

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5157987号  
(P5157987)

(45) 発行日 平成25年3月6日(2013.3.6)

(24) 登録日 平成24年12月21日(2012.12.21)

(51) Int. Cl. F 1  
**HO2M 3/28 (2006.01)**  
 HO2M 3/28 D  
 HO2M 3/28 H

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2009-74199 (P2009-74199)  
 (22) 出願日 平成21年3月25日(2009.3.25)  
 (65) 公開番号 特開2010-226931 (P2010-226931A)  
 (43) 公開日 平成22年10月7日(2010.10.7)  
 審査請求日 平成23年9月3日(2011.9.3)

(73) 特許権者 000003218  
 株式会社豊田自動織機  
 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地  
 (74) 代理人 100068755  
 弁理士 恩田 博宣  
 (74) 代理人 100105957  
 弁理士 恩田 誠  
 (72) 発明者 間瀬 知行  
 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会  
 社 豊田自動織機 内  
 (72) 発明者 大藪 豊仙  
 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会  
 社 豊田自動織機 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 絶縁形DC-DCコンバータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

トランスの一次巻線に対してスイッチング素子で形成された補助スイッチとクランプコンデンサの直列回路が接続されたアクティブクランプ回路を備え、運転時にはスイッチング素子で形成された主スイッチと前記補助スイッチとが交互にオン/オフ制御される絶縁形DC-DCコンバータにおいて、

絶縁形DC-DCコンバータの停止時から再起動時のソフトスタート開始までの間に、前記主スイッチをオフに保持した状態で、前記クランプコンデンサの電圧が、ソフトスタートによる再起動時にトランスが磁気飽和に至る電圧未満になるまで前記補助スイッチのオン/オフを繰り返すように前記主スイッチ及び前記補助スイッチを制御する磁気飽和防止制御を行う制御手段を備えていることを特徴とする絶縁形DC-DCコンバータ。

10

【請求項2】

前記制御手段は、再起動時に前記磁気飽和防止制御を行う請求項1に記載の絶縁形DC-DCコンバータ。

【請求項3】

前記磁気飽和防止制御の際における前記補助スイッチのオン時間は、前記トランスへの印加電圧Eと印加時間Tとの積であるET積より前記クランプコンデンサの残容量と前記補助スイッチのオン時間との積が小さくなるように設定されている請求項1又は請求項2に記載の絶縁形DC-DCコンバータ。

【発明の詳細な説明】

20

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、絶縁形DC-DCコンバータに係り、詳しくはアクティブクランプ回路を備えた絶縁形DC-DCコンバータに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

絶縁形DC-DCコンバータとして、アクティブクランプ回路を備えたDC-DCコンバータが利用されている(例えば特許文献1)。具体的には、例えば図8に示すように、トランス50の一次巻線側の回路構成として主スイッチQ1と補助スイッチQ2が用いられ、トランス50の一次巻線に対してクランプコンデンサCと補助スイッチQ2の直列回路が並列に接続されてアクティブクランプ回路を構成している。主スイッチQ1及び補助スイッチQ2は図示しない制御回路により交互にオン/オフ制御される。補助スイッチQ2の駆動信号は、主スイッチQ1への駆動信号を反転して作られる。

10

## 【0003】

また、アクティブクランプ回路を備えたDC-DCコンバータの起動時には、トランス50の偏励磁を防止するために、ソフトスタートでDC-DCコンバータを起動させる。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献1】特開2006-191741号公報

20

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

図9に示すように、ソフトスタート時には、補助スイッチQ2のデューティ(オン/オフ時間に対するオン時間の割合)は主スイッチQ1のデューティより大きい。そして、補助スイッチQ2がオン(時間 $t_2$ )の間のトランス50の印加積 $V_c \times t_2$ は、主スイッチQ1がオン(時間 $t_1$ )の間のトランス50の印加積 $V_1 \times t_1$ より大きくなる。そのため、ソフトスタート開始時におけるクランプコンデンサCに充電されている電荷の量、即ちクランプコンデンサCの電圧によっては、偏励磁を引き起こし、偏励磁状態が続く場合によってはトランス50が磁気飽和してしまう。トランス50が磁気飽和すればインダクタンスが急激に減少し、励磁電流が急激に増大して補助スイッチQ2に過電流が流れる状態になり、補助スイッチQ2が損傷する虞がある。補助スイッチQ2に電圧・電流耐量の大きなスイッチング素子を用いれば損傷を回避することはできるが、コストアップになる。

30

## 【0006】

特許文献1には、主スイッチQ1及び補助スイッチQ2を制御する制御回路の起動時の電源をクランプコンデンサCから取るように構成し、起動時にクランプコンデンサCに蓄えられている電荷を制御回路の制御電源を構成するコンデンサに移すことによりクランプコンデンサCに蓄えられた電荷を放電させる構成が提案されている。この構成では、新たな回路構成が必要になり、構造が複雑になるとともに製造コストも高くなる。

40

## 【0007】

本発明は、前記従来の問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、再起動時にソフトスタートで起動してもトランスが磁気飽和に至るのを防止することができ、アクティブクランプ回路を構成する補助スイッチとして電圧・電流耐量の大きなスイッチング素子を用いる必要のない絶縁形DC-DC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】

## 【0008】

前記の目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、トランスの一次巻線に対してスイッチング素子で形成された補助スイッチとクランプコンデンサの直列回路が接続されたアクティブクランプ回路を備え、運転時にはスイッチング素子で形成された主スイッチと

50

前記補助スイッチとが交互にオン/オフ制御される絶縁形DC-DCコンバータである。そして、絶縁形DC-DCコンバータの停止時から再起動時のソフトスタート開始までの間に、前記主スイッチをオフに保持した状態で、前記クランプコンデンサの電圧が、ソフトスタートによる再起動時にトランスが磁気飽和に至る電圧未満になるまで前記補助スイッチのオン/オフを繰り返すように前記主スイッチ及び前記補助スイッチを制御する磁気飽和防止制御を行う制御手段を備えている。ここで、「運転時」とは、直流電源の電力をトランスの一次側から二次側に供給する状態を意味する。また、「絶縁形DC-DCコンバータの停止」とは、主スイッチ及び補助スイッチが交互にオン/オフしてトランスの一次巻線に電圧を印加する動作を停止することを意味し、一次巻線に電圧を印加する目的以外で補助スイッチをオン/オフ動作させていても停止に含まれる。

10

## 【0009】

この発明では、絶縁形DC-DCコンバータが停止した後、再起動時のソフトスタートが開始されるまでの間に制御手段からの指令により、主スイッチがオフに保持された状態で補助スイッチだけがオン/オフを繰り返すように制御される。その結果、トランスの出力側へ電力が放出されてクランプコンデンサが放電されてクランプコンデンサの電圧が低下する。補助スイッチのオン/オフ動作は、クランプコンデンサの電圧が、ソフトスタートによる再起動時にトランスが磁気飽和に至る電圧未満になるまで行われる。したがって、絶縁形DC-DCコンバータの再起動時にソフトスタートで起動させて、補助スイッチを主スイッチより大きなデューティで動作させても、クランプコンデンサの電圧が低くなっているため、トランスが磁気飽和には至らない。そのため、アクティブクランプ回路を構成する補助スイッチとして電圧・電流耐量の大きなスイッチング素子を用いる必要がない。

20

## 【0010】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記制御手段は再起動時に前記磁気飽和防止制御を行う。この発明では、制御手段は、再起動指令(起動指令)が入力されると、再起動の制御の実施に先立って磁気飽和防止制御を行う。したがって、絶縁形DC-DCコンバータの停止後、再起動が開始されるまでの任意のときに行う場合に比べて、停止からの経過時間を計測する必要もなく、必ず再起動に先立って磁気飽和防止制御を行うことができる。

## 【0011】

請求項3に記載の発明は、請求項1又は請求項2に記載の発明において、前記磁気飽和防止制御の際における前記補助スイッチのオン時間は、前記トランスへの印加電圧Eと印加時間Tとの積であるET積より前記クランプコンデンサの残容量と前記補助スイッチのオン時間との積が小さくなるように設定されている。この発明では、クランプコンデンサの放電を行う際にトランスが飽和磁束密度に達する虞がない。

30

## 【発明の効果】

## 【0012】

本発明によれば、再起動時にソフトスタートで起動してもトランスが磁気飽和に至るのを防止することができ、アクティブクランプ回路を構成する補助スイッチとして電圧・電流耐量の大きなスイッチング素子を用いる必要のない絶縁形DC-DCコンバータを提供することができる。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0013】

【図1】一実施形態における絶縁形DC-DCコンバータの回路構成図。

【図2】作用を説明するためのタイムチャート。

【図3】別の実施形態における絶縁形DC-DCコンバータの回路構成図。

【図4】別の実施形態における絶縁形DC-DCコンバータの回路構成図。

【図5】別の実施形態における絶縁形DC-DCコンバータの回路構成図。

【図6】別の実施形態における絶縁形DC-DCコンバータの回路構成図。

【図7】別の実施形態における絶縁形DC-DCコンバータの回路構成図。

50

【図 8】従来技術の絶縁形 DC - DC コンバータの回路構成図。

【図 9】ソフトスタート時の作用を説明するためのタイムチャート。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明をアクティブクランプフォワードコンバータ（以下、単にコンバータという場合もある。）に具体化した一実施形態を図 1 及び図 2 にしたがって説明する。

図 1 に示すように、トランス 10 の一次巻線 11 と主スイッチ Q1 と直流電源 12 とが直列に接続されている。主スイッチ Q1 には、スイッチング素子として MOSFET が使用され、一次巻線 11 の第 1 端子 11a が直流電源 12 の正極端子と接続され、一次巻線 11 の第 2 端子 11b が主スイッチ Q1 の MOSFET のドレインと接続されている。主スイッチ Q1 の MOSFET のソースは直流電源 12 の負極端子に接続されている。主スイッチ Q1 にはダイオード D1 が逆並列に接続されている。

10

【0015】

一次巻線 11 に対して補助スイッチ Q2 とクランプコンデンサ 13 の直列回路が並列に接続されている。補助スイッチ Q2 には、スイッチング素子として MOSFET が使用されている。クランプコンデンサ 13 は、一端が一次巻線 11 と直流電源 12 の正極端子との接続点に接続され、他端が補助スイッチ Q2 の MOSFET のドレインに接続されている。補助スイッチ Q2 の MOSFET はソースが一次巻線 11 と主スイッチ Q1 との接続点に接続されている。補助スイッチ Q2 にはダイオード D2 が逆並列に接続されている。補助スイッチ Q2 とクランプコンデンサ 13 の直列回路によりアクティブクランプ回路が構成されている。

20

【0016】

トランス 10 の二次巻線 14 は中間タップ 14c を有し、中間タップ 14c と第 2 端子 14b との間には、コイル 15 とコンデンサ 16 と MOSFET 17 とが直列に接続されている。コンデンサ 16 には抵抗（負荷）18 が並列に接続されている。二次巻線 14 の第 1 端子 14a は MOSFET 19 を介して MOSFET 17 のソースと接続されている。MOSFET 17 にはダイオード D3 が逆並列に接続され、MOSFET 19 にはダイオード D4 が逆並列に接続されている。

【0017】

主スイッチ Q1、補助スイッチ Q2 及び MOSFET 17、19 はゲートにおいて制御手段としての制御装置 20 に接続されている。制御装置 20 は、CPU 及びメモリを備え、コンバータの運転時に主スイッチ Q1 及び補助スイッチ Q2 を交互にオン/オフ制御して直流電源 12 の電力をトランス 10 に供給する。制御装置 20 は、両 MOSFET 17、19 を、一次巻線 11 を流れる電流の向きの変化に同期して相補的にオン/オフ制御、即ち交互にオン、オフ制御する。

30

【0018】

制御装置 20 は、コンバータを起動する際には、補助スイッチ Q2 のデューティ（オン/オフ時間に対するオン時間の割合）が主スイッチ Q1 のデューティより大きいソフトスタートを行うように主スイッチ Q1 及び補助スイッチ Q2 を制御する。制御装置 20 は、起動指令が入力されると、ソフトスタートの開始に先立って、磁気飽和防止制御を行うようになっている。磁気飽和防止制御とは、主スイッチ Q1 をオフに保持した状態で、クランプコンデンサ 13 の電圧が、ソフトスタートによる再起動時にトランス 10 が磁気飽和に至る電圧未満になるまで、補助スイッチ Q2 のオン/オフを繰り返すように主スイッチ Q1 及び補助スイッチ Q2 を制御する制御方法である。補助スイッチ Q2 のオン/オフの周期は、例えば、運転時に補助スイッチ Q2 をオン/オフ制御する際と同じ周期で行われる。

40

【0019】

ソフトスタートによる再起動時にトランス 10 が磁気飽和に至る電圧未満の電圧として 0V を採用すれば、ソフトスタートの際にトランス 10 が磁気飽和に至る虞はないが、磁気飽和防止制御に要する時間が長くなる。そのため、ソフトスタートによる再起動時にト

50

ランス10が磁気飽和に至る電圧の最小値を予め試験により求めて、その電圧を基準に余裕を見て電圧値を設定する。磁気飽和防止制御の際にクランプコンデンサ13の電圧を電圧センス回路で検出してコンデンサ電圧が設定値に達したか否かの判断を行って、磁気飽和防止制御の終了時期を決定してもよいが、電圧センス回路が必要になる。この実施形態では、終了時期を磁気飽和防止制御開始からの補助スイッチQ2の積算オンパルス数が予め設定された値に達したときを終了時期にしている。終了時期となる積算オンパルス数は、磁気飽和防止制御による補助スイッチQ2のオン/オフの繰り返し制御が開始されてからコンデンサ電圧が前記設定値に達するまでに必要な積算オンパルス数を予め試験により求め、その積算オンパルス数を基準に、余裕を見た値に設定している。

#### 【0020】

磁気飽和防止制御の際における補助スイッチQ2のオン時間は、トランス10への印加電圧Eと印加時間Tとの積であるET積よりクランプコンデンサ13の残容量と補助スイッチQ2のオン時間との積が小さくなるように設定されている。

#### 【0021】

次に前記のように構成されたコンバータの作用を説明する。

運転時(定常状態)では、主スイッチQ1がオンのときのトランス10のET積と、補助スイッチQ2がオンのときのトランス10のET積とが同じになるデューティで、主スイッチQ1及び補助スイッチQ2が交互にオン/オフ制御される。主スイッチQ1がオン、補助スイッチQ2がオフのときには、一次巻線11に第1端子11aから第2端子11bに向かう方向に電流が流れ、二次巻線14には第2端子14bから第1端子14aに向かう方向に電流が流れる。このとき、二次巻線14に流れる電流が中間タップ14c及びコイル15を経て抵抗18に出力されるように、MOSFET17がオン状態に制御され、MOSFET19がオフ状態に制御される。一方、主スイッチQ1がオフ、補助スイッチQ2がオンのときには一次巻線11に第2端子11bから第1端子11aに向かう方向に電流が流れ、二次巻線14には第1端子14aから第2端子14bに向かう方向に電流が流れる。このとき、二次巻線14に流れる電流が中間タップ14c及びコイル15を経て抵抗18に出力されるように、MOSFET19がオン状態に制御され、MOSFET17がオフ状態に制御される。即ち、主スイッチQ1及び補助スイッチQ2が交互にオン/オフ制御されて一次巻線11に流れる電流の向きが所定周期で変更されるとき、一次巻線11に流れる電流の向きの変更に同期してMOSFET17, 19が交互にオン・オフ制御されることにより、二次巻線14に発生した電流は直流として抵抗18に出力される。

#### 【0022】

制御装置20は、起動スイッチ(図示せず)のオン操作等により再起動指令(起動指令)が入力されると、ソフトスタートの制御の実施に先立って磁気飽和防止制御を行う。磁気飽和防止制御では、主スイッチQ1をオフに保持した状態で、クランプコンデンサ13の電圧がソフトスタートによる再起動時にトランス10の磁気飽和に至る電圧未満になるまで補助スイッチQ2のオン/オフを繰り返すように主スイッチQ1及び補助スイッチQ2を制御する。制御装置20は、磁気飽和防止制御の開始からの補助スイッチQ2のオンパルス数を積算し、積算オンパルス数が予め設定された値に達すると、磁気飽和防止制御を終了し、ソフトスタートの制御を開始する。

#### 【0023】

補助スイッチQ2のオン/オフの繰り返しにより、クランプコンデンサ13に充電されている(残存している)電荷(電圧)が放電されて、図2に示すように、クランプコンデンサ13の電圧Vcが次第に低下する。また、トランス10の印加電圧及びトランス電流も次第に小さくなる。そして、クランプコンデンサ13の電圧Vcが閾値電圧、即ちソフトスタートによる再起動時にトランス10が磁気飽和に至る電圧未満の電圧以下になり、放電動作が終了した後、即ち、磁気飽和防止制御終了後、ソフトスタートが開始される。

#### 【0024】

ソフトスタート時には、補助スイッチQ2のデューティ(オン/オフ時間に対するオン

10

20

30

40

50

時間の割合)は主スイッチQ1のデューティより大きい。しかし、磁気飽和防止制御により、クランプコンデンサ13の電圧が充分小さな状態からソフトスタートが開始される。そのため、補助スイッチQ2がオン(時間t2)の間のトランス10の印加積 $V_c \times t_2$ は、主スイッチQ1がオン(時間t1)の間のトランス10の印加積 $V_1 \times t_1$ とアンバランスにはなるが、トランス10が磁気飽和に至るほどの偏励磁には至らない。

**【0025】**

この実施形態によれば、以下に示す効果を得ることができる。

(1)トランス10の一次巻線11に対して補助スイッチQ2とクランプコンデンサ13の直列回路が並列に接続されたアクティブクランプ回路を備え、運転時には主スイッチQ1と補助スイッチQ2とが交互にオン/オフ制御される。そして、コンバータの停止時から再起動時のソフトスタート開始までの間に、ソフトスタートの際にトランス10が磁気飽和に至るのを防止するための磁気飽和防止制御を行う制御装置20を備えている。磁気飽和防止制御は、主スイッチQ1をオフに保持した状態で、クランプコンデンサ13の電圧が、ソフトスタートによる再起動時にトランス10が磁気飽和に至る電圧未満になるまで補助スイッチQ2のオン/オフを繰り返すように主スイッチQ1及び補助スイッチQ2を制御する制御方法である。したがって、コンバータの再起動時にソフトスタートで起動させて、補助スイッチQ2を主スイッチQ1より大きなデューティで動作させても、クランプコンデンサ13の電圧が低くなっているため、トランス10が磁気飽和には至らない。そのため、アクティブクランプ回路を構成する補助スイッチQ2として電圧・電流耐量の大きなスイッチング素子を用いる必要がない。

**【0026】**

(2)制御装置20はコンバータの再起動時に磁気飽和防止制御を行う。したがって、コンバータの停止後、再起動が開始されるまでの任意のときに行う場合に比べて、停止からの経過時間を計測する必要もなく、必ず再起動に先立って磁気飽和防止制御を行うことができる。

**【0027】**

(3)磁気飽和防止制御の際における補助スイッチQ2のオン時間は、トランス10への印加電圧Eと印加時間Tとの積であるET積よりクランプコンデンサ13の残容量と補助スイッチQ2のオン時間との積が小さくなるように設定されている。したがって、クランプコンデンサ13の放電を行う際にトランス10が飽和磁束密度に達する虞がない。

**【0028】**

(4)制御装置20は、磁気飽和防止制御の終了時期を電圧センサ(電圧センス回路)で検出したクランプコンデンサ13の電圧が設定電圧以下になった時とするのではなく、磁気飽和防止制御開始からの補助スイッチQ2の積算オンパルス数で決定する。したがって、クランプコンデンサ13の電圧を検出するための電圧センス回路が不要となり、ハードウェアを変更せずに、主スイッチQ1及び補助スイッチQ2の制御プログラムを変更することにより対応することができる。

**【0029】**

(5)ソフトスタートによる再起動時にトランス10が磁気飽和に至る電圧未満の電圧として0Vではなく、ソフトスタートによる再起動時にトランス10が磁気飽和に至る電圧の最小値を予め試験により求めて、その電圧を基準に余裕を見て電圧を設定している。したがって、クランプコンデンサ13の電圧が0Vになるまで磁気飽和防止制御を行う構成に比べて磁気飽和防止制御に要する時間を短くすることができる。

**【0030】**

(6)磁気飽和防止制御時における補助スイッチQ2のオン/オフ周期は、運転時に補助スイッチQ2がオン/オフ制御される際と同じ周期に設定されている。したがって、磁気飽和防止制御時に補助スイッチQ2をオン/オフ制御するために専用の駆動回路を新たに設ける必要がない。

**【0031】**

実施形態は前記に限定されるものではなく、例えば、次のように具体化してもよい。

図3に示すように、本発明をブーストハーフブリッジコンバータに適用してもよい。この実施形態では、2次側の構成は前記実施形態と同様で、一次側の構成が異なっている。コイル21と主スイッチQ1と直流電源12とが直列に接続されるとともに、トランス22の一次巻線23とコンデンサ24の直列回路が主スイッチQ1に対し並列に接続されている。クランプコンデンサ13と補助スイッチQ2の直列回路がトランス22の一次巻線23に対し並列に接続されている。主スイッチQ1にはダイオードD1が逆並列に接続され、補助スイッチQ2にはダイオードD2が逆並列に接続されている。

【0032】

アクティブクランプフォワードコンバータにおいて、アクティブクランプ回路を構成するクランプコンデンサ13と補助スイッチQ2の直列回路を一次巻線11に対して並列に接続するのではなく、図4に示すように、主スイッチQ1に対して並列に接続してもよい。

10

【0033】

ブーストハーフブリッジコンバータにおいて、アクティブクランプ回路を構成するクランプコンデンサ13と補助スイッチQ2の直列回路を一次巻線11に対して並列に接続するのではなく、図5に示すように、一次巻線23とコンデンサ24との直列回路に対して並列に接続してもよい。

【0034】

図6に示すように、2個のトランス25とトランス26を備えた2トランス方式アクティブクランプフォワードコンバータに適用してもよい。トランス25の一次巻線25aとトランス26の一次巻線26aと主スイッチQ1と直流電源12とが直列に接続されている。クランプコンデンサ13と補助スイッチQ2の直列回路が、トランス25の一次巻線25aとトランス26の一次巻線26aの直列回路に対し並列に接続されている。トランス25の一次巻線25aにはコイル27が並列に接続され、また、トランス26の一次巻線26aにはコイル28が並列に接続されている。主スイッチQ1にはダイオードD1が逆並列に接続され、補助スイッチQ2にはダイオードD2が逆並列に接続されている。トランス25の二次巻線25bとトランス26の二次巻線26bとが直列に接続され、両二次巻線25b、26bの接続点にはコイル29を介して直流電源30の負極端子が接続されている。直流電源30の正極端子とトランス25の二次巻線25bとの間には、ダイオードD5が、カソードが正極端子に対応するように接続されている。また、直流電源30の正極端子とトランス26の二次巻線26bとの間には、ダイオードD6が、カソードが正極端子に対応するように接続されている。

20

30

【0035】

図7に示すように、2トランス方式アクティブクランプフォワードコンバータにおいて、トランス25が別の一次巻線31も有しており、トランス26が別の一次巻線32も有している構成にしてもよい。一次巻線31と一次巻線32の直列回路の一端がコンデンサ33を介して直流電源12の負極端子に接続されており、他端が主スイッチQ1のMOSFETのドレインに接続されている。クランプコンデンサ13と補助スイッチQ2の直列回路は、クランプコンデンサ13の補助スイッチQ2に接続された側と反対側が直流電源12の負極端子に接続され、補助スイッチQ2のMOSFETのソースが主スイッチQ1のMOSFETのドレインに接続されている。

40

【0036】

制御装置20が磁気飽和防止制御を実施する時期はコンバータの再起動時に限らず、コンバータの停止時から再起動時のソフトスタート開始までの間であればよく、例えば、停止時に、停止動作に引き続いて実施したり、停止から所定時間経過後に実施したりするようにしてもよい。

【0037】

磁気飽和防止制御においてコンデンサ電圧が0Vになった状態でクランプコンデンサ13の放電動作を終了するようにしてもよい。しかし、コンデンサ電圧が0Vになるまで放電動作を実施すると時間がかかる。

50

## 【 0 0 3 8 】

磁気飽和防止制御の際の補助スイッチ Q 2 のデューティは一定である必要はなく、例えば、デューティが次第に大きくなるようにしたり、デューティが複数段階で変化するようにしたりしてもよい。

## 【 0 0 3 9 】

磁気飽和防止制御の終了時期を磁気飽和防止制御開始からの補助スイッチ Q 2 の積算オンパルス数で決定するのではなく、磁気飽和防止制御開始からの経過時間で決定してもよい。終了時期となる経過時間は、磁気飽和防止制御による補助スイッチ Q 2 のオン/オフの繰り返し制御が開始されてからコンデンサ電圧が、ソフトスタートによる再起動時にトランスが磁気飽和に至る電圧未満になるまでに必要な経過時間を予め試験により求め、その経過時間を基準に余裕を見て設定した時間に設定される。この場合も磁気飽和防止制御開始からの補助スイッチ Q 2 の積算オンパルス数で決定する場合と同様に電圧センス回路が不要である。

10

## 【 0 0 4 0 】

磁気飽和防止制御の際にクランプコンデンサ 1 3 の電圧を検出して、コンデンサ電圧が予め設定した電圧以下になったときに磁気飽和防止制御を終了するようにしてもよい。クランプコンデンサ 1 3 の電圧を検出する方法では、電圧センス回路が必要になるが、予め試験により、クランプコンデンサ 1 3 の電圧がソフトスタートによる再起動時にトランスの磁気飽和に至る電圧未満になるまでの磁気飽和防止制御開始からの経過時間や補助スイッチ Q 2 の積算オンパルス数を求める必要がない。

20

## 【 0 0 4 1 】

主スイッチ Q 1 及び補助スイッチ Q 2 を構成するスイッチング素子は M O S F E T に限らず、例えば、I G B T (絶縁ゲートバイポーラ型トランジスタ) を用いてもよい。

以下の技術的思想(発明)は前記実施形態から把握できる。

## 【 0 0 4 2 】

( 1 ) 請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の発明において、前記制御手段は、前記磁気飽和防止制御の開始からの経過時間が予め設定された時間に達するまで前記補助スイッチのオン/オフを繰り返すように前記補助スイッチを制御する。

## 【 0 0 4 3 】

( 2 ) 請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の発明において、前記制御手段は、前記磁気飽和防止制御の開始からの前記補助スイッチのオン/オフの繰り返し回数が予め設定された回数に達するまで前記補助スイッチのオン/オフを繰り返すように前記補助スイッチを制御する。

30

## 【 0 0 4 4 】

( 3 ) 請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の発明において、前記制御手段は、前記磁気飽和防止制御時に前記クランプコンデンサの電圧を検出する電圧センサ(電圧センス回路)の検出信号から前記クランプコンデンサの電圧が、ソフトスタートによる再起動時にトランスの磁気飽和に至る電圧未満になるまで前記補助スイッチのオン/オフを繰り返すように前記補助スイッチを制御する。

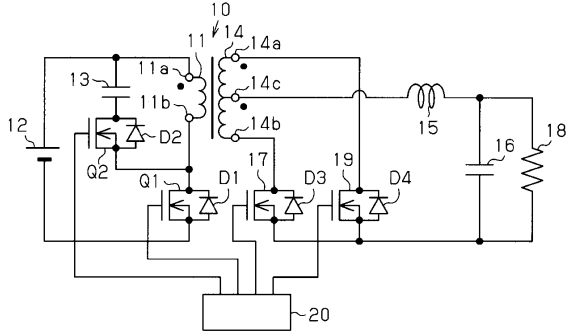
40

## 【 符号の説明 】

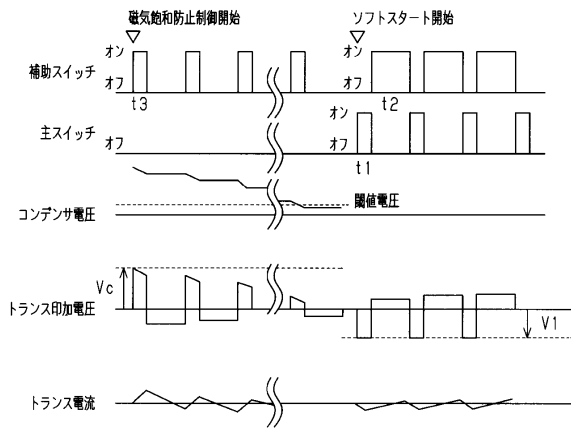
## 【 0 0 4 5 】

Q 1 ... 主スイッチ、 Q 2 ... 補助スイッチ、 1 0 , 2 2 , 2 5 , 2 6 ... トランス、 1 1 , 2 3 , 2 5 a , 2 6 a , 3 1 , 3 2 ... 一次巻線、 1 3 ... クランプコンデンサ、 2 0 ... 制御手段としての制御装置。

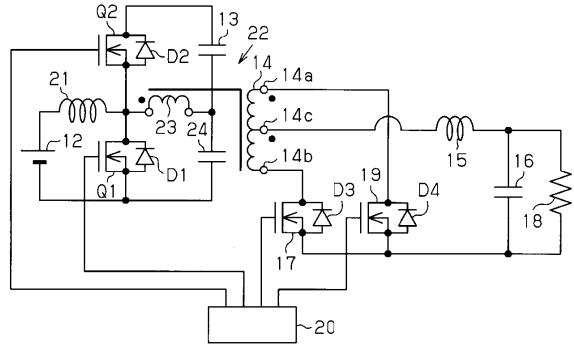
【図1】



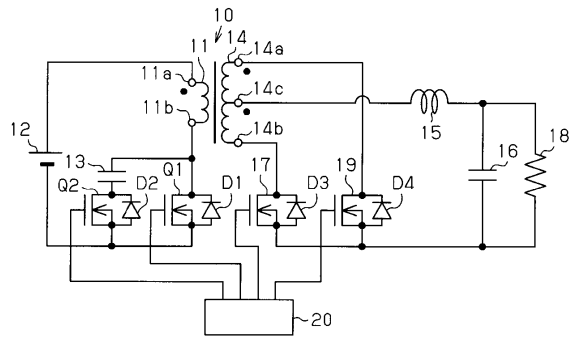
【図2】



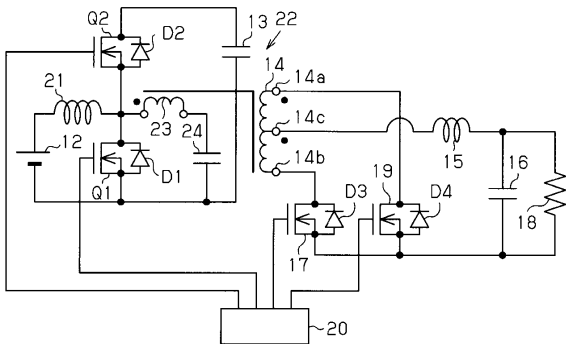
【図3】



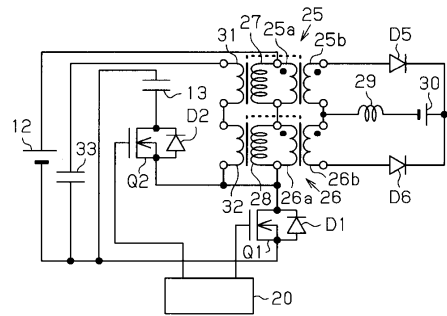
【図4】



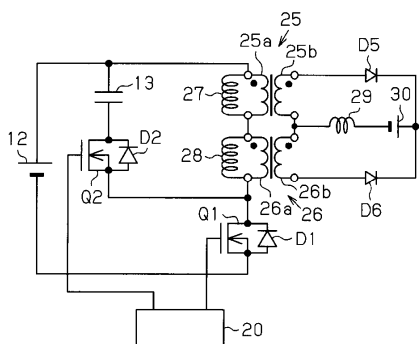
【図5】



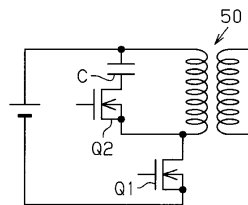
【図7】



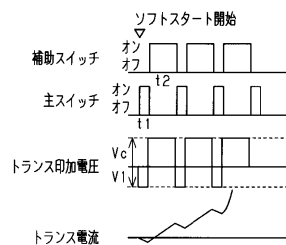
【図6】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 平林 信夫

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動織機 内

審査官 大山 広人

(56)参考文献 特開2005-168084(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 3/28