(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2005 年2 月17 日 (17.02.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/015725 A1

(51) 国際特許分類[7]: H02M 3/28

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/008323

(22) 国際出願日: 2004 年6 月14 日 (14.06.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2003-291594 2003 年8 月11 日 (11.08.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): サンケン電気株式会社 (SANKEN ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒3528666 埼玉県新座市北野３丁目６番３号 Saitama (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鶴谷 守 (TSURUYA, Mamoru) [JP/JP].

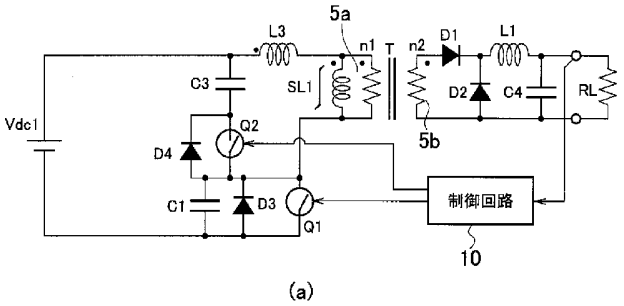
(74) 代理人: 三好 秀和 (MIYOSHI, Hidekazu); 〒1050001 東京都港区虎ノ門１丁目２番３号 虎ノ門第１ビル９階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,

[続葉有]

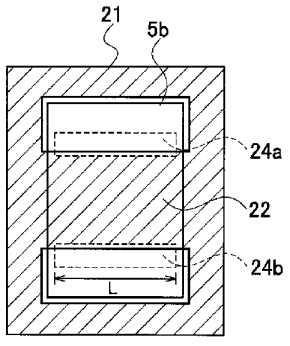
(54) Title: SWITCHING POWER SUPPLY DEVICE

(54) 発明の名称: スイッチング電源装置

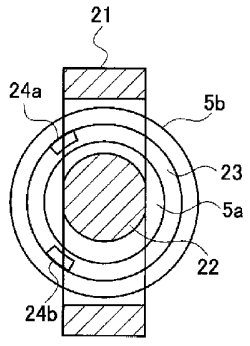


(a)

10...CONTROL CIRCUIT



(b)



(c)

(57) Abstract: A switching power supply device includes: a first series circuit connected to both ends of a DC power source (Vdc1) and having a primary winding (5a) of a transformer (T), a reactor (L3), and a switch (Q1); a second series circuit connected to both ends of the primary winding (5a) and the reactor (L3) and having a switch (Q2) and a capacitor (C3); rectification smoothing circuits (D1, D2, L1, C4); and a control circuit (10) for alternately turning ON/OFF the switch (Q1) and the switch (Q2). The transformer (T) includes: a main core (21) having a magnetic circuit and the first winding (5a) and a second winding (5b) mounted at a predetermined interval (23); and auxiliary cores (24a, 24b) arranged in the interval (23) at a predetermined distance along the circumferential direction of the primary winding (5a). The reactor (L3) is formed by leakage inductance of the transformer (T).

(57) 要約: 直流電源Ｖｄｃ１の両端に接続され、トランスＴの１次巻線５ａとリアクトルＬ３とスイッチＱ１との第１直列回路と、１次巻線５ａ及びリアクトルＬ３の両端に接続され、スイッチＱ２とコンデンサＣ３との第２直列回路と、整流平滑回路Ｄ１，Ｄ２，Ｌ１，Ｃ４と、スイッチＱ１とスイッチＱ２とを交互にオン／オフさせる制御回路１０とを備え、トランスＴは、磁気回路が形成され、１次巻線５ａと２次巻線５ｂとが所定の間隙２３を隔てて取り付けられた主コア２１と、間隙２３に１次巻線５ａの周方向に沿って所定の距離を隔てて設けられた補助コア２４ａ，２４ｂとを備え、リアクトルＬ３は、トランスＴのリーケージインダクタンスにより形成される。

WO 2005/015725 A1

SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

スイッチング電源装置

技術分野

[0001] 本発明は、高効率、小型、低ノイズなスイッチング電源装置に関するものである。

背景技術

[0002] スイッチング電源装置は、トランスの1次巻線に流れる電流をスイッチによりオン／オフ制御することによりトランスの2次巻線に発生した電圧を整流平滑して得られた直流出力を負荷に供給している。このスイッチング電源装置に用いられるトランスは、エネルギーの伝送を行っているので、構造及び特性が特に重要である。

[0003] 図1は、特開2000－340441号記載の磁気漏れ変圧器の一例の構成を示す図である。図1に示す磁気漏れ変圧器111は、磁気回路が形成される、磁気材料からなるEコア113と、Eコア113と共に主鉄心を構成するIコア115と、Eコア113の適宜箇所に取り付けられた1次巻線119及び2次巻線125と、磁気回路からの漏れ磁束が通過する位置に設けられた、磁気材料からなる円筒状の磁気漏れ鉄心123と、磁気漏れ鉄心123に取り付けられた、漏れ磁束を検出するための電流検出巻線121とを有している。

[0004] この磁気漏れ変圧器111によれば、磁気回路からの漏れ磁束が通過する位置に、磁気材料からなる磁気漏れ鉄心123を設けると共に、この磁気漏れ鉄心123に、漏れ磁束を検出するための電流検出巻線121を取り付けることとしたので、電力損失が生ぜず、構造が複雑化することなく、電流検出が行える。

発明の開示

[0005] 一方、最近では、トランスの1次巻線に直列にリアクトルを接続し、このリアクトルに蓄えられたエネルギーを利用してスイッチをスイッチング動作させることにより、スイッチング損失をより低減したスイッチング電源装置が開発されつつある。この場合、スイッチング損失をより低減するためには、リアクトルのインダクタンス値を適切にする必要がある。

[0006] しかしながら、磁気漏れ変圧器111等では、一定のリーケージインダクタンスを有す

るのみであり、このため、1次巻線119に直列に外部のリアクトルを接続して、リアクトルのインダクタンス値を適切に調整していた。その結果、部品点数が増大し、コストアップとなり、実装面積が増加し、スイッチング電源装置が大型化していた。

[0007] 本発明は、トランスのリーケージインダクタンスの値を適切化することにより、外部のリアクトルを不要とすると共に、ゼロ電圧スイッチングを可能とし、高効率、小型、低ノイズ化することができるスイッチング電源装置を提供することにある。

[0008] 本発明は前記課題を解決するために為されたものであり、その第1の側面は、直流電源の両端に接続され、トランスの1次巻線とリアクトルと第1スイッチとが直列に接続された第1直列回路と、前記第1スイッチの両端又は前記1次巻線及び前記リアクトルの両端に接続され、第2スイッチとコンデンサとが直列に接続された第2直列回路と、前記トランスの2次巻線に発生した電圧を整流平滑する整流平滑回路と、前記第1スイッチと前記第2スイッチとを交互にオン／オフさせる制御回路とを備え、前記トランスは、磁気回路が形成され、前記1次巻線と前記2次巻線とが所定の間隙を隔てて取り付けられた主コアと、前記所定の間隙に前記1次巻線の周方向に沿って所定の距離を隔てて設けられた複数の補助コアとを備え、前記リアクトルは、前記トランスのリーケージインダクタンスにより形成されることを特徴とするものである。

[0009] 本発明の第2の側面は、直流電源の両端に接続され、トランスの1次巻線とリアクトルと第1スイッチとが直列に接続された第1直列回路と、前記第1スイッチの両端又は前記1次巻線及び前記リアクトルの両端に接続され、第2スイッチとコンデンサとが直列に接続された第2直列回路と、前記トランスの2次巻線に発生した電圧を整流平滑する整流平滑回路と、前記第1スイッチと前記第2スイッチとを交互にオン／オフさせる制御回路と、前記トランスの2次側に設けられ、前記第1スイッチがオン時に前記リアクトルに蓄えられたエネルギーを前記第1スイッチがオフ時に2次側に還流させる帰還巻線とを備え、前記トランスは、磁気回路が形成され、前記トランスの1次巻線と前記帰還巻線とが所定の間隙を隔てて巻回された中央脚及び前記トランスの2次巻線が巻回された側脚を有する主コアと、前記所定の間隙に前記1次巻線の周方向に沿って所定の距離を隔てて設けられた複数の補助コアとを備え、前記リアクトルは、前記トランスのリーケージインダクタンスにより形成されることを特徴とするものである。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]従来の磁気漏れ変圧器の一例の構成を示す図である。

[図2]第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置の回路構成図である。

[図3]第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置の各部における信号のタイミングチャートである。

[図4]第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置のスイッチQ1のターンオン時の各部における信号の詳細を示すタイミングチャートである。

[図5]第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置に設けられたトランスのB—H特性を示す図である。

[図6]第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置に設けられた可飽和リアクトルの電流のタイミングチャートである。

[図7]トランスの内側ボビンの具体例1を示す構造図である。

[図8]トランスの外側ボビンの具体例1を示す構造図である。

[図9]トランスの内側ボビンの具体例2を示す構造図である。

[図10]トランスの外側ボビンの具体例2を示す構造図である。

[図11]第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置の回路構成図である。

[図12]第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置に用いられるトランスを示す構造図である。

[図13]第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置の各部における信号のタイミングチャートである。

発明を実施するための最良の形態

[0011] 以下、本発明に係るスイッチング電源装置の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

[0012] ＜実施例1＞

第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置は、主スイッチをオンした時にトランスの2次巻線を介して直接に負荷に電力を供給し、主スイッチをオフした時にトランスの1次巻線に蓄えられた励磁エネルギーをコンデンサC3に蓄え、補助スイッチをオンすることにより、トランスのコアのB—Hカーブの第1、第3象限を使い、かつ、励磁エ

ネルギーの不足分をリアクトルL3から補うことにより、B−Hカーブの出発点を第3象限の下端にすると共に、トランスの1次巻線に、可飽和リアクトルを並列に接続することにより、補助スイッチのオン期間の終了間際で可飽和リアクトルを飽和させ、電流を増大させることにより、補助スイッチのオフ時の逆電圧の発生を急峻とし、主スイッチをゼロ電圧スイッチさせることを特徴とする。

[0013] 図2(a), 2(b), 2(c)は第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置の回路構成図である。図2(a)において、直流電源Vdc1の両端には、リアクトルL3とトランスTの1次巻線5a(巻数n1)とMOSFET等からなるスイッチQ1(主スイッチ)との直列回路が接続されている。スイッチQ1の両端にはダイオードD3と共振用コンデンサC1とが並列に接続されている。

[0014] ダイオードD3は、スイッチQ1の寄生ダイオードでもよく、共振用コンデンサC1は、スイッチQ1の寄生容量でもよい。

[0015] トランスTの1次巻線5aの一端とスイッチQ1の一端との接続点にはMOSFET等からなるスイッチQ2(補助スイッチ)の一端が接続され、スイッチQ2の他端はコンデンサC3を介して直流電源Vdc1の正極及びリアクトルL3の一端に接続されている。なお、スイッチQ2の他端はコンデンサC3を介して直流電源Vdc1の負極に接続されていてもよい。

[0016] リアクトルL3は、スイッチQ1がオン時に電力を蓄えるとともにスイッチQ1がオフ時に蓄えられた電力をコンデンサC3に供給する電力供給源を構成している。

[0017] スイッチQ2の両端にはダイオードD4が並列に接続されている。ダイオードD4は、スイッチQ2の寄生ダイオードでもよい。スイッチQ1, Q2は、共にオフとなる期間(デッドタイム)を有し、制御回路10のPWM制御により交互にオン／オフする。

[0018] トランスTの1次巻線5aの両端には、可飽和リアクトルSL1が接続されている。この可飽和リアクトルSL1は、トランスTのコアの飽和特性を用いている。可飽和リアクトルSL1には、大きさの等しい交流電流が流れるため、磁束は、図5に示すB−Hカーブ上のゼロを中心にして、第1象限と第3象限とに等しく増減する。

[0019] また、図5に示すように一定の正磁界Hに対して磁束B(正確にはBは磁束密度であり、磁束ϕ＝B・Sで、Sはコアの断面積であるが、ここではS＝1とし、ϕ＝Bとした。

)がBmで飽和し、一定の負磁界Hに対して磁束Bが−Bmで飽和するようになっている。磁界Hは電流iの大きさに比例して発生する。この可飽和リアクトルSL1では、B−Hカーブ上を磁束BがBa→Bb→Bc→Bd→Be→Bf→Bgと移動し、磁束の動作範囲が広範囲となっている。B−Hカーブ上のBa−Bb間及びBf−Bg間は飽和状態である。

[0020] トランスTのコアには、1次巻線5aとこの巻線に対して同相の2次巻線5b(巻数n2)とが巻回されており、2次巻線5bの一端はダイオードD1に接続され、ダイオードD1とリアクトルL1の一端との接続点と2次巻線5bの他端とはダイオードD2に接続されており、ダイオードD1とダイオードD2とで整流回路を構成している。リアクトルL1の他端と2次巻線5bの他端とはコンデンサC4に接続されている。このコンデンサC4はリアクトルL1の電圧を平滑して直流出力を負荷RLに出力する。

[0021] なお、トランスTは、図2(b)に示す正面断面図、図2(c)に示す側面断面図のような構造となっており、その詳細については後述する。

[0022] 制御回路10は、スイッチQ1とスイッチQ2とを交互にオン/オフ制御し、負荷RLの出力電圧が基準電圧以上となったときに、スイッチQ1に印加されるパルスのオン幅を狭くし、スイッチQ2に印加されるパルスのオン幅を広くするように制御する。すなわち、負荷RLの出力電圧が基準電圧以上となったときに、スイッチQ1のパルスのオン幅を狭くすることで、出力電圧を一定電圧に制御するようになっている。

[0023] また、制御回路10は、スイッチQ2の電流Q2iが増大した時刻にスイッチQ2をオフさせた後、スイッチQ1をオンさせる。制御回路10は、スイッチQ1をターンオンするときに、スイッチQ1の電圧がスイッチQ1と並列に接続された共振用コンデンサC1と可飽和リアクトルSL1の飽和インダクタンスとの共振によりゼロ電圧となった時から所定期間中にスイッチQ1をオンさせる。

[0024] 次にこのように構成された第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置の動作を図3、図4及び図6に示すタイミングチャートを参照しながら説明する。図3は第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置の各部における信号のタイミングチャートである。図4は第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置のスイッチQ1のターンオン時の各部における信号の詳細を示すタイミングチャートである。図5は第1の実施の

形態に係るスイッチング電源装置に設けられたトランスのB－H特性を示す図である。図6は第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置に設けられた可飽和リアクトルの電流のタイミングチャートである。

[0025] なお、図3及び図4では、スイッチQ1の両端間の電圧Q1v、スイッチQ1に流れる電流Q1i、スイッチQ2の両端間の電圧Q2v、スイッチQ2に流れる電流Q2i、可飽和リアクトルSL1に流れる電流SL1iを示している。

[0026] まず、時刻t1（時刻t11ーt12に対応）において、スイッチQ1をオンさせると、Vdc1→L3→5a（SL1）→Q1→Vdc1で電流が流れる。このとき、リアクトルL3にエネルギーが蓄えられる。また、この時刻に、トランスTの2次巻線5bにも電圧が発生し、5b→D1→L1→C4→5bで電流が流れる。また、スイッチQ1をオンさせた時に、可飽和リアクトルSL1にも電流SL1iが流れて、可飽和リアクトルSL1にエネルギーが蓄えられる。

[0027] この電流SL1iは、図6に示すように、時刻t1で電流値a（負値）、時刻t1bで電流値b（負値）、時刻t13で電流値c（ゼロ）、時刻t2で電流値d（正値）へと変化していく。図5に示すB－Hカーブ上では、磁束は、Ba→Bb→Bc→Bdへと変化していく。なお、図5に示すBaーBgと図6に示すaーgとは対応している。

[0028] 次に、時刻t2において、スイッチQ1をオフさせると、可飽和リアクトルSL1に蓄えられたエネルギーによりコンデンサC1が充電される。このとき、可飽和リアクトルSL1のインダクタンスとコンデンサC1とにより電圧共振が形成されて、スイッチQ1の電圧Q1vが上昇する。また、L1→C4→D2→L1で電流が流れて、コンデンサC4を介して負荷RLに電流を供給する。

[0029] そして、コンデンサC1の電位がコンデンサC3の電位と同電位となったとき、可飽和リアクトルSL1のエネルギーの放出により、ダイオードD4が導通し、ダイオード電流が流れて、コンデンサC3が充電されていく。また、このとき、スイッチQ2をオンさせることにより、スイッチQ2は、ゼロ電圧スイッチとなる。なお、電流SL1iは、時刻t2から時刻t20において、電流値d（正値）から電流値e（ゼロ）に変化する。図5に示すB－Hカーブ上では、磁束は、Bd→Beへと変化する。

[0030] また、可飽和リアクトルSL1のエネルギーの放出と同時に、リアクトルL3からのエネ

ルギーは、L3→5a(SL1)→D4→C3→L3で放出され、コンデンサC3が充電されていく。即ち、コンデンサC3には、リアクトルL3からのエネルギーと可飽和リアクトルSL1からのエネルギーとが加え合わせられる。そして、可飽和リアクトルSL1のエネルギーの放出とリアクトルL3からのエネルギーの放出とが終了すると、コンデンサC3の充電は停止する。

[0031] 次に、時刻t20ー時刻t3において、コンデンサC3に蓄えられたエネルギーは、C3→Q2→SL1(5a)→C3に流れて、可飽和リアクトルSLlの磁束をリセットする。可飽和リアクトルSLlに並列に接続されたトランスTも同様に磁束が変化する。

[0032] この場合、時刻t20ー時刻t3においては、コンデンサC3に蓄えられたエネルギーが可飽和リアクトルSL1に帰還されるので、可飽和リアクトルSL1に流れる電流SL1iは、図6に示すように負値となる。即ち、電流SL1iは、時刻t20ー時刻t2aにおいては、電流値e(ゼロ)から電流値f(負値)に変化する。図5に示すB−Hカーブ上では、磁束は、Be→Bfへと変化していく。なお、時刻t2から時刻t20における面積Sと時刻t20ー時刻t2aにおける面積Sとは等しい。この面積Sはコンデンサ C3に蓄えられた可飽和リアクトルSL1からのエネルギーに相当する。

[0033] 次に、電流SL1iは、時刻t2aー時刻t3においては、電流値f(負値)から電流値g(負値)に変化する。図5に示すB−Hカーブ上では、磁束は、Bf→Bgへと変化していく。時刻t2aー時刻t3における面積は、コンデンサC3に蓄えられたリアクトルL3からのエネルギーに相当する。

[0034] 即ち、コンデンサC3に蓄えられたエネルギーは、可飽和リアクトルSL1のエネルギーとリアクトルL3のエネルギーとを合わせたものであるため、電流SL1iは、リセット時にリアクトルL3から供給されるエネルギー分だけ多くなるので、磁束は第3象限に移動して、飽和領域(Bf−Bg)に達し、電流SL1iが増大し、時刻t3(時刻t1も同様)で最大となる。電流SL1iは、スイッチQ2のオン期間の終了間際で増大しており、可飽和リアクトルSL1の飽和時の電流である。

[0035] また、この時刻t3には、スイッチQ2の電流Q2iも最大となる。この時刻に、スイッチQ2をオフさせることにより、コンデンサC1の放電は急峻になり、短時間でゼロとなる。このとき、スイッチQ1をオンさせることにより、スイッチQ1はゼロ電圧スイッチを達成で

きる。

[0036] このように、トランスTの1次巻線5aに接続されたリアクトルL3に蓄えられたエネルギーによりスイッチQ1のゼロ電圧スイッチが行なわれるので、リアクトルL3のエネルギーが少ない場合には、ゼロ電圧スイッチ動作が完全に行われず、また、エネルギーが大きすぎる場合には、循環電流が増大し、スイッチQ1の損失が増大する。このため、リアクトルL3は適切なインダクタンス値を有することが必要である。

[0037] (トランスの基本的な例)

そこで、第1の実施の形態では、リアクトルL3がトランスTの1次巻線5aと直列に接続されていることから、トランスTの1次巻線及び2次巻線間のリーケージインダクタンスを適切化し、このリーケージインダクタンスによりリアクトルL3を形成することにより、外部のリアクトルを不要とし、回路を簡単化したことを特徴とする。即ち、図2(b)、図2(c)に示すように、トランスTの1次巻線5aと2次巻線5bとの間に補助コア24a, 24bを挿入し、その補助コアの個数と長さLを調整することにより、リーケージインダクタンス値を調整可能とし、必要なリアクトル(インダクタ)を得ている。

[0038] トランスTの構造をより詳細に説明すると、図2(b)、図2(c)において、磁気回路が形成された日の字状の磁性材料からなる主コア21の中央脚22には、1次巻線5aと2次巻線5bとが所定の間隙23を隔てて取り付けられている。所定の間隙23には、1次巻線5aの周方向に沿って所定の距離を隔てて所定長Lの2個の磁性材料からなる補助コア24a, 24bが設けられている。また、1次巻線5a、2次巻線5bのそれぞれの巻線には、図示しないが、絶縁テープが巻かれている。

[0039] この例では、補助コアを2個としたが、補助コアの個数と所定長Lを調整することにより、適切なリーケージインダクタンス値を得る。また、補助コアの個数を増加させることにより、面積が増大し、所定長Lを長くすることにより、主コア21とのギャップが短くなり、リーケージインダクタンスを増大させることができる。従って、リーケージインダクタンスに適切なエネルギーが蓄えられ、このエネルギーによりスイッチQ1のゼロ電圧スイッチ動作を完全に行うことができる。

[0040] (トランスの具体例1)

図7はトランスの内側ボビンの具体例1を示す構造図である。図8はトランスの外側

ボビンの具体例1を示す構造図である。具体例1のトランスは、図2(b)に示す主コア21と、1次巻線5aが巻回される円筒状の内側ボビン31(図7に示す。)と、この内側ボビン31より大径で且つ2次巻線5bが巻回され、周方向に沿って所定の距離を隔てて所定長Lのスリット34a, 34bが設けられスリット34a, 34bに補助コア35a, 35bが挿入された外側ボビン33(図8に示す。)とを備えている。内側ボビン31及び外側ボビン33は例えば樹脂材料からなる。

[0041] 補助コアの個数及び長さLを調整することにより、適切なリーケージインダクタンス値を得る。また、内側ボビン31には巻線脱落防止のため、両端に段部31aが形成され、外側ボビン33にも段部33aが形成されている。

[0042] このようなトランスTは、次のように製作される。まず、外側ボビン33に、補助コア35a, 35bを装着するためのスリット34a, 34bを設け、外側ボビン33に2次巻線5bを巻回し、適切な所定長Lに調整した補助コア35a, 35bをスリット34a, 34bに挿入する。

[0043] そして、内側ボビン31に1次巻線5aを巻回し、外側ボビン33に内側ボビン31を挿入し、内側ボビン31が外側ボビン33に挿入された状態で主コア21に取り付けられて、トランスTが完成する。

[0044] このように製作されたトランスTは、適切な値のリアクトルL3を有するとともに、1次2次巻線間の絶縁がボビンで行なわれるため、絶縁性に優れ、ストレー容量の少ないトランスTが製作できる。また、電源の安全性を高めるとともに、ノイズを低減できる。さらに、1次巻線5a及び2次巻線5bの絶縁テープが不要であるため、製作が簡単になる。

[0045] (トランスの具体例2)

図9はトランスの内側ボビンの具体例2を示す構造図である。図10はトランスの外側ボビンの具体例2を示す構造図である。具体例2のトランスは、図2(b)に示す主コア21と、1次巻線5aが巻回される円筒状の内側ボビン31(図9に示す。)と、この内側ボビン31より大径で且つ2次巻線5bが巻回され、プラスチック磁性体等の絶縁磁性体材料からなる外側ボビン37(図10に示す。)とを備える。磁性体材料としては、フェライト、パーマロイ等を用いることができる。

[0046] 絶縁磁性体材料の透磁率を調整することにより、適切なリーケージインダクタンス値

を得る。また、内側ボビン31には巻線脱落防止のため、両端に段部31aが形成され、外側ボビン37にも段部37aが形成されている。

[0047] このような具体例2のトランスTでは、補助コアが不要となるため、さらに簡単化したトランスTを実現できる。

[0048] ＜実施例2＞

次に第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置を説明する。第2の実施の形態のスイッチング電源装置では、トランスの1次巻線に直列に接続されるリアクトルのインダクタンス値を大きくし、スイッチQ1がオン時にリアクトルに蓄えられるエネルギーを2次側（出力側）に還流する帰還巻線をトランスの2次側（出力側）に設けたことを特徴とする。

[0049] 図11は第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置の回路構成図である。図11に示す第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置は、図2(a)，2(b)，2(c)に示す第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置に対して、トランスTb及びトランスTbの周辺回路が異なるので、その部分についてのみ説明する。

[0050] この例では、トランスTbに1次巻線5a（巻数n1）と2次巻線5b（巻数n2）と帰還巻線5c（巻数n3）とが巻回されている。1次巻線5aと2次巻線5bとは同相に巻回され、1次巻線5aと帰還巻線5cとは逆相に巻回されている。即ち、トランスTbの2次巻線5bを1次巻線5aと疎結合させ、1次巻線5a及び2次巻線5b間のリーケージインダクタンスにより、トランスTbに直列に接続されたリアクトルL3を形成したものである。そして、スイッチQ1がオン時にリアクトルL3に蓄えられたエネルギーをスイッチQ1がオフ時に2次側に還流させるようになっている。

[0051] 2次巻線5bの一端（●側）と帰還巻線5cの一端（●側）とが接続され、その接続点には、ダイオードD1のアノードが接続されている。帰還巻線5cの他端（●なし側）にはダイオードD2のアノードが接続され、ダイオードD1のカソードとダイオードD2のカソードとコンデンサC4の一端とが接続されている。コンデンサC4の他端は2次巻線5bの他端（●なし側）に接続されている。

[0052] 次にこのように構成された第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置の動作を図13に示すタイミングチャートを参照しながら説明する。なお、図13では、スイッチQ

1の両端間の電圧Q1v、スイッチQ1に流れる電流Q1i、スイッチQ2の両端間の電圧Q2v、スイッチQ2に流れる電流Q2i、可飽和リアクトルSL1に流れる電流SL1i、ダイオードD1，D2に流れる電流D1i，D2iを示す。

[0053] まず、時刻t1において、スイッチQ1をオンさせると、Vdc1→L3→5a（SL1）→Q1→Vdc1で電流が流れる。また、この時刻に、トランスTbの2次巻線5bにも電圧が発生し、5b→D1→C4→5bで電流が流れる。このため、図13に示すように、時刻t1ーt2において、ダイオードD1の電流が直線的に増大する。

[0054] 次に、時刻t2において、スイッチQ1をオフさせると、リアクトルL3に蓄えられたエネルギーは、トランスTbの2次側に還流される。即ち、トランスTbの2次側では、帰還巻線5cに電圧が誘起されるため、5c→D2→C4→5b→5cと電流が流れる。このため、図13に示すように、時刻t2ーt3において、ダイオードD2に電流が流れる。

[0055] このように、第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置によれば、トランスTbの1次巻線5aに直列に接続されるリアクトルL3のインダクタンス値を大きくし、スイッチQ1がオン時に蓄えられるエネルギーを2次側に還流するため、効率が良くなる。また、ダイオードD1及びダイオードD2により、スイッチQ1のオン、オフ期間に2次側電流が流れて連続的となる。このため、コンデンサC4のリップル電流も減少する。

[0056] 図12は第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置に用いられるトランスを示す構造図である。図12に示すトランスTbは、日の字型の主コア41を有し、主コア41の中央脚42には、1次巻線5aと帰還巻線5cとが所定の間隙23を隔てて取り付けられている。所定の間隙23には、1次巻線5aの周方向に沿って所定の距離を隔てて所定長Lの2個の磁性材料からなる補助コア24a，24bが設けられている。また、1次巻線5a、帰還巻線5cのそれぞれの巻線には、図示しないが、絶縁テープが巻かれている。

[0057] この例では、補助コアを2個としたが、補助コアの個数と所定長Lを調整することにより、1次巻線5a及び帰還巻線5c間の適切なリーケージインダクタンス値を得ている。

[0058] また、主コア41にはパスコア43aとギャップ44が形成され、側脚43には2次巻線5bが巻回されている。即ち、パスコア43aにより、1次巻線5aと2次巻線5bを疎結合させることにより、リーケージインダクタンスを大きくしている。

[0059] このように、トランスTbのコアの形状と巻線の工夫により、1次巻線5aと2次巻線5bと帰還巻線5cとを一つの主コア41に結合し、パスコア43aを設けることにより、大きなリーケージインダクタンスを得て、リアクトルL3を形成でき、トランス部分とリアクトルとを結合したので、スイッチング電源装置を小型化、低価格化することができる。

[0060] また、1次巻線5aと帰還巻線5cとの間隙23に複数の補助コアを設け、補助コアの個数と長さLを調整することにより、リーケージインダクタンスを適切な値に調整できる。従って、第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置の効果と同様な効果が得られる。

[0061] なお、第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置では、トランスの構成において、1次巻線5aと帰還巻線5cとの間隙23に補助コア24a，24bを設けたが、例えば図7に示す内側ボビン31及び図8に示す外側ボビン33を用いて、内側ボビン31に1次巻線5aを巻回し、外側ボビン33に帰還巻線5cを巻回し、内側ボビン31を外側ボビン33に挿入した状態で主コア41の中央脚42に取り付けても良い。

[0062] また、例えば図9に示す内側ボビン31及び図10に示す外側ボビン37を用いて、内側ボビン31に1次巻線5aを巻回し、外側ボビン37に帰還巻線5cを巻回し、内側ボビン31を外側ボビン37に挿入した状態で主コア41の中央脚42に取り付けても良い。

産業上の利用の可能性

[0063] 本発明によれば、トランスのリーケージインダクタンス値を適切化することにより、外部のリアクトルを不要とすると共に、ゼロ電圧スイッチングを可能とし、高効率、小型、低ノイズ化することができるスイッチング電源装置を提供することができる。

[0064] したがって、本発明のスイッチング電源装置は、DC−DC変換型の電源回路やAC−DC変換型の電源回路に適用可能である。

請求の範囲

[1] 直流電源の両端に接続され、トランスの1次巻線とリアクトルと第1スイッチとが直列に接続された第1直列回路と、前記第1スイッチの両端又は前記1次巻線及び前記リアクトルの両端に接続され、第2スイッチとコンデンサとが直列に接続された第2直列回路と、前記トランスの2次巻線に発生した電圧を整流平滑する整流平滑回路と、前記第1スイッチと前記第2スイッチとを交互にオン／オフさせる制御回路とを備え、

前記トランスは、磁気回路が形成され、前記1次巻線と前記2次巻線とが所定の間隙を隔てて取り付けられた主コアと、前記所定の間隙に前記1次巻線の周方向に沿って所定の距離を隔てて設けられた複数の補助コアとを備え、前記リアクトルは、前記トランスのリーケージインダクタンスにより形成されることを特徴とするスイッチング電源装置。

[2] 前記トランスは、前記1次巻線が巻回される円筒状の内側ボビンと、この内側ボビンより大径で且つ前記2次巻線が巻回され、周方向に沿って所定の距離を隔てて複数のスリットが設けられ複数のスリットに前記複数の補助コアが挿入された外側ボビンとを備え、前記内側ボビンが前記外側ボビンに挿入された状態で前記主コアに取り付けられることを特徴とする請求項1記載のスイッチング電源装置。

[3] 前記トランスは、前記1次巻線が巻回される円筒状の内側ボビンと、この内側ボビンより大径で且つ前記2次巻線が巻回され、絶縁磁性体材料からなる外側ボビンとを備え、前記内側ボビンが前記外側ボビンに挿入された状態で前記主コアに取り付けられることを特徴とする請求項1記載のスイッチング電源装置。

[4] 直流電源の両端に接続され、トランスの1次巻線とリアクトルと第1スイッチとが直列に接続された第1直列回路と、前記第1スイッチの両端又は前記1次巻線及び前記リアクトルの両端に接続され、第2スイッチとコンデンサとが直列に接続された第2直列回路と、前記トランスの2次巻線に発生した電圧を整流平滑する整流平滑回路と、前記第1スイッチと前記第2スイッチとを交互にオン／オフさせる制御回路と、前記トランスの2次側に設けられ、前記第1スイッチがオン時に前記リアクトルに蓄えられたエネルギーを前記第1スイッチがオフ時に2次側に還流させる帰還巻線とを備え、

前記トランスは、磁気回路が形成され、前記トランスの1次巻線と前記帰還巻線とが

所定の間隙を隔てて巻回された中央脚及び前記トランスの2次巻線が巻回された側脚を有する主コアと、前記所定の間隙に前記1次巻線の周方向に沿って所定の距離を隔てて設けられた複数の補助コアとを備え、前記リアクトルは、前記トランスのリーケージインダクタンスにより形成されることを特徴とするスイッチング電源装置。

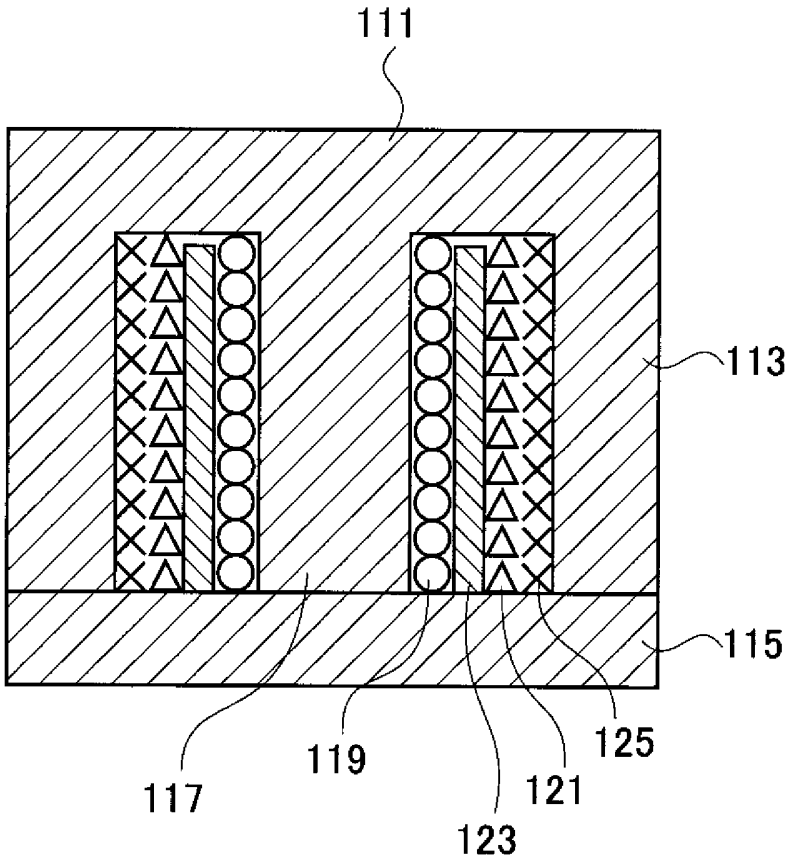
[5] 前記トランスは、前記1次巻線が巻回される円筒状の内側ボビンと、この内側ボビンより大径で且つ前記帰還巻線が巻回され、周方向に沿って所定の距離を隔てて複数のスリットが設けられ複数のスリットに前記複数の補助コアが挿入された外側ボビンとを備え、前記内側ボビンが前記外側ボビンに挿入された状態で前記主コアの中央脚に取り付けられることを特徴とする請求項4記載のスイッチング電源装置。

[6] 前記トランスは、前記1次巻線が巻回される円筒状の内側ボビンと、この内側ボビンより大径で且つ前記帰還巻線が巻回され、絶縁磁性体材料からなる外側ボビンとを備え、前記内側ボビンが前記外側ボビンに挿入された状態で前記主コアの中央脚に取り付けられることを特徴とする請求項4記載のスイッチング電源装置。

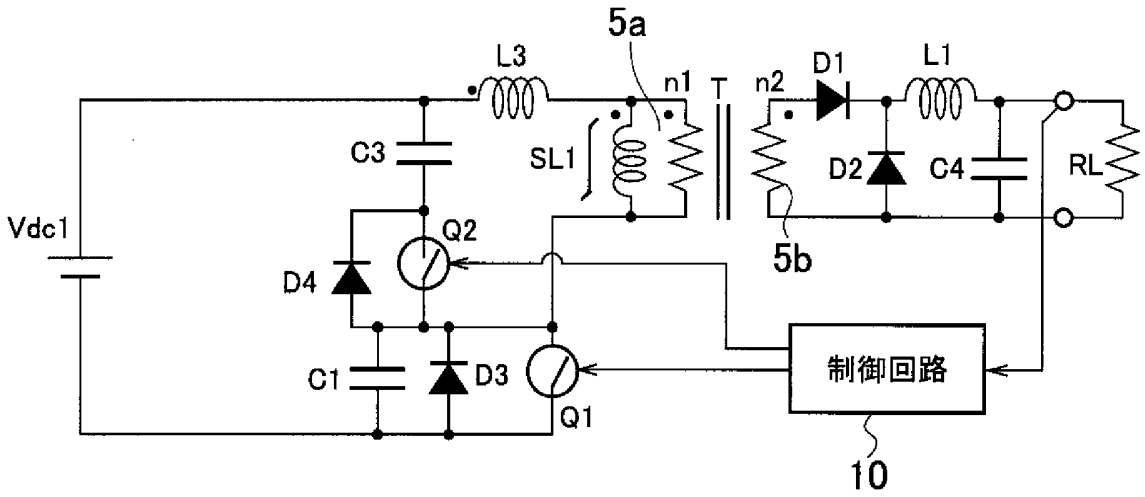
[7] 前記トランスの1次巻線の両端に接続され、前記トランスのコアの飽和特性を用いた可飽和リアクトルを備え、

前記制御回路は、前記第2スイッチの電流が増大した時に前記第2スイッチをオフさせることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれか1項記載のスイッチング電源装置。

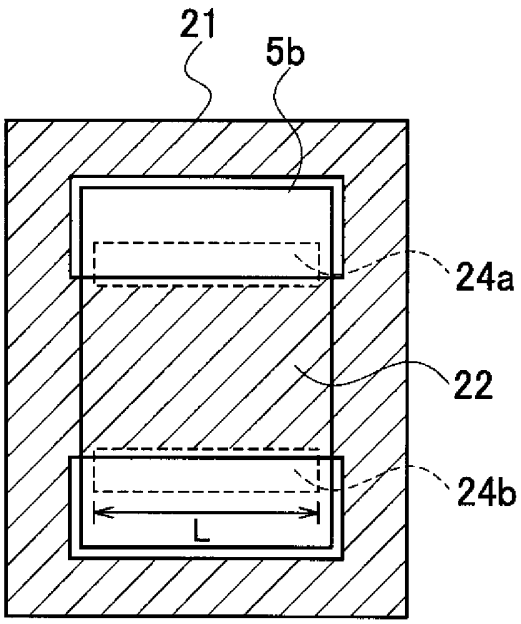
[図1]



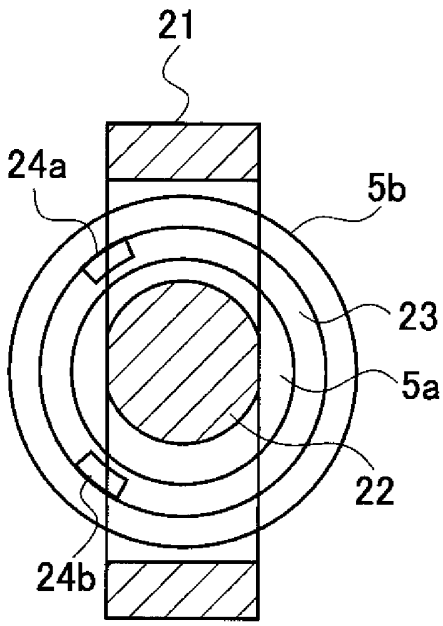
[図2]


5a
L3
n1
T
n2
D1
L1
C3
SL1
D2
C4
RL
Vdc1
Q2
5b
D4
制御回路
C1
D3
Q1
10

(a)

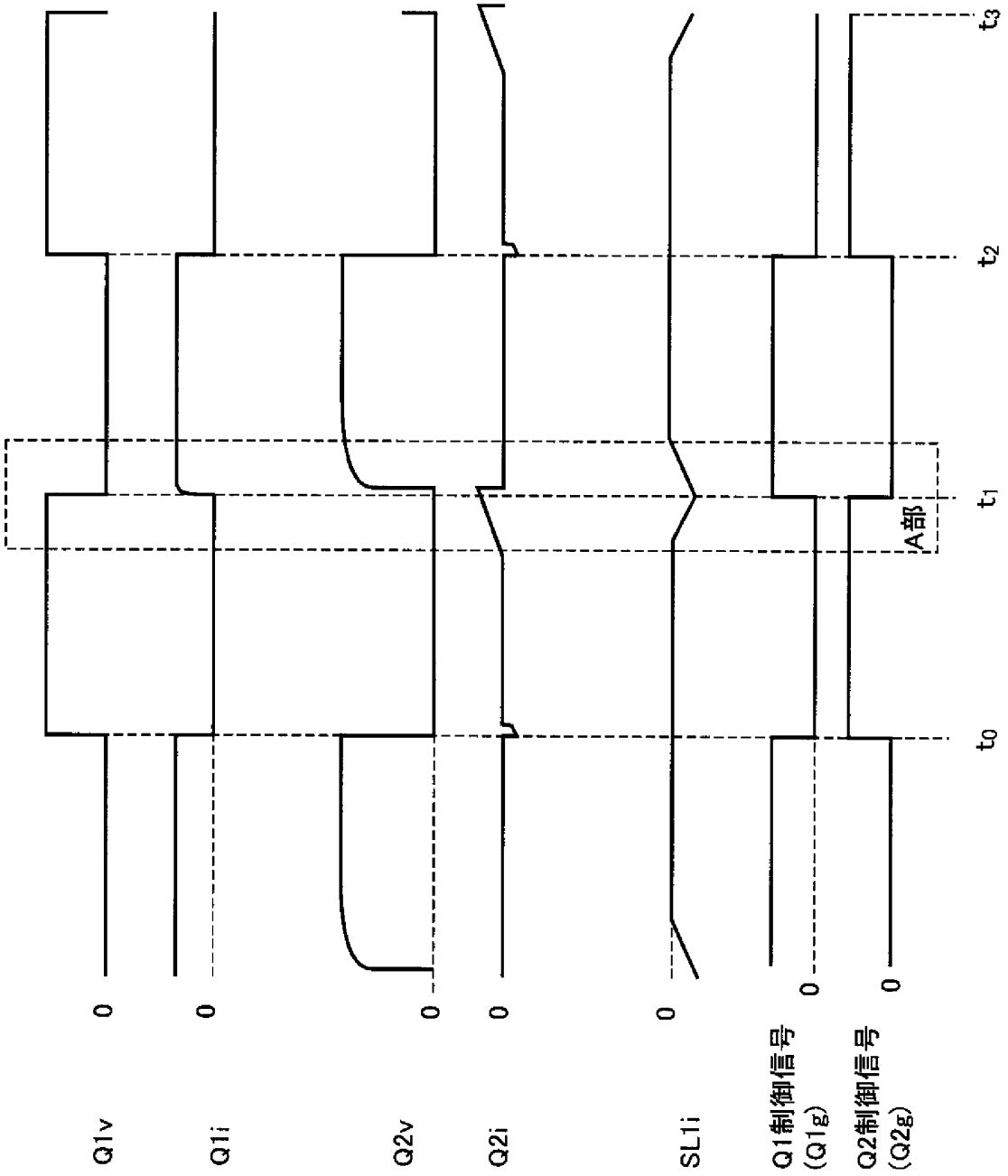

21
5b
24a
22
24b
L

(b)

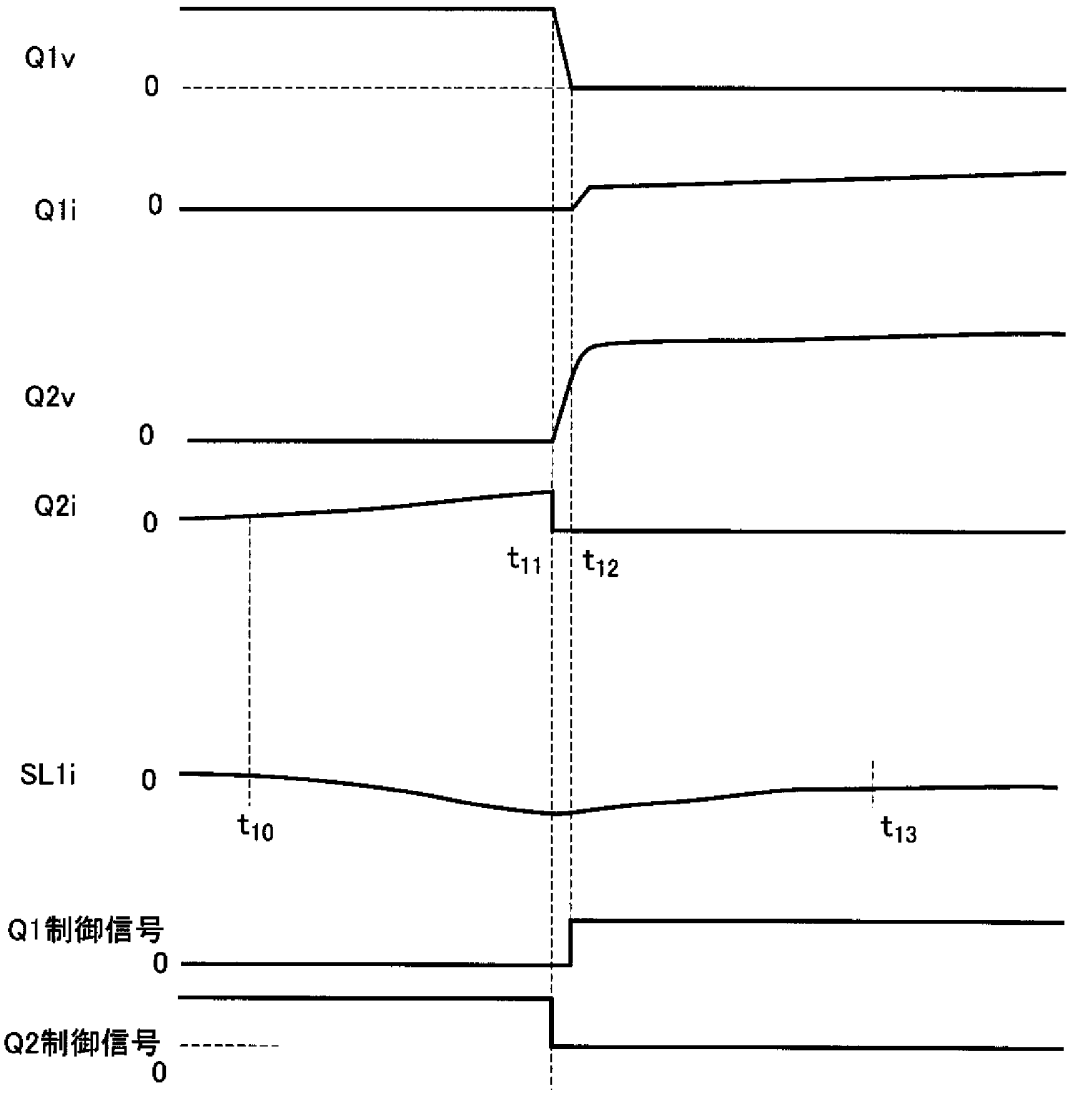

21
24a
5b
23
5a
22
24b

(c)

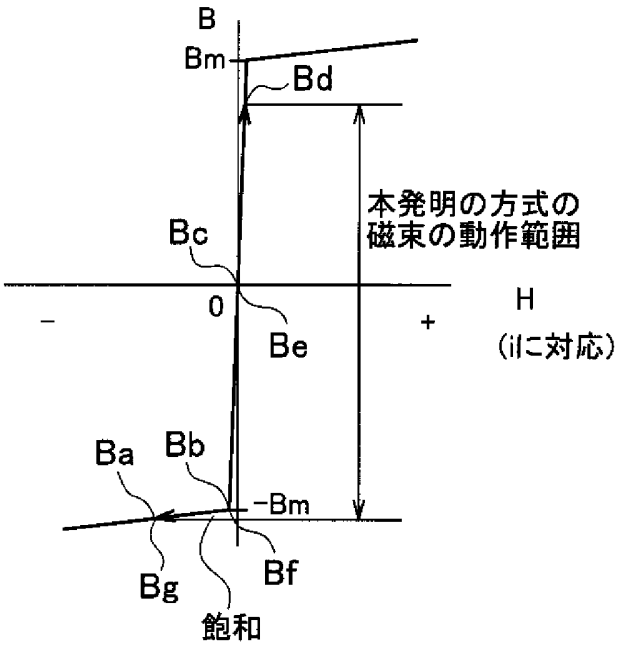
[図3]



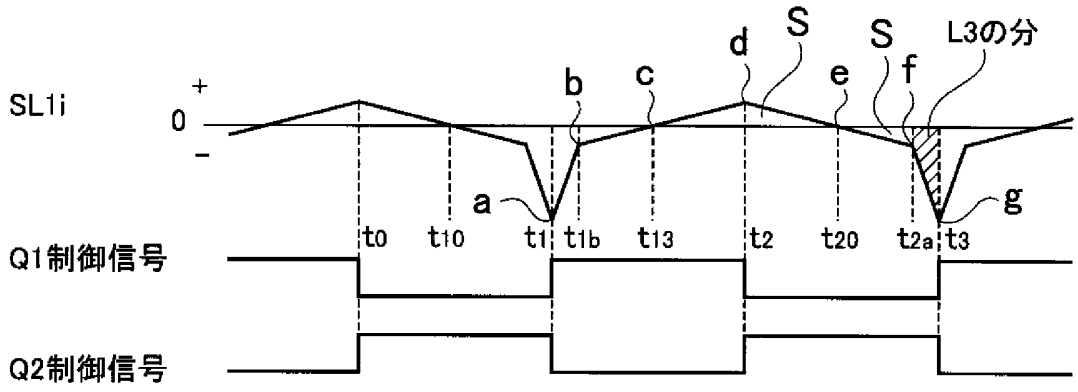
[図4]



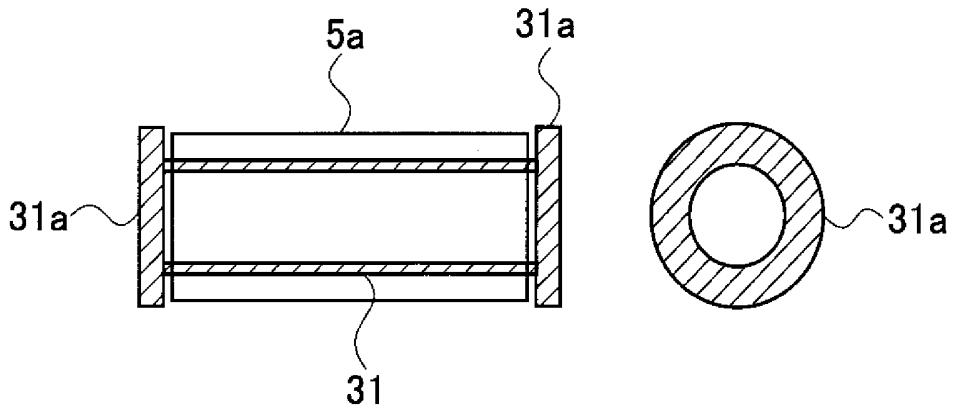
[図5]


B
Bm
Bd
本発明の方式の
磁束の動作範囲
Bc
0
H
−
+
Be
(ilに対応)
Ba
Bb
−Bm
Bg
Bf
飽和

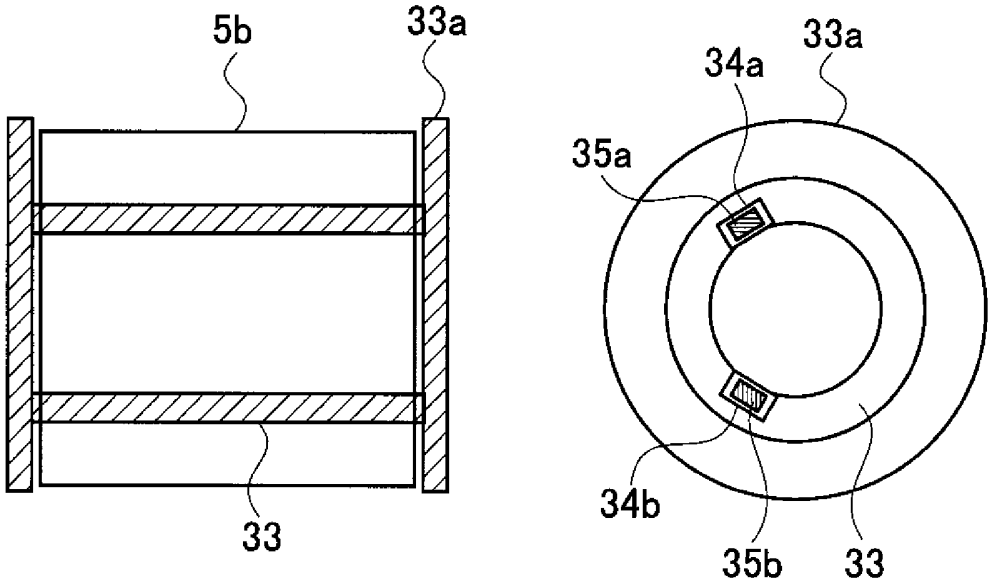
[図6]


SL1i
+
0
−
a
b
c
d
S
e
S
f
L3の分
g
t0
t10
t1
t1b
t13
t2
t20
t2a
t3
Q1制御信号
Q2制御信号

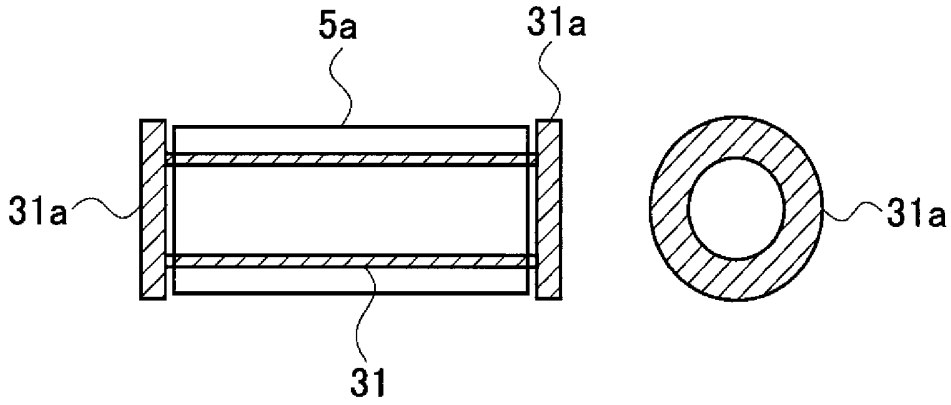
[図7]



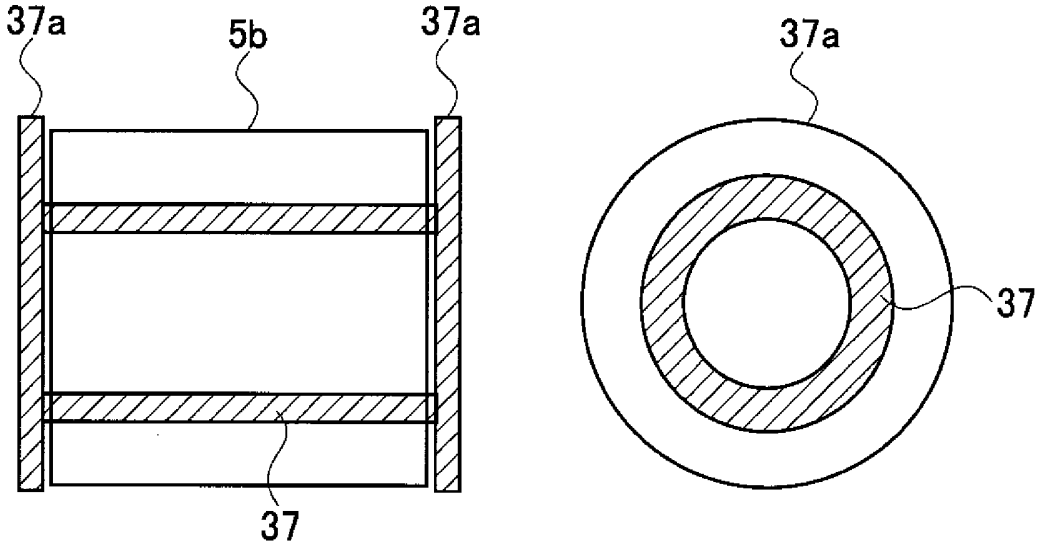
[図8]



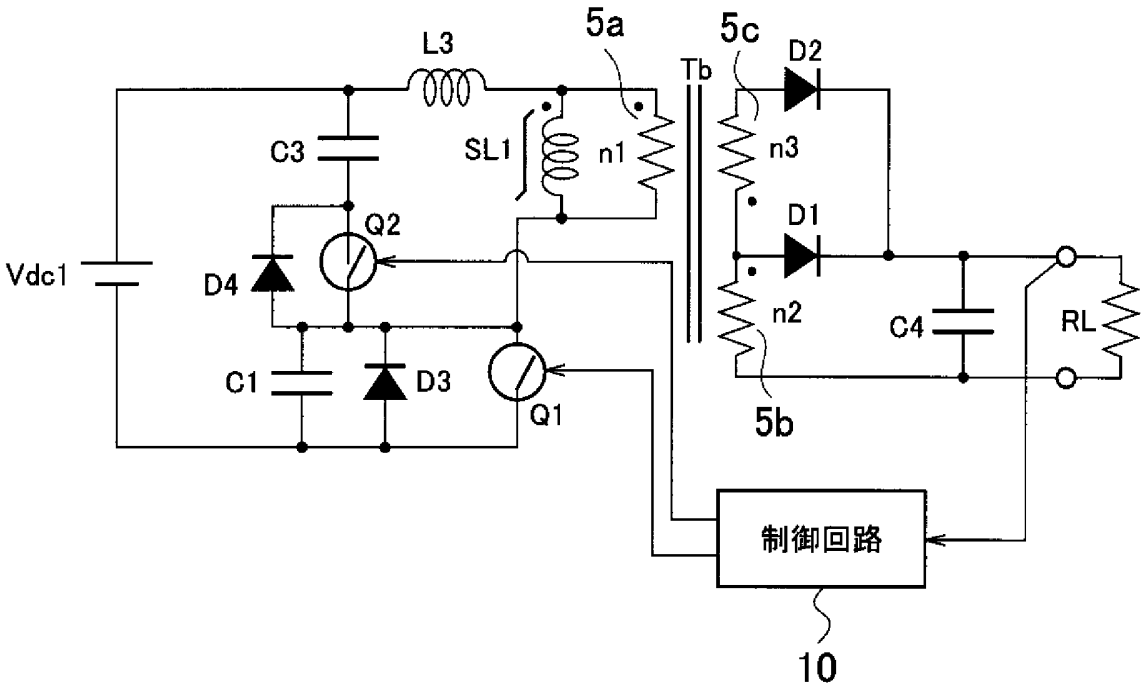
[図9]



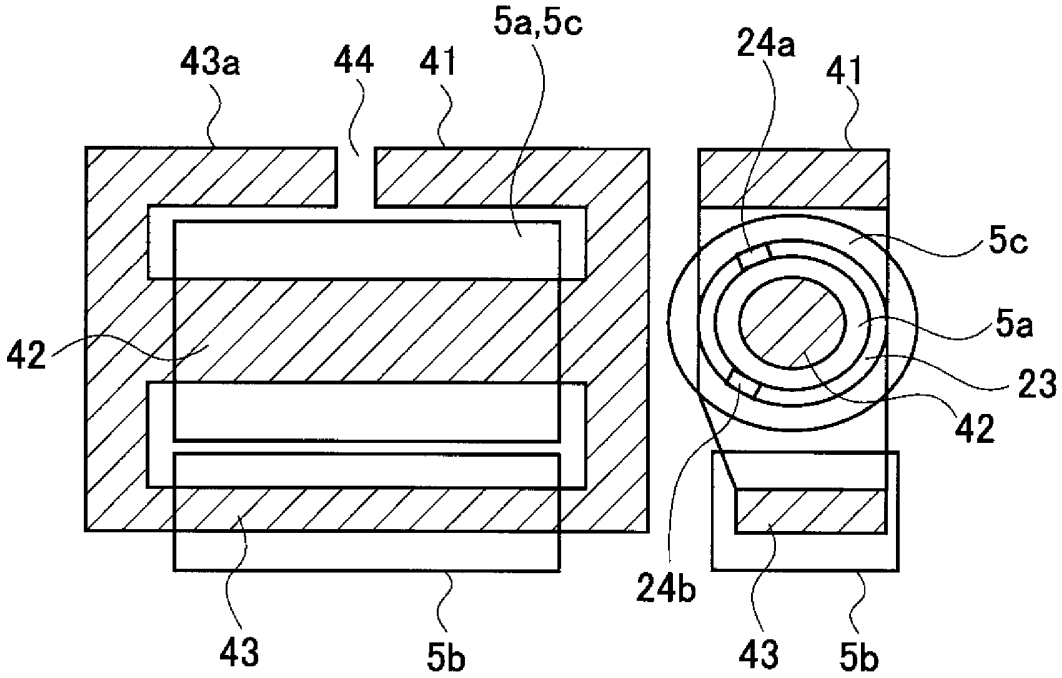
[図10]



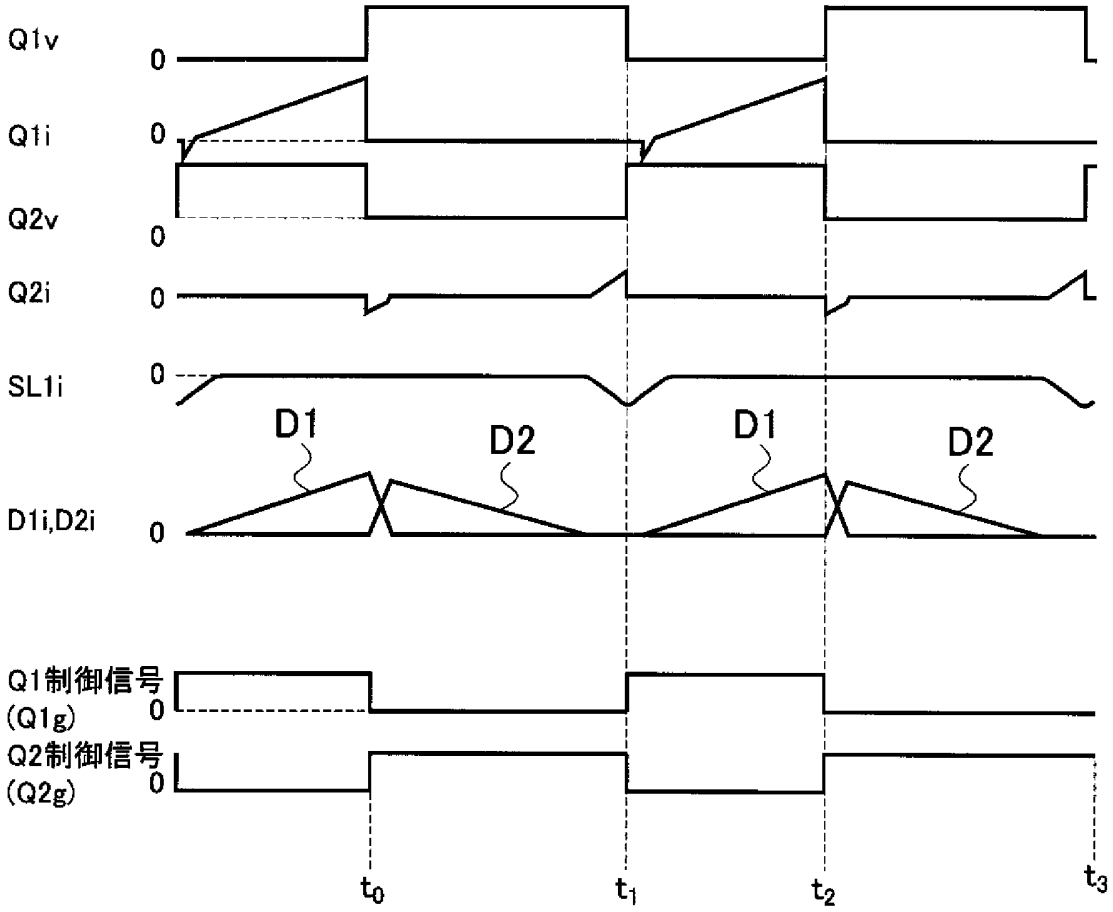
[図11]


L3
5a
5c
D2
Tb
C3
SL1
n1
n3
Q2
D1
Vdc1
D4
n2
C4
RL
C1
D3
Q1
5b
制御回路
10

[図12]


5a,5c
43a
44
41
24a
41
5c
5a
42
23
42
24b
43
5b
43
5b

[図13]


Q1v
0
Q1i
0
Q2v
0
Q2i
0
SL1i
0
D1
D2
D1
D2
D1i,D2i
0
Q1制御信号
(Q1g)
0
Q2制御信号
(Q2g)
0
t0
t1
t2
t3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/008323

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] H02M3/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl[7] H02M3/00-3/44, H01F31/00-39/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 11-186076 A (Sanken Electric Co., Ltd.), 09 July, 1999 (09.07.99), Par. Nos. [0007] to [0013]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	3,6 1,2,4,5,7
A	JP 11-98831 A (Sharp Corp.), 09 April, 1999 (09.04.99), Full text; Figs. 1 to 16 (Family: none)	1-7
A	JP 2002-199719 A (Densei-Lambda Kabushiki Kaisha), 12 July, 2002 (12.07.02), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-7

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C. [ ] See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
03 September, 2004 (03.09.04)	21 September, 2004 (21.09.04)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/008323

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 60-37111 A (Mitsubishi Electric Corp.), 26 February, 1985 (26.02.85), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-7
A	JP 2001-230133 A (Sanshin Denki Kabushiki Kaisha), 24 August, 2001 (24.08.01), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-7

Claims 3 and 6 relate to a transformer including "a plurality of auxiliary cores arranged in the predetermined interval along a circumferential direction of the primary winding at a predetermined distance" and "a cylindrical internal bobbin around which the primary winding is wound and an external bobbin made of an insulative magnetic material having a greater diameter than the internal bobbin and around which the secondary winding is wound". However, what is disclosed in the meaning of PCT Article 5 is only a switching power supply device including a transformer having a cylindrical internal bobbin around which the primary winding is wound and an external bobbin made of insulative magnetic material having a greater diameter than the internal bobbin and around which the secondary winding is wound. There is no support in the meaning of PCT Article 6.

Accordingly, the search has been performed on what is disclosed in the Description, i.e., a switching power supply device including a transformer having a cylindrical internal bobbin around which the primary winding is wound and an external bobbin made of insulative magnetic material having a greater diameter than the internal bobbin and around which the secondary winding is wound.

国際調査報告

国際出願番号　PCT／JP2004／008323

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl⁷　　H02M　3／28

B.　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. Cl⁷　　H02M　3／00－3／44
H01F　31／00－39／00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922－1996年
日本国公開実用新案公報	1971－2004年
日本国登録実用新案公報	1994－2004年
日本国実用新案登録公報	1996－2004年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
X A	JP　11－186076　A（サンケン電気株式会社） 09．07．1999，【0007】－【0013】，図1－5 （ファミリーなし）	3, 6 1, 2, 4, 5, 7
A	JP　11－98831　A（シャープ株式会社） 09．04．1999，全文，図1－16（ファミリーなし）	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 03．09．2004	国際調査報告の発送日 21.9.2004
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA／JP） 郵便番号100－8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 櫻田　正紀　　3V　2917 電話番号　03－3581－1101　内線　3356

国際調査報告

国際出願番号　PCT／JP2004／008323

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	JP　2002－199719　A（デンセイ・ラムダ株式会社） 12．07．2002，全文，図1－3（ファミリーなし）	1-7
A	JP　60－37111　A（三菱電機株式会社） 26．02．1985，全文，図1－8（ファミリーなし）	1-7
A	JP　2001－230133　A（サンシン電気株式会社） 24．08．2001，全文，図1－4（ファミリーなし）	1-7

請求の範囲３，６は、トランスが、「所定の間隙に１次巻線の周方向に沿って所定の距離を隔てて設けられた複数の補助コア」を備え、かつ、「１次巻線が巻回される円筒状の内側ボビンと、この内側ボビンより大径で且つ２次巻線が巻回され、絶縁磁性体材料からなる外側ボビン」とを備えたものであるが、ＰＣＴ第５条の意味において開示されているのは、明細書に記載された、１次巻線が巻回される円筒状の内側ボビンと、この内側ボビンより大径で且つ２次巻線が巻回され、絶縁磁性体材料からなる外側ボビンとを備えたトランスを有するスイッチング電源装置のみであり、ＰＣＴ第６条の意味での裏付けを欠いている。

よって、調査は、明細書に裏付けられた、開示されている範囲、すなわち、明細書に具体的に記載されている、１次巻線が巻回される円筒状の内側ボビンと、この内側ボビンより大径で且つ２次巻線が巻回され、絶縁磁性体材料からなる外側ボビンとを備えたトランスを有するスイッチング電源装置について行った。