4 3 3 はもはやレギュレータ回路 4 3 5 を通じて充電されず、バイパスコンデンサ 4 3 3 が放電し始めることとなり、バイパス電圧 4 5 0 が降下し始めることとなる。図示される例では、バイパス電圧 4 5 0 は、約 6 ボルトから、内部で設定される PU 検出電圧である約 3 ボルトにまで降下することとなる。この例に示されるように、PU 検出ブロック 4 4 2 はバイパス電圧 4 5 0 を検出するように結合されたままとなり、無調整の休止モード中には活性状態であり続ける（ラッチ回路 4 5 9 も同様である）。一例では、PU 検出ブロック 4 4 2 は、バイパス電圧 4 5 0 がいつ 3 ボルトの PU しきい値にまで低下したかを判断する、バイパスコンデンサ 4 3 3 に結合された比較器を含む。バイパス電圧 4 5 0 が 3 ボルトの PU しきい値にまで降下すると、PU 検出ブロック 4 4 0 から出力される PU リセット信号 4 4 1 がハイになり、これにより、ラッチ回路 4 5 9 からのパワーダウン / リセット信号 4 5 7 がハイになり、レギュレータ回路 4 3 5 がバイパスコンデンサ 4 3 3 の充電を再開する。

【 0 0 3 5 】

一例では、バイパスコンデンサ 4 3 3 が再充電されると、コントローラ回路 4 1 5 の他の内部回路ブロックのいくつかまたはすべての機能も再開し得る。バイパスコンデンサ 4 3 3 は約 6 ボルトにまで充電されることとなり、また、PD 検出ブロック 4 5 8 は、1 2 8 の発振器サイクル毎に少なくとも 1 回ハイの EN 信号 4 5 6 が存在しているかどうかを検知し始めることになる。存在しない場合、PD 検出ブロック 4 5 8 は、再び、7 ビットカウンタ 4 5 8 からの出力信号 4 6 1 に論理パルスを生成させ、イベントカウンタブロック 4 9 8 内でカウントを開始させ、当該カウントが n のカウントに達した場合には、ラッチ回路 4 5 9 を再トリガして新たなシャットダウンサイクルを開始させる。

【 0 0 3 6 】

上述のように、図 4 A に示される具体例においては、電力スイッチに結合されたエネルギー要素を通るエネルギーの流れを調整するのにオン / オフ制御体系を利用する制御回路 4 1 5 が説明のために示されている。制御回路 4 1 5 が、エネルギーの流れを調整し、無負荷または軽負荷状態を検出するために他の公知の制御体系を利用して、本発明の教示内容に従った無調整の休止モード動作から利益を得ることができることが認識される。

【 0 0 3 7 】

たとえば、別の例では、フィードバック信号の大きさを FB ブロック 4 5 1 によって検知して、無負荷または軽負荷状態を検出することができる。このような例においては、フィードバック信号の大きさは電圧値または電流値であり得る。この例では、FB ブロック 4 5 1 が、無負荷または軽負荷状態を示す、フィードバック端子 4 2 3 において受信されるフィードバック信号の大きさを検出すると、FB ブロック 4 5 1 が PD 検出ブロックに信号 4 5 6 を出力して無負荷または軽負荷状態を示すこととなる。さらに別の例では、無負荷または軽負荷状態は、駆動信号 4 2 2 の低スイッチング周波数を検出することによって検出され得る。一例では、駆動信号 4 2 2 のスイッチング周波数は、フィードバック信号を受信するように結合される FB ブロック 4 5 1 を通じて検出され得る。このような例では、駆動信号 4 2 2 のスイッチング周波数は、フィードバック端子 4 2 3 において受信されるフィードバック信号から得られてもよい。別の例では、PD 検出ブロック 4 5 8 は

、駆動信号 4 2 2 を受信して駆動信号 4 2 2 の低スイッチング周波数状態を検出して、無負荷または軽負荷状態を検出するよう結合され得る。

【 0 0 3 8 】

図 5 A および図 5 B は、一例では上述の図 4 A におけるバイパスコンデンサ 4 3 3 のバイパス電圧 4 5 0 に該当する例示的な電圧波形を示す。図 5 B は、図 5 A の波形 5 0 0 からの領域 5 0 2 の拡大図である波形 5 0 1 を示す。この例では、図 5 A および図 5 B に示される時間では、無調整の休止モード期間 5 0 3 中、バイパスコンデンサ 4 3 3 の値は $10\ \mu\text{F}$ 、発振器 4 5 2 の周波数は $100\ \text{kHz}$ 、電流消費 ($I_{\text{CC}} 4 8 0$) は $2\ \mu\text{A}$ である。また、レギュレータ回路 4 3 5 は、期間 5 0 4 中にバイパスコンデンサ 4 3 3 を $3\ \text{V}$ から $6\ \text{V}$ にまで再充電する際に、バイパスコンデンサ 4 3 3 を $2\ \text{mA}$ で充電するものと仮定される。期間 5 0 5 は未定の値「x」ミリセカンドである。というのも、これは、たとえばコンデンサ 1 1 8、2 1 8 または 3 1 8 などの出力コンデンサ、ならびにたとえばコンデンサ 1 7 5 および 2 7 5 などの、補助エネルギー伝達要素巻線に結合される他のキャパシタンスを再充電するのにかかる期間であるからである。したがって、期間 5 0 5 はこれらのコンデンサの選択関数であるが、典型例では $5 \sim 20$ ミリセカンドの範囲であり得る。期間 5 0 6 は、 $100\ \text{kHz}$ の発振器が 1 2 8 サイクルまでカウントするのにかかる時間であり、次いで、イベントカウンタを n 倍 (この例では $n = 4$) に増分してから、図示の例において、負荷のエネルギー要件がしきい値より低く、期間 5 0 6 にわたってそうであったことを再び認識し、さらに、制御回路が本発明の教示内容に従った無調整の休止モード動作期間を再開する。一例では、図 4 A に関して上述したように、期間 5 0 6 が、連続した駆動信号 4 2 2 のハイ/ローのイベントが 1 2 8 の発振器サイクルを上回る期間で分離されている一連の n 個のイベントで構成されていることが認識される。

【 0 0 3 9 】

図 6 は、本発明の教示内容から利益を得る別の例示的な電力変換器 6 0 0 を示す。図示のとおり、図 6 の例示的な回路は、上述の図 1、図 2 および / または図 3 と多くの局面が共通している。しかしながら、図 6 の回路がフィードバック信号 6 3 9 を発生させるのに光結合素子 6 1 1 および二次フィードバック回路ブロック 6 9 4 を使用するという相違点もある。制御回路 6 1 5 の場合、電流 6 3 1 は、カリフォルニア州 (California) サンノゼ (San Jose) のパワー・インテグレーションズ・インコーポレーテッド (Power Integrations, Inc.) が製造する集積回路のたとえば TOPSwitch (登録商標) ファミリで使用されるような、制御回路 6 1 5 への組合されたフィードバック電流および供給電流である。

【 0 0 4 0 】

したがって制御回路 6 1 5 の例では、外部バイパスコンデンサ 6 3 3 の値によって、無調整の休止モード期間が決定される。負荷回路 6 2 1 が必要とするエネルギーがいつしきい値を下回っていたかを検出して、無調整の休止動作モードを開始するのに用いられる変数は、電力スイッチ 6 0 5 のスイッチング周波数であってもよい。しかしながら、制御回路 6 1 5 の例では、図 8 を参照して説明するように、負荷回路 6 2 1 が必要とするエネルギーがいつしきい値を下回ったかを検出して無調整の休止動作モードを開始するために、 $I_{\text{C}} 6 3 1$ フィードバック信号などのフィードバック信号の大きさをを用いてもよい。フィードバック信号の大きさは $I_{\text{C}} 6 3 1$ 電流の電流値であってもよいし、または別の例では、その大きさは $I_{\text{C}} 6 3 1$ 電流に応答する電圧値であってもよい。

【 0 0 4 1 】

図 7 は、本発明の例示的な教示内容の利益を得ることができ得る制御回路のいくつかの例示的な負荷対スイッチング周波数特性を示す。特性 7 0 3 は、上述の単純なオン/オフ制御または可変周波数制御体系に特有のものであり、負荷とスイッチング周波数とが線形的に関係している。このタイプの制御体系を用いる制御回路の例には、TinySwitch (登録商標)、LinkSwitch (登録商標) -LP、LinkSwitch (登録商標) -TN、および LinkSwitch (登録商標) -XT が挙げられるが、これらはすべてカリフォルニア州サンノゼのパワー・インテグレーションズ・インコーポレーテッド (Power Integrations, Inc.) によって製造される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

例示的な特性 7 0 3 の場合、軽負荷 / 無負荷状態 7 1 2 における動作は、たとえば、スイッチング周波数が、負荷がしきい値 7 0 8 を下回ったことを示すしきい値 7 0 7 を下回ると検出され得る。特性 7 0 4 は、各負荷状態においてどの過電流しきい値を用いるかを決定するための状態機械および複数の電力スイッチ過電流しきい値レベルを有するオン / オフ制御回路に特有である。このタイプの制御体系を用いる制御回路の例には、TinySwitch (登録商標) -II、TinySwitch (登録商標) -III、PeakSwitch (登録商標) およびLinkSwitch (登録商標) -II が挙げられるが、これらはすべて、カリフォルニア州サンノゼのパワー・インテグレーションズ・インコーポレーテッド (Power Integrations, Inc.) によって製造されている。特性 7 0 5 は、高負荷状態 7 1 0 および / または中負荷状態 7 1 1 における動作が典型的には一定の平均的なスイッチング周波数 7 1 3 で行われるが、軽負荷および無負荷領域 7 1 2 では平均的なスイッチング周波数が低下する P W M 制御回路特性に特有なものである。このタイプの制御体系を用いる制御回路の例には、TOPSwitch (登録商標) -FX および TOPSwitch (登録商標) -GX が挙げられ、これらはともにカリフォルニア州サンノゼのパワー・インテグレーションズ・インコーポレーテッド (Power Integrations, Inc.) で製造される。特性 7 0 6 は、高負荷状態 7 1 0 および中負荷状態 7 1 1 の一部における動作が典型的には一定の平均的なスイッチング周波数 7 1 4 で行われるが、中負荷状態 7 1 1 の他の部分および軽負荷 / 無負荷状態 7 1 2 領域では平均的なスイッチング周波数が低下する、より複雑な制御体系を有する P W M 制御回路に特有なものである。このタイプの制御体系を用いる制御回路の例には、カリフォルニア州サンノゼのパワー・インテグレーションズ・インコーポレーテッド (Power Integrations, Inc.) が製造する TOPSwitch (登録商標) -HX が挙げられる。

【 0 0 4 3 】

使用される制御体系に関わらず、共通要因は、スイッチング周波数が軽負荷 / 無負荷状態で低下し、このため、電力変換器の出力における軽負荷または無負荷状態を検出するための方法として使用できることである。これは、これらまたは他の軽負荷動作体系、たとえば平均的なスイッチング周波数が軽負荷 / 無負荷状態下でも低下するバーストモードなど、を用いる他の多数の制御回路に当てはまる。

【 0 0 4 4 】

図 8 は、デューティサイクル 8 0 1 対 I_c 8 0 2 電流特性の例を示しており、これは一例では、図 6 を参照した上述の回路構成に当てはまり得る。図 8 の例示的な特性が示すように、軽負荷 / 無負荷状態の検出は電力スイッチのスイッチング周波数を検出することによって限定されない。図 8 の例示的な特性に示されるように、電力変換器の出力に対する負荷の低下は、ラベル 8 0 4 によって示されるように I_c 8 0 2 電流の増加によって示される。したがって、デューティサイクルが実質的にゼロにまで低下するしきい値 I_c 電流 8 0 5 の検出は、イベントカウンタまたはタイマと組合わせて、電力変換器の出力における負荷のエネルギー要件が或る期間にわたってしきい値を下回っていたことを示すものとして使用可能であり、このため、本発明の教示内容に従った無調整の休止モード動作期間を開始するのに使用され得る。他の制御体系を用いれば、軽負荷 / 無負荷状態を示すのに使用することができ、したがって本発明の教示内容に従った無調整の休止動作モードを開始するのに用いることができる、他の方法があることが認識される。

【 0 0 4 5 】

図 9 は、本発明に従った無調整の休止動作モードを電力変換器内で実現する 1 つの例示的な方法を説明するフローチャート 9 0 0 を概略的に示す。この例に示されるように、ブロック 9 0 1 において電力変換器を起動し、ブロック 9 0 2 においてエネルギーを負荷に送出する。ブロック 9 0 3 において、負荷のエネルギー要件に関するフィードバック情報を受信し、ブロック 9 0 4 において、負荷のエネルギー要件が、軽負荷 / 無負荷状態を示し得るしきい値未満であるかどうかを判定する。しきい値未満でない場合、ブロック 9 0 5 においてエネルギー送出を調整し、ブロック 9 0 3 において再びフィードバック情報を受信する。しかしながら、ブロック 9 0 4 において、負荷のエネルギー要件が、軽負荷 / 無負荷状態

を示し得るしきい値未満であると判定された場合、ブロック 910 において、この状態が予め定められた期間よりも長く存在していたかどうかを判断する。存在していた場合、ブロック 906 においてエネルギー送出手の調整を中止し、ブロック 907 において無調整の休止モード期間を開始する。ブロック 906 または 907 のいずれにおいても、無調整の休止モード期間中のエネルギー消費を減らすために、不要な回路ブロックはパワーダウンされる。ブロック 908 において、無調整の休止モード期間が完了しているかどうかを判定する。完了している場合、ブロック 909 において電力変換器をリスタートし、その後ブロック 902 に戻って、エネルギーを負荷に送出する。一例では、ブロック 908 における YES 判定が、電力変換器の当初の起動が行われるブロック 901 に直接的に接続されている場合、ブロック 909 が省かれ得ることが認識される。しかしながら、ブロック 909 10
があれば、無調整の休止モード動作期間が完了したときに異なる起動モードが可能となり、これはたとえば、電源の通常の起動よりも低いエネルギー消費状態での起動を含み得、これによって、たとえば制御回路ブロックのすべてが稼働状態になくても軽負荷または無負荷状態の有無を確かめることができ、したがって、エネルギー消費をさらに減らすことができる。ブロック 904 において、負荷のエネルギー要件がしきい値未満でない場合、または、ブロック 910 において、しきい値未満である負荷のエネルギー要件の状態がしきい値期間よりも長く存在していなかった場合、ブロック 905 において、負荷へのエネルギーの送出手が再び調整され、ブロック 903 において、負荷のエネルギー要件に関する情報が受信される。

10

20

【0046】

要約書に記載されていることを含む本発明の図示される例の上記の説明は、網羅的であること、または開示される厳密な形態に限定することを意図するものではない。例示を目的として本発明の具体的な実施例およびその例をこの明細書中において説明しているが、本発明のより広範な精神および範囲から逸脱することなく、同等のさまざまな変更が可能である。実際には、具体的な電圧、電流、周波数、電力範囲値、時間などが説明のために記載されており、本発明の教示内容に従って他の値も他の実施例および例において使用され得ることが認識される。

【0047】

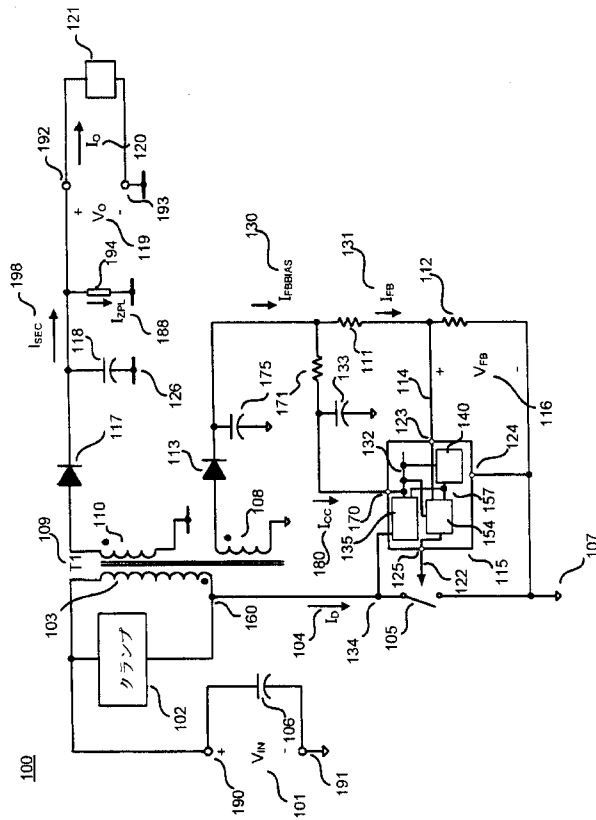
これらの変更は、上記の詳細な説明に鑑みて本発明の例に加えることができる。添付の特許請求の範囲で用いられる用語は、本明細書および請求項に開示される具体的な実施例 30
に本発明を限定するよう解釈されるべきでない。むしろ、その範囲は全体が、請求項解釈についての確立された教義に従って解釈されることとなる添付の特許請求の範囲によって判断されるべきである。したがって、本明細書および図面は、限定的なものではなく例示的なものとして見なされるべきである。

【符号の説明】

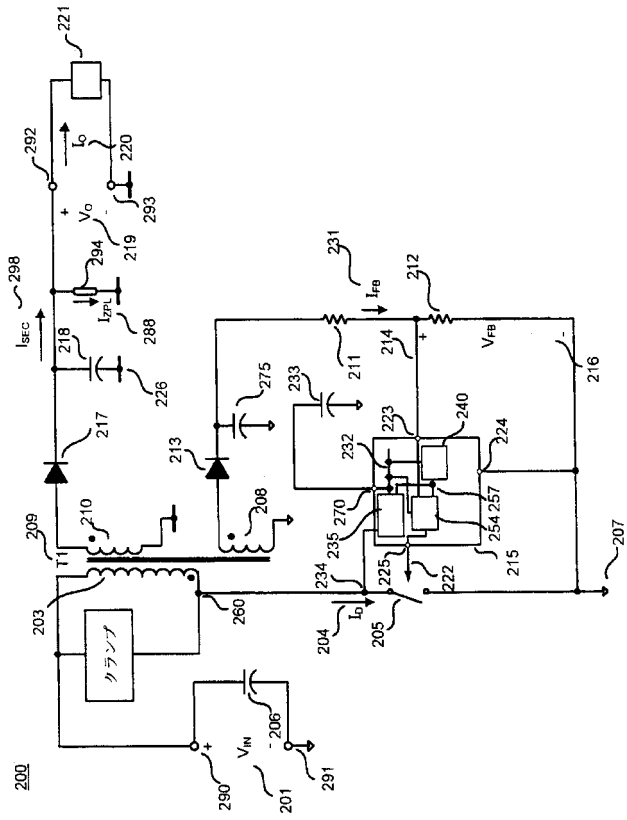
【0048】

100 電力変換器、105 電力スイッチ、107 一次接地、109 エネルギー伝達要素、115 制御回路、122 駆動信号、140 無調整の休止モード制御回路。

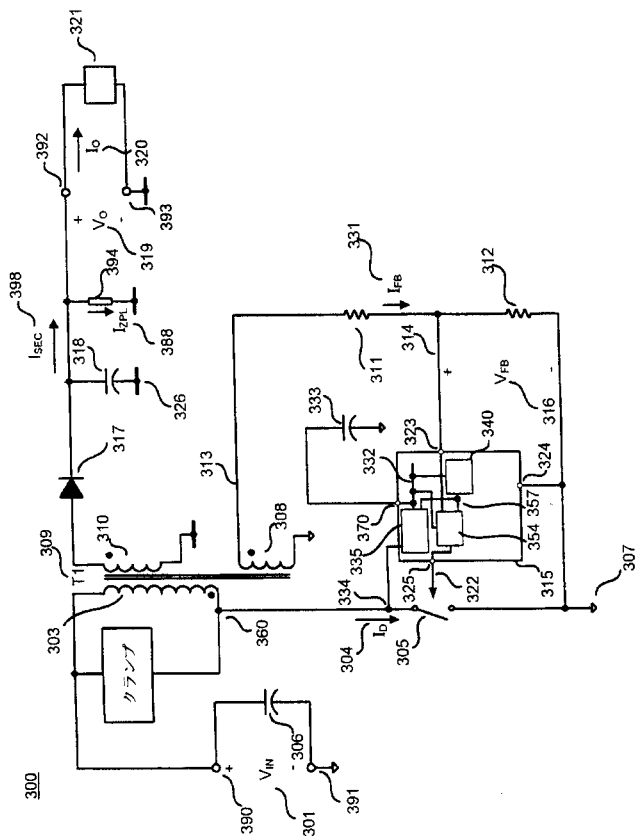
【図 1】



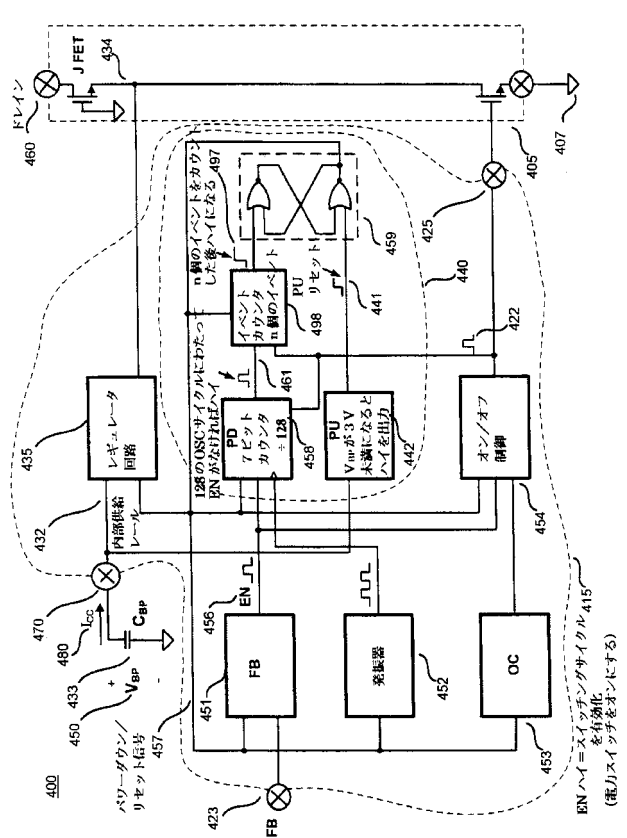
【図 2】



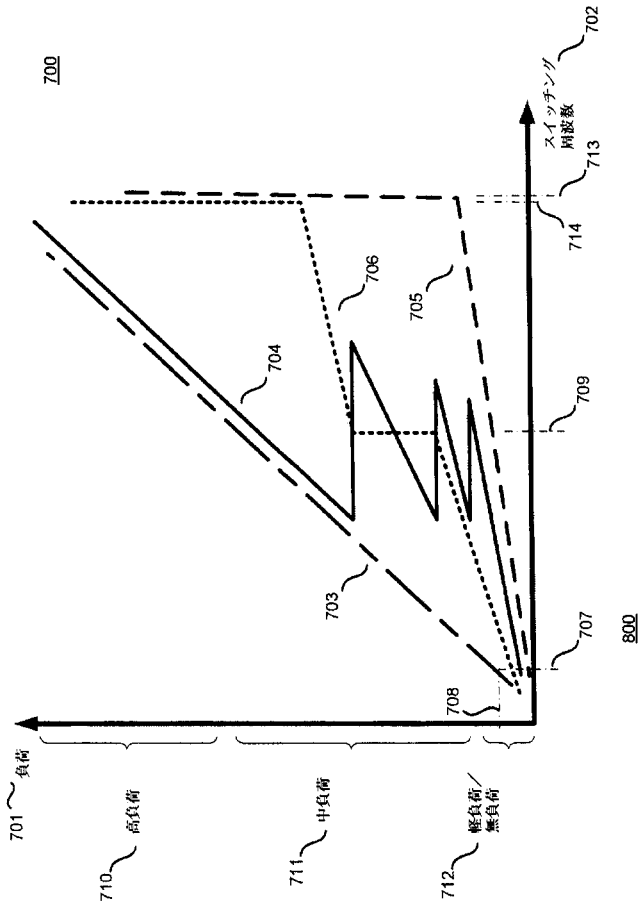
【図 3】



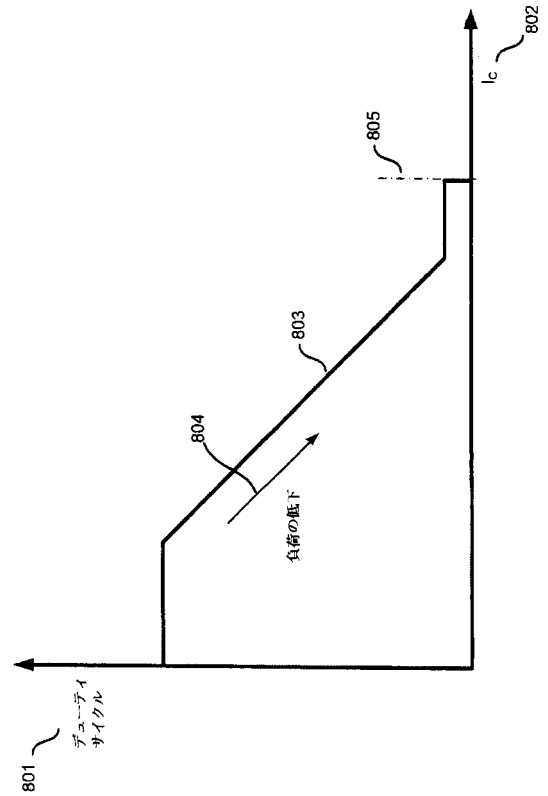
【図 4 A】



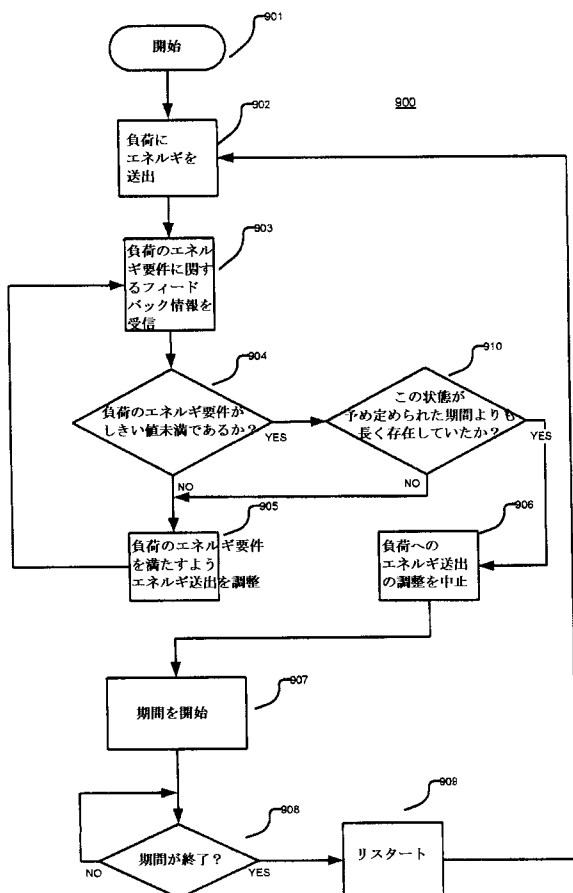
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(74)代理人 100109162

弁理士 酒井 将行

(74)代理人 100111246

弁理士 荒川 伸夫

(74)代理人 100124523

弁理士 佐々木 真人

(72)発明者 アレックス・ビィ・ジェンゲリアン

アメリカ合衆国、9 5 0 7 0 カリフォルニア州、サラトガ、セビラ・レーン、2 0 6 0 2

(72)発明者 ライフ・ランド

アメリカ合衆国、9 5 1 2 9 カリフォルニア州、サンノゼ、クイーンブルック・ドライブ、1 0
7 4

Fターム(参考) 5H730 AA14 BB43 BB57 DD02 DD04 EE02 EE07 EE59 FD01 FD31

FG05 FG22 XC00