

(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2015-100158
(P2015-100158A)

(43) 公開日 平成27年5月28日 (2015.5.28)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
HO2M 3/155 (2006.01) HO2M 3/155 C 5H730
 HO2M 3/155 F

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2013-237872 (P2013-237872)
 (22) 出願日 平成25年11月18日 (2013.11.18)

(71) 出願人 510123839
 オムロンオートモーティブエレクトロニクス株式会社
 愛知県小牧市大草年上坂6368番地
 (74) 代理人 100101786
 弁理士 奥村 秀行
 (72) 発明者 大西 博之
 愛知県小牧市大草年上坂6368番地 オムロンオートモーティブエレクトロニクス株式会社内
 (72) 発明者 木下 晋宏
 長野県飯田市桐林2254番地28 オムロン飯田株式会社内
 Fターム(参考) 5H730 AA12 AS04 BB14 BB98 DD04
 EE57 EE59 FD01 FD11 FG05
 FG26 XX19 XX25 XX38

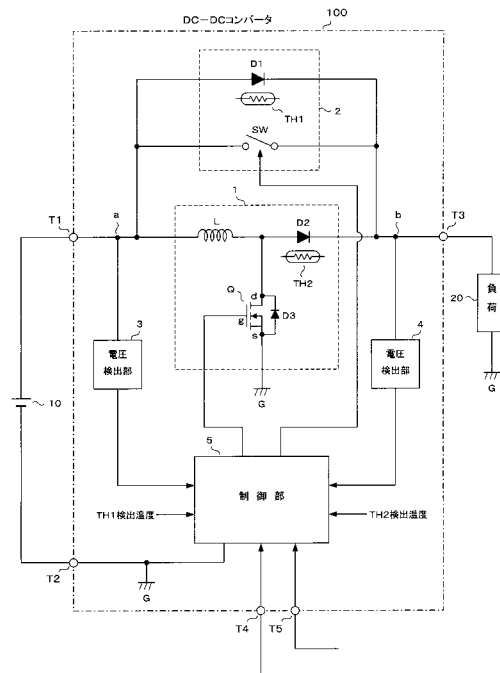
(54) 【発明の名称】 DC-DCコンバータ

(57) 【要約】

【課題】 バイパス用のダイオードや整流用のダイオードに発生した開放故障を検出できるDC-DCコンバータを提供する。

【解決手段】 DC-DCコンバータ100は、直流電源10の電圧を昇圧して負荷20へ供給する昇圧回路1と、この昇圧回路1と並列に設けられたバイパス回路2と、バイパス回路2のバイパス用ダイオードD1の温度を検出するサーミスタTH1と、昇圧回路1の整流用ダイオードD2の温度を検出するサーミスタTH2と、昇圧回路1およびバイパス回路2の動作を制御する制御部5とを備えている。制御部5は、バイパス回路2のスイッチング素子SWがオフ状態で、かつ昇圧回路1が動作していない状態で、サーミスタTH1が検出したダイオードD1の温度と、サーミスタTH2が検出したダイオードD2の温度を取得し、これらの温度の大小関係に基づいて、ダイオードD1、D2の少なくとも一方に発生した開放故障を検出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直流電源が接続される入力端子と、
負荷が接続される出力端子と、
前記入力端子と前記出力端子との間に設けられ、前記直流電源の電圧を昇圧または降圧して前記負荷へ供給する電圧変換回路と、
前記電圧変換回路と並列に設けられたスイッチング素子を含み、前記スイッチング素子がオン状態のときに、前記直流電源の電圧を、前記電圧変換回路を経由せずに、前記スイッチング素子を経由して前記負荷へ供給するバイパス回路と、
前記電圧変換回路および前記バイパス回路の動作を制御する制御部と、を備え、
前記バイパス回路は、前記直流電源に対して順方向となるように、前記スイッチング素子に並列接続されたバイパス用の第 1 ダイオードを有し、
前記電圧変換回路は、前記直流電源に対して順方向となるように、前記入力端子と前記出力端子との間に設けられた整流用の第 2 ダイオードを有する、DC - DC コンバータにおいて、
前記第 1 ダイオードの温度を検出する第 1 温度検出素子と、
前記第 2 ダイオードの温度を検出する第 2 温度検出素子と、をさらに備え、
前記制御部は、
前記スイッチング素子がオフ状態で、かつ前記電圧変換回路が動作していない状態で、
前記第 1 温度検出素子が検出した前記第 1 ダイオードの温度と、前記第 2 温度検出素子が検出した前記第 2 ダイオードの温度を取得し、
前記第 1 ダイオードの温度と、前記第 2 ダイオードの温度との大小関係に基づいて、前記第 1 ダイオードと前記第 2 ダイオードの少なくとも一方に発生した開放故障を検出する、ことを特徴とする DC - DC コンバータ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の DC - DC コンバータにおいて、
前記制御部は、
前記第 1 ダイオードの温度および前記第 2 ダイオードの温度を所定の閾値と比較し、
前記第 1 ダイオードの温度のみが前記閾値以上である場合は、前記第 2 ダイオードが開放故障したと判定し、
前記第 2 ダイオードの温度のみが前記閾値以上である場合は、前記第 1 ダイオードが開放故障したと判定する、ことを特徴とする DC - DC コンバータ。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の DC - DC コンバータにおいて、
前記制御部は、
前記第 1 ダイオードの温度および前記第 2 ダイオードの温度が、共に前記閾値以上である場合は、前記第 1 ダイオードおよび前記第 2 ダイオードが正常であると判定し、
前記第 1 ダイオードの温度および前記第 2 ダイオードの温度が、共に前記閾値未満である場合は、前記第 1 ダイオードおよび前記第 2 ダイオードが開放故障したと判定する、ことを特徴とする DC - DC コンバータ。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の DC - DC コンバータにおいて、
前記制御部は、
前記第 1 ダイオードの温度と前記第 2 ダイオードの温度とを比較し、
前記第 1 ダイオードの温度が、前記第 2 ダイオードの温度よりも一定温度以上高い場合は、前記第 2 ダイオードが開放故障したと判定し、
前記第 2 ダイオードの温度が、前記第 1 ダイオードの温度よりも一定温度以上高い場合は、前記第 1 ダイオードが開放故障したと判定する、ことを特徴とする DC - DC コンバータ。

【請求項 5】

10

20

30

40

50

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の DC - DC コンバータにおいて、前記電圧変換回路の入力端の電位に応じた電圧を検出する第 1 電圧検出部と、前記電圧変換回路の出力端の電位に応じた電圧を検出する第 2 電圧検出部と、をさらに備え、

前記制御部は、

前記スイッチング素子がオフ状態で、かつ前記電圧変換回路が動作していない状態で、前記第 1 電圧検出部が検出した電圧と、前記第 2 電圧検出部が検出した電圧との差を演算し、

前記電圧の差に基づいて、前記第 1 ダイオードと前記第 2 ダイオードの少なくとも一方に発生した短絡故障を検出する、ことを特徴とする DC - DC コンバータ。

10

【請求項 6】

請求項 5 に記載の DC - DC コンバータにおいて、

前記制御部は、前記短絡故障の検出に先立って、前記第 1 温度検出素子および前記第 2 温度検出素子で検出された各温度を第 1 基準温度と比較し、各温度が第 1 基準温度を超えている場合は前記短絡故障の検出を行わない、ことを特徴とする DC - DC コンバータ。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の DC - DC コンバータにおいて、

前記制御部は、前記第 1 温度検出素子および前記第 2 温度検出素子で検出された各温度が第 1 基準温度を超えている場合は、当該各温度を前記第 1 基準温度より高い第 2 基準温度と比較し、

20

前記各温度が前記第 2 基準温度以下である場合は、前記短絡故障の検出を行わず、

前記各温度が前記第 2 基準温度を超えている場合は、異常が発生したと判定する、ことを特徴とする DC - DC コンバータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、直流電源の電圧を昇圧または降圧して負荷に供給する DC - DC コンバータ（直流 - 直流変換装置）に関し、特に、非昇圧時または非降圧時に負荷への電力供給経路となるバイパス回路を備えた DC - DC コンバータに関する。

【背景技術】

30

【0002】

例えば自動車には、各種の車載機器や回路に直流電圧を供給するための電源装置として、DC - DC コンバータが搭載されている。一般に、DC - DC コンバータは、スイッチング素子、インダクタ、および整流用のダイオードなどから構成される電圧変換回路（昇圧回路または降圧回路）を備えている。電圧変換回路は、スイッチング素子のオン・オフにより直流電源の電圧をスイッチングすることによって、昇圧または降圧された直流電圧を出力する。

【0003】

このような DC - DC コンバータには、昇圧または降圧が必要な場合だけ電圧変換回路を作動させ、昇圧または降圧が不要な場合は、電圧変換回路を経由せずに、バイパス回路を経由して負荷へ電力を供給するものがある。バイパス回路には、FET やリレーなどのバイパス用のスイッチング素子が設けられる。非昇圧時または非降圧時には、バイパス回路のスイッチング素子がオン状態となり、直流電源の電圧がこのスイッチング素子を介して負荷へ供給される。後掲の特許文献 1 ~ 3 には、このようなバイパス回路を備えた電源装置が示されている。

40

【0004】

特許文献 1 には、電圧変換回路を経由して電力を出力する第 1 状態と、バイパス回路を経由して電力を出力する第 2 状態とを切り替える際に、電圧変換回路とバイパス回路とが共に動作状態となるように制御を行う電源装置が記載されている。

【0005】

50

特許文献 2 には、バイパス回路の出力端子の電圧を監視する動作監視部と、昇圧回路を駆動してバイパス回路の出力端子の電圧を所定レベルに維持する制御部とを備えた始動制御装置が記載されている。

【0006】

特許文献 3 には、整流用ダイオードの代わりに整流用スイッチング素子を設け、エンジン再始動時に、バイパスリレーをオフ状態に維持するとともに、整流用スイッチング素子を駆動して負荷への電圧供給を行う電源回路が示されている。

【0007】

また、特許文献 3 では、整流用スイッチング素子の近傍にサーミスタが配置され、整流用スイッチング素子の温度上昇により、サーミスタの電圧が閾値以上になった場合に、整流用スイッチング素子の異常が検出されるようになっている。このように、素子の近傍にサーミスタなどの温度センサを設けて、当該素子の異常を検出することは、特許文献 4、5 にも記載されている。特許文献 4、5 では、温度センサによりダイオードの故障を検出している。

10

【0008】

上記のようなバイパス回路を備えた DC - DC コンバータにおいて、非昇圧時または非降圧時に、何らかの故障によりバイパス回路のスイッチング素子がオンしない場合は、負荷への電力供給ができなくなる。そこで、バイパス回路のスイッチング素子に、直流電源に対して順方向となるように、バイパス用のダイオードを並列接続して、バイパス回路を二重化することが考えられる。これにより、バイパス回路のスイッチング素子がオンしない場合でも、バイパス回路のダイオードを介して、直流電源から負荷へ電力を供給することが可能となる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】特開 2010 - 183755 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 174721 号公報

【特許文献 3】特開 2013 - 74741 号公報

【特許文献 4】特開平 9 - 327120 号公報

【特許文献 5】特開 2003 - 107123 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、上記のような二重化されたバイパス回路を備えた DC - DC コンバータにおいて、バイパス用のダイオードや整流用のダイオードに発生した開放故障（アノード・カソード間が開放状態となる故障）を検出することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明に係る DC - DC コンバータは、直流電源が接続される入力端子と、負荷が接続される出力端子と、入力端子と出力端子との間に設けられ、直流電源の電圧を昇圧または降圧して負荷へ供給する電圧変換回路と、電圧変換回路と並列に設けられたスイッチング素子を含み、当該スイッチング素子がオン状態のときに、直流電源の電圧を、電圧変換回路を経由せずに、スイッチング素子を経由して負荷へ供給するバイパス回路と、電圧変換回路およびバイパス回路の動作を制御する制御部とを備えている。バイパス回路は、直流電源に対して順方向となるように、スイッチング素子に並列接続されたバイパス用の第 1 ダイオードを有している。電圧変換回路は、直流電源に対して順方向となるように、入力端子と出力端子との間に設けられた整流用の第 2 ダイオードを有している。本発明では、上記構成に加えて、第 1 ダイオードの温度を検出する第 1 温度検出素子と、第 2 ダイオードの温度を検出する第 2 温度検出素子とがさらに設けられる。制御部は、バイパス回路のスイッチング素子がオフ状態で、かつ電圧変換回路が動作していない状態で、第 1 温度検

40

50

出素子が検出した第1ダイオードの温度と、第2温度検出素子が検出した第2ダイオードの温度を取得し、第1ダイオードの温度と、第2ダイオードの温度との大小関係に基づいて、第1ダイオードと第2ダイオードの少なくとも一方に発生した開放故障を検出する。

【0012】

上記構成によると、第2ダイオードに開放故障が発生した場合は、第2ダイオードは電流が流れないので発熱せず、第1ダイオードは電流が流れるので発熱する。その結果、第1温度検出素子が検出した第1ダイオードの温度のみが高くなる。また、第1ダイオードに開放故障が発生した場合は、第1ダイオードは、電流が流れないので発熱せず、第2ダイオードは、電流が流れるので発熱する。その結果、第2温度検出素子が検出した第2ダイオードの温度のみが高くなる。また、第1ダイオードと第2ダイオードの両方に開放故障が発生した場合は、いずれのダイオードにも電流が流れないので、各ダイオードの温度は低いままである。したがって、第1ダイオードの温度と第2ダイオードの温度との大小関係に基づいて、一方または両方のダイオードに発生した開放故障を検出することができ、かつ、開放故障したダイオードを特定することができる。

10

【0013】

本発明において、制御部は、第1ダイオードの温度および第2ダイオードの温度を所定の閾値と比較し、第1ダイオードの温度のみが閾値以上である場合は、第2ダイオードが開放故障したと判定し、第2ダイオードの温度のみが閾値以上である場合は、第1ダイオードが開放故障したと判定してもよい。また、制御部は、第1ダイオードの温度および第2ダイオードの温度が、共に閾値以上である場合は、第1ダイオードおよび第2ダイオードが正常であると判定し、第1ダイオードの温度および第2ダイオードの温度が、共に閾値未満である場合は、第1ダイオードおよび第2ダイオードが開放故障したと判定してもよい。

20

【0014】

本発明において、制御部は、第1ダイオードの温度と第2ダイオードの温度とを比較し、第1ダイオードの温度が、第2ダイオードの温度よりも一定温度以上高い場合は、第2ダイオードが開放故障したと判定し、第2ダイオードの温度が、第1ダイオードの温度よりも一定温度以上高い場合は、第1ダイオードが開放故障したと判定してもよい。

【0015】

本発明において、電圧変換回路の入力端の電位に応じた電圧を検出する第1電圧検出部と、電圧変換回路の出力端の電位に応じた電圧を検出する第2電圧検出部とをさらに設けてもよい。そして、制御部は、スイッチング素子がオフ状態で、かつ電圧変換回路が動作していない状態で、第1電圧検出部が検出した電圧と、第2電圧検出部が検出した電圧との差を演算し、当該電圧の差に基づいて、第1ダイオードと第2ダイオードの少なくとも一方に発生した短絡故障を検出するようにしてもよい。

30

【0016】

本発明において、制御部は、短絡故障の検出に先立って、第1温度検出素子および第2温度検出素子で検出された各温度を第1基準温度と比較し、各温度が第1基準温度を超えている場合は短絡故障の検出を行わないようにしてもよい。

【0017】

本発明において、制御部は、第1温度検出素子および第2温度検出素子で検出された各温度が第1基準温度を超えている場合は、当該各温度を第1基準温度より高い第2基準温度と比較し、各温度が第2基準温度以下である場合は、短絡故障の検出を行わず、各温度が第2基準温度を超えている場合は、異常が発生したと判定するようにしてもよい。

40

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、バイパス用のダイオードや整流用のダイオードに発生した開放故障を検出することが可能なDC-DCコンバータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

50

【図 1】本発明の実施形態に係る DC - DC コンバータの回路図である。

【図 2】電圧検出部の一例を示した回路図である。

【図 3】正常状態における非昇圧時の電流経路を示した回路図である。

【図 4】正常状態における昇圧時の電流経路を示した回路図である。

【図 5】異常状態における非昇圧時の電流経路を示した回路図である。

【図 6】故障診断時の電流経路を示した回路図である。

【図 7】負荷に流れる電流と電圧検出部で検出される電圧を示した図である。

【図 8】サーミスタを用いた温度検出回路の一例を示した図である。

【図 9】ダイオードの特性の一例を示した図である。

【図 10】正常時のサーミスタの検出温度の変化を示した図である。

10

【図 11】開放故障時のサーミスタの検出温度の変化を示した図である。

【図 12】開放故障時のサーミスタの検出温度の変化を示した図である。

【図 13】開放故障時のサーミスタの検出温度の変化を示した図である。

【図 14】故障診断の手順を示したフローチャートである。

【図 15】本発明の他の実施形態を説明するための図である

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明の実施形態につき、図面を参照しながら説明する。各図において、同一の部分または対応する部分には同一符号を付してある。以下では、車両に搭載される DC - DC コンバータを例に挙げる。

20

【0021】

最初に、DC - DC コンバータの構成を、図 1 を参照しながら説明する。DC - DC コンバータ 100 は、直流電源 10 と負荷 20 との間に設けられており、昇圧回路 1、バイパス回路 2、電圧検出部 3、電圧検出部 4、制御部 5、および端子 T1 ~ T5 を備えている。直流電源 10 は、車両用のバッテリーである。負荷 20 は、直流電源 10 から電力供給を受ける車載機器である。

【0022】

入力端子 T1 には直流電源 10 の正極が接続され、接地端子 T2 には直流電源 10 の負極が接続される。接地端子 T2 はグランド G に接続されている。出力端子 T3 には負荷 20 の一端が接続される。負荷 20 の他端はグランド G に接続されている。端子 T4 は、図示しない ECU (電子制御ユニット) などの上位装置と接続される。端子 T5 は、図示しないイグニッションスイッチと接続される。

30

【0023】

昇圧回路 1 は、入力端子 T1 と出力端子 T3 との間に設けられており、直流電源 10 の電圧を昇圧して負荷 20 へ供給する。昇圧回路 1 には、昇圧用のスイッチング素子 Q と、インダクタ L と、整流用のダイオード D2 と、サーミスタ TH2 が備わっている。スイッチング素子 Q は、n チャンネル型の FET (電界効果トランジスタ) であって、インダクタ L とダイオード D2 との接続点と、グランド G との間に設けられている。このスイッチング素子 Q のオン・オフは、制御部 5 によって制御される。スイッチング素子 Q には、直流電源 10 に対して逆方向となるように、ダイオード D3 が並列に接続されている。このダイオード D3 は、ドレイン d とソース s 間の寄生ダイオードである。サーミスタ TH2 は、ダイオード D2 の近傍に配置されていて、当該ダイオード D2 の温度を検出する。

40

【0024】

バイパス回路 2 は、非昇圧時に、直流電源 10 の電圧を、昇圧回路 1 を経由せずに、負荷 20 へ供給するための回路であって、昇圧回路 1 と並列に設けられている。バイパス回路 2 には、バイパス用のスイッチング素子 SW と、バイパス用のダイオード D1 と、サーミスタ TH1 が備わっている。スイッチング素子 SW は、FET またはリレーからなり、昇圧回路 1 のインダクタ L とダイオード D2 との直列回路と並列に接続されている。このスイッチング素子 SW のオン・オフは、制御部 5 によって制御される。ダイオード D1 は、直流電源 10 に対して順方向となるように、スイッチング素子 SW と並列に接続されて

50

いる。サーミスタTH1は、ダイオードD1の近傍に配置されていて、当該ダイオードD1の温度を検出する。

【0025】

電圧検出部3は、昇圧回路1の入力端(a点)の電位に応じた電圧を検出する。図2に示すように、電圧検出部3は、2個の抵抗R1およびR2が直列に接続された分圧回路から構成されている。抵抗R1と抵抗R2との接続点xには、a点の電位に応じた電圧が現われる。この電圧が、電圧検出部3における検出電圧として、制御部5へ与えられる。

【0026】

電圧検出部4は、昇圧回路1の出力端(b点)の電位に応じた電圧を検出する。この電圧検出部4も、電圧検出部3と同様に、2個の抵抗が直列に接続された分圧回路から構成されている(図示省略)。各抵抗の接続点には、b点の電位に応じた電圧が現われる。この電圧が、電圧検出部4における検出電圧として、制御部5へ与えられる。

10

【0027】

制御部5は、CPUやメモリなどから構成されており、昇圧回路1とバイパス回路2の動作を制御する。詳しくは、制御部5は、昇圧時に、昇圧回路1のスイッチング素子Qのゲートgに、PWM(Pulse Width Modulation)信号を与えることによって、当該スイッチング素子Qを高速でオン・オフさせる。また、制御部5は、非昇圧時に、バイパス回路2のスイッチング素子SWに、H(High)レベルのオン信号を与えることによって、当該スイッチング素子SWをオン状態にする。また、制御部5は、端子T4を介して、図示しない上位装置との間で通信を行う。制御部5には、電圧検出部3、4で検出された電圧と、サーミスタTH1、TH2で検出された温度が入力される。また、制御部5には、昇圧時に、端子T4を介して上位装置から昇圧指令が入力される。さらに、制御部5には、イグニッションスイッチのオン時に、端子T5を介してイグニッション信号が入力される。

20

【0028】

図8は、サーミスタTH1を用いた温度検出回路の一例を示している。電源VdとグランドGとの間に、抵抗R3とサーミスタTH1とが直列に接続されている。サーミスタTH1は、温度の上昇とともに抵抗値が減少する特性を持つNTC(Negative Temperature Coefficient)サーミスタであり、図示しない回路基板上で、ダイオードD1の近傍に配置されている。

【0029】

ダイオードD1の温度変化により、サーミスタTH1の抵抗値が変化するので、抵抗R3とサーミスタTH1との接続点yには、ダイオードD1の温度に応じた電圧が現われる。この電圧は、サーミスタTH1による検出温度として、制御部5へ与えられる。なお、サーミスタTH2を用いた温度検出回路も、図8と同様に構成されている(図示省略)。

30

【0030】

以上の構成において、昇圧回路1は、本発明における「電圧変換回路」の一例である。ダイオードD1は、本発明における「第1ダイオード」に相当し、ダイオードD2は、本発明における「第2ダイオード」に相当する。電圧検出部3は、本発明における「第1電圧検出部」に相当し、電圧検出部4は、本発明における「第2電圧検出部」に相当する。サーミスタTH1は、本発明における「第1温度検出素子」の一例であり、サーミスタTH2は、本発明における「第2温度検出素子」の一例である。

40

【0031】

次に、上述した構成からなるDC-DCコンバータ100の動作について説明する。まず、正常時の動作について、図3および図4を参照しながら説明する。

【0032】

図3は、非昇圧時の電流経路を示している。非昇圧時は、端子T4に上位装置からの昇圧指令が与えられない。一方、端子T5には、イグニッションスイッチ(図示省略)のオンに基づくイグニッション信号が入力されている。この状況下では、制御部5は、昇圧回路1のスイッチング素子Qを駆動するためのPWM信号を出力しない。したがって、昇圧回路1では、スイッチング素子Qがオフ状態となって、昇圧動作は行われぬ。また、制

50

御部 5 は、バイパス回路 2 のスイッチング素子 S W をオンさせるためのオン信号を出力し、このオン信号によって、スイッチング素子 S W はオン状態となっている。ダイオード D 1、D 2 の順方向の抵抗値は、スイッチング素子 S W の抵抗値に比べて大きいので、ダイオード D 1、D 2 には殆ど電流が流れない。その結果、図 3 に太矢印で示した電流経路が形成され、直流電源 10 から、入力端子 T 1、スイッチング素子 S W、および出力端子 T 3 を経由して、負荷 20 に昇圧されない直流電圧が供給される。

【 0 0 3 3 】

図 4 は、昇圧時の電流経路を示している。昇圧時には、端子 T 4 を介して制御部 5 に、上位装置から昇圧指令が与えられる。制御部 5 は、この昇圧指令を受けて、昇圧回路 1 のスイッチング素子 Q を駆動するための P W M 信号を出力する。この P W M 信号がスイッチング素子 Q のゲート g に与えられることによって、スイッチング素子 Q は高速でオン・オフのスイッチング動作を行う。このスイッチング動作によりインダクタ L に発生した高電圧は、ダイオード D 2 で整流され、昇圧された直流電圧となる。その結果、昇圧時には、図 4 に太矢印で示した電流経路が形成され、直流電源 10 から、入力端子 T 1、昇圧回路 1、および出力端子 T 3 を経由して、負荷 20 に昇圧された直流電圧が供給される。

10

【 0 0 3 4 】

また一方で、制御部 5 は、昇圧時には、バイパス回路 2 のスイッチング素子 S W をオンさせるためのオン信号を出力しない。したがって、スイッチング素子 S W はオフ状態となっている。その結果、直流電源 10 から、スイッチング素子 S W を経由して、負荷 20 へ至る電流経路は形成されない。なお、バイパス回路 2 のダイオード D 1 は、直流電源 10 に対して順方向であるため、スイッチング素子 S W がオフの状態では、ダイオード D 1 を経由する電流経路が形成される。

20

【 0 0 3 5 】

図 5 は、非昇圧時に制御部 5 に異常が発生した場合の電流経路を示している。たとえば、制御部 5 とグランド G との間で、図の x で示すように断線が発生すると、制御部 5 は正常に動作せず、非昇圧時に、スイッチング素子 S W に対してオン信号を出力しなくなる。このため、スイッチング素子 S W はオフ状態であり、スイッチング素子 S W を経由するバイパス経路は形成されない。しかるに、ダイオード D 1 が直流電源 10 に対して順方向であるため、ダイオード D 1 を経由する電流経路が形成される。したがって、スイッチング素子 S W がオンしなくても、直流電源 10 からダイオード D 1 を介して、負荷 20 へ電力が供給される。なお、昇圧回路 1 にも破線で示す経路で電流が流れるが、インダクタ L とダイオード D 2 の合成抵抗値は、ダイオード D 1 の抵抗値より大きいので、昇圧回路 1 に流れる電流は、バイパス経路 2 に流れる電流よりも小さい。

30

【 0 0 3 6 】

次に、ダイオード D 1、D 2 の故障を検出する方法について、図 6 ないし図 1 4 を参照しながら説明する。この故障検出は、D C - D C コンバータ 100 が通常の動作を開始する前の、初期診断において実施される。

【 0 0 3 7 】

ダイオード D 1、D 2 の故障には、アノード・カソード間が短絡状態となる短絡故障と、アノード・カソード間が開放状態となる開放故障とがあるが、最初に、短絡故障を検出する方法について説明する。

40

【 0 0 3 8 】

図 6 において、初期診断時には、昇圧回路 1 のスイッチング素子 Q はオフ状態にあり、昇圧回路 1 は動作していない。また、バイパス回路 2 のスイッチング素子 S W もオフ状態にある。この状態では、図 5 の場合と同様の電流経路が形成され、バイパス経路 2 と昇圧回路 1 にそれぞれ電流 I_1 、 I_2 が流れる。負荷 20 に流れる電流 I は、 $I = I_1 + I_2$ となる。

【 0 0 3 9 】

ダイオード D 1、D 2 のいずれにも短絡故障が発生していない場合は、電流 I_1 、 I_2 により、ダイオード D 1、D 2 に順方向電圧降下が発生するので、昇圧回路 1 の出力端 (

50

b点)の電位は、入力端(a点)の電位よりも低下する。これに対して、ダイオードD1、D2の少なくとも一方に短絡故障が発生している場合は、昇圧回路1の出力端の電位は、入力端の電位とほぼ等しくなる(インダクタLにおける電圧降下は僅かである)。したがって、電圧検出部3で検出された電圧V1と、電圧検出部4で検出された電圧V2との差(以下「電圧差」という。)に基づいて、ダイオードの短絡故障の有無を診断することができる。

【0040】

詳しくは、制御部5は、電圧検出部3から入力される電圧V1と、電圧検出部4から入力される電圧V2をそれぞれA/D変換して、電圧差 $V = V1 - V2$ を演算する。ダイオードD1、D2のいずれにも短絡故障が発生していない場合は、図7(b)に示すように、電圧差Vは一定以上の値となる。また、ダイオードD1、D2の少なくとも一方に短絡故障が発生している場合は、電圧差Vはゼロか、もしくは図7(c)に示すように微小な値となる。そこで、制御部5は、電圧差Vが所定値以上であれば、ダイオードD1、D2はいずれも短絡故障しておらず、電圧差Vが所定値未満であれば、ダイオードD1、D2の少なくとも一方に短絡故障が発生したと診断する。なお、図7の(a)は、負荷20に流れる電流Iを示している。

10

【0041】

制御部5は、初期診断においてダイオードの短絡故障を検出した場合、昇圧回路1のスイッチング素子Qをオフ状態に維持して、昇圧回路1の昇圧動作を禁止するとともに、バイパス回路2のスイッチング素子SWをオン状態にする。これにより、図3の電流経路が形成され、直流電源10からスイッチング素子SWを介して、負荷20に電力が供給される。また、制御部5は、端子T4を介して上位装置へ、ダイオードの短絡故障が発生したことを通知する。上位装置は、この通知を受けて、警報ランプを点灯させるなどの異常処理を行う。

20

【0042】

このようにして、初期診断時に、電圧検出部3、4で検出された電圧V1、V2の電圧差Vを演算し、この電圧差Vを所定値と比較することにより、ダイオードD1、D2の一方または両方が短絡故障したことを検出することができる。

【0043】

ところで、図9に示したように、ダイオードの順方向電圧降下は、温度の上昇に伴って減少する。このため、ダイオードD1、D2が高温状態にある場合は、順方向電圧降下が小さくなって、前記の電圧差Vが所定値未満となる。その結果、制御部5は、ダイオードD1、D2が正常であるにもかかわらず、誤って短絡故障を検出してしまう。

30

【0044】

そこで、本実施形態では、ダイオードの短絡故障の検出に先立って、サーミスタTH1、TH2でダイオードD1、D2の温度を検出する。制御部5は、検出された各温度を第1基準温度(たとえば80)と比較する。そして、サーミスタTH1、TH2の各検出温度が基準温度以下であれば、制御部5は、初期診断において、ダイオードD1、D2の短絡故障の検出を行う。一方、サーミスタTH1、TH2の各検出温度が基準温度を超えておれば、制御部5は、初期診断において、ダイオードD1、D2の短絡故障の検出を行わない。このようにすることで、高温時における短絡故障の誤検出を未然に防止することができる。

40

【0045】

次に、ダイオードD1、D2の開放故障を検出する方法について説明する。ダイオードD1、D2の一方が開放故障しても、他方が正常であれば、前述した電圧差Vは所定値以上となる。したがって、電圧差Vに基づいて開放故障を検出することはできない。そこで、サーミスタTH1、TH2で検出されたダイオードD1、D2の温度の大小関係に基づいて、開放故障を検出する。以下、これについて詳述する。

【0046】

開放故障の検出も、短絡故障の検出と同様に、バイパス回路2のスイッチング素子SW

50

がオフ状態で、かつ昇圧回路1が動作していない状態の下で行われる(図6参照)。ダイオードD1、D2のいずれにも開放故障が発生していない場合は、各ダイオードに電流が流れるので、ダイオードD1、D2が発熱する。したがって、図10に示すように、スイッチング素子SWのオフの時点(診断開始時点)から、サーミスタTH1、TH2の検出温度は、同じ変化を示しながら上昇する。そして、診断開始から一定時間tが経過した時点の各検出温度は、あらかじめ設定した閾値を超えている。これにより、制御部5は、ダイオードD1、D2のいずれにも開放故障が発生していないと判定する。

【0047】

ダイオードD2に開放故障が発生した場合は、ダイオードD2に電流が流れず、ダイオードD1に電流が流れるので、ダイオードD1のみが発熱する。したがって、図11に示すように、サーミスタTH1の検出温度は上昇するが、サーミスタTH2の検出温度は上昇しない。そして、診断開始から一定時間tが経過した時点では、サーミスタTH1の検出温度は閾値を超えているが、サーミスタTH2の検出温度は閾値を超えていない。これにより、制御部5は、ダイオードD2が開放故障したと判定する。

10

【0048】

ダイオードD1に開放故障が発生した場合は、ダイオードD1に電流が流れず、ダイオードD2に電流が流れるので、ダイオードD2のみが発熱する。したがって、図12に示すように、サーミスタTH2の検出温度は上昇するが、サーミスタTH1の検出温度は上昇しない。そして、診断開始から一定時間tが経過した時点では、サーミスタTH2の検出温度は閾値を超えているが、サーミスタTH1の検出温度は閾値を超えていない。これにより、制御部5は、ダイオードD1が開放故障したと判定する。

20

【0049】

ダイオードD1、D2の両方に開放故障が発生した場合は、各ダイオードに電流が流れず、ダイオードD1、D2はいずれも発熱しない。したがって、図13に示すように、サーミスタTH1、TH2の検出温度は共に上昇しない。そして、診断開始から一定時間tが経過した時点では、各検出温度は閾値を超えていない。これにより、制御部5は、ダイオードD1、D2の両方が開放故障したと判定する。

【0050】

制御部5は、初期診断においてダイオードの開放故障を検出した場合、昇圧回路1のスイッチング素子Qをオフ状態に維持して、昇圧回路1の昇圧動作を禁止するとともに、バイパス回路2のスイッチング素子SWをオン状態にする。これにより、図3の電流経路が形成され、直流電源10からスイッチング素子SWを介して、負荷20に電力が供給される。また、制御部5は、端子T4を介して上位装置へ、ダイオードの開放故障が発生したことを通知する。上位装置は、この通知を受けて、警報ランプを点灯させるなどの異常処理を行う。

30

【0051】

このようにして、初期診断時に、サーミスタTH1、TH2でダイオードD1、D2の温度を検出し、検出された各ダイオードの温度を閾値と比較することにより、ダイオードD1、D2の一方または両方が開放故障したことを検出することができる。また、開放故障したダイオードを特定することができる。

40

【0052】

図14は、初期診断における短絡故障および開放故障の検出手順を示したフローチャートである。本フローチャートの各ステップは、制御部5に備わるCPUによって実行される。

【0053】

ステップS1では、サーミスタTH1、TH2が検出したダイオードD1、D2の温度を取得する。ステップS2では、取得した各検出温度を前述した第1基準温度(たとえば80)と比較する。比較の結果、各検出温度が第1基準温度以下であれば(ステップS2; YES)、ステップS3へ進む。

【0054】

50

ステップS3～S5は、短絡故障を検出するステップである。ステップS3では、電圧検出部3、4が検出した電圧V1、V2を取得する。ステップS4では、電圧V1、V2の電圧差 $V (= V1 - V2)$ を演算する。ステップS5では、電圧差Vを所定値と比較する。比較の結果、電圧差Vが所定値以上であれば(ステップS5; YES)、ステップS6へ進み、電圧差Vが所定値未満であれば(ステップS5; NO)、ステップS11へ進む。ステップS11では、ダイオードD1、D2の一方または両方が短絡故障したと判定する。

【0055】

ステップS6、S12、S14は、開放故障を検出するステップである。ステップS6では、サーミスタTH1、TH2の検出温度が共に、閾値(図12(b))以上か否かを判定する。判定の結果、サーミスタTH1、TH2の検出温度が共に閾値以上である場合は(ステップS6; YES)、ステップS7へ進み、そうでない場合は(ステップS6; NO)、ステップS12へ進む。ステップS7では、ダイオードD1、D2はいずれも正常であると判定する(図10の場合)。

10

【0056】

ステップS12では、サーミスタTH1の検出温度のみが閾値以上か否かを判定する。判定の結果、サーミスタTH1の検出温度のみが閾値以上である場合は(ステップS12; YES)、ステップS13へ進み、そうでない場合は(ステップS12; NO)、ステップS14へ進む。ステップS13では、ダイオードD2が開放故障したと判定する(図11の場合)。

20

【0057】

ステップS14では、サーミスタTH2の検出温度のみが閾値以上か否かを判定する。判定の結果、サーミスタTH2の検出温度のみが閾値以上である場合は(ステップS14; YES)、ステップS15へ進み、そうでない場合は(ステップS14; NO)、ステップS16へ進む。ステップS15では、ダイオードD1が開放故障したと判定する(図12の場合)。

【0058】

ステップS16では、サーミスタTH1の検出温度と、サーミスタTH2の検出温度が、共に閾値未満であることから、ダイオードD1、D2の両方が開放故障したと判定する(図13の場合)。

30

【0059】

なお、ステップS2において、サーミスタTH1、TH2の各検出温度が第1基準温度を超えている場合は(ステップS2; NO)、ステップS8へ進む。ステップS8では、各検出温度を、第1基準温度より高い第2基準温度(たとえば150)と比較する。比較の結果、各検出温度が第2基準温度以下であれば(ステップS8; YES)、ステップS9へ進んで、故障診断を中止する。一方、各検出温度が第2基準温度を超えておれば(ステップS8; NO)、ステップS10へ進んで、異常が発生したと判定する。

【0060】

このように、本実施形態によれば、初期診断時に、電圧検出部3、4で検出された電圧V1、V2に基づいて、ダイオードD1、D2の短絡故障を検出できるとともに、サーミスタTH1、TH2で検出されたダイオードD1、D2の温度に基づいて、ダイオードD1、D2の開放故障を検出することができる。

40

【0061】

以上においては、初期診断時の短絡故障および開放故障の検出について述べたが、本実施形態では、通常の動作時においても、異常を検出することができる。たとえば、バイパス回路2のスイッチング素子SWがオフで、昇圧回路1のスイッチング素子Qがオン・オフしている昇圧動作中に、サーミスタTH1によりダイオードD1の温度を検出する。そして、検出されたダイオードD1の温度が一定温度以上である場合、制御部5は、スイッチング素子Qをオフにして昇圧回路1の動作を停止させ、上位装置へ異常を通知する。これにより、負荷20の短絡などによってダイオードD1に過電流が流れた場合に、ダイオ

50

ードD1の温度上昇をサーミスタTH1で検知して、昇圧回路1による昇圧動作を停止させることができる。

【0062】

本発明では、上述した実施形態に限らず、以下に示すような種々の実施形態を採用することができる。

【0063】

前記の実施形態では、ダイオードD1、D2の各検出温度を閾値と比較することにより、開放故障を検出したが、ダイオードD1の検出温度とダイオードD2の検出温度とを比較することにより、開放故障を検出してもよい。この場合、制御部5は、ダイオードD1の温度が、ダイオードD2の温度よりも一定温度以上高ければ、ダイオードD2が開放故障したと判定し、ダイオードD2の温度が、ダイオードD1の温度よりも一定温度以上高ければ、ダイオードD1が開放故障したと判定する。

10

【0064】

具体的には、図15に示すように、診断開始から時間tが経過した時点で、サーミスタTH1、TH2が検出したダイオードD1、D2の温度の差（以下「温度差」という。）Tを算出する。そして、サーミスタTH1の検出温度がサーミスタTH2の検出温度より高く、かつ温度差Tが一定値以上であれば、ダイオードD2が開放故障したと判定する。また、サーミスタTH2の検出温度がサーミスタTH1の検出温度より高く、かつ温度差Tが一定値以上であれば、ダイオードD1が開放故障したと判定する。

【0065】

前記の実施形態では、図14において、短絡故障の診断を先に行い、その後に開放故障の診断を行ったが、これとは逆に、開放故障の診断を先に行い、その後に短絡故障の診断を行ってもよい。

20

【0066】

前記の実施形態では、昇圧回路1において、整流用素子としてダイオードD2を設けたが、ダイオードD2に代えて、スイッチング素子Qと同期してスイッチング動作を行う、同期整流用のFETを設けてもよい。この場合は、当該FETに備わっている寄生ダイオードが、本発明における「第2ダイオード」に相当する。

【0067】

前記の実施形態では、バイパス回路2のスイッチング素子SWとして、FETやリレーを例に挙げたが、これらに代えて、トランジスタやIGBTのような他のスイッチング素子を用いてもよい。同様に、昇圧回路1のスイッチング素子Qも、FETに限らず、トランジスタやIGBTのような他のスイッチング素子であってもよい。

30

【0068】

前記の実施形態では、サーミスタTH1、TH2として、温度の上昇とともに抵抗値が減少するNTCサーミスタを用いたが、これに代えて、温度の上昇とともに抵抗値が増加するPTC(Positive Temperature Coefficient)サーミスタを用いてもよい。また、温度検出素子として、サーミスタに限らず、白金測温抵抗体などを用いることも可能である。

【0069】

前記の実施形態では、電圧変換回路として昇圧回路1を例に挙げたが、変換する電圧の仕様に応じて、昇圧回路1を降圧回路に置き換えてもよい。

40

【0070】

前記の実施形態では、車両に搭載されるDC-DCコンバータ100を例に挙げたが、本発明は、車両用以外のDC-DCコンバータにも適用することができる。

【符号の説明】

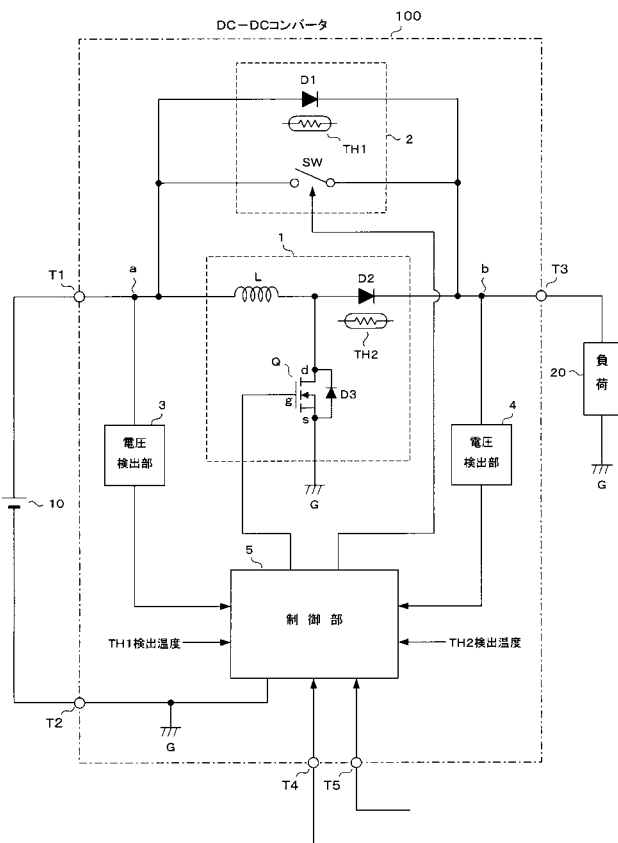
【0071】

- 1 昇圧回路（電圧変換回路）
- 2 バイパス回路
- 3 電圧検出部（第1電圧検出部）

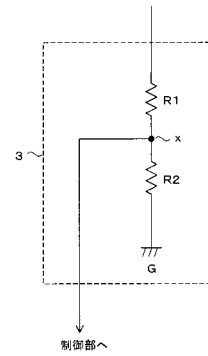
50

- 4 電圧検出部 (第2電圧検出部)
- 5 制御部
- 10 直流電源
- 20 負荷
- 100 DC-DCコンバータ
- D1 ダイオード (第1ダイオード)
- D2 ダイオード (第2ダイオード)
- SW スwitchング素子
- TH1 サーミスタ (第1温度検出素子)
- TH2 サーミスタ (第2温度検出素子)
- T1 入力端子
- T3 出力端子

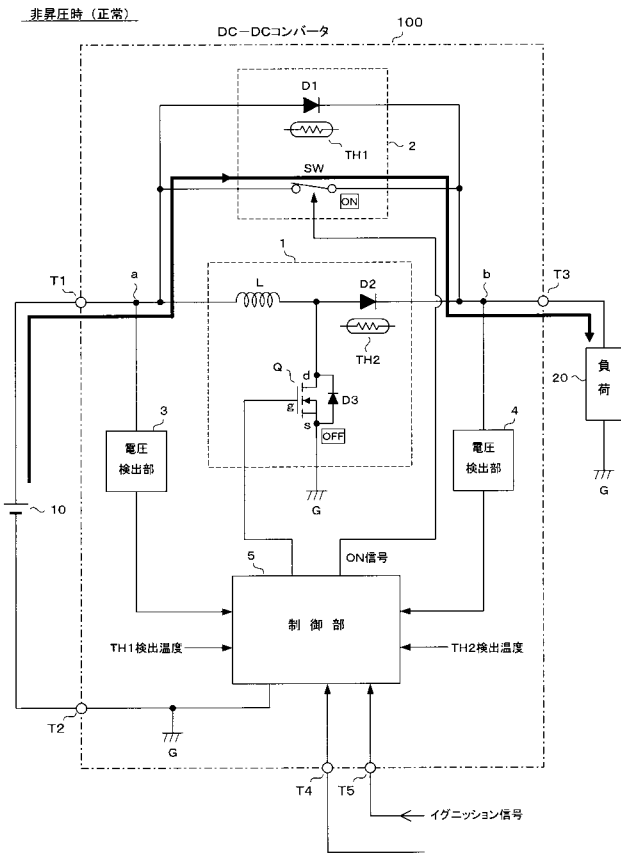
【図1】



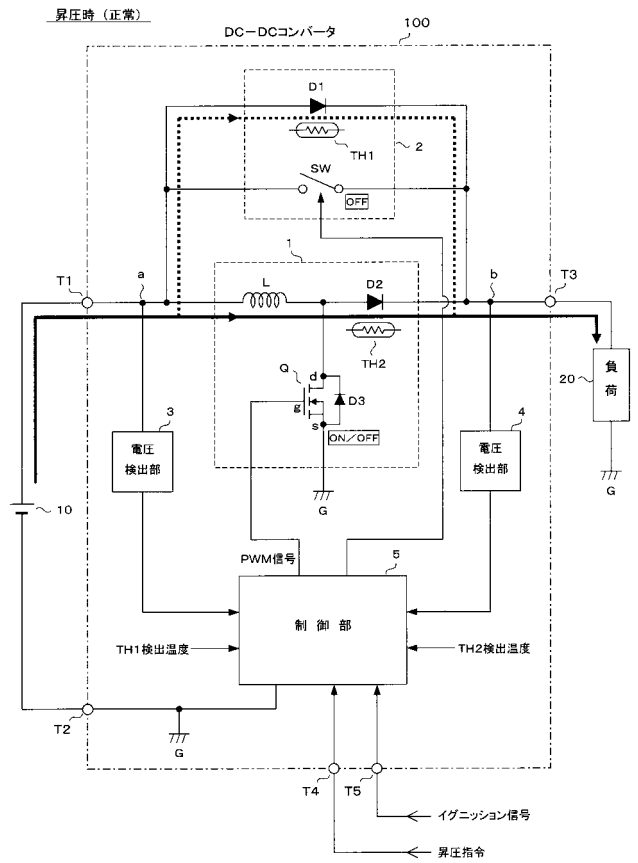
【図2】



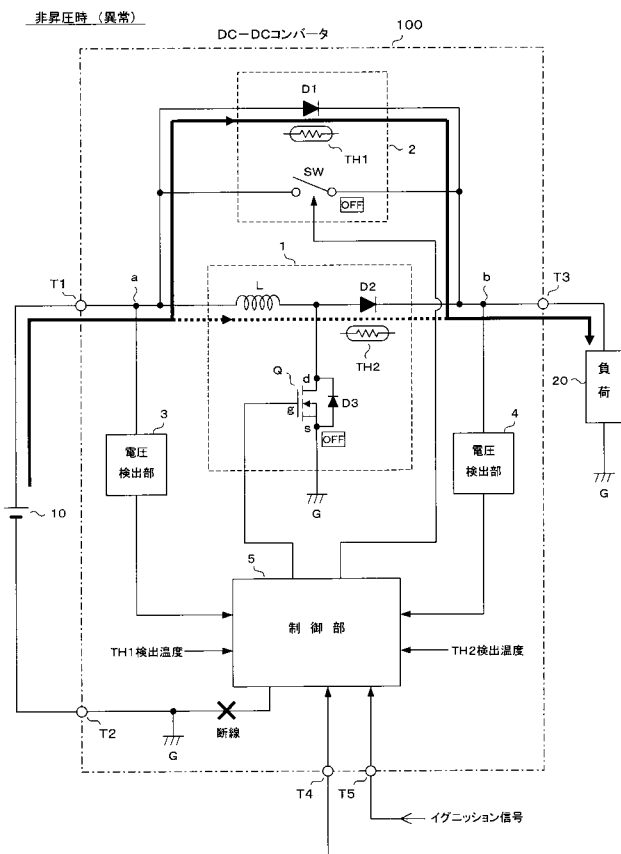
【図3】



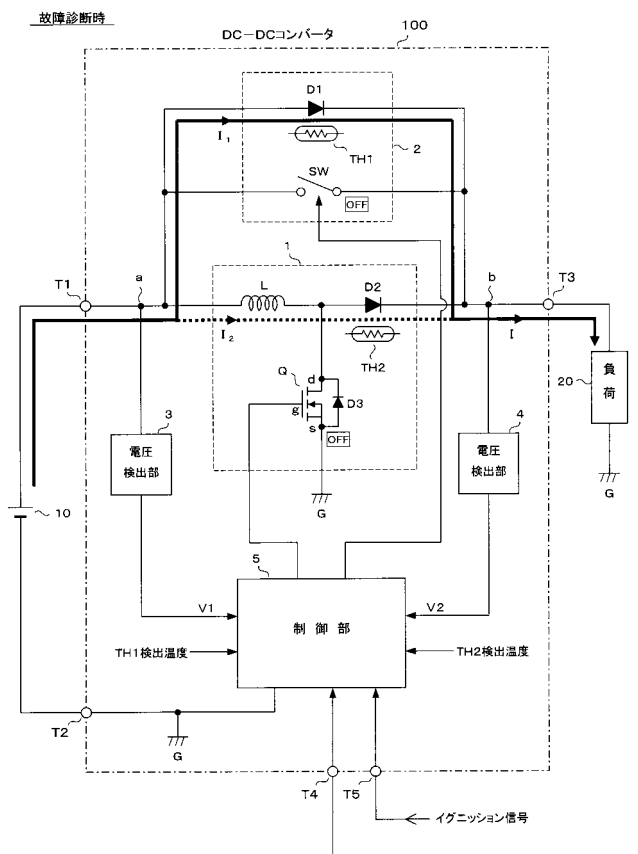
【図4】



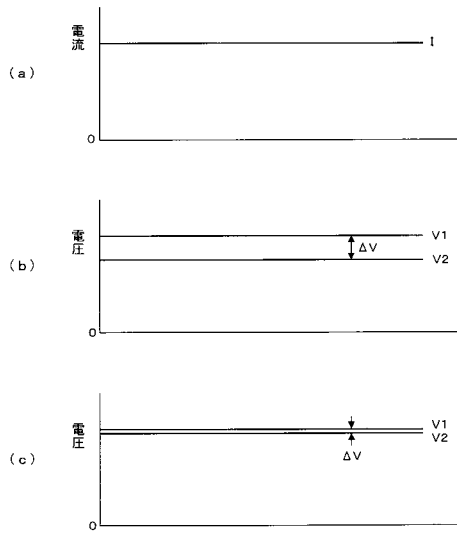
【図5】



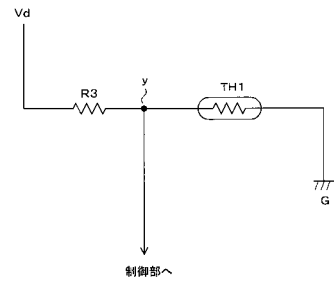
【図6】



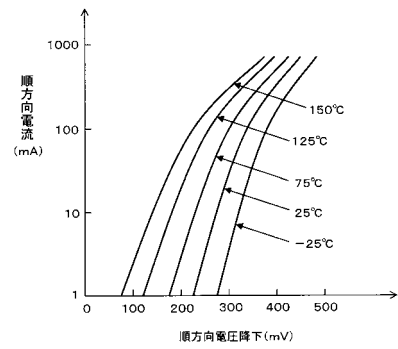
【図 7】



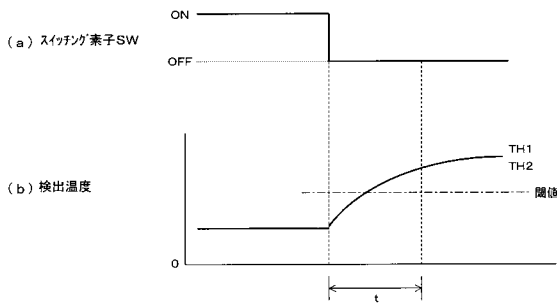
【図 8】



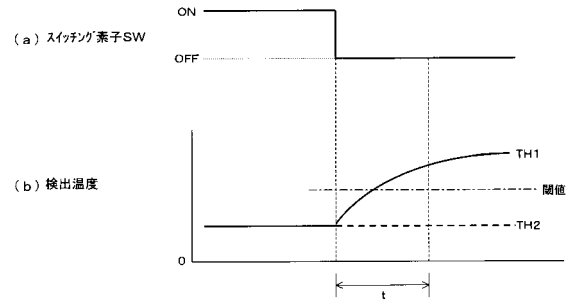
【図 9】



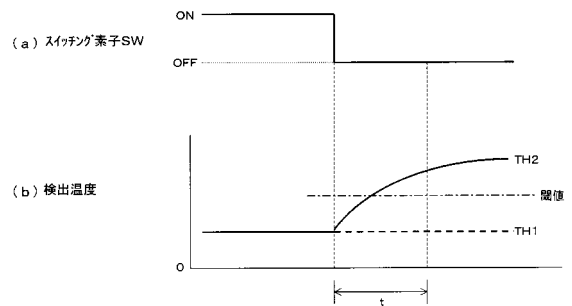
【図 10】



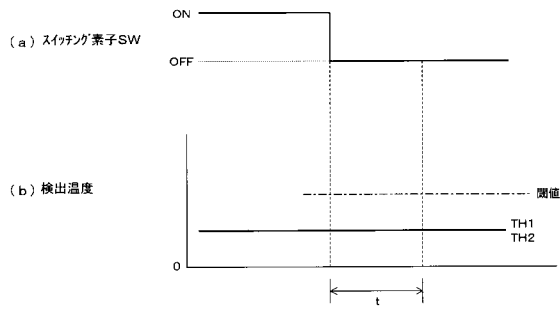
【図 11】



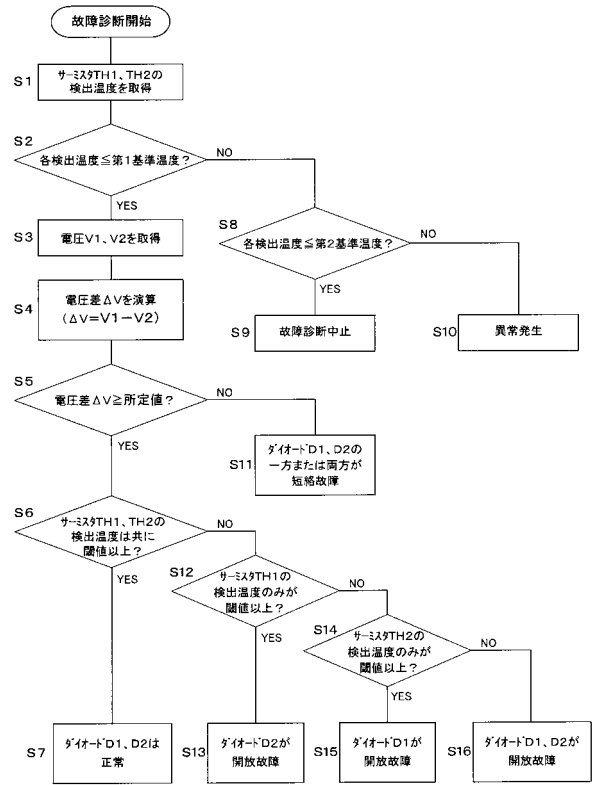
【図 12】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

