【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第７部門第４区分
【発行日】令和6年8月14日(2024.8.14)

【国際公開番号】WO2023/119574
【出願番号】特願2023-568950(P2023-568950)
【国際特許分類】
H02M 1/08(2006.01)
【FI】
H02M 1/08 A

【手続補正書】
【提出日】令和6年5月31日(2024.5.31)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
制御電極の電圧に応じて第１の主電極から第２の主電極に流れる電流が制御される半導体素子の駆動装置であって、
前記半導体素子のオンオフを制御するゲート信号に応じて、前記半導体素子をオンするための第１電圧と、前記半導体素子をオフするための第２電圧との一方を前記制御電極に対して出力するための駆動回路と、
前記半導体素子のオン期間における異常発生時に前記半導体素子をターンオフする保護動作を実行するための保護回路と、
ターンオン指令に応じた前記半導体素子の駆動状態に応じて、前記保護回路による前記保護動作の態様を切替える選択回路とを備え、
前記選択回路は、前記オン期間において、前記ゲート信号に応じて前記半導体素子のターンオンが開始されたタイミングからの経過時間が予め定められた第１の時間以下であるときには第１の保護動作を実行する一方で、前記経過時間が前記第１の時間を超えると第２の保護動作を実行する様に、前記保護回路に対して選択信号を出力し、
前記保護回路は、前記選択信号によって前記第１の保護動作が指示される第１の期間では、前記半導体素子の異常検知に応じて、前記第２電圧を前記制御電極に出力する様に前記駆動回路を制御する一方で、前記選択信号によって前記第２の保護動作が指示される第２の期間では、前記半導体素子の異常検知に応じて、前記制御電極に対して第３電圧が出力される期間が設けられた後に、前記第２電圧を前記制御電極に出力する様に前記駆動回路を制御し、
前記第３電圧は、前記第１電圧及び前記第２電圧の間の電圧である、駆動装置。
【請求項２】
制御電極の電圧に応じて第１の主電極から第２の主電極に流れる電流が制御される半導体素子の駆動装置であって、
前記半導体素子のオンオフを制御するゲート信号に応じて、前記半導体素子をオンするための第１電圧と、前記半導体素子をオフするための第２電圧との一方を前記制御電極に対して出力するための駆動回路と、
前記半導体素子のオン期間における異常発生時に前記半導体素子をターンオフする保護動作を実行するための保護回路と、
ターンオン指令に応じた前記半導体素子の駆動状態に応じて、前記保護回路による前記保護動作の態様を切替える選択回路とを備え、

前記選択回路は、前記オン期間において、前記制御電極の電圧又は電流が予め定められた基準値に達するまでは第１の保護動作を実行する一方で、前記制御電極の電圧又は電流が前記基準値に達した後では第２の保護動作を実行する様に、前記保護回路に対して選択信号を出力し、

前記保護回路は、前記選択信号によって前記第１の保護動作が指示される第１の期間では、前記半導体素子の異常検知に応じて、前記第２電圧を前記制御電極に出力する様に前記駆動回路を制御する一方で、前記選択信号によって前記第２の保護動作が指示される第２の期間では、前記半導体素子の異常検知に応じて、前記制御電極に対して第３電圧が出力される期間が設けられた後に、前記第２電圧を前記制御電極に出力する様に前記駆動回路を制御し、

前記第３電圧は、前記第１電圧及び前記第２電圧の間の電圧である、駆動装置。

【請求項３】

前記保護回路は、

前記制御電極からの抵抗素子を経由した放電経路を形成するためのソフト遮断回路を含み、

前記保護回路は、前記第２の保護動作において、前記半導体素子の異常検知に応じて前記ソフト遮断回路を作動させて前記放電経路を形成することで前記制御電極に対して前記第３電圧が出力される期間を設ける、請求項１又は２に記載の駆動装置。

【請求項４】

前記保護回路は、

前記第１の主電極の電流又は電圧に基づいて前記半導体素子の短絡状態を検知する短絡検知回路を含み、

前記保護回路は、前記短絡検知回路によって前記短絡状態が検知されると、前記半導体素子の異常を検知して、前記選択回路からの前記選択信号に応じた前記第１の保護動作又は前記第２の保護動作を実行する、請求項１～３のいずれか１項に記載の駆動装置。

【請求項５】

前記短絡検知回路は、

前記第１の主電極の電圧の分圧電圧が生成されるノードの電圧を入力電圧とするフィルタ回路と、

前記フィルタ回路の出力電圧及び判定電圧を比較するコンパレータとを有し、

前記短絡検知回路は、前記出力電圧が前記判定電圧よりも高いときに前記短絡状態を検知する、請求項４記載の駆動装置。

【請求項６】

前記フィルタ回路の時定数は、前記第２の期間では前記第１の期間よりも小さくなる様に、前記選択回路からの前記選択信号に応じて切替えられる、請求項５記載の駆動装置。

【請求項７】

前記短絡検知回路は、

前記第１の主電極の電流に応じた電圧を出力する電流電圧変換部と、

前記電流電圧変換部の出力電圧及び判定電圧を比較するコンパレータとを有し、

前記短絡検知回路は、前記出力電圧が前記判定電圧よりも高いときに前記短絡状態を検知する、請求項４記載の駆動装置。

【請求項８】

前記判定電圧は、前記第２の期間では前記第１の期間よりも低くなる様に、前記選択回路からの前記選択信号に応じて切替えられる、請求項５又は７に記載の駆動装置。

【請求項９】

前記短絡検知回路は、前記第２の期間における、前記第１の主電極の電流又は電圧の上昇に対する前記短絡状態の検知速度が、前記第１の期間における前記検知速度よりも高くなる様に構成される、請求項４記載の駆動装置。

【請求項１０】

制御電極の電圧に応じて第１の主電極から第２の主電極に流れる電流が制御される半導

体素子の駆動方法であって、
前記半導体素子のターンオン指令に応じて、前記半導体素子をオンするための第１電圧を前記制御電極に出力するステップと、
前記半導体素子のオン期間における異常発生時に前記半導体素子をターンオフする保護動作を実行するステップと、
前記ターンオン指令に応じた前記半導体素子の駆動状態に応じて、前記保護動作の態様を切替えるステップとを備え、
前記保護動作を実行するステップは、
前記オン期間のうちの、前記半導体素子のオンオフを制御するゲート信号に応じて前記半導体素子のターンオンが開始されたタイミングからの経過時間が予め定められた第１の時間以下である第１の期間において、前記半導体素子の異常検知に応じて、前記半導体素子をオフするための第２電圧を前記制御電極に出力する第１の保護動作を実行するステップと、
前記オン期間のうちの、前記経過時間が前記第１の時間を超える第２の期間において、前記半導体素子の異常検知に応じて、前記制御電極に対して第３電圧が出力される期間を設けた後に、前記第２電圧を前記制御電極に出力する第２の保護動作を実行するステップとを含み、
前記第３電圧は、前記第１電圧及び前記第２電圧の間の電圧である、駆動方法。
【請求項１１】
制御電極の電圧に応じて第１の主電極から第２の主電極に流れる電流が制御される半導体素子の駆動方法であって、
前記半導体素子のターンオン指令に応じて、前記半導体素子をオンするための第１電圧を前記制御電極に出力するステップと、
前記半導体素子のオン期間における異常発生時に前記半導体素子をターンオフする保護動作を実行するステップと、
前記ターンオン指令に応じた前記半導体素子の駆動状態に応じて、前記保護動作の態様を切替えるステップとを備え、
前記保護動作を実行するステップは、
前記オン期間のうちの、前記制御電極の電圧又は電流が予め定められた基準値に達するまでの第１の期間において、前記半導体素子の異常検知に応じて、前記半導体素子をオフするための第２電圧を前記制御電極に出力する第１の保護動作を実行するステップと、
前記オン期間のうちの、前記制御電極の電圧又は電流が前記基準値に達した後の第２の期間において、前記半導体素子の異常検知に応じて、前記制御電極に対して第３電圧が出力される期間を設けた後に、前記第２電圧を前記制御電極に出力する第２の保護動作を実行するステップとを含み、
前記第３電圧は、前記第１電圧及び前記第２電圧の間の電圧である、駆動方法。
【請求項１２】
前記保護動作を実行するステップは、
前記第１の主電極の電流又は電圧に基づいて前記半導体素子の短絡状態を検知するステップを含み、
前記短絡状態が検知されると、前記半導体素子の異常が検知されて、前記第１の保護動作又は前記第２の保護動作が実行される、請求項１０又は１１に記載の駆動方法。
【請求項１３】
前記保護動作を実行するステップは、
前記第１の期間の終了時において、前記第１の主電極の電流又は電圧の上昇に対する前記短絡状態の検知速度を上昇するステップを更に含む、請求項１２記載の駆動方法。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３０
【補正方法】変更

【補正の内容】
【００３０】
選択回路３００Ａは、反転バッファ３０１及び非反転バッファ３０２を有する。反転バッファ３０１は、遅延回路２００Ａからの遅延ゲート信号Ｓｇｄを反転した選択信号Ｓ１を出力する。非反転バッファ３０２は、遅延回路２００Ａからの遅延ゲート信号Ｓｇｄと同一の論理レベルを有する選択信号Ｓ２を出力する。即ち、選択信号Ｓ１及びＳ２は、互いに相補の論理レベルを有する。
【手続補正３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３８
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００３８】
一方で、短絡状態の発生によりドレイン電圧Ｖｄｓが高い状態が継続する場合には、上記フィルタ回路では、上述の様にキャパシタ６０５の充電が止まることなく、充電状態が継続されることで、ノードＮ２の電圧Ｖｓｉｇは、上述した極大値を取ることなく上昇を続ける。従って、電源６０８による判定電圧Ｖｔは、第１電圧Ｖ１と、抵抗素子６０３，６０４及びキャパシタ６０５によるフィルタ回路の時定数とに基づき、短絡状態でＶｓｉｇ＞Ｖｔとなる様に定められる。尚、正常なスイッチング時との誤判定を防止するため、Ｖｔ＞Ｖｎｍｌに設定される。この結果、短絡検知信号Ｓｏｃは、半導体素子５のオフ期間、及び、正常なオン期間ではＬレベルに維持される一方で、オン期間に短絡状態が発生するとＨレベルに変化する。
【手続補正４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００６６
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００６６】
駆動装置１０Ａは、ゲート信号ＳｇがＬレベルに設定される半導体素子５のオフ期間では、ステップ（以下、単に「Ｓ」と表記する）１００により、ゲート信号Ｓｇによるターンオン指令を待機する。ゲート信号ＳｇがＬレベルからＨレベルに変化すると、ターンオン指令を検知して、Ｓ１００はＹＥＳ判定とされる。これにより、半導体素子５をターンオンするためのＳ１１０以降の処理が起動される。一方で、ゲート信号ＳｇがＬレベルの間、ターンオン指令は検知されず（Ｓ１００がＮＯ判定）、Ｓ１１０以降の処理は起動されない。
【手続補正５】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００８５
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００８５】
一方で、スイッチング素子６０７がオフされる定常オン期間では、キャパシタ６０５の容量のみが、ノードＮ２に付加される。従って、ノードＮ２の容量は、定常オン期間では、ターンオン期間よりも小さくなる。この様に、短絡検知回路６００Ｂでは、抵抗素子６０３，６０４と、キャパシタ６０５のみ、又は、キャパシタ６０５及び６０６の両方とによって、ノードＮ１の電圧を入力電圧とする「フィルタ回路」が構成される。
【手続補正６】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１０８
【補正方法】変更

【補正の内容】
【０１０８】
図９には、実施の形態３に係る駆動装置による半導体素子のターンオン時の動作波形図が示される。図９においても、図３及び図６と同様に、ゲート信号ＳｇＳｇに応じたターンオン動作時における電圧及び電流の変化について、正常時の波形が実線で示されるとともに、短絡発生時の波形が点線で示される。
【手続補正７】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１２８
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１２８】
図１１は、実施の形態５に係る駆動装置１０Ｅの構成例を説明する回路図である。
図１１を参照して、駆動装置１０Ｅは、駆動回路１００Ａと、遅延回路２００Ｂと、選択回路３００Ａと、保護回路４００Ａとを備える。駆動回路１００Ａ、遅延回路２００Ｂ、選択回路３００Ａ、及び、保護回路４００Ａのそれぞれは、図１の駆動回路１００、遅延回路２００、選択回路３００、及び、保護回路４００の一例に相当する。
【手続補正８】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１２９
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１２９】
即ち、駆動装置１０Ｅは、図２に示された駆動装置１０Ａと比較して、遅延回路２００Ａに代えて、遅延回路２００Ｂを備える点で異なる。遅延回路２００Ｂは、遅延回路２００Ａとは異なる手法で、図２と同等の遅延ゲート信号ＳｇｄＳｇｄを生成する。実施の形態５に係る駆動装置１０Ｅでは、ターンオン期間と定常オン期間とを区分するための遅延ゲート信号ＳｇｄＳｇｄを生成するための構成が、実施の形態１（駆動装置１０Ａ）とは異なる一方で、それ以外の構成、及び、ターンオン期間及び定常オン期間での保護動作の内容は、実施の形態１と同様である。