

(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2017-158302
(P2017-158302A)

(43) 公開日 平成29年9月7日(2017.9.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2M 3/28 (2006.01)	HO2M 3/28 H	5H730
HO2M 3/155 (2006.01)	HO2M 3/155 H	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2016-39318 (P2016-39318)
(22) 出願日 平成28年3月1日 (2016.3.1)

(71) 出願人 000006895
矢崎総業株式会社
東京都港区三田1丁目4番28号
(74) 代理人 110001771
特許業務法人虎ノ門知的財産事務所
(72) 発明者 山▲崎▼ 好絃
静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社内
Fターム(参考) 5H730 AA04 AS01 AS05 BB13 BB27
BB57 DD04 EE08 EE13 EE59
FD01 FD11 FD31 FG02 FG24

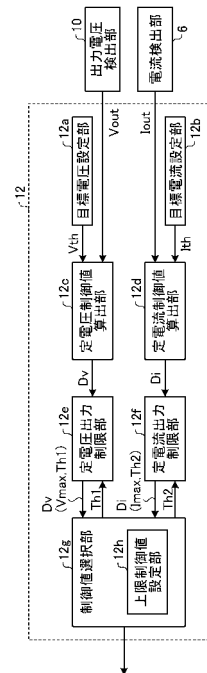
(54) 【発明の名称】 スイッチング電源装置及びスイッチング電源制御方法

(57) 【要約】

【課題】定電圧制御と定電流制御とを切り替えるときに、検出電流や検出電圧が目標値を超える度合を抑制できるスイッチング電源装置及びスイッチング電源制御方法を提供する。

【解決手段】スイッチング電源装置1は、制御値選択部12gにより選択されなかった非対象制御値の定電流上限値Imax又は定電圧上限値Vmaxよりも小さい上限抑制制限値Thを対象制御値に所定制御値を加算して求め、非対象制御値の定電流上限値Imax又は定電圧上限値Vmaxに上限抑制制限値Thを設定する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直流電圧を交流電圧に変換するスイッチング回路と、
前記スイッチング回路を制御して定電圧制御と定電流制御とを切り替える制御部と、を
備え、

前記制御部は、

前記定電圧制御を行うための制御値であり、値が大きくなると電圧が上昇する定電圧制
御値を算出する定電圧制御値算出部と、

前記定電流制御を行うための制御値であり、値が大きくなると電流が上昇する定電流制
御値を算出する定電流制御値算出部と、

前記定電圧制御値が当該定電圧制御値の上限である定電圧上限値を超える場合、前記定
電圧制御値として前記定電圧上限値を出力し、前記定電圧制御値が前記定電圧上限値を超
えない場合、前記定電圧制御値を出力する定電圧出力制限部と、

前記定電流制御値が当該定電流制御値の上限である定電流上限値を超える場合、前記定
電流制御値として前記定電流上限値を出力し、前記定電流制御値が前記定電流上限値を超
えない場合、前記定電流制御値を出力する定電流出力制限部と、

前記定電圧出力制限部から出力される前記定電圧制御値、及び、前記定電流出力制限部
から出力される前記定電流制御値のうち、値が小さい方を前記定電圧制御又は前記定電流
制御を行う対象制御値として選択する制御値選択部と、

前記制御値選択部により選択されなかった非対象制御値の前記定電流上限値又は前記定
電圧上限値よりも小さい上限抑制制限値を、前記対象制御値に所定制御値を加算して求め
、前記非対象制御値の前記定電流上限値又は前記定電圧上限値に前記上限抑制制限値を設
定する上限制御値設定部と、を有することを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項 2】

定電圧制御を行うための制御値であり、値が大きくなると電圧が上昇する定電圧制御値
を算出する定電圧制御値算出ステップと、

定電流制御を行うための制御値であり、値が大きくなると電流が上昇する定電流制御値
を算出する定電流制御値算出ステップと、

前記定電圧制御値が当該定電圧制御値の上限である定電圧上限値を超える場合、前記定
電圧制御値として前記定電圧上限値を出力し、前記定電圧制御値が前記定電圧上限値を超
えない場合、前記定電圧制御値を出力する定電圧出力制限ステップと、

前記定電流制御値が当該定電流制御値の上限である定電流上限値を超える場合、前記定
電流制御値として前記定電流上限値を出力し、前記定電流制御値が前記定電流上限値を超
えない場合、前記定電流制御値を出力する定電流出力制限ステップと、

前記定電圧出力制限ステップで出力される前記定電圧制御値、及び、前記定電流出力制
限ステップで出力される前記定電流制御値のうち、値が小さい方を前記定電圧制御又は前
記定電流制御を行う対象制御値として選択する制御値選択ステップと、

前記制御値選択ステップで選択されなかった非対象制御値の前記定電流上限値又は前記
定電圧上限値よりも小さい上限抑制制限値を、前記対象制御値に所定制御値を加算して求
め、前記非対象制御値の前記定電流上限値又は前記定電圧上限値に前記上限抑制制限値を
設定する上限制御値設定ステップと、を有することを特徴とするスイッチング電源制御方
法。

【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及びスイッチング電源制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、スイッチング電源装置は、例えば DC / DC コンバータであり、電圧を一定に制
御する定電圧制御と電流を一定に制御する定電流制御とを電圧や電流に応じて切り替える

10

20

30

40

50

ものがある（例えば、特許文献1）。スイッチング電源装置は、例えば、定電圧制御を行っているときに検出電流が目標電流を超えると、定電流制御に切り替えて過電流が流れることを防止する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-135375号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

ところで、スイッチング電源装置は、定電圧制御から定電流制御へ切り替えるときに検出電流が目標電流よりも想定以上に大きくなったり、定電流制御から定電圧制御へ切り替えるときに検出電圧が目標電圧よりも想定以上に大きくなったりする問題があった。

【0005】

そこで、本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、定電圧制御と定電流制御とを切り替えるときに、検出電流や検出電圧が目標値を超える度合を抑制できるスイッチング電源装置及びスイッチング電源制御方法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】

【0006】

20

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係るスイッチング電源装置は、直流電圧を交流電圧に変換するスイッチング回路と、前記スイッチング回路を制御して定電圧制御と定電流制御とを切り替える制御部と、を備え、前記制御部は、前記定電圧制御を行うための制御値であり、値が大きくなると電圧が上昇する定電圧制御値を算出する定電圧制御値算出部と、前記定電流制御を行うための制御値であり、値が大きくなると電流が上昇する定電流制御値を算出する定電流制御値算出部と、前記定電圧制御値が当該定電圧制御値の上限である定電圧上限値を超える場合、前記定電圧制御値として前記定電圧上限値を出力し、前記定電圧制御値が前記定電圧上限値を超えない場合、前記定電圧制御値を出力する定電圧出力制限部と、前記定電流制御値が当該定電流制御値の上限である定電流上限値を超える場合、前記定電流制御値として前記定電流上限値を出力し、前記定電流制御値が前記定電流上限値を超えない場合、前記定電流制御値を出力する定電流出力制限部と、前記定電圧出力制限部から出力される前記定電圧制御値、及び、前記定電流出力制限部から出力される前記定電流制御値のうち、値が小さい方を前記定電圧制御又は前記定電流制御を行う対象制御値として選択する制御値選択部と、前記制御値選択部により選択されなかった非対象制御値の前記定電流上限値又は前記定電圧上限値よりも小さい上限抑制制限値を、前記対象制御値に所定制御値を加算して求め、前記非対象制御値の前記定電流上限値又は前記定電圧上限値に前記上限抑制制限値を設定する上限制御値設定部と、を有することを特徴とする。

30

【0007】

また、本発明に係るスイッチング電源制御方法は、定電圧制御を行うための制御値であり、値が大きくなると電圧が上昇する定電圧制御値を算出する定電圧制御値算出ステップと、定電流制御を行うための制御値であり、値が大きくなると電流が上昇する定電流制御値を算出する定電流制御値算出ステップと、前記定電圧制御値が当該定電圧制御値の上限である定電圧上限値を超える場合、前記定電圧制御値として前記定電圧上限値を出力し、前記定電圧制御値が前記定電圧上限値を超えない場合、前記定電圧制御値を出力する定電圧出力制限ステップと、前記定電流制御値が当該定電流制御値の上限である定電流上限値を超える場合、前記定電流制御値として前記定電流上限値を出力し、前記定電流制御値が前記定電流上限値を超えない場合、前記定電流制御値を出力する定電流出力制限ステップと、前記定電圧出力制限ステップで出力される前記定電圧制御値、及び、前記定電流出力制限ステップで出力される前記定電流制御値のうち、値が小さい方を前記定電圧制御又は前記定電流制御を行う対象制御値として選択する制御値選択ステップと、前記制御値選択

40

50

ステップで選択されなかった非対象制御値の前記定電流上限値又は前記定電圧上限値よりも小さい上限抑制制限値を、前記対象制御値に所定制御値を加算して求め、前記非対象制御値の前記定電流上限値又は前記定電圧上限値に前記上限抑制制限値を設定する上限抑制値設定ステップと、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明に係るスイッチング電源装置及びスイッチング電源制御方法は、選択されなかった非対象制御値の定電流上限値又は定電圧上限値よりも小さい上限抑制制限値を対象制御値に所定制御値を加算して求め、非対象制御値の定電流上限値又は定電圧上限値に上限抑制制限値を設定するので、定電圧制御と定電流制御とを切り替えるときに切り替えるタイミングを早くすることができ、検出電流や検出電圧が目標値を超える度合を抑制できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、実施形態に係るスイッチング電源装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】図2は、実施形態に係るスイッチング電源装置の制御部の構成例を示すブロック図である。

【図3】図3は、実施形態に係る上限抑制制限値の算出方法を示すフローチャートである。

【図4】図4は、実施形態に係るスイッチング電源装置における定電圧制御から定電流制御へ切り替えるときの検出電流の比較例を示す図である。

20

【図5】図5は、実施形態に係るスイッチング電源装置における定電圧制御から定電流制御へ切り替えるときの検出電流を示す図である。

【図6】図6は、変形例に係るスイッチング電源装置の構成例を示すブロック図である。

【図7】図7は、変形例に係るスイッチング電源装置の構成例を示すブロック図である。

【図8】図8は、変形例に係るスイッチング電源装置の構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明を実施するための形態（実施形態）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。以下の実施形態に記載した内容により本発明が限定されるものではない。また、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成は適宜組み合わせることが可能である。また、本発明の要旨を逸脱しない範囲で構成の種々の省略、置換又は変更を行うことができる。

30

【0011】

〔実施形態〕

実施形態に係るスイッチング電源装置及びスイッチング電源制御方法について説明する。スイッチング電源装置1は、例えば、車両などに適用される降圧型のDC/DCコンバータである。スイッチング電源装置1は、DC/DC変換時に、電圧を一定に制御する定電圧制御又は電流を一定に制御する定電流制御を行う。スイッチング電源装置1は、図1に示すように、高圧バッテリー2と、負荷3と、入力平滑コンデンサ4と、入力電圧検出部5と、電流検出部6と、スイッチング回路7と、整流回路8と、平滑回路9と、出力電圧検出部10と、パルス生成部11と、制御部12と、ドライブ回路13とを備える。

40

【0012】

高圧バッテリー2は、相対的に電圧の高いバッテリーであり、例えば100V～500Vの電圧を蓄電するバッテリーである。負荷3は、相対的に電圧の低い低圧バッテリーであり、例えば12V程度の電圧を蓄電するバッテリーである。

【0013】

入力平滑コンデンサ4は、高圧バッテリー2に接続される入力端子2aから入力された直流の電圧を平滑化するものである。

【0014】

50

入力電圧検出部 5 は、高圧バッテリー 2 側に設けられ、高圧バッテリー 2 側の電圧を検出するものである。入力電圧検出部 5 は、検出した検出電圧を制御部 1 2 に出力する。

【 0 0 1 5 】

電流検出部 6 は、後述するスイッチング回路 7 のスイッチング素子 Q 3、Q 4 と 1 次コイル L 1 との間に設けられ、1 次コイル L 1 に流れる電流を検出するものである。電流検出部 6 は、検出した検出電流 I_{out} を制御部 1 2 に出力する。

【 0 0 1 6 】

スイッチング回路 7 は、直流電圧を交流電圧に変換するものである。スイッチング回路 7 は、4 つのスイッチング素子 Q 1 ~ Q 4 と、1 次コイル L 1 と、2 次コイル L 2 とを備える。スイッチング素子 Q 1 ~ Q 4 は、例えば、電界効果型トランジスタ (MOS - FET) であり、フルブリッジ回路として構成される。スイッチング素子 Q 1、Q 3 は、上アームに相当し、スイッチング素子 Q 2、Q 4 は、下アームに相当する。スイッチング素子 Q 1 ~ Q 4 は、後述するドライブ回路 1 3 から制御端子 (例えばゲート端子等) に出力される PWM 信号 (パルス幅変調信号) に基づいてオン (ON) / オフ (OFF) が設定される。スイッチング回路 7 は、スイッチング素子 Q 1、Q 4 のオン状態と、スイッチング素子 Q 2、Q 3 のオン状態とが交互に設定され、交流電圧を 1 次コイル L 1 に出力する。

【 0 0 1 7 】

1 次コイル L 1 は、2 次コイル L 2 と共に変圧器 7 a を構成する。変圧器 7 a は、スイッチング回路 7 のスイッチング素子 Q 1 ~ Q 4 から出力された交流電圧を変圧する。変圧の度合いは、1 次コイル L 1 と 2 次コイル L 2 との巻数比によって定まる。1 次コイル L 1 は、1 次コイル L 1 の一端側が、スイッチング素子 Q 1 とスイッチング素子 Q 2 との間に接続され、1 次コイル L 1 の他端側が、スイッチング素子 Q 3 とスイッチング素子 Q 4 との間に接続される。

【 0 0 1 8 】

2 次コイル L 2 は、2 次コイル L 2 の両端部が整流回路 8 及び平滑回路 9 を介してマイナス側の出力端子 3 b に接続される。また、2 次コイル L 2 は、中間タップ CT を備え、中間タップ CT が平滑回路 9 を介してプラス側の出力端子 3 a に接続される。

【 0 0 1 9 】

整流回路 8 は、スイッチング回路 7 から出力された交流電圧を整流して直流電圧を生成するものである。整流回路 8 は、スイッチング素子 Q 5、Q 6 を備える。スイッチング素子 Q 5、Q 6 は、例えば、電界効果型トランジスタ (MOS - FET) であり、単相全波整流回路として構成される。整流回路 8 は、スイッチング素子 Q 5 が 2 次コイル L 2 の一端に接続され、スイッチング素子 Q 6 が 2 次コイル L 2 の他端に接続される。整流回路 8 は、スイッチング素子 Q 5、Q 6 の ON / OFF 制御により交流電圧を整流して直流電圧を生成し、生成した直流電圧を平滑回路 9 に出力する。

【 0 0 2 0 】

平滑回路 9 は、整流回路 8 により整流された直流電圧を平滑化するものである。平滑回路 9 は、コイル 9 a とコンデンサ 9 b とを備える。平滑回路 9 は、コイル 9 a が 2 次コイル L 2 の中間タップ CT とプラス側の出力端子 3 a との間に設けられ、コンデンサ 9 b がプラス側の出力端子 3 とマイナス側の出力端子 3 b の間に設けられる。平滑回路 9 は、コイル 9 a 及びコンデンサ 9 b により直流電圧を平滑化して出力端子 3 a、3 b に出力する。

【 0 0 2 1 】

出力電圧検出部 1 0 は、例えば低圧バッテリーである負荷 3 側に設けられ、負荷 3 側の電圧を検出するものである。出力電圧検出部 1 0 は、検出した検出電圧 V_{out} を制御部 1 2 に出力する。

【 0 0 2 2 】

パルス生成部 1 1 は、スイッチング回路 7 を制御するためのパルス信号を生成するものである。例えば、パルス生成部 1 1 は、制御部 1 2 から出力される制御信号に基づいて、パルス信号のデューティ比を変化させて PWM 信号を生成し、当該 PWM 信号をドライ

10

20

30

40

50

ブ回路 13 に出力する。

【0023】

ドライブ回路 13 は、パルス幅変調信号に基づいてスイッチング素子 Q1 ~ Q4 を駆動させるものである。例えば、ドライブ回路 13 は、パルス生成部 11 から出力された PWM 信号を増幅し、対応するスイッチング素子 Q1 ~ Q4 の ON/OFF を設定する。

【0024】

制御部 12 は、パルス生成部 11 に制御信号を出力し、スイッチング回路 7 及び整流回路 8 を制御するものである。制御部 12 は、スイッチング回路 7 のスイッチング素子 Q1 ~ Q4 をオン/オフ制御して直流電圧を交流電圧に変換する。また、制御部 12 は、整流回路 8 のスイッチング素子 Q5、Q6 をオン/オフ制御して交流電圧を直流電圧に全波整流する。また、制御部 12 は、電圧を一定に制御する定電圧制御、又は、電流を一定に制御する定電流制御を行う。例えば、制御部 12 は、入力電圧検出部 5、電流検出部 6、及び、出力電圧検出部 10 から出力された検出結果に基づいてスイッチング回路 7 を制御し、定電圧制御又は定電流制御を行う。制御部 12 は、図 2 に示すように、目標電圧設定部 12a と、目標電流設定部 12b と、定電圧制御値算出部 12c と、定電流制御値算出部 12d と、定電圧出力制限部 12e と、定電流出力制限部 12f と、制御値選択部 12g と、上限制御値設定部 12h とを回路の機能として有する。

10

【0025】

目標電圧設定部 12a は、予め目標電圧 V_{th} を記憶し、記憶した目標電圧 V_{th} を設定するものである。ここで、目標電圧 V_{th} は、スイッチング電源装置 1 が目標とする電圧であり、定電圧制御のときには、電圧が目標電圧 V_{th} に保たれる。目標電圧設定部 12a は、目標電圧 V_{th} を定電圧制御値算出部 12c に出力する。

20

【0026】

目標電流設定部 12b は、予め目標電流 I_{th} を記憶し、記憶した目標電流 I_{th} を設定するものである。ここで、目標電流 I_{th} は、スイッチング電源装置 1 が目標とする電流であり、定電流制御のときには、電流が目標電流 I_{th} に保たれる。目標電流設定部 12b は、目標電流 I_{th} を定電流制御値算出部 12d に出力する。

【0027】

定電圧制御値算出部 12c は、定電圧制御を行うための制御値である定電圧制御値 D_v を算出するものである。定電圧制御値算出部 12c は、例えば出力電圧検出部 10 から出力された検出電圧 V_{out} と、目標電圧設定部 12a から出力された目標電圧 V_{th} との差分に基づいて定電圧制御値 D_v を算出する。ここで、定電圧制御値 D_v は、例えば、PWM 信号のデューティ比であり、デューティ比の値が大きくなると検出電圧 V_{out} が上昇する。定電圧制御値算出部 12c は、定電圧制御値 D_v を定電圧出力制限部 12e に出力する。

30

【0028】

定電流制御値算出部 12d は、定電流制御を行うための制御値である定電流制御値 D_i を算出するものである。定電流制御値算出部 12d は、電流検出部 6 から出力された検出電流 I_{out} と、目標電流設定部 12b から出力された目標電流 I_{th} との差分に基づいて定電流制御値 D_i を算出する。ここで、定電流制御値 D_i は、例えば、PWM 信号のデューティ比であり、デューティ比の値が大きくなると検出電流 I_{out} が上昇する。定電流制御値算出部 12d は、定電流制御値 D_i を定電流出力制限部 12f に出力する。

40

【0029】

定電圧出力制限部 12e は、定電圧制御値算出部 12c から出力された定電圧制御値 D_v を制限するものである。例えば、定電圧出力制限部 12e は、定電圧制御値算出部 12c から出力された定電圧制御値 D_v と当該定電圧制御値 D_v の上限である定電圧上限値 V_{max} とを比較する。そして、定電圧出力制限部 12e は、定電圧制御値 D_v が定電圧上限値 V_{max} を超える場合、定電圧制御値 D_v として定電圧上限値 V_{max} を出力し、定電圧制御値 D_v が定電圧上限値 V_{max} を超えない場合、定電圧制御値 D_v を出力する。また、定電圧出力制限部 12e は、後述する上限抑制制限値 T_{h1} が定電圧上限値 V_{ma}

50

xとして設定された場合、定電圧制御値 D_v と上限抑制制限値 T_{h1} とを比較し、定電圧制御値 D_v が上限抑制制限値 T_{h1} を超えるときには定電圧制御値 D_v として上限抑制制限値 T_{h1} を出力し、定電圧制御値 D_v が上限抑制制限値 T_{h1} を超えないときには定電圧制御値 D_v を出力する。

【0030】

定電流出力制限部12fは、定電流制御値算出部12dから出力された定電流制御値 D_i を制限するものである。例えば、定電流出力制限部12fは、定電流制御値算出部12dから出力された定電流制御値 D_i と当該定電流制御値 D_i の上限である定電流上限値 I_{max} とを比較する。そして、定電流出力制限部12fは、定電流制御値 D_i が定電流上限値 I_{max} を超える場合、定電流制御値 D_i として定電流上限値 I_{max} を出力し、定電流制御値 D_i が定電流上限値 I_{max} を超えない場合、定電流制御値 D_i を出力する。また、定電流出力制限部12fは、後述する上限抑制制限値 T_{h2} が定電流上限値 I_{max} として設定された場合、定電流制御値 D_i が上限抑制制限値 T_{h2} を超えるときには定電流制御値 D_i として上限抑制制限値 T_{h2} を出力し、定電流制御値 D_i が上限抑制制限値 T_{h2} を超えないときには定電流制御値 D_i を出力する。

10

【0031】

制御値選択部12gは、定電圧出力制限部12eから出力される定電圧制御値 D_v 、及び、定電流出力制限部12fから出力される定電流制御値 D_i のうち、いずれか一方を定電圧制御又は定電流制御を行う対象制御値として選択するものである。例えば、制御値選択部12gは、定電圧制御値 D_v 及び定電流制御値 D_i のうち、値が小さい方を定電圧制御又は定電流制御を行う対象制御値として選択する。具体的には、制御値選択部12gは、定電圧制御値 D_v と定電流制御値 D_i とを比較し、定電圧制御値 D_v が定電流制御値 D_i よりも小さい場合には定電圧制御値 D_v を対象制御値として選択し、定電流制御値 D_i が定電圧制御値 D_v よりも小さい場合には定電流制御値 D_i を対象制御値として選択してパルス生成部11に出力する。

20

【0032】

上限制御値設定部12hは、定電圧制御と定電流制御との切り替えを早くするために、制御対象ではない制御の定電圧上限値 V_{max} 又は定電流上限値 I_{max} を抑制するものである。上限制御値設定部12hは、制御値選択部12gにより選択されなかった非対象制御値の定電流上限値 I_{max} 又は定電圧上限値 V_{max} よりも小さい上限抑制制限値 T_h を対象制御値に所定制御値を加算して求める。ここで、所定制御値は、定電圧制御と定電流制御との切り替えを早くするために、可能な限り小さい値が好ましい。上限制御値設定部12hは、制御値選択部12gにより選択されなかった非対象制御値の定電流上限値 I_{max} 又は定電圧上限値 V_{max} に上限抑制制限値 T_h を設定する。例えば、上限制御値設定部12hは、定電流制御値 D_i が対象制御値として選択されなかった場合、定電流上限値 I_{max} に上限抑制制限値 T_{h2} を設定し、定電圧制御値 D_v が対象制御値として選択されなかった場合、定電圧上限値 V_{max} に上限抑制制限値 T_{h1} を設定する。

30

【0033】

次に、図3～図5を参照して、実施形態に係るスイッチング電源装置1の動作例について説明する。この例では、定電圧制御が行われる場合について説明する。スイッチング電源装置1の制御部12は、定電圧制御値 D_v を算出する(ステップS1)。例えば、定電圧制御値算出部12cは、図4に示す検出電圧 V_{1out} と目標電圧 V_{th} との差分に基づいて定電圧制御値 D_v1 を算出する。次に、制御部12は、定電圧制御値 D_v の値に応じて定電圧制御値 D_v を制限する(ステップS2)。例えば、定電圧出力制限部12eは、図4に示す定電圧制御値 D_v1 が定電圧上限値 V_{max} を超えていないので、定電圧制御値 D_v1 を定電圧上限値 V_{max} に制限せずに定電圧制御値 D_v1 を出力する。

40

【0034】

次に、制御部12は、定電流制御値 D_i を算出する(ステップS3)。例えば、定電流制御値算出部12dは、図4に示す検出電流 I_{1out} と目標電流 I_{th} との差分に基づいて定電流制御値 D_i1 を算出する。次に、制御部12は、定電流制御値 D_i の値に応じ

50

て定電流制御値 D_i を制限する（ステップ S_4 ）。例えば、定電流出力制限部 $12f$ は、図 4 に示す定電流制御値 D_{i1} が定電流上限値 I_{max} を超えるので、定電流制御値 D_{i1} を定電流上限値 I_{max} に制限して定電流制御値 D_{i1} を出力する。

【0035】

次に、制御部 12 は、定電圧制御又は定電流制御の対象制御値を選択する（ステップ S_5 ）。例えば、制御値選択部 $12g$ は、定電圧制御値 D_{v1} と定電流上限値 I_{max} に制限された定電流制御値 D_{i1} とを比較し、定電圧制御値 D_{v1} が定電流制御値 D_{i1} よりも小さいので定電圧制御値 D_{v1} を対象制御値として選択する。

【0036】

次に、制御部 12 は、制御が行われていない非対象制御値の定電圧上限値 V_{max} 又は定電流上限値 I_{max} を抑制する（ステップ S_6 ）。例えば、上限制御値設定部 $12h$ は、定電圧制御値 D_{v1} に所定制御値を加算して上限抑制制限値 T_{h2} を求め、定電流上限値 I_{max} に上限抑制制限値 T_{h2} を設定する（図 5 参照）。これにより、制御部 12 は、上限抑制制限値 T_{h2} によって定電流制御値 D_{i1} を定電流制御値 D_{i10} に制限することができる。従って、制御部 12 は、定電圧制御から定電流制御に切り替えるタイミングを早くすることができる。

【0037】

次に、定電圧制御又は定電流制御に切り替えるタイミングについて比較例を用いて説明する。比較例に係る定電圧制御及び定電流制御は、図 4 に示すように、上限抑制制限値 T_h を用いずに制御するものである。この例では、定電圧制御から定電流制御に切り替わる例について説明する。比較例は、定電圧制御を行っているときに、検出電流 I_{1out} が時刻 t_3 で目標電流 I_{th} を超え、その後、検出電圧 V_{1out} が目標電圧 V_{th} を下回ると、検出電流 I_{1out} を下げるために定電流制御値 D_{i1} を小さくし、検出電圧 V_{1out} を上げるために定電圧制御値 D_{v1} を大きくさせる。比較例は、定電流制御値 D_{i1} が徐々に小さくなり定電圧制御値 D_{v1} が徐々に大きくなると、定電流制御値 D_{i1} と定電圧制御値 D_{v1} との大小関係が時刻 t_1 で逆転し、当該時刻 t_1 において定電圧制御から定電流制御に切り替わる。比較例は、定電圧制御において、定電流制御値 D_{i1} が飽和して定電流上限値 I_{max} に制限され、定電流制御値 D_{i1} が定電流上限値 I_{max} から徐々に小さくなるので、定電圧制御から定電流制御に切り替わるまでに時間がかかる。このため、比較例は、検出電流 I_{1out} が目標電流 I_{th} を大きく超えてしまい、過電流が流れる。

【0038】

これに対して、実施形態に係る定電圧制御及び定電流制御は、図 5 に示すように、上限抑制制限値 T_h を用いて制御するものである。この例では、定電圧制御から定電流制御に切り替わる例について説明する。定電圧制御では、定電流上限値 I_{max} の代わりに上限抑制制限値 T_{h2} が設定されている。実施形態は、定電圧制御を行っているときに、検出電流 I_{2out} が時刻 t_3 で目標電流 I_{th} を超え、その後、検出電圧 V_{2out} が目標電圧 V_{th} を下回ると、検出電流 I_{2out} を下げるために定電流制御値 D_{i10} を小さくし、検出電圧 V_{2out} を上げるために定電圧制御値 D_{v10} を大きくさせる。実施形態は、定電流制御値 D_{i10} が徐々に小さくなり定電圧制御値 D_{v10} が徐々に大きくなると、定電流制御値 D_{i10} と定電圧制御値 D_{v10} との大小関係が時刻 t_2 で逆転し、当該時刻 t_2 において定電圧制御から定電流制御に切り替わる。実施形態は、定電流制御値 D_{i10} が飽和して上限抑制制限値 T_{h2} に制限された状態から定電流制御値 D_{i10} が下降を開始するので、検出電流 I_{2out} が時刻 t_3 で目標電流 I_{th} を超えた後、定電圧制御から定電流制御に切り替わる時刻 t_2 が比較例の時刻 t_1 よりも早くなる。このため、実施形態は、比較例に比べて検出電流 I_{2out} が目標電流 I_{th} を超える度合を抑制することができるので、過電流が流れない。

【0039】

以上のように、実施形態に係るスイッチング電源装置及びスイッチング電源制御方法は、制御値選択部 $12g$ により選択されなかった非対象制御値の定電流上限値 I_{max} 又は

10

20

30

40

50

定電圧上限値 V_{max} よりも小さい上限抑制制限値 T_h を対象制御値に所定制御値を加算して求め、非対象制御値の定電流上限値 I_{max} 又は定電圧上限値 V_{max} に上限抑制制限値 T_h を設定する。これにより、スイッチング電源装置 1 は、例えば定電圧制御が行われている場合、定電流制御値 D_{i10} が上限抑制制限値 T_h から小さくなるので、早いタイミングで定電圧制御値 D_{v10} と定電流制御値 D_{i10} との大小関係を逆転することができ、定電圧制御から定電流制御に切り替わるタイミングを早くすることができる。従って、スイッチング電源装置 1 は、検出電流 I_{2out} が目標電流 I_{th} を超える度合を抑制することができるので、過電流が流れることを抑制できる。

【0040】

〔変形例〕

次に、スイッチング電源装置 1 の変形例について説明する。スイッチング電源装置 1 は、電流検出部 6 をスイッチング素子 Q_3 、 Q_4 と 1 次コイル L_1 との間以外に設けてもよい。例えば、スイッチング電源装置 1 A は、図 6 に示すように、電流検出部 6 A を高圧バッテリー 2 とスイッチング回路 7 との間に設けている。また、スイッチング電源装置 1 B は、図 7 に示すように、電流検出部 6 B を 2 次コイル L_2 と負荷 3 との間に設けている。また、スイッチング電源装置 1、1 A、1 B は、同期整流型の DC / DC コンバータでもよい。例えば、図 8 に示すように、スイッチング電源装置 1 C は、スイッチング回路 7 C のスイッチング素子 Q_7 、 Q_8 を ON / OFF 制御することにより直流電圧を交流電圧に変換し、当該交流電圧を平滑回路 9 A により平滑化して直流電圧を生成する。

【符号の説明】

【0041】

1、1 A、1 B、1 C スwitchング電源装置

7、7 C スwitchング回路

1 2 制御部

1 2 a 目標電圧設定部

1 2 b 目標電流設定部

1 2 c 定電圧制御値算出部

1 2 d 定電流制御値算出部

1 2 e 定電圧出力制限部

1 2 f 定電流出力制限部

1 2 g 制御値選択部

1 2 h 上限制御値設定部

D_v 、 D_{v1} 、 D_{v10} 定電圧制御値

D_i 、 D_{i1} 、 D_{i10} 定電流制御値

V_{max} 定電圧上限値

I_{max} 定電流上限値

T_h 、 T_{h1} 、 T_{h2} 上限抑制制限値

V_{out} 、 V_{1out} 、 V_{2out} 検出電圧

I_{out} 、 I_{1out} 、 I_{2out} 検出電流

V_{th} 目標電圧

I_{th} 目標電流

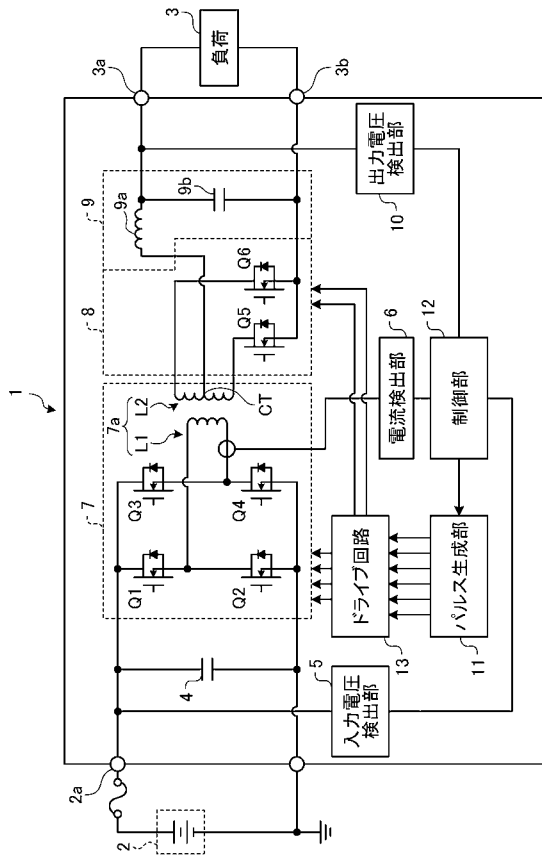
10

20

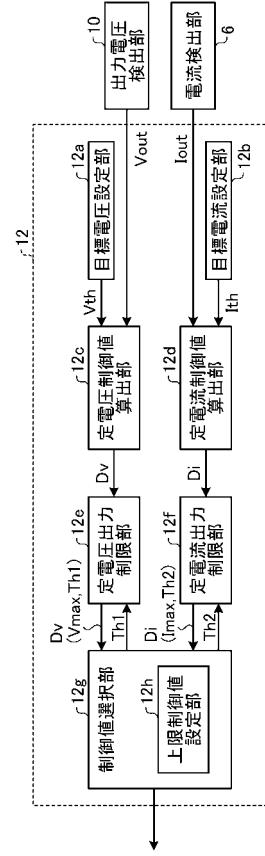
30

40

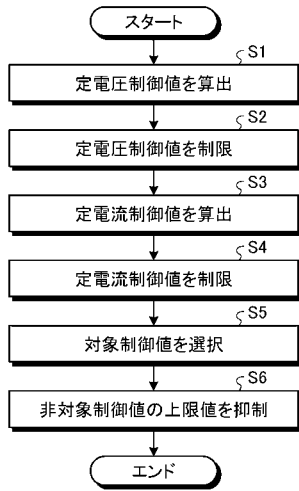
【図1】



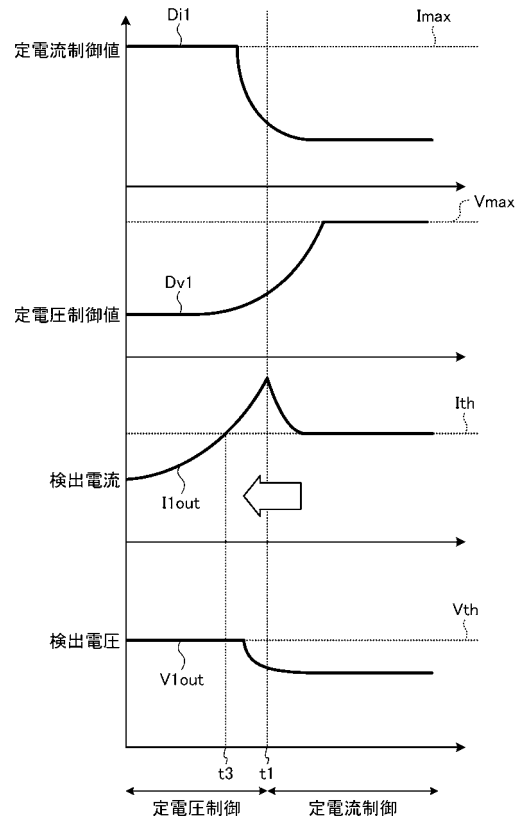
【図2】



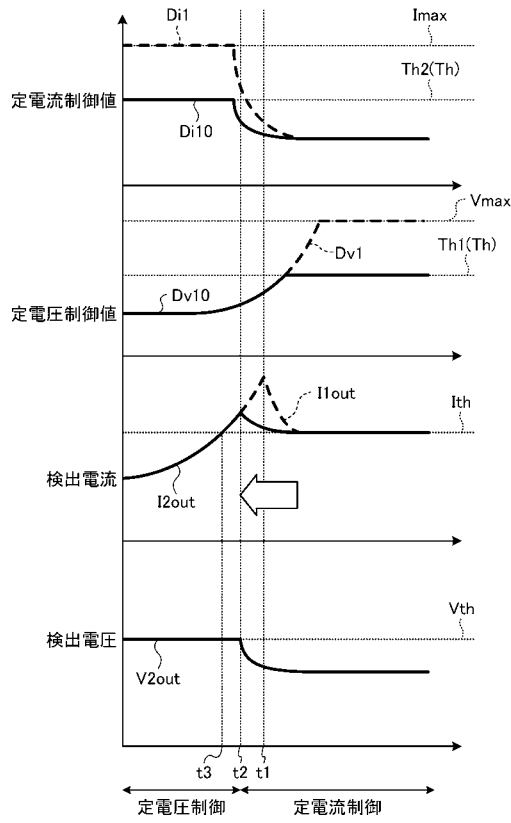
【図3】



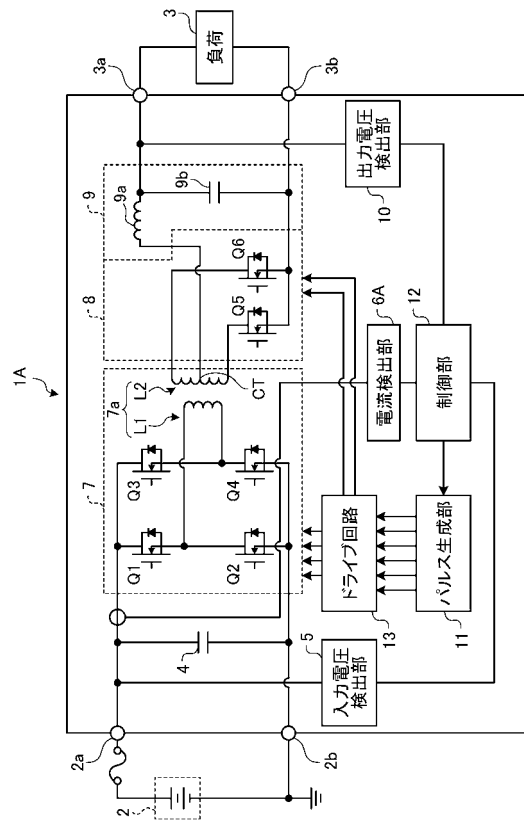
【図4】



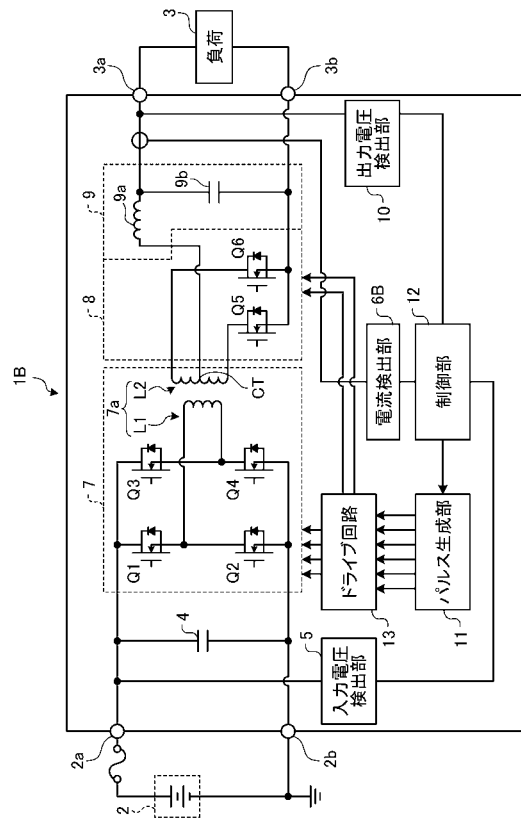
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

