

(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2006-149104
(P2006-149104A)

(43) 公開日 平成18年6月8日(2006.6.8)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
H O 2 M 3/28 H 5 H 7 3 0
H O 2 M 3/28 (2006.01)

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2004-336307 (P2004-336307)	(71) 出願人	000106276 サンケン電気株式会社 埼玉県新座市北野3丁目6番3号
(22) 出願日	平成16年11月19日(2004.11.19)	(74) 代理人	100095407 弁理士 木村 満
		(74) 代理人	100109449 弁理士 毛受 隆典
		(72) 発明者	臼井 浩 埼玉県新座市北野3丁目6番3号 サンケン電気株式会社内
		(72) 発明者	山田 智康 埼玉県新座市北野3丁目6番3号 サンケン電気株式会社内

最終頁に続く

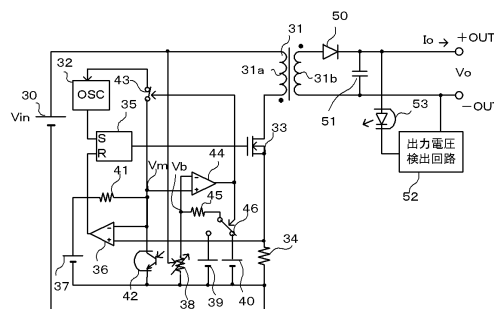
(54) 【発明の名称】 スイッチング電源装置

(57) 【要約】

【課題】 スイッチング電源における騒音の発生を抑えるとともに低消費電力を確実に達成する。

【解決手段】 抵抗41とフォトカプラの受光素子42との接続点の目標電圧Vmに基づきNMOS33のオン幅が設定される。比較器44は、目標電圧Vmと可変抵抗38と抵抗45の接続点の基準電圧Vbとを比較する。比較器44の出力信号に基づいて、通常モードと低周波動作モードとが切り替わる。可変抵抗38の抵抗値は、電源30からの入力電圧が高いときに低くなる。そのため、入力電圧が高い状態でも、通常モードと低周波動作モードとが切り替わるときのNMOS33のオン幅が短くなり、低周波動作モードでのスイッチングエネルギーが減少し、騒音が抑制される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電源と
インダクタと

オン・オフ動作し、オンしたときに前記インダクタと前記電源とを接続して該インダクタにスイッチング電流を流すスイッチング素子と、

前記スイッチング電流が流れることにより前記インダクタに蓄えられたエネルギーを変成して負荷に供給する変成手段と、

負荷の状態を検出する検出手段と、

前記検出手段が前記負荷が所定値よりも軽いことを検出したときに前記スイッチング素子がオンする周波数を通常モードよりも低くするか、または該スイッチング素子がオンすることを停止させて低消費電力動作モードを設定するモード切替手段と、

前記通常モードから前記低消費電力動作モードに切り替わる時点の前記スイッチング素子のオンする長さを前記電源からの入力電圧に応じて可変にするオン幅調整手段と、

を備えることを特徴とするスイッチング電源装置。

10

【請求項 2】

前記オン幅調整手段は、スイッチング素子のオンする長さを前記入力電圧が高い場合の方が低い場合よりも短くなるように変化させることを特徴とする請求項 1 に記載のスイッチング電源装置。

【請求項 3】

電源と
インダクタと

オン・オフ動作し、オンしたときに前記インダクタと前記電源とを接続して該インダクタにスイッチング電流を流すスイッチング素子と、

前記スイッチング電流が流れることにより前記インダクタに蓄えられたエネルギーを変成して負荷に供給する変成手段と、

負荷の状態を検出する検出手段と、

前記検出手段が前記負荷が所定値よりも軽いことを検出したときに前記スイッチング素子がオンする周波数を通常モードよりも低くするか、または該スイッチング素子がオンすることを停止させて低消費電力動作モードを設定するモード切替手段と、

前記通常モードから前記低消費電力動作モードに切り替わる時点の前記スイッチング電流を前記電源からの入力電圧に応じて可変にするスイッチング電流調整手段と、

を備えることを特徴とするスイッチング電源装置。

20

30

【請求項 4】

前記スイッチング電流調整手段は、スイッチング電流を、前記入力電圧が高い場合の方が低い場合よりも小さくなるように変化させることを特徴とする請求項 3 に記載のスイッチング電源装置。

【請求項 5】

電源と
インダクタと

オン・オフ動作し、オンしたときに前記インダクタと前記電源とを接続して該インダクタにスイッチング電流を流すスイッチング素子と、

前記スイッチング電流が流れることにより前記インダクタに蓄えられたエネルギーを変成して負荷に供給する変成手段と、

負荷の状態を検出する検出手段と、

前記検出手段が前記負荷が所定値よりも軽いことを検出したときに前記スイッチング素子がオンする周波数を通常モードよりも低くするか、または該スイッチング素子がオンすることを停止させて低消費電力動作モードを設定するモード切替手段と、

前記通常モードから前記低消費電力動作モードに切り替わる時点の前記スイッチング素子の 1 回のスイッチングで前記インダクタに蓄積されるエネルギーを、前記電源から与えら

40

50

れる入力電圧の値に無関係に一定化させる手段と、
を備えることを特徴とするスイッチング電源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スイッチング電源装置に関し、特に負荷の状況に応じたスイッチングを行う
スイッチング電源装置に関する。

【背景技術】

【0002】

スイッチング電源装置は、スイッチング素子をオン、オフするスイッチング動作を行い
、スイッチング動作によってインダクタに蓄積した電気エネルギーを変換して負荷に供給す
る。負荷の状況に応じたスイッチング動作を行うスイッチング電源装置には、次の特許文
献1、2に記載されたものがある。

【特許文献1】特開2002-171760号公報

【特許文献2】特開2002-171761号公報

【0003】

特許文献1のスイッチング電源装置は、負荷が軽くなった場合に、間欠的にスイッチ
ング動作をするスイッチング電源装置である。一方、特許文献2のスイッチング電源装置は
、負荷が軽くなったときにスイッチング周波数を下げる低周波数動作モードを持つスイ
ッチング電源装置である。

【0004】

図7は、従来の低周波数動作モードを持つスイッチング電源装置の一例を示す構成図で
ある。

このスイッチング電源装置では、発振器(OSC)1の発振周波数に同期してリセット
セットフリップフロップ(以下、単にフリップフロップという)2をセットする。フリッ
プフロップ2がセットされると、スイッチング素子3がオンする。スイッチング素子3が
オンすることにより、変圧器(以下、トランスという)4の一次巻線に電源18からスイ
ッチング電流が流れ、トランス4にエネルギーが蓄積される。

【0005】

抵抗5は、スイッチング電流に対応する電圧を発生する。比較器6は、抵抗5が発生す
る電圧が、目標電圧 V_m を超えたときにフリップフロップ2をリセットする。目標電圧 V_m
は、基準電圧源7が発生する基準電圧 E_{S1} を抵抗8の抵抗値及びフォトカプラの受光
素子9の抵抗値とで分圧した電圧である。

フリップフロップ2がリセットされることにより、スイッチング素子3がオフし、トラ
ンス4に蓄積されたエネルギーがダイオード10及びキャパシタ11で直流化されて負荷に
供給される。出力電圧検出回路12は、出力電圧と所定値との差分を検出し、フォトカ
プラの発光素子13がその差分に応じて発光する。発光素子13の発光により、受光素子9
の抵抗値が変化し、目標電圧 V_m が変化する。このような制御を行うことにより、負荷が
大きくなると、目標電圧 V_m が高くなり、スイッチング素子3のオンしているオン期間が
長くなる。目標電圧 V_m は、スイッチ15を介して発振器1にも与えられる。目標電圧 V_m
が低くなると、発振器1の発振周波数が低くなる。

【0006】

比較器14は、目標電圧 V_m と基準値 V_b とを比較する。負荷が軽くなり、目標電圧 V_m
が低くなると、比較器14の出力が、高レベル(以下、“H”という)から低レベル(
以下、“L”という)に遷移し、“L”でオンするスイッチ15をオンする。スイッチ1
5がオンすると、目標電圧 V_m が発振器1に入力されるため、発振器1での発振周波数が
低周波化され、通常モードから低周波動作モードに移行する。なお、低周波動作モードに
移行した後にノイズ等で直ちに通常モードに戻らないように、基準値 V_b を2段階に変化
させて比較器14の出力にヒステリシスを持たせる場合もある。

【0007】

10

20

30

40

50

図 8 は、間欠動作を行うスイッチング電源装置の一例を示す構成図であり、図 7 中の要素と共通する要素には共通の符号が付されている。

このスイッチング電源装置では、フリップフロップ 2 の出力端子が AND ゲート 20 の一方の入力端子に接続され、AND ゲート 20 の出力端子がスイッチング素子 3 に接続されている。AND ゲート 20 の他方の入力端子は、比較器 14 の出力端子が接続され、スイッチング電源装置の起動時には、“H” が入力される。

【0008】

起動後、発振器 1 の発振周波数に同期してフリップフロップ 2 がセットされると、AND ゲート 20 の出力信号が“H”になり、スイッチング素子 3 がオンしてトランス 4 の一次巻線にスイッチング電流を流す。抵抗 5 は、スイッチング電流に対応する電圧を発生し、比較器 6 は、抵抗 5 が発生する電圧が目標電圧 V_m を超えたときにフリップフロップ 2 をリセットする。図 7 と同様に、目標電圧 V_m は、基準電圧源 7 が発生する基準電圧 E_{S1} を抵抗 8 の抵抗値及びフォトプラの受光素子 9 の抵抗値とで分圧した電圧である。

10

【0009】

フリップフロップ 2 がリセットされることにより、AND ゲート 20 の出力信号が“L”に遷移し、スイッチング素子 3 がオフする。これにより、トランス 4 に蓄積されたエネルギーがダイオード 10 及びキャパシタ 11 を介して負荷に供給される。出力電圧検出回路 12 は、出力電圧と所定値との差分を検出し、フォトプラの発光素子 13 がその差分に応じて発光する。発光素子 13 の発光により、受光素子 9 の抵抗値が変化し、目標電圧 V_m が変化する。このような制御を行うことにより、負荷が大きくなると、目標電圧 V_m が高くなり、スイッチング素子 3 のオンしているオン期間が長くなる。

20

【0010】

比較器 14 は、目標電圧 V_m と基準値 V_b とを比較する。負荷が軽くなり、目標電圧 V_m が低くなると、比較器 14 の出力が“H”から“L”に遷移する。これにより、AND ゲート 20 は、フリップフロップ 2 の出力信号にかかわらず、“L”を出力するようになり、スイッチング素子 3 のスイッチングが停止される。すなわち、通常動作モードが待機モードに切り替わる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

従来の図 7 及び図 8 のスイッチング電源装置では、負荷が一定でも、電源 18 からの入力電圧 V_{in} が高くなると目標電圧 V_m の値が低くなり、入力電圧 V_{in} が低くなると目標電圧 V_m の値が高くなる。

30

ここで、図 7 及び図 8 に示した例では、入力電圧 V_{in} が高い状態でも、低い状態でも、スイッチング電流 i のピーク値は、理論上一定となる。これは、スイッチング 1 回あたりのエネルギーが

$$= 1/2 * L * i^2$$

であるため、臨界モードで固定周波数の PWM 制御では、出力電力 P_o が

$$P_o = \quad * f$$

となるためである。

40

ところが、実際の回路においては、図示しないノイズ防止用のフィルタや比較器 6 の検出遅れ時間がある。入力電圧 V_{in} が高い場合は、スイッチング電流の傾きが急峻となり、入力電圧 V_{in} が低い場合は、スイッチング電流の傾きが緩やかになる。すなわち、検出時間が異なる。

そのため、目標電圧 V_m は、前述の遅れをフィードバック回路により吸収した値となり、入力電圧 V_{in} が高い場合は低く、入力電圧 V_{in} が低い場合は高くなる。

これに対し、低周波動作モード或いは待機モードに入ることを決定するための基準値 V_b は一定なので、低周波動作モード或いは待機モードに遷移する時の負荷電流 I_o は、入力電圧 V_{in} が高い場合は大きく、入力電圧 V_{in} が低い場合は小さくなる。

このため、入力電圧 V_{in} が高い状態で、低周波動作モード或いは待機モードに切り替

50

わると、スイッチングエネルギーが高く、許容できない騒音が発生する危険がある。騒音が発生しないように設定すると、入力電圧 V_{in} が低いときに低周波動作モード或いは待機モードに切り替わらず、軽負荷時の消費電力を低減できないという問題があった。

【0012】

本発明は、入力電圧にかかわらず、確実に消費電力の低減を実現できるスイッチング電源装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するために、本発明の第1の観点に係るスイッチング電源装置は、

電源と

インダクタと

オン・オフ動作し、オンしたときに前記インダクタと前記電源とを接続して該インダクタにスイッチング電流を流すスイッチング素子と、

前記スイッチング電流が流れることにより前記インダクタに蓄えられたエネルギーを変成して負荷に供給する変成手段と、

負荷の状態を検出する検出手段と、

前記検出手段が前記負荷が所定値よりも軽いことを検出したときに前記スイッチング素子がオンする周波数を通常モードよりも低くするか、または該スイッチング素子がオンすることを停止させて低消費電力動作モードを設定するモード切替手段と、

前記通常モードから前記低消費電力動作モードに切り替わる時点の前記スイッチング素子のオンする長さを前記電源からの入力電圧に応じて可変にするオン幅調整手段と、

を備えることを特徴とする。

【0014】

この場合、前記オン幅調整手段は、スイッチング素子のオンする長さを前記入力電圧が高い場合の方が低い場合よりも短くなるように変化させてもよい。

【0015】

上記目的を達成するために、本発明の第2の観点に係るスイッチング電源装置は、

電源と

インダクタと

オン・オフ動作し、オンしたときに前記インダクタと前記電源とを接続して該インダクタにスイッチング電流を流すスイッチング素子と、

前記スイッチング電流が流れることにより前記インダクタに蓄えられたエネルギーを変成して負荷に供給する変成手段と、

負荷の状態を検出する検出手段と、

前記検出手段が前記負荷が所定値よりも軽いことを検出したときに前記スイッチング素子がオンする周波数を通常モードよりも低くするか、または該スイッチング素子がオンすることを停止させて低消費電力動作モードを設定するモード切替手段と、

前記通常モードから前記低消費電力動作モードに切り替わる時点の前記スイッチング電流を前記電源からの入力電圧に応じて可変にするスイッチング電流調整手段と、

を備えることを特徴とする。

【0016】

この場合、前記スイッチング電流調整手段は、スイッチング電流を、前記入力電圧が高い場合の方が低い場合よりも小さくなるように変化させてもよい。

【0017】

上記目的を達成するために、本発明の第3の観点に係るスイッチング電源装置は、

電源と

インダクタと

10

20

30

40

50

オン・オフ動作し、オンしたときに前記インダクタと前記電源とを接続して該インダクタにスイッチング電流を流すスイッチング素子と、

前記スイッチング電流が流れることにより前記インダクタに蓄えられたエネルギーを变成して負荷に供給する变成手段と、

負荷の状態を検出する検出手段と、

前記検出手段が前記負荷が所定値よりも軽いことを検出したときに前記スイッチング素子がオンする周波数を通常モードよりも低くするか、または該スイッチング素子がオンすることを停止させて低消費電力動作モードを設定するモード切替手段と、

前記通常モードから前記低消費電力動作モードに切り替わる時点の前記スイッチング素子の1回のスイッチングで前記インダクタに蓄積されるエネルギーを、前記電源から与えられる入力電圧の値に無関係に一定化させる手段と、

を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、スイッチング電源装置の低消費電力モードで消費電力を効率よく低減できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、図面に基づき、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

[第1の実施形態]

図1は、本発明の第1の実施形態に係るスイッチング電源装置を示す回路図である。

【0020】

このスイッチング電源装置は、直流-直流コンバータであり、電源30の正極に一次巻線31aの一端が接続された変圧器(以下、トランスという)31と、発振器(OSC)32と、スイッチング素子であるNチャンネル型MOSトランジスタ(以下、NMOSという)33とを備えている。

【0021】

トランス31の一次巻線31aは、スイッチング電流を流すインダクタであり、一次巻線31aの他端に、NMOS33のドレインが接続されている。NMOS33のソースは、抵抗34の一端に接続され、抵抗34の他端が電源30の負極に接続されている。

【0022】

発振器32の出力端子は、リセットセットフリップフロップ(以下、RS-FFという)35のセット端子(S)に接続されている。RS-FF35の出力端子は、NMOS33のゲートに接続されている。

【0023】

抵抗34の一端は、比較器36の一方の入力端子(+)に接続されている。抵抗34の他端には、基準電圧源37の負極と、可変抵抗38の一端と、基準電圧源39の負極と、基準電圧源40の負極とが接続されている。

【0024】

基準電圧源37の正極に抵抗41の一端が接続されている。抵抗41の他端は、比較器36の他方の入力端子(-)と、スイッチ43の一端と、比較器44の一方の入力端子(+)に接続されるとともに、フォトプラの受光素子42を介して抵抗34の他端に接続されている。比較器36の出力端子は、RS-FF35のリセット端子(R)に接続されている。

【0025】

スイッチ43の他端は、発振器32に接続されている。発振器32は、スイッチ43を介して与えられた電圧に応じた周波数で発振する。

可変抵抗38は、電源30から与えられる入力電圧 V_{in} に応じて抵抗値が変化する。入力電圧 V_{in} が高ければ抵抗値が低くなり、入力電圧 V_{in} が低ければ抵抗値が高くなる。

10

20

30

40

50

【0026】

可変抵抗38の他端は、抵抗45の一端と比較器44の他方の入力端子(-)とに接されている。比較器44の出力端子は、スイッチ43に接続されるとともに、スイッチ46に接続されている。

【0027】

抵抗45の他端に、スイッチ46の一端が接続されている。スイッチ46は、切り替えスイッチであり、比較器44の出力が“L”の時には、抵抗45を基準電圧源40の正極に接続し、比較器44の出力が“H”のときに抵抗45を基準電圧源39の正極に接続する。スイッチ43は、比較器44の出力が“L”のときには、抵抗41と受光素子42の接続点を発振器32に接続し、比較器44の出力が“H”のときに、抵抗41と受光素子42の接続点を発振器32から切り離す。

【0028】

トランス31の二次巻線31bの一端には、ダイオード50のアノードが接続されている。ダイオード50のカソードがキャパシタ51の一方の電極と出力端子+OUTに接続されている。二次巻線31bの他端は、キャパシタ51の他方の電極と出力端子-OUTとに接続されている。出力端子+OUT及び-OUT間には、出力電圧検出回路52が接続され、出力電圧検出回路52には、フォトカブラの発光素子53が接続されている。

【0029】

次に、図1のスイッチング電源装置の動作を説明する。

発振器32が発振して“H”を出力すると、それに同期してRS-FF35がセットされる。セットされたRS-FF35は“H”を出力するので、NMOS33がオンする。NMOS33がオンすることにより、トランス31の一次巻線31aにスイッチング電流が流れ、トランス31にエネルギーが蓄積される。

抵抗34は、スイッチング電流に対応する電圧をその両端から発生する。比較器36は、抵抗34の両端の電圧が、目標電圧Vmを超えたときにRS-FF35をリセットする。目標電圧Vmは、基準電圧源37が発生する基準電圧ES1を抵抗41の抵抗値及びフォトカブラの受光素子42の抵抗値とで分圧した電圧である。

【0030】

RS-FF35がリセットされることにより、NMOS33がオフし、トランス31に蓄積されたエネルギーがダイオード50及びキャパシタ51で直流化されて負荷に供給される。出力電圧検出回路52は、出力電圧と所定値との差分を検出し、フォトカブラの発光素子53がその差分に応じて発光する。発光素子53の発光により、フォトカブラの受光素子42の抵抗値が変化し、目標電圧Vmが変化する。

【0031】

このような制御を行うことにより、負荷が大きくなると、目標電圧Vmが高くなり、NMOS33のオンしている期間、すなわちオン幅が長くなる。目標電圧Vmは、スイッチ43を介して発振器32にも与えられる。目標電圧Vmが低くなると、発振器32の発振周波数が低くなる。以上の動作により、出力電圧Voが一定化される。

【0032】

比較器44は、目標電圧Vmと基準値Vbとを比較する。基準値Vbは、スイッチ46が抵抗45と基準電圧源40とを接続しているときには、その基準電圧源40の発生する電圧を抵抗45の抵抗値と可変抵抗38の抵抗値とで分圧した値である。通常モードでは、目標電圧Vmが基準値Vbよりも高い。

【0033】

負荷が軽くなると、受光素子42の抵抗値が減少し、目標電圧Vmが低くなる。目標電圧Vmが低下し、目標電圧Vmが基準値Vb以下になると、比較器44の出力が、“H”から“L”に遷移し、スイッチ43をオンする。スイッチ43がオンすると、目標電圧Vmが発振器1に入力されるため、発振器32での発振周波数が低周波化され、通常モードから低周波動作モード(低消費電力モード)に移行する。比較器44の出力が“L”に遷移すると、スイッチ46が抵抗45を基準電圧源39の正極に接続する。これにより、ヒ

ステリシスが設定され、低周波動作モードから通常モードに移行することが抑制され、モード変換時の安定性が向上する。低周波動作モードでは、スイッチング周波数が低周波化され、消費電力が低減される。

【0034】

次に、このスイッチング電源装置の効果を従来のスイッチング電源装置と対比させて説明する。

図2は、従来の図7のスイッチング電源装置の課題を説明するための説明図である。

【0035】

図7のスイッチング電源装置では、負荷が一定でも、電源からの入力電圧 V_{in} が高くなると目標電圧 V_m の値は低くなり、入力電圧 V_{in} が低くなると目標電圧 V_m の値は高くなる。これに対し、低周波動作モードに入ることを決定するための基準値 V_b は一定なので、低周波動作モードに遷移するときの負荷電流 I_o は、入力電圧 V_{in} が高い場合に大きく、入力電圧 V_{in} が低い場合に小さくなる。そのため、入力電圧 V_{in} が高い状態で、低周波動作モードに切り替わると、スイッチングエネルギーが高く、許容できない騒音が発生する危険性がある。

10

【0036】

一方、低周波動作モードの時の発振周波数は、スイッチングロスを低減するために、できるだけ低いことが望ましく、近年では数100Hz～数kHzまで低下している。この周波数は、可聴周波数である。可聴周波数でスイッチング1回当たりのエネルギーが大きいと、トランス4等の部品から騒音が発生する。

20

【0037】

また、低周波動作モードにおいても、待機状態を維持するためにわずかに電力を消費する必要がある。消費電力を減らすためにはなるべく低周波でスイッチングさせた方がよいが、スイッチング電流が大きい状態で低周波動作をさせると、スイッチング1回当たりのエネルギーが大きくなり、騒音が大きくなる。そのため、低周波動作モードでのスイッチング素子3のスイッチング電流のピーク値を、騒音が許容できるぎりぎりの大きさに設定する必要があった。

【0038】

ところが、このスイッチング電流のピーク値を適切に設定することは、なかなか困難である。図7のスイッチング電源装置では、入力電圧 V_{in} が変化すると目標電圧 V_m が変化し、図2のように低周波動作モードに遷移するときの負荷に流す負荷電流 I_o も変化する。入力電圧 V_{in} が高くなると、負荷電流 I_o が増加し、入力電圧 V_{in} が低くなると、負荷電流 I_o が減少する。

30

【0039】

ある特定の負荷条件で低周波動作となるように設定して効率改善を行う場合に、確実に低周波動作モードに移行できるように、入力電圧 V_{in} が低い場合を想定して設定する必要がある。このように設定した場合、入力電圧 V_{in} が高くなると、通常モードと低周波動作モードとが切り替わる時点の負荷電流 I_o が大きくなり、騒音が大きくなるという問題が発生した。これに対し、入力電圧 V_{in} が高い場合に騒音が問題にならないように、入力電圧 V_{in} が最大で騒音が問題にならないように、通常モードと低周波動作モードとが切り替わる時点のスイッチング電流のピーク値を設定すると、負荷電流 I_o が同じであっても、入力電圧 V_{in} が低いときに、低周波動作モードに移行せず、消費電流を低減できないことがあった。

40

【0040】

図3は、従来の図8のスイッチング電源装置の課題を説明するための説明図である。

図8のスイッチング電源装置では、負荷が一定でも、電源からの入力電圧 V_{in} が高くなると目標電圧 V_m の値は低くなり、入力電圧 V_{in} が低くなると目標電圧 V_m の値は高くなる。これに対し、待機モードに入ることを決定するための基準値 V_b は一定であるので、待機モードに遷移するときの負荷電流 I_o は、入力電圧 V_{in} が高い場合は大きく、入力電圧 V_{in} が低い場合は小さくなる。そのため、入力電圧 V_{in} が高い状態では、待

50

機モードに切り替わると、スイッチングエネルギーが高く、許容できない騒音が発生する危険性があった。

【0041】

一方、待機モードを挟んでスイッチングさせる場合も、スイッチングロスを低減するために、スイッチング周波数はできるだけ低いことが望ましく、待機モードを挟んでスイッチングさせるスイッチング周波数が、近年では数100Hz～数kHzまで低下している。この周波数は、可聴周波数である。可聴周波数でスイッチング1回当たりのエネルギーが大きいと、トランス4等の部品から騒音が発生する。

【0042】

また、消費電力からみても、消費電力を減らすためにはなるべく低周波でスイッチングさせた方がよいが、スイッチング電流が大きい状態でスイッチングさせると、スイッチング1回当たりのエネルギーが大きくなり、騒音が大きくなる。そのため、待機モードを挟んでスイッチングを行う場合のスイッチング素子3のスイッチング電流のピーク値を、騒音が許容できるぎりぎりの大きさに設定する必要があった。

10

【0043】

ところが、このスイッチング電流のピーク値を適切に設定することは、なかなか困難である。図7のスイッチング電源装置と同様に、図8のスイッチング電源装置では、入力電圧 V_{in} が変化すると目標電圧 V_m が変化し、図3のように待機モードに遷移する時の負荷に流す負荷電流 I_o も変化する。入力電圧 V_{in} が高くなると、負荷電流 I_o が増加し、入力電圧 V_{in} が低くなると、負荷電流 I_o が低くなる。

20

【0044】

ある特定の負荷条件で低周波動作となるように設定して効率改善を行う場合に、確実に待機モードに移行できるように、入力電圧 V_{in} が低い場合を想定して設定する必要がある。このように設定した場合、入力電圧 V_{in} が高くなると、通常モードと待機モードとが切り替わる時点の負荷電流 I_o が大きくなり、騒音が大きくなるという問題が発生した。これに対し、入力電圧 V_{in} が高い場合に騒音が問題にならないように、入力電圧 V_{in} が最大で騒音が問題にならないように、通常モードと待機モードとが切り替わる時点のスイッチング電流のピーク値を設定すると、負荷電流 I_o が同じであっても、入力電圧 V_{in} が低いときに、待機モードに移行せず、消費電力を低減できないことがあった。

30

【0045】

図4は、図1のスイッチング電源装置の効果を説明するための説明図である。

本実施形態に係る図1のスイッチング電源装置では、電源30からの入力電圧 V_{in} が増加することで目標電圧 V_m が増加しても、可変抵抗38の抵抗値が減少する。すなわち、目標電圧 V_m と比較される基準値 V_b が図4のように低下し、通常モードと低周波動作モードとが切り替わるときの目標電圧 V_m の値が低くなり、通常モードと低周波動作モードとが切り替わるときのスイッチング電流のピーク値が低くなる。これにより、通常モードと低周波動作モードとが切り替わるときの負荷電流 I_o が概ね一定になるとともに、スイッチングエネルギーも概ね一定になる。よって、入力電圧 V_{in} に関係なく騒音を抑制できる。また、負荷電流が同じであれば入力電圧 V_{in} に係わらず、低消費電力の効率が大きく変化しない。

40

【0046】

[第2の実施形態]

図5は、本発明の第2の実施形態に係るスイッチング電源装置を示す回路図である。

【0047】

このスイッチング電源装置は、直流-直流コンバータであり、電源60の正極に一次巻線61aの一端が接続されたトランス61と、発振器(OSC)62と、スイッチング素子であるNMOS63とを備えている。

【0048】

トランス61の一次巻線61aは、スイッチング電流を流すインダクタであり、一次巻線61aの他端に、NMOS63のドレインが接続されている。NMOS63のソースは

50

、抵抗 64 の一端に接続され、抵抗 64 の他端が電源 60 の負極に接続されている。

【0049】

発振器 62 の出力端子は、RS - FF 65 のセット端子 (S) に接続されている。RS - FF 65 の出力端子は、AND ゲート 66 の一方の入力端子に接続され、AND ゲート 66 の出力端子が NMOS 63 のゲートに接続されている。

【0050】

抵抗 64 の一端は、比較器 67 の一方の入力端子 (+) に接続されている。抵抗 64 の他端には、基準電圧源 68 の負極と、可変抵抗 69 の一端と、基準電圧源 70 の負極と、基準電圧源 71 の負極とが接続されている。

【0051】

基準電圧源 68 の正極に抵抗 72 の一端が接続されている。抵抗 72 の他端は、比較器 67 の他方の入力端子 (-) と、比較器 73 の一方の入力端子 (+) に接続されるとともに、フォトカプラの受光素子 74 を介して抵抗 64 の他端に接続されている。比較器 67 の出力端子が、RS - FF 65 のリセット端子 (R) に接続されている。

【0052】

可変抵抗 69 は、電源 60 から与えられる入力電圧 V_{in} に応じて抵抗値が変化する。入力電圧 V_{in} が高ければ、抵抗値が低くなり、入力電圧 V_{in} が低ければ抵抗値が高くなる。可変抵抗 69 の他端は、抵抗 75 の一端と比較器 73 の他方の入力端子 (-) とに接されている。比較器 73 の出力端子は、AND ゲート 66 の他方の入力端子に接続されるとともに、スイッチ 76 に接続されている。

【0053】

スイッチ 76 は、切り替えスイッチであり、比較器 73 の出力が “L” の時には、抵抗 75 を基準電圧源 70 の正極に接続し、比較器 73 の出力が “H” のときに抵抗 75 を基準電圧源 71 の正極に接続する。

【0054】

トランス 61 の二次巻線 61b の一端には、ダイオード 80 のアノードが接続されている。ダイオード 80 のカソードがキャパシタ 81 の一方の電極と出力端子 +OUT に接続されている。二次巻線 61b の他端は、キャパシタ 81 の他方の電極と出力端子 -OUT とに接続されている。出力端子 +OUT 及び -OUT 間には、出力電圧検出回路 82 が接続され、出力電圧検出回路 82 には、フォトカプラの発光素子 83 が接続されている。

【0055】

次に、図 5 のスイッチング電源装置の動作を説明する。

このスイッチング電源装置では、AND ゲート 66 の他方の入力端子は、比較器 73 の出力端子に接続され、スイッチング電源装置の起動時には “H” が入力される。

【0056】

起動後、発振器 62 が発振して “H” を出力すると、それに同期して RS - FF 65 がセットされる。RS - FF 65 がセットされると、AND ゲート 66 の出力信号が “H” になり、NMOS 63 がオンする。NMOS 63 がオンすることにより、トランス 61 の一次巻線 61a にスイッチング電流が流れる。抵抗 64 の両端には、スイッチング電流に対応する電圧が発生する。

【0057】

比較器 67 は、抵抗 64 が発生する電圧が目標電圧 V_m を超えたときに RS - FF 65 をリセットする。目標電圧 V_m は、基準電圧源 68 が発生する基準電圧を抵抗 72 の抵抗値及びフォトカプラの受光素子 74 の抵抗値とで分圧した電圧である。

【0058】

RS - FF 65 がリセットされることにより、AND ゲート 66 の出力信号が “L” に遷移し、NMOS 63 がオフする。これにより、トランス 61 に蓄積されたエネルギーがダイオード 80 及びキャパシタ 81 を介して負荷に供給される。出力電圧検出回路 82 は、出力電圧と所定値との差分を検出し、フォトカプラの発光素子 83 がその差分に応じて発光する。発光素子 83 の発光により、受光素子 74 の抵抗値が変化し、目標電圧 V_m が変

10

20

30

40

50

化する。このような制御を行うことにより、負荷が大きくなると、目標電圧 V_m が高くなり、NMOS 63 のオン幅が長くなる。

【0059】

比較器 73 は、目標電圧 V_m と基準値 V_b とを比較する。基準値 V_b は、スイッチ 76 が抵抗 75 と基準電圧源 70 とを接続しているときには、その基準電圧源 70 の発生する電圧を抵抗 75 の抵抗値と可変抵抗 69 の抵抗値とで分圧した値である。通常モードでは、目標電圧 V_m が基準値 V_b よりも高い。

【0060】

負荷が軽くなると、受光素子 74 の抵抗値が減少し、目標電圧 V_m が低くなる。目標電圧 V_m が低下し、目標電圧 V_m が基準値 V_b 以下になると、比較器 73 の出力が “H” から “L” に遷移する。 10

【0061】

これにより、ANDゲート 66 は、RS - FF 65 の出力信号にかかわらず、“L” を出力するようになり、NMOS 63 のスイッチングが停止される。すなわち、通常動作モードが待機モード（低消費電力モード）に切り替わる。

【0062】

次に、本実施形態のスイッチング電源装置の効果を説明する。

図 6 は、図 5 のスイッチング電源装置の効果を説明するための説明図である。

本実施形態に係る図 5 のスイッチング電源装置では、電源 60 からの入力電圧 V_{in} が増加することで目標電圧 V_m が低下しても、可変抵抗 69 の抵抗値が減少する。すなわち、目標電圧 V_m と比較される基準値 V_b が図 6 のように低下し、通常モードと待機モードとが切り替わるときの目標電圧 V_m の値が低くなり、通常モードと待機モードとが切り替わるときのオン幅が短くなる。これにより、通常モードと待機モードとが切り替わるときの負荷電流 I_o が概ね一定になるとともに、スイッチングエネルギーも概ね一定になる。よって、入力電圧 V_{in} に関係なく騒音を抑制できる。また、負荷電流 I_o が同じであれば入力電圧 V_{in} に係らず、低消費電力の効率が大きく変化しない。 20

【0063】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。

【0064】

例えば、上記第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態では、可変抵抗 38, 69 を備え、通常モードから低周波動作モード或いは待機モードに切り替わる時点のスイッチング素子のオン幅を入力電圧 V_{in} に応じて可変にしているが、入力電圧 V_{in} が大きくなると、スイッチング電流が小さくなるようにしてもよい。具体的には、可変抵抗 38, 69 を抵抗値の変化しない抵抗に置換し、抵抗 34, 64 を、入力電圧 V_{in} が大きくなると抵抗値が大きくなる可変抵抗に置換してもよい。この場合も、第 1 及び第 2 の実施形態のスイッチング電源装置と同様の作用効果を奏する。 30

【0065】

また、入力電圧 V_{in} が大きくなると、スイッチング電流が少なくなるとともにオン幅が短くなる構成とし、入力電圧 V_{in} にかかわらず、スイッチングエネルギーを一定化させてもよい。 40

さらに、図 5 では、ANDゲート 66 を RS - FF 65 と NMOS 63 との間に挿入したが、ANDゲート 66 を発振器 62 と RS - FF 65 との間に挿入することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係るスイッチング電源装置の回路図である。

【図 2】従来の図 7 のスイッチング電源装置の課題を説明するための説明図である。

【図 3】従来の図 8 のスイッチング電源装置の課題を説明するための説明図である。

【図 4】図 1 のスイッチング電源装置の効果を説明するための説明図である。

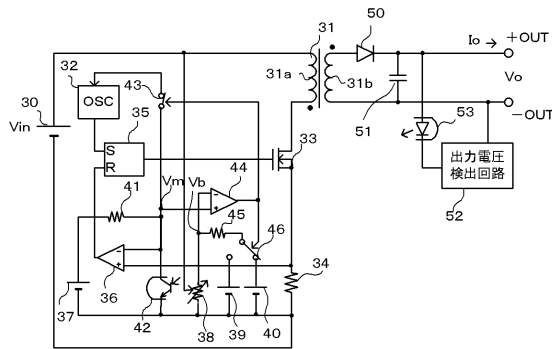
【図 5】本発明の第 2 の実施形態に係るスイッチング電源装置の回路図である。 50

- 【図6】図5のスイッチング電源装置の効果を説明するための説明図である。
- 【図7】従来の低周波数動作モードを持つスイッチング電源装置の回路図である。
- 【図8】従来の間欠動作を行うスイッチング電源装置の回路図である。
- 【符号の説明】

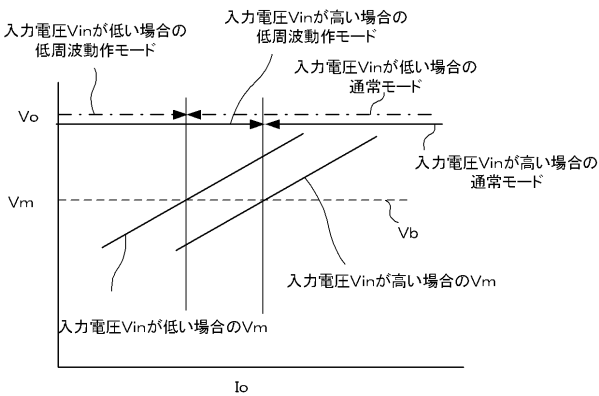
【0067】

30, 60	電源
31, 61	トランス
32, 62	発振器
33, 63	NMOS
50, 80	ダイオード
51, 81	キャパシタ
52, 82	出力電圧検出回路
36, 44, 67, 73	比較器
41, 45, 72, 75	抵抗
42, 74	フォトカプラの受光素子
38, 69	可変抵抗

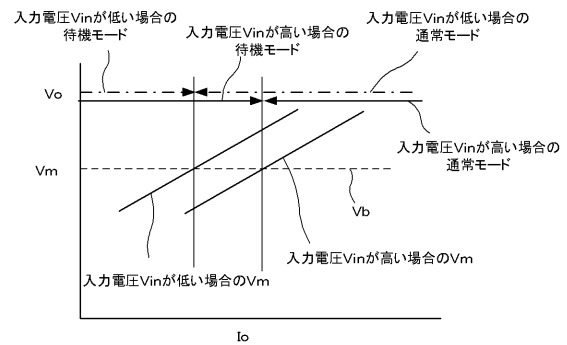
【図1】



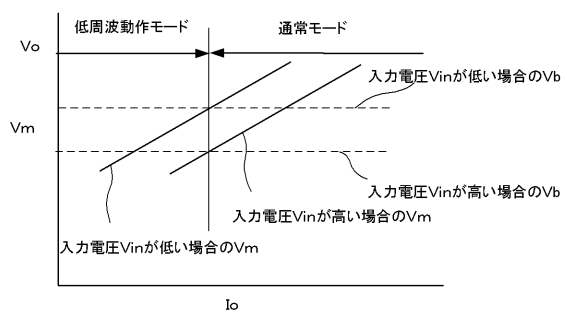
【図2】



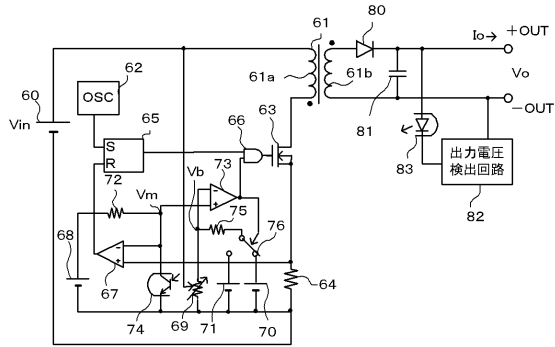
【図3】



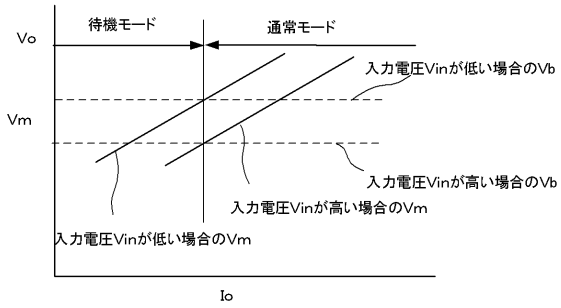
【図4】



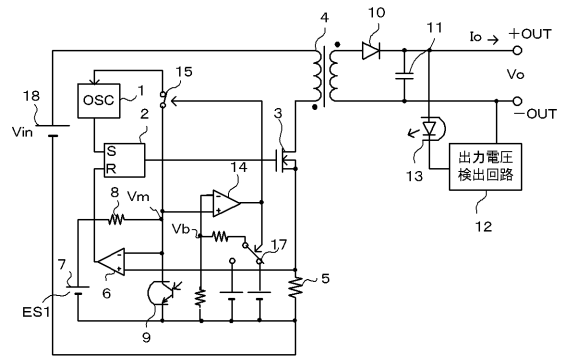
【図5】



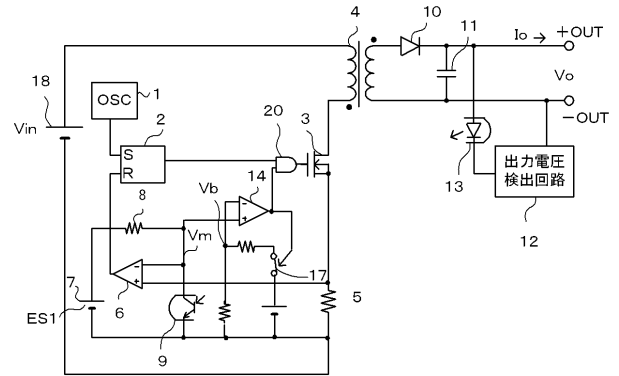
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 嶋田 雅章

埼玉県新座市北野3丁目6番3号 サンケン電気株式会社内

Fターム(参考) 5H730 AA14 AS01 BB43 DD04 EE02 FD03 FF19 FG03 FG07