

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 10 月 1 日(01.10.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/146041 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 1/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/001366
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 12 日(12.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-066597 2014 年 3 月 27 日(27.03.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 長瀬 拓生(NAGASE, Takuo); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦 2 丁目 1 3 番 1 9 号 瀧定ビル 6 階 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

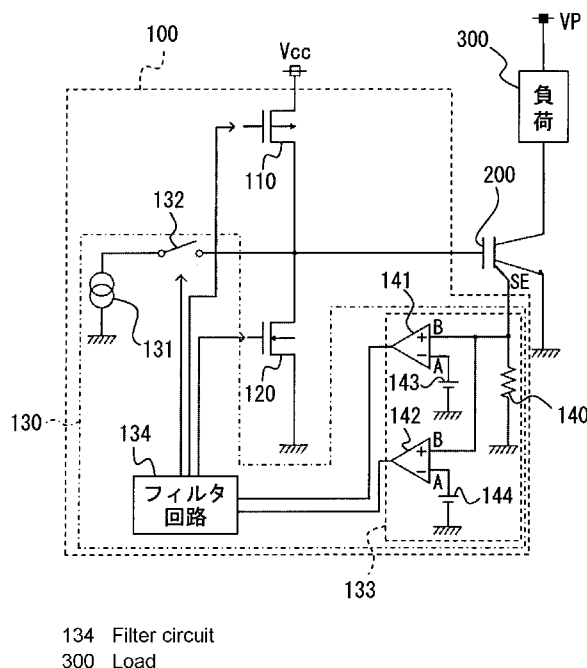
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: DRIVE DEVICE

(54) 発明の名称: 駆動装置



134 Filter circuit
300 Load

(57) Abstract: A drive device comprises an on-side circuit (110) for turning on a power switching element (200), an off-side circuit (120) for turning off the element, and a protection circuit (130) for controlling the gate current of the power switching element. The protection circuit includes a constant current circuit (131) for specifying a constant current for drawing the gate charge of the power switching element, a protection switch (132) for controlling an electrical connection between the constant current circuit and the gate of the power switching element, and a collector current detection unit (133). The collector current detection unit turns off the on-side circuit after a predetermined time is elapsed from when the current value of the collector current of the power switching element exceeds a first threshold value to disconnect the power switching element from a main power supply and turns on the protection switch.

(57) 要約: 駆動装置は、パワースイッチング素子 (200) をオンするオン側回路 (110) と、素子をオフするオフ側回路 (120) と、前記パワースイッチング素子のゲート電流を制御する保護回路 (130) を備える。該保護回路は、前記パワースイッチング素子のゲート電荷を引き抜くための定電流を規定する定電流回路 (131) と、前記定電流回路と前記パワースイッチング素子のゲートとの電気的な接続を制御する保護スイッチ (132) と、コレクタ電流検出部 (133) とを有する。該コレクタ電流検出部は、前

記パワースイッチング素子のコレクタ電流の電流値が、第 1 閾値を上回ってから所定時間後に、前記オン側回路をオフして前記パワースイッチング素子を前記主電源から切り離すとともに、前記保護スイッチをオンする。

WO 2015/146041 A1

明 細 書

発明の名称： 駆動装置

関連出願の相互参照

[0001] 本開示は、2014年3月27日に出願された日本出願番号2014-66597号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、パワースイッチング素子のオンオフ制御および異常時の保護を行う駆動装置に関する。

背景技術

[0003] パワースイッチング素子により駆動される負荷が短絡すると、パワースイッチング素子に急峻に過大な電流が流れる。この過電流からパワースイッチング素子を保護するための回路が種々提案されている。しかしながら、このような保護回路が備えられた駆動回路は、パワースイッチング素子のスイッチングノイズ等に起因して保護回路が誤って動作し、パワースイッチング素子の駆動が意図せず停止するという問題も生じる。

[0004] これに対して、特許文献1に記載の保護回路は、負荷の短絡が検出されると、パワースイッチング素子のゲート電圧を抵抗分圧により低下させて電流を抑制する。そして、短絡検出用の閾値以上の電流が所定時間継続して流れていた場合に負荷の短絡と判断し、パワースイッチング素子の駆動を停止させる。

[0005] しかしながら、特許文献1に記載の保護回路では、短絡保護に際して、ゲート電圧を一律に低下させるため、パワースイッチング素子の製造ばらつきに起因する閾値電圧のばらつきにより、パワースイッチング素子に流れる電流にばらつきが生じてしまう。この電流値のばらつきによって、上記所定時間内に、電流値が短絡検出用の閾値を下回ってしまうと、短絡保護動作が誤って解除されてしまう。この誤解除を防止するために、短絡検出用の閾値を大きく設定しなければならず、パワースイッチング素子へのストレスが大き

くになってしまう。

[0006] また、分圧用の抵抗とパワースイッチング素子のゲート容量によってゲート電圧の波形がなまり、ゲート電圧抑制時の時定数が大きくなってしまう。このため、パワースイッチング素子の電流を低下させるための所要時間が長くなってしまい、ストレスが大きい。

[0007] 一方、特許文献2に記載の電力変換装置は、短絡の検出時において、パワースイッチング素子のゲート電圧をツェナーダイオードにより抑制する方式を採用している。

[0008] 特許文献2に記載の方式では、ゲート電圧を急峻に低下させることができ、ゲート電圧抑制時の時定数の問題は解決できる。しかし、一般に、ツェナーダイオードは温度や製造ばらつきに起因する特性のばらつきが大きく、短絡保護動作の誤解除の問題を解決することはできない。

[0009] また、ゲート電圧抑制時にゲート電圧の下降速度を制御することが困難であるため、パワースイッチング素子の電流にリングングを生じてしまい、パワースイッチング素子にサージ電圧が印加される原因となる。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開平3-40517号公報

特許文献2：特開2010-154595号公報

発明の概要

[0011] 本開示は、パワースイッチング素子のオンオフ制御および異常時の保護を行う駆動装置において、負荷短絡で過大な電流が流れたときにゲート電圧を適切に制御して保護することを目的とする。

[0012] 駆動装置は、負荷を駆動するパワースイッチング素子のゲート電流を制御して、前記パワースイッチング素子をオンするオン側回路と、主電源に対して前記オン側回路と直列に接続され、前記パワースイッチング素子をオフするオフ側回路と、前記パワースイッチング素子のゲートが前記オン側回路と前記オフ側回路との中間点に接続され、前記パワースイッチング素子のコレ

クタ電流の電流値に基づいて、前記パワースイッチング素子のゲート電流を制御する保護回路を備える。該保護回路は、前記パワースイッチング素子のゲート電荷を引き抜くための定電流を規定する定電流回路と、前記定電流回路と前記パワースイッチング素子のゲートとの電気的な接続を制御する保護スイッチと、前記パワースイッチング素子のコレクタ電流の電流値が、所定の閾値を上回ったことを検出するコレクタ電流検出部と、を有する。該コレクタ電流検出部は、前記パワースイッチング素子のコレクタ電流の電流値が、所定の閾値として前記負荷の短絡を示す第1閾値を上回ってから所定時間後に、前記オン側回路をオフして前記パワースイッチング素子を前記主電源から切り離すとともに、前記保護スイッチをオンする。

[0013] これによれば、短絡によるコレクタ電流の増加を抑制するためにパワースイッチング素子のゲートから電荷を引き抜く際、その引き抜き先として定電流回路が設けられている。このため、パワースイッチング素子のゲート電荷は、一定の早さで引き抜かれることになる。換言すれば、ゲート電圧ひいてはコレクタ電流を一定のスルーレートで低減することができる。したがって、ゲート電圧ひいてはコレクタ電流の波形のなまりや、これら電圧や電流が急激に減少することによるリングングを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0014] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
[図1]図1は、第1実施形態に係る駆動装置の概略構成を示す回路図であり、
[図2]図2は、従来構成における駆動装置の駆動を示すタイミングチャートであり、
[図3]図3は、従来構成における駆動装置の駆動を示すタイミングチャートであり、
[図4]図4は、第1実施形態に係る駆動装置の駆動を示すタイミングチャートであり、
[図5]図5は、変形例1に係る駆動装置の駆動を示すタイミングチャートであ

り、

[図6]図6は、第2実施形態に係る駆動装置の概略構成を示す回路図である。

発明を実施するための形態

[0015] (第1実施形態)

最初に、図1を参照して、本実施形態に係る駆動装置の概略構成について説明する。

[0016] 図1に示すように、この駆動装置100は、負荷300を駆動するパワースイッチング素子としての絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(IGBT)200の駆動を制御するものである。

[0017] この駆動装置100は、オン側回路110と、オフ側回路120と、保護回路130と、を備えている。

[0018] オン側回路110およびオフ側回路120は主電源とGNDとの間で直列に接続され、その中間点にIGBT200のゲートが接続されている。オン側回路110は、PMOSトランジスタにより構成され、このPMOSトランジスタがオン状態のときにはIGBT200のゲートに電源電圧 V_{cc} が印加される。これによりIGBT200がオン状態になり、IGBT200のコレクタエミッタ間に電流が流れ、負荷300に電力が供給される。

[0019] オフ側回路120は、NMOSトランジスタにより構成され、このNMOSトランジスタがオン状態のときにはIGBT200のゲートから電荷が引き抜かれてIGBT200がオフ状態になる。

[0020] 保護回路130は、IGBT200のコレクタ電流 I_c に基づいて、IGBT200のゲート電流、ひいてはゲート電圧を制御する。この保護回路130は、IGBT200のゲート電荷を一定の割合で引き抜くための定電流回路131と、該定電流回路131とIGBT200との電気的な接続を制御して定電流回路131の有効／無効を規定する保護スイッチ132と、IGBT200のコレクタ電流 I_c を検出するコレクタ電流検出部133と、を有している。

[0021] コレクタ電流検出部133は、負荷300の短絡に起因するIGBT200

0のコレクタ電流の異常を検出する回路である。このコレクタ電流検出部133は、IGBT200のコレクタ電流 I_c を電圧に変換するための抵抗器140と、コンパレータ141、142と、コンパレータ141、142の入力端子Aに閾値となる電圧を与える電圧源143、144と、を有している。

[0022] より詳しく説明する。図1に示すように、コンパレータ141の一方の入力端子Aには電圧源143が接続されている。そして、他方の入力端子Bは、IGBT200のセンスエミッタ端子SEとGNDとの間に接続された抵抗器140との中間点に接続されている。すなわち、コンパレータ141における入力端子Bには、IGBT200のセンスエミッタ端子SEからGNDに向かって流れる電流と抵抗器140の抵抗値に対応した電圧が印加されている。入力端子Bに印加される電圧は、センスエミッタ端子SEからGNDに向かって流れる電流に比例する。つまり、この電圧はIGBT200のコレクタ電流が大きくなるほど高電圧となる。

[0023] コンパレータ141は、センスエミッタ端子SEを流れる電流に対応した電圧が、電圧源143の電圧を超えた場合、すなわち、コレクタ電流 I_c が所定の閾値（負荷300の短絡を示す第1閾値）を超えた場合に、後述のフィルタ回路134を介して保護スイッチ132をオンし、オン側回路110をオフするように制御信号を出力する。

[0024] コンパレータ142についても、コンパレータ141と同様の構成である。すなわち、コンパレータ142の一方の入力端子Aには電圧源144が接続されている。そして、他方の入力端子Bは、IGBT200のセンスエミッタ端子SEとGNDとの間に接続された抵抗器140との中間点に接続されている。

[0025] そして、コンパレータ142は、センスエミッタ端子SEを流れる電流に対応した電圧が、電圧源144の電圧に到達した場合、すなわち、コレクタ電流 I_c が所定の閾値（第2閾値に相当）に到達した場合に、フィルタ回路134を介して保護スイッチ132をオフするように制御信号を出力する。

- [0026] 上記したように、電圧源 143 は IGBT 200 にとって負荷 300 が短絡状態にあると判断されるような電圧が設定され、第 1 閾値を規定している。また、電圧源 144 は第 1 閾値よりも高い電圧が設定され、第 2 閾値を規定している。
- [0027] 先出のフィルタ回路 134 は、信号が入力されてから、予め設定された所定のフィルタ時間後に、入力に対応した制御信号を出力する回路である。
- [0028] 例えば、本実施形態におけるフィルタ回路 134 は、IGBT 200 のコレクタ電流 I_c が第 1 閾値を上回ると、予め設定された第 1 フィルタ時間後にオフ側回路 120 をオンするように制御信号を出力する。加えて、フィルタ回路 134 は、IGBT 200 のコレクタ電流が第 1 閾値を上回ると、予め設定された第 2 フィルタ時間後に、保護スイッチ 132 をオンするとともに、オン側回路 110 をオフするように制御信号を出力する。
- [0029] また、本実施形態におけるフィルタ回路 134 は、IGBT 200 のコレクタ電流 I_c が第 2 閾値よりも高い状態から第 2 閾値に到達すると、予め設定された第 3 フィルタ時間後に保護スイッチ 132 をオフするように制御信号を出力する。なお、後述する、駆動装置 100 の動作の説明において、この第 3 フィルタ時間は、便宜上ゼロに設定されている。すなわち、フィルタ回路 134 は、IGBT 200 のコレクタ電流 I_c が第 2 閾値よりも高い状態から第 2 閾値に到達すると同時に、保護スイッチ 132 をオフするように制御信号を出力する。
- [0030] なお、このフィルタ回路 134 は、IGBT 200 のスイッチングノイズ等によって、保護回路 130 が誤って動作することを防止するために設けられている。
- [0031] 次に、図 2～図 4 を参照して、本実施形態に係る駆動装置 100 の動作および作用効果について説明する。
- [0032] まず、従来技術において、IGBT 200 の保護動作が行われた場合の挙動について説明する。
- [0033] 特許文献 1 に記載の保護回路は、低下させた後のゲート電圧の値を抵抗分

圧によって規定する方式を採用している。このため、図2に示すように、時刻 t_2 において保護回路が動作し、ゲート電圧の低下が開始されても、長い時定数のため、コレクタ電流 I_c の大きな状態が維持されてしまう。その結果、IGBT200へのストレスが大きくなってしまう。また、ゲート電圧の値を抵抗分圧により一定値に規定する方式であるため、IGBT200のゲート容量ばらつきに起因してゲート電流にばらつきが生じてしまう。

[0034] また、特許文献2に記載の電力変換装置は、ゲート電圧の値をツェナーダイオードにより規定する方式を採用している。このため、図3に示すように、時刻 t_2 において保護回路が動作するとゲート電圧が急激に減少して、ゲート電圧およびコレクタ電流 I_c にリングングが発生してしまう。コレクタ電流 I_c にリングングが発生すると、コレクタ電圧に大きなサージ電圧が印加されてしまう。

[0035] 次いで、図4を参照して、本実施形態に係る駆動装置100による保護動作が行われた場合の挙動について説明する。

[0036] 図4において、時刻 t_1 以前はIGBT200がオフの状態である。すなわち、オフ側回路120がオン（有効）状態、かつ、オン側回路110がオフ（無効）状態であり、IGBT200のゲートには電圧が印加されていない。

[0037] 時刻 t_1 において、図示しない制御部によりIGBT200をオンする旨の制御信号を受けると、駆動装置100におけるオン側回路110がオンされ、オフ側回路120がオフされる。これにより、IGBT200のゲート電圧が上昇を始める。ゲート電圧がIGBT200に固有の閾値電圧（いわゆる V_{th} ）を超えると、IGBT200にコレクタ電流 I_c が流れ始める。

[0038] ここで、負荷300が短絡していた場合、IGBT200には過大なコレクタ電流 I_c が流れることになる。コレクタ電流 I_c が電圧源143により規定された第1閾値を超えると、フィルタ回路134が第1フィルタ時間のカウントを開始する。また、本実施形態では、第1フィルタ時間のカウント

と同時に、第2フィルタ時間のカウンタも開始される。

[0039] コレクタ電流 I_c が第1閾値を超えてから第2フィルタ時間後である時刻 t_2 において、保護スイッチ 132 がオンされると同時に、オン側回路 110 がオフされる。これにより、IGBT 200 のゲートは主電源および GND から切り離された状態となり、ゲート電荷は定電流回路 131 のみによって引き抜かれる。換言すれば、ゲートからの電荷の引き抜きが、定電流回路 131 によって一定の早さで行われる。これによれば、ゲート電圧を一定のスルーレートで低減することができる。したがって、ゲート電圧の波形のなまりや、ゲート電圧が急激に減少することによるリングングを抑制することができる。

[0040] IGBT 200 のゲートから電荷が引き抜かれることにより、ゲート電流が第2閾値よりも高い状態から下降して第2閾値に到達する（時刻 t_3 ）と、保護スイッチ 132 がオフされる。これにより、IGBT 200 のゲートは電氣的にフローティングとなる。仮に、負荷 300 の短絡が偽であった場合にはコレクタ電流 I_c は第1閾値を下回るため、オン側回路 110 がオンされ、IGBT 200 は通常動作に戻る。負荷 300 の短絡が真であった場合には、ゲート電圧は一定であり、コレクタ電流 I_c も一定値を維持する。

[0041] そして、コレクタ電流 I_c が第1閾値を超えてから第1フィルタ時間後である時刻 t_4 において、オフ側回路 120 がオン状態となり、IGBT 200 は動作を停止する。これにより、IGBT 200 は過大な電流から保護される。

[0042] このように、コレクタ電流検出部 133 が IGBT 200 のコレクタ電流 I_c をモニタし、その電流値が第2閾値に達した時点でゲートがフローティングとされるため、コレクタ電流 I_c を IGBT 200 のゲート容量ばらつきに依存せず一定に維持することができる。つまり、保護スイッチ 132 をオフした後も、コレクタ電流 I_c のばらつきを抑制することができる。これにより、第2閾値を第1閾値にできるだけ近い値に設定することができる。第2閾値が第1閾値に対して大きい値の場合、コレクタ電流 I_c が高い状態

で維持されて、IGBT200へのストレスが大きくなってしまう。これに対して、本実施形態では、従来の構成に較べて第2閾値を第1閾値に近づけることができるため、IGBT200へのストレスを小さくすることができる。

[0043] (変形例1)

上記した第1実施形態においては、コレクタ電流 I_c の閾値として、負荷300の短絡を示す第1閾値と、第1閾値よりも高い値に設定された第2閾値を有する例について説明した。第1実施形態に較べてノイズ耐量を向上させるものとして、第2閾値よりも電流値の高い第3閾値を設定することもできる。

[0044] 第1実施形態においては、コレクタ電流 I_c が第1閾値を超えた場合に、オフ側回路120をオンするための第1フィルタ時間、および、保護スイッチ132をオンするための第2フィルタ時間のカウントが開始されるように構成されていた。これに対して、本変形例では、図5に示すように、コレクタ電流 I_c が第1閾値を超えた場合には、第1フィルタ時間のみがカウントを開始される。そして、コレクタ電流 I_c が第3閾値を超えると、保護スイッチ132をオンするための第4フィルタ時間のカウントが開始される。

[0045] これによれば、IGBT200を保護するための保護スイッチ132をオンする閾値が、第1閾値および第2閾値よりも高い第3閾値に設定されるから、コレクタ電流 I_c に、第1閾値を超えるようなパルスノイズが発生した場合でも、誤って保護スイッチ132がオンされることを回避することができる。したがって、第1実施形態に較べてノイズ耐量を向上させることができる。

[0046] (変形例2)

保護スイッチ132がオンされた時刻以降にオフ側回路120をオンする場合においては、保護スイッチ132がオンされなかった場合に較べて、オフ側回路120のドライブ能力を低下させるおくことが好ましい。つまり、例えば図4において、保護スイッチ132が動作した時刻 t_2 以降の時刻 t

4において、オフ側回路120をオンする場合には、保護スイッチ132が動作しない、すなわち負荷300の短絡が生じていない通常駆動の場合に較べて、オフ側回路120のドライブ能力を低下させておくが良い。

[0047] 負荷300が短絡した状態では、IGBT200のコレクタ電流 I_c が定格を大きく超えている。このため、通常動作と同じドライブ能力を以ってオフ側回路120をオンすると、コレクタ電圧が急激に上昇して過大なサージ電圧が発生する虞があり、IGBT200の故障の原因となる。上記したように、負荷300に短絡が発生して保護スイッチ132が動作した場合には、負荷300の短絡が生じていない通常駆動の場合に較べて、オフ側回路120のドライブ能力を低下させておくことによって、コレクタ電圧のサージを抑制することができる。

[0048] (変形例3)

また、IGBT200のコレクタ電流 I_c の電流値が、第1閾値を上回ってから所定時間後（例えば、第1実施形態においては第2フィルタ時間後）に、オン側回路110をオフしてIGBT200を主電源から切り離す場合において、オン側回路110を完全にオフすることなく、主電源からIGBT200のゲートに、定電流回路131により供給される電流よりも小さい電流を注入するようにすることが好ましい。

[0049] 具体的には、図4および図5における時刻 t_2 において、IGBT200のゲート電荷を定電流回路131によって引き抜くと同時に、オン側回路110を構成するMOSトランジスタのゲートに閾値電圧近傍の電圧を印加して、主電源からゲートに対して微小電流を供給する。これによれば、ゲート電流およびゲート電圧のスルーレートを小さくして、これら電流および電圧の低下に伴うアンダーシュートを抑制することができる。したがって、上記した第1実施形態およびその変形例に較べて、時刻 t_3 後のコレクタ電流 I_c のばらつきを抑制することができる。

[0050] (第2実施形態)

第1実施形態およびその各変形例では、保護回路130における定電流回

路 131 が IGBT200 のゲートに直接接続されることによってゲート電荷を引き抜く例について説明した。しかしながら、保護回路 130 は、コレクタ電流 I_c に基づいて、IGBT200 のゲート電流を制御可能に構成されていればよい。

[0051] 例えば、図 6 に示すように、IGBT200 のゲート電流を、オフ側回路 120 を介して引き抜く構成としてもよい。以下、具体的に説明する。なお、コレクタ電流検出部 133 およびフィルタ回路 134 は第 1 実施形態と同様の構成であるため、その説明を割愛する。

[0052] この駆動装置 100 は、オフ側回路 120 として、2 つの NMOS トランジスタ (T_{r1} , T_{r2}) を有している。これら NMOS トランジスタは、出力トランジスタとしてのメイン MOS トランジスタ T_{r1} と、メイン MOS トランジスタ T_{r1} のドレイン電流を規定するセンス MOS トランジスタ T_{r2} とから構成されている。本実施形態では、メイン MOS トランジスタ T_{r1} が、センス MOS トランジスタ T_{r2} に対してカレントミラーを構成するようになっている。具体的には、メイン MOS トランジスタ T_{r1} のゲートはセンス MOS トランジスタ T_{r2} のゲートと共通とされ、ソースが共通して GND に接続されている。メイン MOS トランジスタ T_{r1} のドレインは IGBT200 のゲートに接続されている。

[0053] このような構成では、メイン MOS トランジスタ T_{r1} には、センス MOS トランジスタ T_{r2} とのサイズ比と同一の電流比でドレイン電流が流れる。

[0054] また、オフ側回路 120 は、センス MOS トランジスタ T_{r2} のドレイン電流を制御するためのオペアンプ 121 と、該オペアンプ 121 の出力を規定するための基準抵抗 122 と、該オペアンプ 121 の一つの入力端子に参照電位 V_{ref} を与える参照電源 123 と、を有している。オペアンプ 121 は、図示しない制御部などから IGBT200 をオフさせることを示す制御信号が入力されると、センス MOS トランジスタ T_{r2} のゲートに電圧を印加することで、IGBT200 のゲートから一定の電流が引き抜かれるよ

うになっている。

[0055] 基準抵抗122は、シャント抵抗であり、センスMOSトランジスタTr2のドレイン電流の電流値を規定する。ひいては、IGBT200のゲートから引き抜かれる電流の電流値を規定する。IGBT200のゲートから引き抜かれる電流は、メインMOSトランジスタTr1に流れるドレイン電流である。そして、メインMOSトランジスタTr1はセンスMOSトランジスタTr2とともにカレントミラーを構成しているので、IGBT200のゲートから引き抜かれる電流はセンスMOSトランジスタTr2のドレイン電流に依存する。

[0056] このような構成では、IGBT200をオフさせることを示す制御信号が入力されると、オペアンプ121が駆動されてセンスMOSトランジスタTr2にゲート電圧が印加される。このときのドレイン電流は基準抵抗122の抵抗値Rにより規定される。そして、その電流値は、基準抵抗122とセンスMOSトランジスタTr2との間の接続点の電位が、参照電位Vrefに近づくように、オペアンプ121の出力が調整されることによりフィードバック制御される。これにより、センスMOSトランジスタTr2のドレイン電流が高精度に一定の値（ $= (V_{cc} - V_{ref}) / R$ ）に制御される。よって、IGBT200のゲートから引き抜かれる電流も、高精度に一定電流とされる。

[0057] なお、オフ側回路120は、オペアンプ121によるメインMOSトランジスタTr1への電流供給をオンオフする制御スイッチ124を有している。この制御スイッチ124がオン状態であれば、オペアンプ121からセンスMOSトランジスタTr2にゲート電圧が印加されてオフ側回路120がオン状態となる。

[0058] また、この駆動装置100は、第1実施形態と同様に、定電流回路131を有している。ただし、本実施形態における定電流回路131は、図6に示すように、オフ側回路120におけるメインMOSトランジスタTr1とカレントミラーを構成するNMOSトランジスタTr3にドレイン電流を与え

るように接続されている。メインMOSトランジスタ T_{r1} とNMOSトランジスタ T_{r3} は、互いのゲートがスイッチを介して接続されている。このスイッチがオン状態であれば、メインMOSトランジスタ T_{r1} とNMOSトランジスタ T_{r3} がカレントミラーを構成し、定電流回路131により規定される電流が T_{r1} のドレイン電流として流れ、IGBT200のゲート電荷を引き抜くようになっている。すなわち、このスイッチが上記した第1実施形態およびその変形例における保護スイッチ132に相当する。

[0059] 本実施形態のように構成すれば、保護回路130による保護のためのIGBT200からのゲート電流の引き抜きと、オフ側回路120によるオフ動作のためのIGBT200からのゲート電流の引き抜きについて、一つのNMOSトランジスタ、つまりメインMOSトランジスタ T_{r1} を共用することができる。

[0060] (その他の実施形態)

以上、本開示の好ましい実施形態について説明したが、本開示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。

[0061] 第1閾値および第2閾値について、一定のゲート電圧のもとで予め測定されたパワースイッチング素子のコレクタ電流に対応した値に設定されることが好ましい。図示しないが、駆動装置100にメモリ回路を設け、駆動装置100の出荷前検査（製造後に行われる特性検査）において測定されたIGBT200の所定のコレクタ電流 I_c に対するセンスエミッタ端子SEの電圧に対応した閾値をメモリに記憶するようにする。具体的には、センスエミッタ端子SEの電圧が大きいほど第1閾値および第2閾値の値を大きく設定し、通常のスイッチング動作時のノイズで、誤って短絡保護動作する誤動作を防止できる。また、第2閾値を出来る限り第1閾値に近づけるように設定することができるため、IGBT200のストレスを軽減することができる。

[0062] また、上記した各実施形態では、負荷300が短絡した場合の保護動作に

ついて記載したが、これに加えて、負荷３００の短絡ほどではないにせよ、ＩＧＢＴ２００のコレクタの定格以上の過大な電流が流れる過電流の状態においても、本開示を適用することができる。この場合は、第１閾値、第２閾値および第３閾値を、短絡の場合に較べて小さな値に設定する。

[0063] 上記した各実施形態では、パワースイッチング素子としてＩＧＢＴ２００を例示したが、この例に限定されない。例えば、パワースイッチング素子として、パワーＭＯＳトランジスタ等についても本開示を適用することができる。

[0064] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

[請求項1] 負荷（３００）を駆動するパワースイッチング素子（２００）のゲート電流を制御して、前記パワースイッチング素子をオンするオン側回路（１１０）と、

主電源に対して前記オン側回路と直列に接続され、前記パワースイッチング素子をオフするオフ側回路（１２０）と、前記パワースイッチング素子のゲートが前記オン側回路と前記オフ側回路との中間点に接続され、

前記パワースイッチング素子のコレクタ電流の電流値に基づいて、前記パワースイッチング素子のゲート電流を制御する保護回路（１３０）を備え、

該保護回路は、

前記パワースイッチング素子のゲート電荷を引き抜くための定電流を規定する定電流回路（１３１）と、

前記定電流回路と前記パワースイッチング素子のゲートとの電気的な接続を制御する保護スイッチ（１３２）と、

前記パワースイッチング素子のコレクタ電流の電流値が、所定の閾値を上回ったことを検出するコレクタ電流検出部（１３３）と、を有し、

該コレクタ電流検出部は、前記パワースイッチング素子のコレクタ電流の電流値が、所定の閾値として前記負荷の短絡を示す第１閾値を上回ってから所定時間後に、前記オン側回路をオフして前記パワースイッチング素子を前記主電源から切り離すとともに、前記保護スイッチをオンする駆動装置。

[請求項2] 前記第１閾値は、一定のコレクタ電流のもとで予め測定された前記パワースイッチング素子のセンスエミッタ端子の電圧（ＳＥ）に対応した値に設定される請求項１に記載の駆動装置。

[請求項3] 前記パワースイッチング素子のコレクタ電流の閾値としての前記第

1 閾値に加えて、電流値が前記第 1 閾値よりも高い第 2 閾値が設定され、

前記コレクタ電流検出部は、前記パワースイッチング素子のコレクタ電流が、前記第 2 閾値より高い状態から遷移して前記第 2 閾値に達するまで、前記保護スイッチをオン状態とする請求項 1 または請求項 2 に記載の駆動装置。

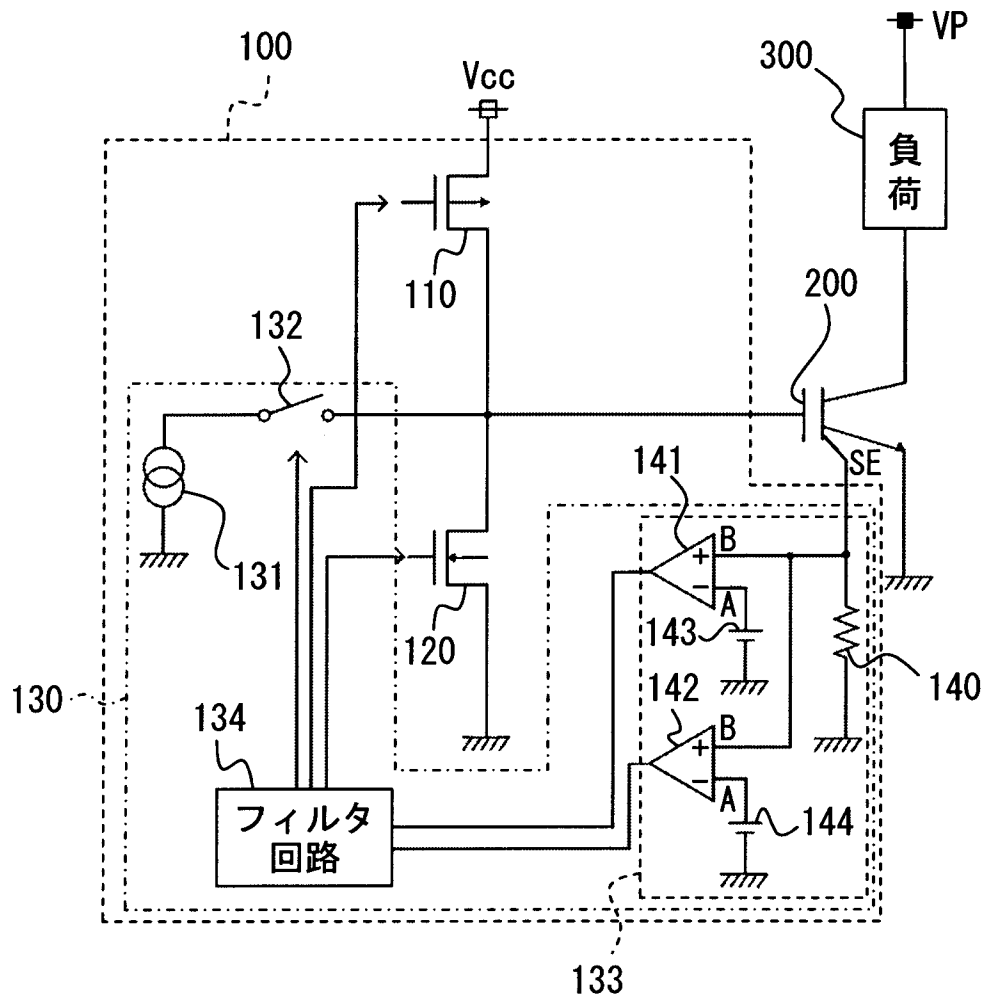
[請求項4] 前記第 2 閾値は、一定のコレクタ電流のもとで予め測定された前記パワースイッチング素子のセンスエミッタ端子の電圧に対応した値に設定される請求項 3 に記載の駆動装置。

[請求項5] 前記パワースイッチング素子のコレクタ電流の閾値として、電流値が前記第 1 閾値および前記第 2 閾値よりも高い第 3 閾値が設定され、
前記コレクタ電流検出部は、前記パワースイッチング素子のコレクタ電流が前記第 3 閾値を上回ってから、予め設定されたフィルタ時間後に、前記保護スイッチをオンする請求項 3 または請求項 4 に記載の駆動装置。

[請求項6] 前記保護スイッチがオンされた時刻以降に前記オフ側回路をオンする場合においては、前記保護スイッチがオンされなかった場合に較べて、前記オフ側回路のドライブ能力を低下させる請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の駆動装置。

[請求項7] 前記パワースイッチング素子のコレクタ電流の電流値が、前記第 1 閾値を上回ってから所定時間後に、前記オン側回路をオフして前記パワースイッチング素子を前記主電源から切り離す場合において、
前記オン側回路を完全にオフすることなく、前記主電源から前記パワースイッチング素子のゲートに、前記保護回路における前記定電流回路により供給される電流よりも小さい電流を注入する請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の駆動装置。

[図1]

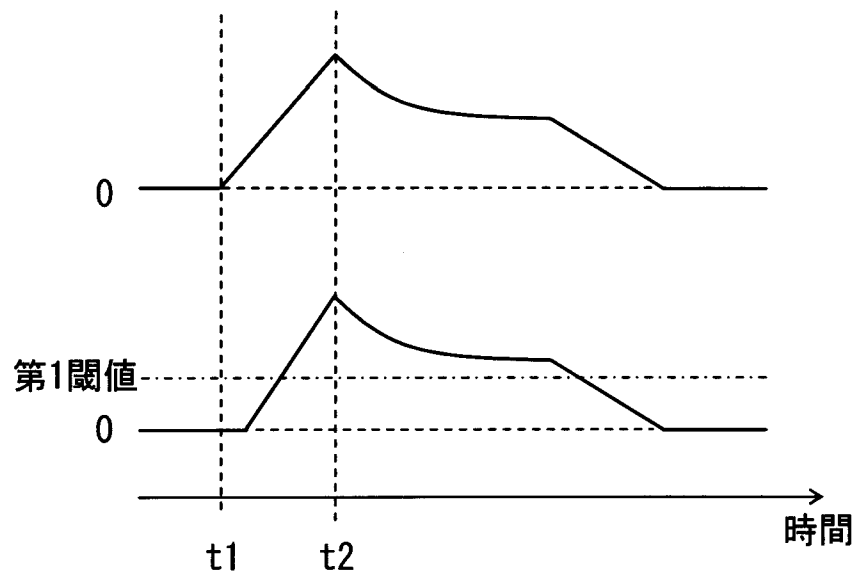


[図2]

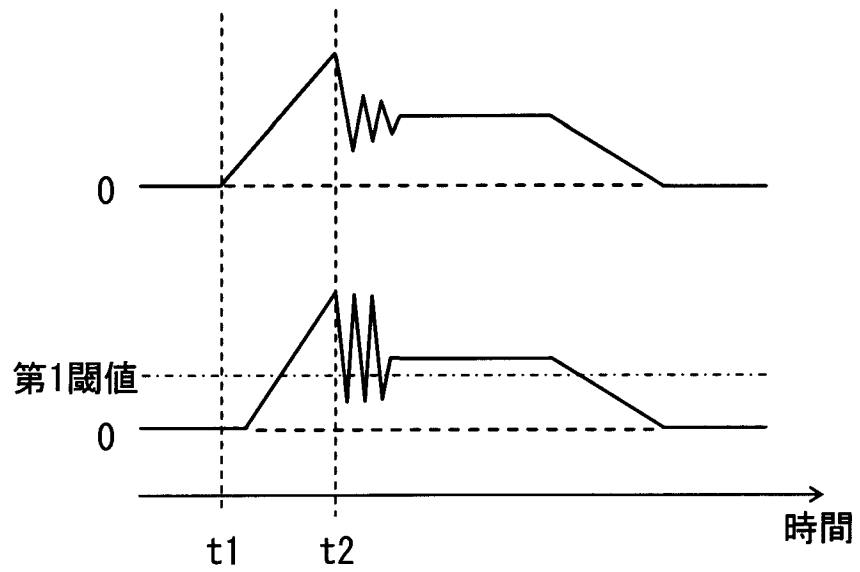
比較例

IGBT
ゲート電圧

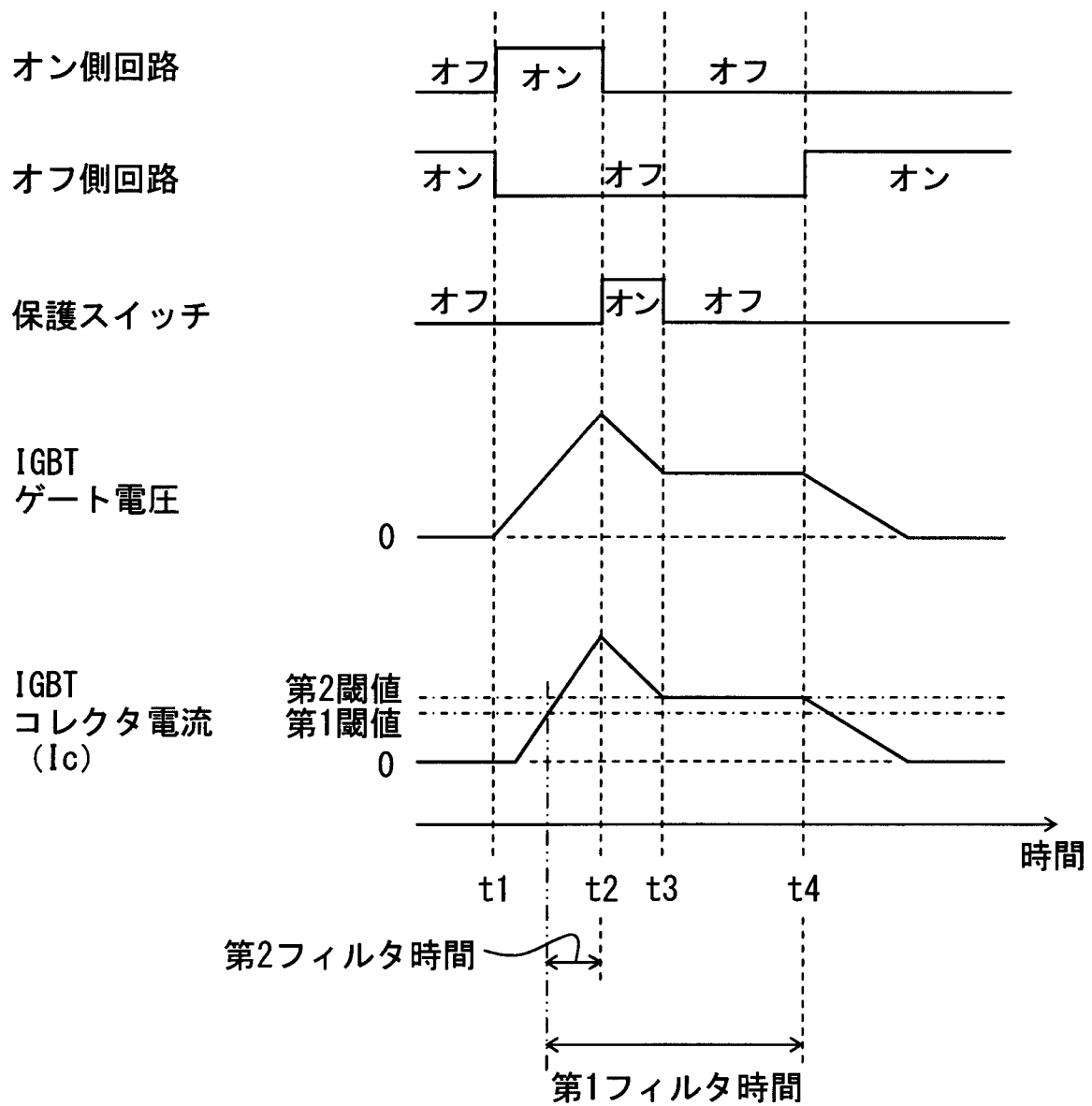
IGBT
コレクタ電流
(Ic)



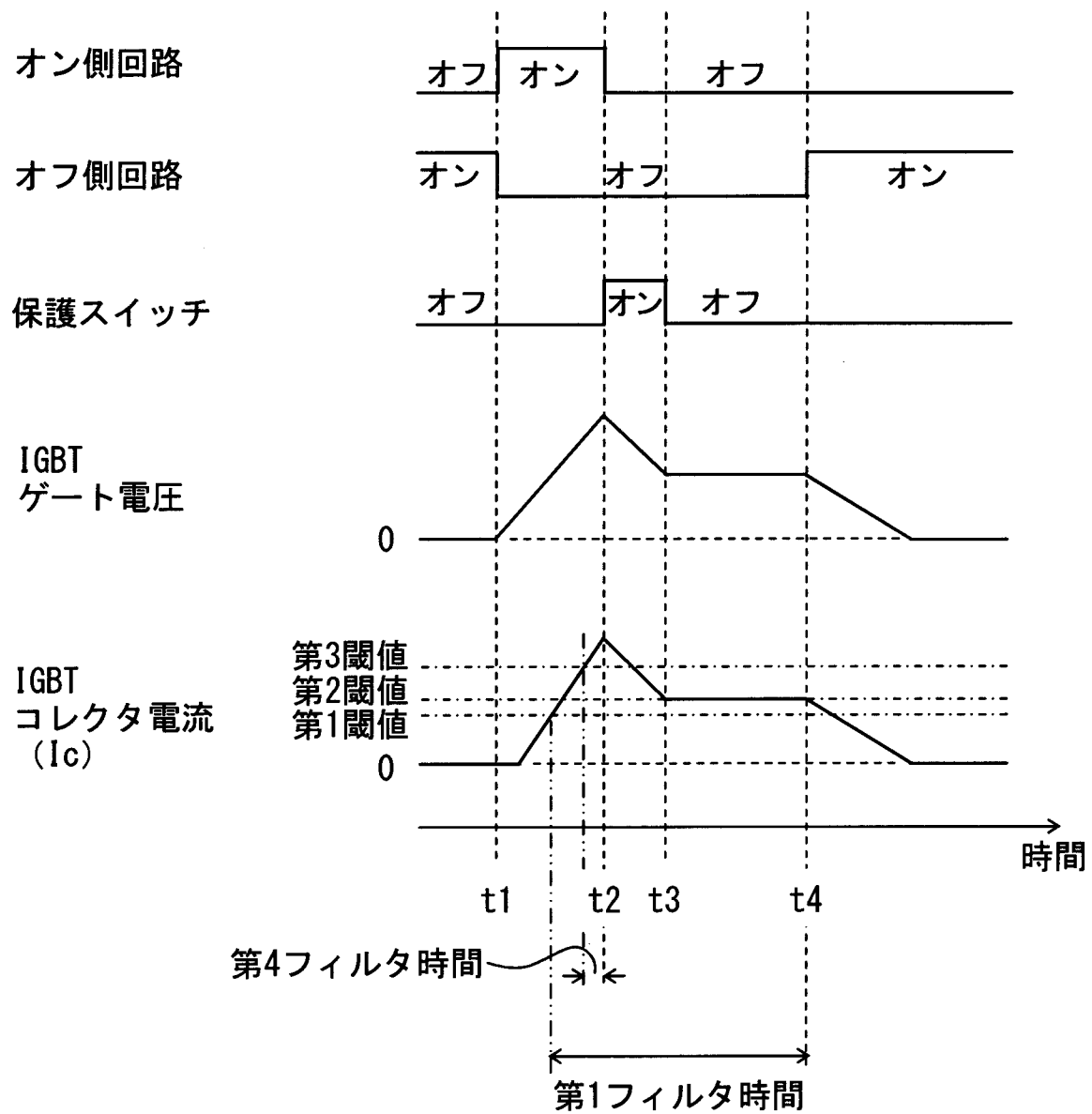
[図3]

比較例IGBT
ゲート電圧IGBT
コレクタ電流
(I_c)

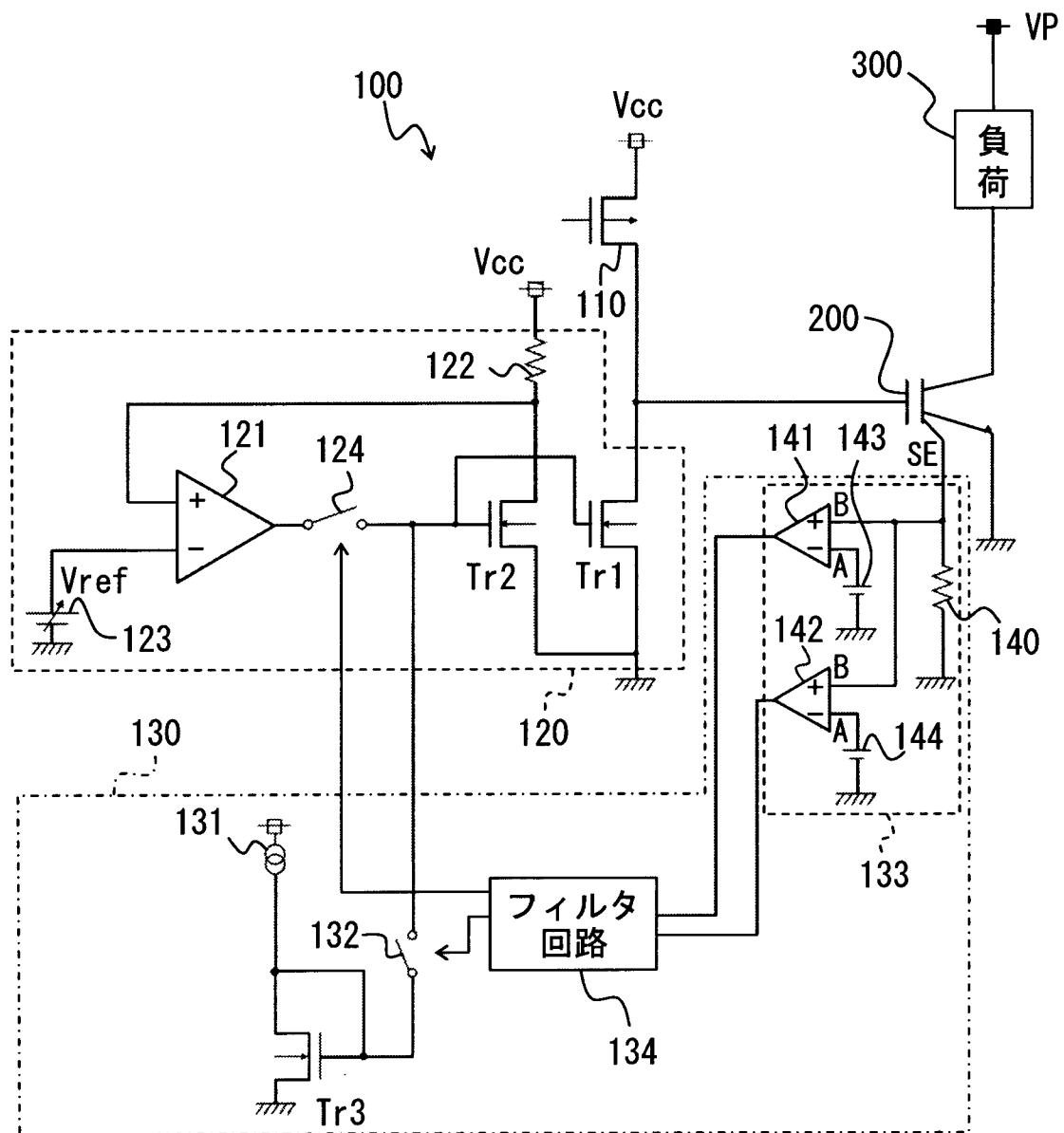
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/001366

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M1/08 (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)

H02M1/08

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y	JP 2012-105088 A (Denso Corp.), 31 May 2012 (31.05.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
Y	JP 2012-23899 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 02 February 2012 (02.02.2012), paragraph [0061]; fig. 6 & US 2012/0013370 A1	1-7
Y	JP 2013-102694 A (Denso Corp.), 23 May 2013 (23.05.2013), paragraph [0042]; fig. 3 (Family: none)	1-7

☒ 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
14 April 2015 (14.04.15)

Date of mailing of the international search report
28 April 2015 (28.04.15)

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/JP2015/001366

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-169102 A (Denso Corp.), 29 August 2013 (29.08.2013), entire text; all drawings & US 2013/0214823 A1	6-7
A	JP 2010-154595 A (Denso Corp.), 08 July 2010 (08.07.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02M1/08(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（I P C））

Int.Cl. H02M1/08

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
Y	JP 2012-105088 A (株式会社デンソー) 2012.05.31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 2012-23899 A (富士電機株式会社) 2012.02.02, 段落 [0 0 6 1], 第6図 & US 2012/0013370 A1	1-7
Y	JP 2013-102694 A (株式会社デンソー) 2013.05.23, 段落 [0 0 4 2], 第3図 (ファミリーなし)	1-7

☒ 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

1 4 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

下原 浩嗣

3 V

9 1 7 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7

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
Y	JP 2013-169102 A (株式会社デンソー) 2013. 08. 29, 全文, 全図 & US 2013/0214823 A1	6-7
A	JP 2010-154595 A (株式会社デンソー) 2010. 07. 08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7