(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2019-30048
(P2019-30048A)
(43)公開日　平成31年2月21日(2019.2.21)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H02M 7/48	(2007.01)	H02M	7/48	M	5H770

審査請求 未請求　請求項の数 9　ＯＬ　（全 22 頁）

(21)出願番号　特願2017-143971 (P2017-143971)
(22)出願日　平成29年7月25日 (2017.7.25)

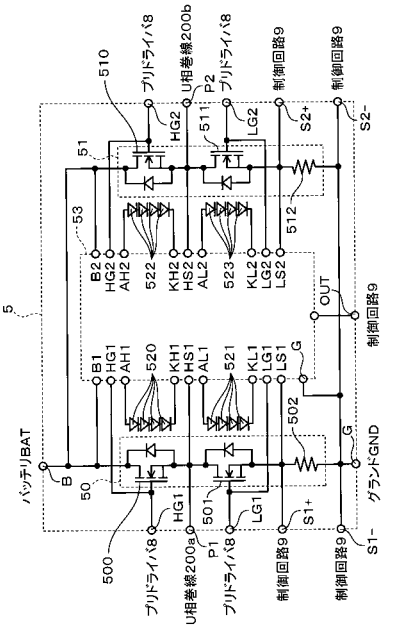
(71)出願人　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(74)代理人　110000648
特許業務法人あいち国際特許事務所
(72)発明者　前原　冬樹
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　塩見　和敏
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内

Ｆターム(参考)　5H770 AA05 AA15 BA01 CA06 DA03 DA10 DA41 GA13 GA16 GA17 GA19 HA02X HA06X HA07Z HA16X JA17Z KA01Z KA03Z LA04X LB09

(54)【発明の名称】電力変換装置

(57)【要約】
【課題】スイッチング素子の温度を正確かつ迅速に検出できると共に、運転効率を向上させることのできる電力変換装置を提供すること。
【解決手段】電力変換装置は、複数のスイッチング素子５００、５０１、５１０、５１１を有する半導体モジュール５と、プリドライバ８と、制御回路９とを有する。半導体モジュール５は、複数のスイッチング素子の温度をそれぞれ検出する、複数の感温素子５２０～５２３と、スイッチング素子の温度異常を検出する異常検出回路と、スイッチング素子をオフ状態にして、スイッチング素子を過熱から保護する保護回路と、複数の感温素子の検出信号に基づいて、温度情報信号を生成すると共に出力する温度情報出力回路と、を内部に一体的に設けてなる。半導体モジュールは、温度情報信号を制御回路へ出力する温度情報出力端子ＯＵＴを有する。
【選択図】図２

（図２）



【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数のスイッチング素子（５００、５０１、５１０、５１１、６００、６０１、６１０、６１１、７００、７０１、７１０、７１１）を有する半導体モジュール（５、６、７）と、
上記スイッチング素子を駆動するプリドライバ（８）と、
上記プリドライバを制御する制御回路（９）と、を有し、
上記半導体モジュールは、複数の上記スイッチング素子の温度をそれぞれ検出する、複数の感温素子（５２０～５２３、６２０～６２３、７２０～７２３）と、
上記感温素子の検出信号に基づいて、上記スイッチング素子の温度異常を検出する異常検出回路（５４４）と、
上記異常検出回路が温度異常を検出したとき、上記スイッチング素子をオフ状態にして、上記スイッチング素子を過熱から保護する保護回路（５５）と、
複数の上記感温素子の検出信号に基づいて、温度情報信号を生成すると共に出力する温度情報出力回路（５４１）と、
を内部に一体的に設けてなり、
また、上記半導体モジュールは、上記温度情報信号を上記制御回路へ出力する温度情報出力端子（ＯＵＴ）を有する、電力変換装置（３）。
【請求項２】
上記半導体モジュールに設けられた上記温度情報出力端子は、一つである、請求項１に記載の電力変換装置。
【請求項３】
上記温度情報出力回路は、複数の上記感温素子の検出信号のうち、対応する温度が最も高い上記検出信号を選択して用いて、上記温度情報信号を生成するよう構成されている、請求項１又は２に記載の電力変換装置。
【請求項４】
上記温度情報出力回路は、複数の上記感温素子の検出信号を、時間差を設けて並べて上記温度情報信号として生成し、上記温度情報信号を上記制御回路へ出力するよう構成されている、請求項１又は２に記載の電力変換装置。
【請求項５】
上記温度情報出力回路は、上記温度情報信号を増幅する増幅回路（５４１ｄ）を有する、請求項１～４のいずれか一項に記載の電力変換装置。
【請求項６】
上記温度情報出力回路は、上記温度情報信号を、所定の下限出力値（Ｖｍｉｎ）以上でありかつ所定の上限出力値（Ｖｍａｘ）以下の出力値にて、上記制御回路へ出力するよう構成してある、請求項５に記載の電力変換装置。
【請求項７】
上記増幅回路は、予め記憶された複数の増幅率の中から適宜選択した増幅率にて、上記温度情報信号を増幅することができるよう構成されている、請求項５又は６に記載の電力変換装置。
【請求項８】
上記半導体モジュールは、上記スイッチング素子として、スイッチング回路（５０、５１、６０、６１、７０、７１）における上アームのスイッチング素子と下アームのスイッチング素子とを、それぞれ複数有する、請求項１～７のいずれか一項に記載の電力変換装置。
【請求項９】
上記電力変換装置は、直流電力を交流電力に変換して、交流の回転電機（２）を駆動するよう構成されていると共に、上記回転電機にて発電した交流電力を直流電力に変換して、バッテリ（ＢＡＴ）に充電するよう構成されており、上記回転電機と一体化されている、請求項１～８のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、複数のスイッチング素子を有する半導体モジュールを備えた電力変換装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
複数のスイッチング素子を有する半導体モジュールを備えた電力変換装置において、半導体モジュールにおけるスイッチング素子を過熱から保護することが求められる。
特許文献１には、スイッチング素子の温度を検出する温度測定素子を設けて、スイッチング素子の保護を図る、半導体モジュールが開示されている。すなわち、特許文献１には、複数のスイッチング素子を内蔵した半導体モジュールにおいて、一つのスイッチング素子のみに温度測定素子を接続した構成が開示されている。これは、設計的に温度がより高くなりやすい方のスイッチング素子の温度のみを測定するようにしたものである。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特許第５３００７８４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、スイッチング素子の制御方式や、ドライバ回路のばらつきなどが要因となり、必ずしも特定のスイッチング素子が最も高温となるとは限らない。また、故障等によって、スイッチング素子が異常に発熱したような場合には、特許文献１に開示されたような温度測定素子の設け方では対応することができない。
【０００５】
また、例えば運転を停止せざるを得ないほどスイッチング素子の温度が上昇する前に、対処することができるようにすることも、電力変換装置の運転効率等の観点において、重要である。
【０００６】
本発明は、かかる課題に鑑みてなされたものであり、スイッチング素子の温度を正確かつ迅速に検出できると共に、運転効率を向上させることのできる電力変換装置を提供するものである。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明の一態様は、複数のスイッチング素子（５００、５０１、５１０、５１１、６００、６０１、６１０、６１１、７００、７０１、７１０、７１１）を有する半導体モジュール（５、６、７）と、
上記スイッチング素子を駆動するプリドライバ（８）と、
上記プリドライバを制御する制御回路（９）と、を有し、
上記半導体モジュールは、複数の上記スイッチング素子の温度をそれぞれ検出する、複数の感温素子（５２０～５２３、６２０～６２３、７２０～７２３）と、
上記感温素子の検出信号に基づいて、上記スイッチング素子の温度異常を検出する異常検出回路（５４４）と、
上記異常検出回路が温度異常を検出したとき、上記スイッチング素子をオフ状態にして、上記スイッチング素子を過熱から保護する保護回路（５５）と、
複数の上記感温素子の検出信号に基づいて、温度情報信号を生成すると共に出力する温度情報出力回路（５４１）と、
を内部に一体的に設けてなり、
また、上記半導体モジュールは、上記温度情報信号を上記制御回路へ出力する温度情報

出力端子（ＯＵＴ）を有する、電力変換装置（３）にある。
【発明の効果】
【０００８】
上記電力変換装置は、複数の上記スイッチング素子の温度をそれぞれ検出する、複数の感温素子を有する。それゆえ、複数のスイッチング素子の温度を確実に検出し、保護することができる。
【０００９】
また、感温素子、異常検出回路及び保護回路が、半導体モジュール内に一体に設けられている。それゆえ、感温素子及び異常検出回路が、温度検出対象であるスイッチング素子の近傍に設けられることになる。また、保護回路が、感温素子や、保護対象であるスイッチング素子の近傍に設けられることになる。そのため、スイッチング素子の温度を正確に検出することができる。また、スイッチング素子の温度を検出する温度センサを別途設ける必要がないため、部品点数を削減することができる。また、配線の抵抗等の影響による検出結果の誤差を抑えることができる。また、配線の影響による検出結果や制御信号の伝達遅れを抑えることができる。従って、スイッチング素子の温度異常を正確に検出でき、スイッチング素子を速やかに保護することができる。
【００１０】
また、半導体モジュールは、温度情報出力回路及び温度情報出力端子を有する。これにより、スイッチング素子の温度情報に基づいて、制御回路によるプリドライバの制御を行うことが可能となる。それゆえ、各スイッチング素子の温度の状況に応じて、スイッチング素子のオンオフ駆動を制御して、スイッチング素子の温度異常を未然に抑制することが可能となる。
【００１１】
以上のごとく、上記態様によれば、スイッチング素子の温度を正確かつ迅速に検出できると共に、運転効率を向上させることのできる電力変換装置を提供することができる。
なお、特許請求の範囲及び課題を解決する手段に記載した括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであり、本発明の技術的範囲を限定するものではない。
【図面の簡単な説明】
【００１２】
【図１】実施形態１における、制御装置一体型回転電機の回路図。
【図２】実施形態１における、一つの半導体モジュールの回路図。
【図３】実施形態１における、異常検出回路の回路図。
【図４】実施形態１における、保護回路の回路図。
【図５】実施形態１における、温度情報出力回路の回路図。
【図６】実施形態１における、セレクタの回路図。
【図７】実施形態１における、増幅率補正部の回路図。
【図８】実施形態１における、他の半導体モジュールの回路図。
【図９】実施形態１における、さらに他の半導体モジュールの回路図。
【図１０】実施形態１における、異常検出回路の動作を説明するタイムチャート。
【図１１】実施形態１における、温度情報出力回路の動作を説明するタイムチャート。
【図１２】実施形態１における、半導体モジュールの平面図。
【図１３】比較例における、半導体モジュールの平面図。
【図１４】実施形態２における、温度情報出力回路の回路図。
【図１５】実施形態２における、温度情報出力回路の動作を説明するタイムチャート。
【発明を実施するための形態】
【００１３】
（実施形態１）
電力変換装置、及びこれを適用した制御装置一体型回転電機に係る実施形態について、図を参照して説明する。

特に、本実施形態においては、車両に搭載される制御装置一体型回転電機につき、説明する。

【００１４】

図１に示す制御装置一体型回転電機１は、車両に搭載され、バッテリＢＡＴから電力が供給されることで、車両を駆動するための駆動力を発生する装置である。また、車両のエンジンから駆動力が供給されることで、バッテリＢＡＴを充電するための電力を発生する装置でもある。制御装置一体型回転電機１は、回転電機２と、制御装置３とを備えている。ここで、制御装置３が本開示の電力変換装置に相当する。

【００１５】

制御装置３である電力変換装置は、複数のスイッチング素子を有する半導体モジュール５、６、７と、スイッチング素子を駆動するプリドライバ８と、プリドライバ８を制御する制御回路９と、を有する。

各半導体モジュール５、６、７は、複数の感温素子と、異常検出回路５４４と、保護回路５５と、温度情報出力回路５４１とを内部に一体的に設けてなる。

【００１６】

複数の感温素子は、複数のスイッチング素子の温度をそれぞれ検出する。

異常検出回路５４４は、感温素子の検出信号に基づいて、スイッチング素子の温度異常を検出する。

保護回路５５は、異常検出回路５４４が温度異常を検出したとき、スイッチング素子をオフ状態にして、スイッチング素子を過熱から保護する。

温度情報出力回路５４１は、複数の感温素子の検出信号に基づいて、温度情報信号を生成すると共に出力する。

また、半導体モジュール５、６、７は、温度情報信号を制御回路９へ出力する温度情報出力端子ＯＵＴを有する。

【００１７】

電力変換装置である制御装置３は、直流電力を交流電力に変換して、交流の回転電機２を駆動するよう構成されていると共に、回転電機２にて発電した交流電力を直流電力に変換して、バッテリＢＡＴに充電するよう構成されている。そして、上述のように、制御装置３は、回転電機２と一体化されている。

【００１８】

回転電機２は、バッテリＢＡＴから電力が供給されることで、車両を駆動するための駆動力を発生する機器である。また、エンジンから駆動力が供給されることで、バッテリＢＡＴを充電するための電力を発生する機器でもある。回転電機２は、固定子２０と、回転子２１と、回転角度検出装置２２とを備えている。

【００１９】

固定子２０は、磁路の一部を構成するとともに、電流が流れることで回転磁界を発生する部材である。また、磁路の一部を構成するとともに、回転子２１の発生する磁束と鎖交することで交流を発生する部材でもある。固定子２０は、固定子巻線２００、２０１を備えている。固定子巻線２００は、Ｕ相巻線２００ａ、Ｖ相巻線２００ｂ及びＷ相巻線２００ｃをＹ結線して構成されている。固定子巻線２０１は、Ｕ相巻線２０１ａ、Ｖ相巻線２０１ｂ及びＷ相巻線２０１ｃをＹ結線して構成されている。Ｕ相巻線２００ａ、２０１ａ、Ｖ相巻線２００ｂ、２０１ｂ及びＷ相巻線２００ｃ、２０１ｃは、制御装置３にそれぞれ接続されている。

【００２０】

回転子２１は、磁路の一部を構成するとともに、電流が流れることで磁極を形成する部材である。回転子２１は、界磁巻線２１０を備えている。界磁巻線２１０は、制御装置３に接続されている。

【００２１】

回転角度検出装置２２は、回転子２１の回転角度を検出装置である。回転角度検出装置２２は、制御装置３に接続されている。

【００２２】
制御装置３は、回転電機２に駆動力を発生させるために、バッテリＢＡＴから回転電機２に供給される電力を制御する装置である。また、バッテリＢＡＴを充電するために、回転電機２の発生した電力を変換してバッテリＢＡＴに供給する装置でもある。制御装置３は、平滑コンデンサ４と、半導体モジュール５、６、７と、プリドライバ８と、制御回路９とを備えている。
【００２３】
平滑コンデンサ４は、バッテリＢＡＴから供給される直流を平滑化するための素子である。平滑コンデンサ４の一端は、バッテリＢＡＴの正極端に接続されている。また、他端は、バッテリＢＡＴの負極端が接続される電位基準点であるグランドＧＮＤに接続されている。具体的には、車体に接続されている。
【００２４】
半導体モジュール５、６、７は、制御回路９によって制御され、バッテリＢＡＴから供給される直流を３相交流に変換して固定子巻線２００、２０１に供給するモジュールである。また、固定子巻線２００、２０１の発生する３相交流を直流に変換してバッテリＢＡＴに供給するモジュールでもある。具体的には、半導体モジュール５と半導体モジュール６の一部が、バッテリＢＡＴから供給される直流を３相交流に変換して固定子巻線２００に供給する。また、固定子巻線２００の発生する３相交流を直流に変換してバッテリＢＡＴに供給する。半導体モジュール６の一部と半導体モジュール７が、バッテリＢＡＴから供給される直流を３相交流に変換して固定子巻線２０１に供給する。また、固定子巻線２０１の発生する３相交流を直流に変換してバッテリＢＡＴに供給する。
【００２５】
図２に示すように、半導体モジュール５は、スイッチング回路５０、５１と、感温素子としての感温ダイオード５２０～５２３と、保護ＩＣ５３とを備えている。半導体モジュール５に設けられた温度情報出力端子ＯＵＴは、一つである。なお、半導体モジュール６、７にそれぞれ設けられた温度情報出力端子ＯＵＴも、それぞれ一つである。つまり、各半導体モジュール５、６、７は、それぞれ一つの温度情報出力端子ＯＵＴから制御回路９へ温度情報信号を出力するよう構成されている。そして、各半導体モジュール５、６、７は、それぞれ一つの温度情報出力端子ＯＵＴにおいて、１本の信号線を介して制御回路９へ、温度情報信号を出力するよう構成されている。
【００２６】
なお、３つの半導体モジュール５、６、７は、図２、図８、図９に示すごとく、略同様の構成および機能を備えている。本明細書においては、３つの半導体モジュール５、６、７の共通事項については、これらを代表して半導体モジュール５を用いて詳細に説明する。特に言及しない部分については、半導体モジュール６、７は、半導体モジュール５と同様である。
【００２７】
スイッチング回路５０は、制御回路９によって制御され、スイッチングすることでバッテリＢＡＴから供給される直流を交流に変換してＵ相巻線２００ａに供給する回路である。また、Ｕ相巻線２００ａから供給される交流を直流に変換してバッテリＢＡＴに供給する回路である。スイッチング回路５０は、ＦＥＴ５００、５０１と、抵抗５０２とを備えている。ＦＥＴ５００、５０１は、スイッチングすることで直流を交流に変換するスイッチング素子である。抵抗５０２は電流を検出するための素子である。ＦＥＴ５００、５０１はドレイン－ソース間にダイオードを備えている。ＦＥＴ５００、５０１は直列接続されている。ＦＥＴ５００のソースがＦＥＴ５０１のドレインに接続されている。ＦＥＴ５００のドレインは、バッテリＢＡＴに接続される半導体モジュール５の端子Ｂに接続されている。ＦＥＴ５０１のソースは、抵抗５０２を介して、グランドＧＮＤに接続される半導体モジュール５の端子Ｇに接続されている。抵抗５０２のＦＥＴ５０１側の一端は、制御回路９に接続される半導体モジュール５の端子Ｓ１＋、及び、保護ＩＣ５３の端子ＬＳ１にそれぞれ接続されている。抵抗５０２の端子Ｇ側の他端は、制御回路９に接続される

半導体モジュール５の端子Ｓ１－に接続されている。ＦＥＴ５００、５０１の直列接続点は、Ｕ相巻線２００ａに接続される半導体モジュール５の端子Ｐ１に接続されている。

【００２８】

スイッチング回路５０は、ＦＥＴ５００、５０１を所定のタイミングで相補的にスイッチングすることで、バッテリＢＡＴから供給される直流を交流に変換してＵ相巻線２００ａに供給する。また、ＦＥＴ５００、５０１のダイオードによってＵ相巻線２００ａから供給される交流を直流に変換してバッテリＢＡＴに供給する。

【００２９】

スイッチング回路５１は、制御回路９によって制御され、スイッチングすることでバッテリＢＡＴから供給される直流を交流に変換してＶ相巻線２００ｂに供給する回路である。また、Ｖ相巻線２００ｂから供給される交流を直流に変換してバッテリＢＡＴに供給する回路である。スイッチング回路５１は、ＦＥＴ５１０、５１１と、抵抗５１２とを備えている。ＦＥＴ５１０、５１１は、スイッチングすることで直流を交流に変換するスイッチング素子である。抵抗５１２は電流を検出するための素子である。ＦＥＴ５１０、５１１はドレイン－ソース間にダイオードを備えている。ＦＥＴ５１０、５１１は直列接続されている。ＦＥＴ５１０のソースがＦＥＴ５１１のドレインに接続されている。ＦＥＴ５１０のドレインは、バッテリＢＡＴに接続される半導体モジュール５の端子Ｂに接続されている。ＦＥＴ５０１のソースは、抵抗５１２を介して、グランドＧＮＤに接続される半導体モジュール５の端子Ｇに接続されている。抵抗５１２のＦＥＴ５１１側の一端は、制御回路９に接続される半導体モジュール５の端子Ｓ２＋、及び、保護ＩＣ５３の端子ＬＳ２にそれぞれ接続されている。抵抗５１２の端子Ｇ側の他端は、制御回路９に接続される半導体モジュール５の端子Ｓ２－に接続されている。ＦＥＴ５１０、５１１の直列接続点は、Ｖ相巻線２００ｂに接続される半導体モジュール５の端子Ｐ２に接続されている。

【００３０】

スイッチング回路５１は、ＦＥＴ５１０、５１１を所定のタイミングで相補的にスイッチングすることで、バッテリＢＡＴから供給される直流を交流に変換してＶ相巻線２００ｂに供給する。また、ＦＥＴ５１０、５１１のダイオードによってＶ相巻線２００ｂから供給される交流を直流に変換してバッテリＢＡＴに供給する。

【００３１】

半導体モジュール５は、スイッチング素子として、スイッチング回路５０、５１における上アームのスイッチング素子と下アームのスイッチング素子とを、それぞれ複数有する。本実施形態において、ＦＥＴ５００、５１０が、上アームのスイッチング素子であり、ＦＥＴ５０１、５１１が、下アームのスイッチング素子である。

【００３２】

感温ダイオード５２０～５２３は、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度をそれぞれ検出するための素子である。具体的には、定電流を流すことで温度に応じた電圧を出力する素子である。より具体的には、温度上昇に伴って電圧が低下する素子である。本実施形態においては、感温ダイオード５２０～５２３は、それぞれ４つの素子を直列接続してなり、保護ＩＣ５３にそれぞれ接続されている。

【００３３】

保護ＩＣ５３は、半導体モジュール５内に一体的に設けられ、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１に関連する異常を検出し、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１を保護する素子である。保護ＩＣ５３は、図３に示す異常検出回路５４４と、図４に示す保護回路５５と、図５に示す温度情報出力回路５４１とを備えている。

【００３４】

図３に示す異常検出回路５４４は、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度異常を検出回路である。異常検出回路５４４は、定電流回路５４４ａ～５４４ｄと、コンパレータ５４４ｅ～５４４ｈと、フィルタ回路５４４ｉ～５４４ｌと、ＯＲ回路５４４ｍと、ラッチ回路５４４ｎとを備えている。

【００３５】

定電流回路５４４ａ～５４４ｄは、感温ダイオード５２０～５２３に定電流を供給する回路である。定電流回路５４４ａ～５４４ｄは、電圧Ｖｃの電源に接続されている。定電流回路５４４ａ～５４４ｄの出力端は、感温ダイオード５２０～５２３のアノードに接続される保護ＩＣ５３の端子ＡＨ１、ＡＬ１、ＡＨ２、ＡＬ２にそれぞれ接続されている。感温ダイオード５２０～５２３のカソードに接続される保護ＩＣ５３の端子ＫＨ１、ＫＬ１、ＫＨ２、ＫＬ２は、グランドＧＮＤに接続される保護ＩＣ５３の端子Ｇに接続されている。

【００３６】

コンパレータ５４４ｅ～５４４ｈは、感温ダイオード５２０～５２３の端子間電圧を電圧閾値Ｖｔｈ４と比較し、比較結果を出力する素子である。電圧閾値Ｖｔｈ４は、感温ダイオード５２０～５２３の端子間電圧に基づいてＦＥＴが温度異常であると判断する温度閾値に対応した所定電圧に設定されている。コンパレータ５４４ｅ～５４４ｈは、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度が温度閾値より小さい場合、感温ダイオード５２０～５２３の端子間電圧が電圧閾値Ｖｔｈ４より大きくなり、出力電圧がハイレベルＨになる。一方、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度が温度閾値以上である場合、感温ダイオード５２０～５２３の端子間電圧が電圧閾値Ｖｔｈ４以下になり、出力電圧がローレベルＬになる。コンパレータ５４４ｅ～５４４ｈの非反転入力端は感温ダイオード５２０～５２３のアノードに接続される保護ＩＣ５３の端子ＡＨ１、ＡＬ１、ＡＨ２、ＡＬ２に、反転入力端は電圧閾値Ｖｔｈ４に設定された基準電源にそれぞれ接続されている。

【００３７】

フィルタ回路５４４ｉ～５４４ｌは、コンパレータ５４４ｅ～５４４ｈの出力に含まれるノイズを除去し、所定の処理時間経過後に出力する回路である。具体的には、デジタルフィルタである。フィルタ回路５４４ｉ～５４４ｌの入力端はコンパレータ５４４ｅ～５４４ｈの出力端にそれぞれ接続されている。

【００３８】

ＯＲ回路５４４ｍは、フィルタ回路５４４ｉ～５４４ｌによってノイズが除去されたコンパレータ５４４ｅ～５４４ｈの出力の論理和を演算し、演算結果を出力する回路である。ＯＲ回路５４４ｍは、フィルタ回路５４４ｉ～５４４ｌによってノイズが除去されたコンパレータ５４４ｅ～５４４ｈの出力の少なくともいずれかが、ＦＥＴの温度が温度閾値以上であることを示すローレベルＬである場合、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の少なくともいずれかの温度が異常であると判定し、出力の論理レベルがハイレベルＨになる。ＯＲ回路５４４ｍの４つの入力端はフィルタ回路５４４ｉ～５４４ｌの出力端にそれぞれ接続されている。

【００３９】

ラッチ回路５４４ｎは、ＯＲ回路５４４ｍの出力を所定のホールド時間保持し、ＦＥＴ温度異常として出力する回路である。ラッチ回路５４４ｎは、ＯＲ回路５４４ｍの出力の論理レベルがハイレベルＨである場合、所定のホールド時間、出力の論理レベルがハイレベルＨになる。つまり、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度異常を検出した場合、出力の論理レベルがハイレベルＨになる。ラッチ回路５４４ｎの入力端はＯＲ回路５４４ｍの出力端に接続されている。

【００４０】

図４に示す保護回路５５は、異常検出回路５４４が異常を検出した場合、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１を全てオフ状態にして、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１を保護する回路である。保護回路５５は、処理回路５５０と、プリドライバ５５１とを備えている。

【００４１】

処理回路５５０は、異常検出回路５４４が異常を検出した場合、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１をオフ状態にするための駆動信号を出力する回路である。具体的には、ＦＥＴ温度異常がハイレベルＨである場合、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１をオ

フ状態にするための駆動信号を出力する回路である。処理回路５５０は、ＦＥＴをオフ状態にする際のターンオフ時間が制御回路９に比べ長くなるように設定されている。処理回路５５０の入力端は、図３に示す異常検出回路５４４の出力端に接続されている。具体的には、ラッチ回路５４４ｎの出力端に接続されている。

【００４２】

図４に示すプリドライバ５５１は、処理回路５５０によって制御され、プリドライバ８の出力に関係なく、図２に示すＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１をオフ状態にする回路である。図４に示すように、プリドライバ５５１は、ＦＥＴ５５１ａ～５５１ｄと、抵抗５５１ｅ～５５１ｈと、駆動回路５５１ｉ、５５１ｊとを備えている。

【００４３】

ＦＥＴ５５１ａ～５５１ｄは、オン状態になってＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１のゲートをグランドＧＮＤに接続することでゲート－ドレイン間電圧Ｖｇｓを低下させ、プリドライバ８の出力に関係なくＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１をオフ状態にするスイッチング素子である。抵抗５５１ｅ～５５１ｈは、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１のゲートをグランドＧＮＤに接続する際に流れる電流を制限するための素子である。ＦＥＴ５５１ａ～５５１ｄのドレインは、抵抗５５１ｅ～５５１ｈを介して保護ＩＣ５３の端子ＨＧ１、ＬＧ１、ＨＧ２、ＬＧ２にそれぞれ接続されている。保護ＩＣ５３の端子ＨＧ１、ＬＧ１、ＨＧ２、ＬＧ２は、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１のゲートに接続される半導体モジュール５の端子ＨＧ１、ＬＧ１、ＨＧ２、ＬＧ２に接続されている。ＦＥＴ５５１ａ～５５１ｄのソースは保護ＩＣ５３の端子Ｇに接続されている。保護ＩＣ５３の端子Ｇは、グランドＧＮＤに接続される半導体モジュール５の端子Ｇに接続されている。

【００４４】

駆動回路５５１ｉ、５５１ｊは、処理回路５５０によって制御され、ＦＥＴ５５１ａ～５５１ｄをオン状態にする回路である。駆動回路５５１ｉ、５５１ｊは、処理回路５５０がＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１をオフ状態にする駆動信号を出力した場合、ＦＥＴ５５１ａ～５５１ｄをオン状態にする。駆動回路５５１ｉ、５５１ｊの入力端は処理回路５５０の出力端に、出力端はＦＥＴ５５１ａ～５５１ｄのゲートにそれぞれ接続されている。

【００４５】

図５に示す温度情報出力回路５４１は、複数の感温ダイオード５２０～５２３の検出信号のうち、対応する温度が最も高い検出信号を選択して用いて、温度情報信号を生成する。温度情報出力回路５４１は、複数のセレクタ５４１ａ～５４１ｃを有する。また、温度情報出力回路５４１は、温度情報信号を増幅する増幅回路５４１ｄを有する。さらに、温度情報出力回路５４１は、後述する、増幅率補正部５４１ｅと、リミッタ５４１ｆとを有する。

【００４６】

温度情報出力回路５４１には、各ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度の検出信号として、感温ダイオード５２０～５２３の端子間電圧Ｖ０～Ｖ３が入力される。端子ＡＨ１を介して入力される感温ダイオード５２０の検出信号Ｖ０と、端子ＡＬ１を介して入力される感温ダイオード５２１の検出信号Ｖ１とは、セレクタ５４１ａに入力される。入力された２つの検出信号Ｖ０、Ｖ１は、セレクタ５４１ａにおいて大小が判定される。セレクタ５４１ａにおいては、より小さいと判断された検出信号が選択され、出力端Ｙから出力される。

【００４７】

同様に、端子ＡＨ２を介して入力される感温ダイオード５２２の検出信号Ｖ２と、端子ＡＬ２を介して入力される感温ダイオード５２３の検出信号Ｖ３とは、セレクタ５４１ｂに入力される。入力された２つの検出信号Ｖ２、Ｖ３は、セレクタ５４１ｂにおいて大小が判定される。セレクタ５４１ｂにおいては、より小さいと判断された検出信号が選択され、出力端Ｙから出力される。

【００４８】
セレクタ５４１ａにおいて選択された検出信号と、セレクタ５４１ｂにおいて選択された検出信号とは、それぞれセレクタ５４１ｃに入力される。そして、セレクタ５４１ｃにおいても、これらの検出信号の大小が判定され、より小さい検出信号が選択され、出力端Ｙから出力される。このようにして、４つの感温ダイオード５２０～５２３の検出信号Ｖ０～Ｖ３のうち、最も小さいと判定された検出信号が、増幅回路５４１ｄに入力される。
【００４９】
なお、セレクタ５４１ａ～５４１ｃは、入力端Ａ、Ｂにそれぞれ入力される信号（それぞれ、電圧ＶＡ、ＶＢというものとする）が、ＶＡ＜ＶＢであるとき、増幅率補正部５４１ｅへの出力をハイレベルＨとし、ＶＡ≧ＶＢであるとき、増幅率補正部５４１ｅへの出力をローレベルＬとするようにしてある。そして、セレクタ５４１ａにおいては、入力端ＡにＶ０、入力端ＢにＶ１が入力される。また、セレクタ５４１ｂにおいては、入力端ＡにＶ２、入力端ＢにＶ３が入力される。セレクタ５４１ｃにおいては、入力端Ａに、セレクタ５４１ａにて選択された検出信号が入力され、入力端Ｂに、セレクタ５４１ｂにて選択された検出信号が入力される。
【００５０】
増幅回路５４１ｄは、２つの入力電圧の差分を、所定の増幅率にて増幅することにより、検出信号を増幅するものである。ここで、２つの入力電圧の一方が、検出信号の電圧であり、他方が、基準電圧である。増幅回路５４１ｄは、オペアンプと複数の抵抗器ｒ１、ｒ２、ｒ３とからなる。セレクタ５４１ｃの出力は、オペアンプの非反転入力端子に入力される。
【００５１】
オペアンプの出力端子が、抵抗器ｒ１の一端に接続されている。抵抗器ｒ１の他端は、他の抵抗器ｒ２、ｒ３の一端に接続されていると共に、オペアンプの反転入力端子に接続されている。抵抗器ｒ２の他端は接地されている。抵抗器ｒ３の他端は、増幅率補正部５４１ｅに接続されている。増幅率補正部５４１ｅは、抵抗器ｒ３における低電位側の端子の電位を変化させることで、増幅回路５４１ｄの増幅率を調整できるよう構成されている。
【００５２】
すなわち、増幅回路５４１ｄは、予め記憶された複数の増幅率の中から適宜選択した増幅率にて、温度情報信号を増幅することができるよう構成されている。
【００５３】
増幅率補正部５４１ｅは、セレクタ５４１ａ～５４１ｃから得られた信号を基に、増幅率を選択して、増幅回路５４１ｄの増幅率を調整する。すなわち、セレクタ５４１ａ～５４１ｃからは、各セレクタ５４１ａ～５４１ｃにて選択された検出信号の情報が、増幅率補正部５４１ｅに入力される。つまり、増幅回路５４１ｄに入力される検出信号が、いずれの感温ダイオードの検出信号であるかが、増幅率補正部５４１ｅに入力される。この情報を基に、増幅率を選択する。つまり、増幅回路５４１ｄに入力される検出信号を出力した感温素子５２０、５２１、５２２、５２３に応じた増幅率を、選択する。
【００５４】
増幅率補正部５４１ｅには、感温ダイオード５２０、５２１、５２２、５２３ごとに対応する増幅率の補正値が、予め記憶されている。つまり、感温ダイオード５２０、５２１、５２２、５２３には、個体差があり、半導体モジュール５内における設置状態にも差が生じうる。それゆえ、感温ダイオード５２０～５２３の検出信号である端子間電圧Ｖ０～Ｖ３と、各感温ダイオード５２０～５２３の検出対象であるＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度との関係は、感温ダイオード５２０～５２３ごとに異なり得る。そこで、各感温ダイオード５２０～５２３とＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度との関係を、予め測定しておく。そして、それらの関係から、増幅回路５４１ｄにおける増幅率の補正値を求める。つまり、例えば、比較的感度の低い感温ダイオードの検出信号に対しては増幅率を大きくする。一方、比較的感度の高い感温ダイオードの検出信号に対して

は増幅率を小さくする。

【００５５】

このように、複数の感温ダイオード５２０～５２３の検出信号に対応して、個別の増幅率を用意しておく。そして、セレクタ５４１ａ～５４１ｃによって選ばれた検出信号の出力元である感温ダイオード５２０～５２３に対応して、増幅回路５４１ｄにおける増幅率を決定する。これにより、温度情報出力回路５４１から出力する温度情報の精度を向上させている。

【００５６】

また、増幅回路５４１ｄにて増幅された温度情報信号は、リミッタ５４１ｆを通過した後、温度情報出力端子ＯＵＴから制御回路９へ出力される。リミッタ５４１ｆは、増幅後の温度情報信号（すなわち、電圧）が、所定の出力値の範囲内となるようにする。すなわち、温度情報出力回路５４１は、温度情報信号を、所定の下限出力値Ｖｍｉｎ以上でありかつ所定の上限出力値Ｖｍａｘ以下の出力値にて、制御回路９へ出力するよう構成してある。

【００５７】

図５に示すごとく、リミッタ５４１ｆは、低電位部にアノードを接続したダイオードｄ１と、高電位部にカソードを接続したダイオードｄ２とを有する。ダイオードｄ１のカソードと、ダイオードｄ２のアノードは、増幅回路５４１ｄと温度情報出力端子ＯＵＴとの間の出力配線に接続されている。低電位部は、下限出力値Ｖｍｉｎの電位となっている部分である。高電位部は、上限出力値Ｖｍａｘの電位となっている部分である。これにより、リミッタ５４１ｆは、温度情報出力端子ＯＵＴから出力される温度情報信号を、所定の電圧値の範囲内となるようにしている。

【００５８】

図６に、セレクタ５４１ａ～５４１ｃの回路構成を示す。３つのセレクタ５４１ａ～５４１ｃは、いずれも同じ回路構成である。

セレクタ５４１ａ～５４１ｃは、コンパレータとアナログスイッチＳ１、Ｓ２とを有する。

【００５９】

セレクタ５４１ａ～５４１ｃの入力端Ａ、Ｂから入力された検出信号ＶＡ、ＶＢは、コンパレータにおいて比較され、ＶＡ＜ＶＢのとき、出力端Ｅから増幅率補正部５４１ｅへの出力レベルは、ハイレベルＨとなる。そして、このとき、スイッチＳ１がオン状態、スイッチＳ２がオフ状態となる。これにより、出力端Ｙからは、ＶＡが出力されることとなる。

【００６０】

一方、コンパレータにおいて、ＶＡ≧ＶＢと判断されたとき、出力端Ｅから増幅率補正部５４１ｅへの出力レベルは、ローレベルＬとなる。そして、このとき、スイッチＳ１がオフ状態、スイッチＳ２がオン状態となる。これにより、出力端Ｙからは、ＶＢが出力されることとなる。

【００６１】

図７に、増幅率補正部５４１ｅの回路構成を示す。

増幅率補正部５４１ｅは、４つのＡＮＤ回路と、４つのアナログスイッチとを有する。そして、セレクタ５４１ａ～５４１ｃの出力端Ｅから、入力端ＩＮ１、ＩＮ２、ＩＮ３を介して入力された入力信号に応じて、４つのスイッチＳ３、Ｓ４、Ｓ５、Ｓ６のいずれか一つがオン状態となる。これにより、増幅率補正部５４１ｅに記憶されている増幅率Ｋ０、Ｋ１、Ｋ２、Ｋ３のいずれか一つが、出力端Ｙから出力される。

【００６２】

例えば、入力端ＩＮ１からの入力と、入力端ＩＮ３からの入力との双方が、ハイレベルＨである場合、スイッチＳ３のみがオン状態となり、増幅率Ｋ０が出力される。つまり、この場合は、感温ダイオード５２０の検出信号Ｖ０が最も低い場合に相当するため、当該感温ダイオード５２０に対応する増幅率Ｋ０が、増幅回路５４１ｄへ出力されるようにす

る。
【００６３】
図８に示す半導体モジュール６は、スイッチング回路６０、６１と、感温ダイオード６２０～６２３と、保護ＩＣ６３とを備えている。スイッチング回路６０は、スイッチング素子であるＦＥＴ６００、６０１と、抵抗６０２とを備えている。スイッチング回路６１は、スイッチング素子であるＦＥＴ６１０、６１１と、抵抗６１２とを備えている。
【００６４】
スイッチング回路６０、６１は、ＦＥＴ６００、６０１の直列接続点、及び、ＦＥＴ６１０、６１１の直列接続点の接続を除いて半導体モジュール５のスイッチング回路５０、５１と同一の回路である。ＦＥＴ６００、６０１の直列接続点は、Ｗ相巻線２００ｃに接続される半導体モジュール６の端子Ｐ１に接続されている。ＦＥＴ６１０、６１１の直列接続点は、Ｕ相巻線２０１ａに接続される半導体モジュール６の端子Ｐ２に接続されている。感温素子である感温ダイオード６２０～６２３及び保護ＩＣ６３は、半導体モジュール５の感温ダイオード５２０～５２３及び保護ＩＣ５３と同一のものであり、同一構成である。
【００６５】
図９に示す半導体モジュール７は、スイッチング回路７０、７１と、感温ダイオード７２０～７２３と、保護ＩＣ７３とを備えている。スイッチング回路７０は、スイッチング素子であるＦＥＴ７００、７０１と、抵抗７０２とを備えている。スイッチング回路７１は、スイッチング素子であるＦＥＴ７１０、７１１と、抵抗７１２とを備えている。
【００６６】
スイッチング回路７０、７１は、ＦＥＴ７００、７０１の直列接続点、及び、ＦＥＴ７１０、７１１の直列接続点の接続を除いて半導体モジュール５のスイッチング回路５０、５１と同一の回路である。ＦＥＴ７００、７０１の直列接続点は、Ｖ相巻線２０１ｂに接続される半導体モジュール７の端子Ｐ１に接続されている。ＦＥＴ７１０、７１１の直列接続点は、Ｗ相巻線２０１ｃに接続される半導体モジュール７の端子Ｐ２に接続されている。感温素子である感温ダイオード７２０～７２３及び保護ＩＣ７３は、半導体モジュール５の感温ダイオード５２０～５２３及び保護ＩＣ５３と同一のものであり、同一構成である。
【００６７】
図１に示すプリドライバ８は、制御回路９によって制御され、図２、図８及び図９に示す半導体モジュール５、６、７のＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１、６００、６０１、６１０、６１１、７００、７０１、７１０、７１１を駆動する回路である。図１に示すように、プリドライバ８は、バッテリＢＡＴの正極端に接続されている。プリドライバ８の出力端は、図２、図８及び図９に示すＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１、６００、６０１、６１０、６１１、７００、７０１、７１０、７１１のゲートに接続される半導体モジュール５、６、７の端子ＨＧ１、ＬＧ１、ＨＧ２、ＬＧ２にそれぞれ接続されている。
【００６８】
図１に示す制御回路９は、回転電機２に駆動力を発生させる場合、バッテリＢＡＴから界磁巻線２１０に供給される直流を制御するとともに、プリドライバ８を介して図２、図８及び図９に示す半導体モジュール５、６、７のＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１、６００、６０１、６１０、６１１、７００、７０１、７１０、７１１をスイッチングさせることで、図１に示すバッテリＢＡＴから供給される直流を３相交流に変換して固定子巻線２００、２０１に供給する回路である。また、バッテリＢＡＴを充電する場合、バッテリＢＡＴから界磁巻線２１０に供給される直流を制御するとともに、プリドライバ８を介して図２、図８及び図９に示すＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１、６００、６０１、６１０、６１１、７００、７０１、７１０、７１１をオフ状態にすることで、ＦＥＴのダイオードによって図１に示す固定子巻線２００、２０１の発生する３相交流を直流に変換してバッテリＢＡＴに供給する回路でもある。制御回路９は、回転電機２に駆動力を

発生させる場合、回転角度検出装置２２の検出結果、及び、図２、図８及び図９に示す半導体モジュール５、６、７の抵抗５０２、５１２、６０２、６１２、７０２、７１２の検出結果に基づいてＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１、６００、６０１、６１０、６１１、７００、７０１、７１０、７１１をスイッチングさせる。

【００６９】

図１に示すように、制御回路９はバッテリＢＡＴの正極端に接続されるとともに、グランドＧＮＤを介してバッテリＢＡＴの負極端に接続されている。また、制御回路９は界磁巻線２１０に接続されている。制御回路９の入力端は回転角度検出装置２２、及び、図２、図８及び図９に示す抵抗５０２、５１２、６０２、６１２、７０２、７１２に接続される半導体モジュール５、６、７の端子Ｓ１＋、Ｓ１－、Ｓ２＋、Ｓ２－にそれぞれ接続されている。出力端はプリドライバ８の入力端に接続されている。

【００７０】

次に、図１、図２、図８及び図９を参照して制御装置一体型回転電機の動作について説明する。まず、回転電機に車両を駆動するための駆動力を発生させる際の動作について説明する。

【００７１】

車両においてイグニッションスイッチがオン状態になると、図１に示す制御回路９は、バッテリＢＡＴから界磁巻線２１０に供給される直流を制御する。界磁巻線２１０に直流が供給されると、回転子２１に磁極が形成される。

【００７２】

制御回路９は、回転角度検出装置２２の検出結果、及び、図２及び図８に示す半導体モジュール５、６の抵抗５０２、５１２、６０２の検出結果に基づいてバッテリＢＡＴから供給される直流が３相交流に変換されるように、プリドライバ８を介して半導体モジュール５、６のＦＥＴ５００、５０１、ＦＥＴ５１０、５１１、ＦＥＴ６００、６０１を所定のタイミングでそれぞれ相補的にスイッチングさせる。また、回転角度検出装置２２の検出結果、及び、図８及び図９に示す半導体モジュール６、７の抵抗６１２、７０２、７１２の検出結果に基づいてバッテリＢＡＴから供給される直流が３相交流に変換されるように、プリドライバ８を介して半導体モジュール６、７のＦＥＴ６１０、６１１、ＦＥＴ７００、７０１、ＦＥＴ７１０、７１１を所定のタイミングでそれぞれ相補的にスイッチングさせる。その結果、固定子巻線２００、２０１にそれぞれ３相交流が供給される。これにより、回転電機２は、車両を駆動するための駆動力を発生する。

【００７３】

次に、バッテリを充電する際の動作について説明する。

【００７４】

図１に示す界磁巻線２１０に直流が供給され、回転子２１に磁極が形成されている状態において、エンジンから駆動力が供給されると、固定子巻線２００、２０１は、それぞれ３相交流を発生する。半導体モジュール５、６、７のＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１、６００、６０１、６１０、６１１、７００、７０１、７１０、７１１は、オフ状態にされる。半導体モジュール５、６のＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１、６００、６０１のダイオードは、整流回路を構成し、固定子巻線２００の発生する３相交流を整流する。半導体モジュール６、７のＦＥＴ６１０、６１１、７００、７０１、７１０、７１１のダイオードは、整流回路を構成し、固定子巻線２０１の発生する３相交流を整流する。その結果、固定子巻線２００、２０１の発生する３相交流が直流に変換され、バッテリＢＡＴに供給される。これにより、バッテリＢＡＴは、回転電機２の発生した電力によって充電される。

【００７５】

次に、図３及び図１０を参照してＦＥＴの温度異常の検出動作について説明する。半導体モジュール５、６、７におけるＦＥＴの温度異常の検出動作は全て同一である。そのため、半導体モジュール５について説明する。

【００７６】

図３に示す感温ダイオード５２０～５２３は、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度に応じた電圧を出力する。コンパレータ５４４ｅ～５４４ｈは、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度が温度閾値より小さい場合、感温ダイオード５２０～５２３の端子間電圧Ｖ０～Ｖ３が電圧閾値Ｖｔｈ４より大きくなり、出力電圧がハイレベルＨになる。一方、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度が温度閾値以上である場合、感温ダイオード５２０～５２３の端子間電圧Ｖ０～Ｖ３が電圧閾値Ｖｔｈ４以下になり、出力電圧がローレベルＬになる。

【００７７】

フィルタ回路５４４ｉ～５４４ｌは、コンパレータ５４４ｅ～５４４ｈの出力に含まれるノイズを除去し、所定の処理時間経過後に出力する。処理時間は、例えば０．１ｍ秒程度とすることができる。ＯＲ回路５４４ｍは、フィルタ回路５４４ｉ～５４４ｌによってノイズが除去されたコンパレータ５４４ｅ～５４４ｈの出力の少なくともいずれかが、ＦＥＴの温度が温度閾値（例えば、２００℃程度）以上であることを示すローレベルＬである場合、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１のいずれかの温度が異常であると判定し、出力の論理レベルがハイレベルＨになる。ラッチ回路５４４ｎは、ＯＲ回路５４４ｍの出力の論理レベルがＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の少なくともいずれかの温度が異常であることを示すハイレベルＨである場合、所定のホールド時間、出力の論理レベルがハイレベルＨになる。つまり、ラッチ回路５４４ｎの出力するＦＥＴ温度異常が、異常の発生を示すハイレベルＨになる。ホールド時間は、例えば１００ｍ秒程度とすることができる。

【００７８】

例えば、ＦＥＴ５００の温度が上昇すると、図１０に示すように、感温ダイオード５２０の端子間電圧Ｖ０が徐々に低下する。時刻ｔ１で感温ダイオード５２０の端子間電圧Ｖ０が電圧閾値Ｖｔｈ４以下になると、コンパレータ５４４ｅは、出力電圧がローレベルＬになる。なお、ここでは、感温ダイオード５２１～５２３の端子間電圧Ｖ１～Ｖ３は、電圧閾値Ｖｔｈ４よりも大きい状態を保っていることを前提とする。図３に示すフィルタ回路５４４ｉは、コンパレータ５４４ｅの出力に含まれるノイズを除去する。

【００７９】

仮に、フィルタ回路５４４ｉの処理時間中に感温ダイオード５２０の端子間電圧Ｖ０が電圧閾値Ｖｔｈ４より小さくなると、コンパレータ５４４ｅは、出力電圧がローレベルＬになる。しかし、フィルタ回路５４４ｉの処理時間中であるため、フィルタ回路５４４ｉからの出力はなく、ＯＲ回路５４４ｍの出力は、ハイレベルＨにはならず、ローレベルＬのままである。それゆえ、ラッチ回路５４４ｎの出力の論理レベルも、ハイレベルＨにはならずローレベルＬのままである。

【００８０】

ＦＥＴ５００の温度が閾値より高く、感温ダイオード５２０の端子間電圧Ｖ０が電圧閾値Ｖｔｈ４以下の状態が、フィルタ回路５４４ｉの処理時間継続したとき、ＯＲ回路５４４ｍの出力の論理レベルがハイレベルＨとなる。すなわち、Ｖ０＞Ｖｔｈ４から、Ｖ０≦Ｖｔｈ４の状態に切り替わった時点である、時刻ｔ１から、処理時間経過後である時刻ｔ２において、ＯＲ回路５４４ｎの論理レベルが、ローレベルＬからハイレベルＨに切り替わる。この時刻ｔ２において、ラッチ回路５４４ｎの論理レベルも、ＦＥＴ温度異常が発生していることを示すハイレベルＨに切り替わる。そして、ラッチ回路５４４ｎは、ホールド時間の間、出力の論理レベルがハイレベルＨの状態を維持する。すなわち、仮にホールド時間の間にＦＥＴ５００の温度が低下して、感温ダイオード５２０の端子間電圧Ｖ０がＶｔｈ４を超えたとしても、所定のホールド時間の間、ラッチ回路５４４ｎの出力論理レベルがハイレベルＨに維持される。

【００８１】

次に、図４を参照してＦＥＴの保護動作について説明する。半導体モジュール５～７におけるＦＥＴの保護動作は全て同一である。そのため、半導体モジュール５について説明する。

【００８２】
ＦＥＴ温度異常がハイレベルＨである場合、図４に示す処理回路５５０は、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１をオフ状態にする駆動信号を出力する。駆動回路５５１ｉ、５５１ｊは、処理回路５５０がＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１をオフ状態にする駆動信号を出力した場合、ＦＥＴ５５１ａ～５５１ｄのゲートに所定電圧を供給する。図４に示すＦＥＴ５５１ａ～５５１ｄのゲートに電圧が供給されると、ＦＥＴ５５１ａ～５５１ｄがオン状態になり、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１のゲートがグランドＧＮＤに接続される。その結果、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１のゲートーソース間電圧Ｖｇｓが低下し、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１がオフ状態になり保護される。

【００８３】
次に、図５、図１１を参照して、温度情報出力回路５４１の動作につき、説明する。
端子ＡＨ１、ＡＨ２、ＡＬ１、ＡＬ２から入力される４つの感温ダイオード５２０～５２３の検出信号である端子間電圧Ｖ０、Ｖ１、Ｖ２、Ｖ３が、セレクタ５４１ａ、５４１ｂに入力される。ここでは、図１１に示すごとく、４つの端子間電圧Ｖ０、Ｖ１、Ｖ２、Ｖ３は、最初の段階において、Ｖ０＞Ｖ１＞Ｖ２＞Ｖ３＞Ｖｔｈ４であるとする。

【００８４】
この場合、４つの端子間電圧Ｖ０～Ｖ３のうち最も低い端子間電圧であるＶ３が、増幅回路５４１ｄに入力されることとなる。そして、セレクタ５４１ａ～５４１ｃから増幅率補正部５４１ｅへ出力される論理レベルは、図１１に示すように、いずれもローレベルＬである。これは、検出信号Ｖ３が増幅回路５４１ｄに入力されていることを示す信号を、増幅率補正部５４１ｅが受けたことになる。それゆえ、この検出信号Ｖ３の出力元である感温ダイオード５２３に対応する増幅率Ｋ３にて、検出信号Ｖ３が増幅されて、温度情報信号（Ｖ３×Ｋ３）が生成される。この増幅された温度情報信号が、上限出力値Ｖｍａｘ以下であり、下限出力値Ｖｍｉｎ以上であれば、リミッタ５４１ｆにおいて特に制限されることなく、温度情報信号（Ｖ３×Ｋ３）が温度情報出力端子ＯＵＴから出力される。

【００８５】
その後、ＦＥＴ５００の温度が上昇し始めて、感温ダイオード５２０の端子間電圧Ｖ０が低下するとする。そして、時刻ｔ４において、Ｖ０がＶ１を下回ると、セレクタ５４１ａからの増幅率補正部５４１ｅへの入力ＩＮ１が、ハイレベルＨに切り替わる。次いで、時刻ｔ５において、Ｖ０がＶ３をも下回ると、Ｖ０が、増幅回路５４１ｄに入力されることとなる。そして、セレクタ５４１ｃからの増幅率補正部５４１ｅへの入力ＩＮ３も、ハイレベルＨに切り替わる。

【００８６】
そうすると、増幅率補正部５４１ｅにおいては、増幅回路５４１ｄに入力される検出信号が、感温ダイオード５２０の検出信号Ｖ０であることを認識する。それゆえ、この感温ダイオード５２０に対応する増幅率Ｋ０にて、検出信号Ｖ０が増幅されて、温度情報信号（Ｖ０×Ｋ０）が生成される。この増幅された温度情報信号が、上限出力値Ｖｍａｘ以下であり、下限出力値Ｖｍｉｎ以上であれば、リミッタ５４１ｆにおいて特に制限されることなく、温度情報信号（Ｖ０×Ｋ０）が温度情報出力端子ＯＵＴから出力される。この実施形態においては、増幅された温度情報信号（Ｖ０×Ｋ０）が、時刻ｔ６以降において、下限出力値Ｖｍｉｎを下回る場合を例示している。このような場合には、温度情報出力端子ＯＵＴから出力される温度情報信号は、リミッタ５４１ｆにおいて、下限出力値Ｖｍｉｎと同じ値に補正される。

【００８７】
このようにして、温度情報出力回路５４１において生成された温度情報信号は、温度情報出力端子ＯＵＴから制御回路９へ出力される。制御回路９は、受け取った温度情報信号を基に、適宜、電力変換装置の運転を制御する。すなわち、例えば、温度情報として、ＦＥＴの温度が平常時よりも高めである場合には、制御回路９がプリドライバ８を制御して、パワーセーブをしながら、回転電機２を駆動させたり、回転電機２の発電をセーブした

りする。つまり、ＦＥＴに流す電流を抑制して、その温度上昇を抑制するような調整を行う。ただし、例えば、ＦＥＴの温度が異常に高い異常時には、上述した保護回路５５が作動して、ＦＥＴをオフ状態にするようにしている。

なお、温度情報信号を受けて制御回路９が行う制御は、特に限定されるものではない。

【００８８】

次に、本実施形態の作用効果につき説明する。

上記電力変換装置である制御装置３は、複数のＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度をそれぞれ検出する、複数の感温ダイオード５２０～５２３を有する。それゆえ、複数のＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度を確実に検出し、保護することができる。

【００８９】

また、感温ダイオード５２０～５２３、異常検出回路５４４及び保護回路５５が、半導体モジュール５内に一体に設けられている。それゆえ、感温ダイオード５２０～５２３及び異常検出回路５４４が、温度検出対象であるＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の近傍に設けられることになる。また、保護回路５５が、感温ダイオード５２０～５２３や、保護対象であるＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の近傍に設けられることになる。そのため、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度を正確に検出することができる。また、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度を検出する温度センサを別途設ける必要がないため、部品点数を削減することができる。また、配線の抵抗等の影響による検出結果の誤差を抑えることができる。また、配線の影響による検出結果や制御信号の伝達遅れを抑えることができる。従って、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度異常を正確に検出でき、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１を速やかに保護することができる。

【００９０】

また、半導体モジュール５は、温度情報出力回路５４１及び温度情報出力端子ＯＵＴを有する。これにより、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度情報に基づいて、制御回路９によるプリドライバ８の制御を行うことが可能となる。それゆえ、各ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度の状況に応じて、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１のオンオフ駆動を制御して、ＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度異常を未然に抑制することが可能となる。

【００９１】

また、半導体モジュール５に設けられた温度情報出力端子ＯＵＴは、一つである。それゆえ、図１２に示すごとく、半導体モジュール５の小型化を図りやすくなる。すなわち、複数のスイッチング素子の温度情報信号を出力するにあたっては、通常は、図１３に示す比較例の半導体モジュール９５のように、複数の温度情報出力端子ＯＵＴが必要となる。本実施形態のように、４つのＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度情報信号を出力するには、通常、図１３に示すごとく、４本の温度情報出力端子ＯＵＴを設けることとなる。本実施形態においては、温度情報出力回路５４１を半導体モジュール５内に一体的に設けて、温度情報信号を適切に生成、出力することで、温度情報出力端子ＯＵＴを一つにすることを可能としている。

【００９２】

これにより、半導体モジュール５の小型化を実現することができる。また、この構成は、複数の半導体モジュール５、６、７において、同様に取り入れている。それゆえ、電力変換装置（制御装置３）の小型化を容易にすることができる。

【００９３】

そして、制御装置３は回転電機２と一体化されて、制御装置一体型回転電機１を構成している。このような制御装置一体型回転電機１においては、特に半導体モジュール５、６、７の配置スペースが制限されやすいため、半導体モジュール５、６、７の小型化は、制御装置一体型回転電機１の小型化において、特に有効となる。

なお、図１２、図１３において、符号ＯＵＴを付した端子以外の端子は、温度情報出力

端子以外の信号端子、若しくは被制御電力の入出力端子等である。

【００９４】

また、温度情報出力回路５４１は、複数の感温ダイオード５２０～５２３の検出信号のうち、対応する温度が最も高い検出信号を選択して用いて、温度情報信号を生成する。これにより、温度情報出力端子ＯＵＴが一つであっても、制御回路９へ適切な温度情報を提供することができる。

【００９５】

また、温度情報出力回路５４１は増幅回路５４１ｄを有する。これにより、温度情報を確実に制御回路９へ出力することができる。つまり、感温ダイオード５２０～５２３の端子間電圧が小さくても、これらを増幅して、正確な温度情報信号として、制御回路９へ出力することができる。

【００９６】

また、増幅回路５４１ｄは、予め記憶された複数の増幅率の中から適宜選択した増幅率にて、温度情報信号を増幅することができるよう構成されている。これにより、個体差等に起因して生じる各感温ダイオード５２０～５２３の端子間電圧を、適切な増幅率にて増幅することができる。これにより、より正確な温度情報信号を生成して、出力することができる。

【００９７】

また、温度情報出力回路５４１は、温度情報信号を、所定の下限出力値Ｖｍｉｎ以上でありかつ所定の上限出力値Ｖｍａｘ以下の出力値にて、制御回路９へ出力するよう構成してある。これにより、制御回路９の誤作動や温度情報以外の異常検出を妨げたりすることを、より確実に防ぎつつ、確実に制御回路９へ温度情報を出力することができる。すなわち、例えば、温度情報信号の出力が小さすぎる場合、温度情報信号を正確に制御回路９へ出力し難くなることが考えられる。また、出力配線の断線等があったとき、その異常を検出し難くなることが考えられる。また、温度情報信号の出力が大きすぎる場合には、例えば出力配線の短絡等があった場合に、その異常を検出し難くなることが考えられる。それゆえ、温度情報信号の出力の大きさを制限することで、より確実に、電力変換装置の制御を行うことができる。

【００９８】

また、半導体モジュール５は、スイッチング素子として、スイッチング回路５０、５１における上アームのＦＥＴ５００、５１０と下アームのＦＥＴ５０１、５１１とを、それぞれ複数有する。このように、より多くのスイッチング素子を一つの半導体モジュール５に集積化することで、電力変換装置の小型化及びコスト低減を図ることができる。また、このように集積化した半導体モジュール５において問題となりやすい、スイッチング素子の温度上昇等に対して、上述の構成により、適切な対応が可能となる。

【００９９】

以上のごとく、本実施形態によれば、スイッチング素子の温度を正確かつ迅速に検出できると共に、運転効率を向上させることのできる電力変換装置を提供することができる。

【０１００】

（実施形態２）

本実施形態は、図１４、図１５に示すごとく、温度情報出力回路５４１が、複数の感温ダイオード５２０～５２３の検出信号Ｖ０～Ｖ３を、時間差を設けて並べて温度情報信号として生成する形態である。そして、時間差を設けて並べた温度情報信号を、制御回路９へ出力するよう構成してある。

【０１０１】

具体的には、図１４に示すごとく、端子ＡＨ１、ＡＬ１、ＡＨ２、ＡＬ２からそれぞれ入力される検出信号Ｖ０～Ｖ３は、セレクタ５４１ｈの入力端ＩＮ１～ＩＮ４に入力される。セレクタ５４１ｈは、入力された検出信号Ｖ０～Ｖ３を、一つずつ選んで出力端Ｙから増幅回路５４１ｄへ出力する。

【０１０２】

セレクタ５４１ｈには、クロック端子からクロック信号ＣＬＫが入力される。このクロック信号ＣＬＫに同期して、セレクタ５４１ｈが選ぶ検出信号Ｖ０～Ｖ３は、順番に切り替わるようにしてある。クロック信号ＣＬＫの周期は、例えば数ｍ秒程度とすることができる。

また、セレクタ５４１ｈの増幅率補正部５４１ｅへの出力端Ｅからの出力は、いずれの検出信号が選ばれているかを、クロック信号ＣＬＫに同期して、切り替わる。これに伴い、増幅率補正部５４１ｅからは、セレクタ５４１ｈから増幅回路５４１ｄへ出力された検出信号に応じた増幅率の信号が、時分割にて順番に出力される。つまり、増幅率Ｋ０、Ｋ１、Ｋ２、Ｋ３の信号が、時分割にて順番に出力される。

【０１０３】

その結果、図１５に示すごとく、温度情報出力回路５４１から制御回路９へ出力される温度情報信号は、感温ダイオード５２０～５２３のそれぞれの検出信号に基づくものが、時分割にて、順番に並ぶこととなる。つまり、温度情報信号として、Ｖ０×Ｋ０、Ｖ１×Ｋ１、Ｖ２×Ｋ２、Ｖ３×Ｋ３、が、時分割にて順番に、温度情報出力端子ＯＵＴから制御回路９へ出力される。

その他の構成は、実施形態１と同様である。なお、実施形態２以降において用いた符号のうち、既出の実施形態において用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、既出の実施形態におけるものと同様の構成要素等を表す。

【０１０４】

本実施形態においては、複数の感温ダイオード５２０～５２３の検出信号Ｖ０～Ｖ３を、時分割にて順番に、温度情報信号として生成して、出力することができる。それゆえ、複数のＦＥＴ５００、５０１、５１０、５１１の温度情報を、すべて出力することができる。それゆえ、複数のスイッチング素子の状態を勘案した制御を行うことが、より行いやすくなる。その一方で、時分割にて順番にこれらの温度情報を出力するため、一つの温度情報出力端子ＯＵＴから複数の温度情報信号を出力することができる。

その他、実施形態１と同様の作用効果を有する。

【０１０５】

本発明は上記各実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の実施形態に適用することが可能である。

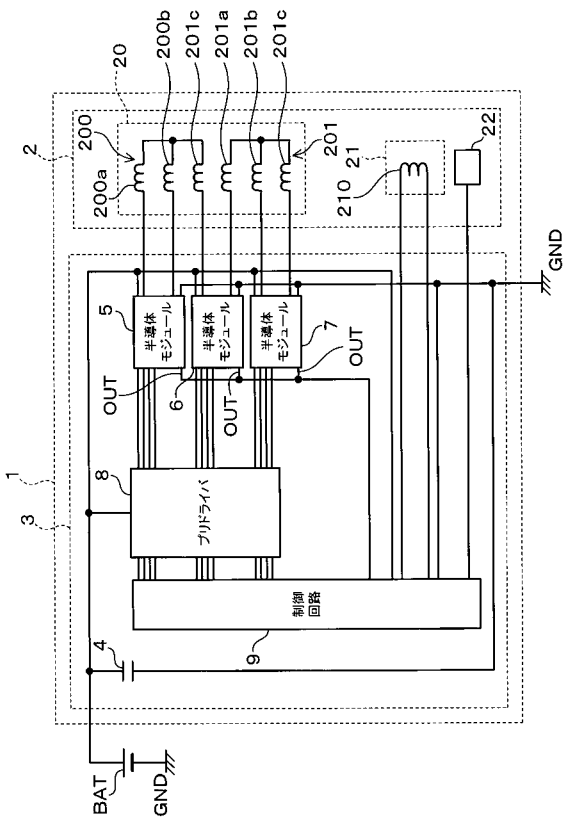
【符号の説明】

【０１０６】

３　制御装置（電力変換装置）
５、６、７　半導体モジュール
５００、５０１、５１０、５１１　ＦＥＴ（スイッチング素子）
５２０、５２１、５２２、５２３　感温ダイオード（感温素子）
５４１　温度情報出力回路
ＯＵＴ　温度情報出力端子
５４４　異常検出回路
５５　保護回路
８　プリドライバ
９　制御回路

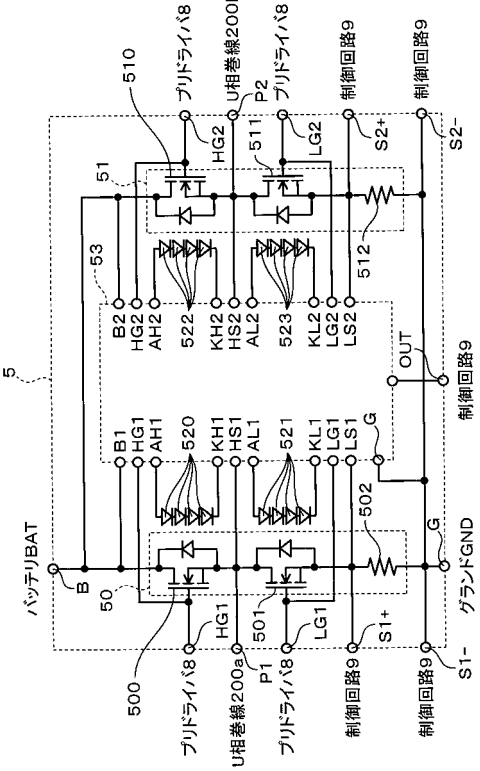
【図１】

（図１）



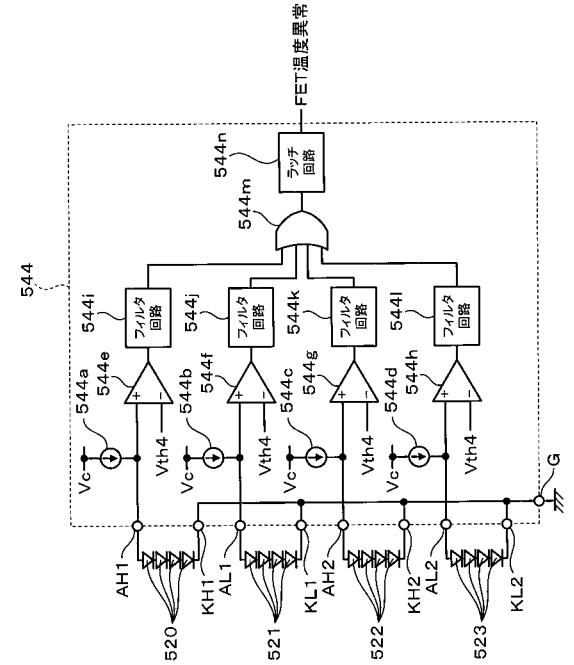
【図２】

（図２）



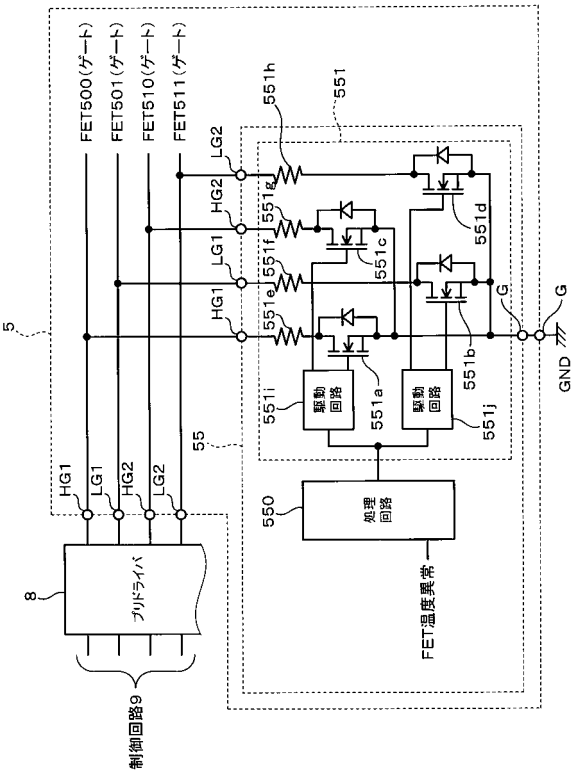
【図３】

（図３）

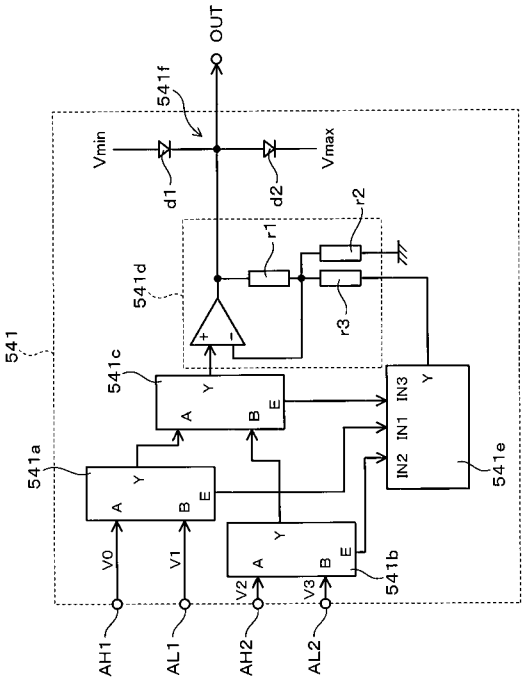


【図４】

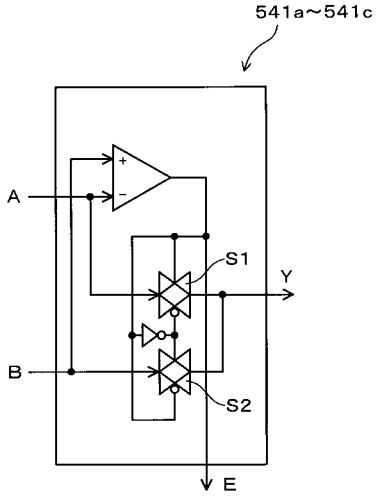
（図４）



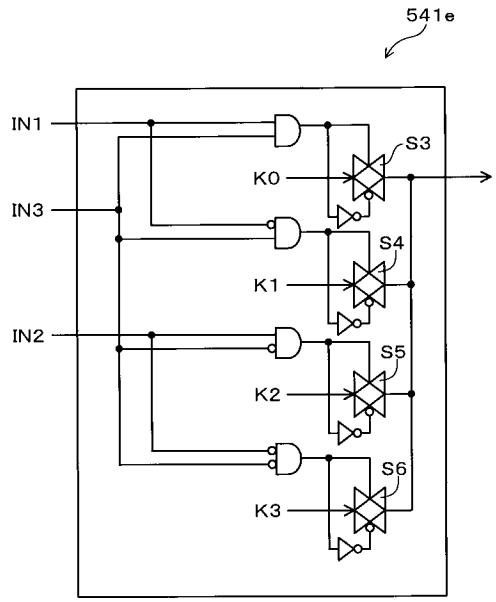
【図５】
（図５）



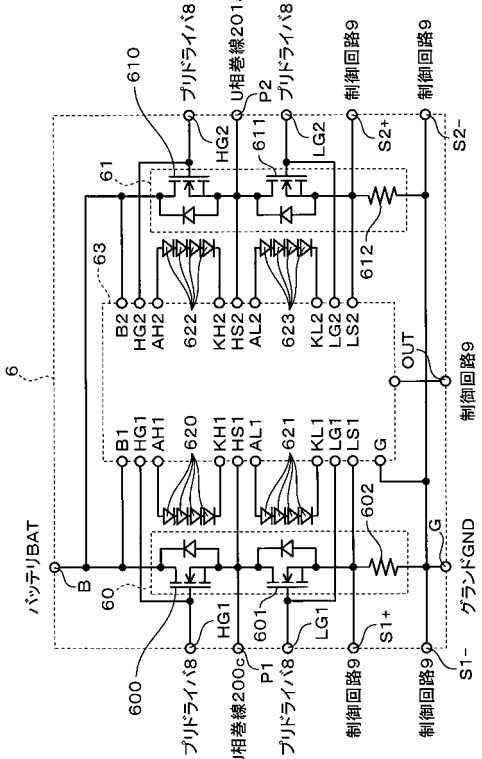
【図６】
（図６）



【図７】
（図７）

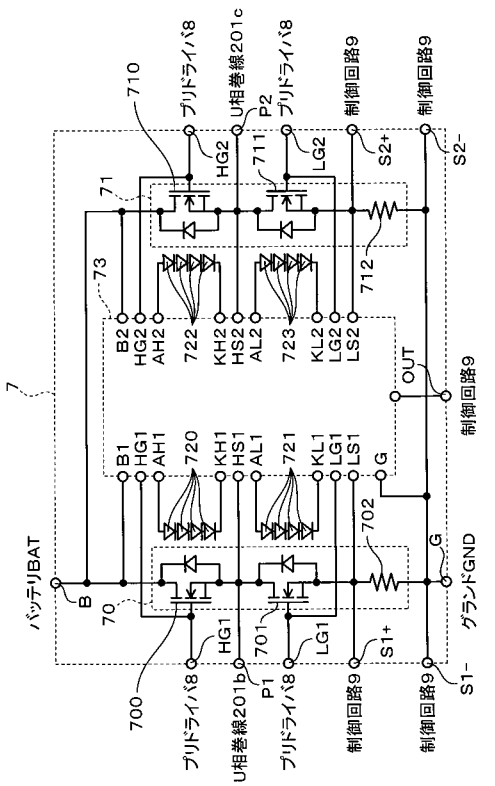


【図８】
（図８）



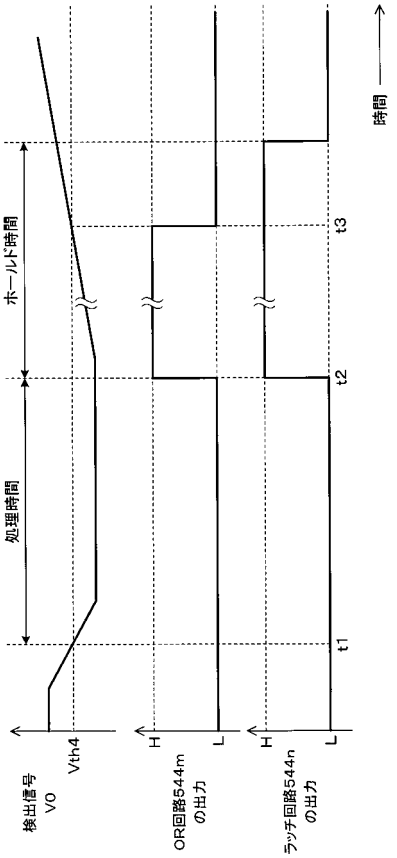
【図９】

(図9)



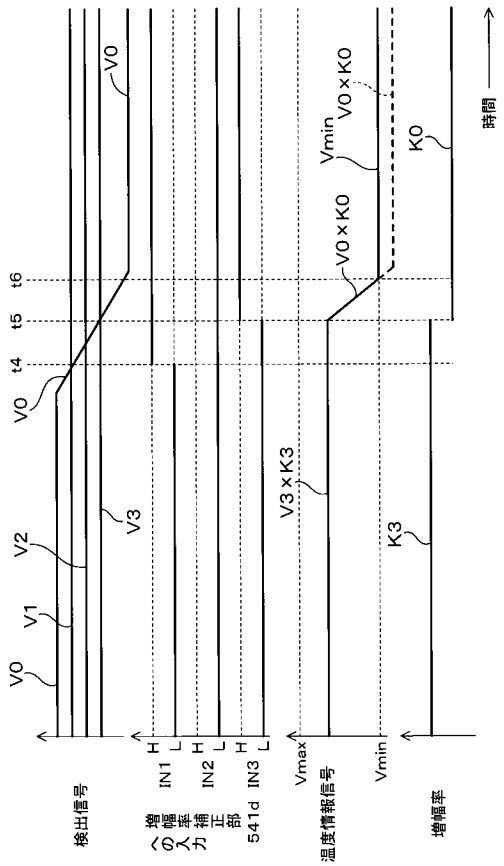
【図１０】

(図10)



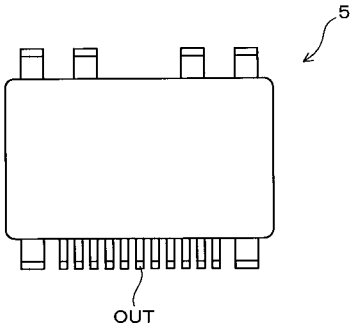
【図１１】

(図11)



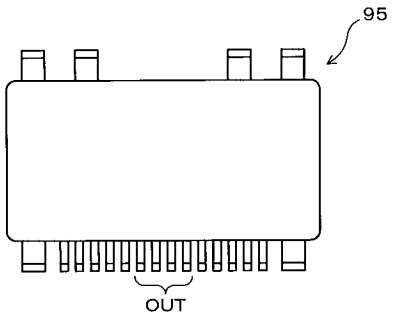
【図１２】

(図12)



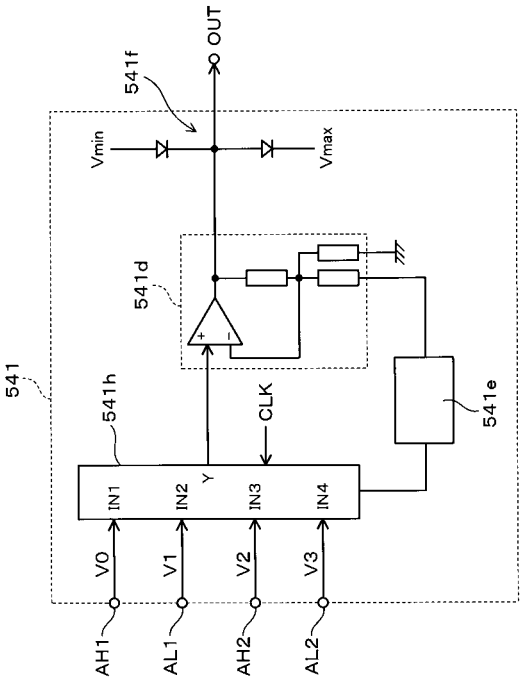
【図１３】

（図１３）



【図１４】

（図１４）



【図１５】

（図１５）

