

(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2007-82354
(P2007-82354A)

(43) 公開日 平成19年3月29日(2007.3.29)

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

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2005-268999 (P2005-268999)
 (22) 出願日 平成17年9月15日(2005.9.15)

(71) 出願人 000006231
 株式会社村田製作所
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
 (74) 代理人 100084548
 弁理士 小森 久夫
 (74) 代理人 100123940
 弁理士 村上 辰一
 (72) 発明者 諸見里 英人
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
 株式会社村田製作所

内
 Fターム(参考) 5H730 AA20 AS01 BB23 DD04 EE13
 EE59 FD01 FG01 XX03 XX12
 XX23 XX40 XX42 XX44 XX45

(54) 【発明の名称】 同期整流型フォワードコンバータ

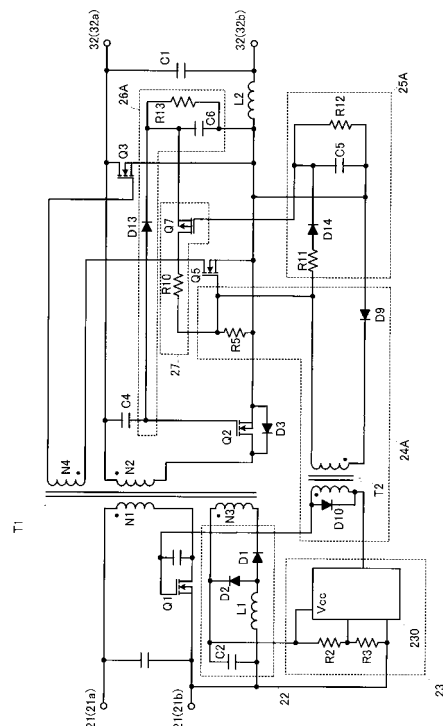
(57) 【要約】

【課題】 出力過電圧による逆流動作および自励発振が生じても同期整流用スイッチ素子へのストレスを軽減して安定動作する同期整流型フォワードコンバータを構成する。

【解決手段】 主トランスT1の補助巻線N4に対して直列に転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q5を接続し、このスイッチ素子Q5によって転流スイッチ素子Q3のゲート・ソース間容量の充電電荷の制御を行う。制御用スイッチ素子駆動回路24Aは主スイッチ素子Q1のターンオン時にスイッチ素子Q5をオンする。

1次側制御停止検知回路25Aは、制御用スイッチ素子駆動回路24Aからの出力信号に基づいてスイッチング制御回路23の制御停止状態を検知し、1次側の制御が停止すれば、オン信号断続スイッチ素子Q7を導通させて、スイッチ素子Q5をオンさせ、転流スイッチ素子Q3のゲート・ソース間容量の電荷を速やかに放電させる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1次巻線と2次巻線を備えたトランスと、該トランスの1次巻線に直列に接続した主スイッチ素子と、前記トランスの2次巻線に対して直列に接続したチョークコイルと、出力端子間に並列に接続した平滑コンデンサと、前記トランスの2次巻線に対して直列に接続され、前記主スイッチ素子のオン/オフに同期してオン/オフする整流スイッチ素子と、前記主スイッチ素子のオン/オフに同期してオフ/オンし、オンによって前記チョークコイルの励磁エネルギーの放出経路を構成する転流スイッチ素子と、前記主スイッチ素子のスイッチング制御を行うスイッチング制御回路と、を備えた同期整流型フォワードコンバータにおいて、

10

前記トランスの補助巻線に対して直列に接続され、前記転流スイッチ素子の制御端子に対する、前記トランスの補助巻線の起電圧の印加制御を行う転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子と、

前記主スイッチ素子のオン時に前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子をオンする制御用スイッチ素子駆動回路と、

前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子に対する制御電圧信号を生成する制御電圧信号生成回路と、

前記スイッチング制御回路の制御停止状態を検知する1次側制御停止検知回路と、

前記1次側制御停止検知回路の出力に基づき、1次側制御停止時に前記制御電圧信号生成回路から前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子へオン制御電圧信号を与える1次側制御停止時制御回路と、

20

を設けた同期整流型フォワードコンバータ。

【請求項 2】

前記1次側制御停止時制御回路は、前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子へオン制御電圧信号を与えるオン信号断続スイッチ素子を備え、

前記制御用スイッチ素子駆動回路は、前記スイッチング制御回路による主スイッチ素子への駆動信号により1次側が駆動され、2次側から前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子への制御電圧信号を発生するパルストランスを備え、

前記1次側制御停止検知回路は、前記パルストランスの2次側出力を整流するとともに充電し、該充電による電圧を前記オン信号断続スイッチ素子へ与える充電回路を備え、

30

前記パルストランスの2次側に、前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子の制御端子と前記充電回路のグラウンドとの間に、前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子の制御端子がグラウンドに接地されるのを防止するインピーダンス回路を設けた請求項1に記載の同期整流型フォワードコンバータ。

【請求項 3】

前記充電回路は、前記パルストランスの2次側出力を両波整流したものである請求項2に記載の同期整流型フォワードコンバータ。

【請求項 4】

前記制御電圧信号生成回路は、前記整流スイッチ素子を駆動する電圧信号を充電する充電回路である請求項1、2または3に記載の同期整流型フォワードコンバータ。

40

【請求項 5】

前記制御電圧信号生成回路は、前記補助巻線のフライバック電圧を充電する充電回路である請求項1、2または3に記載の同期整流型フォワードコンバータ。

【請求項 6】

前記制御電圧信号生成回路は、前記チョークコイルに発生する電圧を充電する充電回路である請求項1、2または3に記載の同期整流型フォワードコンバータ。

【請求項 7】

前記1次側制御停止時制御回路を介して前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子へ与えられる前記オン制御電圧信号によって駆動され、前記整流スイッチ素子の制御電圧を制御する、整流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子を設けた請求項1～6のいず

50

れか 1 項に記載の同期整流型フォワードコンバータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、出力電流を同期整流するフォワードコンバータに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の同期整流型のフォワードコンバータとして特許文献 1 が開示されている。図 1 にその特許文献 1 のコンバータの回路を示す。

【0003】

この図 1 に示す回路では、トランス 4 の 1 次側の主スイッチ素子 2 は、オンすると 2 次側の整流側同期整流素子 5 がオンし、転流側スイッチ素子 6 がオフする。ここで転流側スイッチ素子 6 のターンオフが遅れると、2 つのスイッチ素子 5, 6 を通る短絡経路が形成されてしまうので、トランス 4 の 3 次巻線 4c に直列に駆動スイッチ素子 7 を設け、1 次側の主スイッチ素子 2 をターンオンする信号で駆動スイッチ素子 7 をオンさせるように構成している。この構成によって、1 次側の主スイッチ素子 2 がオンする直前に転流側スイッチ素子 6 のゲート容量の電荷を、駆動スイッチ素子 7 を介して引き抜き、転流側スイッチ素子 6 を速やかにオフして短絡を防止する。

10

【0004】

このように、2 次側にチョークコイルを有し、2 次巻線や補助巻線に発生する電圧によって 2 次側の同期整流素子および転流側スイッチ素子をオン/オフする同期整流型のフォワードコンバータにおいては、主スイッチのスイッチング動作が停止すると、または出力端子に比較的高い電圧が印加されると、2 次側が自励発振して 2 次側から 1 次側へ電力が逆流する（回生される）という問題が生じる。

20

【0005】

そこで、特許文献 2 には、主スイッチのスイッチング動作停止に起因した転流側同期整流器の自励発振を検知する自励発振検知回路を設け、自励発振が検知された時、転流側同期整流器のゲート・ソース間に設けたスイッチをオンし、ゲート電圧をスレシヨルド電圧値よりも低下させて転流側同期整流器をオフさせるようにして自励発振を停止させるようにした回路が示されている。

30

【0006】

また、特許文献 3 には、転流側スイッチ素子のゲート・ソース間に補助スイッチ素子を接続し、整流側スイッチ素子のゲート信号により転流側スイッチ素子のゲートをオフする構成が示されている。このことにより自励発振の周波数を高く設定して、外部から逆流する電流を小さく抑え、逆流・自励発振による同期整流素子の電流ストレスを軽減するようにしている。

【特許文献 1】特開 2000 - 262051 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 304684 号公報

【特許文献 3】特開 2003 - 244952 号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところが、特許文献 2 に示されているコンバータでは、転流側同期整流素子のオフタイミングスイッチと自励発振時の停止スイッチの 2 つの補助スイッチが必要となり、回路が複雑化する。

【0008】

また、特許文献 3 に示されているコンバータでは、転流側スイッチ素子のゲート・ソース間に補助スイッチ素子を設けた場合に、転流側スイッチ素子のオフタイミングを転流側スイッチ素子のハーフオン状態で検知しているため、逆流防止回路としての動作で過剰なストレスがスイッチ素子（主スイッチ素子、同期整流用スイッチ素子）に掛かる。さらに

50

、整流側同期整流素子オフ時の補助スイッチのオフ遅れにより、補助スイッチ素子がトランスの巻線の両端をショートする場合があります、補助スイッチ素子が破壊するおそれがあるなどの問題があった。

【0009】

そこで、この発明の目的は、上述の問題を解消し、出力過電圧による逆流動作および自励発振が生じても同期整流用スイッチ素子へのストレスを軽減して安定動作する、または自励発振を停止させる同期整流型フォワードコンバータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、この発明の同期整流型フォワードコンバータは次のように構成する。 10

【0011】

(1) 1次巻線(N1)と2次巻線(N2)を備えたトランス(T)と、該トランス(T)の1次巻線(N1)に直列に接続した主スイッチ素子(Q1)と、前記トランス(T)の2次巻線(N2)に対して直列に接続したチョークコイル(L2)と、出力端子間に並列に接続した平滑コンデンサ(C1)と、前記トランス(T)の2次巻線(N2)に対して直列に接続され、前記主スイッチ素子(Q1)のオン/オフに同期してオン/オフする整流スイッチ素子(整流側同期整流素子Q2)と、前記主スイッチ素子(Q1)のオン/オフに同期してオフ/オンし、オンによって前記チョークコイルの励磁エネルギーの放出経路を構成する転流スイッチ素子(転流側同期整流素子Q3)と、前記主スイッチ素子(Q1)のスイッチング制御を行うスイッチング制御回路(23)と、を備えた同期整流型フォワードコンバータにおいて、 20

前記トランス(T)の補助巻線(N4)に対して直列に接続され、前記転流スイッチ素子(Q3)の制御端子に対する、前記トランス(T)の補助巻線(N4)の起電圧の印加制御を行う転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q5)と、

前記主スイッチ素子(Q1)のオン時に前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q5)をオンする制御用スイッチ素子駆動回路(24)と、

前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q5)に対する制御電圧信号を生成する制御電圧信号生成回路(26)と、

前記スイッチング制御回路(23)の制御停止状態を検知する1次側制御停止検知回路(25)と、 30

前記1次側制御停止検知回路(25)の出力に基づき、1次側制御停止時に前記制御電圧信号生成回路(26)から前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q5)へオン制御電圧信号を与える1次側制御停止時制御回路(27)と、

を設ける。

【0012】

(2) 前記1次側制御停止時制御回路(27)は、前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q5)へオン制御電圧信号を与えるオン信号断続スイッチ素子(Q7)を備え、

前記制御用スイッチ素子駆動回路(24)は、前記スイッチング制御回路(23)による主スイッチ素子(Q1)への駆動信号により1次側が駆動され、2次側から前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q5)への制御電圧信号を発生するパルストランス(T2)を備え、 40

前記1次側制御停止検知回路(25)は、前記パルストランス(T2)の2次側出力を整流するとともにその放電速度を上回る速さで充電し、該充電による電圧を前記オン信号断続スイッチ素子(Q7)へ与える充電回路を備え、

前記パルストランス(T2)の2次側に、前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q5)の制御端子と前記充電回路のグラウンドとの間に、前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q5)の制御端子がグラウンドに接地されるのを防止するインピーダンス回路(D9)を設けたものとする。 50

【0013】

(3) 前記充電回路は、前記パルストランスの2次側出力を両波整流したものとする。

【0014】

(4) 前記制御電圧信号生成回路(26)は、例えば前記整流スイッチ素子(Q2)を駆動する電圧信号を充電する充電回路とする。

【0015】

(5) 前記制御電圧信号生成回路(26)は、例えば前記補助巻線(N4)のフライバック電圧を充電する充電回路とする。

【0016】

(6) 前記制御電圧信号生成回路(26)は、例えば前記チョークコイル(L2)に発生する電圧を充電する充電回路とする。 10

【0017】

(7) 前記1次側制御停止時制御回路(27)を介して前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q5)へ与えられる前記オン制御電圧信号によって駆動され、前記整流スイッチ素子(Q2)の制御電圧を制御する、整流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q6)を更に設けたものとする。

【発明の効果】

【0018】

(1) 出力端子へ過電圧が印加されることによって同期整流回路が自励発振を起こして1次側の制御が停止すると、または1次側への入力が入力オフすること等によって1次側のスイッチング制御が停止すると、転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q5)に対してオン制御電圧が印加されて、転流スイッチ素子Q3のゲート寄生容量電荷の引き抜きが速くなって、転流スイッチQ3が早くオンすることになり、自励発振周波数の低下が抑制される。その結果、整流スイッチ素子および転流スイッチ素子のストレスが軽減される。 20

【0019】

(2) パルストランス(T2)の2次側に、前記転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q5)の制御端子と前記充電回路のグラウンドとの間に、インピーダンス回路(D9)を設けることにより、1次側の制御停止時に前記グラウンドに対して制御電圧信号生成回路(26)の信号電流が流れるのが阻止されて、転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q5)が正しく動作できるようになる。 30

【0020】

(3) 前記充電回路が、パルストランス(T2)の2次側に生じる電圧を両波整流することで充電速度が2倍になり、逆に充電回路の放電速度を速く設定でき、1次側の制御停止時に転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q5)を早くオンして自励発振周波数低下抑制機能を早く発揮させることができる。

【0021】

(4) 整流スイッチ素子(Q2)を駆動する電圧信号を充電する充電回路で制御電圧信号生成回路(26)を構成することによって、転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q5)の制御に適した電圧信号を容易に得られる。

【0022】

(5) また、補助巻線(N4)のフライバック電圧を充電する充電回路で制御電圧信号生成回路(26)を構成してもよい。 40

【0023】

(6) あるいは、チョークコイル(L2)に発生する電圧を充電する充電回路で制御電圧信号生成回路(26)を構成してもよい。

【0024】

(7) 整流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q6)は、転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子(Q5)オン信号生成回路からのオン制御信号によって整流スイッチ素子(Q2)の制御電圧を制御するので、自励発振が停止し、逆流が完全に停止できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

先ず、図2を参照して、以降に示す各実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータの共通の構成について説明する。

図2は、一部をブロック化および記号化した同期整流型フォワードコンバータの回路図である。

【0026】

図2に示すように、主トランスT1には1次巻線N1、2次巻線N2、3次巻線N3、および補助巻線N4を備えている。1次巻線N1には直列に主スイッチ素子Q1を接続し、入力端子21(21a, 21b)の間にコンデンサを接続している。主トランスT1の2次巻線N2には直列にチョークコイルL2および整流スイッチ素子Q2を接続し、出力端子32(32a, 32b)間には平滑コンデンサC1を接続している。また、チョークコイルL2の励磁エネルギーの放出時の転流経路を構成する(チョークコイルL2と平滑コンデンサC1と共にループを構成する)位置に転流スイッチ素子Q3を設けている。

10

【0027】

主トランスT1の3次巻線N3には、ダイオードD1, D2、チョークコイルL1、コンデンサC2から成る3次整流平滑回路22を接続している。スイッチング制御回路23は、3次整流平滑回路22からの出力を電源として入力し、また出力電圧検出信号として入力し、主スイッチ素子Q1に対してスイッチング制御信号を出力する。整流スイッチ素子Q2の制御端子には、主トランスT1の2次巻線N2の起電圧を印加するように回路を構成している。また、この整流スイッチ素子Q2の制御端子にはその制御電圧を制御する

20

【0028】

転流スイッチ素子Q3の制御端子には、主トランスT1の補助巻線N4の一端を接続し、この補助巻線N4の他端には、転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q5を接続している。

【0029】

上記整流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q6および転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q5の制御端子には制御用スイッチ素子駆動回路24を接続している。この制御用スイッチ素子駆動回路24は、スイッチング制御回路23から出力される主スイッチ素子Q1に対するスイッチング制御信号を入力し、それに同期するタイミングで転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q5および整流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q6を駆動する。

30

【0030】

具体的には、主スイッチ素子Q1のオン時に転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q5をオンする。また、主スイッチQ1のオフ時に整流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q6をオンする。

【0031】

また、制御電圧信号生成回路26が生成した電圧がオン信号断続スイッチ素子Q7を経由して整流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q6および転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q5の制御端子に印加されるように回路を構成している。

40

【0032】

1次側制御停止検知回路25は制御用スイッチ素子駆動回路24を介してスイッチング制御回路23の動作停止状態を検知し、停止状態のときオン信号断続スイッチ素子Q7をオンする。

【0033】

図2に示した同期整流型フォワードコンバータの動作は次の通りである。

通常動作

先ず、スイッチング制御回路23から主スイッチ素子Q1のゲートへ印加される電圧によって主スイッチ素子Q1がオンする。Q1のオンにより主トランスT1の1次巻線N1に電流が流れる。これに伴い、2次巻線N2の起電圧によって整流スイッチ素子Q2がオ

50

ンして、N2 C1 L2 Q2 N2の経路で電流が流れ、C1が充電されると共にL2に励磁エネルギーが蓄積される。この時、補助巻線N4の起電圧は逆向きであるので転流スイッチ素子Q3はオフのままである。

【0034】

スイッチング制御回路23の制御により主スイッチ素子Q1がターンオフすると、2次巻線N2の起電圧が反転してQ2の制御端子電圧が反転するのでQ2がターンオフする。また、補助巻線N4に発生する起電圧によって転流スイッチ素子Q3の制御端子電圧が正極性となってQ3がターンオンする。すなわち、ダイオードDs(Q5の寄生ダイオード) N4 Q3の制御端子の経路でQ3の制御端子に制御電圧が印加され、Q3がターンオンする。その結果、L2 Q3 C1 L2の経路で転流が生じる。

10

上記主スイッチ素子Q1のオン/オフによって上記整流と転流を繰り返す。

【0035】

また、制御用スイッチ素子駆動回路24から出力される信号によって、Q1オン時にQ5がオンするので、Q3の制御端子(Q3がMOS-FETであればゲート・ソース間容量)に充電された電荷が速やかに放電され、Q3は直ちにオフする。また、Q1オフ時にはQ6がオンするので、Q2の制御端子(Q2がMOS-FETであればゲート・ソース間容量)に充電された電荷が速やかに放電され、Q2は直ちにオフする。このようにして整流スイッチ素子Q2と転流スイッチ素子Q3が共にオンしている状態を回避する。

【0036】

逆流動作

整流方式を同期整流とした際に、2次出力に発生した過電圧によりチョークコイルL2が励磁されるモードが発生すると、同期整流用のスイッチ素子Q2, Q3はMOS-FETであって双方向に電流を流せるため、2次出力から入力側へ電力が回生されるモードが発生する。このモードでは出力からコンバータへ電流が流れ込む(逆流する)ため、このモードの動作を逆流動作という。

20

【0037】

逆流動作は入力電源(この同期整流型フォワードコンバータの入力電源)の能力に左右される。基本的に入力へ回生される電力を吸収しない場合と吸収できる場合とでは動作が異なる。逆流時の入力電力を吸収しない場合は入力電圧の上昇を伴うため、入力過電圧時の保護回路が必要となる。ここでは入力電源が電流の吸い込みも行え、電圧を常に一定にできる場合を想定する。

30

【0038】

逆流動作時は、Q1のオン期間が主トランスT1のオン期間より短くなる状態が発生する。通常動作では1次側からL2を励磁するため、1次からの電力供給がなくなると、L2電圧が反転し、トランス電圧が反転してQ2がオフするが、逆流動作時はL2が出力電源(例えば出力端子に並列接続されている他の電源)により、このオフ期間に励磁され、Q1のオンタイミングで励磁状態のリセットに移る。この回路では、トランスの2次巻線N2により転流スイッチ素子Q3の制御が行われるため、L2の励磁状態によりQ2がオフ制御される。

【0039】

このように、逆流動作時は、スイッチング制御回路23によるスイッチング周波数で動作するため、動作周波数が固定される。

40

【0040】

自励発振動作

上記逆流動作の状態から、スイッチング制御回路23による制御が完全になくなる(主スイッチ素子Q1のスイッチングが停止する)と、出力から印加される電圧によりコンバータの動作周波数が制御される自励発振動作状態となる。

【0041】

図2の回路においてスイッチング制御が停止した際に、転流スイッチ素子Q3は補助巻線N4に発生する電圧でオンする。これにより、Q3とチョークコイルL2を介して電流

50

(逆流)が流れる。この電流は時間の経過と共に増加する。

【0042】

ここで制御電圧信号生成回路26およびオン信号断続スイッチ素子Q7が存在しないとすると、自励発振時では1次側の制御が停止しているため、転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q5はオフ状態である。そのため、Q3の制御端子(ゲート・ソース間容量)に充電された電荷は徐々にしか放電されず、Q3の制御端子の電圧は徐々にしか低下しない。

【0043】

上記放電が進んでQ3がオフするとチョークコイルL2の電圧が反転し、Q2がオンする。これによって、2次巻線N2 Q2 L2の経路で電流が流れ、電力が1次側に回生される。チョークコイルL2の励磁がリセットされると、このチョークコイルL2の電圧が反転し、Q2がオフすることにより、2次巻線N2および補助巻線N4にフライバック電圧が発生し、Q3がオンする。この動作を繰り返すことによって自励発振する。

10

【0044】

上述のように、転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q5が存在しないとすると、Q3の制御端子に充電された電荷は徐々にしか放電しないため、自励発振の発振周波数は低くなる。例えば、35~75V入力、1.2~5V出力で、制御時のスイッチング周波数は640kHzで、周波数低下を抑制しない場合の自励発振周波数は約半分の300kHz程度と低くなってしまふ。

【0045】

そこで、1次側の制御が停止した場合にオン信号断続スイッチ素子Q7をオンして、制御電圧信号生成回路26の電圧をQ5、Q6の制御端子へ与える。Q5がオンするとQ3のオン期間が制限され、自励発振周波数が通常のスイッチング周波数と同程度に維持される。また、Q6がオンするとQ2がオフするので、主トランスT1が励磁されなくなり、補助巻線N4にトランス励磁リセットのためのフォワード電圧が発生しなくなり、Q3が再度オンすることがなく自励発振が停止する。

20

【0046】

次に、第2の実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータの構成を、図3・図4を基に説明する。

図3は第2の実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータの回路図、図4はその主要部の波形図である。

30

【0047】

図3に示すように、スイッチング制御回路23は、3次整流平滑回路22からの出力を電源として動作し、且つその電圧を分圧する抵抗R2、R3と、その分圧電圧を入力するスイッチング制御用IC230とで構成している。このスイッチング制御回路23は、パルストランスT2の1次巻線を通して主スイッチ素子Q1のゲートへスイッチング制御信号を出力する。パルストランスT2の1次巻線には、パルストランスリセット用のダイオードD10を接続している。

【0048】

整流スイッチ素子Q2のゲートには、主トランスT1の2次巻線N2の起電圧を、コンデンサC4を介して印加するようにコンデンサC4を接続している。またこの整流スイッチ素子Q2のドレイン・ソース間には、ダイオードD3を接続している。

40

【0049】

転流スイッチ素子Q3のゲートには、主トランスT1の補助巻線N4の一端を接続し、この補助巻線N4の他端には、転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q5を接続している。

【0050】

この転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q5のゲートには、パルストランスT2の2次巻線の一端を接続している。

【0051】

50

Q 2 のゲートとコンデンサ C 4 との接続点と 2 次側の接地との間には、ダイオード D 1 3、コンデンサ C 6、抵抗 R 1 3 からなる充電回路を制御電圧信号生成回路 2 6 A として設けている。この制御電圧信号生成回路 2 6 A からの電圧 (C 6 の充電電圧) が Q 5 のゲートに印加されるように、オン信号断続スイッチ素子 Q 7 と抵抗 R 1 0 からなる 1 次側制御停止時制御回路 2 7 を設けている。

【 0 0 5 2 】

パルストランス T 2 の 2 次巻線の一端 (主スイッチ素子 Q 1 のターンオン時に正電圧が発生する側) を転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子 Q 5 のゲートに接続している。2 次巻線の他端はダイオード D 9 を介して 2 次側のグラウンドに接続している。図 1 では設けられていないダイオード D 9 を備える意味については後述する。上記パルストランス T 2、ダイオード D 1 0、抵抗 R 5 によって制御用スイッチ素子駆動回路 2 4 A を構成している。

10

【 0 0 5 3 】

パルストランス T 2 の 2 次側には、ダイオード D 1 4、コンデンサ C 5、抵抗 R 1 1、R 1 2 からなる 1 次側制御停止検知回路 2 5 A を設けている。この 1 次側制御停止検知回路 2 5 A は、パルストランス T 2 の 2 次巻線電圧の充電回路であり、1 次側の制御が行われているとき所定の電圧 (C 5 の充電電圧) が現れ、放電用の抵抗 R 1 2 があるので 1 次側の制御が停止しているとき充電電圧はほぼ 0 となる。図 3 に示すように、整流スイッチ素子 Q 2 とチョークコイル L 2 との接続点であり、Q 5 のソースを接続している点に、すなわち 2 次側のグラウンドに上記充電回路のグラウンドを接続して充電回路の充電電圧が上記

20

【 0 0 5 4 】

上述のとおり、2 次側のグラウンドにパルストランス T 2 の 2 次巻線の他端を接続しているので、制御電圧信号生成回路 2 6 A の出力を 1 次側制御停止時制御回路 2 7 を介して Q 5 のゲートに単純に接続しただけでは 1 次側の制御停止時に Q 5 のゲートへ印加されるべき電圧が接地されてしまうので、そのグラウンドへ流れようとする電流を阻止する方向に、パルストランス T 2 の 2 次巻線とグラウンドとの間にダイオード D 9 を挿入している。

30

図 2 に示した例では、主スイッチ Q 1 のオフ時に整流スイッチ素子 Q 2 をターンオフする制御用スイッチ素子 Q 6 を設けたが、この図 3 の例ではその回路を設けていない。その他の構成は図 2 に示したものと同様であり、その作用も図 2 を基に説明したものと同様である。

【 0 0 5 5 】

図 3 に示した同期整流型フォワードコンバータの動作は次のとおりである。

まず制御電圧信号生成回路 2 6 A は、そのコンデンサ C 6 に Q 2 のゲート電圧のピーク値を保持する。但し、ピーク値を保持することに特別な意味があるのではなく、コンデンサ C 6 が所定値以上の電圧に充電されることに意味がある。このコンデンサ C 6 に充電される電圧を「Q 5 オン信号」と言う。Q 2 を駆動する信号は通常動作時 (1 次側の制御が行われていてパルストランス T 2 を介して Q 5 を制御する信号が伝達される状態) だけでなく自励発振時にも発生するため、1 次側制御停止時でも制御電圧信号生成回路 2 6 A は機能する。

40

【 0 0 5 6 】

一方、1 次側制御停止検知回路 2 5 A は、そのコンデンサ C 5 に (Q 5 を駆動するために 1 次側からパルストランス T 2 を介して伝達される信号の) ピーク値を保持する。これもピーク値に特別な意味があるのではなく、C 5 が所定値以上の電圧に充電されることに意味がある。1 次側制御の停止時には Q 5 を駆動するための信号も停止するため、C 5 は新たに充電されなくなり、既に充電されていた電荷も抵抗 R 1 2 を介して放電され、充電電圧が低下する。

50

【 0 0 5 7 】

さて、通常動作時にはコンデンサ C 5 の充電電圧は所定値以上になり、オン信号断続スイッチ素子 Q 7 は遮断状態となる。そのため、Q 5 オン信号は出力されない。

【 0 0 5 8 】

図 4 において t 0 で示すタイミングで、何らかの理由で 1 次側の制御が停止すると、T 2 を介して Q 5 に伝達される信号が停止し、1 次側からの信号で Q 5 がオンすることはなくなる。そして、T 2 を介して伝えられる信号がなくなるので、制御停止検知回路の C 5 が充電されなくなる。通常動作時に C 5 に充電された電荷は R 1 2 を介して放電される一方なので、C 5 の充電電圧は徐々に低下する。そして、図 4 に示した t 1 で C 5 の充電電圧が Q 7 のしきい値以下になると、それによって Q 7 が導通状態となり、Q 5 オン信号が Q 7 と R 1 0 を介して Q 5 のゲートに印加され、Q 5 がオンする。これによって転流スイッチ素子 Q 3 のゲート・ソース間容量の電荷が速やかに放電されて、Q 3 のターンオフが早まり、自励発振の発振周波数の低下が抑制される。

10

【 0 0 5 9 】

ところで、Q 5 のゲートはもともとパルストランスの 2 次巻線に発生する信号で制御するために 2 次巻線の一端に接続している。2 次巻線の他端は Q 5 のソース、すなわち 2 次側のグランドに接続している。すなわち、Q 5 のゲートは直流的には 2 次巻線を介して 2 次側のグランドに接続されている。そのため、Q 5 オン信号を単純に Q 5 のゲートに印加するだけでは Q 5 を制御できない。

【 0 0 6 0 】

そこで、上述したように 2 次巻線と 2 次側のグランドとの間にダイオード D 9 を設けて、自励発振時に Q 5 のゲートが接地されるのを防止している。通常動作時には Q 5 を制御するパルスは D 9 にとって順方向電圧となるので D 9 が邪魔になることはない。

20

【 0 0 6 1 】

但しこのように D 9 を設けることによって Q 5 のゲートがグランドに落ちることは防止できるが、パルストランス T 2 と Q 5 のゲートを接続する配線がなくなるわけではないので、Q 5 のゲートからパルストランス T 2 側に電流が流れるのを防止することはできない。そして、上述のようにパルストランスの 2 次巻線には 1 次側制御停止検知回路 2 5 A が接続されている。そのため、このままでは自励発振時に Q 5 オン信号による電流が 1 次側制御停止検知回路 2 5 A に流れ込んで C 5 を充電することになってしまう。この場合、C 5 の充電電圧が上昇してせっかくオンさせた Q 7 がオフしてしまう可能性がある。そこで、1 次側制御停止検知回路 2 5 A の前段に R 1 1 を設けて C 5 の充電時定数を大きくして充電電圧の上昇スピードを抑制 (R 1 2 による放電を上回らないように) し、少なくとも Q 7 が完全なオフ状態にはならないようにしている。Q 7 は多少抵抗値を持って導通さえしていれば所期の目的は達成できる。

30

【 0 0 6 2 】

また、この図 3 に示した例では Q 5 オン信号を Q 5 のゲート (パルストランス T 2 の 2 次巻線の一端側) に印加するように構成している。しかしながら、自励発振時にはパルストランス T 2 の 2 次巻線は単なる配線とみなせるので、実際には Q 5 のゲートから D 9 のカソード (2 次巻線の他端側) までのどの部分に Q 5 オン信号を印加するように構成してもよい。この、Q 5 オン信号を印加する場所は通常動作時に 1 次側から Q 5 を制御する信号が通る経路 (制御信号伝達経路) である。したがって、Q 5 オン信号はこの制御信号伝達経路に印加するようになっていけばよい。

40

【 0 0 6 3 】

次に、第 3 の実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータの構成を、図 5 を基に説明する。

この第 3 の実施形態では、図 5 に示すように、自励発振時に Q 2 をオフさせるための整流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子 Q 6 を設けて、Q 6 のゲートをパルストランス T 2 の 2 次巻線の他端 (D 9 のカソード側) に接続している。そして、Q 5 オン信号を Q 6 のゲート (すなわち、パルストランス T 2 の 2 次巻線の他端側 (Q 5 の制御信号伝達経

50

路に含まれる))に印加するように構成している。この整流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q6は図2に示したQ6に相当するスイッチ素子である。その他の構成は第2の実施形態の場合と同様である。

【0064】

Q5のゲートとQ6のゲートは1次側の制御停止時には単なる配線とみなせるパルストランスT2の2次巻線を介して接続(短絡)されることになるので、Q5オン信号をQ6のゲートに印加する構成でも、Q5の制御に関しては第2の実施形態と同じである。

【0065】

このように構成することによって、自励発振時にQ5オン信号でQ5をオンするとともにQ6をもオンすることによってQ2をオフする。

10

【0066】

Q5オン信号でQ5と同時にQ6をオンする場合には、Q5とQ6のゲート同士を単純に接続すればよさそうなものであるが、そうすると通常動作時にもQ5と同時にQ6がオンするようになり、好ましくない。そのため、通常動作時にQ5をオンする信号ではQ6がオンしないように、パルストランスT2の2次巻線の他端側に接続している。これによってQ5をオンする信号はQ6にとっては信号の極性が逆になり、Q6はオンしない。また、パルストランスT2の1次巻線にダイオードD10を接続しているため、回路的に通常動作時にはQ6がオンするような信号は発生しない。すなわち、通常動作時にはQ6は常にオフしており、等価的に存在しないものとなる。

【0067】

この第3の実施形態においては、Q6がオンすることによってQ2がオフするために自励発振そのものが継続しなくなり、停止する。自励発振が停止すると、主トランスT1の補助巻線N4にQ3をオンさせる電圧が発生しないのでQ3もオフになり(再度オンすることがなく)、逆流は完全に停止する。

20

【0068】

この第3の実施形態では、最終的に自励発振が停止するので、自励発振の周波数を抑制する機能(Q5をオンする機能)は一見不必要に思える。ただ、自励発振が継続しないとはいえ、少なくともQ6がオンするまでは発振し、それによってQ2、Q3に電流負荷が掛かるので、最初の発振の周波数低下を抑制するためにも存在意義はある。

【0069】

次に、第4の実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータの構成を、図6を基に説明する。

30

この第4の実施形態は制御電圧信号生成回路の他のバリエーションである。図6に示すとおり、制御電圧信号生成回路26Bは、ダイオードD13,コンデンサC6,抵抗R13からなり、主トランスT1の補助巻線N4のフライバック電圧を充電するものである。このような構成であっても転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q5および整流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q6の制御電圧を生成できる。その他の構成および作用は第3の実施形態の場合と同様である。

【0070】

なお、この制御電圧信号生成回路26Bの構成は図3に示した第2の実施形態で示した回路にも適用できる。

40

【0071】

次に、第5の実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータの構成を、図7を基に説明する。

この第5の実施形態も制御電圧信号生成回路の他のバリエーションである。図7に示すとおり、制御電圧信号生成回路26Cは、ダイオードD13,コンデンサC6,抵抗R13,R14からなり、チョークコイルL2に発生する電圧を充電するものである。このような構成であっても、転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q5および整流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q6の制御電圧を生成できる。その他の構成および作用は第3の実施形態の場合と同様である。

50

【0072】

なお、この制御電圧信号生成回路26Cの構成も図3に示した第2の実施形態で示した回路に適用できる。

【0073】

次に、第6の実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータの構成を、図8を基に説明する。

この第6の実施形態では、第2～第4の実施形態で示したパルストランスT2の1次巻線に並列に設けられていたダイオードD10を除去している。その代わりに電圧クランプするとともにノイズを除去するために、負パルスをグラウンドにクランプするダイオードD12と、正パルスをVCCにクランプするダイオードD11とを設けている。

10

【0074】

パルストランスT2の1次巻線の並列ダイオードを除去したため、通常動作時にQ1をオンする信号だけでなく、オフする信号(逆方向の信号)もパルストランスT2を介して2次側に伝達される。そのため、1次側でQ1をオフする信号が出る時に、2次側にはQ6をオンする信号が出力され、Q2がオフする。

【0075】

もともとQ1がオフの時にはQ2もQ1のオフによって、主トランスT1の2次巻線N2に発生する電圧でオフするように制御されるが、その前にQ6のオンによってQ2がオフするようにしている。すなわち、トランスT1の漏れインダクタンス等によってQ2のオフタイミングに対してQ3のオンタイミングがずれて、Q2とQ3が同時オンするタイミングが生じるおそれがあるが、Q2のオフとQ3のオンのタイミングが同期しない制御が可能となるので、上記同時オンがより確実に防止できる。ただ、そのままではこの逆方向の信号に対するグラウンドからの電流経路がないので、逆方向の電流経路を確保するためにダイオードD8を設けている。

20

【0076】

図9は上記パルストランスT2の2次側の信号がQ5、Q6のゲートへ印加される部分の回路図である。また、図10はその波形図である。

このように、パルストランスT2の2次巻線から両方向の信号が出るので、そのどちらの側に1次側制御停止検知回路を設けてもよい。この図8に示す例では、第2～第4の実施形態の場合と異なる他端に1次側制御停止検知回路25Aを接続している。その他の構成および作用は第4の実施形態の場合と同様である。

30

【0077】

次に、第7の実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータの構成を、図11を基に説明する。

この第7の実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータは、図8に示した回路において、さらに抵抗R15とダイオードD15を設けることによって、パルストランスT2の2次巻線に発生するどちら向きかの電圧によっても、すなわちパルストランスT2の両波整流でコンデンサC7を充電できるようにしたものである。この場合、いわゆる両波整流になるのでC7の充電速度が2倍になる。充電速度が速いとR14の抵抗値を少々小さくして放電スピードを速めても、通常動作時にC7の充電電圧が低下してQ7がオンすることは避けられる。そして、R14の抵抗値が小さいと、1次側の制御停止時においてはC7の充電電圧低下スピードが速くなり、Q7が早くオンするようになる。すなわち、Q5を早くオンして自励発振周波数低下抑制機能を早く発揮させることができる。

40

その他は第6の実施形態の場合と同様である。

【0078】

なお、以上に示した各実施形態では、パルストランスT2の2次巻線と主トランスT1の2次側のグラウンドとの間にインピーダンス回路としてダイオードD9を設けたが、転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子Q5および整流スイッチターンオフ用スイッチ素子Q6のゲートがグラウンドにさえ落ちなければよいので、例えば適当な値の抵抗でもよい。また、同期制御可能な別のスイッチ素子でインピーダンス回路を構成してもよい。

50

【図面の簡単な説明】

【0079】

- 【図1】特許文献1に係るコンバータの構成を示す回路図である。
 【図2】第1の実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータの回路図である。
 【図3】第2の実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータの回路図である。
 【図4】同コンバータの主要部の波形図である。
 【図5】第3の実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータの回路図である。
 【図6】第4の実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータの回路図である。
 【図7】第5の実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータの回路図である。
 【図8】第6の実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータの回路図である。
 【図9】同コンバータの部分回路図である。
 【図10】図9各部の波形図である。
 【図11】第7の実施形態に係る同期整流型フォワードコンバータの回路図である。

10

【符号の説明】

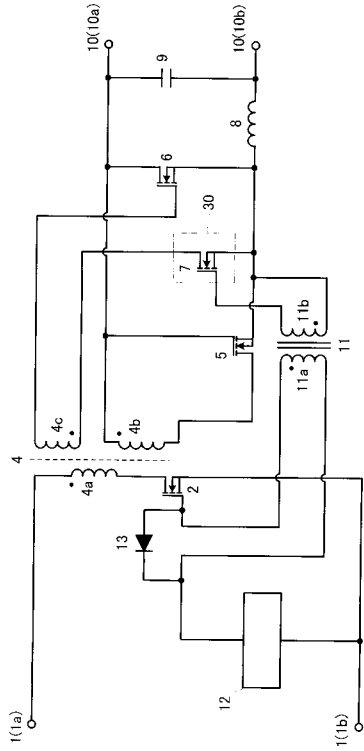
【0080】

- T1 - 主トランス
 21 - 入力端子
 22 - 3次整流平滑回路
 23 - スイッチング制御回路
 24 - 制御用スイッチ素子駆動回路
 25 - 1次側制御停止検知回路
 26 - 制御電圧信号生成回路
 27 - 1次側制御停止時制御回路
 32 - 出力端子
 Q1 - 主スイッチ素子
 Q2 - 整流スイッチ素子
 Q3 - 転流スイッチ素子
 Q5 - 転流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子
 Q6 - 整流スイッチターンオフ制御用スイッチ素子
 Q7 - オン信号断続スイッチ素子
 N1 - 1次巻線
 N2 - 2次巻線
 N3 - 3次巻線
 N4 - 補助巻線
 L1, L2 - チョークコイル
 C1 - 平滑コンデンサ
 D9 - ダイオード(インピーダンス回路)

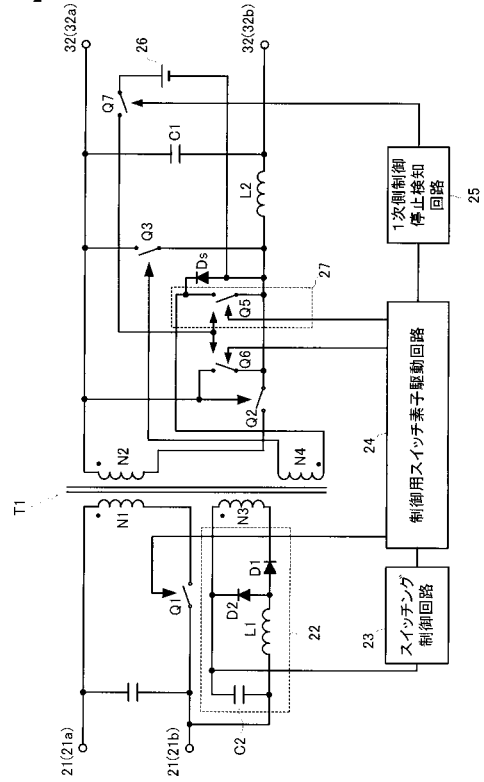
20

30

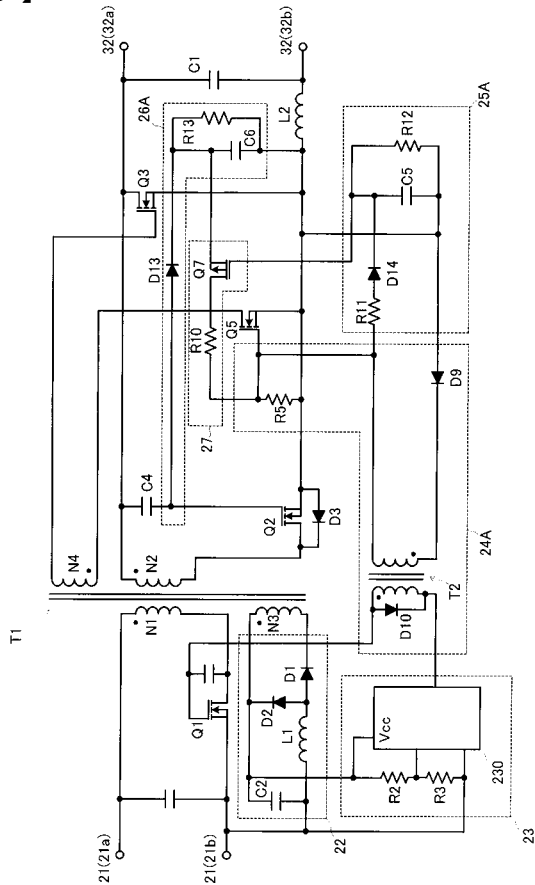
【図1】



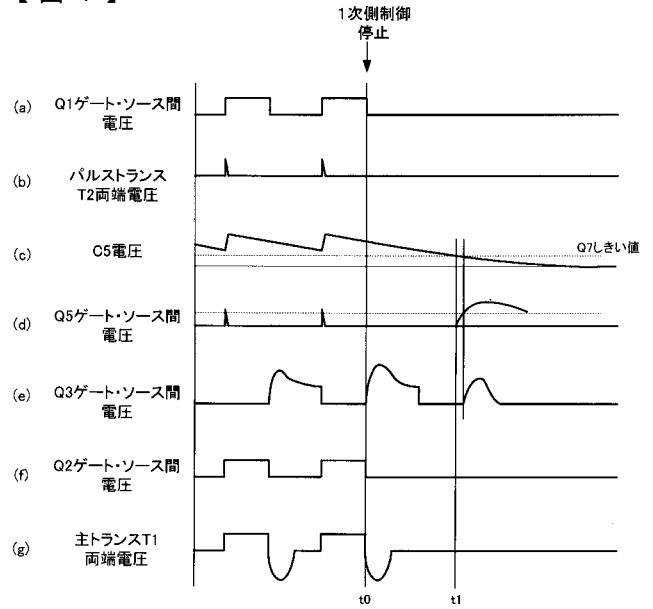
【図2】



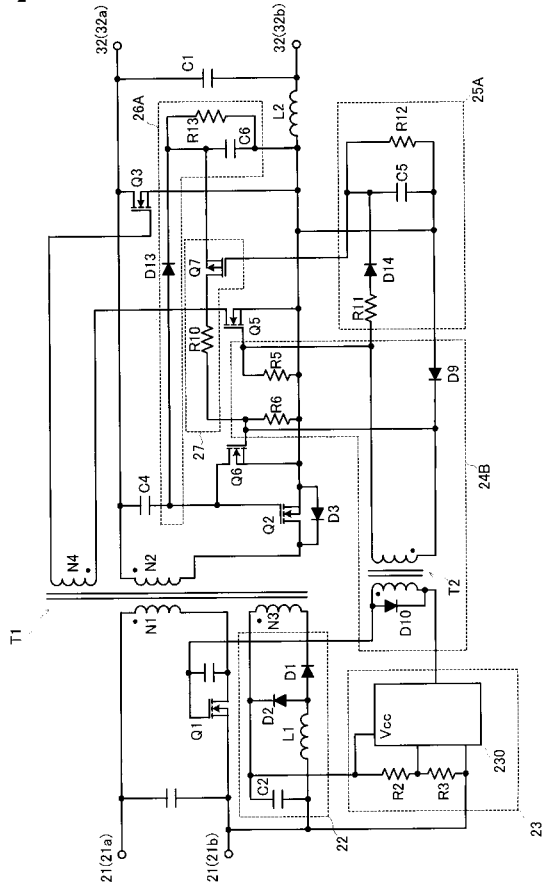
【図3】



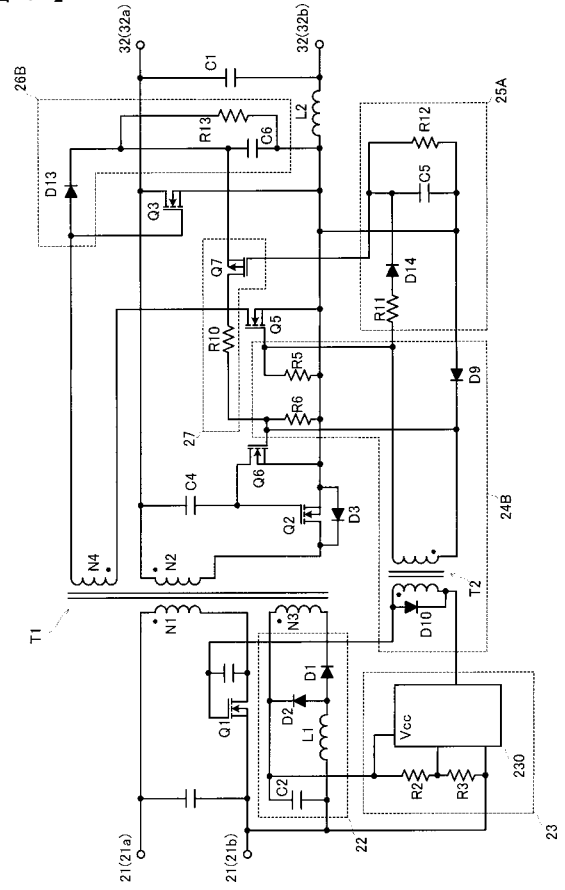
【図4】



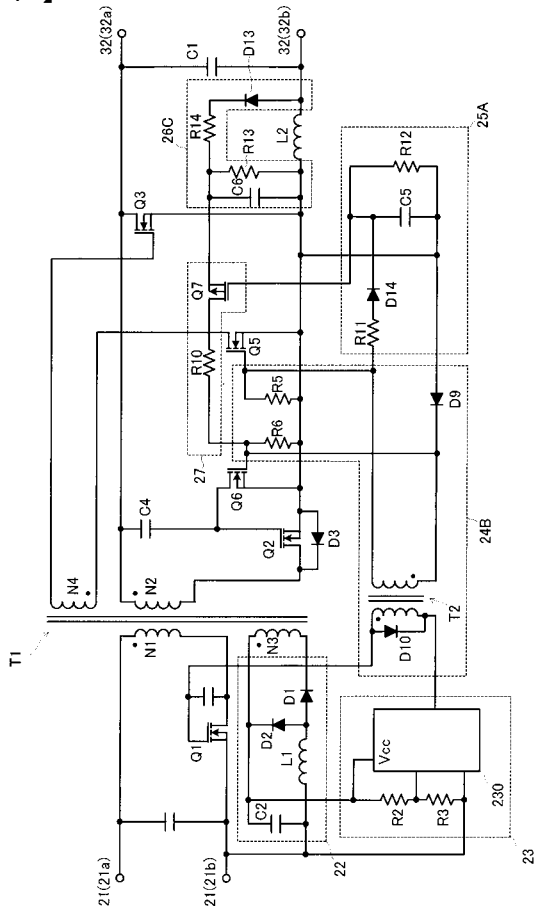
【 図 5 】



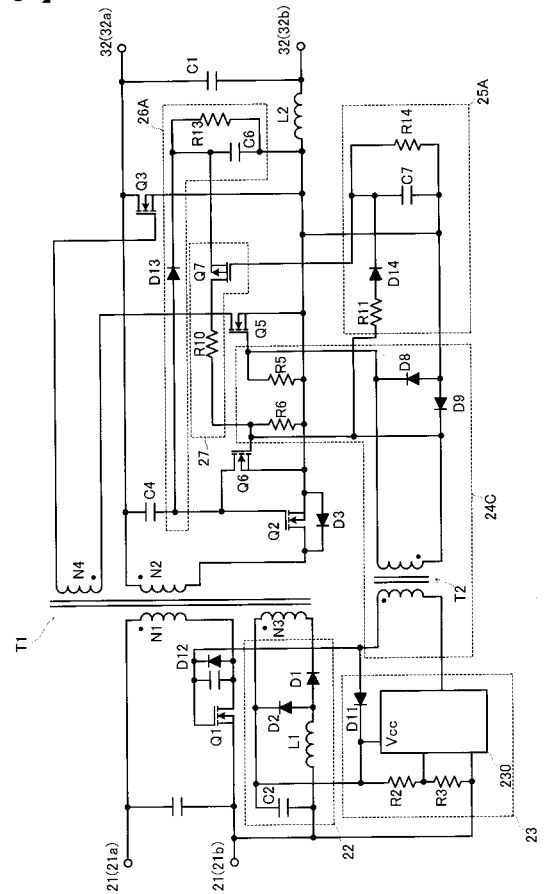
【 図 6 】



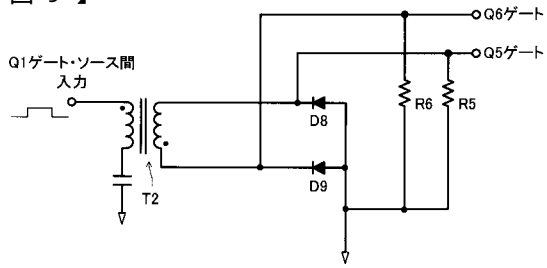
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】

