

(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2007-20393

(P2007-20393A)

(43) 公開日 平成19年1月25日(2007.1.25)

(51) Int. Cl.

H02M 3/28 (2006.01)

F I

H02M 3/28

P

テーマコード (参考)

5H730

H02M 3/28

C

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2006-189045 (P2006-189045)
 (22) 出願日 平成18年7月10日 (2006.7.10)
 (31) 優先権主張番号 11/177,091
 (32) 優先日 平成17年7月8日 (2005.7.8)
 (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 100064621
 弁理士 山川 政樹
 (74) 代理人 100098394
 弁理士 山川 茂樹
 (72) 発明者 アレックス・ビー・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・セビーリャ レーン・
 20602

最終頁に続く

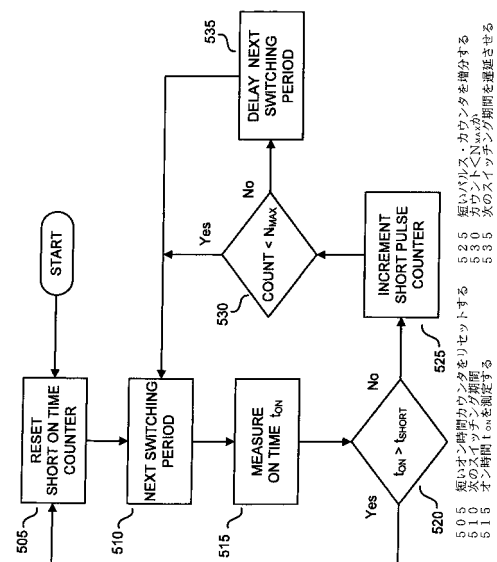
(54) 【発明の名称】 スイッチング電源における最大スイッチ電流を制限する方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 スイッチング電源のスイッチ内の電流を制限する技術を提供すること。

【解決手段】 例示的なスイッチング調整回路が、電源のエネルギー伝達要素に結合される電源スイッチを含む。駆動信号を生成するコントローラが、電源スイッチによって受け取られるように結合されて、電源スイッチのスイッチングを制御する。短いオン時間検出器が、コントローラ内部に含まれる。短いオン時間検出器は、スイッチの、1つまたは複数の連続する短いオン時間のしきい値数の出現を検出する。また、周波数調整器も、コントローラ内部に含まれて、短いオン時間検出器に結合される。周波数調整器は、短いオン時間検出器に応答して、コントローラ内部に含まれる発振器の発振周波数を調整する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電源のエネルギー伝達要素に結合されるスイッチと、
前記スイッチによって受け取られるように結合されて、前記スイッチのスイッチングを制御する駆動信号を生成するコントローラと、
前記コントローラ内部に含まれ、前記スイッチの、1つまたは複数の連続する短いオン時間のしきい値数の出現を検出するように結合される短いオン時間検出器と、
前記コントローラ内部に含まれ、前記短いオン時間検出器に結合され、前記短いオン時間検出器に応答して、前記コントローラ内部に含まれる発振器の発振周波数を調整する周波数調整器と
を含むスイッチング調整回路。

10

【請求項 2】

前記周波数調整器は、前記スイッチの、前記 1つまたは複数の連続する短いオン時間のしきい値数の出現の検出に応答して、前記スイッチによって受け取られるように結合される駆動信号内の次のパルスが遅延させるように、前記発振器の前記周波数を低くする請求項 1 に記載のスイッチング調整器。

【請求項 3】

前記周波数調整器は、前記スイッチの、前記 1つまたは複数の連続する短いオン時間のしきい値数の出現の検出に応答して、前記スイッチによって受け取られるように結合される駆動信号内の次の 1つまたは複数のパルスをスキップするように、前記発振器の前記周波数を低くする請求項 1 に記載のスイッチング調整器。

20

【請求項 4】

前記コントローラが集積回路内部に含まれる請求項 1 に記載のスイッチング調整器。

【請求項 5】

前記スイッチが前記集積回路内部に含まれる請求項 4 に記載のスイッチング調整器。

【請求項 6】

前記コントローラが、前記スイッチによって受け取られるように結合されて、前記スイッチのスイッチングを制御して、前記電源の前記出力を調整する駆動信号を生成するように、前記電源の出力からのフィードバック信号を受け取るように結合される請求項 1 に記載のスイッチング調整器。

30

【請求項 7】

前記コントローラ内部に含まれ、前記スイッチを通る過電流を検出するように結合される電流センサをさらに含む請求項 1 に記載のスイッチング調整器。

【請求項 8】

前記コントローラ内部に含まれ、前記電流センサに結合される立上りブランキング回路をさらに含む請求項 7 に記載のスイッチング調整器。

【請求項 9】

前記スイッチの短いオン時間は、立上りブランキング時間と電流制限遅延時間の合計より、わずかに大きい請求項 8 に記載のスイッチング調整器。

【請求項 10】

電源の出力から受け取るフィードバックに応答する駆動信号に応答して、該電源の入力におけるエネルギー伝達要素に結合されたスイッチをスイッチングすること、

40

前記スイッチの、1つまたは複数の連続する短いオン時間のしきい値数の出現を検出すること、

前記スイッチの、前記 1つまたは複数の連続する短いオン時間のしきい値数の前記出現に応答して、前記スイッチによって受け取られるように結合される駆動信号の次のパルスを遅延させること

を含む電源を調整する方法。

【請求項 11】

前記スイッチの、前記 1つまたは複数の連続する短いオン時間のしきい値数の前記出現

50

に応答して、前記駆動信号の前記次のパルスを遅延させることは、前記駆動信号が生成される元になる発振信号の周波数を調整することを含む請求項 10 に記載の前記電源を調整するための方法。

【請求項 12】

前記スイッチの、前記 1 つまたは複数の連続する短いオン時間のしきい値数の前記出現に応答して、前記駆動信号の前記次のパルスを遅延させることは、前記駆動信号内の次のパルスをスキップすることを含む請求項 10 に記載の前記電源を調整するための方法。

【請求項 13】

前記スイッチの、1 つまたは複数の連続する短いオン時間のしきい値数の前記出現を検出することは、立上りブランキング時間と電流制限遅延時間の合計にほぼ等しいオン時間を有する、前記駆動信号内のパルスを検出することを含む請求項 10 に記載の前記電源を調整するための方法。 10

【請求項 14】

電源の入力と出力の間に結合されたエネルギー伝達要素と、

電源の前記入力から電源の前記出力へのエネルギーの伝達を調整するように前記エネルギー伝達要素の入力に結合されたスイッチと、

前記スイッチによって受け取られて、前記スイッチのスイッチングを制御する駆動信号を生成する発振器を含むコントローラと、

前記コントローラ内部に含まれ、前記スイッチの、しきい値の 1 つまたは複数の連続する短いオン時間の出現を検出するように結合された短いオン時間検出器と、 20

前記コントローラ内部に含まれ、前記短いオン時間検出器に結合され、前記発振器に結合されて、前記短いオン時間検出器に応答して、前記発振器の発振周波数を調整する周波数調整器とを含む電源。

【請求項 15】

電源の前記出力と、前記コントローラとの間に結合されて、電源の前記出力から前記コントローラにフィードバック信号を供給するフィードバック回路をさらに含む請求項 14 に記載の電源。

【請求項 16】

前記コントローラ内部に含まれて、前記スイッチを通る電流を制限する電流感知回路をさらに含む請求項 14 に記載の電源。 30

【請求項 17】

前記コントローラを含む集積回路をさらに含む請求項 14 に記載の電源。

【請求項 18】

前記集積回路は、前記スイッチをさらに含む請求項 17 に記載の電源。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は全体として電子回路に関し、より具体的には、本発明は、スイッチング・モードの電源に関する。 40

【背景技術】

【0002】

スイッチング電源内部のスイッチは、過電圧、過電流、または電圧と電流の特定の組合せから損傷を被る可能性がある。瞬間的な電圧と電流は、安全な動作領域として決められた境界内に留まってスイッチに対する損傷を防止しなければならない。したがって、スイッチング電源のためのコントローラは、スイッチを保護する目的と、出力を調整する目的で、通常測定された電圧と電流を供給する。

【0003】

現実のデバイスの矛盾する要件と限界により、コントローラがすべての条件下でスイッチを保護するのに必要な量を測定することは、不可能または非現実的であることが多い。 50

スイッチにかかる最大電圧は、通常、入力電圧の単純な測定から推定することができるのに対して、スイッチ内の電流の測定は、通常、はるかに難しい。

【0004】

コントローラは、通常、スイッチング期間内のある時間にスイッチ電流の測定をマスクして、過電流の偽の指示を回避しなければならない。さらに、過電流の検出と適切な応答の間に、常にいくらかの遅延が存在する。このため、従来の方法は、ある過渡的な装荷の条件、または障害の条件の下で、スイッチを損傷から保護することができない可能性がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0005】

本発明を、例として、限定としてではなく、添付の図に詳細に示す。

【0006】

電源内部で利用することができる電源調整器の諸実施形態を開示する。以下の説明では、本発明の徹底的な理解をもたらすために、多数の特定の詳細を提示する。しかし、その特定の詳細が、本発明を実施するのに使用されなくてもよいことが当業者には明白となる。実施に関連する周知の方法は、本発明を不明瞭にするのを避けるために、詳細に説明していない。

【0007】

明細書全体で、「一実施形態」または「実施形態」について述べることは、その実施形態に関連して説明される特定の特徵、構造、または特性が、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。このため、本明細書全体の様々な箇所における「一実施形態の場合」または「ある実施形態では」という句の出現は、必ずしもすべて、同一の実施形態について述べていない。さらに、特定の特徵、構造、特性は、1つまたは複数の実施形態において、任意の適切な形で組み合わせられることが可能である。

【0008】

スイッチング電源のスイッチ内の過電流を防止する技術を開示する。例えば、スイッチング電源内部の電力トランジスタに対する、電源の安全な動作領域外の諸条件からの損傷を防止する方法および装置を開示する。電源が、低い出力電圧を有する起動中、または過負荷中、パワースイッチ内の過電流に応答する従来技術は、各スイッチング期間内に電流がより高くなるのを防止することができない。というのは、立上りブランキング時間と電流制限遅延時間により、スイッチの最小オン時間が課されるのに対して、低出力電圧は、コントローラが、スイッチの最小オフ時間を要求するようにさせるからである。スイッチ内の電流を直接に測定する従来技術の抱える諸問題を克服するため、開示する方法は、時間の測定を、スイッチ内の過電流の間接的な指示として使用する。例えば、1つの開示する技術は、スイッチ内の電流ではなく、スイッチの導通時間を測定して、制御されていない増加する電流の条件を認識する。短い導通時間は、過度のスイッチ電流を暗示する。1回または複数回の短い導通時間に対する応答は、オフ時間を事実上、延長して、スイッチの次のオン時間より前に、電流が安全値まで減少することを可能にする、次のスイッチング期間内の遅延である。

【0009】

例示するため、図1は、本発明の教示による、ピーク・スイッチ電流を制限する電源の一実施形態に関する、電源の機能ブロック図を全体的に示す。図1に示される例示的な電源のトポロジはフライバック調整器である。スイッチング調整器の多くのトポロジと構成が存在し、図1に示したフライバック・トポロジは、説明の目的で与えられており、他のタイプのトポロジも、本発明の教示に従って使用されてもよいことが理解されよう。

【0010】

図1の電源の例に示されるとおり、エネルギー伝達要素T1 125が、電源の未調整の入力電圧 V_{IN} 105と、出力における負荷165との間に結合される。パワースイッチS1 120が、エネルギー伝達要素125の入力における1次巻線175に結合されて、未調整の入力電圧 V_{IN} 105から電源の出力における負荷165へのエネルギーの伝達

10

20

30

40

50

を調整する。パワースイッチ S_{1120} によって受信され、パワースイッチ S_{1120} のスイッチングを制御する駆動信号 156 を生成するようにコントローラ 145 が結合されている。以下に説明するとおり、コントローラ 145 は、パワースイッチ S_{1120} を感知して、パワースイッチ S_{1120} の1つまたは複数の連続的な短いオン時間のしきい値回数の出現を検出する短いオン時間検出器も含む。一実施形態の場合、周波数調整器も、コントローラ 145 内に含まれて、短いオン時間検出器に結合される。周波数調整器は、一実施形態の場合、短いオン時間検出器に応答して、コントローラ内部に含まれる発振器の発振周波数を調整するのに使用される。

【0011】

図1の例では、エネルギー伝達要素 T_{1125} は、2つの巻線を有する変圧器として示されている。1次巻線 175 は、インダクタンス L_p を有する N_p の巻数を有する。2次巻線は N_s の巻数を有する。一般に、変圧器は、2つより多くの巻線を有することが可能であり、追加の巻線は、追加の負荷に電力を供給すること、またはバイアス電圧を供給すること、または負荷における電圧を感知することなどを行う。

【0012】

クランプ回路 110 が、エネルギー伝達要素 T_{1125} の1次巻線 175 に結合されて、パワースイッチ S_{1120} にかかる最大電圧を制御する。前述したとおり、パワースイッチ S_{1120} は、コントローラ回路 145 によって生成される駆動信号 156 で、オンとオフのスイッチングを行う。一実施形態の場合、スイッチ S_{1120} は、例えば、パワー酸化金属半導体電界効果トランジスタ (MOSFET) などのトランジスタである。一実施形態の場合、コントローラ 145 は、集積回路と独立の電気部品を含む。スイッチ S_{1120} の動作により、整流器 D_{1130} 内に脈動電流が生じ、その電流が、キャパシタ C_{1135} によって濾波されて、実質的に一定の出力電圧 V_o を生じるか、または負荷 165 に実質的に一定の出力電流 I_o を生じさせる。

【0013】

調整されるべき出力量は、一般に、出力電圧 V_o 、出力電流 I_o 、または、この2つの組合せである U_o150 である。フィードバック回路 160 が、出力量 U_o150 に結合されて、コントローラ 145 への入力であるフィードバック信号 $U_{FB}155$ を生成する。コントローラ 145 への別の入力が、スイッチ S_{1120} 内の電流 I_D1115 を感知する電流感知信号 140 である。例えば、変流器、または、例えば、独立の抵抗器の両端の電圧、または、例えば、トランジスタが導通している際のトランジスタの両端の電圧などの、切り換えられる電流を測定する多くの知られている方法のいずれかを使用して、電流 I_D1115 を測定することができる。コントローラは、電流感知信号 140 を使用して、出力 U_o150 を調整すること、またはスイッチ S_{1120} に対する損傷を防止することができる。

【0014】

また、図1は、理想的な条件下における、パワースイッチ S_{1120} を通る電流 I_D1115 に関する例示的な波形も示す。パワースイッチ S_{1120} は、コントローラ 145 からの駆動信号 156 内のパルスに応答して、時間 t_{ON} にわたって導通する。パワースイッチ S_{1120} は、コントローラ 145 からの駆動信号 156 に応答して、オフ時間 t_{OFF} にわたって開く。導通時間 t_{ON} 中、電流は、スイッチ S_{1120} が導通している際に変圧器 T_{1125} の1次巻線 175 のインダクタンス L_p の両端に印加される入力電圧 $V_{IN}105$ に応答して、初期電流 I_{VAL} から最終電流 I_{PEAK} まで、時間とともに直線的に増加する。

【0015】

一実施形態の場合、コントローラ 145 は、出力 U_o150 を、所望される値に実質的に調整するようにスイッチ S_{1120} を操作する。一実施形態の場合、コントローラ 145 は、出力 U_o150 が、所望される値に満たない場合、スイッチ S_{1120} の導通時間 t_{ON} を増加する。一実施形態の場合、コントローラ 145 は、出力 U_o150 が、所望される値を超えている場合、スイッチ S_{1120} の導通時間 t_{ON} を減少させる。一実

施形態の場合、コントローラ 145 は、スイッチ S1 120 が導通する際、スイッチ S1 120 の一定の導通時間 t_{ON} を維持し、出力 U_{0150} を調整するのに、オフ時間 t_{OFF} が調整される。一実施形態の場合、スイッチング期間をスキップして、オフ時間 t_{OFF} に対する個々の調整が行われる。

【0016】

一実施形態の場合、コントローラ 145 が、駆動信号 156 でスイッチ S1 120 の動作を調整して、安全な動作領域外の動作を防止する。一実施形態の場合、コントローラ 145 は、電流 I_{D115} が電流制限 I_{LIMIT} を超えた場合、スイッチ S1 120 の導通時間 t_{ON} を減らす。一実施形態の場合、コントローラ 145 は、電流 I_{D115} が電流限度 I_{LIMIT} を超えた場合、オフ時間 t_{OFF} を増加させる。

10

【0017】

図 2 は、スイッチ S1 220 内で測定される電流 I_{D215} への浮遊キャパシタンスの寄与を示す。ノード 235 においてスイッチ S1 に結合されたキャパシタ C_{P210} と C_{DS230} によって表される浮遊キャパシタンスの帯電と放電により、スイッチ S1 220 がオンになった後、短い時間にわたって電流 I_{D215} が増加する。図 3 は、変圧器 T1 225 の 1 次巻線 275 のインダクタンス L_P にかかる電圧 V_{P270} を示す。一実施形態の場合、電圧 V_P は、オン時間 t_{ON} 中、大きさ V_{IN} を有して正である。一実施形態の場合、電圧 V_P は、オフ時間 t_{OFF} 中、大きさ V_{OR} を有して負である。電圧 V_P の極性の急な反転により、スイッチ S1 220 の初期電流 I_{VAL} に立上り電流が加えられる。図 2、図 3 の波形は、理想的な初期電流 I_{VAL} より大きいピーク立上り電流 I_{LEPEAK} を示す。

一実施形態の場合、ピーク立上り電流 I_{LEPEAK} は最終電流 I_{PEAK} よりも大きい。すべての現実的な回路内に存在する浮遊キャパシタンスにより、コントローラは、出力を調整する能力、またはスイッチを保護する能力を阻害される可能性がある、高い立上り電流が生じることがある。スイッチ電流 I_{D215} の大きさに応答して、出力を調整する、またはスイッチを保護するコントローラは、出力の調整、またはスイッチの安全な動作に有意に関係していない立上り電流にも応答する。立上り電流からの干渉を回避するため、コントローラは、立上りブランキング時間 t_{LEB} の後まで、スイッチ内の電流の測定を、通常、マスクする。導通時間 t_{ON} に対する立上りブランキング時間 t_{LEB} の関係が、図 3 に示されている。

20

【0018】

立上りブランキング時間 t_{LEB} は、電流 I_D が、コントローラに見えるようになる前に、浮遊キャパシタンスからの電流の寄与が無視できるほど小さくなるのを保証するだけ十分に長い。また、図 3 は、 I_D が、 t_{LEB} の後、 I_{LIMIT} に達する時点と、スイッチが導通するのを止める時点との間の差である電流制限遅延時間 t_d も示す。電流制限遅延時間 t_d は、常に存在する。というのは、現実的な回路は、瞬時に応答することはできないからである。有限の電流制限遅延時間 t_d により、導通時間 t_{ON} の終りのピーク電流 I_{PEAK} が、電流制限 I_{LIMIT} よりも大きくなるという結果が生じる。

30

【0019】

立上りブランキング時間 t_{LEB} と電流制限遅延 t_d により、通常のコントローラが、スイッチ電流 I_D を制限することが不可能になる可能性がある。図 4 は、出力が、調整された値に満たない場合に、通常のコントローラを有するスイッチング電源に生じる可能性がある望ましくない状況を示す。図 4 では、出力における過負荷により、スイッチ電流 I_D が、スイッチング期間ごとに I_{LIMIT} を超える。また、過負荷により、出力電圧 V_0 が、調整された値よりはるかに低く低下する。コントローラは、立上りブランキング時間 t_{LEB} の終りにスイッチ電流 I_D を測定し、スイッチは、電流制限遅延時間 t_d の後に開く。 I_{LIMIT} より大きい I_D の検出により、 t_{LEB} に t_d を足した合計を下回ってオン時間 t_{ON} が減らされる可能性はない。本発明の一実施形態の場合、 t_{LEB} に t_d を足した合計にほぼ等しいオン時間を有する短いオン時間、または、例えば、駆動信号のパルス幅を、スイッチのオン時間と見なすことができる。

40

【0020】

50

図4は、任意のスイッチング期間（ n ）において、オン時間中にスイッチ電流 I_D として現れる電流（寄生キャパシタンスからの電流を除く）が、オン時間中に、量 ΔI_{ON} だけ増加して I_{PEAK} に達し、次いで、オフ時間中に量 ΔI_{OFF} だけ I_{PEAK} から減少することを示す。電流の変化は、数式1および数式2による入力電圧と出力電圧に関係する。

【0021】

【数1】

$$\Delta I_{ON} = \frac{V_{IN} t_{ON}}{L_p} = \frac{V_{IN} (t_{LEB} + t_d)}{L_p} \quad \text{数式 1}$$

$$\Delta I_{OFF} = \frac{V_{OR} t_{OFF}}{L_p} = \left(\frac{N_p}{N_s} \right) \frac{V_o t_{OFF}}{L_p} \quad \text{数式 2}$$

10

【0022】

図4から、すべての連続するパルス時間またはスイッチング期間に関して、 $\Delta I_{ON} > \Delta I_{OFF}$ である場合、次のスイッチング期間（ $n+1$ ）のピーク電流は、現在のスイッチング期間（ n ）におけるピーク電流よりも大きくなる。出力電圧 V_o を調整された値よりも大幅に低くする過負荷条件により、制御回路が、オフ時間 t_{OFF} を可能な限り小さくすることができる。数式2は、一定の t_{OFF} または小さくされた t_{OFF} で V_o が低減されることにより、 ΔI_{OFF} が小さくなることを示す。数式1は、立上りブランキング時間 t_{LEB} と電流制限遅延時間 t_d が、 ΔI_{ON} に最小値を課すことを示す。したがって、通常の制御方法は、出力の過負荷中、 ΔI_{ON} が、 ΔI_{OFF} よりも大きくなることができる。 ΔI_{ON} が、 ΔI_{OFF} よりも大きい場合、例えば、 t_{LEB} に t_d を足した合計に時間がほぼ等しい、いくつかの短いオン時間が存在する、ほんの少数の連続するスイッチング期間の後に、電流と電圧は、スイッチの安全な動作領域を外れることができる。コントローラは、スイッチの動作を安全な動作領域内に保つために、スイッチング期間の少ない数内に応答しなければならない。本発明のある実施形態の場合、 t_{LEB} に t_d を足した合計にほぼ等しいオン時間を有する、スイッチの1つまたは複数の連続する短いオン時間の出現は、障害条件を示す可能性がある。

20

【0023】

以下に説明するとおり、パワースイッチ S_{1-120} または 220 の1つまたは複数の連続する短いオン時間のしきい値数の出現を検出する短いオン時間検出器が、本発明のある実施形態の場合、含まれる。一実施形態の場合、しきい値数は1に等しい。別の実施形態の場合、しきい値数は、設計に依存して、2以上であってもよい。パワースイッチ S_{1-120} または 220 において、1つまたは複数の連続する短いオン時間のしきい値数の出現が検出された場合、本発明の教示によれば、駆動信号の次のパルスが遅延され、これにより、パワースイッチ S_{1-120} または 220 を流れるスイッチ電流 I_D の開始値 I_{VAL} を減らすように ΔI_{OFF} が増加されて、スイッチ電流 I_D が電流制限を超える可能性を小さくする。

30

【0024】

図5は、スイッチの動作を安全な動作領域内に保つ方法を表す流れ図である。一実施形態の場合、本発明の教示による、電源を調整するための方法は、電源の出力から受け取られたフィードバックにตอบสนองする駆動信号にตอบสนองして、電源の入力におけるエネルギー伝達要素に結合されたパワースイッチをスイッチングすることを含む。スイッチの、1つまたは複数の連続する短いオン時間のしきい値数の出現が検出された場合、本発明の教示によれば、駆動信号の次のパルスが、スイッチの、1つまたは複数の連続する短いオン時間のしきい値数のその出現にตอบสนองして、遅延される。

40

【0025】

詳細には、一実施形態の場合、方法は、スイッチのオン時間を測定して、ピーク・スイッチ電流 I_{PEAK} が、高くなり過ぎるのを防止するのに、代替の制御アクションが要求され

50

るか否かを判定する。図 5 に示した方法では、短いオン時間は、しきい値オン時間 t_{SHORT} を超えない任意のオン時間 t_{ON} である。一実施形態の場合、 t_{SHORT} は、 t_{LEB} に t_d を足した合計より、わずかに大きい。短いオン時間の数をカウントする、短いオン時間カウンタは、コントローラが、ブロック 510 で次のスイッチング期間を始める前に、ブロック 505 でリセットされる。オン時間 t_{ON} は、ブロック 515 で測定され、ブロック 520 でしきい値オン時間 t_{SHORT} と比較される。オン時間 t_{ON} が、しきい値オン時間 t_{SHORT} より大きい場合、短いオン時間カウンタは、ブロック 505 でリセットされる。オン時間 t_{ON} が、しきい値オン時間 t_{SHORT} を超えていない場合、短いオン時間カウンタは、ブロック 525 で増分される。ブロック 530 で、短いオン時間カウンタのカウントが、最大カウント数 N_{MAX} と比較される。連続する短いオン時間の数が、 N_{MAX} より小さい場合、ブロック 510 で、次のスイッチング期間が、調整のための通常のオフ時間 t_{OFF} の後に始まる。短いオン時間の数が、 N_{MAX} より小さくはない場合、ブロック 535 で、次のスイッチング期間の開始時間が遅延される。ブロック 535 で、1 つまたは複数の連続する短いオン時間のしきい値数の出現が検出されることを理解されたい。連続する短いオン時間の数 N_{MAX} は、特定のアプリケーションに合うように変更できる。一実施形態の場合、連続する短いオン時間の数 N_{MAX} は、各アプリケーションに関して永久に固定される。一実施形態の場合、連続する短いオン時間の数 N_{MAX} は、1 である。一実施形態の場合、連続する短いオン時間の数 N_{MAX} は、2 である。一実施形態の場合、設計者によって選択された条件またはイベントに応答して、連続する短いオン時間の数 N_{MAX} を電源の動作中に動的に変更することが可能である。

【0026】

図 6 は、集積回路における本発明の方法の一実施形態を示す。集積回路 600 は、ドレイン端子 602 とソース端子 646 に結合されたパワー MOSFET スイッチ 628 を含む。スイッチ 628 は、ラッチ 634 から出力される駆動信号 656 に応答してスイッチングさせられるように結合される。端子 648 が、フィードバック信号 U_{FB} を受け取る。一実施形態の場合、集積回路 600 は、信号を受け取り、この例では説明されない諸機能を実行する複数の他の端子もオプションとして含むことが可能である。

【0027】

図 6 の例では、変調器 626 が、端子 648 からのフィードバック信号 U_{FB} を解釈して、イネーブル信号 662 が、高であるべきか、または低であるべきかを判定する。発振器 640 が、クロック信号 644 と最大オン時間信号 D_{MAX} 664 を与える。図示した例では、発振器 640 は、ラッチ 638 の出力に結合された $FREQ_ADJ$ 端子を含む。一実施形態の場合、発振器 640 の周波数は、ラッチ 638 の出力に応答して、より高い周波数から、より低い周波数に変化する。スイッチ 628 は、AND ゲート 632 と OR ゲート 666 から信号を受け取るラッチ 634 から出力された駆動信号 656 に応答する。スイッチ 628 は、クロック 644 とイネーブル 662 がともに高である一方で、 D_{MAX} 644 または $OVER_CURRENT$ 658 が低である場合、オンである。スイッチ 628 は、 D_{MAX} 644 または $OVER_CURRENT$ 658 が高である場合、オフである。

【0028】

図示する例では、連続するオン時間のしきい値数、または短いオン時間の最大数 N_{MAX} は、2 である。したがって、ラッチ 638 は、本発明の教示によれば、2 つの連続する短いオン時間の後、発振器 640 が一時的により低い周波数で動作するようにさせることにより、次のスイッチング期間を遅延させる。より低い周波数は、より高い周波数と比べて、対応する、より長いオフ時間を有する。電流センサまたは電流リミタが、電流制限比較器 604 として実装され、比較器 604 は、ドレイン電流 I_D 624 が、電流制限しきい値 I_{LIMIT} を超えた場合、NAND ゲート 606 の第 1 の入力を論理高とする。スイッチ 628 が、スイッチング期間の始めでオンにされると、NAND ゲート 606 の第 2 の入力が、ラッチ 634 からの駆動信号 656 の高の出力に応答して、立上りブランキ時間 t_{LEB} 622 の遅延の後、論理高の入力を受ける。一実施形態の場合、立上りブランキ

ング時間 t_{LEB} は、約 220 ナノ秒である。

【0029】

図6に示す例に示されるとおり、短いオン時間検出器は、本発明の教示によれば、反転されたOVER CURRENT信号650、反転されたON信号654、遅延されたON信号652の入力から短いパルスを検出するNORゲート612で実現される。遅延されたON信号652は、アクティブな駆動信号656から、立上りブランキング時間 t_{LEB} 622だけ遅延され、時間 t_{d1} 610だけさらに遅延される。遅延時間 t_{d1} 610は、電流制限比較器604の遅延より十分に大きくなるように選択されて、すべての短いオン時間の検出を保証する。一実施形態の場合、電流制限遅延時間 t_{d1} は約100ナノ秒である。

10

【0030】

図6の例では、ANDゲート624は、 t_{LEB} と t_{d1} の合計と少なくとも同じだけの長さの、長いパルスを検出する。NORゲート612による短いパルスの検出により、ラッチ614がセットされる。ラッチ614は、ANDゲート624からの長いパルスの検出によってリセットされる。

【0031】

図6の例では、短いオン時間検出器は、本発明の教示によれば、2つの連続する短いパルスの後にラッチ638をセットする第2の短いパルスの出現を検出するNORゲート620で実現されている。NORゲート620は、NORゲート612と同じ3つの信号650、652、654に加えて、第4の信号である駆動信号656を受ける。駆動信号656は、ラッチ614の出力に現れ、遅延 t_{d2} 616だけ遅延され、インバータ618によって反転される。遅延 t_{d2} 616は、NORゲート620が第1の短いパルスを検出するのを防止するだけ十分に、遅延 t_{d1} 610よりも大きい。一実施形態の場合、遅延 t_{d2} 616は、230ナノ秒である。

20

【0032】

図6の実施形態では、連続する第2の短いオン時間の検出により、NORゲート620の出力660に論理高が与えられ、ラッチ638がセットされる。周波数調整器が、本発明の教示によれば、ラッチ638と、発振器640のFREQUENCY ADJ入力とで実現される。一実施形態の場合、ラッチ638がセットされると、発振器640は、本発明の教示によれば、より高い周波数から、より低い周波数に切り替わり、これにより、次のスイッチング期間の開始が遅延される。一実施形態の場合、発振器640は、本発明の教示によれば、ラッチ638をセットして、発振器640のFREQUENCY ADJ入力をアクティブにすることにより、駆動信号の次のパルスをスキップさせ、発振器640の周波数を事実上低くするように構成される。ラッチ638は、次のスイッチング期間の始めで、CLOCK信号644によってリセットされる。次のパルスも短いパルスであった場合、ラッチ638が再びセットされ、発振器の周波数が低くされて、次のスイッチング期間の開始が遅延される。次のパルスが長いパルスであった場合、次のスイッチング期間の遅延は全く存在せず、図示した例では、ラッチ638をセットするのに、スイッチ628の2つの連続する短い時間が要求される。

30

【0033】

以上の詳細な説明では、本発明の方法および装置を、本発明の特定の例示的な実施形態に関連して説明してきた。しかし、本発明のより広い趣旨および範囲を逸脱することなく、その実施形態に様々な改変や変更を加えることも可能であることが明白であろう。したがって、本明細書および図は、限定的ではなく、例示的であると見なされるものとする。

40

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】図1は、本発明の教示による、パワースイッチ内のピーク電流を制限することができるスイッチング電源の一実施形態の機能ブロック図である。

【図2】パワースイッチ内の電流への寄生キャパシタンスの寄与を示す、スイッチング電源の一実施形態の機能ブロック図のセクションである。

50

【図 3】本発明の教示による、パワースイッチ内のピーク電流を制限することができるスイッチング電源の一実施形態からの電圧波形および電流波形を示す図である。

【図 4】本発明の教示による、パワースイッチ内のピーク電流を制限しないスイッチング電源からの電流波形の重要なパラメータを示す図である。

【図 5】本発明の教示による、パワースイッチ内のピーク電流を制限する方法を示す流れ図である。

【図 6】本発明の教示による、含まれるパワースイッチ内のピーク電流を制限する集積回路の機能ブロック図である。

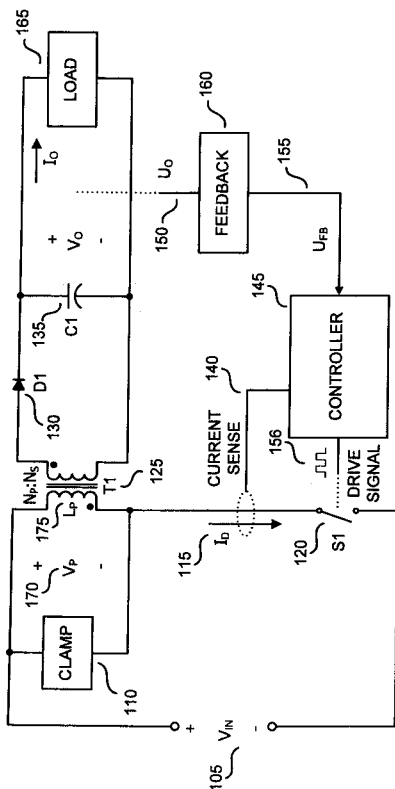
【符号の説明】

【0035】

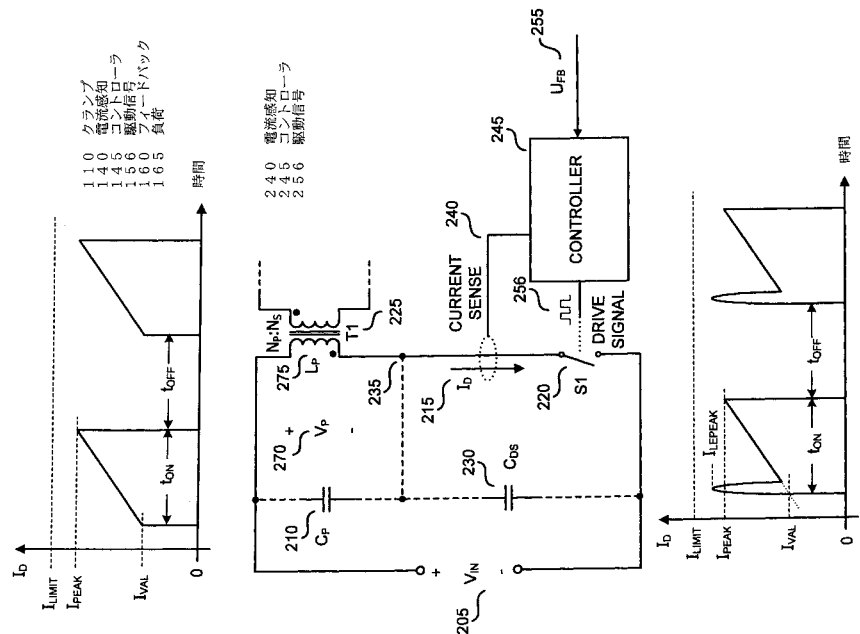
110 クランプ回路、120 パワースイッチ、125 エネルギー伝達要素、130 整流器、135 キャパシタ、145 コントローラ回路、160 フィードバック回路、165 負荷、175 巻線

10

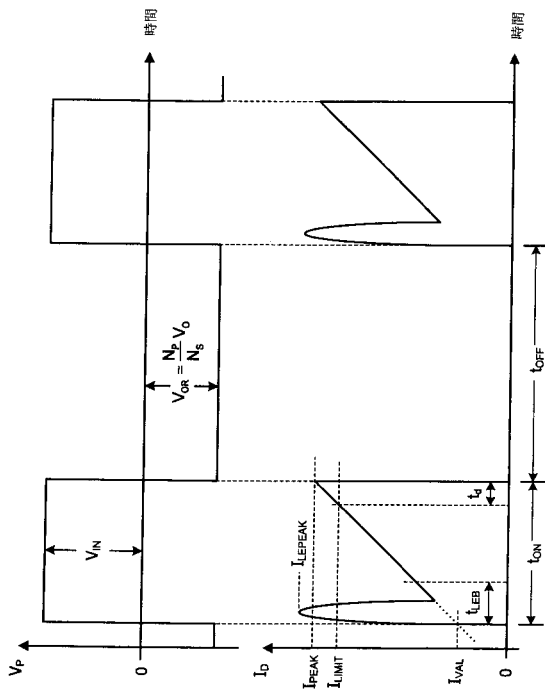
【図 1】



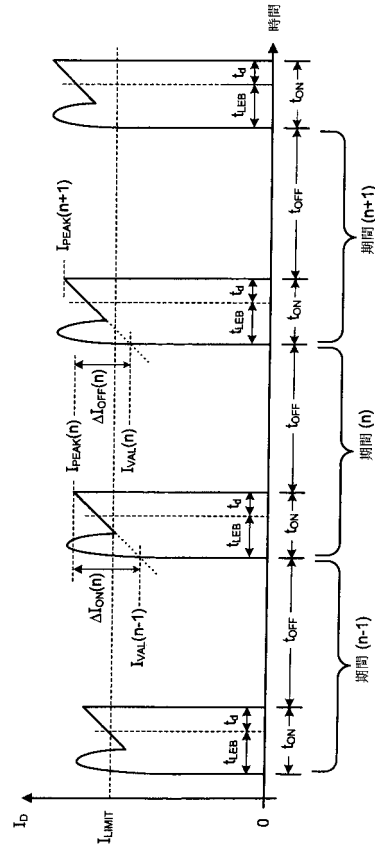
【図 2】



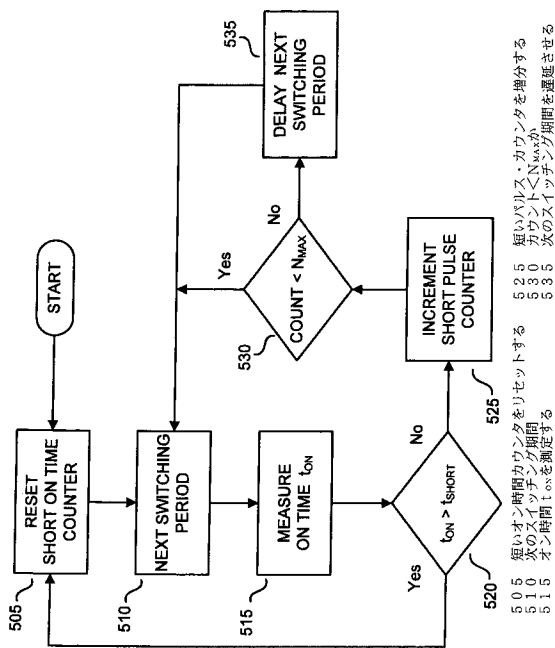
【図 3】



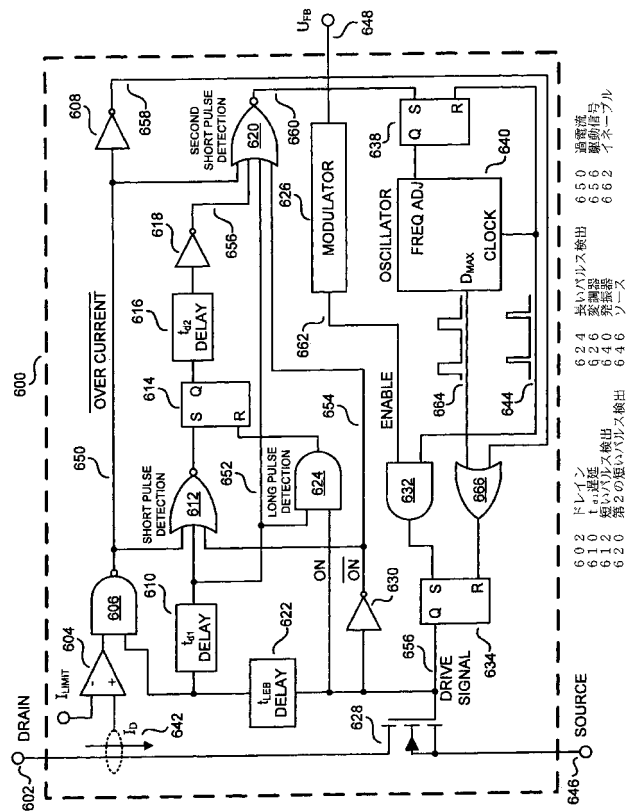
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 アンドリュー・ジェイ・モリッシュ

アメリカ合衆国・95070・カリフォルニア州・サトガ・サン バレー コート・12657

Fターム(参考) 5H730 AA20 AS01 BB23 EE02 FD03 FD43 FG05 XX04 XX15