

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 11 月 10 日 (10.11.2005)

PCT

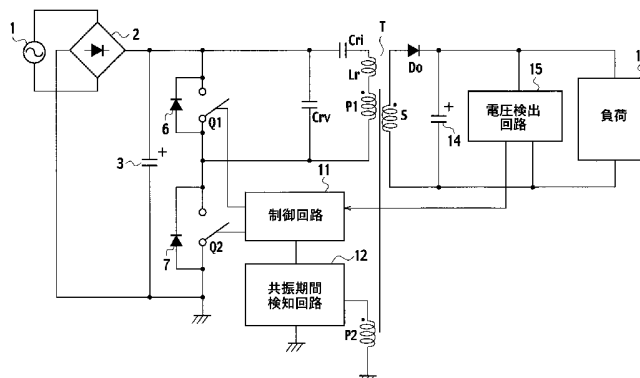
(10) 国際公開番号
WO 2005/107053 A1

- (51) 国際特許分類: H02M 3/28, 3/337 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/007602 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大坂 昇平 (OSAKA, Syohei).
(22) 国際出願日: 2005 年 4 月 21 日 (21.04.2005) (74) 代理人: 三好 秀和 (MIYOSHI, Hidekazu); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 2 番 8 号 虎ノ門平塔 Tokyo (JP).
(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2004-133266 2004 年 4 月 28 日 (28.04.2004) 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, KE, KG, KM, 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,
(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).

/ 続葉有 /

(54) Title: SWITCHING POWER SUPPLY APPARATUS

(54) 発明の名称: スイッチング電源装置



11 CONTROL CIRCUIT
12 RESONANCE INTERVAL DETERMINING CIRCUIT
15 VOLTAGE DETERMINING CIRCUIT
16 LOAD

(57) Abstract: A switching power supply apparatus using a simple circuit arrangement to precisely determine an interval for which the energy is supplied from the primary side of a transformer to the secondary side thereof. First and second switching elements (Q1,Q2) are series connected between the outputs of a full-wave rectifier circuit (2) that rectifies the AC voltage of an AC power supply (1). A current resonance capacitor (Cr), a resonance reactor (Lr) and a primary winding (P1) of a resonance transformer (T) are series connected across the first switching element (Q1). Additionally, there are included a rectifying/smoothing circuit (D0) for rectifying/smoothing the voltage of a secondary winding (S); a control circuit (11) for alternately turning, based on an output voltage of the rectifying/smoothing circuit, on and off the first and second switching elements; and a resonance interval determining circuit (12) for determining, based on the voltage of an auxiliary winding (P2) tightly coupled to the secondary winding (S), an interval for which the energy is transferred from the primary side to the secondary side and then outputting a resonance interval determination signal.

(57) 要約: 簡単な回路構成で且つトランスの一次側から二次側にエネルギーを供給している期間を正確に検出できるスイッチング電源装置を提供する。交流電源 1 の交流電圧を整流する全波整流回路 2 の出力両端に第 1 スイッチング素子 Q1 と第 2 スイッチング素子 Q2 とが直列に接続され、第 1 スイッチング素子 Q1 の両端に電流共振コンデンサ Cr と共振リアクトル Lr と共振トランス T の一次巻線 P1 とが直列に接続され、さらに、二次巻線 S の電圧を整流平滑する整流平滑回路 D0、14 と、整流平滑回路の出力電圧に基づき第 1 スイッチング素

/ 続葉有 /



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

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(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, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

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。

子と第2スイッチング素子とを交互にオン／オフさせる制御回路11と、二次巻線Sに密結合した補助巻線P2の
電圧に基づき一次側から二次側へエネルギーを送出している期間を検出し共振期間検出信号を出力する共振期間検
出回路12とを有する。

明 細 書

スイッチング電源装置

技術分野

- [0001] 本発明は、高効率のスイッチング電源装置に関し、特に、最適な共振状態を保つため、共振トランスの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間を検出する電流共振型のスイッチング電源装置に関する。

背景技術

- [0002] 従来の電流共振型のスイッチング電源装置を図1に示す。図1において、全波整流回路2(入力整流回路に対応)は、交流電源1の交流電圧を整流して全波電流電圧を平滑コンデンサ3に出力する。平滑コンデンサ3は、全波整流回路2の全波電流電圧を平滑する。
- [0003] 平滑コンデンサ3の両端には、MOSFET等からなる第1スイッチング素子Q1とMOSFET等からなる第2スイッチング素子Q2との直列回路が接続されている。第1スイッチング素子Q1には並列に整流器(ダイオード)6が接続され、第2スイッチング素子Q2には並列に整流器7が接続されている。第1スイッチング素子Q1には並列に電圧共振コンデンサC_{rv}が接続されている。
- [0004] また、第1スイッチング素子Q1には並列に、電流共振コンデンサC_{ri}とリアクトルL_rと共振トランスTの一次巻線P1との直列回路が接続されている。電圧共振コンデンサC_{rv}と電流共振コンデンサC_{ri}と共振リアクトルL_rと共振トランスTの一次巻線P1とで共振回路を構成している。
- [0005] 共振トランスTの一次巻線P1と二次巻線Sとは互いに同相電圧が発生するように巻回されており、共振トランスTの二次巻線Sには、整流器D₀と平滑コンデンサ14とからなる整流平滑回路が接続されている。この整流平滑回路は、共振トランスTの二次巻線Sに誘起された電圧(オン/オフ制御されたパルス電圧)を整流平滑して直流出力を負荷16に出力する。
- [0006] 電圧検出回路15は、平滑コンデンサ14の両端に接続され、平滑コンデンサ14の出力電圧を検出し、検出電圧を制御回路11aに出力する。制御回路11aは、電圧検

出回路15からの検出電圧に基づき、PWM制御により第1スイッチング素子Q1と第2スイッチング素子Q2とを交互にオン／オフさせることにより負荷16の電圧を一定電圧に制御するようになっている。この場合、第1スイッチング素子Q1と第2スイッチング素子Q2の各ゲートに電圧を印加することにより第1スイッチング素子Q1と第2スイッチング素子Q2とを交互にオン／オフさせる。

[0007] 次に構成された従来の共振型のスイッチング電源装置の動作を図2乃至図4のタイミングチャートを参照しながら説明する。図2は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3はスイッチング電源装置において共振トランスの一次側から二次側にエネルギーを送出している期間を詳細に示す各信号のタイミングチャートである。図4はスイッチング電源装置の各部における信号の期間T1～T10における詳細なタイミングチャートである。

[0008] なお、図2乃至図4において、 I_{P1} は一次巻線P1に流れる電流、 V_{Q1} は第1スイッチング素子Q1の両端電圧、 I_{Q1} は第1スイッチング素子Q1に流れる電流、 V_{Q2} は第2スイッチング素子Q2の両端電圧、 I_{Q2} は第2スイッチング素子Q2に流れる電流、 V_{D0} は整流器D₀の電圧、 I_{D0} は整流器D₀に流れる電流、 V_{P1} は一次巻線P1の両端電圧、 V_S は二次巻線Sの両端電圧を示している。また、共振リアクトルLrは一次巻線P1の励磁インダクタンスLpよりも十分小さく、電圧共振コンデンサCrvは、電流共振コンデンサCriよりも十分に小さいものとする。

[0009] まず、期間T1では、第1スイッチング素子Q1はオフ、第2スイッチング素子Q2はオンからオフに変化したところである。共振リアクトルLrと共振トランスTの励磁インダクタンスに蓄えられたエネルギーにより、電流 I_{P1} は共振リアクトルLr→一次巻線P1→電圧共振コンデンサCrv→電流共振コンデンサCri→共振リアクトルLrの経路で共振電流が流れる。また、共振トランスTの励磁インダクタンスLpと共振リアクトルLrと電圧共振コンデンサCrvとの共振により電圧共振コンデンサCrvが放電し、電圧 V_{Q1} は下降し、電圧 V_{Q2} は上昇する。

[0010] 期間T2では、第1スイッチング素子Q1及び第2スイッチング素子Q2は共にオフである。電圧共振コンデンサCrvは放電を完了し、電圧 V_{Q1} はゼロ、電圧 V_{Q2} は平滑コンデンサ3の両端電圧と同じである。電流 I_{P1} は、共振リアクトルLr→一次巻線P1→整

流器6→電流共振コンデンサC_{ri}→共振リアクトルL_rの経路で、共振電流が流れ続ける。このとき、第1スイッチング素子Q₁をオンし、期間T₃へ移行する。期間T₃では、第1スイッチング素子Q₁はオンし、第2スイッチング素子Q₂はオフである。

[0011] 電流 I_{P1} は、共振リアクトルL_r→一次巻線P₁→第1スイッチング素子Q₁→電流共振コンデンサC_{ri}→共振リアクトルL_rの経路で、減少しながら流れ続け、電流がゼロになると、期間T₄へ移行する。

[0012] 期間T₄では、第1スイッチング素子Q₁はオンし、第2スイッチング素子Q₂はオフである。電流 I_{P1} は流れる方向が反転し、一次巻線P₁→共振リアクトルL_r→電流共振コンデンサC_{ri}→第1スイッチング素子Q₁→一次巻線P₁の経路で共振電流が流れ、トランスTの磁束をリセットする。

[0013] 期間T₁～T₄では、共振トランスTの励磁インダクタンスL_pと共振リアクトルL_rと電流共振コンデンサC_{ri}との共振により電流 I_{P1} 及び電流 I_{Q1} が流れる。

[0014] 期間T₅で、第1スイッチング素子Q₁をオフし、第2スイッチング素子Q₂はオフである。電流 I_{P1} は、一次巻線P₁→共振リアクトルL_r→電流共振コンデンサC_{ri}→電圧共振コンデンサC_{rv}→一次巻線P₁の経路で共振電流が流れる。また、共振トランスTの励磁インダクタンスL_pと共振リアクトルL_rと電圧共振コンデンサC_{rv}との共振によりC_{rv}が充電され、電圧V_{Q1}が上昇し、電圧V_{Q2}は下降する。

[0015] 期間T₆では、第1スイッチング素子Q₁及び第2スイッチング素子Q₂は共にオフである。電圧共振コンデンサC_{rv}は平滑コンデンサ3の電圧まで充電され、電圧V_{Q1}は平滑コンデンサ3の電圧と同じになり、電圧V_{Q2}はゼロである。電流 I_{P1} は、一次巻線P₁→共振リアクトルL_r→電流共振コンデンサC_{ri}→平滑コンデンサ3→整流器7→一次巻線P₁の経路で共振電流が流れ続ける。期間T₇では、第2スイッチング素子Q₂はオンし、第1スイッチング素子Q₁はオフである。一次巻線P₁→共振リアクトルL_r→電流共振コンデンサC_{ri}→平滑コンデンサ3→第2スイッチング素子Q₂→一次巻線P₁の経路で共振電流が流れ続ける。期間T₅～T₇では、共振トランスTの励磁インダクタンスL_pと共振リアクトルL_rと電流共振コンデンサC_{ri}との共振により電流 I_{P1} 及び電流 I_{Q2} が流れる。

[0016] 期間T₈では、第2スイッチング素子Q₂はオンし、第1スイッチング素子Q₁はオフで

ある。第2スイッチング素子Q2→一次巻線P1→共振リアクトルLr→電流共振コンデンサCriの経路で共振電流 I_{P1} 及び電流 I_{Q2} が流れて、二次側の整流器D₀に電流 I_{D0} が流れ始める。期間T9では、第2スイッチング素子Q2はオンし、第1スイッチング素子Q1はオフである。電流共振コンデンサCri→共振リアクトルLr→一次巻線P1→第2スイッチング素子Q2の経路で電流 I_{P1} 及び電流 I_{Q2} が流れる。

[0017] 期間T8及びT9では、共振リアクトルLrと電流共振コンデンサCriとの共振により電流 I_{P1} 及び電流 I_{Q2} が流れる。期間T8及びT9のとき、共振トランスTの一次巻線P1から二次巻線Sへエネルギーが伝達される。このとき、一次側から二次側へ送られる電流 I_{D0} は、弧を描きながら上昇し、ある点を境に下降を始め、共振期間t1(期間T6～T9に対応)を過ぎると、ゼロになる。二次側へ伝達されたエネルギーは、整流器D₀、平滑コンデンサ14により整流平滑され、負荷16に直流電力が供給される。

[0018] 期間T10では、第2スイッチング素子Q2はオン状態を保持し、電流共振コンデンサCri→共振リアクトルLr→一次巻線P1→第2スイッチング素子Q2の経路で電流 I_{P1} 及び電流 I_{Q2} が流れるが、電流 I_{D0} は、流れなくなる。期間T10では、共振トランスTの励磁インダクタンスLpと共振リアクトルLrと電流共振コンデンサCriとの共振により電流 I_{P1} 及び電流 I_{Q2} が流れる。そして、期間T10(発振周波数またはデューティ比によって定められた期間t2に対応)を過ぎると、第2スイッチング素子Q2はオフし、第1スイッチング素子Q1がオンして、リセット期間t3(期間T1～T5に対応)となる。

発明の開示

[0019] 以上の動作において、二次側へエネルギーを供給している期間t1に第2スイッチング素子Q2がオフすると、ゼロ電流スイッチングが行われず、第2スイッチング素子Q2のスイッチングロスが増大し、最悪破損に至る可能性もある。図1に示す従来例では、入力電圧変動、負荷変動などを考慮し、全ての状態において、期間t1で第2スイッチング素子Q2がオフし、共振はずれを起こさないように、十分大きなオン期間(t1+t2)を設けて動作させていた。また、部品のバラツキ、周囲環境による特性の変化でも共振はずれを起こさないように、その分だけ期間t2は長くする必要があった。

[0020] 第2スイッチング素子Q2がオンしているにもかかわらず、二次側へエネルギーを送出していない期間t2でも、電流共振コンデンサCriを通して共振トランスTに励磁電

流を流すため、電力のロスが発生する。このロスは、本来の目的である二次側へエネルギーを供給する動作とは直接関係ないところで発生するもので、不要であり、電源装置の効率低下を招く。

- [0021] このような問題を解決するものとして、日本国特公平7-63216号公報に記載された直列共振コンバータがあり、このコンバータの構成図を図5に示す。このコンバータは、2個のスイッチング素子102, 103の直列回路と、2個の整流器104, 105の直列回路と、2個のコンデンサ106, 107の直列回路とが直流電源101に接続され、整流器104, 105の接続点とコンデンサ106, 107の接続点とが接続され、整流器104, 105の接続点とスイッチング素子102, 103の接続点との間にトランス108の一次巻線とリアクタ109との直列回路が接続され、トランス108の二次巻線に整流回路110と出力コンデンサ111とが接続されている。コンバータは、さらにトランス108の二次巻線の電圧を検出するトランス電圧検出回路130と、トランス電圧検出回路130の出力とスイッチング素子を制御する駆動信号とを比較し、トランス108に電圧が発生している期間はスイッチング素子102, 103をオンさせ、トランス108に電圧がなくなってからスイッチング素子102, 103をオフする論理回路150を備えている。
- [0022] この直列共振コンバータでは、二次側にエネルギーを供給していく期間が終了すると、トランスに印加される電圧はゼロになり、二次巻線に誘起する電圧もゼロになる。
- [0023] しかしながら、特公平7-63216号公報に記載された直列共振コンバータでは、トランス電圧検出回路30の出力とスイッチング素子を制御する駆動信号とを比較し、トランス108に電圧が発生している期間はスイッチング素子102, 103をオンさせ、トランス108に電圧がなくなってからスイッチング素子102, 103をオフする論理回路150を設けなければならず、回路構成が複雑化していた。
- [0024] 一方、図1に示す電源装置では、図3の共振トランスTの一次巻線P1の電圧 V_{P1} は、期間 t_1 の最後の時刻でゼロにならず、単純に補助巻線を設けて電圧を検出するだけでは、一次側から二次側にエネルギーを供給している期間を正確に検出できないという課題を有していた。
- [0025] また、二次巻線の電圧で検出しようとする、一次側にある制御回路に絶縁して信号を伝える必要があり、回路構成が複雑になる。

[0026] 課題を解決するための手段

本発明によれば、簡単な回路構成で且つトランスの一次側から二次側にエネルギーを供給している期間を正確に検出でき、共振はずれを起こすことなく、最適なオン期間を持ったスイッチング制御を行うことができる共振型のスイッチング電源装置を提供することができる。

[0027] 本発明の第1の技術的側面によれば、スイッチング電源装置は、一次巻線と二次巻線と該二次巻線に密結合した補助巻線とを有する共振トランスと、非交流電源の出力に並列に接続される第1スイッチング素子と第2スイッチング素子とが直列に接続された第1直列回路と、前記第1スイッチング素子又は前記第2スイッチング素子の両端に接続される共振コンデンサと、共振リアクトルと前記共振トランスの一次巻線とが直列に接続された第2直列回路と、前記共振トランスの二次巻線の電圧を整流平滑する整流平滑回路と、この整流平滑回路の出力電圧に基づき前記第1スイッチング素子と前記第2スイッチング素子とを交互にオン／オフさせる制御回路と、前記共振トランスの補助巻線の電圧に基づき前記共振トランスの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間を検出し共振期間検出信号を出力する共振期間検出器とを具備することを特徴とする。

[0028] 本発明の第2の技術的側面によれば、前記第1の技術的側面によるスイッチング装置において、前記共振期間検出器は、前記補助巻線に直列に接続された整流器と、前記補助巻線と前記整流器との直列回路に並列に接続された第1の抵抗と、この第1の抵抗にカップリングコンデンサを介して並列に接続された第2の抵抗とを具備し、前記第2の抵抗の両端電圧を出力することを特徴とする。

[0029] 本発明の第3の技術的側面によれば、前記第1の技術的側面によるスイッチング装置において、前記共振期間検出器は、前記補助巻線にカップリングコンデンサを介して並列に接続された整流器と、この整流器に並列に接続された抵抗とを具備し、前記抵抗の両端電圧を出力することを特徴とする。

[0030] 本発明の第4の技術的側面によれば、前記第1の技術的側面によるスイッチング装置において、前記共振期間検出器は、前記共振期間検出信号を前記制御回路に送出し、前記制御回路は、前記共振期間検出器からの共振期間検出信号に基づき前

記共振トランスの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間には前記各スイッチング素子のオン状態又はオフ状態を保持し続けるように制御することを特徴とする。

[0031] 本発明の第5の技術的側面によれば、前記第1の技術的側面によるスイッチング装置において、前記整流平滑回路は、前記共振トランスの二次巻線の電圧を整流する第3スイッチング素子を有し、前記共振期間検出器は、前記共振期間検出信号により前記第3スイッチング素子をオン／オフさせることを特徴とする。

[0032] 本発明の第6の技術的側面によれば、スイッチング装置は、一次巻線と二次巻線と該二次巻線に密結合した第1補助巻線及び第2補助巻線とを有する共振トランスと、非交流電源の出力に並列に接続される第1スイッチング素子と第2スイッチング素子とが直列に接続された第1直列回路と、前記第1スイッチング素子又は前記第2スイッチング素子の両端に、共振コンデンサと共振リアクトルと前記共振トランスの一次巻線とが直列に接続された第2直列回路と、前記共振トランスの二次巻線の電圧を整流平滑する整流平滑回路と、この整流平滑回路の出力電圧に基づき前記第1スイッチング素子と前記第2スイッチング素子とを交互にオン／オフさせる制御回路と、前記共振トランスの第1補助巻線の電圧に基づき前記共振トランスの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間を検出し共振期間検出信号を出力する第1共振期間検出器と、前記共振トランスの第2補助巻線の電圧に基づき前記共振トランスの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間を検出し共振期間検出信号を出力する第2共振期間検出器とを具備し、前記整流平滑回路は、前記共振トランスの二次巻線の電圧を整流する第3スイッチング素子を有し、前記第2共振期間検出器は、前記共振期間検出信号により前記第3スイッチング素子をオン／オフさせることを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]図1は、従来のスイッチング電源装置の従来例1を示す回路構成図である。

[図2]図2は、従来例1の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3]図3は、従来例1のスイッチング電源装置において共振トランスの一次側から二

次側にエネルギーを送出している期間を詳細に示す各信号のタイミングチャートである。

[図4]図4は、従来例1のスイッチング電源装置の各部における信号の期間T1～T10における詳細なタイミングチャートである。

[図5]図5は、関連するスイッチング電源装置の回路構成図である。

[図6]図6は、実施例1のスイッチング電源装置を示す回路構成図である。

[図7]図7は、実施例1のスイッチング電源装置に設けられた共振期間検知回路の構成例1を示す図である。

[図8]図8は、実施例1のスイッチング電源装置に設けられた共振期間検知回路の構成例2を示す図である。

[図9]図9は、実施例1の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10]図10は、実施例1のスイッチング電源装置に設けられた共振トランスの二次巻線と補助巻線とを密結合させた構成例を示す図である。

[図11]図11は、実施例2のスイッチング電源装置を示す回路構成図である。

[図12]図12は、実施例3のスイッチング電源装置を示す回路構成図である。

発明を実施するための最良の形態

[0034] 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。

[0035] 実施例1

図6は実施例1のスイッチング電源装置を示す回路構成図である。実施例1のスイッチング電源装置は、図1に示す従来のスイッチング電源装置に対して、補助巻線P2と、共振期間検知回路12を追加したことを特徴とする。

[0036] 補助巻線P2は、共振トランスTに設けられ、二次巻線Sに密結合されている。補助巻線P2を有する共振トランスTの具体例については、後述する。共振期間検知回路12は、共振トランスTの補助巻線P2の電圧に基づき共振トランスTの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間を検出し共振期間検出信号を制御回路11に出力する。

- [0037] 制御回路11は、電圧検出回路15からの検出電圧に基づき、PWM制御により第1スイッチング素子Q1と第2スイッチング素子Q2とを交互にオン／オフさせることにより負荷16の電圧を一定電圧に制御する。また、制御回路11は、共振期間検知回路12からの共振期間検出信号に基づき共振トランスTの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間には第2スイッチング素子Q2のオン状態、及び第1スイッチング素子Q1のオフ状態を保持し続けるように制御する。
- [0038] なお、図6に示すその他の構成は、図1に示す構成と同一であり、同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。
- [0039] なお、共振リアクトル L_r は、共振トランスTの一次巻線P1及び二次巻線S間のリーケージインダクタンスからなる。また、第1スイッチング素子Q1に並列に接続される整流器6は、第1スイッチング素子Q1の寄生ダイオードであってもよく、第2スイッチング素子Q2に並列に接続される整流器7は、第2スイッチング素子Q2の寄生ダイオードであってもよい。また、第1スイッチング素子Q1に並列に接続される電圧共振コンデンサ C_{rv} は、第1スイッチング素子Q1の寄生容量であっても良い。
- [0040] 図7は実施例1のスイッチング電源装置に設けられた共振期間検知回路の構成例1を示す図である。図7に示す共振期間検知回路12は、補助巻線P2に直列に接続された整流器19と、補助巻線P2と整流器19との直列回路に並列に接続された電圧検知抵抗R1と、この電圧検知抵抗R1にカップリングコンデンサ20を介して並列に接続された電圧検知抵抗R2とを有して構成され、電圧検知抵抗R2の両端電圧が共振期間検知信号として制御回路11に出力される。
- [0041] 図8は実施例1のスイッチング電源装置に設けられた共振期間検知回路の構成例2を示す図である。図8に示す共振期間検知回路12は、補助巻線P2にカップリングコンデンサ20を介して並列に接続され整流器19と、この整流器19に並列に接続された電圧検知抵抗R3とを有して構成され、電圧検知抵抗R3の両端電圧が共振期間検知信号として制御回路11に出力される。
- [0042] 次に構成された実施例1の共振型のスイッチング電源装置の動作を説明する。基本的な動作は、従来のスイッチング電源装置の動作(図2乃至図4に示すタイミングチャート)と同じであり、ここでは、補助巻線P2と、共振期間検知回路12の動作を図9

及び図3に示すタイミングチャートを参照しながら説明する。

- [0043] なお、図9において、 I_{P1} は一次巻線P1に流れる電流、 V_{Q2} は第2スイッチング素子Q2の両端電圧、 V_{P2} は補助巻線P2の両端電圧、 V_{R1} は電圧検知抵抗R1の両端電圧、 V_{R2} は電圧検知抵抗R2の両端電圧、 V_{R3} は電圧検知抵抗R3の両端電圧を示している。
- [0044] まず、共振トランスTの二次巻線Sに誘起される電圧 V_s は、第2スイッチング素子Q2がオンして共振トランスTを介して二次側へエネルギーを供給している期間 t_1 では、出力電圧と整流器 D_o の順方向電圧降下を足した電圧にクランプされる。
- [0045] 第2スイッチング素子Q2はオンしているが、共振トランスTの一次側から二次側へエネルギーを供給しない期間 t_2 では、出力電圧より低い電圧となる。共振トランスTの補助巻線P2は、二次巻線Sに密結合されているため、補助巻線P2には二次巻線Sとの巻数比倍の電圧 V_{P2} が誘起される。
- [0046] 次に、電圧検知回路12において、図7に示す構成例では、電圧検知抵抗R1に発生する電圧 V_{R1} は、補助巻線P2に誘起される電圧から第2スイッチング素子Q2がオンしている期間(t_1+t_2)のみを整流器19で取り出した波形となる。さらに、電圧検知抵抗R1に発生した電圧をカップリングコンデンサを介して電圧検知抵抗R2で交流成分のみを取り出す。
- [0047] 図9に示すように、電圧検知抵抗R2に発生する電圧 V_{R2} が正のとき、共振トランスTの一次側から二次側へエネルギーを供給している期間 t_1 になっている。
- [0048] また、図8に示す構成例では、電圧検知抵抗R3に発生する電圧 V_{R3} が図9に示すような波形になる。このため、制御回路11は、電圧検知抵抗R3に発生する電圧 V_{R3} の電圧レベルにより、二次側へエネルギーを供給している時間 t_1 を検出できる。例えば期間 t_1 の電圧を V_1 とし、期間 t_2 の電圧を V_2 とした場合に、 V_1 と V_2 との間にしきい値を設定し、電圧検知抵抗R3に発生する電圧 V_{R3} がしきい値以上である期間を期間 t_1 と判定するようにしてもよい。
- [0049] このように、実施例1のスイッチング電源装置によれば、補助巻線P2の電圧レベルを検出することで、共振トランスTが二次側へエネルギーを供給している期間 t_1 を検出することができる。

[0050] また、制御回路11は、共振期間検知回路12からの電圧検知抵抗に発生した電圧に基づき共振トランスTの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間 t_1 には第2スイッチング素子Q2のオン状態、及び第1スイッチング素子Q1のオフ状態を保持し続けるように制御する。

[0051] 従って、二次側へエネルギーを供給している期間 t_1 に第2スイッチング素子Q2がオフすることがなくなり、ゼロ電流スイッチングが行われ、第2スイッチング素子Q2のスイッチングロスが低減して効率を向上できる。また、第2スイッチング素子Q2のオン期間を期間 t_1 以上とし且つ期間 t_2 をより小さくすれば、ロスが低減し、さらに効率を向上できる。即ち、共振はずれを起こすことなく、最適なオン期間を持ったスイッチング制御を行うことができる。また、図7及び図8に示すような簡単な回路構成で共振トランスTの二次側にエネルギーを供給している期間 t_1 を検出することができる。

[0052] (共振トランスの構成例)

図10は実施例1のスイッチング電源装置に設けられた共振トランスの二次巻線と補助巻線とを密結合させた構成例を示す図である。

[0053] 図10(a)に示す共振トランスは、磁性体からなるコア30の1つの磁路を構成する中央脚30aに、フランジ部31a～31cを有する円筒状の分割ボビン31が取り付けられる。この分割ボビン31のフランジ部31a, 31b間に一次巻線P1が巻回され、フランジ部31b, 31c間に二次巻線Sが巻回され、この二次巻線S上に補助巻線P2が巻回されて、補助巻線P2が二次巻線Sに密結合されている。コア30は矩形状の外形を有し、コア30には磁路30a, 30b, 30cを構成するように磁路の長手方向に平行に間隙35a, 35bが形成されている。

[0054] 図10(b)に示す共振トランスは、コア30の中央脚30aに、フランジ部32を有する円筒状のボビン32が取り付けられ、このボビン32に一次巻線P1を巻回し、この一次巻線P1上に二次巻線Sを巻回し、この二次巻線S上に補助巻線P2を巻回して、補助巻線P2を二次巻線Sに密結合させている。

[0055] 図10(b)に示す例では、各巻線ともに巻枠に対して同位置に巻回しているが、図10(c)に示す例では、一次巻線P1と二次巻線Sの巻き位置を巻枠に対してずらし、一次巻線P1と二次巻線Sとを疎結合とし、二次巻線Sと補助巻線P2の巻き位置を揃え

ることにより、補助巻線P2を一次巻線P1より二次巻線Sに密結合させている。

[0056] 実施例2

実施例2の共振型のスイッチング電源装置を説明する。図11は実施例2のスイッチング電源装置を示す回路構成図である。

[0057] 図11に示す実施例2のスイッチング電源装置は、図6に示す実施例1のスイッチング電源装置に対して、共振トランスTの二次側に設けられた整流器D₀の代わりに、二次巻線Sと平滑コンデンサ14との間に、MOSFET等からなるスイッチング素子Q3と整流器18との並列回路からなる同期整流回路を設けたことを特徴とする。MOSFET等からなるスイッチング素子Q3を用いることで同期整流動作を行い、ロスを低減することができる。

[0058] また、補助巻線P2及び共振期間検知回路12aを設け、共振期間検知回路12aは、補助巻線P2に発生した電圧に基づく共振期間検出信号によりスイッチング素子Q3をオン／オフさせる。

[0059] 即ち、共振期間検知回路12aによる共振期間検出信号によりスイッチング素子Q3をオン／オフするため、共振トランスTの一次側から二次側にエネルギーを供給している期間t₁のみ、スイッチング素子Q3をオンさせることにより、同期整流動作を行うことができる。

[0060] 実施例3

次に実施例3の共振型スイッチング電源装置を説明する。図12は実施例3のスイッチング電源装置を示す回路構成図である。

[0061] 図12に示す実施例3のスイッチング電源装置は、図6に示す実施例1のスイッチング電源装置と、図11に示す実施例2のスイッチング電源装置を組み合わせたものである。

[0062] 即ち、共振トランスTは、一次巻線P1と二次巻線Sと該二次巻線Sに密結合した第1補助巻線P2及び第2補助巻線S2とを有している。共振トランスTの一次側に第1補助巻線P2及び共振期間検知回路12が設けられ、二次側に第2補助巻線S2及び共振期間検知回路12aが設けられる。

[0063] 共振期間検知回路12は、共振トランスTの第1補助巻線P2の電圧に基づき共振ト

ランスTの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間を検出し共振期間検出信号を出力する。制御回路11は、共振期間検知回路12からの共振期間検出信号に基づき共振トランスTの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間には第2スイッチング素子Q2のオン状態、及び第1スイッチング素子Q1のオフ状態を保持し続けるように制御する。

- [0064] 二次巻線Sと平滑コンデンサ14との間には、MOSFET等からなるスイッチング素子Q3と整流器18との並列回路からなる同期整流回路が設けられている。共振期間検知回路12aは、共振トランスTの第2補助巻線S2の電圧に基づき共振トランスTの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間を検出し共振期間検出信号によりスイッチング素子Q3をオン／オフさせる。
- [0065] このように実施例3のスイッチング電源装置によれば、共振トランスTの一次側及び二次側に共振期間検知回路12, 12aを設けることで、それぞれのスイッチング素子Q1～Q3を最適のタイミングでオン／オフさせることが可能となる。
- [0066] なお、本発明は実施例1乃至実施例3に限定されるものではない。実施例1乃至実施例3では、交流電源1、全波整流回路2、及び平滑コンデンサ3を用いたが、第1スイッチング素子Q1と第2スイッチング素子Q2の直列回路の両端に接続する電源は非交流電源であればよく直流電源を用いても良い。すなわち本発明において第1スイッチング素子Q1と第2スイッチング素子Q2の直列回路が非交流電源の出力に並列に接続される。
- [0067] また、実施例1乃至実施例3では、第1スイッチング素子Q1の両端に、電流共振コンデンサC_{ri}とリアクトルL_rと共振トランスTの一次巻線P1との直列回路を接続したが、例えば、第2スイッチング素子Q2の両端に、電流共振コンデンサC_{ri}とリアクトルL_rと共振トランスTの一次巻線P1との直列回路を接続しても良い。
- [0068] また、実施例1乃至実施例3では、第1スイッチング素子Q1の両端に、電圧共振コンデンサC_{rv}を接続したが、例えば第2スイッチング素子Q2の両端に、電圧共振コンデンサC_{rv}を接続しても良い。
- [0069] 発明の効果

本発明の第1の技術的側面によれば、共振トランスの補助巻線を二次巻線と密に

結合させ、共振期間検出手段が補助巻線の電圧に基づき共振トランスの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間を検出し共振期間検出信号を出力するので、二次側にエネルギーを供給している期間を正確に検出できる。

[0070] 本発明の第2および第3の技術的側面によれば、簡単な回路構成で、二次側にエネルギーを供給している期間を正確に検出できる。

[0071] 本発明の第4の技術的側面によれば、制御回路は、共振期間検出手段からの共振期間検出信号に基づき共振トランスの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間には各スイッチング素子のオン状態又はオフ状態を保持し続けるように制御するので、共振はずれを起こすことなく、最適なオン期間を持ったスイッチング制御を行うことが可能となるため、効率を向上できる。

[0072] 本発明の第5の技術的側面によれば、共振期間検出手段は、共振期間検出信号により第3スイッチング素子をオン／オフさせるので、二次側にエネルギーを供給している期間のみ、第3スイッチング素子をオンさせることにより、同期整流動作を行うことができる。

[0073] 本発明の第6の技術的側面によれば、共振トランスの一次側及び二次側に第1共振期間検出手段及び第2共振期間検出手段を設けることで、それぞれのスイッチング素子を最適のタイミングでオン／オフさせることが可能となる。

産業上の利用可能性

[0074] 本発明は、DC－DCコンバータ、AC－DCコンバータ等のスイッチング電源装置に適用可能である。

請求の範囲

- [1] スイッチング電源装置であって、
 一次巻線と二次巻線と該二次巻線に密結合した補助巻線とを有する共振トランスと、
 、
 非交流電源の出力に並列に接続される第1スイッチング素子と第2スイッチング素子とが直列に接続された第1直列回路と、
 前記第1スイッチング素子又は前記第2スイッチング素子の両端に接続される共振コンデンサと、
 共振リアクトルと前記共振トランスの一次巻線とが直列に接続された第2直列回路と、
 、
 前記共振トランスの二次巻線の電圧を整流平滑する整流平滑回路と、
 この整流平滑回路の出力電圧に基づき前記第1スイッチング素子と前記第2スイッチング素子とを交互にオン／オフさせる制御回路と、
 前記共振トランスの補助巻線の電圧に基づき前記共振トランスの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間を検出し共振期間検出信号を出力する共振期間検出器と、
 を具備することを特徴とする装置。
- [2] 前記共振期間検出器は、前記補助巻線に直列に接続された整流器と、前記補助巻線と前記整流器との直列回路に並列に接続された第1の抵抗と、この第1の抵抗にカップリングコンデンサを介して並列に接続された第2の抵抗とを具備し、前記第2の抵抗の両端電圧を出力す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] 前記共振期間検出器は、前記補助巻線にカップリングコンデンサを介して並列に接続された整流器と、この整流器に並列に接続された抵抗とを具備し、前記抵抗の両端電圧を出力す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] 前記共振期間検出器は、前記共振期間検出信号を前記制御回路に送出し、
 前記制御回路は、前記共振期間検出器からの共振期間検出信号に基づき前記共振トランスの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間には前記各スイッチ

ング素子のオン状態又はオフ状態を保持し続けるように制御す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。

- [5] 前記共振期間検出器は、前記共振期間検出信号を前記制御回路に送出し、
前記制御回路は、前記共振期間検出器からの共振期間検出信号に基づき前記共振トランスの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間には前記各スイッチング素子のオン状態又はオフ状態を保持し続けるように制御することを特徴とする請求項2記載のスイッチング電源装置。
- [6] 前記共振期間検出器は、前記共振期間検出信号を前記制御回路に送出し、
前記制御回路は、前記共振期間検出器からの共振期間検出信号に基づき前記共振トランスの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間には前記各スイッチング素子のオン状態又はオフ状態を保持し続けるように制御することを特徴とする請求項3記載のスイッチング電源装置。
- [7] 前記整流平滑回路は、前記共振トランスの二次巻線の電圧を整流する第3スイッチング素子を有し、
前記共振期間検出器は、前記共振期間検出信号により前記第3スイッチング素子をオン／オフさせ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。
- [8] 前記整流平滑回路は、前記共振トランスの二次巻線の電圧を整流する第3スイッチング素子を有し、
前記共振期間検出器は、前記共振期間検出信号により前記第3スイッチング素子をオン／オフさせることを特徴とする請求項2項記載のスイッチング電源装置。
- [9] 前記整流平滑回路は、前記共振トランスの二次巻線の電圧を整流する第3スイッチング素子を有し、
前記共振期間検出器は、前記共振期間検出信号により前記第3スイッチング素子をオン／オフさせることを特徴とする請求項3記載のスイッチング電源装置。
- [10] 一次巻線と二次巻線と該二次巻線に密結合した第1補助巻線及び第2補助巻線とを有する共振トランスと、
非交流電源の出力に並列に接続される第1スイッチング素子と第2スイッチング素子とが直列に接続された第1直列回路と、

前記第1スイッチング素子又は前記第2スイッチング素子の両端に、共振コンデンサと共振リアクトルと前記共振トランスの一次巻線とが直列に接続された第2直列回路と、

前記共振トランスの二次巻線の電圧を整流平滑する整流平滑回路と、

この整流平滑回路の出力電圧に基づき前記第1スイッチング素子と前記第2スイッチング素子とを交互にオン／オフさせる制御回路と、

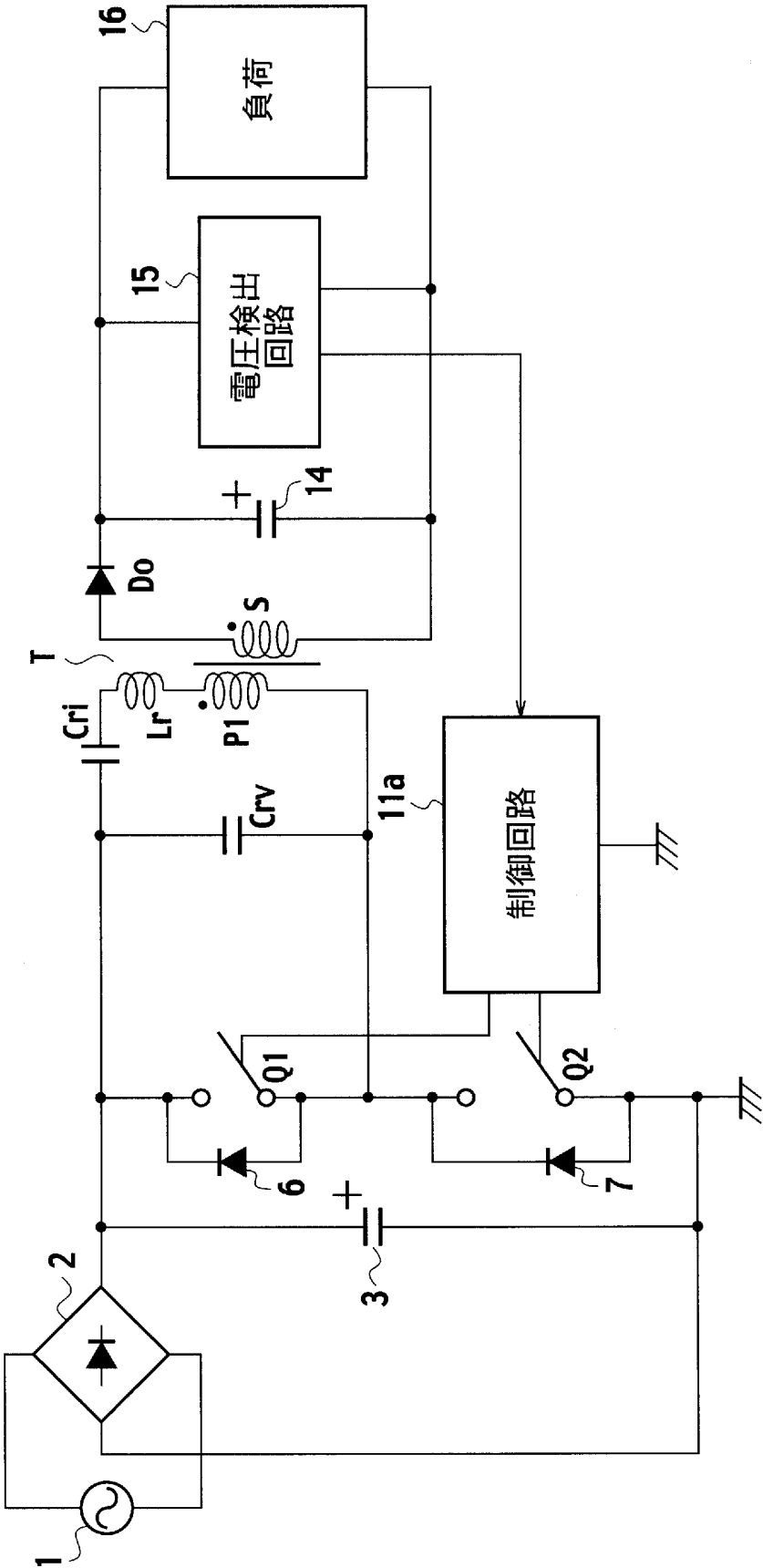
前記共振トランスの第1補助巻線の電圧に基づき前記共振トランスの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間を検出し共振期間検出信号を出力する第1共振期間検出器と、

前記共振トランスの第2補助巻線の電圧に基づき前記共振トランスの一次側から二次側へエネルギーを送出している期間を検出し共振期間検出信号を出力する第2共振期間検出器とを具備し、

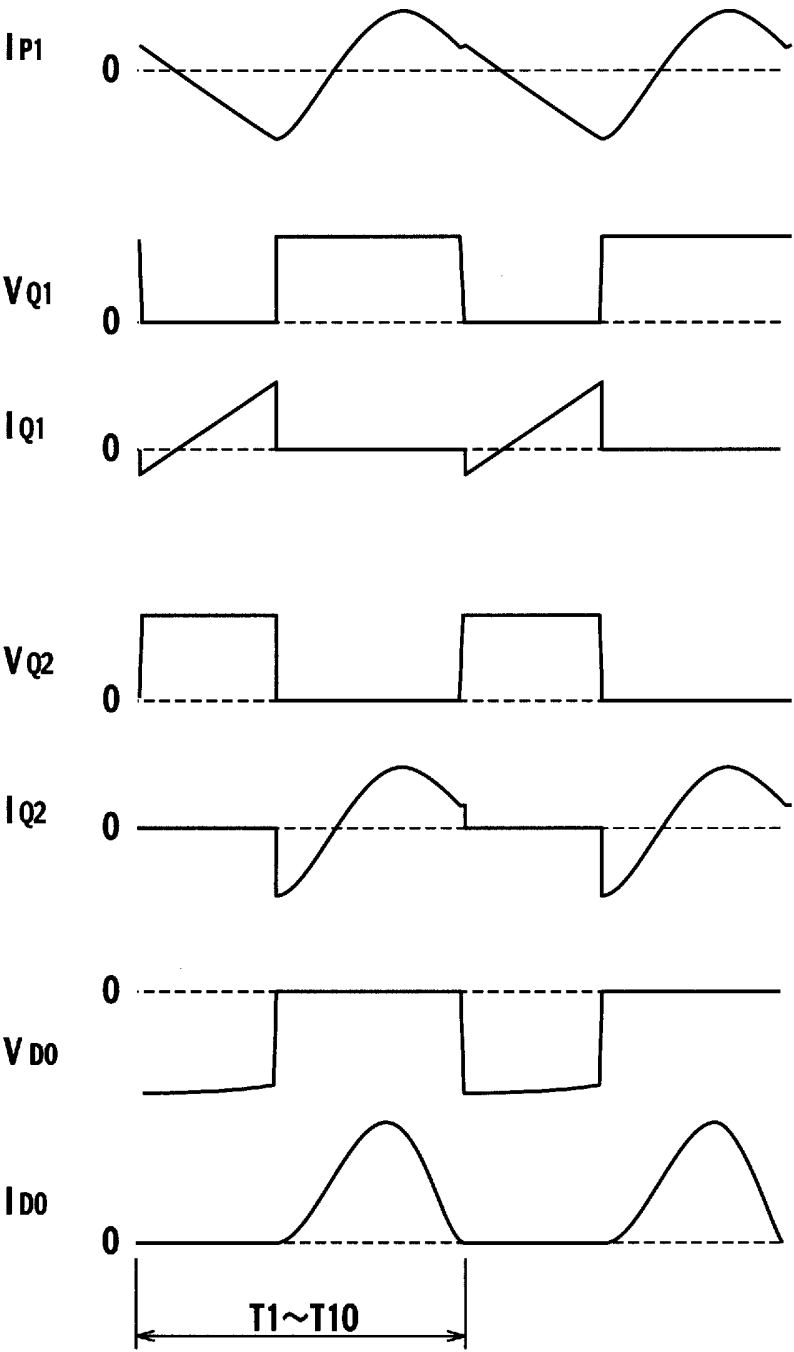
前記整流平滑回路は、前記共振トランスの二次巻線の電圧を整流する第3スイッチング素子を有し、

前記第2共振期間検出器は、前記共振期間検出信号により前記第3スイッチング素子をオン／オフさせることを特徴とするスイッチング電源装置。

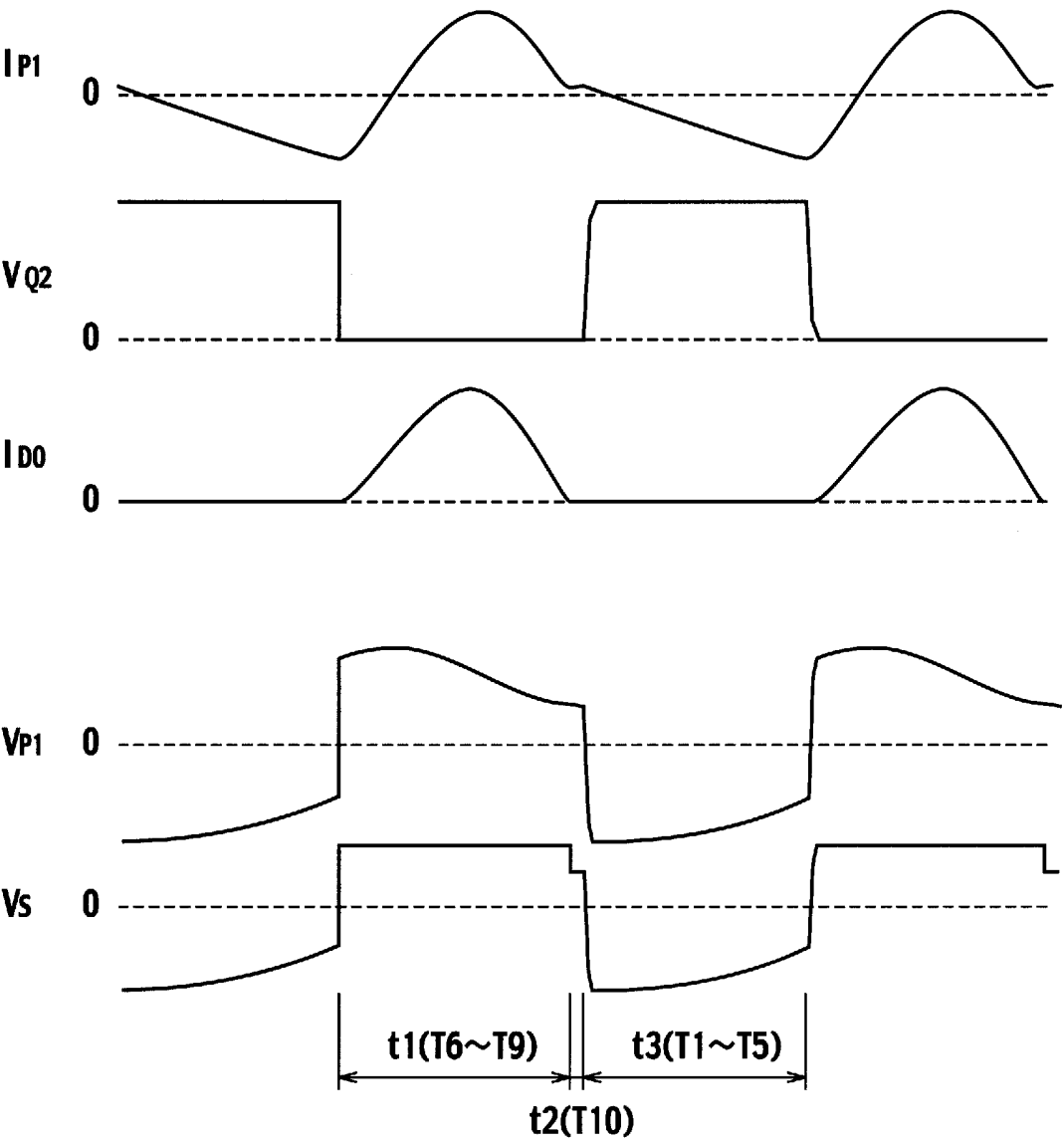
[図1]



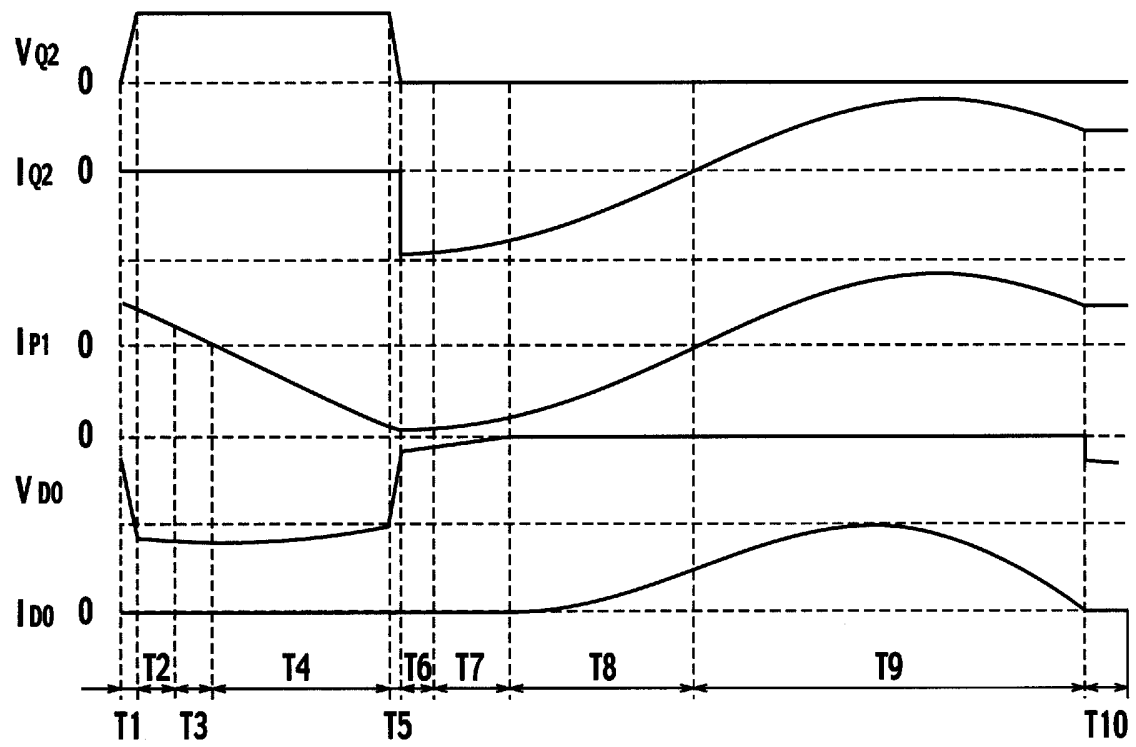
[図2]



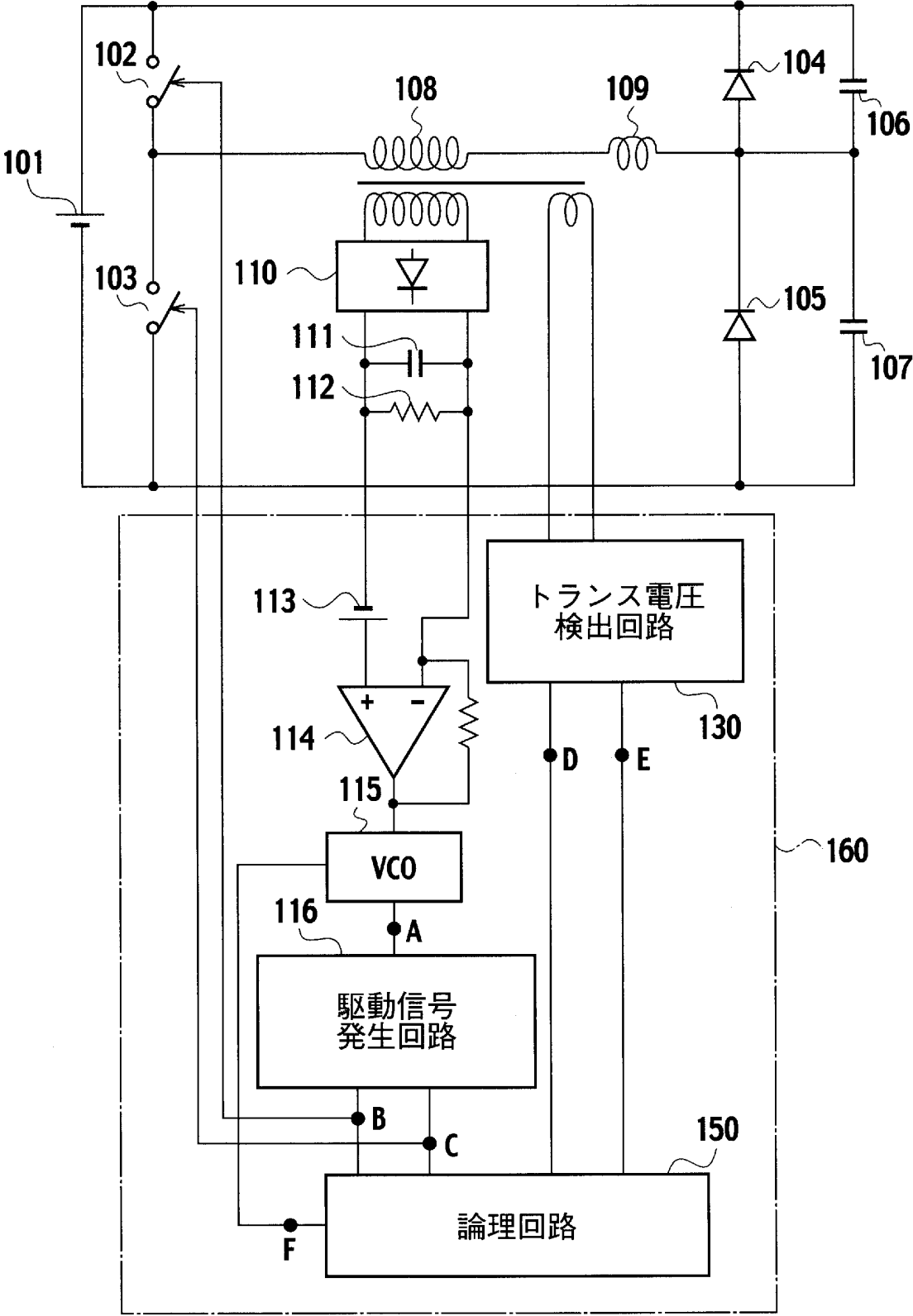
[図3]



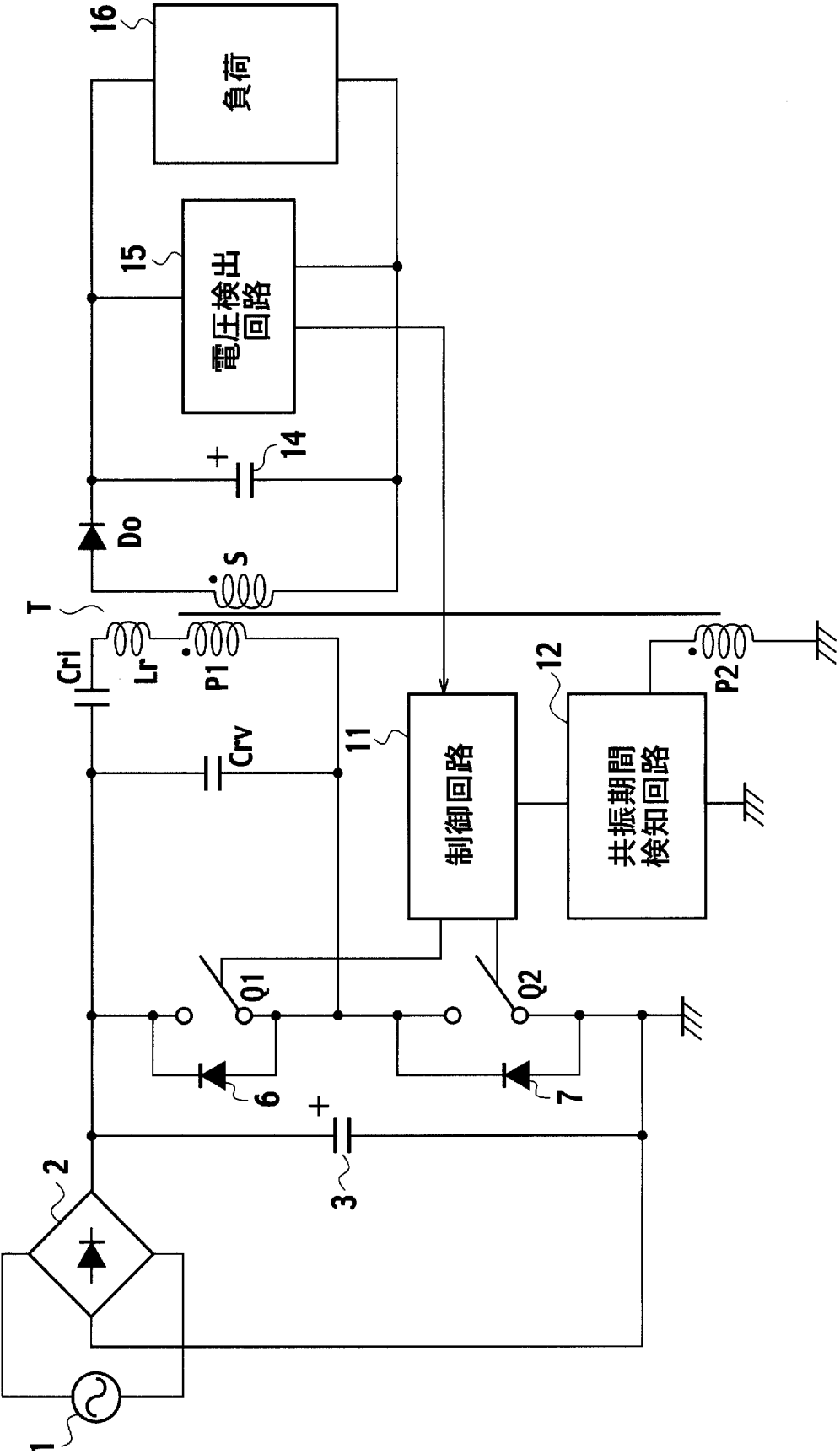
[図4]



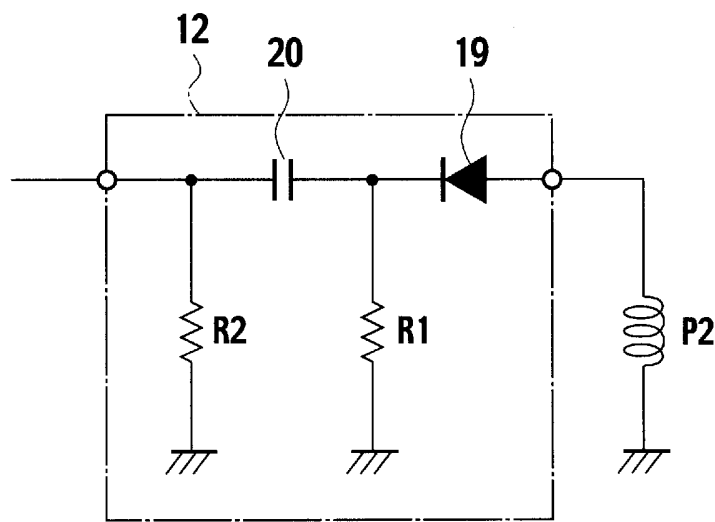
[図5]



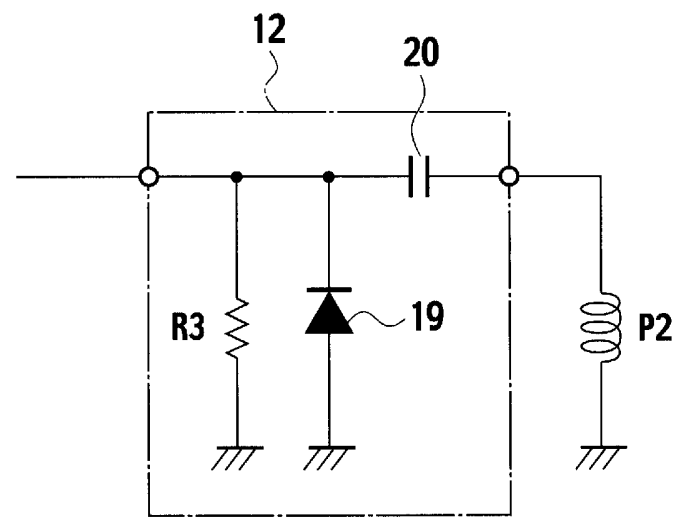
[図6]



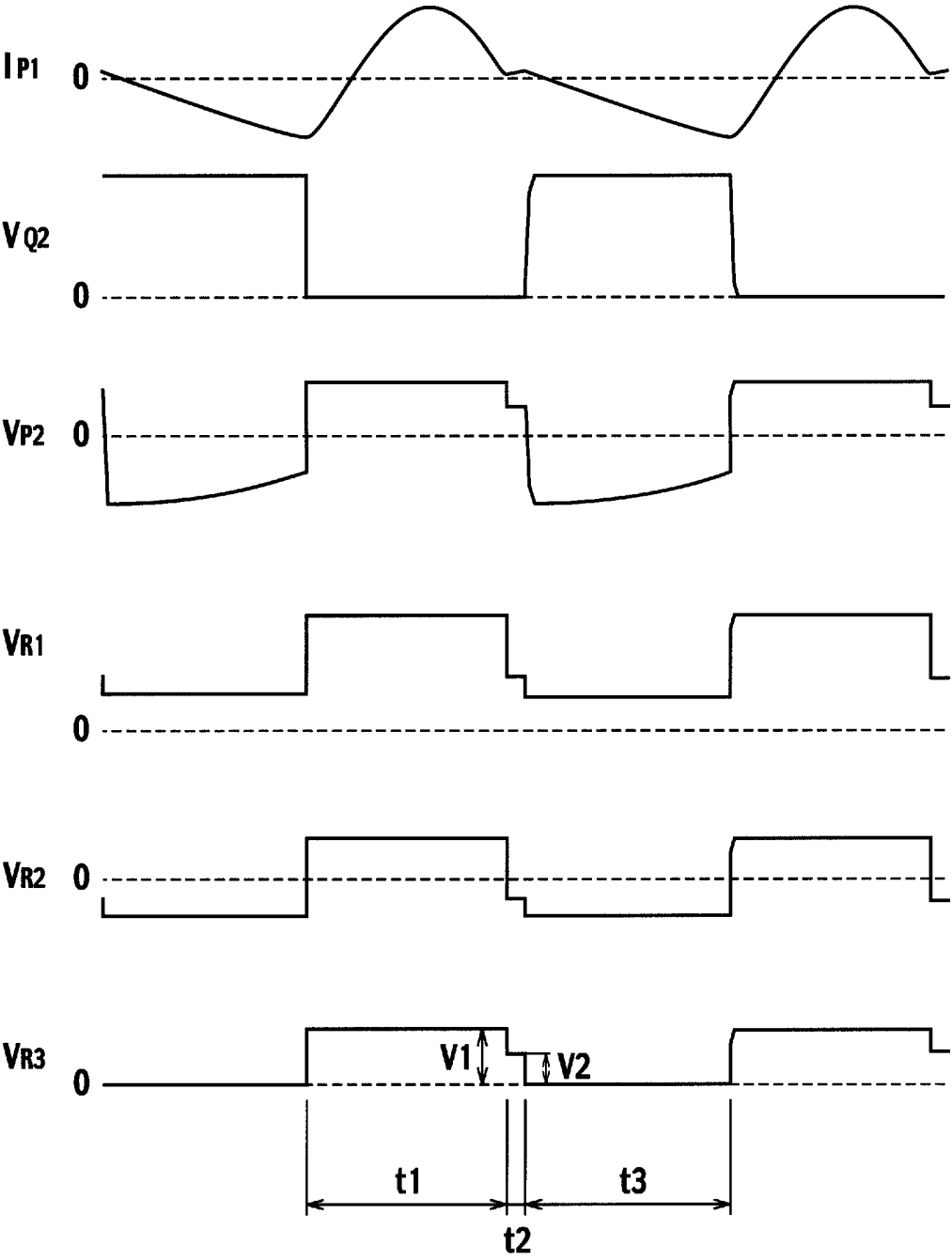
[図7]



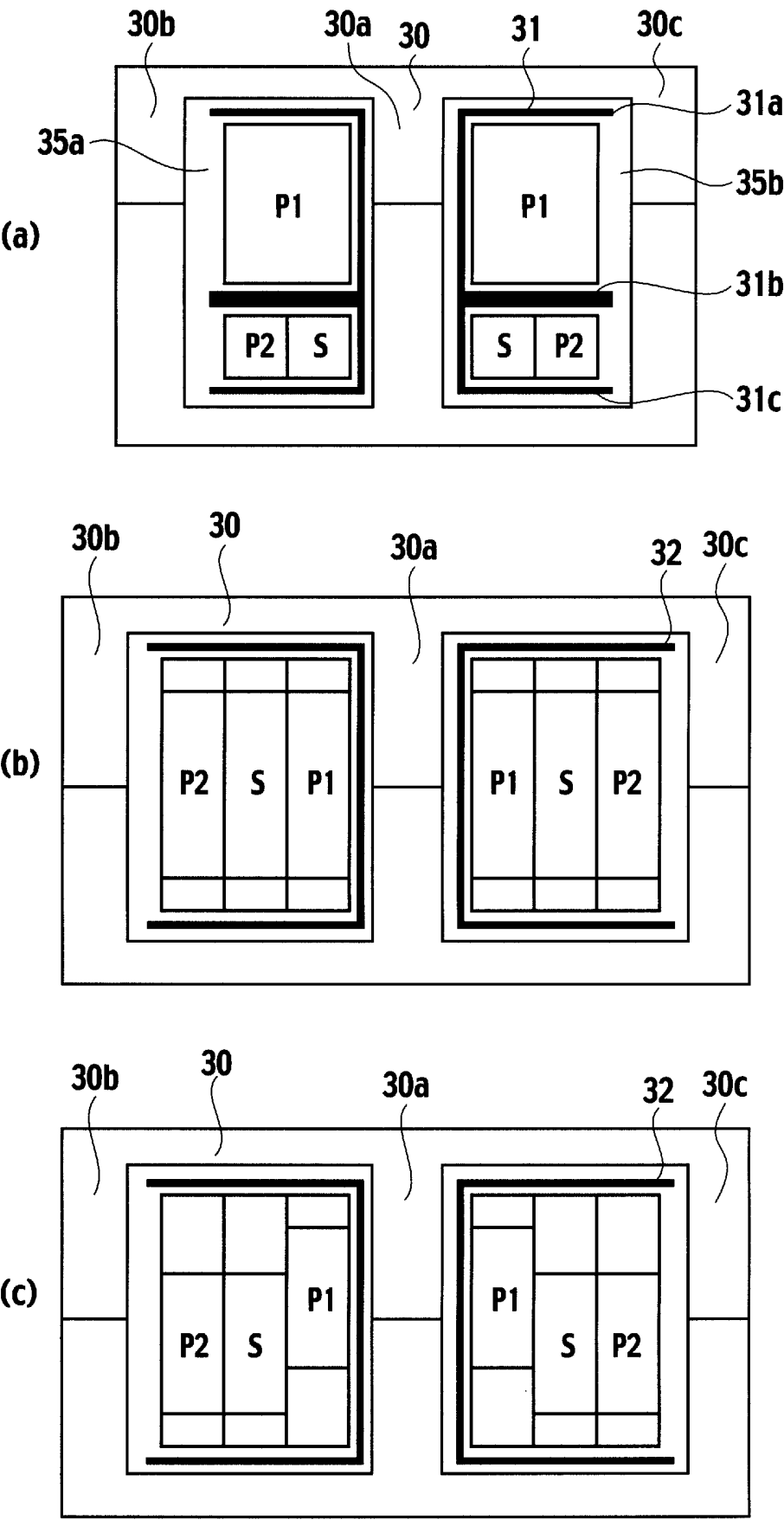
[図8]



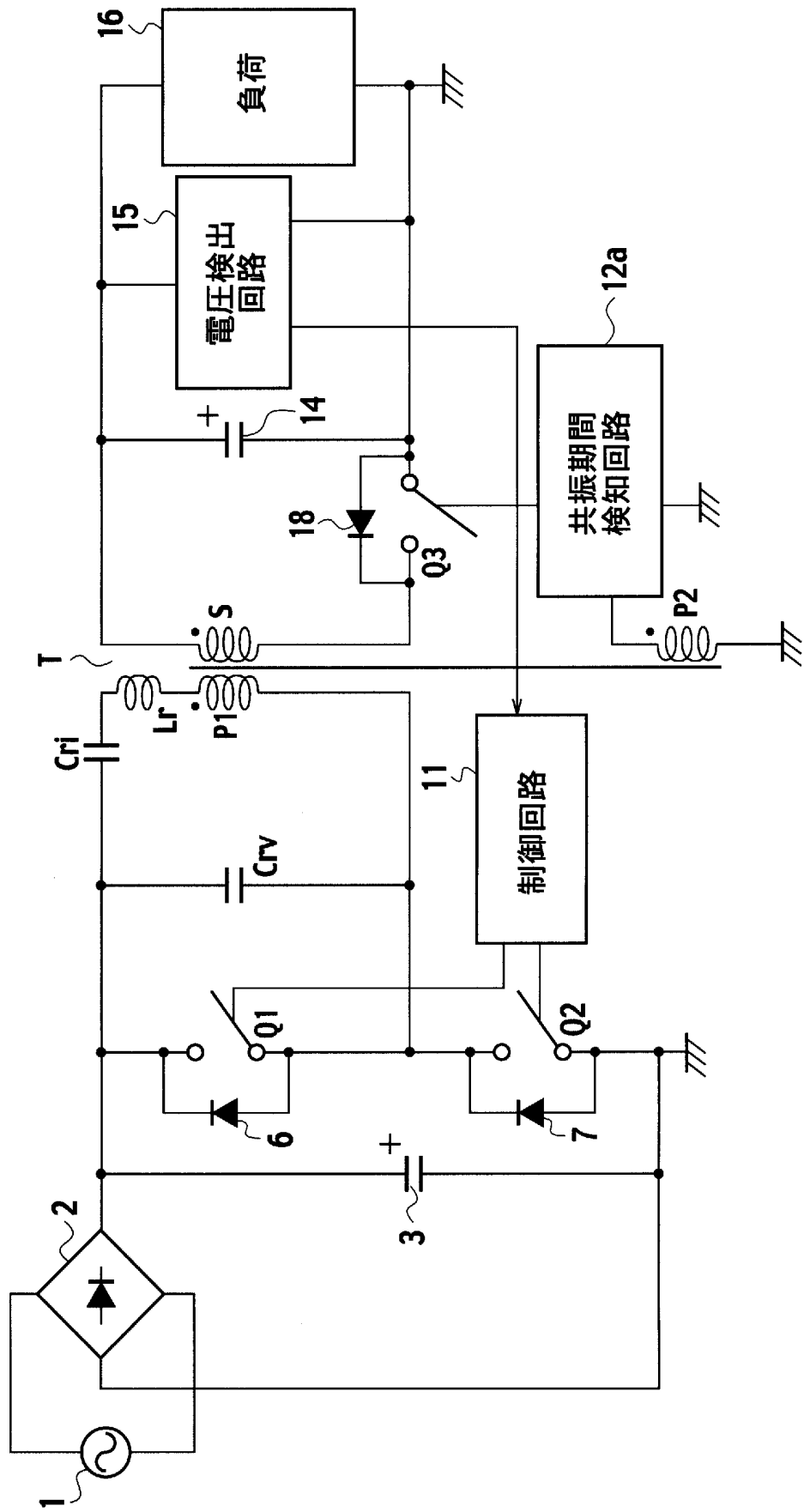
[図9]



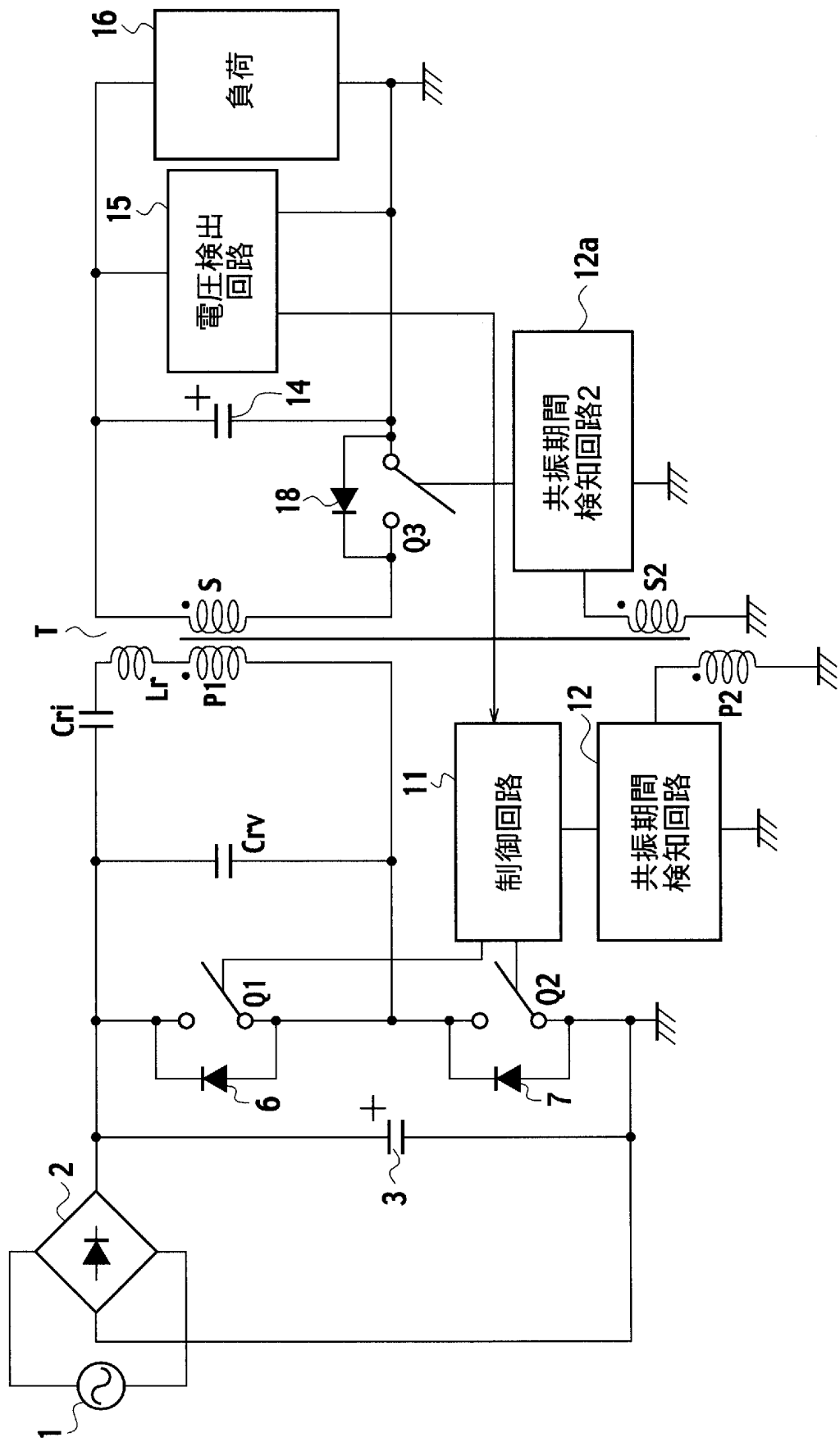
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007602

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H02M3/28, 3/337

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

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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.
Y	JP 8-66025 A (Sanken Electric Co., Ltd.), 08 March, 1996 (08.03.96), Par. Nos. [0014] to [0023]; Fig. 6 (Family: none)	1-10
Y	JP 7-63216 B (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 05 July, 1995 (05.07.95), Page 3, left column, line 12 to right column, line 35; Fig. 1 (Family: none)	1-10

☒ 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
25 July, 2005 (25.07.05)Date of mailing of the international search report
09 August, 2005 (09.08.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007602

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 194089/1982 (Laid-open No. 99581/1984) (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 05 July, 1984 (05.07.84), Page 7, lines 14 to 18; Fig. 1 (Family: none)	1-10
Y	JP 2000-23455 A (Sony Corp.), 21 January, 2000 (21.01.00), Par. Nos. [0007] to [0015]; Figs. 1, 2 (Family: none)	7-10
A	JP 3-103069 A (Shindengen Electric Mfg. Co., Ltd., Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 30 April, 1991 (30.04.91), Full text (Family: none)	1-10
A	JP 56-168240 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 December, 1981 (24.12.81), Full text (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷

H02M3/28, 3/337

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.Cl.⁷

H02M3/00-3/44

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	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005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
Y	JP 8-66025 A (サンケン電気株式会社) 08.03.1996, 【0014】-【0023】, 図6 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 7-63216 B (日本電信電話株式会社) 05.07.1995, 第3頁左欄第12行-右欄第35行, 図1 (ファミリーなし)	1-10

☒ 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

25.07.2005

国際調査報告の発送日

09.8.2005

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

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
Y	日本国実用新案登録出願57-194089号(日本国実用新案登録出願公開 59-99581号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影した マイクロフィルム(東京芝浦電気株式会社) 05.07.1984, 第7頁第14行-第18行, 図1 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2000-23455 A (ソニー株式会社) 21.01.2000, 【0007】-【0015】, 図1, 2 (ファミリーなし)	7-10
A	JP 3-103069 A (新電元工業株式会社, 日本電信電話株式会社) 30.04.1991, 全文 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 56-168240 A (松下電器産業株式会社) 24.12.1981, 全文 (ファミリーなし)	1-10