

(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2011-172431

(P2011-172431A)

(43) 公開日 平成23年9月1日(2011.9.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02M 3/155 (2006.01)	H02M 3/155 Y	5H730
H01F 37/00 (2006.01)	H01F 37/00 S	
	H02M 3/155 W	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-35750 (P2010-35750)	(71) 出願人	000002853
(22) 出願日	平成22年2月22日 (2010.2.22)		ダイキン工業株式会社
			大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号
			梅田センタービル
		(74) 代理人	100088672
			弁理士 吉竹 英俊
		(74) 代理人	100088845
			弁理士 有田 貴弘
		(74) 代理人	100103229
			弁理士 福市 朋弘
		(72) 発明者	榮 紀雄
			滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の
			2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

最終頁に続く

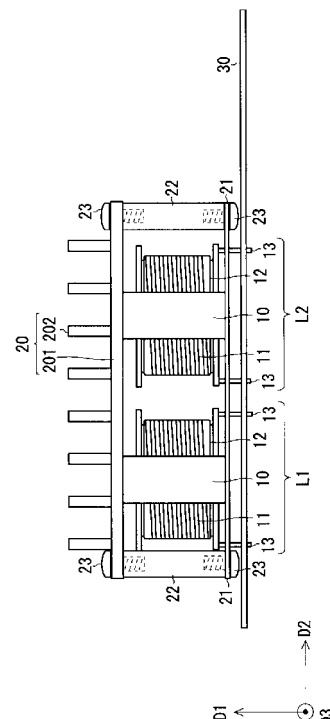
(54) 【発明の名称】 スイッチング電源回路

(57) 【要約】

【課題】リアクトルの温度差に起因する電流の歪みを低減できるスイッチング電源回路を提供する。

【解決手段】リアクトルL1は第1入力端と第1出力端との間を結ぶ第1経路上に設けられる。ダイオードは第1リアクトルに対して第1出力端側で直列に接続されて、そのアノードを第1リアクトル側に向けて設けられる。リアクトルL2は第1入力端と第1出力端との間を結ぶ第2経路上に設けられる。第2ダイオードはリアクトルL2に対して第1出力端側で直列に接続されて、そのアノードをリアクトルL2側に向けて設けられる。第1及び第2スイッチング素子はそれぞれリアクトルL2と第2ダイオードとの間の点と、第2入力端と第2出力端とを結ぶ第3経路との間およびリアクトルL2と第3経路との間に設けられる。伝熱部材20はリアクトルL1, L2のいずれにも接触する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 及び第 2 の入力端 (P 1 , P 2) と、
第 1 及び第 2 の出力端 (P 3 , P 4) と、
前記第 1 の入力端と前記第 1 の出力端との間を結ぶ第 1 の経路 (L H 1) と、
前記第 1 の経路上に設けられた第 1 のリアクトル (L 1) と、
前記第 1 の経路上で、前記第 1 のリアクトルに対して前記第 1 の出力端側で直列に接続されて、そのアノードを前記第 1 のリアクトル側に向けて設けられる第 1 のダイオード (D 1) と、

10

前記第 2 の入力端と前記第 2 の出力端との間を結ぶ第 3 の経路 (L L) と、
前記第 1 のリアクトルと前記第 1 のダイオードとの間の点と、前記第 3 の経路との間に設けられた第 1 のスイッチング素子 (S 1) と、

前記第 1 の入力端と前記第 1 の出力端との間を結び前記第 1 の経路とは異なる第 2 の経路 (L H 2) と、

前記第 2 の経路上に設けられた第 2 のリアクトル (L 2) と、

前記第 2 の経路上で、前記第 2 のリアクトルに対して前記第 1 の出力端側で直列に接続されて、そのアノードを前記第 2 のリアクトル側に向けて設けられる第 2 のダイオード (D 2) と、

前記第 2 のリアクトルと前記第 2 のダイオードとの間の点と、前記第 3 の経路 (L L) との間に設けられた第 2 のスイッチング素子 (S 2) と、

20

前記第 1 及び前記第 2 のリアクトルのいずれにも接触する伝熱部材 (2 0) とを備える、スイッチング電源回路。

【請求項 2】

前記第 1 及び前記第 2 のリアクトル (L 1 , L 2) は所定方向の一方から前記伝熱部材 (2 0) と接触し、

前記所定方向の他方から前記第 1 及び前記第 2 のリアクトルと接触して前記伝熱部材とともに前記第 1 及び前記第 2 のリアクトルを挟んで固定する固定部材 (2 1 ~ 2 3) を更に備える、請求項 1 に記載のスイッチング電源回路。

【請求項 3】

前記第 1 及び前記第 2 の入力端 (P 1 , P 2) と前記第 1 及び前記第 2 の出力端 (P 3 , P 4) と前記第 1 及び前記第 2 のダイオード (D 1 , D 2) と前記第 1 及び前記第 2 のスイッチング素子 (S 1 , S 2) と前記第 1 及び前記第 2 のリアクトル (L 1 , L 2) とが設けられた基板 (3 0) を備え、

30

前記伝熱部材 (2 0) は前記基板に形成される、請求項 1 に記載のスイッチング電源回路。

【請求項 4】

前記第 1 及び前記第 2 のダイオード (D 1 , D 2) の一組及び前記第 1 及び前記第 2 のスイッチング素子 (S 1 , S 2) の一組の少なくともいずれか一方と接触する第 2 伝熱部材を備える、請求項 1 乃至 3 のいずれか一つに記載のスイッチング電源回路。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明はスイッチング電源回路に関し、例えばインターリーブ型の力率改善回路に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来から、入力側の力率を改善する力率改善回路として、リアクトルとダイオードとスイッチング素子とからなる回路（いわゆる昇圧回路）が提案されている。より詳細には、リアクトルとスイッチング素子とが 2 つの入力端の間で相互に直列に接続され、2 つの出力端の間でダイオードとスイッチング素子とが相互に直列に接続される。ダイオードはそ

50

のアノードをスイッチング素子側に向けて設けられる。

【0003】

かかる回路において、スイッチング素子が導通しているときにはリアクトルとスイッチング素子とを介して入力端に電流が流れ、スイッチング素子が非導通であるときにはリアクトルとダイオードと出力端とを介して入力端に電流が流れる。これによって、入力電流の導通角度を広げ、以って入力側の力率を改善している。

【0004】

また複数の当該回路を設けて、これらに属するスイッチング素子の導通タイミングを互いに異ならせる、いわゆるインターリーブ形の力率改善回路も提案されている。

【0005】

なお本発明に関連する技術として特許文献1が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2005-80382号公報

【特許文献2】特開2005-110406号公報

【特許文献3】特許第3022180号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

複数の回路にそれぞれ属する複数のリアクトルに温度差が生じると、かかる温度差に応じて複数のリアクトルのインダクタンスが互いに相違しえる。例えば複数のリアクトル同士のインダクタンスは、同じ温度で同じ値を示し、その温度依存性もが同一であるとしても、それぞれの温度が異なれば、リアクトル同士でのインダクタンスが異なることになる。これにより、インターリーブ型の力率改善回路において、電流の歪みが発生する。この電流の歪みについては発明を実施するための形態において詳述する。

【0008】

そこで、本発明は、リアクトルの温度差に起因する電流の歪みを低減できるスイッチング電源回路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】

【0009】

本発明にかかるスイッチング電源回路の第1の態様は、第1及び第2の入力端(P1, P2)と、第1及び第2の出力端(P3, P4)と、前記第1の入力端と前記第1の出力端との間を結ぶ第1の経路(LH1)と、前記第1の経路上に設けられた第1のリアクトル(L1)と、前記第1の経路上で、前記第1のリアクトルに対して前記第1の出力端側で直列に接続されて、そのアノードを前記第1のリアクトル側に向けて設けられる第1のダイオード(D1)と、前記第2の入力端と前記第2の出力端との間を結ぶ第3の経路(LL)と、前記第1のリアクトルと前記第1のダイオードとの間の点と、前記第3の経路との間に設けられた第1のスイッチング素子(S1)と、前記第1の入力端と前記第1の出力端との間を結び前記第1の経路とは異なる第2の経路(LH2)と、前記第2の経路上に設けられた第2のリアクトル(L2)と、前記第2の経路上で、前記第2のリアクトルに対して前記第1の出力端側で直列に接続されて、そのアノードを前記第2のリアクトル側に向けて設けられる第2のダイオード(D2)と、前記第2のリアクトルと前記第2のダイオードとの間の点と、前記第3の経路(LL)との間に設けられた第2のスイッチング素子(S2)と、前記第1及び前記第2のリアクトルのいずれにも接触する伝熱部材(20)とを備える。

【0010】

本発明にかかるスイッチング電源回路の第2の態様は、第1の態様にかかるスイッチング電源回路であって、前記第1及び前記第2のリアクトル(L1, L2)は所定方向の一方から前記伝熱部材(20)と接触し、前記所定方向の他方から前記第1及び前記第2の

10

20

30

40

50

リアクトルと接触して前記伝熱部材とともに前記第 1 及び前記第 2 のリアクトルを挟んで固定する固定部材 (2 1 ~ 2 3) を更に備える。

【 0 0 1 1 】

本発明にかかるスイッチング電源回路の第 3 の態様は、第 1 の態様にかかるスイッチング電源回路であって、前記第 1 及び前記第 2 の入力端 (P 1 , P 2) と前記第 1 及び前記第 2 の出力端 (P 3 , P 4) と前記第 1 及び前記第 2 のダイオード (D 1 , D 2) と前記第 1 及び前記第 2 のスイッチング素子 (S 1 , S 2) と前記第 1 及び前記第 2 のリアクトル (L 1 , L 2) とが設けられた基板 (3 0) を備え、前記伝熱部材 (2 0) は前記基板に形成される。

【 0 0 1 2 】

本発明にかかるスイッチング電源回路の第 4 の態様は、第 1 乃至第 3 のいずれか一つの態様にかかるスイッチング電源回路であって、前記第 1 及び前記第 2 のダイオード (D 1 , D 2) の一組及び前記第 1 及び前記第 2 のスイッチング素子 (S 1 , S 2) の一組の少なくともいずれか一方と接触する第 2 伝熱部材を備える。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明にかかるスイッチング電源回路の第 1 の態様によれば、第 1 のリアクトル、第 1 のダイオード及び第 1 のスイッチング素子からなる回路と、第 2 のリアクトル、第 2 のダイオード及び第 2 のスイッチング素子からなる回路とを、力率改善回路として機能させることができる。しかも、これらの回路において、スイッチング素子の導通タイミングをずらすことによって、いわゆるインターリーブ型の力率改善回路を実現できる。

【 0 0 1 4 】

さらには、第 1 及び第 2 のリアクトルのいずれもが伝熱部材と接触されるので、これらは相互に熱的に連結される。よって、第 1 及び第 2 のリアクトルの温度の差を低減でき、温度による第 1 及び第 2 のリアクトルの間の特性差を低減できる。これにより、インターリーブ形の力率改善回路において、電流の歪みを低減することができる。

【 0 0 1 5 】

本発明にかかるスイッチング電源回路の第 2 の態様によれば、伝熱部材と固定部材とが複数のリアクトルを固定するので、これらを一体で取り扱うことができ、以ってスイッチング電源回路を製造しやすい。

【 0 0 1 6 】

本発明にかかるスイッチング電源回路の第 3 の態様によれば、伝熱部材が基板に形成されるので、製品のサイズを小型化できる。

【 0 0 1 7 】

本発明にかかるスイッチング電源回路の第 4 の態様によれば、温度差による複数のダイオードの特性差、或いは温度差による複数のスイッチング素子の特性差を低減することができ、以って電流の歪みを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

【図 1】スイッチング電源回路の概念的な構成の一例を示す図である。

【図 2】スイッチング素子のオン / オフの状態、リアクトルを流れる電流および入力端を流れる電流の一例を示す模式的な図である。

【図 3】リアクトルの概念的な構成の一例を示す図である。

【図 4】リアクトルの概念的な構成の一例を示す側面図である。

【図 5】リアクトルの概念的な構成の一例を示す上面図である。

【図 6】リアクトルの概念的な構成の一例を示す側面図である。

【図 7】リアクトルの概念的な構成の一例を示す上面図である。

【図 8】リアクトルの直流重畳特性の温度依存性を示す図である。

【図 9】スイッチング素子のオン / オフの状態、リアクトルを流れる電流および入力端を流れる電流の一例を示す模式的な図である。

10

20

30

40

50

【図 10】リアクトルの概念的な構成の一例を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

<スイッチング電源回路>

図 1 に例示するように、スイッチング電源回路は入力端 P 1 , P 2 と出力端 P 3 , P 4 と複数のリアクトル L 1 , L 2 と複数のダイオード D 1 , D 2 と複数のスイッチング素子 S 1 , S 2 とを備えている。

【0020】

入力端 P 1 , P 2 の間には直流電圧が印加される。例えば入力端 P 1 , P 2 には不図示のダイオード整流回路が接続される。ダイオード整流回路は交流電源からの交流電圧を整流し、整流後の直流電圧を入力端 P 1 , P 2 の間に印加する。ここでは入力端 P 2 に印加される電位は入力端 P 1 に印加される電位よりも低い。なお、入力端 P 1 , P 2 にダイオード整流回路が接続されることは必須要件ではない。入力端 P 1 , P 2 の間に直流電圧を印加する任意の構成が入力端 P 1 , P 2 に接続されていればよい。

10

【0021】

リアクトル L 1 は入力端 P 1 と出力端 P 3 とを結ぶ経路 L H 1 上に設けられている。リアクトル L 2 は入力端 P 1 と出力端 P 3 とを結ぶ経路 L H 2 上に設けられている。

【0022】

ダイオード D 1 は経路 L H 1 上において出力端 P 3 側でリアクトル L 1 と直列に接続されている。ダイオード D 1 はそのアノードをリアクトル L 1 に向けて設けられる。ダイオード D 2 は経路 L H 2 上において出力端 P 3 側でリアクトル L 2 と直列に接続されている。ダイオード D 2 はそのアノードをリアクトル L 2 に向けて設けられる。

20

【0023】

スイッチング素子 S 1 は、リアクトル L 1 とダイオード D 1 との間の点と、入力端 P 2 および出力端 P 4 を結ぶ経路 L L との間に設けられる。スイッチング素子 S 2 は、リアクトル L 2 とダイオード D 2 との間の点と、経路 L L との間に設けられる。なお図 1 の例示では、スイッチング素子 S 1 , S 2 が M O S (Metal Oxide Semiconductor) 電界効果トランジスタとして示されているが、これに限らない。スイッチング素子 S 1 , S 2 は例えば絶縁ゲートバイポーラトランジスタ又はバイポーラトランジスタ等であってよい。

【0024】

出力端 P 3 , P 4 の間には平滑コンデンサ C 1 が設けられている。平滑コンデンサ C 1 は入力端 P 1 , P 2 からリアクトル L 1 , L 2 、ダイオード D 1 , D 2 及びスイッチング素子 S 1 , S 2 を介して印加される直流電圧を平滑する。

30

【0025】

このようなスイッチング電源回路において、いずれも経路 L H 1 に接続されるリアクトル L 1 、ダイオード D 1 及びスイッチング素子 S 1 は回路 1 を構成し、いずれも経路 L H 2 に接続されるリアクトル L 2 、ダイオード D 2 及びスイッチング素子 S 2 は回路 2 を構成する。回路 1 , 2 は後述するように昇圧回路として機能するとともに入力側の力率を改善する力率改善回路として機能する。

【0026】

スイッチング素子 S 1 , S 2 の導通 / 非導通はそれぞれ制御部 6 によって制御される。なお、以下で説明するスイッチング素子 S 1 , S 2 の制御について、特別な記載が無い限りその主体は制御部 6 である。

40

【0027】

またここでは、制御部 6 はマイクロコンピュータと記憶装置を含んで構成される。マイクロコンピュータは、プログラムに記述された各処理ステップ（換言すれば手順）を実行する。上記記憶装置は、例えば R O M (Read Only Memory)、R A M (Random Access Memory)、書き換え可能な不揮発性メモリ（E P R O M (Erasable Programmable ROM) 等）、ハードディスク装置などの各種記憶装置の 1 つ又は複数で構成可能である。当該記憶装置は、各種の情報やデータ等を格納し、またマイクロコンピュータが実行するプログラムを格

50

納し、また、プログラムを実行するための作業領域を提供する。なお、マイクロコンピュータは、プログラムに記述された各処理ステップに対応する各種手段として機能すると把握でき、あるいは、各処理ステップに対応する各種機能を実現すると把握できる。また、制御部 6 はこれに限らず、制御部 6 によって実行される各種手順、あるいは実現される各種手段又は各種機能の一部又は全部をハードウェアで実現しても構わない。

【0028】

< 回路 1 , 2 の協働運転 >

本スイッチング電源回路においては回路 1 , 2 を協働して運転させることができる。かかる運転はインターリーブとも呼ばれる。以下、スイッチング素子 S 1 の制御を説明し、次いでスイッチング素子 S 2 の制御を説明する。

10

【0029】

図 2 にはスイッチング素子 S 1 の導通 / 非導通の状態と、リアクトル L 1 を流れる電流 I_{L1} とが示されている。図 1 を参照して、回路 1 においてスイッチング素子 S 1 が導通していれば、入力端 P 1 から入力端 P 2 へとリアクトル L 1 及びスイッチング素子 S 1 を経由して電流が流れる。かかる電流はリアクトル L 1 のインダクタンスと入力端 P 1 , P 2 の間の直流電圧とによって定まる傾斜に応じて増大する (図 2 において電流 I_{L1} を参照) 。かかる電流によってリアクトル L 1 には電磁エネルギーが蓄積される。

【0030】

そしてスイッチング素子 S 1 が導通から非導通へと切り替わると、入力端 P 1 から入力端 P 2 へとリアクトル L 1 、ダイオード D 1 及び平滑コンデンサ C 1 を経由して電流が流れる。このとき、リアクトル L 1 に蓄積された電磁エネルギーによる電圧 (誘導起電圧) が入力端 P 1 , P 2 の間の直流電圧に加算されて、その合計が平滑コンデンサ C 1 に印加される。よって、入力端 P 1 , P 2 の間の直流電圧を昇圧して平滑コンデンサ C 1 に印加できる。

20

【0031】

かかる電流はリアクトル L 1 のインダクタンス及び平滑コンデンサ C 1 の静電容量等に基づく傾斜で低減する (図 2 において電流 I_{L1} を参照) 。そして、かかる電流、即ち電流 I_{L1} が零になったときに、再びスイッチング素子 S 1 を導通させる。その後は上述した動作を繰り返す。かかる動作により電流 I_{L1} は鋸歯状の形状に沿って変化する。このようにリアクトル L 1 に流れる電流 I_{L1} が零に至った以後にスイッチング素子 S 1 を導通させるモードは、いわゆる臨界電流モードと呼ばれる。なお、かかるスイッチング素子 S 1 の制御のために、図 1 の例示では、検知された電流 I_{L1} が制御部 6 へと入力されている。制御部 6 は電流 I_{L1} が零に至ったことを検知してスイッチング素子 S 1 を導通させる。

30

【0032】

以上のように回路 1 は、入力端 P 1 , P 2 の間の電圧を昇圧して出力端 P 3 , P 4 の間に印加する昇圧回路として機能することができる。また平滑コンデンサ C 1 へと電流が流れない期間 (スwitchング素子 S 1 が導通する期間) であっても、スイッチング素子 S 1 を介して入力端 P 1 , P 2 には電流が流れる。よって、入力端 P 1 , P 2 を流れる電流の導通角度を広げることができる。換言すれば回路 1 は力率改善回路として機能することができる。

40

【0033】

図 2 にはスイッチング素子 S 2 の導通 / 非導通の状態、及びリアクトル L 2 を流れる電流 I_{L2} も示されている。スイッチング素子 S 2 は、スイッチング素子 S 1 が導通した時点から所定期間経過したときに導通する。かかる所定期間は、スイッチング素子 S 1 が導通してから再び導通するまでの期間 (以下、周期とも呼ぶ) T より短い期間である。図 2 の例示では、所定期間として期間 T の半分を採用しており、以下では所定期間として期間 T の半分を採用した場合について説明する。

【0034】

なお、制御部 6 は、電流 I_{L2} が零に至ることを更なる条件の一つとしてスイッチング

50

素子 S_2 を導通させてもよい。即ち、所定期間 T の半分が経過しても、電流 I_{L2} が零に至っていなければ、制御部 6 はスイッチング素子 S_2 を導通させない。かかる制御のために、図 1 の例示では、電流 I_{L2} が制御部 6 に入力されている。そして、かかる制御によって、回路 2 における電流臨界モードをより確実に実現できる。

【0035】

さて、スイッチング素子 S_2 がスイッチング素子 S_1 から例えば半周期遅れて動作することにより、回路 2 においては回路 1 に対して例えば半周期遅れて動作が行われる。よって、リアクトル L_2 を流れる電流 I_{L2} はリアクトル L_1 に流れる電流 I_{L1} に対して遅れる（図 2 の電流 I_{L1} , I_{L2} を参照）。したがって、電流 I_{L1} の最大値と電流 I_{L2} の最大値が互いに例えば半周期ずれる。

10

【0036】

入力端 P_1 , P_2 を流れる電流 I は電流 I_{L1} , I_{L2} の和と等しい。かかる和によって、電流 I_{L1} の値が低い部分（いわゆる谷）は電流 I_{L2} の値が高い部分（いわゆる山）によって埋められる。同様に、電流 I_{L2} の谷は電流 I_{L1} の山によって埋められる。よって、電流 I の変動成分（いわゆる高調波成分）を低くすることができる（図 2 の電流 I を参照）。なお、電流 I_{L1} , I_{L2} の周期のずれは半周期に限らないが、半周期であれば最も高調波成分を低減できる。また電流 I_{L1} の谷を電流 I_{L2} の山が埋めるので、電流 I_{L1} の平均値を高めることもできる。換言すれば、回路 1 を単独で動作させる場合と同じ平均値を達成するために、電流 I の最大値を低減することができる。

【0037】

20

なお図 2 の例示では、リアクトル L_1 , L_2 のインダクタンスは相互に等しく、スイッチング素子 S_1 , S_2 の導通期間は互いに等しい。よって、図 2 の例示では、電流 I_{L1} , I_{L2} は周期のずれを除いて互いに同一形状を有している。しかも図 2 の例示では、スイッチング素子 S_1 の導通期間と非導通期間とが互いに等しい。よって、電流 I_{L1} , I_{L2} は二等辺三角形が繰り返し現れた形状を有している。したがって、電流 I_{L1} , I_{L2} の合計（即ち電流 I ）が一定となっている。このとき入力端 P_1 , P_2 を流れる電流 I の歪みは最も小さい。

【0038】

<リアクトル L_1 , L_2 のインダクタンスの熱依存性>

しかるにリアクトル L_1 , L_2 のインダクタンスの間に差が生じると、入力端 P_1 , P_2 を流れる電流 I の歪みを招く。以下、まず、リアクトルのインダクタンスの熱依存性について説明し、次に電流の歪みについて説明する。

30

【0039】

リアクトルのインダクタンスは図 8 に例示するように自身を流れる電流の値によって変化する。より詳細には、電流の値が所定値よりも低い領域では、リアクトルのインダクタンスは電流の値に依存せずほぼ一定である。一方、電流の値が所定値よりも高い領域では、電流の値が増大するほどリアクトルのインダクタンスは低下する。これはリアクトルに流れる電流が大きいほどリアクトルのコアに流れる磁束が増大し、磁束がある値を超えるとコアが磁気飽和するからである。

【0040】

40

またリアクトルの温度が高いほど、リアクトルのインダクタンスはより低い電流値から低下をはじめめる。これはコアの温度が高いほどコアがより低い磁束で磁気飽和するからである。図 8 の例示では、リアクトルの温度が温度 T_1 であるときのインダクタンスが実線で示され、温度 T_1 よりも温度が高い温度 T_2 のときのインダクタンスが破線で示されている。このようなリアクトルのインダクタンス特性はいわゆる直流重畳特性と呼ばれる。

【0041】

以下では、リアクトル L_1 の温度が温度 T_1 であり、リアクトル L_2 の温度が温度 T_2 である場合を例にとって、電流 I_{L1} , I_{L2} , I について説明する。スイッチング素子 S_1 , S_2 は図 2 を参照して説明した方法と同様に制御される。なおここでは、リアクトル L_1 , L_2 は、リアクトル L_1 のインダクタンスが一定であってリアクトル L_2 のイン

50

ダクタンスが電流の増大とともに低下する領域で動作するものと仮定する。

【 0 0 4 2 】

電流 I_{L1} は図 9 に例示するように、図 2 の電流 I_{L1} と同じである。リアクトル $L1$ のインダクタンスが一定である領域に含まれているからである。一方、電流 I_{L2} は、図 9 に例示するように、電流 I_{L2} が最大値を採る付近でその傾斜が増大し、電流 I_{L2} はこの付近で突出した形状を有する。これは以下の理由による。

【 0 0 4 3 】

即ち、リアクトル $L2$ のインダクタンスは、電流 I_{L2} の値が所定値 ($<$ 電流 I_{L2} の最大値) より大きい範囲で、電流 I_{L2} が増大するに伴って減少する (図 8 参照)。これに伴って、電流 I_{L2} が所定値よりも大きい範囲で電流 I_{L2} の傾斜が増大するからである。これにより、電流 I_{L2} の最大値は電流 I_{L1} の最大値を超える。

10

【 0 0 4 4 】

電流 I_{L2} の突出によって、電流 I_{L1} , I_{L2} の和たる電流 I も、電流 I_{L2} が最大値を採る付近で電流が増大する方向に突出した形状を有する。以上のように、リアクトル $L1$, $L2$ の温度差に起因して電流 I に歪みが生じる。本実施の形態では、かかる電流 I の歪みを低減する。

【 0 0 4 5 】

本スイッチング電源回路においては、図 3 に例示するように、リアクトル $L1$, $L2$ のいずれもが伝熱部材 20 と接触している。伝熱部材 20 はリアクトル $L1$, $L2$ の両方と接触してこれらを熱的に連結する。伝熱部材 20 は例えば金属部材 (例えばヒートシンク) である。なお伝熱部材 20 は熱的に結合できる素材で形成されていればよく、例えば銀、銅、アルミニウムなどの金属、又はアルミナ、窒化アルミニウム、炭化珪素、グラファイトなどのセラミック、又は熱伝導性樹脂 (例えば前述の金属またはセラミックが添付された樹脂) であってもよい。

20

【 0 0 4 6 】

これにより、リアクトル $L1$, $L2$ に蓄積される熱は伝熱部材 20 を介して相互に移動するので、リアクトル $L1$, $L2$ の温度差を低減できる。したがって、上述したリアクトル $L1$, $L2$ の温度差に起因する電流 I の歪みを、低減することができる。また伝熱部材 20 がヒートシンクなどの放熱部材として機能すれば、リアクトル $L1$, $L2$ の温度上昇も抑制することができる。

30

【 0 0 4 7 】

また図 3 に例示するように、リアクトル $L1$, $L2$ はそれぞれコア 10 とコイル 11 とボビン 12 と端子 13 とを有している。ボビン 12 は例えば電氣的絶縁性を有する樹脂で形成されている。ボビン 12 はコイル 11 が巻回される本体部と、当該本体部の両側にあってコイル 11 の巻き崩れを防止する底部とを有している。図 3 の例示では、当該底部の一方には 2 つの端子 13 が設けられている。2 つの端子 13 の一方にはコイル 11 の巻き始めの線が電氣的に接続され、他方にはコイル 11 の巻き終わりの線が電氣的に接続される。またボビン 12 にはコイル 11 の内側を貫通する中空が設けられている。コア 10 は軟磁性体 (例えば鉄) で形成される。コア 10 は例えば外鉄形単相鉄心である。具体的には、コア 10 は、当該中空を貫通する部分と、コイル 11 の外周側で当該部分と平行に延在する部分とがその両側で連結された構造を有し、磁気回路を構成している。

40

【 0 0 4 8 】

図 3 の例示では、伝熱部材 20 はリアクトル $L1$, $L2$ がそれぞれ有するコア 10 と接触している。上述したようにコア 10 の温度が磁束飽和に影響し、これによってインダクタンスが変化する。従って、伝熱部材 20 が直接にコア 10 と接触することで、リアクトル $L1$, $L2$ の間のインダクタンスの差を効率的に低減することができる。ただし、例えばボビン 12 が熱を伝えやすい材質で形成されている場合は伝熱部材 20 がボビン 12 と接触していても良い。

【 0 0 4 9 】

また図 3 の例示では、リアクトル $L1$, $L2$ は伝熱部材 20 と取り付け部材 21 と連結

50

部材 2 2 によって固定されている。より詳細には、伝熱部材 2 0 は、リアクトル L 1 , L 2 に対して所定方向 D 1 の一方側からリアクトル L 1 , L 2 の両方に接触している。取り付け部材 2 1 はリアクトル L 1 , L 2 に対して所定方向 D 1 の他方側からリアクトル L 1 , L 2 の両方に接触している。連結部材 2 2 は伝熱部材 2 0 と取り付け部材 2 1 とを所定方向 D 1 で連結する部材である。連結部材 2 2 は例えば所定方向 D 1 に垂直な方向 D 2 におけるリアクトル L 1 , L 2 の一組の両側に設けられる。そしてねじ 2 3 によって、伝熱部材 2 0 と連結部材 2 2 とが固定され、取り付け部材 2 1 と連結部材 2 2 とが固定される。

【 0 0 5 0 】

なお図 3 の例示では、取り付け部材 2 1 が端子 1 3 側に取り付けられているので、取り付け部材 2 1 には端子 1 3 によって貫通される不図示の孔が設けられている。

10

【 0 0 5 1 】

かかる構造であれば、リアクトル L 1 , L 2 が伝熱部材 2 0 と、取り付け部材 2 1 とに挟持され、連結部材 2 2 によって当該挟持が固定される。よって、スイッチング電源回路を製造するに際してリアクトル L 1 , L 2 を一体として取り扱うことができる。したがって、スイッチング電源回路を製造しやすい。

【 0 0 5 2 】

なお、取り付け部材 2 1 および連結部材 2 2 を、リアクトル L 1 , L 2 を挟んで固定する固定部材として把握することができる。図 3 の例示では、取り付け部材 2 1 と連結部材 2 2 とは互いに別体であるが、これに限らず一体であってもよい。また伝熱部材 2 0 、取り付け部材 2 1 および連結部材 2 2 が一体であってもよい。この場合、これらが一体化した部材に対して、方向 D 2 に垂直な方向 D 3 からリアクトル L 1 , L 2 を挿入すればよい。ただし、図 3 の例示では端子 1 3 が取り付け部材 2 1 側に設けられているので、取り付け部材 2 1 には方向 D 3 に対して端子 1 3 を通過させる切込みが設けられている必要がある。

20

【 0 0 5 3 】

また図 3 の例示では、リアクトル L 1 , L 2 が基板 3 0 に実装されている。より詳細には、端子 1 3 が基板 3 0 と電氣的に接続されて、リアクトル L 1 , L 2 が基板 3 0 に実装される。基板 3 0 には他の電子部品、即ちダイオード D 1 , D 2 及びスイッチング素子 S 1 , S 2 が実装されている。

30

【 0 0 5 4 】

かかる構造において、伝熱部材 2 0 はリアクトル L 1 , L 2 に対して基板 3 0 とは反対側に位置している。そして、図 3 の例示では伝熱部材 2 0 はヒートシンクであって、リアクトル L 1 , L 2 の両方と接触する部材 2 0 1 と、部材 2 0 1 から基板 3 0 に垂直な方向に沿って基板 3 0 とは反対側へと延在する複数のフィン 2 0 2 とを有している。

【 0 0 5 5 】

かかる構造によれば、基板 3 0 に平行な方向（ここでは複数のフィン 2 0 2 は所定の方向において間隔を空けて配置されるので図 3 中の紙面に垂直な方向 D ）に沿って空気が複数のフィン 2 0 2 の間を通ることができ、以って伝熱部材 2 0 の放熱効率を向上することができる。よって、リアクトル L 1 , L 2 の温度の上昇も抑制しやすい。なお、フィン 2 0 2 の間を流れる空気の流動は、例えばフィン 2 0 1 が地面に対して水平方向で並んで配置されるように、基板 3 0 を配置することでも生じる。これは、リアクトル L 1 , L 2 の発熱により、上昇気流が生じるからである。また、所定の装置内に基板 3 0 とファンとが配置され、かかるファンによってフィン 2 0 1 の間を流れる空気の流動が生じることも考えられる。

40

【 0 0 5 6 】

また基板 3 0 に垂直な空気の流動が生じる装置に対して伝熱部材 2 0 の放熱効率を向上すべく、図 4 , 5 の例示を参照して、フィン 2 0 2 が部材 2 0 1 から基板 3 0 に平行な方向に延在するように、基板 3 0 に平行な方向から伝熱部材 2 0 をリアクトル L 1 , L 2 に接触させてもよい。

50

【 0 0 5 7 】

なお図 3 を参照した説明と同様に、リアクトル L_1 , L_2 を固定する固定部材 (図 4 , 5 の例示では取り付け部材 2 1 および連結部材 2 2) を設けてもよい。即ち、基板 3 0 に平行な方向において、伝熱部材 2 0 と固定部材とによってリアクトル L_1 , L_2 を挟んで固定してもよい。

【 0 0 5 8 】

また図 6 , 7 に例示するように伝熱部材 2 0 が基板 3 0 に形成されていてもよい。なお、図 6 の例示では、基板 3 0 の法線方向における伝熱部材 2 0 の厚みを誇張して示しているが、実際には基板 3 0 上に設けられる配線の厚みと同程度である。伝熱部材 2 0 は基板 3 0 上に実装されたリアクトル L_1 , L_2 の両方と接触して、リアクトル L_1 , L_2 を熱的に連結する。これによって、リアクトル L_1 , L_2 の温度差を低減することができ、以て温度差に起因する電流 I の歪みを低減することができる。なお図 6 , 7 の例示では伝熱部材 2 0 はリアクトル L_1 , L_2 が有するコア 1 0 と接触している。上述したようにコア 1 0 の温度が磁束飽和に影響し、これによってインダクタンスが変化する。よって、より直接にリアクトル L_1 , L_2 の間でコア 1 0 を熱的に連結することで、インダクタンスの差を効率的に低減することができる。ただし、例えばボビン 1 2 が熱を伝えやすい材質で形成されている場合は伝熱部材 2 0 がボビン 1 2 と接触していても良い。

【 0 0 5 9 】

また伝熱部材 2 0 を基板 3 0 に形成しているので、図 3 ~ 5 に例示する構造に比して、製品サイズを低減することができる。またリアクトル L_1 , L_2 に発生した熱が伝熱部材 2 0 を介して基板 3 0 側へと流れて放熱するのでリアクトル L_1 , L_2 の温度上昇も抑制できる。

【 0 0 6 0 】

伝熱部材 2 0 は基板 3 0 上の配線 (例えば経路 LH_1 , LH_2 , LL を形成する配線) と同じ材質で形成されてもよい。これにより、配線を形成する工程に併せて伝熱部材 2 0 を形成することができる。よって、基板 3 0 に伝熱部材 2 0 と配線とを別個にパターン形成する場合に比べて、製造コストを低減できる。

【 0 0 6 1 】

なお図 6 及び図 7 を参照して説明した伝熱部材 2 0 と、図 3 乃至図 5 を参照して説明した伝熱部材 2 0 の両方が、リアクトル L_1 , L_2 に設けられていても良い。

【 0 0 6 2 】

また上述したいずれの態様でも、スイッチング素子 S_1 , S_2 の一組およびダイオード D_1 , D_2 の一組の少なくともいずれか一方が、それぞれの端子が接触することなく伝熱部材と接触していても良い。例えば図 1 0 の例示では、基板 3 0 の一方の面に、スイッチング素子 S_1 , S_2 およびダイオード D_1 , D_2 が設けられている。そして、スイッチング素子 S_1 , S_2 およびダイオード D_1 , D_2 に対して、基板 3 0 とは反対側から伝熱部材 2 5 が設けられている。伝熱部材 2 5 は例えば金属部材であって、スイッチング素子 S_1 , S_2 およびダイオード D_1 , D_2 と接触している。これにより、スイッチング素子 S_1 , S_2 の温度差に起因するスイッチング素子 S_1 , S_2 の特性 (例えばスイッチング損失特性、導通損失特性) の差を低減できる。同様に、ダイオード D_1 , D_2 の温度差に起因するダイオード D_1 , D_2 の特性 (例えば順方向電圧、逆回復特性) の差を低減できる。

【 0 0 6 3 】

そしてスイッチング素子 S_1 , S_2 或いはダイオード D_1 , D_2 の特性差に起因して、電流 I_{L1} , I_{L2} の形状が互いに相違し、これによって電流 I の歪みを起因するところ、スイッチング素子 S_1 , S_2 の温度差或いはダイオード D_1 , D_2 の温度差が低減されるので、これに起因する電流 I の歪みを低減できる。

【 0 0 6 4 】

伝熱部材 2 5 はスイッチング素子 S_1 , S_2 の一組およびダイオード D_1 , D_2 の一組の少なくともいずれか一方と基板 3 0 との間に設けられていてもよい。また基板 3 0 のう

ち、スイッチング素子 S_1 , S_2 の一組およびダイオード D_1 , D_2 の一組の少なくともいずれか一方の存する領域の、基板 30 の他方の面に伝熱部材 25 が設けられていてもよい。この場合、スイッチング素子 S_1 , S_2 同士或いはダイオード D_1 , D_2 同士は基板 30 および伝熱部材 25 を経由して熱的に連結される。換言すれば、伝熱部材 25 および基板 30 が伝熱部材として把握される。

【0065】

なお本実施の形態では、スイッチング電源回路として、回路 1 , 2 を備える構造について説明したが、これに限らない。回路 1 , 2 と同様の構成を有する複数の回路がスイッチング電源回路に設けられ、これら複数の回路にそれぞれ属する複数のリアクトルが伝熱部材 20 によって接触してればよい。

【符号の説明】

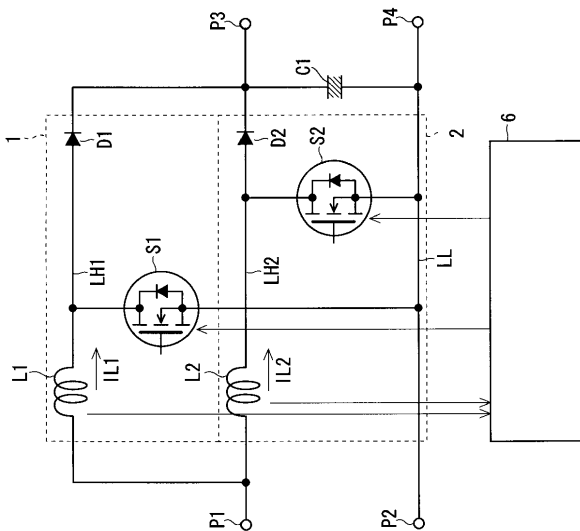
【0066】

- 20 伝熱部材
- 21 取り付け部材
- 22 連結部材
- 23 ねじ
- 30 基板
- D_1 , D_2 ダイオード
- L_1 , L_2 リアクトル
- LH_1 , LH_2 , LL 経路
- S_1 , S_2 スwitching素子

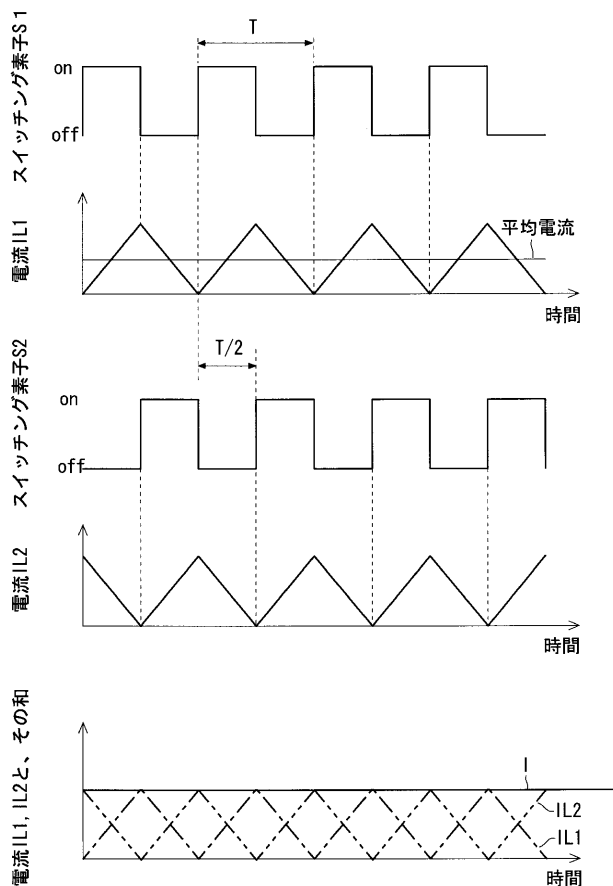
10

20

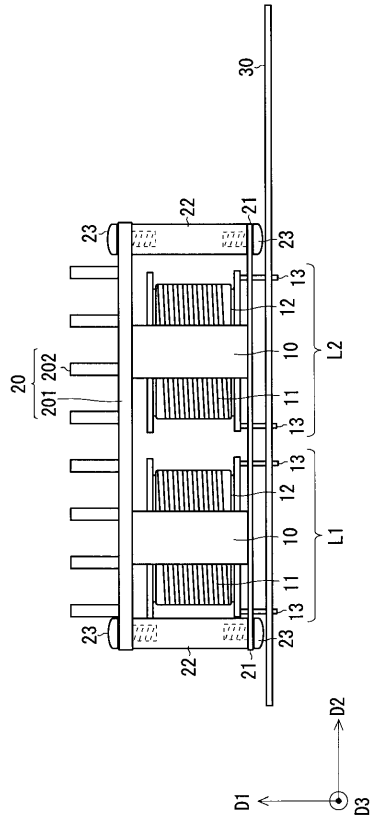
【図 1】



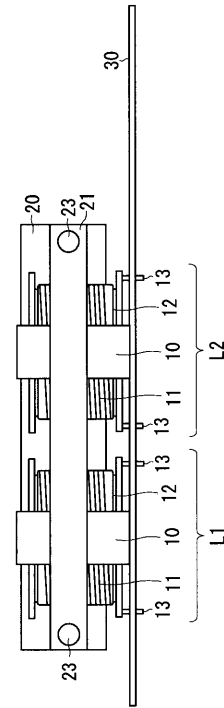
【図 2】



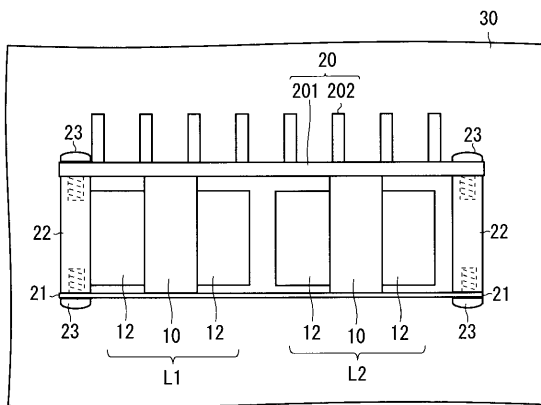
【図 3】



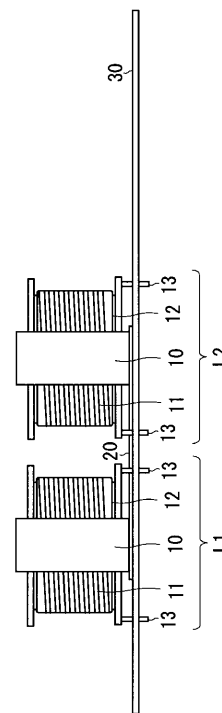
【図 4】



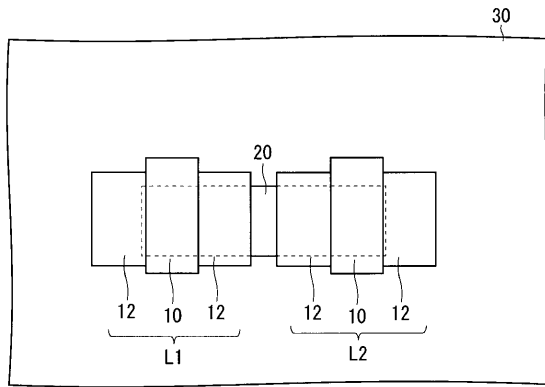
【図 5】



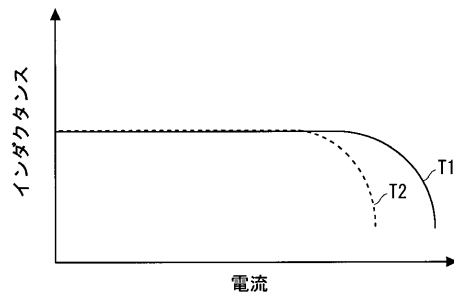
【図 6】



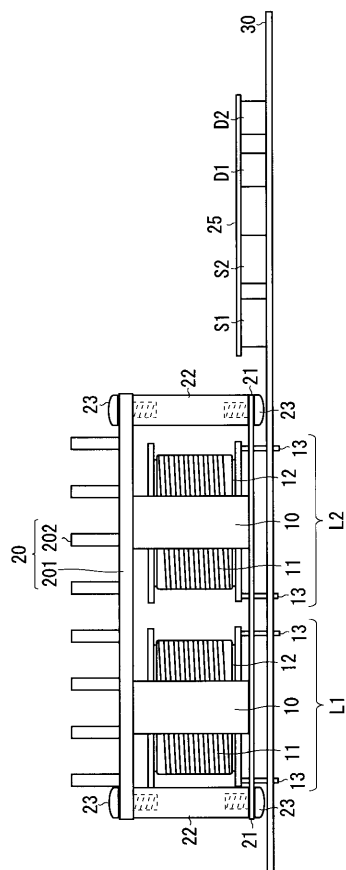
【図 7】



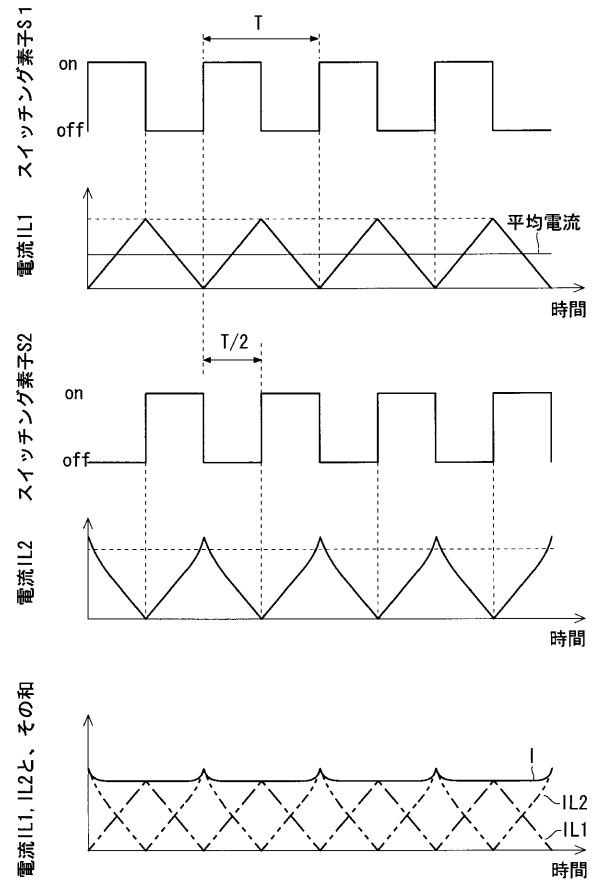
【図 8】



【図 10】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 矢吹 俊生

滋賀県草津市岡本町字大谷 1 0 0 0 番地の 2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

(72)発明者 大下 和広

滋賀県草津市岡本町字大谷 1 0 0 0 番地の 2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

F ターム(参考) 5H730 AA05 BB14 BB82 BB88 ZZ11 ZZ17