

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

of switches to be controlled; and a control unit (650) for controlling the opening/closing of the first switch when no abnormality is being detected by the sensor units and putting the second switch in a closed state when an abnormality is detected by the sensor unit.

(57) 要約：第1接続点と第2接続点との間で並列接続された複数の被制御スイッチ(340, 350)の駆動を制御する駆動回路が提供される。駆動回路は、複数の第1制御配線(601, 602, 621, 622)と、複数の第1バランス抵抗(615, 616)と、第1共通配線(623)と、第1スイッチ(627)と、複数の第2制御配線(631, 632)と、複数の第2バランス抵抗(634, 635)と、第2共通配線(633)と、第2スイッチ(637)と、複数の被制御スイッチの異常を検出するセンサ部(342, 352)と、センサ部によって異常が検出されない場合に第1スイッチの開閉を制御し、センサ部によって異常が検出された場合に第2スイッチを閉状態に制御する制御部(650)と、を有する。

明 細 書

発明の名称： 駆動回路

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2018年8月6日に提出された日本国特許出願2018-147791号に基づくものであり、ここにその記載内容を参照により援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、並列接続された複数の被制御スイッチの駆動を制御する駆動回路に関するものである。

背景技術

[0003] 特許文献1に示されるように、並列接続された2つのアームスイッチの駆動を制御する制御装置が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：JP2018-11404 A

発明の概要

[0005] 特許文献1では、2つのゲート電極が電氣的に接続されている。そのためにこの2つのゲート電極を接続する電気経路に、ゲート電極の容量や配線のインダクタンスに起因する寄生共振が発生する虞がある。

[0006] 例えば、短絡などの異常が発生すると、アームスイッチの通常駆動時よりも大きな電流が、アームスイッチの寄生容量を介してゲート電極を接続する電気経路に流れ込む。これにより電気経路に寄生共振が発生する虞がある。電気経路に寄生共振が発生すると、アームスイッチの耐圧超過や誤動作が発生し、アームスイッチ（被制御スイッチ）に損傷が生じる虞がある。

[0007] 本開示は、被制御スイッチに損傷が生じることの抑制された駆動回路を提供することを目的とする。

[0008] 本開示の一態様によれば、電位差の生じる第1接続点と第2接続点との間

で並列接続された複数の被制御スイッチの駆動を制御する駆動回路が提供される。駆動回路は、複数の被制御スイッチそれぞれの制御電極に接続された複数の第1制御配線と、複数の第1制御配線それぞれに設けられた複数の第1バランス抵抗と、複数の第1制御配線それぞれに共通して接続され、第1バランス抵抗を介して制御電極を基準電位に接続する第1共通配線と、第1共通配線に設けられた第1スイッチと、複数の第1制御配線における第1バランス抵抗の制御電極側それぞれに接続された複数の第2制御配線と、複数の第2制御配線それぞれに設けられた複数の第2バランス抵抗と、複数の第2制御配線それぞれに共通して接続され、第2バランス抵抗を介して制御電極を基準電位に接続する第2共通配線と、第2共通配線に設けられた第2スイッチと、複数の被制御スイッチの異常を検出するセンサ部と、センサ部によって異常が検出されない場合に第1スイッチの開閉を制御し、センサ部によって異常が検出された場合に第2スイッチを閉状態に制御する制御部と、を有する。被制御スイッチは制御電極が基準電位に接続されると開状態になる性質を備える。複数の第2バランス抵抗の抵抗値を合成した抵抗値は、複数の第1バランス抵抗の抵抗値を合成した抵抗値よりも高くなっている。

[0009] 本開示によれば、センサ部で異常が検出された場合、第2スイッチが閉状態になる。被制御スイッチの制御電極に蓄積された電荷が第2バランス抵抗と第2スイッチを介して基準電位に流れようとする。またこの際、第2スイッチ側に電荷が流れようとするため、第1バランス抵抗ではなく、第2バランス抵抗を介して、複数の被制御スイッチの制御電極間を電流が流れようとする。

[0010] 複数の第2バランス抵抗の抵抗値を合成した抵抗値は、複数の第1バランス抵抗の抵抗値を合成した抵抗値よりも高くなっている。そのために複数の第2バランス抵抗を介した複数の被制御スイッチの制御電極間で、制御電極の容量や制御配線のインダクタンスに起因する寄生共振の発生が抑制される。この結果、被制御スイッチの耐圧超過や誤動作の発生が抑制される。被制御スイッチに損傷が生じることが抑制される。

[0011] センサ部で異常が検出されない場合、第1スイッチが開閉制御される。第1スイッチが閉状態になると、被制御スイッチの制御電極に蓄積された電荷が第1バランス抵抗と第1スイッチを介して基準電位に流れようとする。複数の第1バランス抵抗の合成抵抗値は複数の第2バランス抵抗の合成抵抗値よりも低くなっている。そのために正常時の被制御スイッチの駆動を制御する際に、被制御スイッチを開状態にするのに要する時間（遅延時間）が増大することが抑制される。

[0012]

図面の簡単な説明

[0013] 本開示についての上記および他の目的、特徴や利点は、添付図面を参照した下記詳細な説明から、より明確になる。添付図面において、

[0014] [図1]車載システムを説明するための回路図である。

[図2]開閉部とゲートドライバを説明するための回路図である。

[図3]車載システムの変形例を示す回路図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、実施形態を図に基づいて説明する。

[0016] (第1実施形態)

(車載システム)

図1に基づいて車載システム100を説明する。車載システム100は電気自動車用のシステムを構成している。車載システム100は、バッテリー200、電力変換器300、および、モータ400を有する。

[0017] 車載システム100は複数のECUを有する。図1ではこれら複数のECUの代表として、電池ECU501とMGECU502を図示している。これら複数のECUはバス配線500を介して相互に信号を送受信している。複数のECUは協調して電気自動車を制御している。複数のECUの制御により、バッテリー200のSOCに応じたモータ400の回生と力行が制御される。SOCはstate of chargeの略である。ECUはelectronic control unitの略である。

- [0018] ECUは、少なくとも1つの演算処理装置（CPU）と、プログラムおよびデータを記憶する記憶媒体としての少なくとも1つのメモリ装置（MMR）と、を有する。ECUはコンピュータによって読み取り可能な記憶媒体を備えるマイクロコンピュータによって提供される。記憶媒体はコンピュータによって読み取り可能なプログラムを非一時的に格納する非遷移的実体的記憶媒体である。記憶媒体は半導体メモリまたは磁気ディスクなどによって提供され得る。以下、車載システム100の構成要素を個別に概説する。
- [0019] バッテリ200は複数の二次電池を有する。これら複数の二次電池は直列接続された電池スタックを構成している。この電池スタックのSOCがバッテリ200のSOCに相当する。二次電池としてはリチウムイオン二次電池、ニッケル水素二次電池、および、有機ラジカル電池などを採用することができる。
- [0020] 電力変換器300はバッテリ200とモータ400との間の電力変換を行う。電力変換器300はバッテリ200の直流電力をモータ400の力行に適した電圧レベルの交流電力に変換する。電力変換器300はモータ400の発電（回生）によって生成された交流電力をバッテリ200の充電に適した電圧レベルの直流電力に変換する。電力変換器300については後で詳説する。
- [0021] モータ400は図示しない電気自動車の出力軸に連結されている。モータ400の回転エネルギーは出力軸を介して電気自動車の走行輪に伝達される。逆に、走行輪の回転エネルギーは出力軸を介してモータ400に伝達される。
- [0022] モータ400は電力変換器300から供給される交流電力によって力行する。これにより走行輪への推進力の付与が成される。またモータ400は走行輪から伝達される回転エネルギーによって回生する。この回生によって発生した交流電力は、電力変換器300によって直流電力に変換されるとともに降圧される。この直流電力がバッテリ200に供給される。また直流電力は電気自動車に搭載された各種電気負荷にも供給される。

[0023] (電力変換器)

電力変換器 300 を説明する。電力変換器 300 はコンバータ 310 とインバータ 320 を備えている。コンバータ 310 はバッテリー 200 の直流電力をモータ 400 の力行に適した電圧レベルに昇圧する。インバータ 320 はこの直流電力を交流電力に変換する。この交流電力がモータ 400 に供給される。またインバータ 320 はモータ 400 で生成された交流電力を直流電力に変換する。コンバータ 310 はこの直流電力をバッテリー 200 の充電に適した電圧レベルに降圧する。

[0024] 図 1 に示すようにコンバータ 310 は第 1 電力ライン 301 と第 2 電力ライン 302 を介してバッテリー 200 と電氣的に接続されている。コンバータ 310 は第 3 電力ライン 303 と第 4 電力ライン 304 を介してインバータ 320 と電氣的に接続されている。

[0025] 第 1 電力ライン 301 はバッテリー 200 の正極に接続されている。第 2 電力ライン 302 はバッテリー 200 の負極に接続されている。これら第 1 電力ライン 301 と第 2 電力ライン 302 に第 1 平滑コンデンサ 305 が接続されている。第 1 平滑コンデンサ 305 の有する 2 つの電極のうち的一方が第 1 電力ライン 301 に接続され、他方が第 2 電力ライン 302 に接続されている。

[0026] 第 3 電力ライン 303 はハイサイド開閉部 311 と接続されている。第 4 電力ライン 304 は第 2 電力ライン 302 と接続されている。これら第 3 電力ライン 303 と第 4 電力ライン 304 に第 2 平滑コンデンサ 306 が接続されている。第 2 平滑コンデンサ 306 の有する 2 つの電極のうち的一方が第 3 電力ライン 303 に接続され、他方が第 4 電力ライン 304 に接続されている。

[0027] インバータ 320 は U 相バスバー 331 ~ W 相バスバー 333 を介してモータ 400 の U 相ステータコイル 401 ~ W 相ステータコイル 403 と電氣的に接続されている。U 相バスバー 331 ~ W 相バスバー 333 との表記は、U 相バスバー 331、V 相バスバー 332、W 相バスバー 333 を示す。

U相ステータコイル401～W相ステータコイル403との表記は、U相ステータコイル401、V相ステータコイル402、W相ステータコイル403を示す。

[0028] (コンバータ)

コンバータ310は、ハイサイド開閉部311、ローサイド開閉部312、および、リアクトル313を有する。これらハイサイド開閉部311とローサイド開閉部312は、後で詳説するように、並列接続されたNチャネル型のMOSFETとIGBTを有する。MOSFETは寄生ダイオードを有する。IGBTには還流ダイオードが逆並列接続されている。

[0029] 図1に示すようにハイサイド開閉部311とローサイド開閉部312は第3電力ライン303から第2電力ライン302（第4電力ライン304）に向かって順に直列接続されている。そしてハイサイド開閉部311とローサイド開閉部312との間の midpoint に第1電力ライン301が接続されている。第1電力ライン301にリアクトル313が設けられている。これによりリアクトル313はハイサイド開閉部311とローサイド開閉部312との間の midpoint とバッテリー200の正極とに接続されている。

[0030] コンバータ310のハイサイド開閉部311とローサイド開閉部312はMGECU502によって開閉制御される。MGECU502は制御信号を生成し、それをゲートドライバ600に出力する。ゲートドライバ600は制御信号を増幅してスイッチのゲート電極に出力する。これによりMGECU502はコンバータ310に入力される直流電力の電圧レベルを昇降圧する。

[0031] MGECU502は制御信号としてパルス信号を生成している。MGECU502はこのパルス信号のオンデューティ比と周波数を調整することで直流電力の昇降圧レベルを調整している。このようにMGECU502はコンバータ310をPWM制御している。昇降圧レベルはモータ400の目標トルクとバッテリー200のSOCに応じて決定される。

[0032] バッテリー200の直流電力を昇圧する場合、MGECU502はハイサイ

ド開閉部 3 1 1 とローサイド開閉部 3 1 2 それぞれを交互に開閉する。これとは反対にインバータ 3 2 0 から供給された直流電力を降圧する場合、MGECU 5 0 2 はローサイド開閉部 3 1 2 に出力する制御信号をローレベルに固定する。それとともにMGECU 5 0 2 はハイサイド開閉部 3 1 1 に出力する制御信号をハイレベルとローレベルに順次切り換える。

[0033] (インバータ)

インバータ 3 2 0 は第 1 開閉部 3 2 1 ~ 第 6 開閉部 3 2 6 を有する。第 1 開閉部 3 2 1 ~ 第 6 開閉部 3 2 6 は、コンバータ 3 1 0 の開閉部と同様にし、並列接続された N チャネル型の MOSFET と IGBT を有する。MOSFET は寄生ダイオードを有する。IGBT には還流ダイオードが逆並列接続されている。第 1 開閉部 3 2 1 ~ 第 6 開閉部 3 2 6 との表記は、第 1 開閉部 3 2 1、第 2 開閉部 3 2 2、第 3 開閉部 3 2 3、第 4 開閉部 3 2 4、第 5 開閉部 3 2 5、第 6 開閉部 3 2 6 を示す。

[0034] 第 1 開閉部 3 2 1 と第 2 開閉部 3 2 2 は第 3 電力ライン 3 0 3 から第 4 電力ライン 3 0 4 へ向かって順に直列接続されている。第 1 開閉部 3 2 1 と第 2 開閉部 3 2 2 によって U 相レグが構成されている。第 1 開閉部 3 2 1 と第 2 開閉部 3 2 2 との間の中点に U 相バスバー 3 3 1 の一端が接続されている。U 相バスバー 3 3 1 の他端がモータ 4 0 0 の U 相ステータコイル 4 0 1 と接続されている。

[0035] 第 3 開閉部 3 2 3 と第 4 開閉部 3 2 4 は第 3 電力ライン 3 0 3 から第 4 電力ライン 3 0 4 へ向かって順に直列接続されている。第 3 開閉部 3 2 3 と第 4 開閉部 3 2 4 によって V 相レグが構成されている。第 3 開閉部 3 2 3 と第 4 開閉部 3 2 4 との間の中点に V 相バスバー 3 3 2 の一端が接続されている。V 相バスバー 3 3 2 の他端がモータ 4 0 0 の V 相ステータコイル 4 0 2 と接続されている。

[0036] 第 5 開閉部 3 2 5 と第 6 開閉部 3 2 6 は第 3 電力ライン 3 0 3 から第 4 電力ライン 3 0 4 へ向かって順に直列接続されている。第 5 開閉部 3 2 5 と第 6 開閉部 3 2 6 によって W 相レグが構成されている。第 5 開閉部 3 2 5 と第

6 開閉部 3 2 6 との間の中点に W 相バスバー 3 3 3 の一端が接続されている。W 相バスバー 3 3 3 の他端がモータ 4 0 0 の W 相ステータコイル 4 0 3 と接続されている。

[0037] インバータ 3 2 0 はモータ 4 0 0 の U 相ステータコイル 4 0 1 ~ W 相ステータコイル 4 0 3 それぞれに対応する 3 相のレグを有する。これら 3 相のレグを構成する第 1 開閉部 3 2 1 ~ 第 6 開閉部 3 2 6 のゲート電極に、ゲートドライバ 6 0 0 によって増幅された M G E C U 5 0 2 の制御信号が入力される。

[0038] モータ 4 0 0 を力行する場合、M G E C U 5 0 2 からの制御信号の出力によって第 1 開閉部 3 2 1 ~ 第 6 開閉部 3 2 6 が PWM 制御される。これによりインバータ 3 2 0 で 3 相交流が生成される。モータ 4 0 0 が発電（回生）する場合、M G E C U 5 0 2 は例えば制御信号の出力を停止する。これによりモータ 4 0 0 の発電によって生成された交流電力が開閉部の有するダイオードを通る。この結果、交流電力が直流電力に変換される。

[0039] （開閉部）

図 2 に基づいて開閉部を説明する。図 2 には、電力変換器 3 0 0 を構成する 8 つの開閉部のうちの代表として、第 2 開閉部 3 2 2 を示している。他の開閉部の構成は第 2 開閉部 3 2 2 の構成と同等である。そのためにその説明を省略する。

[0040] 第 2 開閉部 3 2 2 は I G B T 3 4 0 と M O S F E T 3 5 0 を有する。I G B T は半導体で製造される。M O S F E T はワイドギャップ半導体で製造される。本実施形態では I G B T は S i で製造される。M O S F E T は S i C で製造される。M O S F E T 3 5 0 は I G B T 3 4 0 よりもターンオン遅延時間とターンオフ遅延時間がともに短くなっている。M O S F E T 3 5 0 は I G B T 3 4 0 よりも耐電流性能が高くなっている。I G B T 3 4 0 が第 1 被制御スイッチに相当する。M O S F E T 3 5 0 が第 2 被制御スイッチに相当する。

[0041] I G B T 3 4 0 と M O S F E T 3 5 0 それぞれは、半導体チップに形成さ

れた数千個のトランジスタが連結されてなるパワートランジスタである。この数千個のトランジスタは、電力変換器300を流れる電流を制御する役割を果たす第1トランジスタと、流れる電流を検出する役割を果たす第2トランジスタと、に種別される。

[0042] 第1トランジスタに流れる電流と第2トランジスタに流れる電流の比は、およそ8000対1である。そのために第2トランジスタに流れる電流の量は微量となっている。

[0043] IGBT340は、コレクタ電極340a、エミッタ電極340b、ゲート電極340c、および、センサ電極340dを有する。これら4つの電極のうち、コレクタ電極340aとゲート電極340cが第1トランジスタと第2トランジスタで共有となっている。これに対して、エミッタ電極340bとセンサ電極340dが第1トランジスタと第2トランジスタで分けられている。第1トランジスタがエミッタ電極340bを有する。第2トランジスタがセンサ電極340dを有する。このセンサ電極340dに流れる電流の量が、エミッタ電極340bに流れる電流に比べて微量となっている。その比が1:8000となっている。以下においてはこの比をセンサ比と示す。MGECU502はこのセンサ比を記憶している。

[0044] MOSFET350は、ドレイン電極350a、ソース電極350b、ゲート電極350c、および、センサ電極350dを有する。これら4つの電極のうち、ドレイン電極350aとゲート電極350cが第1トランジスタと第2トランジスタで共有となっている。これに対して、ソース電極350bとセンサ電極350dが第1トランジスタと第2トランジスタで分けられている。第1トランジスタがソース電極350bを有する。第2トランジスタがセンサ電極350dを有する。このセンサ電極350dに流れる電流の量が、ソース電極350bに流れる電流に比べて微量となっている。その比が上記のセンサ比と同等になっている。

[0045] 図2に示すようにIGBT340には還流ダイオード341が接続されている。還流ダイオード341のカソード電極がコレクタ電極340aに接続

されている。還流ダイオード341のアノード電極がエミッタ電極340bに接続されている。これによって還流ダイオード341はIGBT340に逆並列接続されている。

[0046] MOSFET350は寄生ダイオード351を有する。この寄生ダイオード351のカソード電極がドレイン電極350aに接続されている。寄生ダイオード351のアノード電極がソース電極350bに接続されている。これによって寄生ダイオード351はMOSFET350に逆並列接続されている。

[0047] 図2に示すようにIGBT340のコレクタ電極340aとMOSFET350のドレイン電極350aが電氣的に接続されている。そしてエミッタ電極340bとソース電極350bが電氣的に接続されている。これによってIGBT340とMOSFET350は並列接続されている。

[0048] コレクタ電極340aとドレイン電極350aの接続点は第3電力ライン303側に位置している。エミッタ電極340bとソース電極350bの接続点は第4電力ライン304（第2電力ライン302）側に位置している。コレクタ電極340aとドレイン電極350aの接続点が第1接続点に相当する。エミッタ電極340bとソース電極350bの接続点が第2接続点に相当する。

[0049] IGBT340のセンサ電極340dは第1センサ抵抗342を介してゲートドライバ600の第1センサ端子600cに接続されている。第1センサ抵抗342には、IGBT340のコレクターエミッタ間を流れる電流（コレクタ電流）に依存する微量な電流が流れる。これにより第1センサ抵抗342のセンサ電極340d側の電圧（センサ電圧）が変動する。

[0050] 第1センサ抵抗342のセンサ電圧が、制御部650を介してMGECU502に入力される。MGECU502は第1センサ抵抗342の抵抗値を記憶している。MGECU502は入力された電圧、記憶している抵抗値、および、センサ比に基づいてコレクタ電流を検出する。

[0051] MOSFET350のセンサ電極350dは第2センサ抵抗352を介し

てゲートドライバ600の第2センサ端子600dに接続されている。第2センサ抵抗352には、MOSFET350のドレインソース間を流れる電流（ドレイン電流）に依存する微量な電流が流れる。これにより第2センサ抵抗352のセンサ電極350d側の電圧（センサ電圧）が変動する。

[0052] 第2センサ抵抗352のセンサ電圧が、制御部650を介してMGECU502に入力される。MGECU502は第2センサ抵抗352の抵抗値を記憶している。MGECU502は入力された電圧、記憶している抵抗値、および、センサ比に基づいてドレイン電流を検出する。

[0053] 第1センサ抵抗342と第2センサ抵抗352がセンサ部に相当する。

[0054] （ゲートドライバ）

図2に基づいてゲートドライバ600を説明する。図2には、ゲートドライバ600における第2開閉部322の駆動を制御する部位を示している。ゲートドライバ600の他の開閉部を制御する部位は、図2に示す部位と同等である。そのためにその説明を省略する。ゲートドライバ600が駆動回路に相当する。

[0055] ゲートドライバ600は第1駆動端子600aと第2駆動端子600bを有する。第1駆動端子600aにIGBT340のゲート電極340cが接続される。第2駆動端子600bにMOSFET350のゲート電極350cが接続される。ゲート電極340cとゲート電極350cが制御電極に相当する。

[0056] ゲートドライバ600は第1駆動配線601と第2駆動配線602を有する。第1駆動配線601の一端が第1駆動端子600aに接続されている。第2駆動配線602の一端が第2駆動端子600bに接続されている。第1駆動配線601の他端と第2駆動配線602の他端とが結ばれている。これにより第1駆動端子600aと第2駆動端子600bは、第1駆動配線601と第2駆動配線602を介して接続されている。すなわちゲート電極340cとゲート電極350cは、第1駆動配線601と第2駆動配線602を介して接続されている。

[0057] ゲートドライバ600は、これら第1駆動配線601と第2駆動配線602に接続される、オン回路610、オフ回路620、ソフト遮断回路630、オフ保持回路640を有する。またゲートドライバ600はこれら4つの回路の駆動を制御する制御部650を有する。

[0058] 制御部650にMGECU502の制御信号が入力される。制御部650はこの制御信号に基づく駆動信号を生成する。制御部650はこの駆動信号を、上記の4つの回路が備えるスイッチに出力する。これによって第1駆動端子600aと第2駆動端子600bの電圧レベルがハイレベルとローレベルに制御される。IGBT340とMOSFET350のオン状態とオフ状態が制御される。

[0059] ゲートドライバ600は、第1センサ端子600cと第2センサ端子600dを有する。第1センサ端子600cに第1センサ抵抗342のセンサ電圧が入力される。第2センサ端子600dに第2センサ抵抗352のセンサ電圧が入力される。制御部650にこれらのセンサ電圧が入力される。制御部650はこのセンサ電圧をMGECU502に出力する。

[0060] ゲートドライバ600は図示しない閾値電圧生成部を有する。閾値電圧生成部は閾値電圧を制御部650に出力する。制御部650はこの閾値電圧とセンサ電圧とを比較する。センサ電圧が閾値電圧よりも低い場合、制御部650はMGECU502から入力される制御信号にしたがって、上記の4つの回路が備えるスイッチの駆動を制御する。しかしながらセンサ電圧が閾値電圧よりも高い場合、制御部650はMGECU502から入力される制御信号にしたがわずに、上記の4つの回路が備えるスイッチの駆動を制御する。

[0061] (オン回路)

オン回路610は、電源配線611、電源612、オンスイッチ613、オン抵抗614、第1バランス抵抗615、および、第2バランス抵抗616を有する。電源配線611の一端は電源612に接続されている。電源配線611の他端は、互いに結線された第1駆動配線601と第2駆動配線6

02の他端側に接続されている。電源配線611にオンスイッチ613とオン抵抗614が設けられている。オンスイッチ613とオン抵抗614は電源配線510の一端から他端に向かって順に直列接続されている。

[0062] 第1バランス抵抗615は第1駆動配線601に設けられている。第2バランス抵抗616は第2駆動配線602に設けられている。第1バランス抵抗615と第2バランス抵抗616との間に、電源配線611の他端が接続されている。

[0063] 以上に示した接続構成により、電源612と第1駆動端子600aは、オンスイッチ613、オン抵抗614、および、第1バランス抵抗615を介して接続されている。電源612と第2駆動端子600bは、オンスイッチ613、オン抵抗614、および、第2バランス抵抗616を介して接続されている。第1バランス抵抗615と第2バランス抵抗616は電源612とゲート電極との間の時定数を調整する機能を果たしている。

[0064] オンスイッチ613はPチャネル型MOSFETである。オンスイッチ613のゲート電極に制御部650の駆動信号が入力される。これによりオンスイッチ613がオンオフ制御される。

[0065] オンスイッチ613がオフ状態からオン状態になると、オン抵抗614と第1バランス抵抗615を介した電源612の電圧（電源電圧）が第1駆動端子600aに印加される。これによりゲート電極340cの電圧がハイレベルになる。IGBT340はオフ状態からオン状態に遷移しようとする。同様にして、オンスイッチ613がオフ状態からオン状態になると、オン抵抗614と第2バランス抵抗616を介した電源電圧が第2駆動端子600bに印加される。これによりゲート電極350cの電圧がハイレベルになる。MOSFET350はオフ状態からオン状態に遷移しようとする。

[0066] （オフ回路）

オフ回路620は、第1グラウンド配線621、第2グラウンド配線622、第1共通配線623、第1ダイオード624、第2ダイオード625、第1オフ抵抗626、および、第1オフスイッチ627を有する。またオフ回路

620は第1バランス抵抗615と第2バランス抵抗616を有する。オフ回路620とオン回路610は第1バランス抵抗615と第2バランス抵抗616を共有している。

[0067] 第1グラウンド配線621の一端が、第1駆動配線601における第1バランス抵抗615と電源配線611との接続点との間に接続されている。第2グラウンド配線622の一端が、第2駆動配線602における第2バランス抵抗616と電源配線611との接続点との間に接続されている。そして第1グラウンド配線621の他端と第2グラウンド配線622の他端とが結ばれている。

[0068] これにより第1駆動端子600aと第2駆動端子600bは、第1駆動配線601、第1グラウンド配線621、第2グラウンド配線622、および、第2駆動配線602を介して接続されている。すなわちゲート電極340cとゲート電極350cは、第1駆動配線601、第1グラウンド配線621、第2グラウンド配線622、および、第2駆動配線602を介して接続されている。この経路に第1バランス抵抗615と第2バランス抵抗616が設けられている。そのためにゲート電極340cとゲート電極350cは第1バランス抵抗615と第2バランス抵抗616を介して接続されている。第1駆動配線601と第1グラウンド配線621、および、第2駆動配線602と第2グラウンド配線622が、複数の第1制御配線に相当する。

[0069] 第1共通配線623の一端は、互いに結線された第1グラウンド配線621と第2グラウンド配線622の他端側に接続されている。第1共通配線623の他端はグラウンドに接続されている。グラウンドが基準電位に相当する。

[0070] 第1ダイオード624は第1グラウンド配線621に設けられている。第1ダイオード624のアノード電極は第1グラウンド配線621における第1駆動配線601との接続点に接続されている。第1ダイオード624のカソード電極は第1グラウンド配線621における第2グラウンド配線622との接続点に接続されている。第1ダイオード624と第2ダイオード625が複数のダイオードに相当する。

- [0071] 第2ダイオード625は第2グラウンド配線622に設けられている。第2ダイオード625のアノード電極は第2グラウンド配線622における第2駆動配線602との接続点に接続されている。第2ダイオード625のカソード電極は第2グラウンド配線622における第1グラウンド配線621との接続点に接続されている。
- [0072] 第1オフ抵抗626と第1オフスイッチ627は第1共通配線623に接続されている。第1オフ抵抗626と第1オフスイッチ627は第1共通配線623の一端から他端に向かって順に直列接続されている。第1オフスイッチ627が第1スイッチに相当する。
- [0073] 以上に示した接続構成により、第1駆動端子600aとグラウンドは、第1バランス抵抗615、第1ダイオード624、第1オフ抵抗626、および、第1オフスイッチ627を介して接続されている。第2駆動端子600bとグラウンドは、第2バランス抵抗616、第2ダイオード625、第1オフ抵抗626、および、第1オフスイッチ627を介して接続されている。
- [0074] 第1オフスイッチ627はNチャネル型MOSFETである。第1オフスイッチ627のゲート電極に制御部650の駆動信号が入力される。これにより第1オフスイッチ627がオンオフ制御される。
- [0075] 第1オフスイッチ627がオフ状態からオン状態になると、第1バランス抵抗615、第1ダイオード624、および、第1オフ抵抗626を介して、第1駆動端子600aがグラウンドに接続される。これによりゲート電極340cがグラウンドに接続される。IGBT340のゲート電極340cに電荷が蓄積されている場合、その電荷が第1バランス抵抗615、第1ダイオード624、および、第1オフ抵抗626を介してグラウンドに流れる。
- [0076] 第1オフスイッチ627がオフ状態からオン状態になると、第2バランス抵抗616、第2ダイオード625、および、第1オフ抵抗626を介して、第2駆動端子600bがグラウンドに接続される。これによりゲート電極350cがグラウンドに接続される。MOSFET350のゲート電極350cに電荷が蓄積されている場合、その電荷が第2バランス抵抗616、第2ダ

イオード 625、および、第1オフ抵抗 626 を介してグラウンドに流れる。

[0077] 第1オフスイッチ 627 をオン状態にすると、第1オフスイッチ 627 側に電荷（電流）が流れようとする。そのために第1バランス抵抗 615 と第2バランス抵抗 616 を介して、ゲート電極 340c とゲート電極 350c との間で電流が流れようとする。

[0078] しかしながら、第1グラウンド配線 621 に第1ダイオード 624 が設けられている。第2グラウンド配線 622 に第2ダイオード 625 が設けられている。そのためにゲート電極 350c とゲート電極 340c との間の通電が抑制されている。すなわち、MOSFET 350 のゲート電極 350c から IGBT 340 のゲート電極 340c への通電が、この通電方向に対して逆接続態様の第1ダイオード 624 によって抑制されている。IGBT 340 のゲート電極 340c から MOSFET 350 のゲート電極 350c への通電が、この通電方向に対して逆接続態様の第2ダイオード 625 によって抑制されている。

[0079] 第1バランス抵抗 615 と第2バランス抵抗 616 は、第3バランス抵抗 634 と第4バランス抵抗 635 よりも抵抗値が小さくなっている。そのために、オンスイッチ 613 をオン状態にすることで、IGBT 340 と MOSFET 350 をオン状態にする際に生じる遅延時間の増大が抑制されている。第1オフスイッチ 627 をオン状態にすることで、IGBT 340 と MOSFET 350 をオフ状態にする際に生じる遅延時間の増大が抑制されている。また上記の抵抗値の大小関係により、第1バランス抵抗 615 と第2バランス抵抗 616 の抵抗値を合成した第1合成抵抗値は、第3バランス抵抗 634 と第4バランス抵抗 635 の抵抗値を合成した第2合成抵抗値よりも小さくなっている。

[0080] （ソフト遮断回路）

ソフト遮断回路 630 は、第3グラウンド配線 631、第4グラウンド配線 632、第2共通配線 633、第3バランス抵抗 634、第4バランス抵抗 635、第2オフ抵抗 636、および、第2オフスイッチ 637 を有する。

- [0081] 第3 グランド配線631の一端が、第1 駆動配線601における第1 バランス抵抗615と第1 駆動端子600aとの間に接続されている。第4 グランド配線632の一端が、第2 駆動配線602における第2 バランス抵抗616と第2 駆動端子600bとの間に接続されている。そして第3 グランド配線631の他端と第4 グランド配線632の他端とが結ばれている。また第3 バランス抵抗634は第3 グランド配線631に設けられている。第4 バランス抵抗635は第4 グランド配線632に設けられている。
- [0082] 第1 駆動端子600aと第2 駆動端子600bは、第1 駆動配線601、第3 グランド配線631、第4 グランド配線632、および、第2 駆動配線602を介して接続されている。すなわちゲート電極340cとゲート電極350cは、第1 駆動配線601、第3 グランド配線631、第4 グランド配線632、および、第2 駆動配線602を介して接続されている。この経路に第3 バランス抵抗634と第4 バランス抵抗635が設けられている。そのためにゲート電極340cとゲート電極350cは第3 バランス抵抗634と第4 バランス抵抗635を介して接続されている。第3 グランド配線631と第4 グランド配線632が複数の第2 制御配線に相当する。
- [0083] 第2 共通配線633の一端は、互いに結線された第3 グランド配線631と第4 グランド配線632の他端側に接続されている。第2 共通配線633の他端はグランドに接続されている。
- [0084] 第2 オフ抵抗636と第2 オフスイッチ637は第2 共通配線633に接続されている。第2 オフ抵抗636と第2 オフスイッチ637は第2 共通配線633の一端から他端に向かって順に直列接続されている。第2 オフスイッチ637が第2 スイッチに相当する。
- [0085] 以上に示した接続構成により、第1 駆動端子600aとグランドは、第3 バランス抵抗634、第2 オフ抵抗636、および、第2 オフスイッチ637を介して接続されている。第2 駆動端子600bとグランドは、第4 バランス抵抗635、第2 オフ抵抗636、および、第2 オフスイッチ637を介して接続されている。第3 バランス抵抗634と第4 バランス抵抗635

はゲート電極とグラウンドの間の時定数を調整する機能を果たしている。

- [0086] 第2オフスイッチ637はNチャネル型MOSFETである。第2オフスイッチ637のゲート電極に制御部650の駆動信号が入力される。これにより第2オフスイッチ637がオンオフ制御される。
- [0087] 第2オフスイッチ637がオフ状態からオン状態になると、第3バランス抵抗634と第2オフ抵抗636を介して、第1駆動端子600aがグラウンドに接続される。これによりゲート電極340cがグラウンドに接続される。IGBT340のゲート電極340cに電荷が蓄積されている場合、その電荷が第3バランス抵抗634と第2オフ抵抗636を介してグラウンドに流れる。
- [0088] 第2オフスイッチ637がオフ状態からオン状態になると、第4バランス抵抗635と第2オフ抵抗636を介して、第2駆動端子600bがグラウンドに接続される。これによりゲート電極350cがグラウンドに接続される。MOSFET350のゲート電極350cに電荷が蓄積されている場合、その電荷が第4バランス抵抗635と第2オフ抵抗636を介してグラウンドに流れる。
- [0089] 第2オフ抵抗636は第1オフ抵抗626よりも抵抗値が高い。そして第3バランス抵抗634と第4バランス抵抗635は第1バランス抵抗615と第2バランス抵抗616よりも抵抗値が高い。したがって第2オフスイッチ637をオン状態にした場合、第1オフスイッチ627をオン状態にした時と比べて、IGBT340とMOSFET350に蓄積された電荷は緩やかにグラウンドに流れる。そのためにIGBT340とMOSFET350のオン状態からオフ状態への遷移が緩やかになる。IGBT340のコレクタ電極340aとエミッタ電極340bとの間を流れる電流（コレクタ電流）の時間変化が緩やかになる。MOSFET350のドレイン電極350aとソース電極350bとの間を流れる電流（ドレイン電流）の時間変化が緩やかになる。
- [0090] そのために例えコレクタ電流とドレイン電流が過剰に大きい異常時であっ

ても、IGBT340とMOSFET350にサージ電圧が発生することが抑制される。また、このサージ電圧の発生の抑制により、IGBT340のコレクターゲート間の寄生容量を介してゲート電極340cに電流が流れ込むことが抑制される。同様にして、MOSFET350のドレインゲート間の寄生容量を介してゲート電極350cに電流が流れ込むことが抑制される。

[0091] ゲート電極340cとゲート電極350cは、第1駆動配線601、第3グラウンド配線631、第4グラウンド配線632、および、第2駆動配線602を介して接続されている。第2オフスイッチ637をオン状態にすると、これらの配線に電流が流れる。この際、これらの配線の寄生インダクタンスやゲート電極の寄生容量に起因する寄生共振がゲート電極340cとゲート電極350cとの間で発生する虞がある。

[0092] 第3グラウンド配線631に第3バランス抵抗634が設けられている。第4グラウンド配線632に第4バランス抵抗635が設けられている。そのためにゲート電極340cとゲート電極350cは第3バランス抵抗634と第4バランス抵抗635を介して接続されている。

[0093] そして第3バランス抵抗634と第4バランス抵抗635は、第1バランス抵抗615と第2バランス抵抗616よりも抵抗値が高くなっている。そのために第3バランス抵抗634と第4バランス抵抗635の抵抗値を合成した第2合成抵抗値は、第1バランス抵抗615と第2バランス抵抗616の抵抗値を合成した第2合成抵抗値よりも高くなっている。これによりゲート電極340cとゲート電極350cとの間での寄生共振の発生が抑制されている。

[0094] (オフ保持回路)

オフ保持回路640は、第5グラウンド配線641、第6グラウンド配線642、第3共通配線643、および、第3オフスイッチ644を有する。

[0095] 第5グラウンド配線641の一端が、第1駆動配線601における第1バランス抵抗615と第1駆動端子600aとの間に接続されている。詳しく言

例えば、第5 グランド配線6 4 1の一端が、第1 駆動配線6 0 1における第3 グランド配線6 3 1との接続点と第1 駆動端子6 0 0 aとの間に接続されている。第5 グランド配線6 4 1と第6 グランド配線6 4 2が複数の第3 制御配線に相当する。

[0096] 第6 グランド配線6 4 2の一端が、第2 駆動配線6 0 2における第2 バランス抵抗6 1 6と第2 駆動端子6 0 0 bとの間に接続されている。詳しく言えば、第6 グランド配線6 4 2の一端が、第2 駆動配線6 0 2における第4 グランド配線6 3 2との接続点と第2 駆動端子6 0 0 bとの間に接続されている。そして第5 グランド配線6 4 1の他端と第6 グランド配線6 4 2の他端とが結ばれている。

[0097] 第3 共通配線6 4 3の一端は、互いに連結された第5 グランド配線6 4 1と第6 グランド配線6 4 2の他端側に接続されている。そして第3 共通配線6 4 3の他端はグラウンドに接続されている。この第3 共通配線6 4 3に第3 オフスイッチ6 4 4が設けられている。第3 オフスイッチ6 4 4が第3 スイッチに相当する。

[0098] 以上に示した接続構成により、第1 駆動端子6 0 0 aとグラウンドは第3 オフスイッチ6 4 4を介して接続されている。第2 駆動端子6 0 0 bとグラウンドは第3 オフスイッチ6 4 4を介して接続されている。

[0099] 第3 オフスイッチ6 4 4はNチャネル型MOSFETである。第3 オフスイッチ6 4 4のゲート電極に制御部6 5 0の駆動信号が入力される。これにより第3 オフスイッチ6 4 4がオンオフ制御される。

[0100] 第3 オフスイッチ6 4 4がオフ状態からオン状態になると、第1 駆動端子6 0 0 aと第2 駆動端子6 0 0 bが低インピーダンスでグラウンドに接続される。これによりゲート電極3 4 0 cとゲート電極3 5 0 cが低インピーダンスでグラウンド電位に接続される。IGBT 3 4 0とMOSFET 3 5 0がオフ状態に固定（保持）される。

[0101] （駆動制御）

IGBT 3 4 0とMOSFET 3 5 0の駆動制御を簡単に説明する。

[0102] 制御部650はセンサ電圧と閾値電圧の大小関係に応じて、上記の4つの回路のスイッチの駆動を制御する。センサ電圧が閾値電圧よりも低い場合、IGBT340とMOSFET350に異常が発生していないとみなせる。この場合、制御部650はMGECU502の制御信号にしたがって4つの回路のスイッチの駆動を制御する。センサ電圧が閾値電圧よりも高い場合、IGBT340とMOSFET350のうちの少なくとも1つに異常が発生しているとみなせる。この場合、制御部650はMGECU502の制御信号にしたがわずに4つの回路のスイッチの駆動を制御する。

[0103] 以下においてはセンサ電圧が閾値電圧よりも低い場合の4つの回路のスイッチの駆動制御を通常制御と示す。センサ電圧が閾値電圧よりも高い場合の4つの回路のスイッチの駆動制御を緊急制御と示す。なお、上記のIGBT340とMOSFET350の異常判定は、制御部650に代わってMGECU502が行ってもよい。そして緊急制御において、制御部650がMGECU502の制御信号にしたがって4つの回路のスイッチの駆動を制御してもよい。

[0104] (通常制御)

通常制御において制御部650は、MGECU502からの制御信号にしたがって、オンスイッチ613、第1オフスイッチ627、および、第3オフスイッチ644をオンオフ制御する。この際、第2オフスイッチ637はオフ状態である。

[0105] IGBT340とMOSFET350に通電する場合、制御部650はオンスイッチ613をオン状態にする。これによりIGBT340のゲート電極340cとMOSFET350のゲート電極350cに電源電圧が印加される。IGBT340とMOSFET350はオン状態になる。IGBT340とMOSFET350の両方に電流が流れる。

[0106] IGBT340とMOSFET350への通電を止める場合、制御部650はオンスイッチ613をオフ状態にするとともに、第1オフスイッチ627をオン状態にする。これによりゲート電極340cに蓄積された電荷が第

1 バランス抵抗 615 と第 1 オフ抵抗 626 を介してグラウンドに流れる。ゲート電極 350c に蓄積された電荷が第 2 バランス抵抗 616 と第 1 オフ抵抗 626 を介してグラウンドに流れる。IGBT 340 と MOSFET 350 はオン状態からオフ状態になる。

[0107] IGBT 340 と MOSFET 350 のオフ状態を固定する場合、制御部 650 は第 3 オフスイッチ 644 をオン状態にする。これによりゲート電極 340c とゲート電極 350c は低インピーダンスでグラウンドに接続される。IGBT 340 と MOSFET 350 はオフ状態に固定される。

[0108] (緊急制御)

緊急制御において制御部 650 は、MGECU 502 からの制御信号にしたがわずに、オンスイッチ 613、第 2 オフスイッチ 637、および、第 3 オフスイッチ 644 をオンオフ制御する。この際、第 1 オフスイッチ 627 はオフ状態である。

[0109] 例えば、IGBT 340 と MOSFET 350 の両方がオン状態となっている際に、センサ電圧が閾値電圧を超えたとする。この際に制御部 650 は、IGBT 340 と MOSFET 350 の通電を止める制御を実施する。すなわち制御部 650 は、オンスイッチ 613 をオフ状態にするとともに、第 2 オフスイッチ 637 をオン状態にする。

[0110] これにより IGBT 340 に蓄積された電荷は、第 3 バランス抵抗 634 と第 2 オフ抵抗 636 を介してグラウンドに流れる。MOSFET 350 に蓄積された電荷は、第 4 バランス抵抗 635 と第 2 オフ抵抗 636 を介してグラウンドに流れる。

[0111] 第 2 オフ抵抗 636 は第 1 オフ抵抗 626 よりも抵抗値が高くなっている。そのために IGBT 340 と MOSFET 350 のオン状態からオフ状態への遷移が緩やかになる。たとえ IGBT 340 と MOSFET 350 に大電流の流れる異常が発生していたとしても、IGBT 340 と MOSFET 350 を流れている電流の時間変化が急峻となることが抑制される。これにより IGBT 340 と MOSFET 350 にサージ電圧が発生することが抑

制されている。

[0112] 第3バランス抵抗634と第4バランス抵抗635の抵抗値を合成した第2合成抵抗値は、第1バランス抵抗615と第2バランス抵抗616の抵抗値を合成した第2合成抵抗値よりも高くなっている。そのために、ゲート電極340cとゲート電極350cとの間で寄生共振が発生することが抑制されている。

[0113] オンスイッチ613をオフ状態、第2オフスイッチ637をオン状態にしてから所定時間経過後、制御部650は第3オフスイッチ644をオン状態にする。これによりIGBT340とMOSFET350それぞれのゲート電極が低インピーダンスでグラウンドに接続される。IGBT340とMOSFET350それぞれがオフ状態に固定される。なお上記の所定時間は、IGBT340とMOSFET350それぞれの電荷がグラウンドに流れ切ったと見なせる時間に相当する。

[0114] 以下、本実施形態に係るゲートドライバ600の作用効果の一例を示す。

[0115] センサ電圧が閾値電圧よりも高い緊急制御において、制御部650は第2オフスイッチ637をオン状態（閉状態）にする。この際、ゲート電極340cとゲート電極350cとの間で、第3バランス抵抗634と第4バランス抵抗635を介して電流が流れようとする。

[0116] 第3バランス抵抗634と第4バランス抵抗635の抵抗値を合成した第2合成抵抗値は、第1バランス抵抗615と第2バランス抵抗616の抵抗値を合成した第2合成抵抗値よりも高くなっている。そのために第3バランス抵抗634と第4バランス抵抗635を介したゲート電極340cとゲート電極350cとの間で、ゲート電極の容量や配線のインダクタンスに起因する寄生共振の発生が抑制される。この結果、IGBT340とMOSFET350の耐圧超過や誤動作の発生が抑制される。IGBT340とMOSFET350に損傷が生じることが抑制される。

[0117] センサ電圧が閾値電圧よりも低い通常制御において、制御部650はオンスイッチ613と第1オフスイッチ627をオンオフ制御する。オンスイッ

チ 6 1 3 がオン状態になると、電源電圧がオン抵抗 6 1 4 と第 1 バランス抵抗 6 1 5 を介して I G B T 3 4 0 のゲート電極 3 4 0 c に印加される。電源電圧がオン抵抗 6 1 4 と第 2 バランス抵抗 6 1 6 を介して M O S F E T 3 5 0 のゲート電極 3 5 0 c に印加される。

[0118] 第 1 オフスイッチ 6 2 7 がオン状態になると、I G B T 3 4 0 のゲート電極 3 4 0 c に蓄積された電荷が第 1 バランス抵抗 6 1 5 と第 1 オフ抵抗 6 2 6 を介してグラウンドに流れる。M O S F E T 3 5 0 のゲート電極 3 5 0 c に蓄積された電荷が第 2 バランス抵抗 6 1 6 と第 1 オフ抵抗 6 2 6 を介してグラウンドに流れる。

[0119] 第 1 オフ抵抗 6 2 6 は第 2 オフ抵抗 6 3 6 よりも抵抗値が低くなっている。第 1 バランス抵抗 6 1 5 と第 2 バランス抵抗 6 1 6 は第 3 バランス抵抗 6 3 4 と第 4 バランス抵抗 6 3 5 よりも抵抗値が低くなっている。そのために通常制御において、I G B T 3 4 0 と M O S F E T 3 5 0 をオン状態とオフ状態に遷移させるのに要する時間（遅延時間）が増大することが抑制される。

[0120] 第 1 グラウンド配線 6 2 1 に設けられた第 1 ダイオード 6 2 4 のカソード電極と、第 2 グラウンド配線 6 2 2 に設けられた第 2 ダイオード 6 2 5 のカソード電極とが接続されている。第 1 ダイオード 6 2 4 のアノード電極が第 1 バランス抵抗 6 1 5 を介してゲート電極 3 4 0 c に接続されている。第 2 ダイオード 6 2 5 のアノード電極が第 2 バランス抵抗 6 1 6 を介してゲート電極 3 5 0 c に接続されている。

[0121] この接続形態により、ゲート電極 3 5 0 c からゲート電極 3 4 0 c への通電が第 1 ダイオード 6 2 4 によって抑制されている。ゲート電極 3 4 0 c からゲート電極 3 5 0 c への通電が第 2 ダイオード 6 2 5 によって抑制されている。このため、I G B T 3 4 0 と M O S F E T 3 5 0 のオン状態からオフ状態への遷移が不安定となることが抑制される。この結果、ドレイン電流とコレクタ電流が不安定になることが抑制される。

[0122] ゲート電極 3 4 0 c とグラウンドは第 3 オフスイッチ 6 4 4 を介して接続さ

れている。ゲート電極350cとグラウンドは第3オフスイッチ644を介して接続されている。したがって第3オフスイッチ644がオン状態になると、ゲート電極340cとゲート電極350cが低インピーダンスでグラウンドに接続される。これによりIGBT340とMOSFET350のオフ状態が保持される。

[0123] (第2実施形態)

第2実施形態を説明する。以下に示す各実施形態に係るゲートドライバ600は上記した実施形態によるものと共通点が多い。そのため以下においては共通部分の説明を省略し、異なる部分を重点的に説明する。また以下においては上記した実施形態で示した要素と同一の要素には同一の符号を付与する。

[0124] 第1実施形態では、ソフト遮断回路630が第2オフ抵抗636を有する例を示した。これに対して本実施形態ではソフト遮断回路630が第2オフ抵抗636を有さない。

[0125] ただし、第3バランス抵抗634と第4バランス抵抗635それぞれの抵抗値は、第1オフ抵抗626、第1バランス抵抗615、および、第2バランス抵抗616それぞれの抵抗値を加算した加算抵抗値よりも高くなっている。

[0126] これによれば、たとえソフト遮断回路630が第2オフ抵抗636を有さずとも、第2オフスイッチ637をオン状態にすることで、ゲート電極340cとゲート電極350cそれぞれとグラウンドとをハイインピーダンスで接続することができる。これにより第2オフスイッチ637をオフ状態からオン状態にした際に、IGBT340とMOSFET350それぞれのオン状態からオフ状態への遷移が急になることが抑制される。コレクタ電流とドレイン電流が急激に変化することが抑制される。この結果、IGBT340とMOSFET350にサージ電圧が発生することが抑制される。

[0127] 本構成および以下に示す各種実施形態と変形例においても、これまでに記載した各種形態と同等の構成要素を有するとともに同等の動作をする。その

ために同等の作用効果を奏する。

[0128] (第3実施形態)

第3実施形態を説明する。

[0129] 第1実施形態では、特に第3バランス抵抗634と第4バランス抵抗635の抵抗値の大小関係を言及していなかった。これら2つのバランス抵抗の抵抗値は、接続されるパワートランジスタのターンオン遅延時間とターンオフ遅延時間（スイッチング速度）や耐電流性能に応じて変更することができる。

[0130] IGBT340はSiで製造される。MOSFET350はSiCで製造される。そのためにMOSFET350はIGBT340よりも耐電流性能が高くなっている。またMOSFET350はIGBT340よりもターンオン遅延時間とターンオフ遅延時間がともに短くなっている。

[0131] この場合、MOSFET350のゲート電極350cとグランドとの間に設けられる第4バランス抵抗635を、IGBT340のゲート電極340cとグランドとの間に設けられる第3バランス抵抗634よりも抵抗値を低めてもよい。これにより、ターンオン遅延時間とターンオフ遅延時間が短い、というSiCで製造されるMOSFET350の特性の低下が抑制される。また、第2オフスイッチ637をオン状態にした際のMOSFET350のオフ状態からオン状態への遷移が多少早くなった結果、MOSFET350に瞬間的なサージ電圧が生じたとしても、MOSFET350に故障が生じることが抑制される。

[0132] (第4実施形態)

第4実施形態を説明する。

[0133] 第1実施形態では、特にIGBT340とMOSFET350の入力容量の大小関係を言及していなかった。しかしながら、これらIGBT340とMOSFET350の入力容量が等しくとも、異なってもよい。そして、これら2つのパワートランジスタの入力容量の大小関係に応じて、第3バランス抵抗634と第4バランス抵抗635の抵抗値の大小関係を定めても

よい。

[0134] IGBT340の入力容量は、コレクターゲート間の容量とゲートエミッタ間の容量の和に相当する。MOSFET350の入力容量は、ドレインゲート間の容量とゲートソース間の容量の和に相当する。

[0135] この入力容量が大きいほどに、その入力容量の大きいパワートランジスタに寄生共振によって流れる電流量が増大する。これを抑制するためには、この入力容量の大きいパワートランジスタに接続されるバランス抵抗の抵抗値を大きくするとよい。

[0136] 例えばIGBT340がMOSFET350よりも入力容量が大きい場合、第3バランス抵抗634を第4バランス抵抗635よりも抵抗値を大きくする。これにより、IGBT340のゲート電極340cに寄生共振によって流れる電流量の増大が抑制される。

[0137] 以上、本開示物の好ましい実施形態について説明したが、本開示物は上記した実施形態になんら制限されることなく、本開示物の主旨を逸脱しない範囲において、種々変形して実施することが可能である。

[0138] (第1の変形例)

各実施形態では、第2開閉部322（開閉部）が並列接続されたIGBT340とMOSFET350を有する例を示した。しかしながら開閉部の有するパワートランジスタの種類としては上記例に限定されない。例えば開閉部は2つのIGBTを有してもよい。開閉部は2つのMOSFETを有してもよい。さらに言えば、コンバータ310に含まれる開閉部の有するパワートランジスタの種類と、インバータ320に含まれる開閉部の有するパワートランジスタの種類とが異なってもよい。そしてパワートランジスタの駆動方式は、電圧駆動でも電流駆動でもよい。

[0139] (第2の変形例)

各実施形態では、開閉部が2つのパワートランジスタを有する例を示した。しかしながら開閉部の有するパワートランジスタの数としては上記例に限定されない。開閉部は3つ以上の並列接続されたパワートランジスタを有し

てもよい。さらに言えば、コンバータ 310 に含まれる開閉部の有するパワートランジスタの数と、インバータ 320 に含まれる開閉部の有するパワートランジスタの数とが異なってもよい。

[0140] (第3の変形例)

各実施形態では、IGBT 340 が Si で製造され、MOSFET 350 が SiC で製造される例を示した。しかしながら IGBT 340 が SiC で製造され、MOSFET 350 が Si で製造される構成を採用することもできる。IGBT 340 と MOSFET 350 が Si で製造される構成を採用することもできる。IGBT 340 と MOSFET 350 が SiC で製造される構成を採用することもできる。開閉部の保有するパワートランジスタの形成材料としては特に限定されない。さらに言えば、コンバータ 310 に含まれる開閉部の有するパワートランジスタの形成材料と、インバータ 320 に含まれる開閉部の有するパワートランジスタの形成材料とが異なってもよい。

[0141] (第4の変形例)

各実施形態では、特にゲートドライバ 600 の製品形態を言及していなかった。例えば、ゲートドライバ 600 は、制御部 650 とともに、オン回路 610、オフ回路 620、ソフト遮断回路 630、および、オフ保持回路 640 が 1 つの IC チップ に内包された構成を採用することができる。若しくは、ゲートドライバ 600 は、制御部 650 を内包する IC チップ と、オン回路 610、オフ回路 620、ソフト遮断回路 630、および、オフ保持回路 640 を内包する IC チップ と、を有する構成を採用することができる。これらゲートドライバ 600 を構成する素子の IC チップ に対する内包関係は、特に限定されない。

[0142] (その他の変形例)

各実施形態では、電気自動車用の車載システムを構成するゲートドライバ 600 を示した。しかしながらゲートドライバの適用としては特に上記例に限定されない。例えばモータと内燃機関を備えるハイブリッドシステムのゲ

ートドライバに適用することができる。

[0143] 各実施形態では電力変換器 300 が 1 つのコンバータ 310 と 1 つのインバータ 320 を有する例を示した。しかしながら、例えば図 3 に示すように車載システム 100 がモータ 400 を 2 つ有する構成の場合、電力変換器 300 が 1 つのコンバータ 310 と 2 つのインバータ 320 を有する構成を採用することもできる。

[0144] 以上、本開示の一態様に係る駆動回路の実施形態、構成、態様を例示したが、本開示に係る実施形態、構成、態様は、上述した各実施形態、各構成、各態様に限定されるものではない。例えば、異なる実施形態、構成、態様にそれぞれ開示された技術的部を適宜組み合わせて得られる実施形態、構成、態様についても本開示に係る実施形態、構成、態様の範囲に含まれる。

請求の範囲

[請求項1]

電位差の生じる第1接続点と第2接続点との間で並列接続された複数の被制御スイッチ（340, 350）の駆動を制御する駆動回路であって、

複数の前記被制御スイッチそれぞれの制御電極（340c, 350c）に接続された複数の第1制御配線（601, 602, 621, 622）と、

複数の前記第1制御配線それぞれに設けられた複数の第1バランス抵抗（615, 616）と、

複数の前記第1制御配線それぞれに共通して接続され、前記第1バランス抵抗を介して前記制御電極を基準電位に接続する第1共通配線（623）と、

前記第1共通配線に設けられた第1スイッチ（627）と、

複数の前記第1制御配線における前記第1バランス抵抗の前記制御電極側それぞれに接続された複数の第2制御配線（631, 632）と、

複数の前記第2制御配線それぞれに設けられた複数の第2バランス抵抗（634, 635）と、

複数の前記第2制御配線それぞれに共通して接続され、前記第2バランス抵抗を介して前記制御電極を前記基準電位に接続する第2共通配線（633）と、

前記第2共通配線に設けられた第2スイッチ（637）と、

複数の前記被制御スイッチの異常を検出するセンサ部（342, 352）と、

前記センサ部によって異常が検出されない場合に前記第1スイッチの開閉を制御し、前記センサ部によって異常が検出された場合に前記第2スイッチを閉状態に制御する制御部（650）と、を有し、

前記被制御スイッチは前記制御電極が前記基準電位に接続されると

開状態になる性質を備えており、

複数の前記第2バランス抵抗の抵抗値を合成した抵抗値は、複数の前記第1バランス抵抗の抵抗値を合成した抵抗値よりも高くなっている駆動回路。

[請求項2] アノード電極が前記第1バランス抵抗に接続される態様で、複数の前記第1制御配線それぞれに設けられた複数のダイオード（624，625）を有する請求項1に記載の駆動回路。

[請求項3] 前記第2制御配線は、前記第1制御配線における前記第1バランス抵抗と前記制御電極との間に接続されている請求項2に記載の駆動回路。

[請求項4] 複数の前記第1制御配線における前記第1バランス抵抗と前記制御電極との間に接続された複数の第3制御配線（641，642）と、
 複数の前記第3制御配線それぞれに共通して接続され、前記制御電極を前記基準電位に接続する第3共通配線（643）と、
 前記第3共通配線に設けられた第3スイッチ（644）と、を有する請求項1～3いずれか1項に記載の駆動回路。

[請求項5] 前記第1共通配線に設けられたオフ抵抗（626）を有し、
 前記第2バランス抵抗の抵抗値は、前記オフ抵抗と複数の前記第1バランス抵抗それぞれを加算した抵抗値よりも高い請求項1～4いずれか1項に記載の駆動回路。

[請求項6] 複数の前記被制御スイッチとして、主としてSiから構成されるIGBT（340）と、主としてSiCから構成されるMOSFET（350）と、を有する請求項1～5いずれか1項に記載の駆動回路。

[請求項7] 前記MOSFETの前記制御電極（350c）に接続される前記第1制御配線（602，622）に接続された前記第2制御配線（632）に設けられた前記第2バランス抵抗（635）は、前記IGBTの前記制御電極（340c）に接続される前記第1制御配線（601，621）に接続された前記第2制御配線（631）に設けられた前

記第2バランス抵抗(634)よりも抵抗値が低い請求項6に記載の駆動回路。

[請求項8] 複数の前記被制御スイッチのうちの一部を第1被制御スイッチ(340)とし、残りの前記被制御スイッチを第2被制御スイッチ(350)とすると、

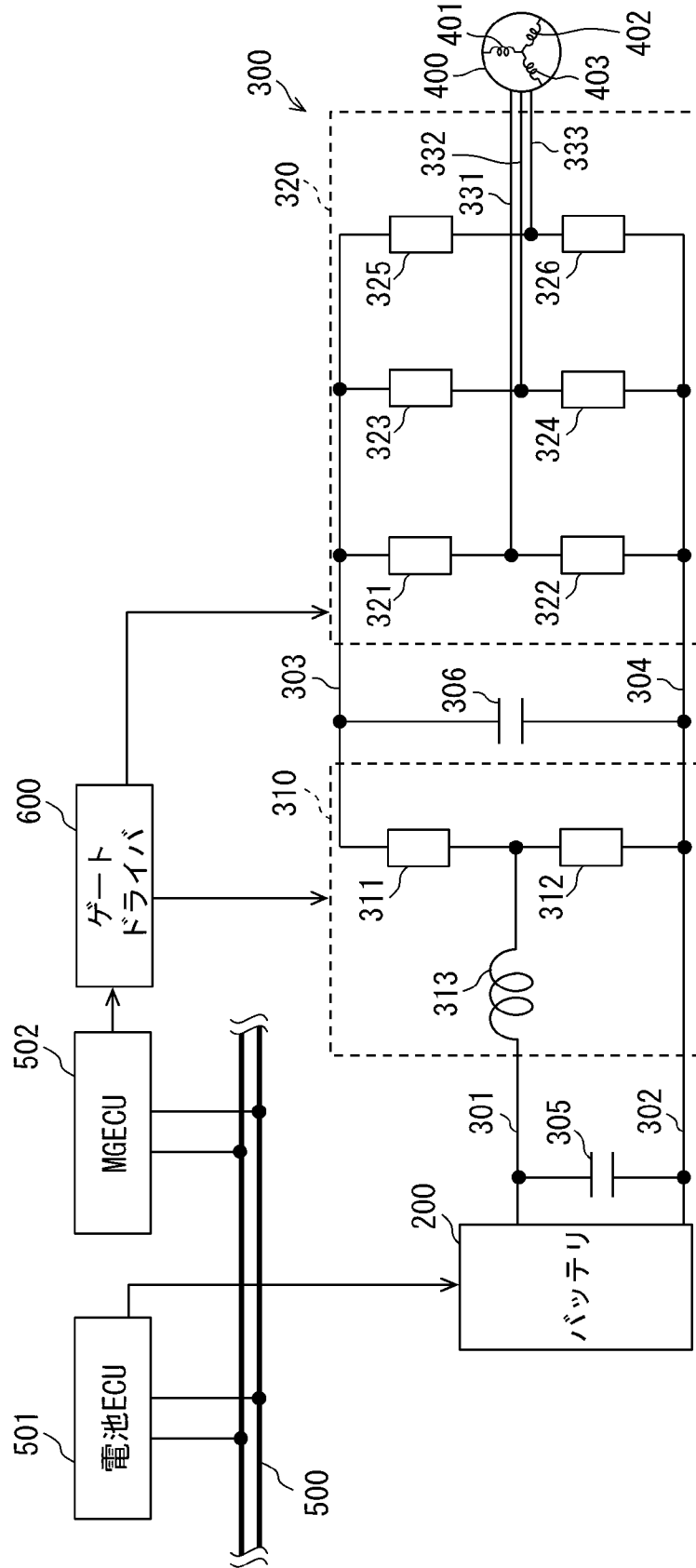
前記第1被制御スイッチは前記第2被制御スイッチよりも入力容量が大きく、

前記第1被制御スイッチの前記制御電極(340c)に接続される前記第1制御配線(601, 621)に接続された前記第2制御配線(631)に設けられた前記第2バランス抵抗(634)は、前記第2被制御スイッチの前記制御電極(350c)に接続される前記第1制御配線(602, 622)に接続された前記第2制御配線(632)に設けられた前記第2バランス抵抗(635)よりも抵抗値が大きい請求項1～5いずれか1項に記載の駆動回路。

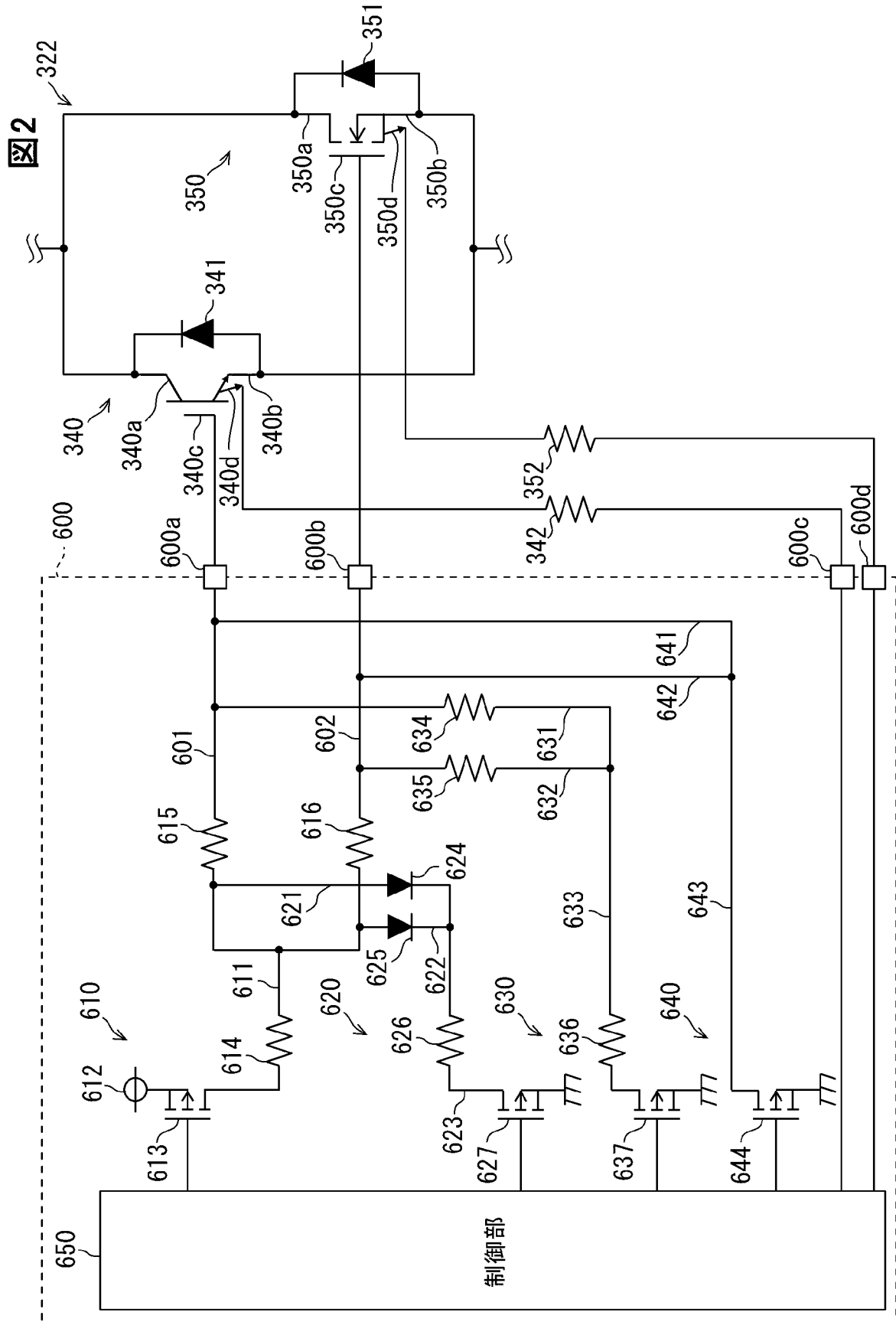
[図1]

図1

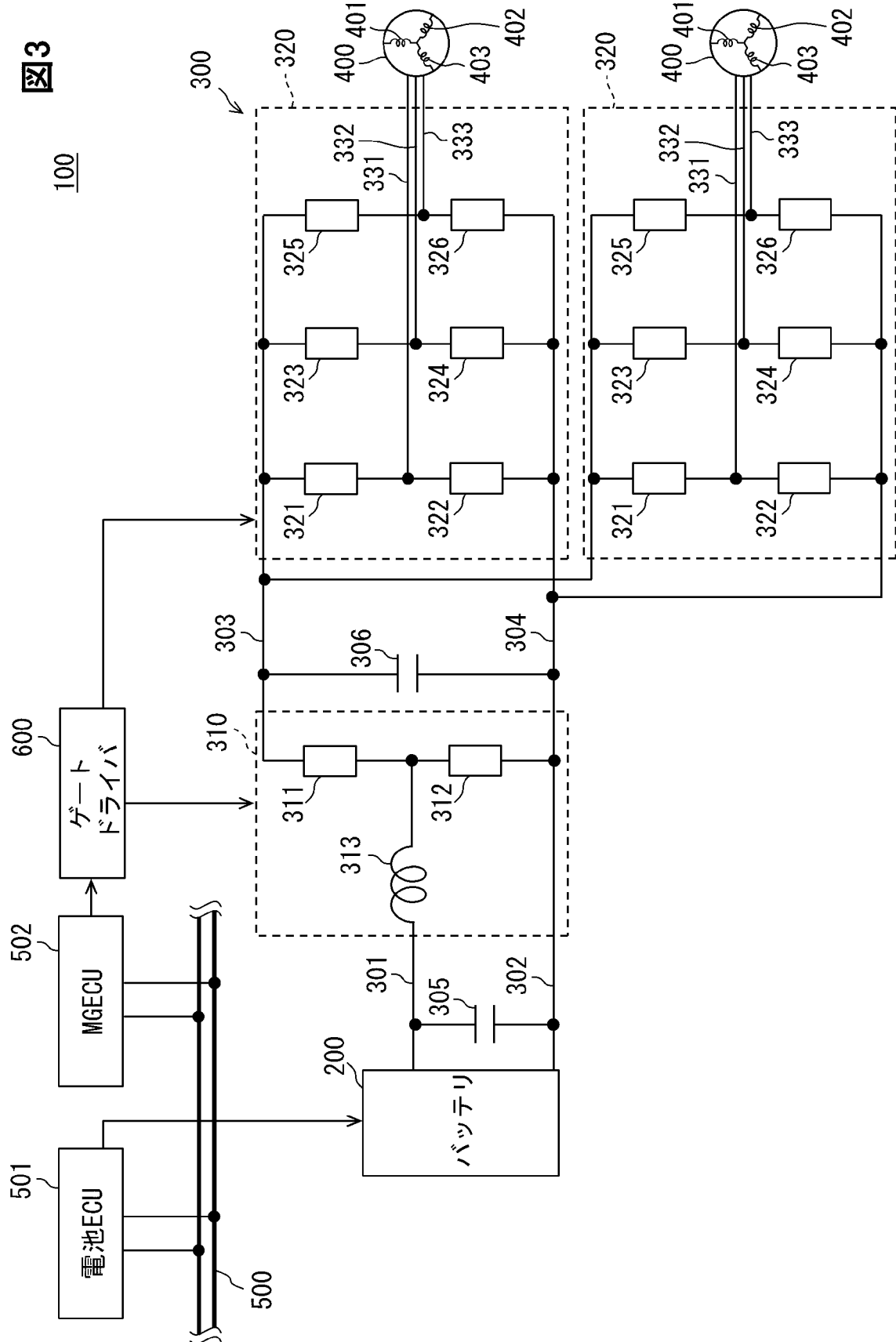
100



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/026205

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H03K17/08 (2006.01) i, H02M1/08 (2006.01) i, H02M7/797 (2006.01) i, H03K17/00 (2006.01) i, H03K17/567 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H03K17/08, H02M1/08, H02M7/797, H03K17/00, H03K17/567

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2017-28956 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 02 February 2017 & US 2017/0033790 A1	1-8
A	JP 2016-92907 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 23 May 2016 & US 2016/0126718 A1 & CN 105577153 A	1-8
A	JP 2008-79379 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 03 April 2008 (Family: none)	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03.09.2019

Date of mailing of the international search report
17.09.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/026205

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-150696 A (DENSO CORPORATION) 21 August 2014 & US 2014/0218099 A1	1-8
A	JP 2018-11404 A (DENSO CORPORATION) 18 January 2018 & US 2018/0019739 A1 & CN 107612292 A	1-8
A	JP 2017-175771 A (AISIN AW CO., LTD.) 28 September 2017 & US 2019/0058388 A1 & DE 112017000287 T5 & CN 109104886 A	1-8
A	JP 2015-15817 A (DENSO CORPORATION) 22 January 2015 & US 2015/0008973 A1	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H03K17/08(2006.01)i, H02M1/08(2006.01)i, H02M7/797(2006.01)i, H03K17/00(2006.01)i,
H03K17/567(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H03K17/08, H02M1/08, H02M7/797, H03K17/00, H03K17/567

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2017-28956 A（トヨタ自動車株式会社） 2017.02.02, & US 2017/0033790 A1	1-8
A	JP 2016-92907 A（富士電機株式会社） 2016.05.23, & US 2016/0126718 A1 & CN 105577153 A	1-8
A	JP 2008-79379 A（トヨタ自動車株式会社） 2008.04.03,（ファミリーなし）	1-8

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03.09.2019

国際調査報告の発送日

17.09.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

渡井 高広

5W

1208

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-150696 A (株式会社デンソー) 2014.08.21, & US 2014/0218099 A1	1-8
A	JP 2018-11404 A (株式会社デンソー) 2018.01.18, & US 2018/0019739 A1 & CN 107612292 A	1-8
A	JP 2017-175771 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 2017.09.28, & US 2019/0058388 A1 & DE 112017000287 T5 & CN 109104886 A	1-8
A	JP 2015-15817 A (株式会社デンソー) 2015.01.22, & US 2015/0008973 A1	1-8