

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5646087号

(P5646087)

(45) 発行日 平成26年12月24日 (2014. 12. 24)

(24) 登録日 平成26年11月14日 (2014. 11. 14)

(51) Int. Cl.

F I

H02M 7/48 (2007.01)

H02M 7/48

M

H02M 7/48

E

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2013-546862 (P2013-546862)
 (86) (22) 出願日 平成23年11月28日 (2011. 11. 28)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2011/077393
 (87) 国際公開番号 W02013/080279
 (87) 国際公開日 平成25年6月6日 (2013. 6. 6)
 審査請求日 平成26年1月10日 (2014. 1. 10)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 阿知原 雅人
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内
 (72) 発明者 原田 領太郎
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内

審査官 下原 浩嗣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用補助電源装置およびその過電流保護方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気車に搭載され、入力された直流電圧を所望の交流電圧に変換して出力する共振インバータ回路と、この共振インバータ回路を制御する制御部とを有する車両用補助電源装置において、

前記共振インバータ回路の出力側には電流検出器が設けられており、

前記制御部は、

前記共振インバータ回路に流れる電流の共振時間を管理する共振時間管理部と、

前記電流検出器の検出電流に基づいて前記共振インバータ回路に流れる過電流を検知すると共に、当該過電流を検知した場合に前記電流検出器の検出電流および前記共振時間管理部が管理する共振時間に基づいて前記共振インバータ回路に具備されるスイッチング素子に流れる電流が最初に零になる時間の経過後に前記スイッチング素子をオフにするゲートオフ指令を生成するゲートオフ指令生成部と、

前記ゲートオフ指令が入力された場合に前記スイッチング素子をオフに制御するゲート信号を生成するゲート信号生成部と、

を備えたことを特徴とする車両用補助電源装置。

【請求項 2】

電気車に搭載され、入力された直流電圧を所望の交流電圧に変換して出力する共振インバータ回路と、この共振インバータ回路を制御する制御部とを有する車両用補助電源装置において、

10

20

前記共振インバータ回路の出力側には電流検出器が設けられており、

前記制御部は、前記電流検出器の検出電流に基づいて前記共振インバータ回路に流れる過電流を検知した場合、前記共振インバータ回路に具備されるスイッチング素子に流れる電流が最初に零になる時間の経過後に前記スイッチング素子をオフにするゲートオフ指令を出力することを特徴とする車両用補助電源装置。

【請求項 3】

電気車に搭載され、入力された直流電圧を所望の交流電圧に変換して出力する共振インバータ回路を有する車両用補助電源装置の過電流保護方法において、

前記共振インバータ回路に流れる電流が過電流であるか否かを判定する第 1 の判定ステップと、

10

前記第 1 の判定ステップにて過電流が検知された場合、過電流検知後の経過時間が共振時間に達しているか否かを判定する第 2 の判定ステップと、

前記第 2 の判定ステップにて前記経過時間が前記共振時間に達している場合、前記共振インバータ回路に具備されるスイッチング素子をオフにするためのゲートオフ指令を生成するゲートオフ指令生成ステップと、

を含むことを特徴とする車両用補助電源装置の過電流保護方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気車に搭載される車両用補助電源装置に係り、詳細には、共振インバータ回路を具備する車両用補助電源装置および、その過電流保護方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

電気車には定格電力の比較的大きな電気機器（負荷）が数多く搭載されている。このため、車両用補助電源装置内に具備される共振インバータ回路では、過電流に対する保護機能が必須の構成となる。

【0003】

共振インバータ回路における従来の過電流保護は、過電流を検出したならばスイッチング素子（以下「SW素子」と表記）を瞬時にターンオフするという考え方が一般的であった。

30

【0004】

なお、車両用補助電源装置に係る技術ではなく、また、共振インバータ回路に係る技術でもないが、下記特許文献 1 の発明（発明名称：共振コンバータにおける電流検出方式）では、過電流を検出すると、SW素子のオン時間を短くし、SW素子に流れる電流を制限することでSW素子が壊れること（以下「素子破壊」と称する）を防止する技術を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特許第 4720514 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述のように、従来技術による過電流保護では、過電流を検出したならばSW素子を瞬時にターンオフ制御するか、もしくは、SW素子のオン時間を短くしてSW素子に流れる電流を制限して素子破壊を防ぐようにしていた。このため、共振周波数を一定とするためにSW素子のオン時間を固定する制御を行う共振インバータ回路では、当該回路に具備されるSW素子として、過電流保護時の遮断電圧および遮断電流に耐え得る高スペックのものを選定する必要があった。

【0007】

50

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、過電流保護時の遮断電圧および遮断電流に耐え得る高スペックのものを使用せずに共振インバータ回路を構成できる車両用補助電源装置および、その過電流保護方法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】

【0008】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、電気車に搭載され、入力された直流電圧を所望の交流電圧に変換して出力する共振インバータ回路と、この共振インバータ回路を制御する制御部とを有する車両用補助電源装置において、前記共振インバータ回路の出力側には電流検出器が設けられており、前記制御部は、前記共振インバータ回路に流れる電流の共振時間を管理する共振時間管理部と、前記電流検出器の検出電流に基づいて前記共振インバータ回路に流れる過電流を検知すると共に、当該過電流を検知した場合に前記電流検出器の検出電流および前記共振時間管理部が管理する共振時間に基づいて前記共振インバータ回路に具備されるスイッチング素子に流れる電流が最初に零になる時間の経過後に前記スイッチング素子をオフにするゲートオフ指令を生成するゲートオフ指令生成部と、前記ゲートオフ指令が入力された場合に前記スイッチング素子をオフに制御するゲート信号を生成するゲート信号生成部と、を備えたことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0009】

この発明によれば、車両用補助電源装置に具備される共振インバータ回路として、過電流保護時の遮断電圧および遮断電流に耐え得る高スペックのものを使用せずに構成することができるという効果を奏する。

20

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、本発明の実施の形態に係る車両用補助電源装置に適用される共振インバータ回路および共振インバータ回路を制御する制御部の構成例を示す図である。

【図2】図2は、交流架線に接続される車両用補助電源装置の構成例を示す図である。

【図3】図3は、直流架線に接続される車両用補助電源装置の構成例を示す図である。

【図4】図4は、スイッチング素子HGU1がオンのときに流れる共振電流を示す図である。

【図5】図5は、スイッチング素子HGV2がオンのときに流れる共振電流を示す図である。

30

【図6】図6は、過電流を検知したときの従来技術に係る保護動作を説明する図である。

【図7】図7は、過電流を検知したときの本実施の形態に係る保護動作を説明する図である。

【図8】図8は、ゲートオフ指令生成部の動作を説明するフローチャートである。

【図9】図9は、制御部の動作を説明するタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に添付図面を参照し、本発明の実施の形態に係る車両用補助電源装置について説明する。なお、以下に示す実施の形態により本発明が限定されるものではない。

40

【0012】

(実施の形態)

図1は、本発明の実施の形態に係る車両用補助電源装置に適用される共振インバータ回路1および共振インバータ回路1を制御する制御部10の構成例を示す図である。図1に示す共振インバータ回路1は、直流(DC)入力に対し、フィルタコンデンサFC1の後段に直列接続された共振コンデンサCR11、CR12が設けられ、さらにその後段に直列接続されたスイッチング素子HGU1、HGV2が設けられる構成である。スイッチング素子HGU1、HGV2としては、図示のように、IGBTとダイオードとが逆並列に接続されたものが一般的である。なお、IGBTに代えてMOSFETなどが用いられる場合もある。

50

【 0 0 1 3 】

共振コンデンサ $C R 1 1$, $C R 1 2$ による直列回路およびスイッチング素子 $H G U 1$, $H G V 2$ による直列回路は、共にフィルタコンデンサ $F C 1$ に対して並列に接続される。また、スイッチング素子 $H G U 1$ とスイッチング素子 $H G V 2$ との接続端 A と、共振コンデンサ $C R 1 1$ と共振コンデンサ $C R 1 2$ の接続端 B は、共に共振インバータ回路 1 の交流端を成してトランス $T R 1$ に接続される。さらに、共振インバータ回路 1 とトランス $T R 1$ との間には、共振インバータ回路 1 の出力電流を検出するための電流検出器 $C T 1$ が設けられている。

【 0 0 1 4 】

つぎに、制御部 1 0 について説明する。制御部 1 0 は、電流検出器 $C T 1$ が検出した電流に基づいて共振インバータ回路 1 の動作を制御する構成部であり、 A / D 変換部 1 1、ゲートオフ指令生成部 1 2、共振時間管理部 1 3 および、ゲート信号生成部 1 4 を備えて構成される。

10

【 0 0 1 5 】

A / D 変換部 1 1 は、電流検出器 $C T 1$ が検出したアナログ電流値 2 1 をディジタル値に変換する。 A / D 変換部 1 1 が変換したディジタル値は、検出電流 2 2 としてゲートオフ指令生成部 1 2 に入力される。

【 0 0 1 6 】

共振時間管理部 1 3 は、共振インバータ回路 1 に流れる電流の共振時間（共振周波数）を管理する構成部であり、本実施の形態の例では、共振時間管理信号 2 3 を生成する。共振時間管理部 1 3 が生成した共振時間管理信号 2 3 は、ゲートオフ指令生成部 1 2 およびゲート信号生成部 1 4 の双方に入力される。

20

【 0 0 1 7 】

ゲートオフ指令生成部 1 2 は、過電流に対する保護機能（保護ロジック）を具備する構成部であり、検出電流 2 2 および共振時間管理信号 2 3 に基づき、この過電流保護機能を具現するためのゲートオフ指令 2 4 を生成する。ゲートオフ指令生成部 1 2 が生成したゲートオフ指令 2 4 は、ゲート信号生成部 1 4 に入力される。

【 0 0 1 8 】

ゲート信号生成部 1 4 は、スイッチング素子 $H G U 1$, $H G V 2$ を制御するためのゲート信号 2 5 を生成する構成部である。このゲート信号 2 5 は、過電流保護機能が動作していないときは共振時間管理信号 2 3 に基づいて生成され、電流保護機能が動作しているときは共振時間管理信号 2 3 およびゲートオフ指令 2 4 に基づいて生成される。

30

【 0 0 1 9 】

つぎに、共振インバータ回路 1 を具備する車両用補助電源装置の構成について説明する。図 2 は、交流架線に接続される車両用補助電源装置の構成例を示す図である。この車両用補助電源装置は、交流架線 3 0 A の交流電力を集電装置 3 1 A を介して受電し、空調装置、照明装置、ドア開閉装置などの負荷 6 3 A に所望の交流電力を供給する電源装置である。図 2 は、架線電圧が比較的高い場合の構成例であり、2 つのトランス 4 1 A , 5 2 A と 2 つの単相コンバータ 4 2 A , 6 1 A にて電圧を段階的に降圧する構成である。

【 0 0 2 0 】

なお、図 2 において、トランス 4 1 A および単相コンバータ 4 2 A を備えた入力回路 4 0 A が、図 1 の $D C$ 入力に対応し、単相コンバータ 6 1 A、三相インバータ 6 2 A および負荷 6 3 A を備えた負荷回路 6 0 A が、図 1 の負荷回路 6 に対応し、トランス 5 2 A がトランス $T R 1$ に対応し、単相インバータ 5 0 A が上述した共振インバータ回路 1 に対応する。

40

【 0 0 2 1 】

また、図 3 は、直流架線に接続される車両用補助電源装置の構成例を示す図である。この車両用補助電源装置は、直流架線 3 0 B の直流電力を集電装置 3 1 B を介して受電し、空調装置、照明装置、ドア開閉装置などの負荷 6 3 B に所望の交流電力を供給する電源装置である。なお、図 1 との対応について説明すると、図 2 において、直流架線 3 0 B から

50

受電する直流電力が図 1 の D C 入力に対応し、単相コンバータ 6 1 B、三相インバータ 6 2 B および負荷 6 3 B を備えた負荷回路 6 0 B が、図 1 の負荷回路 6 に対応し、トランス 5 2 B がトランス T R 1 に対応し、単相インバータ 5 0 B が上述した共振インバータ回路 1 に対応する。

【 0 0 2 2 】

つぎに、共振インバータ回路 1 の動作について説明する。共振インバータ回路 1 では、共振コンデンサ C R 1 1 , C R 1 2 のうちの何れかと、トランス T R 1 の漏れインダクタンスおよび共振インバータ回路 1 の電流経路に存在するインダクタンス (回路インダクタンス) とによる直列共振 (電流共振) によって共振電流が流れる。一方、スイッチング素子 H G U 1 , H G V 2 に対するオン / オフの切替制御は共振電流が零となる時点を利用して行われる。このため、この共振インバータ回路 1 では、スイッチング損失を略零にすることができるといふ特徴がある。

10

【 0 0 2 3 】

図 4 は、スイッチング素子 H G U 1 がオンのときに流れる共振電流の経路を示す図であり、図 5 は、スイッチング素子 H G V 2 がオンのときに流れる共振電流の経路を示す図である。

【 0 0 2 4 】

スイッチング素子 H G U 1 がオンのときは、図 4 に示すような 2 つの電流ループ (電流ループ 1 , 2) が回路上に生ずる。電流ループ 1 では、共振コンデンサ C R 1 1 → スwitching素子 H G U 1 → トランス T R 1 → 共振コンデンサ C R 1 1 という経路の電流が流れ、電流ループ 2 では、フィルタコンデンサ F C 1 → スwitching素子 H G U 1 → トランス T R 1 → 共振コンデンサ C R 1 2 → フィルタコンデンサ F C 1 という経路の電流が流れる。

20

【 0 0 2 5 】

また、スイッチング素子 H G V 2 がオンのときは、図 5 に示すような 2 つの電流ループ (電流ループ 1 , 2) が生ずる。電流ループ 1 では、共振コンデンサ C R 1 2 → トランス T R 1 → スwitching素子 H G V 2 → 共振コンデンサ C R 1 2 という経路の電流が流れ、電流ループ 2 では、フィルタコンデンサ F C 1 → 共振コンデンサ C R 1 1 → トランス T R 1 → スwitching素子 H G V 2 → フィルタコンデンサ F C 1 という経路の電流が流れる。

【 0 0 2 6 】

30

図 4 および図 5 に示すように、スイッチング素子 H G U 1 , H G V 2 が切り替わるタイミングでは、トランス T R 1 に流れる電流の向きが変化する。つまり、スイッチング素子 H G U 1 , H G V 2 のターンオフは、共振電流が零になる時点を利用して行われることが理解できる。

【 0 0 2 7 】

つぎに、過電流に対する保護機能 (保護ロジック) について説明する。共振インバータ回路に生ずる過電流は、負荷の短絡などによって発生し、スイッチング素子に過大な短絡電流が流れることで素子破壊に繋がる重大な故障モードである。したがって、スイッチング素子が素子破壊に至らないように、スイッチング素子には、十分な耐圧と電流容量を持たせる必要性が生じる。

40

【 0 0 2 8 】

図 6 は、過電流を検知したときの従来技術に係る保護動作を説明する図であり、横軸を時間にとり、縦軸は共振電流の電流値を示している。電流が保護検知のための閾値を超えた場合、従来技術では、図 6 に示すように、即時に電流を遮断していた。ところが、スイッチング素子を過電流状態のような安全動作領域外で遮断した場合、遮断電流に起因する電圧跳ね上がり量が大きくなる。このため、従来では、この電圧跳ね上がり量を見越して、十分な耐圧と電流容量を有する高スペックのスイッチング素子を選定して用いていた。

【 0 0 2 9 】

一方、図 7 は、本実施の形態に係る保護動作を説明する図である。なお、図 7 に示す電流波形は図 6 のものと同じである。本実施の形態では、図 7 に示すように、共振インバー

50

タ回路に流れる過電流を検知した場合、即時に遮断するのではなく、スイッチング素子に流れる電流が最初に零になる時間の経過後（電流が最初に零になるタイミングの後、もしくは最初に零になるはずのタイミングの後）に、スイッチング素子をオフにする指令（ゲートオフ指令）を出力することとしている。共振インバータ回路の場合、回路の動作中において、共振周波数は固定されるため、共振周波数が崩れない限り共振周波数は一定である。このため、過電流の検知後に通常のターンオフのタイミングまで待って、スイッチング素子をターンオフ制御すれば、電圧跳ね上がり量が大きくなることを抑止することができる。このため、スイッチング素子としては、従来技術を採用する場合に比して、高スペックのものを選択せずに共振インバータ回路を構成することが可能となる。

【 0 0 3 0 】

10

図 8 は、図 1 に示したゲートオフ指令生成部 1 2 の動作を説明するフローチャートである。ゲートオフ指令生成部 1 2 は、A / D 変換部 1 1 から出力される検出電流 2 2 に基づいて共振インバータ回路 1 に流れる電流が過電流であるか否かを判定する（ステップ S 1 0 1：第 1 の判定ステップ）。過電流が検知されない場合（ステップ S 1 0 1，No）、ステップ S 1 0 1 の判定処理を継続する。一方、過電流が検知された場合（ステップ S 1 0 1，Yes）、過電流検知後の経過時間が共振時間に達しているか否かを判定する（ステップ S 1 0 2：第 2 の判定ステップ）。過電流検知後の経過時間が共振時間に達していなければ（ステップ S 1 0 2，No）、ステップ S 1 0 2 の判定処理を継続する。一方、過電流検知後の経過時間が共振時間に達していれば（ステップ S 1 0 2，Yes）、ゲートオフ指令を生成して出力する（ステップ S 1 0 3）。なお、ステップ S 1 0 3 の処理が終了したならば、ステップ S 1 0 1 の処理に戻って過電流か否かの判定処理を継続する。

20

【 0 0 3 1 】

図 9 は、制御部 1 0 の動作を説明するためのタイムチャートである。それぞれ、上段部から下段部にかけて、共振時間管理信号 2 3、過電流検知信号、ゲートオフ指令 2 4 およびゲート信号 2 5 の順で示している。共振時間管理信号 2 3 は、共振インバータ回路 1 の共振電流を決める信号である。過電流検知信号は、ゲートオフ指令生成部 1 2 の内部にて生成される信号であり、過電流を検知したときが“H”、過電流を検知しないときが“L”として示している。なお、図 9 の例では、共振時間管理信号 2 3 とゲート信号 2 5 とは同一の信号として示されているが、これに限定されるものではなく、例えば共振周期ごとに出力されるトリガ信号のような信号形態であっても構わない。

30

【 0 0 3 2 】

ゲート信号 2 5 が断続的に出力されているときに過電流を検知した場合、過電流検知信号が内部的に生成される。しかしながら、この実施の形態の保護ロジックでは、上述したように、即時にゲートオフ指令 2 4 を出力するのではなく、共振時間管理信号 2 3 のパルスが立ち下がるタイミングを狙ってゲートオフ指令 2 4 を出力する。ゲートオフ指令 2 4 が出力された場合、ゲートオフ指令 2 4 が“H”である限り、ゲート信号 2 5 は生成されずに“L”を維持する。制御部 1 0 は、上記のように動作して過電流保護機能を提供する。

【 0 0 3 3 】

以上説明したように、本実施の形態に係る車両用補助電源装置によれば、共振インバータ回路に流れる過電流を検知した場合、共振インバータ回路に具備されるスイッチング素子に流れる電流が最初に零になる時間の経過後に当該スイッチング素子をオフにするゲートオフ指令を出力することとしたので、過電流保護時の遮断電圧および遮断電流に耐え得る高スペックのものを使用せずに車両用補助電源装置に具備される共振インバータ回路を構成することが可能となる。

40

【 0 0 3 4 】

なお、以上の実施の形態に示した構成は、本発明の構成の一例であり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、一部を省略する等、変更して構成することも可能であることは言うまでもない。

【産業上の利用可能性】

50

【 0 0 3 5 】

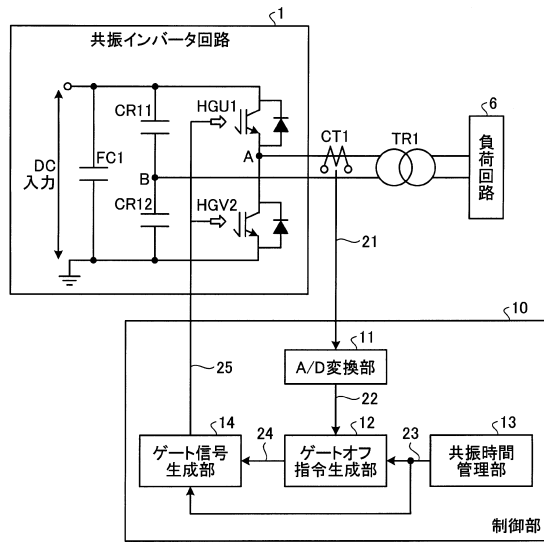
以上のように、本発明に係る車両用補助電源装置は、過電流保護時の遮断電圧および遮断電流に耐え得る高スペックのものを使用せずに共振インバータ回路を構成可能とする発明として有用である。

【 符号の説明 】

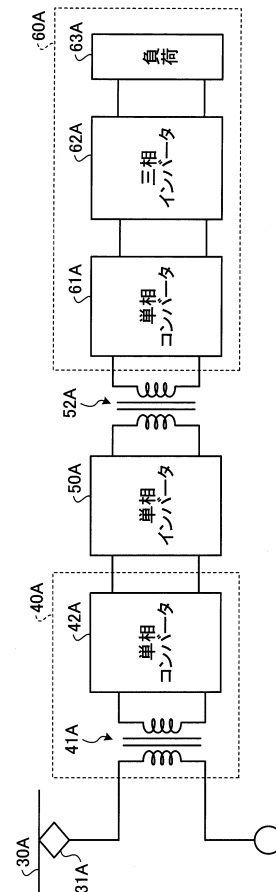
【 0 0 3 6 】

1	共振インバータ回路	
6, 60A, 60B	負荷回路	
10	制御部	
11	A / D変換部	10
12	ゲートオフ指令生成部	
13	共振時間管理部	
14	ゲート信号生成部	
21	アナログ電流値	
22	検出電流	
23	共振時間管理信号	
24	ゲートオフ指令	
25	ゲート信号	
30A	交流架線	
30B	直流架線	20
31A, 31B	集電装置	
40A	入力回路	
42A, 61A	単相コンバータ	
50A, 50B	単相インバータ	
61A, 61B	単相コンバータ	
62A, 62B	三相インバータ	
63A, 63B	負荷	
41A, 52A, 52B, TR1	トランス	
CR11, CR12	共振コンデンサ	
CT1	電流検出器	30
FC1	フィルタコンデンサ	
HGU1, HGV2	スイッチング素子	

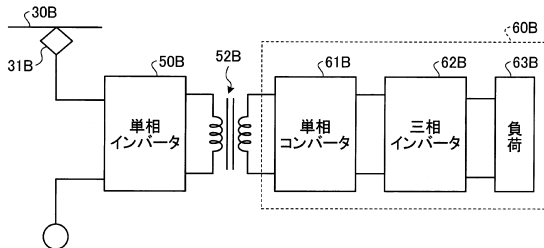
【図 1】



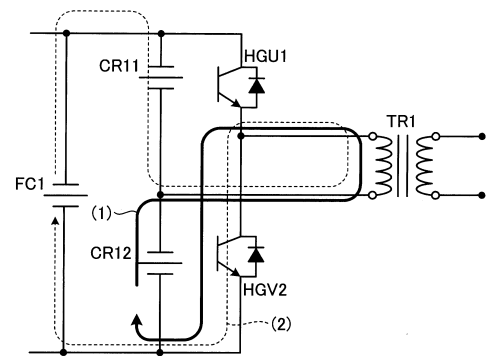
【図 2】



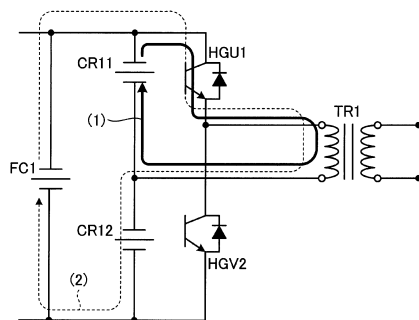
【図 3】



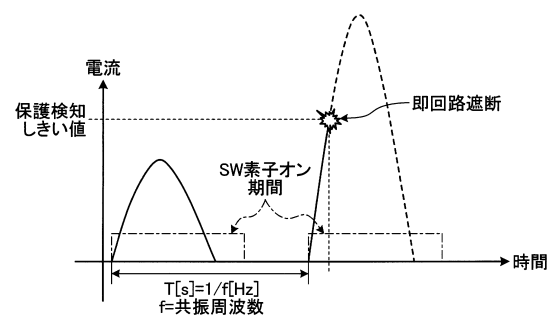
【図 5】



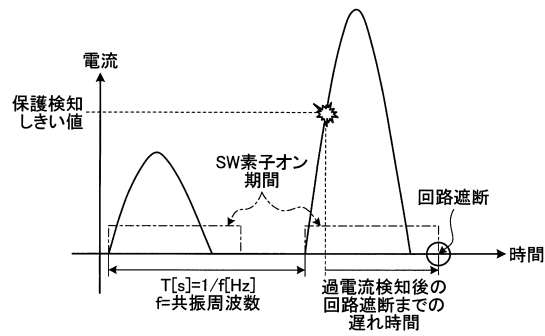
【図 4】



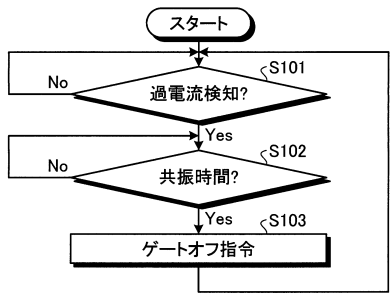
【図 6】



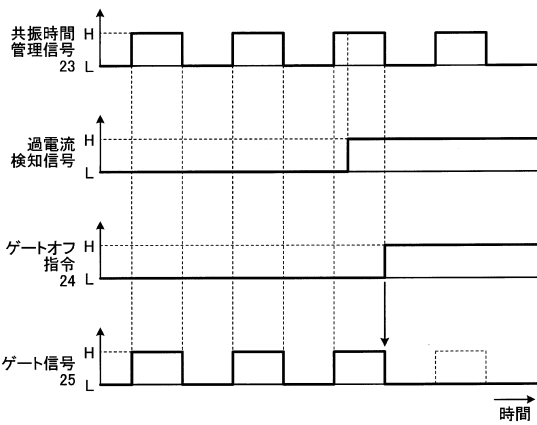
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭62-016077(JP,A)
特許第4720514(JP,B2)
特開2010-041768(JP,A)
特開2001-161078(JP,A)
特開平09-215346(JP,A)
特開2005-304160(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02M 7/48