

(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2007-14196

(P2007-14196A)

(43) 公開日 平成19年1月18日(2007.1.18)

(51) Int.CI.

HO2M 3/28

(2006.01)

F 1

HO2M 3/28

テーマコード(参考)

C

5H73O

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2006-179309 (P2006-179309)  
 (22) 出願日 平成18年6月29日 (2006.6.29)  
 (31) 優先権主張番号 11/174,183  
 (32) 優先日 平成17年7月1日 (2005.7.1)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 501315784  
 パワー・インテグレーションズ・インコ  
 ポーラーテッド  
 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 100064621  
 弁理士 山川 政樹  
 (74) 代理人 100098394  
 弁理士 山川 茂樹  
 (72) 発明者 ステファン・ポール  
 アメリカ合衆国・95123・カリフォル  
 ニア州・サンノゼ・マディソン・ドライブ  
 ・443

最終頁に続く

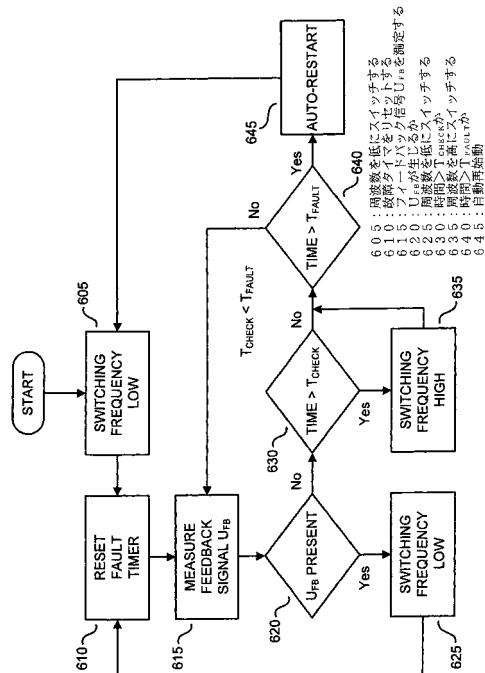
(54) 【発明の名称】スイッチング電源における故障の検出方法と検出装置

## (57) 【要約】

【課題】スイッチング電源が、出力がその調整値未満になるモードで動作している間に、スイッチング電源のフィードバック回路の故障を検出する技法を提供する。

【解決手段】電源は、出力がその調整値未満の間に、フィードバック信号がなければ、ある特定のスイッチング周波数で最大電力を供給する。故障時間の期間中にフィードバック信号が生じないと、故障保護回路によって平均出力電力が大幅に低減される。フィードバック信号が生じない場合、電源は、故障時間の終了前に、スイッチング周波数を上げ、出力を調整値まで増加させることにより、最大出力電力を増加させる。出力が調整値に達する時、フィードバック信号が生じると、もとのスイッチング周波数が回復し、出力は無調整値に戻る。故障時間の終了時にフィードバック信号が生じなければ、故障保護回路が出力電力の大幅低減を行う。

【選択図】図6



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

電源のエネルギー伝達素子に結合されるスイッチと、  
コントローラに結合され、前記電源の出力からフィードバック信号を受信するように結合されたフィードバック回路と、  
前記スイッチと前記フィードバック回路に結合され、前記電源の出力において出力電圧と出力電流の組合せを調整するために前記スイッチのスイッチングを制御するコントローラと  
を含み、

前記出力電圧と出力電流の組合せが、少なくとも 1 つの調整出力領域と 1 つの無調整出力領域が存在するように出力領域に対応し、 10

前記コントローラが、第 2 のスイッチング周波数が第 1 のスイッチング周波数より高い第 1 と第 2 のスイッチング周波数を有する発振器を含み、

前記コントローラが、さらに、適正なフィードバック信号のない期間を測定するための故障タイマを備えた故障検出回路を含み、

前記故障検出回路が、動作の故障モードと、動作のフィードバック・チェック・モードを有し、前記動作の故障モードでは、前記フィードバック信号が故障時間より長い間生じなければ、前記電源の出力における平均電力が大幅に低減し、前記動作のフィードバック・チェック・モードでは、前記フィードバック信号が前記故障時間より短い期間にわたって生じなければ、前記スイッチング周波数が、前記第 1 のスイッチング周波数から前記第 2 のスイッチング周波数に上昇することを特徴とする、 20  
スイッチング・レギュレータ回路。

**【請求項 2】**

前記スイッチング・レギュレータがバッテリ・チャージャに含まれることを特徴とする請求項 1 に記載のスイッチング・レギュレータ。

**【請求項 3】**

前記コントローラに、集積回路が含まれることを特徴とする請求項 1 に記載のスイッチング・レギュレータ。

**【請求項 4】**

前記コントローラに、個別電気部品が含まれることを特徴とする請求項 1 に記載のスイッチング・レギュレータ。 30

**【請求項 5】**

電源の出力から受信するフィードバック信号を測定して、前記電源の出力電力を制御するステップと、

第 1 の期間にわたって、適正なフィードバック信号が生じないと、無調整フィードバック・チェック・モードで前記電源を動作させるステップと、

前記第 1 の期間より長い第 2 の期間にわたって、適正なフィードバック信号が生じないと、無調整自動再始動モードで前記電源を動作させるステップと  
を含む方法。

**【請求項 6】**

さらに、前記無調整フィードバック・チェック・モードの間、スイッチング周波数を上げるステップが含まれることを特徴とする請求項 5 に記載の方法。 40

**【請求項 7】**

さらに、前記適正なフィードバック信号が生じない時間期間を測定するステップが含まれることを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 8】**

さらに、前記電源の出力電力を増加させることによって、前記電源の動作点を無調整状態から調整電流動作点に移動させるステップが含まれることを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 9】**

50

さらに、前記電源の出力電力を増加させることによって、前記電源の動作点を無調整状態から調整電圧動作点に移動させるステップが含まれることを特徴とする請求項5に記載の方法。

#### 【請求項10】

さらに、前記電源のスイッチング周波数に応答して、前記電源の最大出力電力を調節するステップが含まれることを特徴とする請求項5に記載の方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、一般に、電子回路に関するものであり、詳細には、本発明は、スイッチ・モード電源に関するものである。 10

##### 【背景技術】

##### 【0002】

スイッチング電源の一般的な用途はバッテリの充電である。バッテリ・チャージャの出力電力は、通常、調整電圧及び調整電流を生じるように制御される。電圧は、ある出力電流範囲にわたって、最高電圧と最低電圧の間で調整される。電流は、ある出力電圧範囲にわたって、最大電流と最小電流の間で調整される。調整は、出力電圧または出力電流がある調整値を超えるとすぐに電源の出力を低下させるフィードバック信号によって実施される。この電源は、一般に、フィードバック信号が生じない場合、過剰出力電圧または過剰出力電流を阻止する故障保護機能を備えている。故障保護機能がなければ、フィードバック信号の喪失を生じる故障によって、出力電圧または出力電流がバッテリまたは電源に損傷を与えるのに十分なほど増加する。従って、フィードバック信号がなければ、一般に、電源は、フィードバック信号が回復するまで、平均電圧と平均電流が大幅に低減する自動再始動サイクルで動作する。 20

##### 【0003】

一般に、バッテリ・チャージャは、通常、調整出力電流から調整出力電圧へ急激に遷移する。すなわち、デカルト座標にプロットされる出力電圧と出力電流の軌跡が、通常、最大出力電力に対応する遷移点に急な角を備えている。

##### 【0004】

調整電圧と調整電流の間で急激な遷移を示すバッテリ・チャージャの設計を実施すると、所望の機能をもたらすのに、必要以上にコストのかかる製品が生じる。調整電圧と調整電流との間の無調整遷移を設計することによって、バッテリ・チャージャのコストを削減し、かつ全ての要件を満たすことが可能になることがある。無調整遷移領域における出力電圧と出力電流は、スイッチング・レギュレータの固有出力特性によって制約され、一般に、ある特定の出力電圧と出力電流に関する最大出力電力曲線に従うことになる。 30

#### 【発明の開示】

##### 【課題を解決するための手段】

##### 【0005】

コストの低下を実現するため、スイッチング・レギュレータは、レギュレータが、調整出力電圧と調整出力電流との間に無調整遷移を生じさせて、電圧と電流がその指定の境界内に保たれるようにする制御回路で動作するように設計される。出力電圧と出力電流との指定の境界内における無調整遷移を適正に設計すると、最大出力電力が低下し、より大きい出力電力を保証するコンポーネントより低コストのコンポーネントを利用することが可能になる。制御回路は、負荷が要求する電流に従って、調整電圧、調整電流、または、無調整遷移を生じるようにスイッチング・レギュレータを動作させる。 40

##### 【0006】

フィードバック信号が生じないのに応答する故障保護機能によって、無調整遷移領域における持続的動作に対する障害が提示される。電源が無調整遷移領域で動作する場合、出力電圧と出力電流はその調整値を大幅に下回るので、フィードバック信号はほぼゼロになる。設計により、電源は、無調整遷移領域において最大出力電力を生じるように動作する 50

。故障保護機能によって、電源は、一般に、起動後の通常の負荷条件下において、出力電圧または出力電流をゼロから調整値にするのに必要なほんの短い時間の間に、フィードバック信号なしで、最大出力電力を生じることが可能になる。通常の起動後にフィードバック信号が生じなければ、電源は自動再始動サイクルに入る。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0007】

本発明は、添付の図面において、制限のためではなく、例証のために詳細に図解されている。

##### 【0008】

電源に利用可能な電源レギュレータの実施形態が開示される。以下の説明において、本発明の完全な理解が得られるように、多くの具体的詳細が提示される。しかし、通常の当該技術者には明らかなように、その具体的詳細は、本発明の実施に用いることが必要というわけではない。本発明を曖昧にしないように、実施に関連した周知の方法については詳述しなかった。

##### 【0009】

本明細書全体を通じて、「1つの実施形態」または「ある実施形態」に対する言及は、本発明の少なくとも1つの実施形態に、その実施形態に関連して解説されるある特定の特徴、構造、または、特性が含まれることを意味している。従って、本明細書全体を通じて現れる「実施形態の1つ」または「ある実施形態」という言い回しは、必ずしも、全てが同じ実施形態に言及するものではない。さらに、特定の特徴、構造、または、特性は、任意の適合するやり方で、1つ以上の実施形態と組み合わせることが可能である。

##### 【0010】

従来の解決法より低コストで、バッテリ・チャージャの要件を満たすことができるよう にし、電源に対するフィードバックの喪失による故障の保護を伴う無調整動作モードを 提供する技法が開示される。本発明の実施形態は、フィードバック信号が生じないのに応答する故障保護回路で、電源が無調整遷移領域において動作できるようにする方法及び/または装置を対象とするものである。例証のため、図1には、本発明の教示によるバッテリ・チャージャである電源レギュレータの実施形態の1つを含む電源の実施形態の1つの機能プロック図が示されている。図1に例示の電源のトポロジは、フライバック・レギュレータとして既知である。スイッチング・レギュレータには多くのトポロジや構成があり、図1に示すフライバック・トポロジが、本発明の教示に従って、他のタイプのトポロジにも適用可能な、本発明のある実施形態の原理を例証するために提示されたものであることは明らかである。

##### 【0011】

図1の電源は、無調整入力電圧  $V_{IN}$  105 から負荷 165 に出力電圧を供給する。実施形態の1つでは、負荷 165 は、充電式バッテリである。入力電圧  $V_{IN}$  105 は、エネルギー伝達素子 T1\_125 及びスイッチ S1\_120 に結合される。図1の例の場合、エネルギー伝達素子 T1\_125 は、電源の入力と電源の出力の間に結合されている。図1の例では、エネルギー伝達素子 T1\_125 は2つの巻線を備えた変圧器として示されている。一般に、変圧器は、追加の負荷に電力を供給したり、バイアス電圧をかけたり、負荷の電圧を検知したりするための追加の巻線を設けた3つ以上の巻線を備えることができる。スイッチ S1\_120 の最大電圧を制御するため、クランプ回路 110 が、エネルギー伝達素子 T1\_125 の一次巻線に結合されている。スイッチ S1\_120 は、本発明の教示によるコントローラ回路 145 の実施形態の1つに応答して、オン/オフされる。実施形態の1つでは、スイッチ S1\_120 は、例えば、金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ(MOSFET)のようなトランジスタである。実施形態の1つでは、コントローラ 145 には、集積回路と、個別電気部品が含まれている。スイッチ S1\_120 の動作によって、整流器 D1\_130 に脈動電流が生じ、コンデンサ C1\_135 によってフィルタがかけられて、負荷 165 にほぼ一定の出力電圧  $V_o$  またはほぼ一定の出力電流  $I_o$  が生じることになる。

10

20

30

40

50

## 【0012】

調整すべき出力量は、一般に、出力電圧  $V_0$ 、出力電流  $I_0$ 、または、両方の組み合わせとすることが可能な  $U_{150}$  である。調整量は、必ずしも固定されておらず、フィードバック信号に応答して、所望の変化をするように調整することが可能である。後述するように、出力量  $U_{150}$  は、無調整の場合でも、所望の変化が可能である。フィードバック信号に応答しない出力は無調整である。フィードバック回路 160 は、出力量  $U_{150}$  に結合されて、コントローラ 145 の入力になるフィードバック信号  $U_{FB}$  を送り出す。コントローラ 145 に対するもう 1 つの入力は、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 140 である。例えば、電流変圧器の場合のようなスイッチされる電流、または、例えば、個別抵抗器両端の電圧、または、トランジスタが導通している場合の、トランジスタ両端における電圧を測定するための多くの既知方法の任意のものを用いて、電流  $I_D$  115 を測定することが可能である。

10

## 【0013】

回路における 1 つ以上のコンポーネントの制限により、全ての電源設計において、スイッチには、超えることのできない最大電流限界  $I_{MAX}$  がある。全てのスイッチには、固有の電流制限があるが、スイッチング電源のコントローラは、通常、スイッチがその設計の最大電流限界を超えないようとする。

20

## 【0014】

図 1 には、コントローラが出力量  $U_{150}$  を調整するために調節可能なパラメータを示すため、電流  $I_D$  115 の波形例が例示されている。電流  $I_D$  115 の最大値は  $I_{MAX}$  であり、スイッチング周期は  $T_s$  であり、デューティ比は D である。コントローラは、一般に、デューティ比を 100% 未満の最大値  $D_{MAX}$  に制限する。

30

## 【0015】

実施形態の 1 つでは、コントローラ 145 は、スイッチ S1 120 を操作して、出力  $U_{150}$  をほぼその所望の値に調整する。実施形態の 1 つでは、出力  $U_{150}$  は、出力電圧または出力電流の大きさに応答して、出力電圧から出力電流に変化する。実施形態の 1 つでは、コントローラ 145 に、ほぼ規則的なスイッチング周期  $T_s$  を決める発振器が含まれている。実施形態の 1 つでは、調整は、スイッチング周期内におけるスイッチの導通時間を制御することによって実施される。各スイッチング周期における、スイッチを閉じるスイッチング周期部分が、スイッチのデューティ比 D である。実施形態の 1 つでは、調整はスイッチの最大電流  $I_{MAX}$  の制御によって実施される。もう 1 つの実施形態では、調整は、スイッチング周期  $T_s$  の制御によって実施される。

30

## 【0016】

実施形態の 1 つでは、コントローラ 145 は、フィードバック信号  $U_{FB}$  が生じないか、または、低すぎて、出力の調整に影響を与えることができない場合、その最大電流またはその最大デューティ比でスイッチ S1 を動作させ、調整を加えない出力  $U_{150}$  が送り出されるようにする。低すぎて、出力の調整に影響を与えることができないフィードバック信号  $U_{FB}$  は、フィードバック信号が生じないのと同等である。無調整出力  $U_0$  の値は、ある特定の 1 組の動作条件に関する回路の最大電力供給能力によって決まる。瞬時出電力  $P_0$  は、出力電圧  $V_0$  と出力電流  $I_0$  との積である。

40

## 【0017】

実施形態の 1 つでは、コントローラ 145 には、低減させた平均出力電圧と低減させた平均出力電流で電源を動作させて、フィードバック信号がコントローラに到達するのを妨げる故障による損傷を回避する保護機能が含まれている。実施形態の 1 つでは、保護機能は自動再始動サイクルである。自動再始動サイクルにおける実施形態の 1 つでは、コントローラ 145 によって、電源スイッチ S1 120 は、出力  $U_0$  がフィードバック信号  $U_{FB}$  155 を生じるのに十分な長さの持続時間にわたって無調整で動作させられ、許されたスイッチング期間中に、出力がフィードバック信号  $U_{FB}$  を生じない場合、ある長い時間間にわたってスイッチングの生じない状態が後続する。自動再始動サイクルは、フィードバック信号  $U_{FB}$  155 が適正な調整基準を満たすまで繰り返される。

50

## 【0018】

フィードバック信号 UFB155 に応答しない場合、パラメータ  $I_{MAX}$ 、D、 $T_s$  を固定することもでき、あるいは、例えば、入力電圧  $V_{IN105}$  または負荷 165 といった他の量の変化に応答して、変化させることも可能である。実施形態の 1 つでは、こうした変化は、フライバック・トポロジのような電力変換装置のトポロジに固有の特性によって決まる。例えば、固定量  $V_{IN105}$ 、 $I_{MAX}$ 、 $T_s$  に関して、デューティ比 D は、出力電圧  $V_O$  の既知関数である。従って、レギュレータの実施形態の 1 つは、出力が、本発明の教示に従ってフィードバック信号によって調整されない場合、所望の挙動を示すように設計することが可能である。後述のように、コントローラ 145 に含まれる発振器の実施形態の 1 つは、一時的に高周波数でスイッチし、回路の最大出力電力供給能力を高めるように構成される。

## 【0019】

図 2 には、本発明の教示に従って動作するスイッチング電源の実施形態の 1 つによる出力電圧と出力電流の境界が示されている。電源の出力は、内側境界 205 と外側境界 210 の間の実線領域 215 内に限定される。外側境界 210 は、最大出力電圧  $V_{OMAX}$  と最大出力電流  $I_{OMAX}$  に対する線の交点 200 における最大出力電力  $P_{MAX}$  を決める最大出力電圧  $V_{OMAX}$  と最大出力電流  $I_{OMAX}$  を設定する。実線領域 215 内の出力特性を有する電源は、最大出力電力  $P_{MAX}$  未満で外側境界 210 と内側境界 205 の間で動作する。こうした電源は、一般に、 $P_{MAX}$  での動作が可能なものよりコストが低くなる。

## 【0020】

図 3 には、本発明の教示にしたがって動作するスイッチング電源の実施形態の 1 つに関する出力電圧と出力電流の特性が示されている。出力電圧と出力電流は、3 つの異なる線分を含む曲線を辿る。各線分は、異なる動作領域に対応する。出力電圧は調整電圧領域の線分 300 に沿って調整される。出力電流は調整電流領域の線分 320 に沿って調整される。出力電圧と出力電流が無調整遷移領域の線分 310 に沿って無調整であり、線分 310 は、フィードバックがない場合の、電源に関するある特定の入力電圧と、ある特定のスイッチング周波数における最大出力電力を表している。図示のように、出力電圧と出力電流は、指定の境界 330 と 350 の範囲内にある。

## 【0021】

実施形態の 1 つでは、スイッチング電源は、フィードバック信号が生じない場合に、最大出力電力の持続的供給を阻止する保護機能を備えている。実施形態の 1 つでは、故障検出期間  $T_{FAULT}$  を超える時間にわたってフィードバック信号が生じなければ、電源は、平均出力電力を大幅に低減させる自動再始動モードに入る。従って、この保護機能によれば、時間  $T_{FAULT}$  を超える期間にわたって、電源が無調整最大電力の線分 310 に従って動作することができなくなる。

## 【0022】

本発明の実施形態によれば、 $T_{FAULT}$  よりわずかに短い時間にわたってフィードバックが生じない場合に、短時間だけ電源の最大出力電力量を増加させることによって、自動再始動保護機能によって課せられる制限が克服される。最大出力電力が増加すると、出力電圧または出力電流が、それぞれ、線分 310 に沿ったその値から  $V_{REG}$  または  $I_{REG}$  の調整値まで上昇する。フィードバック回路要素に故障がなければ、フィードバック信号によって、コントローラは、自動再始動モードに入るのを回避して、出力電力を線分 310 に沿ったそのもとの値にリセットする。

## 【0023】

図 4A、図 4B には、フィードバック信号がない場合の無調整状態から、出力電力の一時的増加に応答して、フィードバック信号を強制する調整状態への動作点の移動が例示されている。これらの図には、本発明の教示によるスイッチング電源のある実施形態の出力電圧と出力電流の軌跡が示されている。出力電圧は線分 400 に沿って調整される。出力電流は線分 420 に沿って調整される。出力電圧と出力電流が線分 410 に沿って無調整である。実施形態の 1 つでは、出力電力が増加すると、図 4A における移動 440 で例示

10

20

30

40

50

のように、動作点 430 が、無調整動作 410 の線分上におけるその位置から調整電流 450 に移動する。実施形態の 1 つでは、出力電力が増加すると、図 4B における移動 470 で例示のように、動作点 430 が、無調整動作 410 の線分上におけるその位置から調整電圧 460 に移動する。電源回路及び負荷の特定の特性によって、その最大出力電力の増加に応答して、無調整動作線分 410 から調整電圧 460 または調整電流 450 へ移動する際の、動作点の実際の経路が決まる。

#### 【0024】

スイッチング電源の最大出力電力は、最大スイッチ電流  $I_{MAX}$  と、スイッチング周期  $T_s$  の逆数であるスイッチング周波数  $f_s$  によって設定される。コンポーネントの能力の限界によって、通常、 $I_{MAX}$  の増加が妨げられるが、通常は、その最適値を大幅に超えてスイッチング周波数を高くすることが可能である。スイッチング周波数の最適値は、一般に、他の設計制約条件の範囲内において最高の効率が得られるように選択される。短時間であれば、より高い周波数での動作による効率の低下は、通常、ごくわずかである。従って、スイッチング周波数を一時的に高くすると、ほとんど不利益を生じることなく、スイッチング電源の最大出力電力を増加させることができる。

#### 【0025】

図 5 には、理論的最大出力電力と、電流制限スイッチを備えたスイッチング電源のスイッチング周波数との関係がグラフで示されている。図 5 の波形は、異なる形状の電流によって表示された 2 つの基本動作モードを例示している。三角形 530 は、不連続導通モード (DCM) の特性を示しており、一方、台形 540 は、連続導通モード (CCM) の特性を示している。

#### 【0026】

ある特定の最大スイッチ電流  $I_{MAX}$  について、スイッチング電源の最大出力電力は、スイッチング周波数の 2 つの単純な関数によって表わされる。

$$P = (P_{MAXDCM} / f_{S MAXDCM}) f_s \quad 0 \leq f_s \leq f_{S MAXDCM} \quad \text{式 1}$$

及び

$$P = P_{MAXDCM} (2 - f_{S MAXDCM} / f_s) \quad f_s > f_{S MAXDCM} \quad \text{式 2}$$

ここで、 $f_s$  はスイッチング周波数であり、 $P_{MAXDCM}$  は不連続導通モードにおける最大電力であり、 $f_{S MAXDCM}$  は、スイッチの電流が  $I_{MAX}$  に達するのを可能にする不連続導通モードにおける最大スイッチング周波数である。 $P_{MAXDCM}$  と  $f_{S MAXDCM}$  の値は、当該技術者には明らかなように、回路のコンポーネントの値によって決まる。従って、それらは、この式における制約条件である。

#### 【0027】

図 5 には、ゼロ周波数と不連続導通モードにおける最大周波数である  $f_{S MAXDCM}$  との間の領域 510 における、式 1 によって表わされる線形関係が示されている。線形領域 510 において、出力電力は、スイッチング周波数  $f_s$  に正比例する。不連続導通モードにおける最大電力は、スイッチング周波数  $f_{S MAXDCM}$  における  $P_{MAXDCM}$  である。

#### 【0028】

領域 520 では、 $f_{S MAXDCM}$  を超える周波数で、電源は連続導通モードで動作する。連続導通モードにおいて、電力曲線は、 $P_{MAXDCM}$  の 2 倍の最大値に近づく、式 2 によって表わされる双曲線の一部をなす。図 5 に示すように、スイッチング周波数が高くなると、出力電力が増加する。

#### 【0029】

図 6 は、本発明の教示に従って、無調整出力で動作するスイッチング電源について故障検出を行う方法の実施形態の 1 つを表わすフロー チャートを例示したものである。図示のように、スイッチング周波数は、ブロック 605 において 2 つの値の低い方に設定され、ブロック 610 において、故障タイマがリセットされる。ブロック 615 において、フィードバック信号  $U_{FB}$  が測定される。

#### 【0030】

ブロック 620 によって示されるように、フィードバック信号  $U_{FB}$  が生じると、それ

10

20

30

40

50

それ、ブロック 625、610 によって示されるように、スイッチング周波数は低いまままで、故障タイマがリセットされる。フィードバック信号  $U_{FB}$  が生じなければ、ブロック 630 によって示されるように、故障タイマのリセット以降の時間が、故障時間  $T_{FAULT}$  未満の時間  $T_{CHECK}$  と比較される。

#### 【0031】

$T_{CHECK}$  と  $T_{FAULT}$ との間において、電源は、フィードバック・チェック操作で、フィードバック回路の動作を検査する。ブロック 635、640、615、620 によって示されるように、フィードバック・チェック操作によって、スイッチング周波数が上昇して、2つの値の高い方になり、その結果、出力電力が増加して、出力電圧または出力電流が調整値まで上昇する。出力電力の増加に応答して、フィードバック信号が生じると、スイッチング周波数は低い方の値まで低下し、故障タイマがリセットされる。ブロック 640、645 によって示されるように、故障時間  $T_{FAULT}$  の後、フィードバック信号が生じない場合、電源は自動再始動サイクルに入る。自動再始動サイクルは、フィードバック信号が生じるまで続行される。10

#### 【0032】

図 7A には、本発明の教示による集積回路の実施形態の 1 つが例示されている。実施形態の 1 つにおいて、スイッチング電源用コントローラの実施形態の 1 つの機能要素が示されている。例えば、図 7A には、パワー・トランジスタ・スイッチ 750、発振器 740、自動再始動カウンタ 710 を含む集積回路 700 の機能ブロック図が示されている。集積回路 700 が電源において動作状態にある実施形態では、動作可能 / 不足電圧端子 745 が、パワー・トランジスタ 750 がスイッチすべきか否かを指示するフィードバック信号を受信する。フィードバック信号が生じないのは、フィードバック回路の故障または所望の無調整動作モードを示す可能性がある。集積回路は、発振器 740 と共に自動再始動カウンタ 710 を利用し、スイッチ 750 の所望の動作を選択する。20

#### 【0033】

発振器 740 は、自動再始動カウンタ 710 からの信号に従って、異なるスイッチング周波数でクロック信号 735 を発生する。クロック信号 735 は、例えば、平均値が 132 kHz の公称スイッチング周波数を有している。公称スイッチング周波数は、自動再始動カウンタ 710 から受信するジッタ信号 730 に応答して、例えば、±4 kHz の周波数変調によって平均値に関する変調が施される。周波数変調は、一般に、公称スイッチング周波数の平均よりはるかに低い。ジッタ信号 730 によって、例えば、1 kHz のジッタ変調速度で公称スイッチング周波数が変調される。ジッタ変調速度は、一般に、ジッタ変調をはるかに下回る。フィードバック・チェック周波数は、自動再始動カウンタ 710 からのループ・チェック信号 720 に応答して選択される、公称値の 2 倍である。故障周波数は、自動再始動カウンタ 710 からの故障存在信号 715 に応答して選択される。故障周波数は、一般に、公称スイッチング周波数の 5 % である。30

#### 【0034】

図 7A には、動作可能 / ライン不足電圧信号 705、クロック信号 735、リセット信号 725 を受信する自動再始動カウンタ 710 が示されている。自動再始動カウンタ 710 は、ジッタ信号 730、フィードバック・チェック信号 720、故障存在信号 715 を送り出す。図 7B には、本発明の教示による自動再始動カウンタ 710 の実施形態の 1 つに関する詳細が示されている。図示のように、自動再始動カウンタ 710 には、論理ゲート 760、775、780、765、770 を備えた、14ビット 2 進カウンタ 755 が含まれている。40

#### 【0035】

自動再始動カウンタ 710 は、フィードバック回路の動作検査のための、及び故障検出時における動作自動再開のためのスイッチング周波数変更のタイミングを提供する。2 進カウンタ 755 から出力される 14 ビットは、 $Q_1$  を最下位ビットとし、 $Q_{14}$  を最上位ビットとして、 $Q_1 \sim Q_{14}$  で表示されている。4 つのビット  $Q_4$ 、 $Q_5$ 、 $Q_6$ 、 $Q_7$  は、ジッタ信号 730 を構成している。4 つの最上位ビット  $Q_{11}$ 、 $Q_{12}$ 、 $Q_{13}$ 、 $Q_{14}$  は、故障タイマ50

を構成している。ビット  $Q_{11} \sim Q_{14}$  は、論理ゲート 775、765、780、720 によって復号され、フィードバック信号 720 及び故障存在信号 715 が生じる。リセット入力 725 によって、カウンタのビット  $Q_8 \sim Q_{14}$  だけがゼロにリセットされる。ビット  $Q_1 \sim Q_7$  は、カウンタ 755 がジッタ出力 730 に関するタイミングを維持できるようするため、リセットされない。

#### 【0036】

表 785 に示すように、公称スイッチング周波数の平均が 132 kHz の場合、故障タイマが端子 745 にフィードバック信号が生じることによって、より短い時間でリセットされない限り、フィードバック・チェック信号 720 が、故障タイマのリセットから約 3.8 ミリ秒後にアサートされる。故障タイマが、端子 745 にフィードバック信号が生じることによって、より短い時間でリセットされない限り、フィードバック・チェック信号 720 によって、約 11.6 ミリ秒のフィードバック・チェック時間にわたって、発振器の周波数が倍になる。故障タイマが、フィードバック・チェック時間内にフィードバック信号が生じることによってリセットされなければ、自動再始動カウンタ 710 によって、故障存在信号 715 がアサートされる。故障存在信号 715 によって、発振器の周波数は、その公称値の約 5 % の故障周波数まで低下する。端子 745 にフィードバック信号が生じると、故障タイマがリセットされ、発振器が公称スイッチング周波数にリセットされる。

#### 【0037】

以上の詳細な説明では、特定の典型的な実施形態に関連して、本発明の方法及び装置の解説が行われた。しかしながら、本発明のより広い精神及び範囲から逸脱することなく、それらにさまざまな修正及び変更を加えることができるるのは明らかである。本明細書及び図は、従って、制限ではなく例証とみなされる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0038】

【図 1】本発明の教示による故障保護によって、無調整遷移領域で動作可能なスイッチング電源の実施形態の 1 つに関する機能プロック図である。

【図 2】本発明の教示による故障保護によって、無調整遷移領域で動作可能なスイッチング電源の実施形態の 1 つに関する出力電圧と出力電流の境界を示すダイアグラムである。

【図 3】本発明の教示による調整電圧と調整電流との間の無調整遷移を含む、電源からの出力電圧と出力電流との関係を示す図である。

【図 4A】本発明の教示による、フィードバック信号が生じない場合の無調整状態から出力電力の一時的増加に応答してフィードバック信号を強制する調整状態への、電源の動作点の軌跡を示す図である。

【図 4B】本発明の教示による、フィードバック信号が生じない場合の無調整状態から出力電力の一時的増加に応答してフィードバック信号を強制する調整状態への、電源の動作点の軌跡を示す図である。

【図 5】本発明の教示に従って、出力電力の一時的増加をスイッチング周波数の一時的上昇によっていかに実現できるかを例示した、スイッチング周波数の関数としてのスイッチング電源の理論的最大出力電力に関するグラフである。

【図 6】本発明の教示によるスイッチング電源のある実施形態に関する無調整動作での故障保護を行う方法の実施形態の 1 つに関するフローチャートである。

【図 7A】本発明の教示によるスイッチング電源用のコントローラの実施形態の 1 つに関する機能要素を示す図である。

【図 7B】本発明の教示によるスイッチング電源用のコントローラの実施形態の 1 つに含まれる自動再始動カウンタの実施形態の 1 つの詳細図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0039】

110 クランプ回路、120 スイッチ S1、125 エネルギ伝達素子 T1、13

0 整流器 D1、135 コンデンサ C1、145 コントローラ、160 フィードバ

10

20

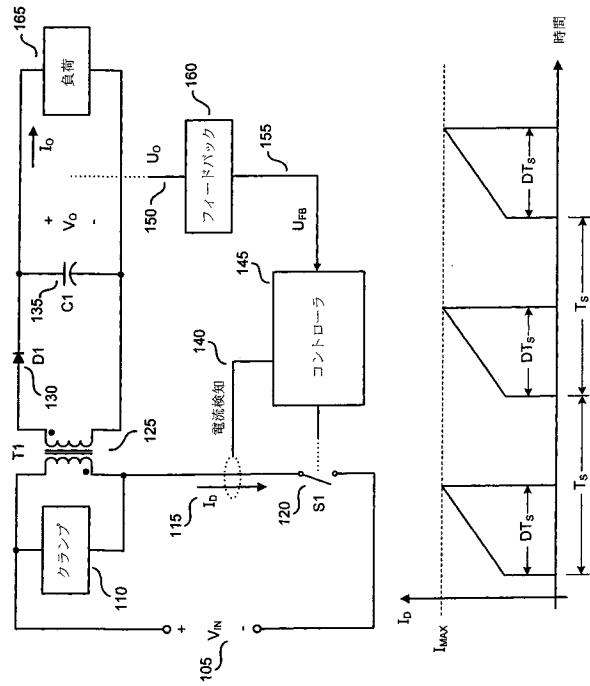
30

40

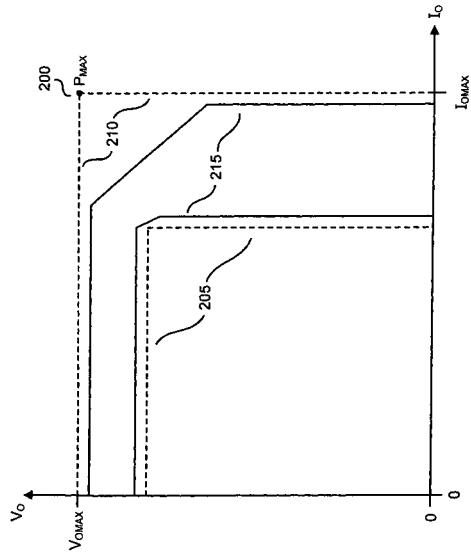
50

## ツク回路、165 負荷

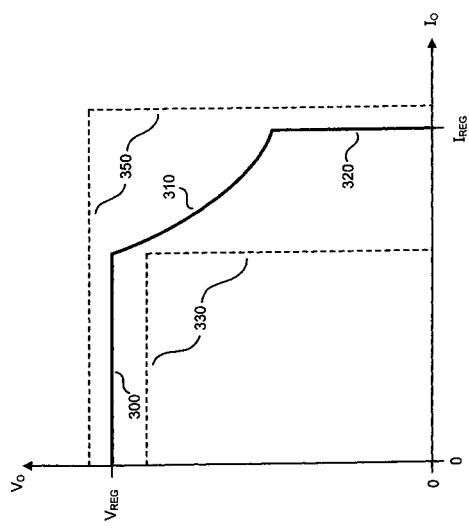
【図1】



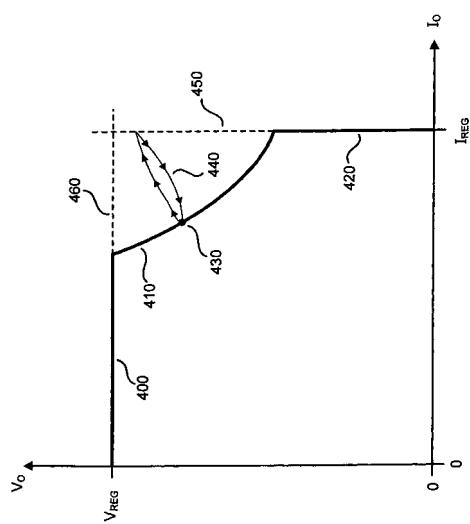
【図2】



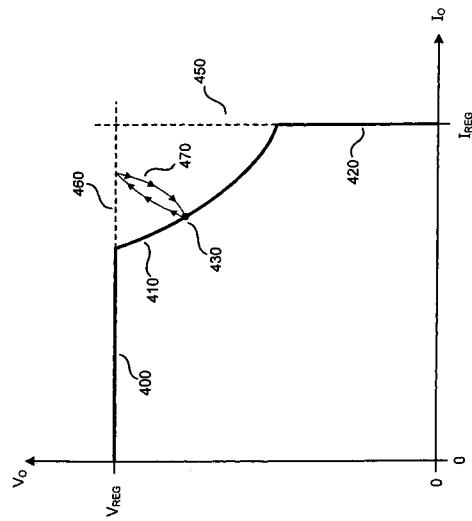
【図3】



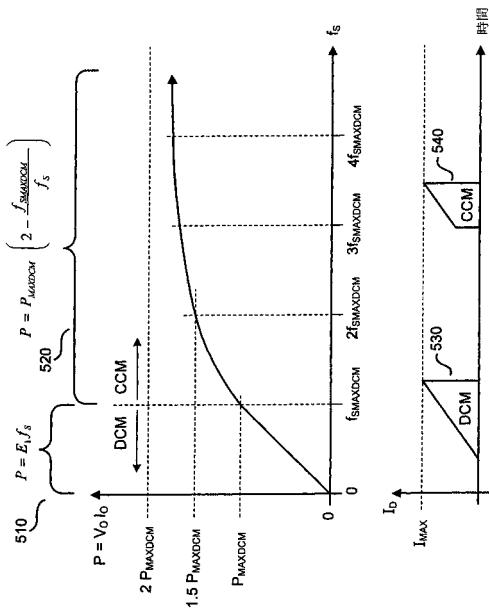
【図4 A】



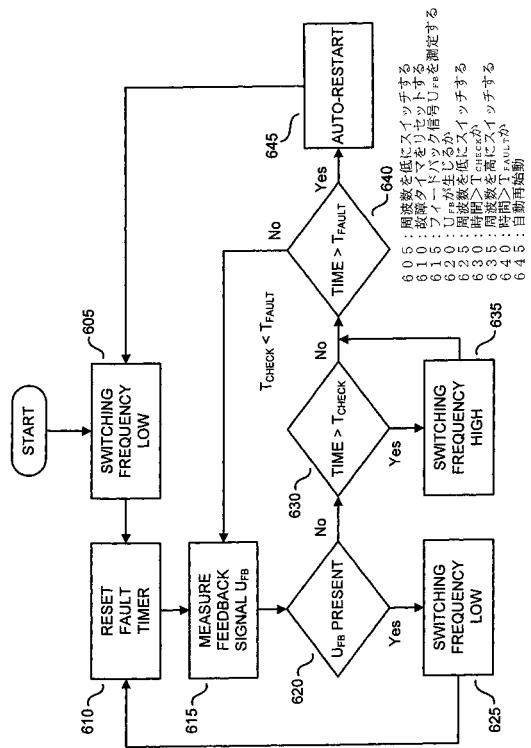
【図4 B】



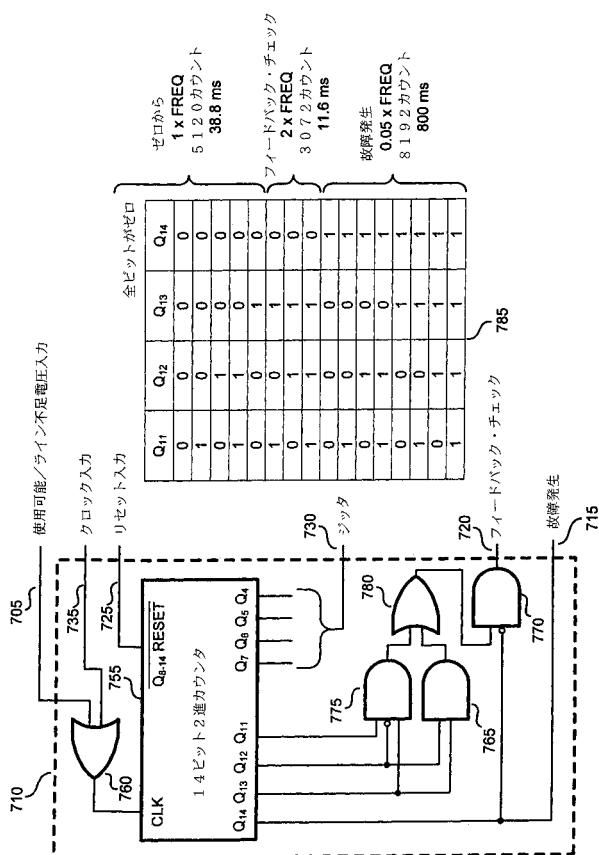
【図5】



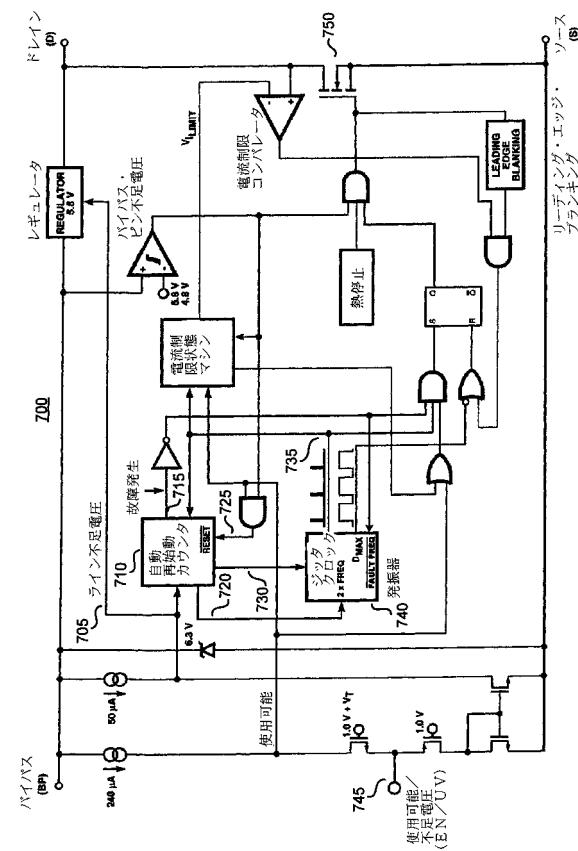
【 四 6 】



【 図 7 B 】



【 図 7 A 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ウィリアム・エム・ポリブカ

アメリカ合衆国・95008・カリフォルニア州・キャンベル・チェリー ブロッサム レーン・  
500

Fターム(参考) 5H730 AA20 AS01 BB23 EE02 FD03 FD33 FG05 XX03 XX12 XX15  
XX23