

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5206757号  
(P5206757)

(45) 発行日 平成25年6月12日(2013.6.12)

(24) 登録日 平成25年3月1日(2013.3.1)

(51) Int.Cl.		F I			
H03K 17/08	(2006.01)	H03K 17/08		Z	
H03K 17/687	(2006.01)	H03K 17/687		Z	
H02M 1/08	(2006.01)	H02M 1/08		A	

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-227418 (P2010-227418)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成22年10月7日(2010.10.7)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2012-84970 (P2012-84970A)	(74) 代理人	100081776 弁理士 大川 宏
(43) 公開日	平成24年4月26日(2012.4.26)	(72) 発明者	伊東 陽人 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
審査請求日	平成24年2月23日(2012.2.23)	(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
		審査官	栗栖 正和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

制御端子の電圧を制御することで駆動されるスイッチング素子と、  
前記スイッチング素子の制御端子に接続され、オンすることで前記スイッチング素子の制御端子に電荷を充電するオン駆動用スイッチング素子と、  
前記スイッチング素子の制御端子に接続され、オンすることで前記スイッチング素子の制御端子から電荷を放電するオフ駆動用スイッチング素子と、  
入力される駆動信号に基づいて前記オン駆動用スイッチング素子と前記オフ駆動用スイッチング素子を制御することで、前記スイッチング素子の制御端子の電圧を制御して前記スイッチング素子を駆動する制御回路と、  
を備えた電子装置において、

前記制御回路は、駆動信号が前記スイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わり、前記オフ駆動用スイッチング素子がオンするタイミングの後であって、駆動信号が前記スイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わるタイミングから所定時間経過後に、前記オフ駆動用スイッチング素子の動作状態に関係なく、前記オフ駆動用スイッチング素子以外で前記スイッチング素子をオフすることを特徴とする電子装置。

【請求項2】

前記制御回路は、駆動信号が前記スイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わり、前記オン駆動用スイッチング素子がオフするタイミングの後であって、駆動信号が前記スイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わるタイミングから前記所定時間経過後

に、前記オフ駆動用スイッチング素子以外で前記スイッチング素子をオフすることを特徴とする請求項 1 に記載の電子装置。

【請求項 3】

前記制御回路は、前記所定時間経過前に、駆動信号が前記スイッチング素子のオフ指示からオン指示に切替わったときには、前記オフ駆動用スイッチング素子以外で前記スイッチング素子をオフしないことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電子装置。

【請求項 4】

前記スイッチング素子の制御端子と出力端子の間に接続されるオン駆動用コンデンサと、  
前記オフ駆動用スイッチング素子と前記スイッチング素子の制御端子の間に接続される  
オフ駆動用抵抗と、  
を有し、

10

前記制御回路は、前記オフ駆動用スイッチング素子がオンするタイミングの後、前記オン駆動用コンデンサの容量を含む前記スイッチング素子の制御端子と出力端子の間の合成容量と前記オフ駆動用抵抗の抵抗値の積で決まる時定数以上の時間経過後に、前記オフ駆動用スイッチング素子以外で前記スイッチング素子をオフであることを特徴とする請求項 1 に記載の電子装置。

【請求項 5】

前記所定時間は、前記スイッチング素子の入出力端子間電圧に応じて設定されることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の電子装置。

20

【請求項 6】

前記所定時間は、前記スイッチング素子の入出力端子間電圧が低いほど短く設定されることを特徴とする請求項 5 に記載の電子装置。

【請求項 7】

前記所定時間は、前記スイッチング素子の温度に応じて設定されることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の電子装置。

【請求項 8】

前記所定時間は、前記スイッチング素子の温度が低いほど短く設定されることを特徴とする請求項 7 に記載の電子装置。

【請求項 9】

30

前記スイッチング素子の制御端子に接続され、オンすることで前記スイッチング素子の制御端子から電荷を放電するオフ保持用スイッチング素子を有し、

前記制御回路は、前記スイッチング素子の制御端子の電圧がオン、オフの閾値電圧より低いオフ保持閾値以下になると、前記オフ保持用スイッチング素子を制御して前記スイッチング素子のオフ状態を保持することを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の電子装置。

【請求項 10】

前記制御回路は、駆動信号が前記スイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わるタイミングから前記所定時間経過後に、前記オフ保持用スイッチング素子を制御して前記スイッチング素子をオフすることを特徴とする請求項 9 に記載の電子装置。

40

【請求項 11】

前記制御回路は、駆動信号が前記スイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わり、前記オフ保持用スイッチング素子がオンするタイミングの後であって、駆動信号が前記スイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わるタイミングから前記所定時間経過後に、前記オフ保持用スイッチング素子を制御して前記スイッチング素子をオフすることを特徴とする請求項 10 に記載の電子装置。

【請求項 12】

前記スイッチング素子の制御端子に接続され、オンすることで前記スイッチング素子の制御端子から電荷を放電する遮断用スイッチング素子を有し、

前記制御回路は、前記スイッチング素子に異常電流が流れたとき、前記遮断用スイッチ

50

ング素子を制御して前記スイッチング素子をオフすることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の電子装置。

【請求項 1 3】

前記制御回路は、駆動信号が前記スイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わるタイミングから前記所定時間経過後に、前記遮断用スイッチング素子を制御して前記スイッチング素子をオフすることを特徴とする請求項 1 2 に記載の電子装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スイッチング素子と、駆動回路とを備えた電子装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、スイッチング素子と、駆動回路とを備えた電子装置として、例えば特許文献 1 に開示されている電力変換器がある。

【0003】

この電力変換器は、IGBTと、3つのMOSFETと、制御回路とを備えている。第1のMOSFETのソースは駆動回路電源に、ドレインはIGBTのゲートに、ゲートは制御回路にそれぞれ接続されている。第2及び第3のMOSFETのソースはIGBTのエミッタに、ドレインはIGBTのゲートに、ゲートは制御回路にそれぞれ接続されている。

20

【0004】

制御回路は、外部から入力される駆動信号に基づいて3つのMOSFETを制御してIGBTを駆動する。駆動信号がIGBTのオンを指示すると、制御回路は、第1のMOSFETをオンするとともに、第2のMOSFETをオフする。これにより、駆動回路電源からIGBTのゲートに電荷が充電される。その結果、ゲート電圧がオン、オフの閾値電圧より高くなり、IGBTがオンする。

【0005】

一方、駆動信号がIGBTのオフを指示すると、制御回路は、第1のMOSFETをオフするとともに、第2のMOSFETをオンする。これにより、IGBTのゲートから電荷が放電される。その結果、ゲート電圧がオン、オフの閾値電圧より低くなり、IGBTがオフする。そして、ゲート電圧が所定値以下になると、制御回路は、第3のMOSFETをオンする。これにより、IGBTのゲートから電荷がさらに放電され、IGBTのオフ状態が保持される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特許第 3 4 3 0 8 7 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、前述した電力変換器において、IGBTや、第1のMOSFETや、第2のMOSFETが故障した場合、駆動信号がIGBTのオフを指示しているにもかかわらず、IGBTのゲート電圧が低下せず、IGBTをオフできない異常状態が発生することがある。このような異常状態が継続すると、IGBTが発熱し熱破壊する可能性がある。

40

【0008】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、駆動信号がオフを指示しているにもかかわらず、IGBTに相当するスイッチング素子の制御端子の電圧が低下せず、スイッチング素子をオフできない場合であっても、スイッチング素子の熱破壊を防止できる電子装置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】

50

## 【 0 0 0 9 】

そこで、本発明者らは、この課題を解決すべく鋭意研究し試行錯誤を重ねた結果、駆動信号がスイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わるタイミングから所定時間経過後に、オフ駆動用スイッチング素子以外でスイッチング素子をオフすることで、駆動信号がスイッチング素子のオフを指示しているにもかかわらず、制御端子の電圧が低下せず、スイッチング素子をオフできない場合であっても、スイッチング素子の熱破壊を防止できることを見出し、本発明を完成するに至った。

## 【 0 0 1 0 】

すなわち、請求項1に記載の電子装置は、制御端子の電圧を制御することで駆動されるスイッチング素子と、スイッチング素子の制御端子に接続され、オンすることでスイッチング素子の制御端子に電荷を充電するオン駆動用スイッチング素子と、スイッチング素子の制御端子に接続され、オンすることでスイッチング素子の制御端子から電荷を放電するオフ駆動用スイッチング素子と、入力される駆動信号に基づいてオン駆動用スイッチング素子とオフ駆動用スイッチング素子を制御することで、スイッチング素子の制御端子の電圧を制御してスイッチング素子を駆動する制御回路と、を備えた電子装置において、制御回路は、駆動信号がスイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わり、オフ駆動用スイッチング素子がオンするタイミングの後であって、駆動信号がスイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わるタイミングから所定時間経過後に、オフ駆動用スイッチング素子の動作状態に関係なく、オフ駆動用スイッチング素子以外でスイッチング素子をオフすることを特徴とする。

## 【 0 0 1 1 】

この構成によれば、正常状態において、駆動信号がスイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わると、制御回路は、オン駆動用スイッチング素子をオフするとともに、オフ駆動用スイッチング素子をオンする。これにより、スイッチング素子の制御端子から電荷が放電される。その結果、制御端子の電圧がオン、オフの閾値電圧より低くなり、その後、スイッチング素子がオフする。ところで、スイッチング素子や、オン駆動スイッチング素子や、オフ駆動用スイッチング素子が故障した場合、駆動信号がスイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わっても、スイッチング素子の制御端子の電圧が低下しない異常状態が発生することがある。この場合、スイッチング素子はオフしない。しかし、制御回路は、駆動信号がスイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わり、オフ駆動用スイッチング素子がオンするタイミングの後であって、駆動信号がオン指示からオフ指示に切替わるタイミングから所定時間経過後に、前記オフ駆動用スイッチング素子の動作状態に関係なく、オフ駆動用スイッチング素子以外でスイッチング素子をオフする。そのため、オフ駆動用スイッチング素子をオンするという制御回路の動作に影響を与えることなく、スイッチング素子の制御端子の電圧が低下しない場合であっても、スイッチング素子をオフすることができる。従って、スイッチング素子の熱破壊を防止できる。

## 【 0 0 1 3 】

請求項2に記載の電子装置は、制御回路は、駆動信号がスイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わり、オン駆動用スイッチング素子がオフするタイミングの後であって、駆動信号がスイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わるタイミングから所定時間経過後に、オフ駆動用スイッチング素子以外でスイッチング素子をオフすることを特徴とする。この構成によれば、駆動信号がスイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わると、制御回路は、オン駆動用スイッチング素子をオフする。そして、その後、オフ駆動用スイッチング素子以外でスイッチング素子をオフする。そのため、オン駆動用スイッチング素子をオフするという制御回路の動作に影響を与えることなく、スイッチング素子の制御端子の電圧が低下しない場合であっても、スイッチング素子をオフすることができる。

## 【 0 0 1 4 】

請求項3に記載の電子装置は、制御回路は、所定時間経過前に、駆動信号がスイッチング素子のオフ指示からオン指示に切替わったときには、オフ駆動用スイッチング素子以外

でスイッチング素子をオフしないことを特徴とする。この構成によれば、所定時間経過前に、駆動信号がスイッチング素子のオフ指示からオン指示に切替わったときには、もはやスイッチング素子をオフする必要がない。そのため、スイッチング素子を駆動信号に応じてオンさせることができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 4 に記載の電子装置は、スイッチング素子の制御端子と出力端子の間に接続されるオン駆動用コンデンサと、オフ駆動用スイッチング素子とスイッチング素子の制御端子の間に接続されるオフ駆動用抵抗と、を有し、制御回路は、オフ駆動用スイッチング素子がオンするタイミングの後、オン駆動用コンデンサの容量を含むスイッチング素子の制御端子と出力端子の間の合成容量とオフ駆動用抵抗の抵抗値の積で決まる時定数以上の時間経過後に、オフ駆動用スイッチング素子以外でスイッチング素子をオフであることを特徴とする。この構成によれば、駆動信号がスイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わると、制御回路は、オフ駆動用スイッチング素子をオンする。これにより、スイッチング素子の制御端子から電荷が放電される。オン駆動用コンデンサの容量を含むスイッチング素子の制御端子と出力端子の間の合成容量とオフ駆動用抵抗の抵抗値の積で決まる時定数以上の時間経過すると、電荷が十分に放電される。そして、その後、オフ駆動用スイッチング素子以外でスイッチング素子をオフする。そのため、オフ駆動用スイッチング素子によってスイッチング素子の制御端子から電荷を放電するという制御回路の動作に影響を与えることなく、スイッチング素子の制御端子の電圧が低下しない場合であっても、スイッチング素子をオフすることができる。

【 0 0 1 6 】

請求項 5 に記載の電子装置は、所定時間は、スイッチング素子の入出力端子間電圧に応じて設定されることを特徴とする。この構成によれば、スイッチング素子の制御端子は、入出力端子との間の浮遊容量を介しても充電される。入出力端子との間の浮遊容量を介してスイッチング素子の制御端子に充電される電荷は、入出力端子間電圧に応じて変化する。そのため、電荷の放電時間も、入出力端子間電圧に応じて変化する。従って、所定時間を適切に設定することができる。

【 0 0 1 7 】

請求項 6 に記載の電子装置は、所定時間は、スイッチング素子の入出力端子間電圧が低いほど短く設定されることを特徴とする。この構成によれば、入出力端子との間の浮遊容量を介してスイッチング素子の制御端子に充電される電荷は、入出力端子間電圧が低いほど少なくなる。そのため、電荷の放電時間も、入出力端子間電圧が低いほど短くなる。従って、所定時間をより適切に設定することができる。

【 0 0 1 8 】

請求項 7 に記載の電子装置は、所定時間は、スイッチング素子の温度に応じて設定されることを特徴とする。この構成によれば、スイッチング素子の制御端子の電荷の放電時間は、スイッチング素子の温度に応じて変化する。従って、所定時間を適切に設定することができる。

【 0 0 1 9 】

請求項 8 に記載の電子装置は、所定時間は、スイッチング素子の温度が低いほど短く設定されることを特徴とする。この構成によれば、スイッチング素子の制御端子の電荷の放電時間は、スイッチング素子の温度が低いほど短くなる。従って、所定時間をより適切に設定することができる。

【 0 0 2 0 】

請求項 9 に記載の電子装置は、スイッチング素子の制御端子に接続され、オンすることでスイッチング素子の制御端子から電荷を放電するオフ保持用スイッチング素子を有し、制御回路は、スイッチング素子の制御端子の電圧がオン、オフの閾値電圧より低いオフ保持閾値以下になると、オフ保持用スイッチング素子を制御してスイッチング素子のオフ状態を保持することを特徴とする。この構成によれば、スイッチング素子のオフ状態を保持することができる。

## 【 0 0 2 1 】

請求項 1 0 に記載の電子装置は、制御回路は、駆動信号がスイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わるタイミングから所定時間経過後に、オフ保持用スイッチング素子を制御してスイッチング素子をオフすることを特徴とする。この構成によれば、スイッチング素子の制御端子の電圧が低下しない場合であっても、オフ保持用スイッチング素子を利用してスイッチング素子をオフすることができる。そのため、回路構成を簡素化することができる。

## 【 0 0 2 2 】

請求項 1 1 に記載の電子装置は、制御回路は、駆動信号がスイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わり、オフ保持用スイッチング素子がオンするタイミングの後であって、駆動信号がスイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わるタイミングから所定時間経過後に、オフ保持用スイッチング素子を制御してスイッチング素子をオフすることを特徴とする。この構成によれば、駆動信号がスイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わり、スイッチング素子の制御端子の電圧がオフ保持閾値以下になると、制御回路は、オフ保持用スイッチング素子をオンする。そして、その後、オフ保持用スイッチング素子でスイッチング素子をオフする。そのため、スイッチング素子の制御端子の電圧がオフ保持閾値以下になるとオフ保持用スイッチング素子をオンするという制御回路の動作に影響を与えることなく、スイッチング素子の制御端子の電圧が低下しない場合であっても、スイッチング素子をオフすることができる。

## 【 0 0 2 3 】

請求項 1 2 に記載の電子装置は、スイッチング素子の制御端子に接続され、オンすることでスイッチング素子の制御端子から電荷を放電する遮断用スイッチング素子を有し、制御回路は、スイッチング素子に異常電流が流れたとき、遮断用スイッチング素子を制御してスイッチング素子をオフすることを特徴とする。この構成によれば、スイッチング素子に異常電流が流れた場合であっても、スイッチング素子を保護することができる。

## 【 0 0 2 4 】

請求項 1 3 に記載の電子装置は、制御回路は、駆動信号がスイッチング素子のオン指示からオフ指示に切替わるタイミングから所定時間経過後に、遮断用スイッチング素子を制御してスイッチング素子をオフすることを特徴とする。この構成によれば、スイッチング素子の制御端子の電圧が低下しない場合であっても、遮断用スイッチング素子を利用してスイッチング素子をオフすることができる。そのため、回路構成を簡素化することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 5 】

【 図 1 】 本実施形態におけるモータ制御装置の回路図である。

【 図 2 】 図 1 における制御装置の回路図である。

【 図 3 】 正常状態における駆動信号、オン駆動用 F E T、オフ駆動用 F E T、オフ保持用 F E T 及び I G B T のタイミングチャートである。

【 図 4 】 I G B T のゲート電圧が低下しない異常状態における駆動信号、オン駆動用 F E T、オフ駆動用 F E T、オフ保持用 F E T 及び I G B T のタイミングチャートである。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 6 】

次に実施形態を挙げ、本発明をより詳しく説明する。本実施形態では、本発明に係る電子装置を、車両に搭載され、車両駆動用モータを制御するモータ制御装置に適用した例を示す。

## 【 0 0 2 7 】

まず、図 1 を参照して本実施形態のモータ制御装置の構成について説明する。ここで、図 1 は、本実施形態におけるモータ制御装置の回路図である。

## 【 0 0 2 8 】

図 1 に示すモータ制御装置 1 ( 電子装置 ) は、車体から絶縁された高電圧バッテリー B 1

10

20

30

40

50

の出力する直流高電圧（例えば288V）を3相交流電圧に変換して車両駆動用モータM1に供給し、車両駆動用モータM1を制御する装置である。モータ制御装置1は、平滑コンデンサ10と、インバータ装置11と、制御装置12とを備えている。

【0029】

平滑コンデンサ10は、高電圧バッテリーB1の直流高電圧を平滑化するための素子である。平滑コンデンサ10の一端は、高電圧バッテリーB1の正極端子に接続されている。また、他端は、高電圧バッテリーB1の負極端子に接続されている。さらに、高電圧バッテリーB1の負極端子は、車体から絶縁された高電圧バッテリー用のグラウンドに接続されている。

【0030】

インバータ装置11は、平滑コンデンサ10によって平滑化された直流電圧を3相交流電圧に変換して車両駆動用モータM1に供給する装置である。インバータ装置11は、IGBT110a~110f（スイッチング素子）と、電流センス抵抗111a~111fとを備えている。

10

【0031】

IGBT110a~110fは、ゲート（制御端子）の電圧を制御することで駆動され、オン、オフすることで平滑コンデンサ10に平滑化された直流電圧を3相交流電圧に変換するためのスイッチング素子である。IGBT110a~110fは、コレクタ電流に比例し、コレクタ電流より小さい電流が流れる電流センス端子を備えている。IGBT110a、110d、IGBT110b、110e及びIGBT110c、110fはそれぞれ直列接続されている。具体的には、IGBT110a~110cのエミッタが、IGBT110d~110fのコレクタにそれぞれ接続されている。直列接続された3組のIGBT110a、110d、IGBT110b、110e及びIGBT110c、110fは並列接続されている。IGBT110a~110cのコレクタは平滑コンデンサ10の一端に、IGBT110d~110fのエミッタは平滑コンデンサ10の他端にそれぞれ接続されている。また、IGBT110a~110fのゲートとエミッタは制御装置12にそれぞれ接続されている。さらに、直列接続されたIGBT110a、110d、IGBT110b、110e及びIGBT110c、110fの直列接続点は、車両駆動用モータM1にそれぞれ接続されている。

20

【0032】

電流センス抵抗111a~111fは、IGBT110a~110fに流れる電流を電圧に変換するための素子である。具体的には、電流センス端子に流れる電流を電圧に変換する素子である。電流センス抵抗111a~111fの一端はIGBT110a~110fの電流センス端子に、他端はIGBT110a~110fのエミッタにそれぞれ接続されている。また、電流センス抵抗111a~111fの両端は、制御装置12にそれぞれ接続されている。

30

【0033】

制御装置12は、IGBT110a~110fを制御する装置である。制御装置12は、IGBT110a~110fのゲートとエミッタにそれぞれ接続されている。また、IGBT110a~110fに流れる電流を検出するため、電流センス抵抗111a~111fの両端にそれぞれ接続されている。

40

【0034】

次に、図2を参照して制御装置について詳細に説明する。ここで、図2は、図1における制御装置の回路図である。具体的には、1つのIGBTに対する回路部分を示す回路図である。

【0035】

図2に示すように、制御装置12は、IGBT110dに対して、駆動用電源回路120と、オン駆動用回路121と、オフ駆動用回路122と、オフ保持用回路123と、遮断用回路124と、過電流検出回路126と、短絡検出回路127と、制御回路128とを備えている。制御装置12は、他のIGBT110a~110c、110e、110fに対しても、それぞれ同様に、駆動用電源回路と、オン駆動用回路と、オフ駆動用回路と

50

、オフ保持用回路と、遮断用回路と、過電流検出回路と、短絡検出回路と、制御回路とを備えている。

【0036】

駆動用電源回路120は、IGBT110dを駆動するための電圧を供給する回路である。駆動用電源回路120は、電源回路(図略)から供給される電圧を安定化して出力する。駆動用電源回路120の入力端子は、電源回路に接続されている。また、正極端子はオン駆動用回路121に接続されている。さらに、負極端子は車体から絶縁された高電圧バッテリー用のグラウンドに接続され、高電圧バッテリー用のグラウンドを介してIGBT110dのエミッタに接続されている。加えて、制御端子は、制御回路128に接続されている。

10

【0037】

オン駆動用回路121は、IGBT110dをオンするための回路である。具体的には、IGBT110dのゲートに電荷を充電して、ゲート電圧をオン、オフする閾値電圧より高くし、IGBT110dをオンする回路である。オン駆動回路121は、オン駆動用FET121a(オン駆動用スイッチング素子)と、オン駆動用抵抗121bと、オン駆動用コンデンサ121cとを備えている。

【0038】

オン駆動用FET121aは、ゲートの電圧を制御することで駆動され、オンすることでIGBTのゲートに電荷を充電するスイッチング素子である。具体的には、PチャンネルMOSFETである。オン駆動用FET121aのソースは、駆動用電源回路120の正極端子に接続されている。また、ドレインは、オン駆動用抵抗121bを介してIGBT110dのゲートに接続されている。さらに、ゲートは、制御回路128に接続されている。オン駆動用コンデンサ121cの一端はIGBT110dのゲートに接続されている。また、他端は、車体から絶縁された高電圧バッテリー用のグラウンドに接続され、高電圧バッテリー用のグラウンドを介して駆動用電源回路120の負極端子とIGBT110dのエミッタ(出力端子)に接続されている。

20

【0039】

オフ駆動用回路122は、IGBT110dをオフするための回路である。具体的には、IGBT110dのゲートから電荷を放電して、ゲート電圧をオン、オフする閾値電圧より低くし、IGBT110dをオフする回路である。オフ駆動用回路122は、オフ駆動用FET122a(オフ駆動用スイッチング素子)と、オフ駆動用抵抗122bとを備えている。

30

【0040】

オフ駆動用FET122aは、ゲートの電圧を制御することで駆動され、オンすることでIGBT110dのゲートから電荷を放電するスイッチング素子である。具体的には、NチャンネルMOSFETである。オフ駆動用FET122aのソースは、車体から絶縁された高電圧バッテリー用のグラウンドに接続され、高電圧バッテリー用のグラウンドを介して駆動用電源回路120の負極端子とIGBT110dのエミッタに接続されている。また、ドレインは、オフ駆動用抵抗122bを介してIGBT110dのゲートに接続されている。さらに、ゲートは、制御回路128に接続されている。

40

【0041】

オフ保持用回路123は、IGBT110dのオフ状態を保持する回路である。具体的には、IGBT110dのゲート電圧がオン、オフの閾値電圧より低いオフ保持閾値以下になると、オフ駆動用回路122に比べ速やかにIGBT110dのゲートから電荷を放電して、ゲート電圧をオン、オフする閾値電圧より低くし、IGBT110dのオフ状態を保持する回路である。オフ保持用回路123は、オフ保持用FET123a(オフ保持用スイッチング素子)と、ゲート抵抗123bとを備えている。

【0042】

オフ保持用FET123aは、ゲートの電圧を制御することで駆動され、オンすることでIGBT110dのゲートから電荷を放電するスイッチング素子である。具体的には、

50



NチャンネルMOSFETである。オフ保持用FET123aのソースは、車体から絶縁された高電圧バッテリー用のグランドに接続され、高電圧バッテリー用のグランドを介して駆動用電源回路120の負極端子とIGBT110dのエミッタに接続されている。また、ドレインは、IGBT110dのゲートに接続されている。さらに、ゲートは、ゲート抵抗123bを介して制御回路128に接続されている。

#### 【0043】

遮断用回路124は、IGBT110dに異常電流が流れたとき、IGBT110dをオフする回路である。具体的には、IGBT110dに過電流又は短絡電流（異常電流）が流れたとき、オフ駆動用回路122に比べ緩やかにIGBT110dのゲートから電荷を放電して、ゲート電圧をオン、オフする閾値電圧より低くし、IGBT110dのオフ

10

#### 【0044】

遮断用FET124aは、ゲートの電圧を制御することで駆動され、オンすることでIGBT110dのゲートから電荷を放電するスイッチング素子である。具体的には、NチャンネルMOSFETである。遮断用FET124aのソースは、車体から絶縁された高電圧バッテリー用のグランドに接続され、高電圧バッテリー用のグランドを介して駆動用電源回路120の負極端子とIGBT110dのエミッタに接続されている。また、ドレインは、遮断用抵抗124bを介してIGBTのゲートに接続されている。さらに、ゲートは、

20

#### 【0045】

過電流検出回路126は、IGBT110dに過電流が流れているか否かを検出する回路である。具体的には、IGBT110dに流れる電流が過電流閾値より大きくなると、IGBT110dに過電流が流れていると判断する回路である。過電流検出回路126の入力端子は、電流センス抵抗111dの一端に接続されている。また、出力端子は、制御回路128に接続されている。

#### 【0046】

短絡検出回路127は、IGBT110dが短絡状態にあるか否かを検出する回路である。具体的には、IGBT110dに流れる電流が、過電流閾値より大きい短絡電流閾値より大きくなると、IGBT110a、110dがともにオンした短絡状態となり、IGBT110dに短絡電流が流れていると判断する回路である。短絡検出回路127の入力端子は、電流センス抵抗111dの一端に接続されている。また、出力端子は、制御回路128に接続されている。

30

#### 【0047】

制御回路128は、外部から入力される駆動信号に基づいてオン駆動用回路121とオフ駆動用回路122を制御して、IGBT110dを駆動するとともに、IGBT110dのゲート電圧に基づいてオフ保持用回路123を制御して、IGBT110dのオフ状態を保持する回路である。また、IGBT110dに過電流が流れたり、IGBT110dが短絡状態になったりした場合に、遮断用回路124を制御してIGBT110dをオフする回路でもある。さらに、駆動信号がIGBT110dのオン指示からオフ指示に切替わるタイミングから所定時間経過後に、オフ駆動回路122以外の回路、具体的にはオフ保持回路123を利用してIGBT110dをオフする回路でもある。制御回路128は、オン駆動用FET121a及びオフ駆動用FET122aのゲートにそれぞれ接続されている。また、IGBT110dのゲートに接続されるとともに、ゲート抵抗123bを介してオフ保持用FET123aのゲートに接続されている。さらに、過電流検出回路126及び短絡検出回路127の出力端子、並びに、遮断用FET124aのゲートにそれぞれ接続されている。

40

#### 【0048】

ここで、駆動用電源回路120、オン駆動用FET120a、オフ駆動用FET122a、遮断用FET124a、過電流検出回路126、短絡検出回路127及び制御回路1

50

28は、ICとして一体的に構成されている。

【0049】

次に、図1を参照してモータ制御装置の動作について説明する。車両のイグニッションスイッチ（図略）がオンすると、図1に示すモータ制御装置1が動作を開始する。高電圧バッテリーB1の直流高電圧は、平滑コンデンサ10によって平滑化される。制御装置12は、外部から入力される駆動信号に基づいて、インバータ装置11を構成するIGBT110a～110fを制御する。具体的には、IGBT110a～110fを所定周期でオン、オフする。インバータ装置11は、平滑コンデンサ10によって平滑化された直流高電圧を3相交流電圧に変換して車両駆動用モータM1に供給する。このようにして、モータ制御装置1が車両駆動用モータM1を制御する。

10

【0050】

次に、図2～図4を参照して正常状態におけるIGBTの駆動動作と、IGBTに異常電流が流れた場合、駆動信号がIGBTのオフを指示しているにもかかわらず、IGBTをゲート電圧が低下せず、IGBTをオフできない異常状態が発生した場合におけるIGBTの駆動動作について説明する。ここで、図3は、正常状態における駆動信号、オン駆動用FET、オフ駆動用FET、オフ保持用FET及びIGBTのタイミングチャートである。図4は、IGBTのゲート電圧が低下しない異常状態における駆動信号、オン駆動用FET、オフ駆動用FET、オフ保持用FET及びIGBTのタイミングチャートである。具体的には、IGBTの故障により、オン駆動用FETがオフしてもゲート電圧が低下しない異常状態におけるタイミングチャートである。なお、図3及び図4において、t1～t9は同一のタイミングを示す。

20

【0051】

図2に示すように、制御回路128は、外部から入力される駆動信号に基づいてオン駆動用FET121aとオフ駆動用FET122aを制御してIGBT110dを駆動する。

【0052】

図3に示すように、駆動信号がIGBT110dのオンを指示する(t1)と、制御回路128は、オフ駆動用FET122aをオフする(t2)とともに、オン駆動用FET121aをオンする(t3)。これにより、駆動用電源回路120からオン駆動用抵抗121bを介してIGBT110dのゲートに電荷が充電される。その結果、ゲート電圧がオン、オフする閾値電圧より高くなり、IGBT110dがオンする(t4)。

30

【0053】

一方、駆動信号がIGBT110dのオフを指示すると(t5)、制御回路128は、オン駆動用FET121aをオフする(t6)とともに、オフ駆動用FET122aをオンする(t7)。これにより、IGBT110dのゲートからオフ駆動用抵抗122bを介して電荷が放電される。その結果、ゲート電圧がオン、オフする閾値電圧より低くなり、IGBT110dがオフする(t8)。そして、ゲート電圧がオン、オフする閾値電圧より低いオフ保持閾値以下になると、制御回路128は、オフ保持用FET123aをオンする(t9)。これにより、IGBT110dのゲートからオフ保持用FET123aを介して電荷がさらに放電され、IGBT110dのオフ状態が保持される。

40

【0054】

ところで、図2において、IGBT110dに流れる電流が過電流閾値より大きくなると、過電流検出回路126は、IGBT110dに過電流が流れていると判断する。過電流検出回路126が過電流と判断すると、制御回路128は、遮断用FET124aをオンする。これにより、IGBT110dのゲートから遮断抵抗124bを介して電荷が放電される。その結果、ゲート電圧が、オフ駆動回路122に比べ緩やかにオン、オフする閾値電圧より低くなり、IGBT110dがオフする。

【0055】

また、IGBT110dに流れる電流が短絡電流閾値より大きくなると、短絡検出回路127は、IGBT、110a、110dがともにオンした短絡状態にあると判断する。

50

短絡検出回路127が短絡状態と判断すると、制御回路128は、過電流と判断した場合と同様に、遮断用FET124aをオンし、IGBT110dをオフする。

【0056】

さらに、IGBT110dの故障によりゲート電圧が低下しない異常状態が発生すると、図4に示すように、駆動信号がIGBT110dのオフを指示し(t5)、制御回路128が、オン駆動用FET121aがオフする(t6)とともに、オフ駆動用FET122aがオンしても(t7)、正常状態においてIGBT110dがオフするタイミング(t8)では、IGBT110dはオフしない。しかし、制御回路128は、正常時に、オン駆動用FET121aがオフするタイミング(t6)、オフ駆動用FET122aがオンするタイミング(t7)、及び、オフ保持用FET123aがオンするタイミング(t9)の後であって、駆動信号がIGBT110dのオン指示からオフ指示に切替わるタイミング(t5)から一定の時間T<sub>off</sub>(所定時間)の経過後に、オフ保持用FET123aをオンする(t10)。これにより、IGBT110dのゲートからオフ保持用FET123aを介して電荷が速やかに放電される。その結果、ゲート電圧がオン、オフする閾値電圧より低くなり、IGBT110dが強制的にオフする(t10)。そのため、駆動信号がIGBT110dのオフを指示しているにもかかわらず、IGBT110dが故障してゲート電圧が低下せず、IGBT110dをオフできない場合であっても、IGBT110dを確実にオフできる。

10

【0057】

なお、一定の時間T<sub>off</sub>の経過前(所定時間経過前)に、駆動信号がIGBT110dのオフ指示からオン指示に切替わったときには、オフ保持用FET123aをオンしてIGBT110dを強制的にオフすることはしない。

20

【0058】

ここで、オフ駆動用FET122aがオンするタイミング(t7)から、オフ保持用FET123aがオンするタイミング(t10)までの時間は、図2におけるオン駆動用コンデンサ121cの容量を含むIGBT110dのゲート-エミッタ間の合成容量と、オフ駆動用抵抗122bの抵抗値の積で決まる時定数以上の時間に設定されている。つまり、制御回路128は、オフ駆動用FET122aがオンした後、オン駆動用コンデンサ121cの容量を含むIGBT110dのゲート-エミッタ間の合成容量と、オフ駆動用抵抗122bの抵抗値の積で決まる時定数以上の時間経過後に、オフ保持用FET123aをオンしてIGBT110dを強制的にオフする。

30

【0059】

次に、効果について説明する。本実施形態によれば、正常状態において、駆動信号がIGBT110dのオン指示からオフ指示に切替わると、制御回路128は、オン駆動用FET121aをオフするとともに、オフ駆動用FET122aをオンする。これにより、IGBT110dのゲートから電荷が放電される。その結果、図3に示すように、ゲート電圧がオン、オフの閾値電圧より低くなり、その後、IGBT110dがオフする(t8)。IGBT110dの故障によりゲート電圧が低下しない異常状態が発生すると、図4に示すように、正常状態においてIGBT110dがオフするタイミング(t8)では、IGBT110dはオフしない。しかし、制御回路128は、駆動信号がオン指示からオフ指示に切替わるタイミング(t5)から一定の時間T<sub>off</sub>経過後に、オフ駆動用FET122a以外(オフ駆動用スイッチング素子以外)、具体的にはオフ保持用FET123aでIGBT110dをオフする(t10)。そのため、IGBT110dのゲート電圧が低下しない場合であっても、IGBT110dをオフすることができる。従って、IGBT110dの熱破壊を防止できる。

40

【0060】

本実施形態によれば、図4に示すように、駆動信号がIGBT110dのオン指示からオフ指示に切替わる(t5)と、制御回路128は、オフ駆動用FET122aをオンする(t7)。そして、その後、オフ駆動用FET122a以外、具体的にはオフ保持用FET123aでIGBT110dをオフする(t10)。そのため、オフ駆動用FET1

50

22aをオンするという制御回路128の動作に影響を与えることなく、IGBT110dのゲート電圧が低下しない場合であっても、IGBT110dをオフすることができる。

【0061】

本実施形態によれば、図4に示すように、駆動信号がIGBT110dのオン指示からオフ指示に切替わる(t5)と、制御回路128は、オン駆動用FET121aをオフする(t6)。そして、その後、オフ駆動用FET122a以外、具体的にはオフ保持用FET123aでIGBT110dをオフする(t10)。そのため、オン駆動用FET121aをオフするという制御回路128の動作に影響を与えることなく、IGBT110dのゲート電圧が低下しない場合であっても、IGBT110dをオフすることができる。

10

【0062】

本実施形態によれば、一定の時間T<sub>off</sub>の経過前に、駆動信号がIGBT110dのオフ指示からオン指示に切替わったときには、オフ保持用FET123aをオンしてIGBT110dを強制的にオフすることはしない。時間T<sub>off</sub>経過前に、駆動信号がIGBT110dのオフ指示からオン指示に切替わったときには、もはやIGBT110dをオフする必要がない。そのため、IGBT110dを駆動信号に応じてオンさせることができる。

【0063】

本実施形態によれば、駆動信号がIGBT110dのオン指示からオフ指示に切替わると、制御回路128は、オフ駆動用FET122aをオンする。これにより、IGBT110dのゲートから電荷が放電される。オン駆動用コンデンサ121cの容量を含むIGBT110dのゲートと出力端子の間の合成容量とオフ駆動用抵抗の抵抗値の積で決まる時定数以上の時間経過すると、IGBT110dのゲートの電荷が十分に放電される。そして、その後、オフ駆動用FET122a以外でIGBT110dをオフする。そのため、オフ駆動用FET122aによってIGBT110dのゲートから電荷を放電するという制御回路128の動作に影響を与えることなく、IGBT110dのゲート電圧が低下しない場合であっても、IGBT110dをオフすることができる。

20

【0064】

本実施形態によれば、オフ保持用FET123aを有することで、IGBT110dのオフ状態を保持することができる。

30

【0065】

本実施形態によれば、IGBT110dのゲート電圧が低下しない場合であっても、オフ保持用FET123aを利用してIGBT110dをオフすることができる。そのため、回路構成を簡素化することができる。

【0066】

本実施形態によれば、図4に示すように、駆動信号がIGBT110dのオン指示からオフ指示に切替わり、IGBT110dのゲート電圧がオフ保持閾値以下になると、制御回路128は、オフ保持用FET123aをオンする(t9)。そして、その後、オフ保持用FET123aでIGBT110dを強制的にオフする(t10)。そのため、IGBT110dのゲート電圧がオフ保持閾値以下になるとオフ保持用FET123aをオンするという制御回路128の動作に影響を与えることなく、IGBT110dのゲート電圧が低下しない場合であっても、IGBT110dをオフすることができる。

40

【0067】

なお、本実施形態では、駆動信号がIGBT110dのオン指示からオフ指示に切替わるタイミングから一定の時間T<sub>off</sub>経過後に、オフ保持用FET123aをオンしてIGBT110dを強制的にオフする例を挙げているが、これに限られるものではない。時間T<sub>off</sub>は、IGBT110dのコレクタ-エミッタ間電圧(入出力端子間電圧)に応じて設定されるようにしてもよい。IGBT110dのコレクタ-エミッタ間電圧が低いほど短く設定されるようにするとより好ましい。IGBTのゲートは、コレクタ、エミ

50

ッタとの間の浮遊容量を介しても充電される。コレクタ、エミッタとの間の浮遊容量を介して IGBT のゲートに充電される電荷は、コレクタ - エミッタ間電圧が低いほど少なくなる。そのため、電荷の放電時間も、コレクタ - エミッタ電圧が低いほど短くなる。従って、時間  $T_{off}$  を適切に設定することができる。

【0068】

また、時間  $T_{off}$  は、IGBT 110d の温度に応じて設定されるようにしてもよい。IGBT 110d の温度が低いほど短く設定されるようにするとより好ましい。IGBT 110d のゲートの電荷の放電時間は、IGBT 110d の温度が低いほど短くなる。従って、時間  $T_{off}$  を適切に設定することができる。

【0069】

また、本実施形態では、オフ保持用 FET 123a を利用して IGBT 110d を強制的にオフする例を挙げているが、これに限られるものではない。制御装置 12 には、IGBT 110d に異常電流が流れたとき、IGBT 110d をオフする遮断用 FET 124a がある。オフ保持用 FET 123a の場合と同様に、この遮断用 FET 124a を利用して IGBT 110d を強制的にオフしてもよい。IGBT 110d のゲート電圧が低下しない場合であっても、IGBT 110d をオフすることができる。回路構成を簡素化することもできる。

【符号の説明】

【0070】

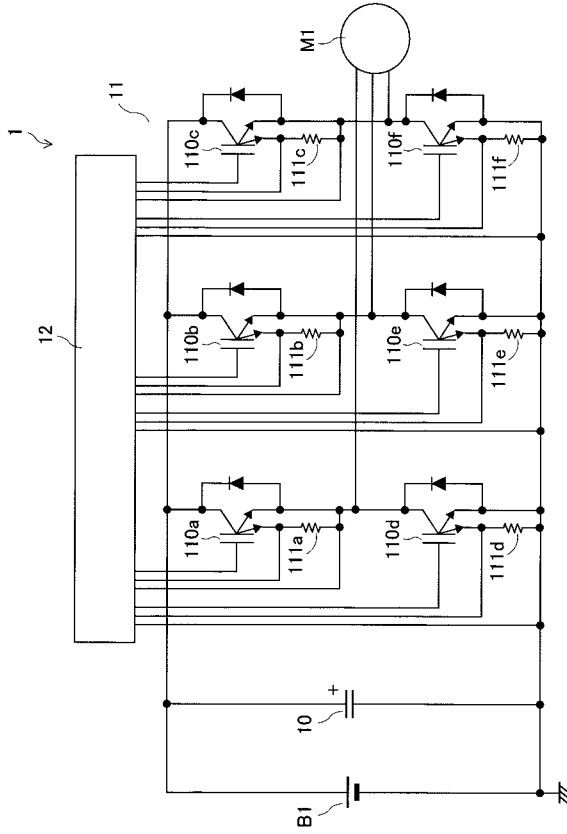
1・・・モータ制御装置（電子装置）、10・・・平滑コンデンサ、11・・・インバータ装置、110a～110f・・・IGBT（スイッチング素子）、111a～111f・・・電流センス抵抗、12・・・制御装置、120・・・駆動用電源回路、121・・・オン駆動用回路、121a・・・オン駆動用 FET（オン駆動用スイッチング素子）、121b・・・オン駆動用抵抗、121c・・・オン駆動用コンデンサ、122・・・オフ駆動用回路、122a・・・オフ駆動用 FET（オフ駆動用スイッチング素子）、122b・・・オフ駆動用抵抗、123・・・オフ保持用回路、123a・・・オフ保持用 FET（オフ保持用スイッチング素子）、123b・・・ゲート抵抗、124・・・遮断用回路、124a・・・遮断用 FET（遮断用スイッチング素子）、124b・・・遮断用抵抗、126・・・過電流検出回路、127・・・短絡検出回路、128・・・制御回路、B1・・・高電圧バッテリー、M1・・・車両駆動用モータ

10

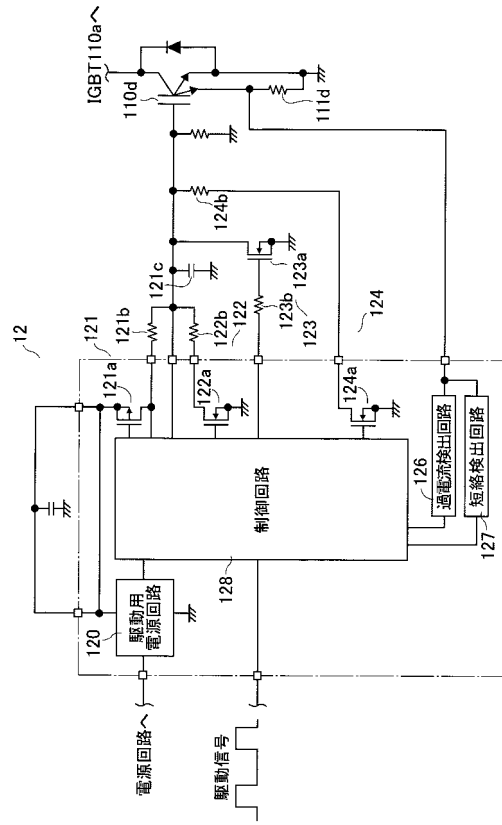
20

30

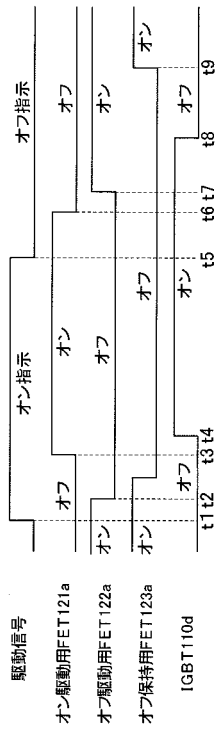
【図1】



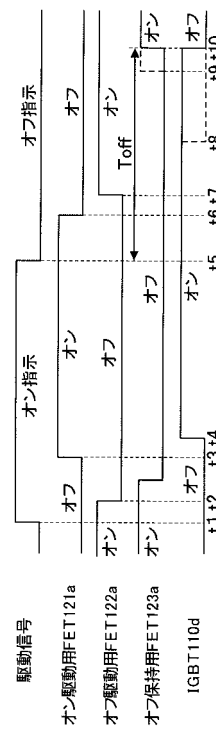
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-034746(JP,A)  
特開2009-290287(JP,A)  
特開平11-097994(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03K 17/00 - 17/70  
H02M 1/08