(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2010-183765
(P2010-183765A)
(43) 公開日 平成22年8月19日(2010.8.19)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H02M 1/00	(2007.01)	H02M 1/00	H	5H007
H02M 7/48	(2007.01)	H02M 7/48	M	5H740

審査請求 未請求　請求項の数 13　ＯＬ　（全 17 頁）

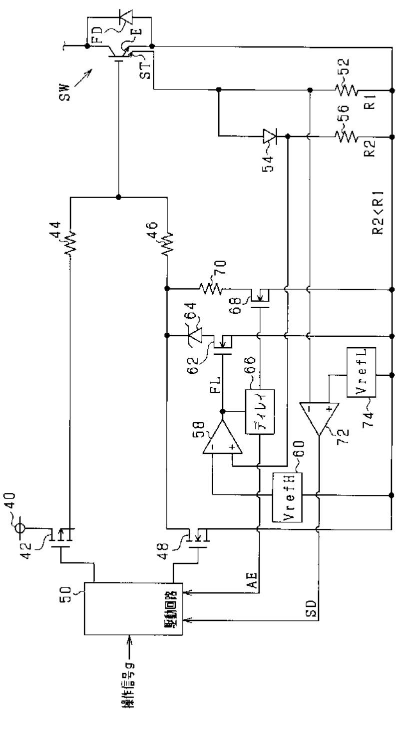
(21) 出願番号　特願2009-25954 (P2009-25954)
(22) 出願日　平成21年2月6日 (2009.2.6)

(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　100121821
弁理士　山田　強
(74) 代理人　100155789
弁理士　栗田　恭成
(74) 代理人　100139480
弁理士　日野　京子
(74) 代理人　100143063
弁理士　安藤　悟
(72) 発明者　前原　恒男
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電力変換回路の電流検出装置

(57)【要約】
【課題】パワースイッチング素子Ｓｗ及びフリーホイールダイオードＦＤに流れる電流と相関を有する微少電流を出力するセンス端子ＳＴから出力される微少電流に基づき、パワースイッチング素子Ｓｗ及びフリーホイールダイオードＦＤの双方に流れる電流を適切に検出することが困難なこと。
【解決手段】センス端子ＳＴ及びエミッタＥ間には、抵抗体５２と、ダイオード５４及び抵抗体５６の直列接続体とが互いに並列接続されている。パワースイッチング素子Ｓｗに電流が流れる場合にはダイオード５４に順方向電流が流れることから、センス端子ＳＴ及びエミッタ間の電気経路の抵抗値は抵抗体５２，５６の並列接続に応じたものとなる。これに対し、フリーホイールダイオードＦＤに電流が流れる場合には、上記電気経路の抵抗値は、抵抗体５２の抵抗値となる。
【選択図】　図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
パワースイッチング素子と、該パワースイッチング素子に逆並列に接続される態様にてこれと同一半導体基板に併設されるフリーホイールダイオードと、前記パワースイッチング素子及び前記フリーホイールダイオードに流れる電流と相関を有する微少電流を出力するセンス端子とが設けられた半導体デバイスを備える電力変換回路について、これに流れる電流を検出する電力変換回路の電流検出装置において、
前記センス端子及び前記パワースイッチング素子の出力端子間を接続する電気経路と、
前記電気経路における電圧降下の検出に基づき、前記パワースイッチング素子及び前記フリーホイールダイオードに流れる電流を検出する電流検出手段と、
前記パワースイッチング素子に電流が流れる際と前記フリーホイールダイオードに電流が流れる際とで、前記電気経路の抵抗値を相違させる抵抗値可変手段とを備えることを特徴とする電力変換回路の電流検出装置。
【請求項２】
前記抵抗値可変手段は、前記センス端子から出力される微少電流を入力として前記抵抗値を変更するものであることを特徴とする請求項１記載の電力変換回路の電流検出装置。
【請求項３】
前記抵抗値可変手段は、前記パワースイッチング素子に電流が流れる際の抵抗値の方が前記フリーホイールダイオードに電流が流れる際の抵抗値よりも小さく設定することを特徴とする請求項１又は２記載の電力変換回路の電流検出装置。
【請求項４】
前記電気経路は、前記パワースイッチング素子の出力端子及び前記センス端子間に互いに並列接続される一対の抵抗体を備え、
前記抵抗値可変手段は、前記一対の抵抗体のいずれか一方に直列接続された整流手段を備えて構成されることを特徴とする請求項１～３のいずれか１項に記載の電力変換回路の電流検出装置。
【請求項５】
前記電気経路は、第１の抵抗体を備える経路と、第２の抵抗体及び開閉手段の直列接続体を備える経路とを備え、
前記抵抗値可変手段は、前記センス端子から出力される電流に応じて前記開閉手段を開閉させるものであることを特徴とする請求項１～３のいずれか１項に記載の電力変換回路の電流検出装置。
【請求項６】
前記抵抗値可変手段は、前記センス端子及び前記出力端子間を接続する第３の抵抗体を備えて且つ、該第３の抵抗体に前記センス端子から出力される微少電流が流れることで生じる電圧を前記開閉手段に印加する手段を備えることを特徴とする請求項５記載の電力変換回路の電流検出装置。
【請求項７】
前記開閉手段は、前記第２の抵抗体よりも前記センス端子側に接続されていることを特徴とする請求項５又は６記載の電力変換回路の電流検出装置。
【請求項８】
前記開閉手段は、前記第２の抵抗体よりも前記出力端子側に接続されていることを特徴とする請求項５又は６記載の電力変換回路の電流検出装置。
【請求項９】
前記電流検出手段によって前記フリーホイールダイオードに順方向電流が流れたことが検出される場合、前記パワースイッチング素子の導通制御端子への電圧印加を停止する停止手段を備えることを特徴とする請求項１～８のいずれか１項に記載の電力変換回路の電流検出装置。
【請求項１０】
前記電力変換回路は、前記パワースイッチング素子として高電位側のスイッチング素子

及び低電位側のスイッチング素子の直列接続体を備えて且つ、これら一対のスイッチング素子は、交互にオン状態が指令されるものであることを特徴とする請求項９記載の電力変換回路の電流検出装置。

【請求項１１】

前記電力変換回路は、車載低圧システムと絶縁された車載高圧システムを構成するものであり、

前記停止手段は、車載高圧システム内に備えられてなることを特徴とする請求項１０記載の電力変換回路の電流検出装置。

【請求項１２】

前記パワースイッチング素子に流れる電流が閾値以上となる場合、前記パワースイッチング素子を強制的にオフ状態とするオフ操作手段を備えることを特徴とする請求項１～１１のいずれか１項に記載の電力変換回路の電流検出装置。

【請求項１３】

前記電力変換回路は、車載低圧システムと絶縁された車載高圧システムを構成するものであり、

前記オフ操作手段は、車載高圧システム内に備えられてなることを特徴とする請求項１２記載の電力変換回路の電流検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、パワースイッチング素子と、該パワースイッチング素子に逆並列に接続される態様にてこれと同一半導体基板に併設されるフリーホイールダイオードとが設けられた半導体デバイスを備える電力変換回路について、これに流れる電流を検出する電力変換回路の電流検出装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

直流電源の各端子と回転機の端子とを接続する高電位側スイッチング素子及び低電位側スイッチング素子の直列接続体を備えて構成される電力変換回路（インバータ）が周知である。また、インバータは、上記スイッチング素子の入出力端子に接続されたフリーホイールダイオードを備えている。ここで、回転機に正弦波形状の電流を流すべく高電位側スイッチング素子及び低電位側スイッチング素子を操作するに際しては、これら高電位側スイッチング素子及び低電位側スイッチング素子を交互にオン状態及びオフ状態とすることで、これら一対のスイッチング素子を相補的に駆動する手法が一般に用いられている。

【０００３】

一方、インバータのスイッチング素子としては、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（ＩＧＢＴ）が用いられることがある。また、近年では、こうしたインバータを構成する半導体素子として、フリーホイールダイオードがＩＧＢＴと同一基板上に併設されたいわゆるダイオード内蔵型ＩＧＢＴが提案され、実用化されている。

【０００４】

上記ＩＧＢＴはコレクタからエミッタへと進む方向を順方向とするものであるため、逆側には電流が流れない。このため、インバータの一対のスイッチング素子が相補的に駆動される場合、上記正弦波形状の電流の流通方向によっては、オン状態とされているスイッチング素子に電流が流れないことがある。そしてこの場合には、これに逆並列に接続されたフリーホイールダイオードに電流が流れることとなる。

【０００５】

ところで、上記ダイオード内蔵型ＩＧＢＴにおいては、フリーホイールダイオードに順方向電流が流れる際の電圧降下量が、ＩＧＢＴのゲートに電圧が印加されることで増大することが知られている。このため、スイッチング素子を相補的に操作する場合には、フリーホイールダイオードに順方向電流が流れる際のフリーホイールダイオードによる電力損失が大きくなり、ひいてはダイオード内蔵型ＩＧＢＴの発熱量が多くなるおそれがある。

【０００６】
そこで従来、例えば下記特許文献１に見られるように、フリーホイールダイオードに電流が流れることを検出する場合、上記相補信号にかかわらず、スイッチング素子を強制的にオフ状態とすることも提案されている。具体的には、フリーホイールダイオードと同一の半導体基板上に微小な電極を備え、フリーホイールダイオードに流れる電流の数千分の１から１万分の１程度の微少電流を上記電極から取り出す。そして、この微少電流に基づき、フリーホイールダイオードに電流が流れたと判断される場合に、スイッチング素子を強制的にオフ状態とする。これにより、電力損失の増大を抑制することができる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】特開２００８−７２８４８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
ところで、上記スイッチング素子に定格以上の電流が流れる場合には、その信頼性が低下するおそれがある。このため、スイッチング素子に定格以上の電流が流れる場合、スイッチング素子を強制的にオフ状態とすることも周知である。ここで、スイッチング素子に流れる電流を検出する手法として、上記スイッチング素子と同一半導体基板上に形成された微小な電極から出力される微少電流を用いることが考えられる。
【０００９】
しかし、スイッチング素子に流れる電流を検出するための電極（端子）と、フリーホイールダイオードに流れる電流を検出するための電極（端子）とを相違させる場合には、素子サイズの大型化を招く等の問題がある。一方、これら電極を共有化する場合、スイッチング素子に流れる電流と上記微小電流との比と、フリーホイールダイオードに流れる電流と微小電流との比が相違することに起因して、スイッチング素子やフリーホイールダイオードに流れる電流を適切に検出することが困難となるおそれがある。
【００１０】
更に、フリーホイールダイオードに流れる電流については比較的少量の電流が流れたか否かを判断することが望まれるのに対し、スイッチング素子に流れる電流については大電流が流れたか否かを判断すればよい。このため、上記共通の電極から出力される微少電流をシャント抵抗を用いて検出する場合には、シャント抵抗の抵抗値として、上記双方の電流検出にとって適切な値を設定することが困難となり、ひいては所望の電流検出を適切に行うことがいっそう困難なものとなるおそれがある。
【００１１】
本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、パワースイッチング素子及びフリーホイールダイオードに流れる電流と相関を有する微少電流を出力するセンス端子から出力される微少電流に基づき、パワースイッチング素子及びフリーホイールダイオードに流れる電流を適切に検出することのできる電力変換回路の電流検出装置を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１２】
以下、上記課題を解決するための手段、及びその作用効果について記載する。
【００１３】
請求項１記載の発明は、パワースイッチング素子と、該パワースイッチング素子に逆並列に接続される態様にてこれと同一半導体基板に併設されるフリーホイールダイオードと、前記パワースイッチング素子及び前記フリーホイールダイオードに流れる電流と相関を有する微少電流を出力するセンス端子とが設けられた半導体デバイスを備える電力変換回路について、これに流れる電流を検出する電力変換回路の電流検出装置において、前記センス端子及び前記パワースイッチング素子の出力端子間を接続する電気経路と、前記電気

経路における電圧降下の検出に基づき、前記パワースイッチング素子及び前記フリーホイールダイオードに流れる電流を検出する電流検出手段と、前記パワースイッチング素子に電流が流れる際と前記フリーホイールダイオードに電流が流れる際とで、前記電気経路の抵抗値を相違させる抵抗値可変手段とを備えることを特徴とする。

【００１４】

上記発明では、抵抗値可変手段を備えるため、パワースイッチング素子に流れる電流を検出するうえで適切な抵抗値と、フリーホイールダイオードに流れる電流を検出するうえで適切な抵抗値とをそれぞれ用いて、これら各電流を検出することが可能となる。

【００１５】

請求項２記載の発明は、請求項１記載の発明において、前記抵抗値可変手段は、前記センス端子から出力される微少電流を入力として前記抵抗値を変更するものであることを特徴とする。

【００１６】

上記発明では、センス端子から出力される微少電流に基づき抵抗値を適切に変更することができる。

【００１７】

請求項３記載の発明は、請求項１又は２記載の発明において、前記抵抗値可変手段は、前記パワースイッチング素子に電流が流れる際の抵抗値の方が前記フリーホイールダイオードに電流が流れる際の抵抗値よりも小さく設定することを特徴とする。

【００１８】

請求項４記載の発明は、請求項１～３のいずれか１項に記載の発明において、前記電気経路は、前記パワースイッチング素子の出力端子及び前記センス端子間に互いに並列接続される一対の抵抗体を備え、前記抵抗値可変手段は、前記一対の抵抗体のいずれか一方に直列接続された整流手段を備えて構成されることを特徴とする。

【００１９】

整流手段は、その一方から他方への電流の流動を許容する反面、他方から一方への電流の流動を禁止する。このため、抵抗体及び整流手段の直列接続体には、パワースイッチング素子に電流が流れる際とフリーホイールダイオードに電流が流れる際とのいずれか一方の場合に限って電流が流れることとなる。このため、センス端子及び出力端子間の電気経路の抵抗値を、上記いずれか一方の場合において他方の場合よりも小さくすることができる。

【００２０】

請求項５記載の発明は、請求項１～３のいずれか１項に記載の発明において、前記電気経路は、第１の抵抗体を備える経路と、第２の抵抗体及び開閉手段の直列接続体を備える経路とを備え、前記抵抗値可変手段は、前記センス端子から出力される電流に応じて前記開閉手段を開閉させるものであることを特徴とする。

【００２１】

上記発明では、センス端子から出力される電流に応じて開閉手段を開閉することで、センス端子及び出力端子間の電気経路の抵抗値を、第１の抵抗体に応じた抵抗値とするか、第１の抵抗体及び第２の抵抗体の並列接続に応じた抵抗値とするかを切り替えることができる。

【００２２】

請求項６記載の発明は、請求項５記載の発明において、前記抵抗値可変手段は、前記センス端子及び前記出力端子間を接続する第３の抵抗体を備えて且つ、該第３の抵抗体に前記センス端子から出力される微少電流が流れることで生じる電圧を前記開閉手段に印加する手段を備えることを特徴とする。

【００２３】

上記発明では、パワースイッチング素子に電流が流れる場合とフリーホイールダイオードに電流が流れる場合とで、開閉手段に印加される電圧を、パワースイッチング素子の出力端子の電位を基準として互いに相違する極性とすることができる。このため、開閉手段

を出力端子の電位基準で動作させるなどすることで、これを適切に開閉することができる。

【００２４】

請求項７記載の発明は、請求項５又は６記載の発明において、前記開閉手段は、前記第２の抵抗体よりも前記センス端子側に接続されていることを特徴とする。

【００２５】

請求項８記載の発明は、請求項５又は６記載の発明において、前記開閉手段は、前記第２の抵抗体よりも前記出力端子側に接続されていることを特徴とする。

【００２６】

請求項９記載の発明は、請求項１～８のいずれか１項に記載の発明において、前記電流検出手段によって前記フリーホイールダイオードに順方向電流が流れたことが検出される場合、前記パワースイッチング素子の導通制御端子への電圧印加を停止する停止手段を備えることを特徴とする。

【００２７】

フリーホイールダイオードに電流が流れているときにこれに逆並列に接続されるパワースイッチング素子をオン状態とする場合には、フリーホイールダイオードの電力損失が増大する傾向がある。上記発明では、この点に鑑み、停止手段を備えることで導通損失を低減することができる。

【００２８】

請求項１０記載の発明は、請求項９記載の発明において、前記電力変換回路は、前記パワースイッチング素子として高電位側のスイッチング素子及び低電位側のスイッチング素子の直列接続体を備えて且つ、これら一対のスイッチング素子は、交互にオン状態が指令されるものであることを特徴とする。

【００２９】

上記発明では、一対のパワースイッチング素子が相補的に駆動されるために、フリーホイールダイオードに電流が流れる際にもこれに接続されるパワースイッチング素子がオン状態とされる。このため、フリーホイールダイオードに順方向電流が流れる際には、無駄なスイッチングがなされて且つ、これにより、フリーホイールダイオードの電力損失が増大するおそれがある。このため、請求項９の発明特定事項の利用価値が特に高いものとなっている。

【００３０】

請求項１１記載の発明は、請求項１０記載の発明において、前記電力変換回路は、車載低圧システムと絶縁された車載高圧システムを構成するものであり、前記停止手段は、車載高圧システム内に備えられてなることを特徴とする。

【００３１】

上記発明では、停止手段を高圧システム内に備えることで、停止手段を低圧システム側に備える場合と比較して、高圧システム及び低圧システム間を絶縁する手段の数を低減することができる。

【００３２】

請求項１２記載の発明は、請求項１～１１のいずれか１項に記載の発明において、前記パワースイッチング素子に流れる電流が閾値以上となる場合、前記パワースイッチング素子を強制的にオフ状態とするオフ操作手段を備えることを特徴とする。

【００３３】

上記発明では、電流検出手段に、パワースイッチング素子に大電流が流れていることを検出する要求が生じる。このため、上記請求項９記載の停止手段を備える場合、この停止手段のために電流検出手段に要求される検出電流よりも大きい電流の検出を高精度に行うことが要求されることとなる。

【００３４】

請求項１３記載の発明は、請求項１２記載の発明において、前記電力変換回路は、車載低圧システムと絶縁された車載高圧システムを構成するものであり、前記オフ操作手段は

、車載高圧システム内に備えられてなることを特徴とする。

【００３５】

上記発明では、オフ操作手段を高圧システム内に備えることで、オフ操作手段を低圧システム側に備える場合と比較して、高圧システム及び低圧システム間を絶縁する手段の数を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【００３６】

【図１】第１の実施形態にかかるシステム構成図。

【図２】同実施形態にかかる半導体デバイスの断面構造及び平面構造を示す図。

【図３】同実施形態にかかるドライブユニットの回路構成を示す回路図。

【図４】上記半導体デバイスに流れる電流を単一のシャント抵抗にて検出する場合の電流検出特性を示す図。

【図５】第２の実施形態にかかるドライブユニットの回路構成を示す回路図。

【図６】第３の実施形態にかかるドライブユニットの回路構成を示す回路図。

【発明を実施するための形態】

【００３７】

（第１の実施形態）

以下、本発明にかかる電力変換回路の電流検出装置をハイブリッド車に適用した第１の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

【００３８】

図１に、本実施形態のシステム構成を示す。図示されるように、車載主機としてのモータジェネレータ１０は、インバータＩＶ及びコンバータＣＶを介して高圧バッテリ１２に接続されている。インバータＩＶは、高電位側のパワースイッチング素子Ｓｗｐ及び低電位側のパワースイッチング素子Ｓｗｎの直列接続体が３つ並列接続されて構成されている。そして、これら各直列接続体の接続点が、モータジェネレータ１０の各相にそれぞれ接続されている。また、コンバータＣＶは、コンデンサＣと、高電位側のパワースイッチング素子Ｓｗｐ及び低電位側のパワースイッチング素子Ｓｗｎの直列接続体と、直列接続体の接続点と高圧バッテリ１２とを接続するリアクトルＬとを備えている。

【００３９】

上記高電位側のパワースイッチング素子Ｓｗｐ及び低電位側のパワースイッチング素子Ｓｗｎのそれぞれの入出力端子間（コレクタ及びエミッタ間）には、高電位側のフリーホイールダイオードＦＤｐ及び低電位側のフリーホイールダイオードＦＤｎのカソード及びアノードが接続されている。

【００４０】

上記インバータＩＶを構成するパワースイッチング素子Ｓｗｐ，Ｓｗｎの導通制御端子（ゲート）には、いずれもドライブユニットＤＵが接続されている。これにより、パワースイッチング素子Ｓｗｐ，Ｓｗｎは、ドライブユニットＤＵを介して、低圧バッテリ１４を電源とする制御装置１６によって駆動される。制御装置１６は、図示しない各種センサの検出値等に基づき、インバータＩＶのＵ相、Ｖ相、及びＷ相のそれぞれについてのパワースイッチング素子Ｓｗｐを操作する操作信号ｇｕｐ，ｇｖｐ，ｇｗｐと、パワースイッチング素子Ｓｗｎを操作する操作信号ｇｕｎ，ｇｖｎ，ｇｗｎとを生成し出力する。また、コンバータＣＶのパワースイッチング素子Ｓｗｐ、Ｓｗｎを操作する操作信号ｇｃｐ，ｇｃｎを生成し出力する。これにより、パワースイッチング素子Ｓｗｐ，Ｓｗｎは、ドライブユニットＤＵを介して制御装置１６により操作される。これら高電位側の操作信号ｇｕｐ，ｇｖｐ，ｇｗｐ、ｇｃｐのそれぞれと、低電位側の操作信号ｇｕｎ，ｇｖｎ，ｇｗｎ、ｇｃｎのそれぞれとは、高電位側のスイッチング素子Ｓｗｐと低電位側のスイッチング素子Ｓｗｎとを互いに相補的に駆動するものである。すなわち、いずれか一方の操作信号がオン状態とするための信号である期間、他方の操作信号がオフ状態とするための信号となる。

【００４１】

なお、インバータＩＶやコンバータＣＶを備える高圧システムと、制御装置１６を備える低圧システムとは、図示しないフォトカプラ等の絶縁手段によって絶縁されており、上記操作信号は、絶縁手段を介して高圧システムに出力される。

【００４２】

上記パワースイッチング素子Ｓｗｐ，Ｓｗｎは、いずれも、入力端子及び出力端子が一義に定義されており、出力端子から入力端子への電流の流通を阻止するスイッチング素子である。詳しくは、これらは、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（ＩＧＢＴ）にて構成されている。また、パワースイッチング素子Ｓｗｐ，Ｓｗｎは、更に、その入力端子及び出力端子間に流れる電流やフリーホイールダイオードＦＤｐ、ＦＤｎに流れる電流と相関を有する微少電流を出力するセンス端子ＳＴを備えている。更に本実施形態では、ＩＧＢＴとして、ダイオード内蔵型のものを用いている。すなわち、本実施形態では、高電位側のパワースイッチング素子Ｓｗｐ及び高電位側のフリーホイールダイオードＦＤｐは互いに同一の半導体基板に隣接して形成されており、低電位側のパワースイッチング素子Ｓｗｎ及び低電位側のフリーホイールダイオードＦＤｎは互いに同一半導体基板に隣接して形成されている。

【００４３】

図２（ａ）に、本実施形態にかかるパワースイッチング素子Ｓｗｐ（Ｓｗｎ）及びフリーホイールダイオードＦＤｐ（ＦＤｎ）の断面構成を示す。なお、以下では、パワースイッチング素子Ｓｗｐ、Ｓｗｎを総括する場合、パワースイッチング素子Ｓｗと記載し、フリーホイールダイオードＦＤｐ，ＦＤｎを総括する場合、フリーホイールダイオードＦＤと記載する。

【００４４】

図示されるように、半導体基板２０には、ＩＧＢＴ領域とダイオード領域とが併設されて形成されている。半導体基板２０の主面側から裏面側へと伸びる領域は、導電型がＮ型であるＮ型領域２２となっている。また、半導体基板２０の主面側の表層部には、導電型がＰ型のＰ型領域２４が形成されており、Ｐ型領域２４内に、上記Ｎ型領域よりも濃い濃度のＮ型の導電型を有するＮ型領域２６が形成されている。そして、これらＰ型領域２４及びＮ型領域２６には、ＩＧＢＴのエミッタ端子Ｅ及びダイオードのアノード端子が接続されている。また、上記Ｐ型領域２４及びＮ型領域２６上には、ゲート酸化膜２８を介してゲート電極３０が形成されている。

【００４５】

一方、半導体基板２０の裏面側の表層部には、上記Ｎ型領域２２よりも濃度の濃いＮ型領域３６とＰ型領域３４とが併設されている。ここで、Ｐ型領域３４は、ＩＧＢＴのコレクタ領域を構成し、Ｎ型領域３６は、ダイオードのカソード領域を構成する。なお、これらＰ型領域３４及びＮ型領域３６と上記Ｎ型領域２２との間には、Ｎ型領域２２よりも濃度の薄いＮ型領域３２が形成されている。

【００４６】

図２（ｂ）は、上記半導体基板２０の主面側を模式的に示した平面図である。図示されるように、主面側の大部分は、エミッタ領域であり、これよりも小さい領域として、ゲート領域やセンス電極３８が形成されている。ここで、実際のセンス電極３８の面積は、エミッタ領域の面積の数千分の１程度とされており、これにより、ＩＧＢＴやフリーホイールダイオードに流れる電流と相関を有しつつも極微小な電流を出力することが可能となっている。

【００４７】

図３に、上記ドライブユニットＤＵの回路構成を示す。

【００４８】

図示されるように、電源４０は、充電用スイッチング素子４２と、ゲートの充電速度を調節するための充電用抵抗体４４とを介して、パワースイッチング素子Ｓｗのゲートに接続されている。パワースイッチング素子Ｓｗのゲートは、ゲートの放電速度を調節するための放電用抵抗体４６及び放電用スイッチング素子４８を介して、パワースイッチング素

子ＳのエミッタＥに接続されている。

【００４９】

駆動回路５０は、図示しないフォトカプラ等の絶縁手段を介して、ドライブユニットＤＵに入力される上記操作信号ｇ（操作信号ｇｕｐ，ｇｕｎ，ｇｖｐ，ｇｖｎ，ｇｗｐ，ｇｗｎ，ｇｃｐ，ｇｃｎの総括表記）に基づき、充電用スイッチング素子４２及び放電用スイッチング素子４８を相補的にオン・オフすることでパワースイッチング素子Ｓｗを駆動する。すなわち、操作信号ｇが論理「Ｈ」となることで、パワースイッチング素子Ｓｗをオン状態とする旨が指示される場合、充電用スイッチング素子４２をオンして且つ放電用スイッチング素子４８をオフすることで、パワースイッチング素子Ｓｗのゲートに正の電荷を充電する。また、操作信号ｇが論理「Ｌ」となることで、パワースイッチング素子Ｓｗをオフ状態とする旨が指示される場合、充電用スイッチング素子４２をオフして且つ放電用スイッチング素子４８をオンすることで、パワースイッチング素子Ｓｗのゲートから正の電荷を放電させる。

【００５０】

パワースイッチング素子ＳのエミッタＥ及びセンス端子ＳＴ間には、抵抗体５２と、ダイオード５４及び抵抗体５６の直列接続体とが並列接続されている。ここで、ダイオード５４は、センス端子ＳＴ側からエミッタＥ側へと進む方向を順方向とするものである。

【００５１】

ダイオード５４のカソード及び抵抗体５６間の電圧は、コンパレータ５８の非反転入力端子に印加される。コンパレータ５８の反転入力端子には、基準電源６０の電圧ＶｒｅｆＨが印加されている。ここで、基準電源６０は、パワースイッチング素子Ｓｗのエミッタの電位よりも高電位の電圧を上記反転入力端子に印加するためのものである。これにより、パワースイッチング素子Ｓｗに流れる電流が閾値以上となることで、コンパレータ５８が論理「Ｌ」から論理「Ｈ」に反転する。コンパレータ５８の論理「Ｈ」の信号は、フェール信号ＦＬとして、スイッチング素子６２のゲートに印加される。スイッチング素子６２は、その一方の端子がパワースイッチング素子Ｓｗのエミッタに接続され、他方の端子がツェナーダイオード６４のアノード側に接続される。ツェナーダイオード６４のカソード側は、放電用抵抗体４６に接続されている。これにより、コンパレータ５８の出力信号が論理「Ｈ」となると、スイッチング素子６８がオン状態となるため、パワースイッチング素子Ｓｗのゲートの電圧は、ツェナーダイオード６４のブレークダウン電圧程度に制限されることとなる。これにより、パワースイッチング素子Ｓｗに流れる電流が制限される。

【００５２】

上記コンパレータ５８の出力信号は、更に、ディレイ６６に取り込まれる。ディレイ６６は、入力信号が所定時間に渡って論理「Ｈ」となることで、パワースイッチング素子Ｓｗを強制的にオフ状態とすべく、論理「Ｈ」の信号をソフト遮断用スイッチング素子６８のゲートに出力するとともに、停止信号ＡＥを駆動回路５０に出力するものである。ここで、停止信号ＡＥは、駆動回路５０による充電用スイッチング素子４２及び放電用スイッチング素子４８の駆動を停止させるための信号である。

【００５３】

上記ソフト遮断用スイッチング素子６８は、その一方の端子がパワースイッチング素子ＳｗのエミッタＥに接続されており、他方の端子が、ソフト遮断用抵抗体７０、放電用抵抗体４６を介して、パワースイッチング素子Ｓｗのゲートに接続される。これにより、パワースイッチング素子Ｓｗに流れる電流が閾値以上となる状態が所定時間以上継続することで、ソフト遮断用スイッチング素子６８がオンとされ、ソフト遮断用抵抗体７０及び放電用抵抗体４６を介して、パワースイッチング素子Ｓｗのゲートの電荷が放電される。ここで、ソフト遮断用抵抗体７０は、放電経路の抵抗値を高抵抗とするためのものである。これは、コレクタ電流が過大である状況下にあっては、パワースイッチング素子Ｓｗをオン状態からオフ状態へと切り替える速度、換言すればコレクタ及びエミッタ間の遮断速度を大きくすると、サージが過大となるおそれがあることに鑑みたものである。このため、

コレクタ電流が閾値以上となると判断される状況下にあっては、放電用抵抗体４６及び放電用スイッチング素子４８を備える放電経路よりも抵抗値の大きい経路によってパワースイッチング素子Ｓｗのゲートを放電させる。

【００５４】

こうした構成によれば、パワースイッチング素子Ｓｗを過電流が流れる場合には、まずツェナーダイオード６４がオン状態とされることで、パワースイッチング素子Ｓｗのゲート電圧が低下する。これにより、パワースイッチング素子Ｓｗに流れる電流を制限することができる。そしてその後、過電流が所定時間継続する場合には、ソフト遮断用スイッチング素子６８がオン状態とされることから、パワースイッチング素子Ｓｗが強制的にオフとされる。

【００５５】

一方、センス端子ＳＴ及び抵抗体５２間の電圧は、コンパレータ７２の反転入力端子に印加される。コンパレータ７２の非反転入力端子には、基準電源７４の電圧ＶｒｅｆＬが印加されている。基準電源７４は、パワースイッチング素子Ｓｗのエミッタ電位よりも低電位の電圧をコンパレータ７２に印加するためのものである。なお、電圧ＶｒｅｆＬは、センス端子ＳＴ及び抵抗体５２間の電位が、パワースイッチング素子Ｓｗのエミッタ電位よりも低くなったことを判断するための値（負であって極力小さい値）に設定される。

【００５６】

こうした構成によれば、フリーホイールダイオードＦＤに電流が流れることで、コンパレータ７２の出力信号が論理「Ｈ」に反転し、これが停止信号ＳＤとして駆動回路５０に出力される。駆動回路５０では、停止信号ＳＤが入力される場合、操作信号ｇの値にかかわらず、パワースイッチング素子Ｓｗをオフ状態とする。これは、フリーホイールダイオードＦＤに電流が流れる際にパワースイッチング素子Ｓｗのゲートに電圧が印加されることでフリーホイールダイオードＦＤの電力損失が増大することに鑑みたものである。すなわち、フリーホイールダイオードＦＤに電流が流れる際にパワースイッチング素子Ｓｗを強制的にオフとすることで、フリーホイールダイオードＦＤの電力損失を低減することができる。

【００５７】

このように本実施形態では、センス端子ＳＴから出力される微少電流による電圧降下に基づき、パワースイッチング素子Ｓｗに過度の電流が流れているか否かと、フリーホイールダイオードＦＤに順方向電流が流れているか否かとを判断する。この際、電圧降下を生じさせる抵抗体の抵抗値を、パワースイッチング素子Ｓｗに電流が流れている場合とフリーホイールダイオードＦＤに電流が流れている場合とで相違させる。これは、以下の理由による。

【００５８】

図４に、センス端子ＳＴ及びエミッタＥ間の電気経路の抵抗値を固定した場合について、パワースイッチング素子Ｓｗ又はフリーホイールダイオードＦＤに流れる電流と、上記電気経路での電圧降下量との関係を示す。図示されるように、パワースイッチング素子Ｓｗを電流が流れる場合の方がフリーホイールダイオードＦＤに電流が流れる場合よりも、電流量に対する電圧降下量が大きい。これは、パワースイッチング素子Ｓｗに流れる電流に対するセンス端子ＳＴから出力される微少電流の比が、フリーホイールダイオードＦＤに流れる電流に対するセンス端子ＳＴから出力される微少電流の比よりも大きいことによる。

【００５９】

センス端子ＳＴから出力される微少電流についての上記特性に加えて、本実施形態では、パワースイッチング素子Ｓｗに流れる電流については、過度の電流の有無を高精度に検出することが望まれる反面、フリーホイールダイオードＦＤに流れる順方向電流については、微少量以上の電流が流れているか否かを高精度に判断することが望まれる。すなわち、パワースイッチング素子ＳｗよりもフリーホイールダイオードＦＤの方が検出対象電流が小さい。このため、フリーホイールダイオードＦＤを極微少量の電流が流れる際の電圧

降下量は、ある程度大きいことが望ましい。しかし、この要求に応じて最適化される抵抗値を用いてパワースイッチング素子Ｓｗに過度の電流が流れるか否かを判断する場合、パワースイッチング素子Ｓｗに過度の電流が流れる際の電圧降下量が過度に大きくなる。

【００６０】

そこで本実施形態では、上記のように、パワースイッチング素子Ｓｗに電流が流れる際とフリーホイールダイオードＦＤに順方向電流が流れる際とで、センス端子ＳＴ及びエミッタＥ間の電気経路の抵抗値を相違させる。すなわち、パワースイッチング素子Ｓｗに電流が流れる際には、ダイオード５４の順方向となるため、抵抗体５２のみならず、抵抗体５６にも電流が流れる。一方、フリーホイールダイオードＦＤに順方向電流が流れる際には、ダイオード５４の逆方向となるため、抵抗体５２には電流が流れるものの、抵抗体５６及びダイオード５４には電流が流れない。これにより、パワースイッチング素子Ｓｗに電流が流れる場合の方が、フリーホイールダイオードＦＤに順方向電流が流れる場合よりもセンス端子ＳＴ及びエミッタＥ間の電気経路の抵抗値が小さくなる。特に本実施形態では、抵抗体５２の抵抗値Ｒ１を抵抗体５６の抵抗値Ｒ２よりも十分に大きく設定している。これにより、パワースイッチング素子Ｓｗに電流が流れる際の抵抗値は抵抗値Ｒ２に略等しくなり、フリーホイールダイオードＦＤに順方向電流が流れる際の抵抗値は抵抗値Ｒ１となる。

【００６１】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の効果が得られるようになる。

【００６２】

（１）パワースイッチング素子Ｓｗに電流が流れる際の方がフリーホイールダイオードＦＤに電流が流れる際よりも、センス端子ＳＴ及びエミッタＥ間の電気経路の抵抗値を小さくした。これにより、パワースイッチング素子Ｓｗに過度の電流が流れるか否かの判断と、フリーホイールダイオードＦＤに順方向電流が流れるか否かの判断とを高精度に行うことができる。

【００６３】

（２）センス端子ＳＴから出力される微少電流を入力として、センス端子ＳＴ及びエミッタＥ間の電気経路の抵抗値を変更した。これにより、抵抗値を適切に変更することができる。

【００６４】

（３）パワースイッチング素子ＳｗのエミッタＥ及びセンス端子ＳＴ間に互いに並列接続される一対の抵抗体５２，５６を備え、抵抗体５６にダイオード５４を直列接続した。これにより、センス端子ＳＴ及びエミッタＥ間の電気経路の抵抗値を、パワースイッチング素子Ｓｗに電流が流れる場合においてフリーホイールダイオードＦＤに電流が流れる場合よりも小さくすることができる。

【００６５】

（４）フリーホイールダイオードＦＤに順方向電流が流れたことが検出される場合、パワースイッチング素子Ｓｗのゲートへの電圧印加を停止した。これにより、フリーホイールダイオードＦＤにおける導通損失を低減することができる。

【００６６】

（５）高電位側のパワースイッチング素子Ｓｗｐと低電位側のパワースイッチング素子Ｓｗｎとの操作信号を、互いに相補的な信号とした。この場合、フリーホイールダイオードに順方向電流が流れる際には、無駄なスイッチングがなされて且つ、フリーホイールダイオードの電力損失が増大するおそれがある。このため、フリーホイールダイオードＦＤに順方向電流が流れる場合にパワースイッチング素子Ｓｗをオフ状態とする処理の利用価値が特に大きい。

【００６７】

（６）フリーホイールダイオードＦＤに順方向電流が流れる場合にパワースイッチング素子Ｓｗをオフ状態とする処理を行うための回路を、車載高圧システム内に備えた。これにより、これを低圧システム側に備える場合と比較して、高圧システム及び低圧システム

間を絶縁する手段の数を低減することができる。
【００６８】
（７）パワースイッチング素子Ｓｗに流れる電流が閾値以上となる場合、パワースイッチング素子Ｓｗを強制的にオフ状態とした。こうした処理を行うため、センス端子ＳＴ及びエミッタＥ間の電気経路の抵抗値を可変とする構成の利用価値が特に大きい。
【００６９】
（８）パワースイッチング素子Ｓｗに流れる電流が閾値以上となる場合、パワースイッチング素子Ｓｗを強制的にオフ状態とする処理を行う手段を、車載高圧システム内に備えた。これにより、この手段を低圧システム側に備える場合と比較して、高圧システム及び低圧システム間を絶縁する手段の数を低減することができる。
【００７０】
（第２の実施形態）
以下、第２の実施形態について、先の第１の実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。
【００７１】
図５に、本実施形態にかかるドライブユニットＤＵの回路構成を示す。なお、図５において、先の図３に示した部材に対応する部材については、便宜上同一の符号を付している。
【００７２】
図示されるように、本実施形態では、抵抗体５２に並列に、ＮチャネルＭＯＳトランジスタからなるスイッチング素子８０及び抵抗体５６の直列接続体が接続されている。また、抵抗体５２に並列に、抵抗体８２，８４が接続されている。そして、抵抗体８２，８４の接続点が、スイッチング素子８０の導通制御端子（ゲート）に接続されている。ここでも、抵抗体５６の抵抗値Ｒ２は、抵抗体５２の抵抗値Ｒ１よりも小さい。更に、抵抗体８２，８４の抵抗値Ｒ３，Ｒ４は、抵抗体５２，５６の抵抗値Ｒ１，Ｒ２よりも大きく設定されている。これは、抵抗体８２，８４が、センス端子ＳＴ及びエミッタＥ間の電気経路の抵抗値を調節する目的で設けられたものではなく、スイッチング素子８０のゲートに電圧を印加する目的で設けられたものであることによる。
【００７３】
こうした構成によれば、パワースイッチング素子Ｓｗに電流が流れる場合に限ってスイッチング素子８０をオン状態とすることができる。すなわち、パワースイッチング素子Ｓｗに電流が流れる場合、抵抗体８４に生じる電圧降下のために、抵抗体８２、８４の接続点の電位が、パワースイッチング素子ＳｗのエミッタＥの電位よりも上昇する。換言すれば、スイッチング素子８０の出力端子（ソース）の電位よりも上昇する。これにより、スイッチング素子８０がオンとなる。これに対し、フリーホイールダイオードＦＤに順方向電流が流れる場合には、抵抗体８２，８４の接続点の電位は、パワースイッチング素子Ｓｗのエミッタ電位よりも低くなるため、スイッチング素子８０はオフ状態となる。
【００７４】
これにより、センス端子ＳＴ及びエミッタＥ間の電気経路の抵抗値は、パワースイッチング素子Ｓｗに電流が流れる場合の方がフリーホイールダイオードＦＤに順方向電流が流れる場合よりも小さくなる。ちなみに、スイッチング素子８０は、上記ダイオード５４の代わりの機能を有するものであるが、本実施形態では、抵抗体５６及びセンス端子ＳＴ間の電圧に基づき、パワースイッチング素子Ｓｗを過電流が流れるか否かを判断する構成としている。
【００７５】
以上説明した本実施形態によれば、先の第１の実施形態の上記（１）、（２）、（４）～（８）の各効果に加えて、更に以下の効果が得られるようになる。
【００７６】
（９）センス端子ＳＴ及びエミッタＥ間の電気経路として、抵抗体５２を備える経路と、抵抗体５６及びスイッチング素子８０の直列接続体を備える経路とを備え、センス端子

ＳＴ及びエミッタＥ間に接続される抵抗体８２，８４の接続点の電圧をスイッチング素子８０の導通制御端子に印加した。これにより、センス端子ＳＴ及びエミッタＥ間の電気経路の抵抗値を、パワースイッチング素子Ｓｗに電流が流れる場合においてフリーホイールダイオードＦＤに電流が流れる場合よりも小さくすることができる。

【００７７】

（１０）スイッチング素子８０の出力端子をパワースイッチング素子Ｓｗのエミッタ側に接続することで、スイッチング素子８０の導通制御端子に、スイッチング素子８０をオン状態とするための電圧を容易に印加することができる。

【００７８】

（第３の実施形態）

以下、第３の実施形態について、先の第２の実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。

【００７９】

図６に、本実施形態にかかるドライブユニットＤＵの回路構成を示す。なお、図６において、先の図５に示した部材に対応する部材については、便宜上同一の符号を付している。

【００８０】

図示されるように、本実施形態では、スイッチング素子８０と抵抗体５６との配置を、先の図５に示した場合と逆とした。すなわち、スイッチング素子８０をセンス端子ＳＴ側に接続し、抵抗体５６をエミッタＥ側に接続した。そして、パワースイッチング素子Ｓｗを過電流が流れるか否かを、抵抗体５６及びスイッチング素子８０の接続点の電圧によって判断する。なお、本実施形態では、抵抗体８２の抵抗値Ｒ３は、抵抗体８４の抵抗値Ｒ４と比較して小さい値とする。ここでは、抵抗体８２による電圧降下量が、スイッチング素子８０による電圧降下量よりも小さくなるようにする。

【００８１】

以上説明した本実施形態によれば、先の第１の実施形態の上記（１）、（２）、（４）～（８）及び第２の実施形態の上記（９）の各効果に加えて、更に以下の効果が得られるようになる。

【００８２】

（１１）抵抗体５６をエミッタＥ側に接続するとともに、スイッチング素子８０をセンス端子ＳＴ側に接続し、抵抗体５６の電圧降下に基づき、パワースイッチング素子Ｓｗに流れる電流を検出した。この場合、上記第２の実施形態の場合と比較して、過電流検出に用いる電圧から、スイッチング素子８０の電圧降下の影響を極力除去することができる。

【００８３】

（その他の実施形態）

なお、上記各実施形態は、以下のように変更して実施してもよい。

【００８４】

・上記第１の実施形態では、抵抗体５２の抵抗値Ｒ１を抵抗体５６の抵抗値Ｒ２よりも大きく設定したがこれに限らない。例えばこれらを同一の抵抗値としてもよい。この場合であっても、パワースイッチング素子Ｓｗに電流が流れる際には、ダイオード５４を介して抵抗体５６にも電流が流れることから、センス端子ＳＴ及びエミッタＥ間の電気経路の抵抗値を低減することができる。

【００８５】

・上記第２及び第３の実施形態において、抵抗体８２を削除してもよい。

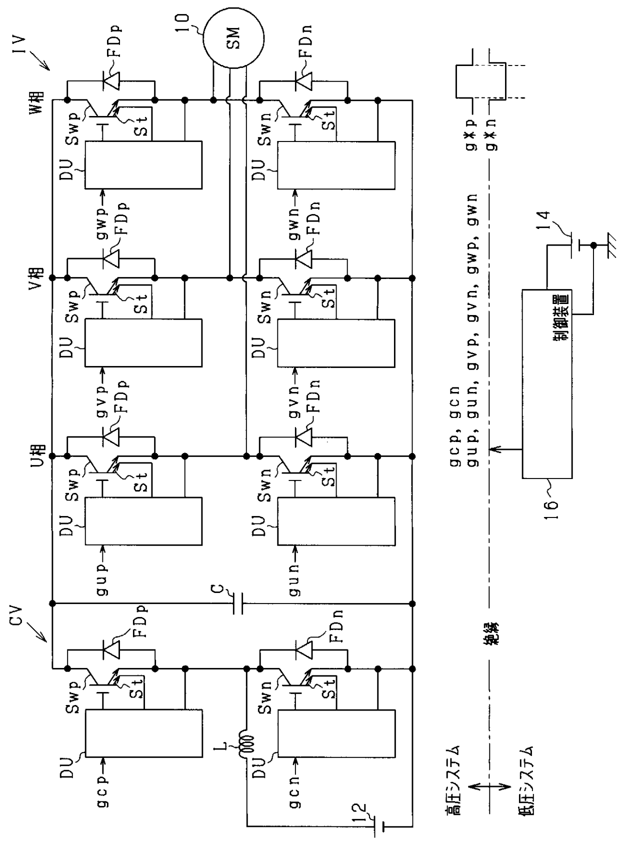
【００８６】

・上記第３の実施形態において、スイッチング素子８０とセンス端子ＳＴとの間に抵抗体を更に備え、この抵抗体、スイッチング素子８０及び抵抗体５６を、抵抗体８２，８４の直列接続体に並列接続してもよい。この場合、スイッチング素子８０がオンすることで、抵抗体５６に電圧降下が生じたとしても、スイッチング素子８０のゲートの電位を、スイッチング素子８０のソースの電位よりも高く維持することが容易となる。

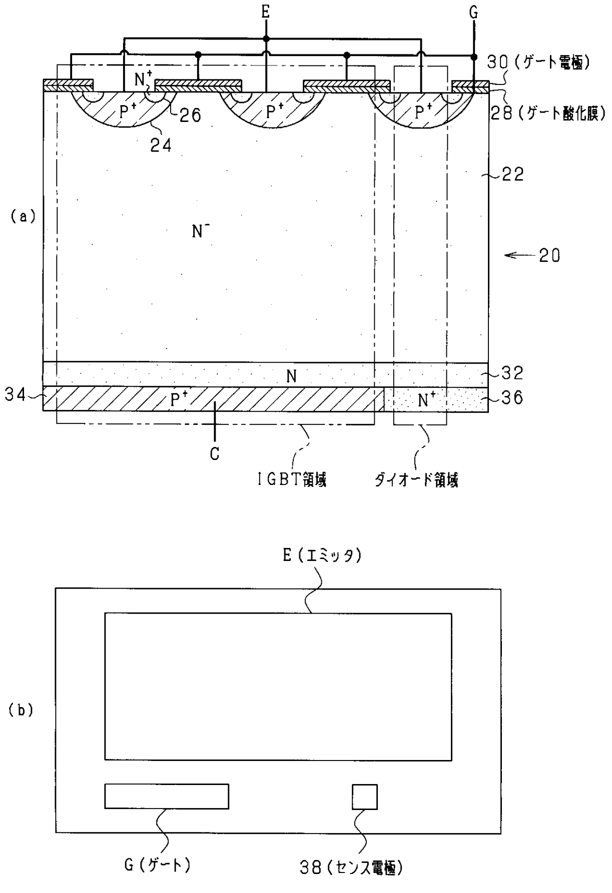
【００８７】
・上記第１及び第３の実施形態においては、パワースイッチング素子Ｓｗに過電流が流れるか否かを検出する際とフリーホイールダイオードＦＤに電流が流れるか否かを検出する際とで、センス端子ＳＴ及びエミッタＥ間の電気経路のうちの電位検出箇所を相違させたがこれに限らない。例えば上記第１及び第３の実施形態において、双方ともセンス端子ＳＴ及び抵抗体５２間の電位を用いてもよい。
【００８８】
・パワースイッチング素子ＳｗのセンスＳ端子ＳＴ及びエミッタＥ間の電気経路を開閉する開閉手段としては、スイッチング素子８０に限らない。例えばサイリスタ等であってもよい。
【００８９】
・フリーホイールダイオードＦＤに電流が流れる際に、操作信号ｇにかかわらずパワースイッチング素子Ｓｗの導通制御端子（ゲート）への電圧印加を強制的に停止する停止手段としては、パワースイッチング素子ＳｗのエミッタＥよりも所定以上低電位の電圧が印加されることで停止処理を行うものに限らない。例えば上記第１の実施形態において、パワースイッチング素子Ｓｗのエミッタ及び抵抗体５２間に、抵抗体５２の電位を上昇させるための正の電圧源を設けることで、フリーホイールダイオードＦＤに電流が流れる際の抵抗体５２及びセンス端子ＳＴ間の電位がエミッタＥの電位よりも高くなるようにしてもよい。
【００９０】
・上記各実施形態では、高電位側のパワースイッチング素子Ｓｗｐ及び低電位側のパワースイッチング素子Ｓｗｎを相補的に駆動することとしたが、これに限らない。例えば、相補駆動しない場合において、パワースイッチング素子Ｓｗの温度が所定以下となる状況下、インバータＩＶやコンバータＣＶのフリーホイールダイオードＦＤに順方向電流が流れる場合にパワースイッチング素子Ｓｗを強制的にオンとすべく、フリーホイールダイオードＦＤに流れる電流を検出してもよい。これにより、フリーホイールダイオードＦＤの発熱量を増量させることができ、ひいてはパワースイッチング素子Ｓｗの暖機を促進することができる。
【００９１】
・半導体デバイスとしては、先の図２に例示したものに限らない。例えば、「モータ制御用ＲＣ－ＩＧＢＴ　高橋秀樹、他２名　７（３１５）　三菱電機技報、ＶＯｌ８１、ＮＯ．５，２００７」に記載されているものであってもよい。この場合であっても、同技報の図５に示されるように、ＩＧＢＴをオン状態とすることでフリーホイールダイオードの順方向電圧が上昇するために、本発明の適用は有効である。
【００９２】
また、センス端子ＳＴの電流の出力特性としても、フリーホイールダイオードＦＤに電流が流れる際にセンス端子ＳＴから出力される微少電流の方が、パワースイッチング素子Ｓｗに電流が流れる際にセンス端子ＳＴから出力される微少電流よりも少なくなるものに限らない。この逆である場合や、パワースイッチング素子ＳｗやフリーホイールダイオードＦＤに電流が流れることの検出目的が相違する場合には、センス端子ＳＴ及びエミッタＥ間の電気経路の抵抗値を、フリーホイールダイオードＦＤに電流が流れる際の方がパワースイッチング素子Ｓｗに電流が流れる際よりも小さくする設定もありえる。
【００９３】
・ドライブユニットＤＵの構成としては、上記各実施形態で例示したものに限らない。例えば、充電用抵抗体４４と放電用抵抗体４６とを同一としてもよい。また、ソフト遮断処理のための電気経路を、放電用抵抗体４６を迂回する経路としてもよい。
【００９４】
・電力変換回路としては、上記インバータＩＶや、ブーストコンバータとしてのコンバータＣＶに限らない。例えば、高圧バッテリ１２の電圧を降圧して低圧バッテリ１４に印加する降圧コンバータであってもよい。

【００９５】
・電力変換回路としては、ハイブリッド車に搭載されるものに限らず、例えば電気自動車に搭載されるものであってもよい。
【符号の説明】
【００９６】
５２…抵抗体（第１の抵抗体の一実施形態）、５４…ダイオード（整流手段の一実施形態）、５６…抵抗体（第２の抵抗体の一実施形態）、５８…コンパレータ、７２…コンパレータ。

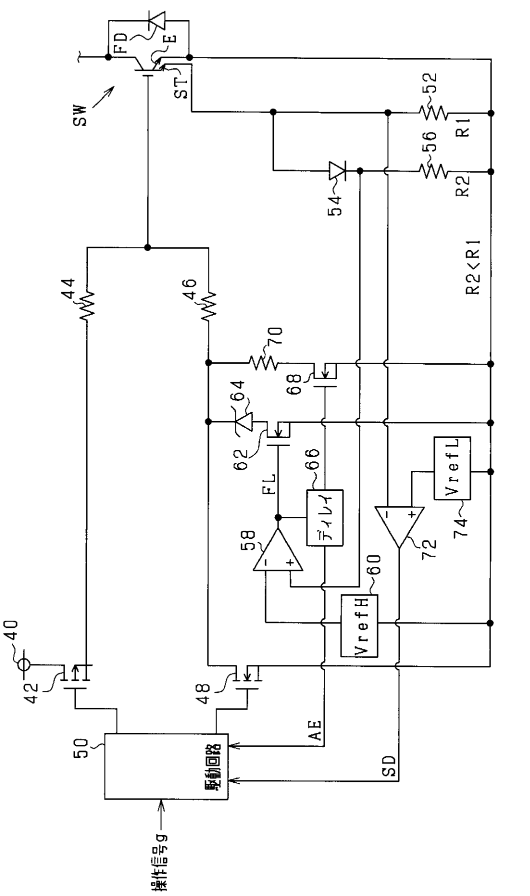
【図１】



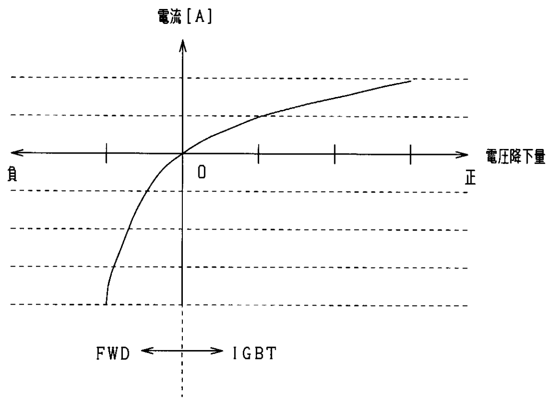
【図２】



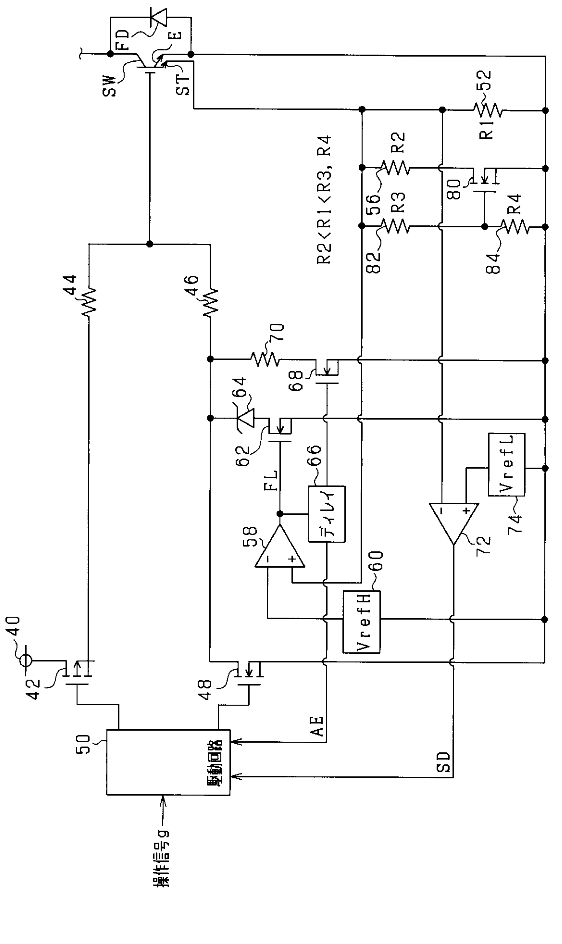
【図３】



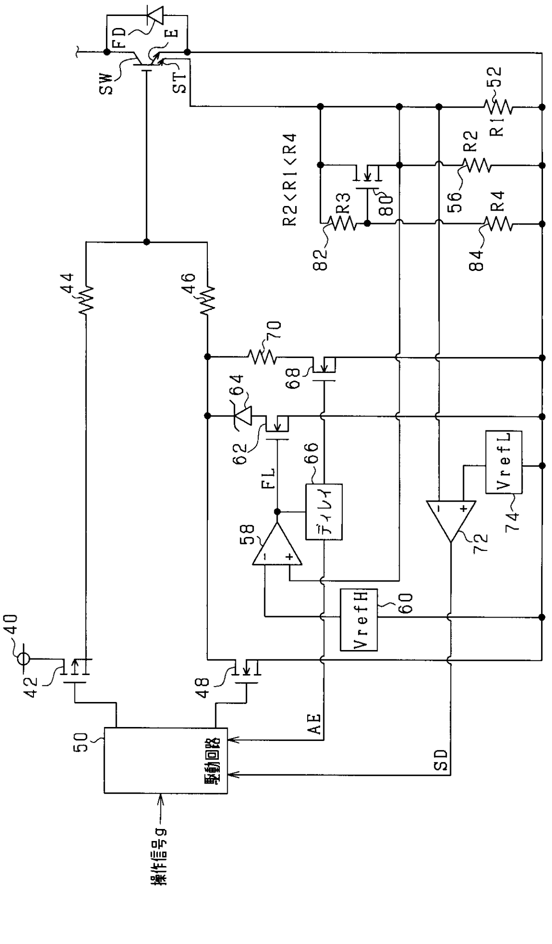
【図４】



【図５】



【図６】



フロントページの続き

Ｆターム(参考)	5H007	AA17	BB06	CA01	CB05	CC12	CC23	DB01	DC02	FA13	FA19
	5H740	AA08	BA11	BB04	BB05	BB07	BB08	BC01	BC02	HH05	JA01
		JB01	KK01	MM11	NN17						