

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7071079号

(P7071079)

(45)発行日 令和4年5月18日(2022.5.18)

(24)登録日 令和4年5月10日(2022.5.10)

(51)国際特許分類

F I

H 0 3 K	17/00 (2006.01)	H 0 3 K	17/00	B
H 0 3 K	17/567 (2006.01)	H 0 3 K	17/567	
H 0 1 L	29/78 (2006.01)	H 0 1 L	29/78	6 5 7 Z
H 0 1 L	29/739 (2006.01)	H 0 1 L	29/78	6 5 5 A

請求項の数 10 外国語出願 (全14頁)

(21)出願番号	特願2017-182123(P2017-182123)	(73)特許権者	513315824 アルストム・トランスポール・テクノロ ジーズ フランス国 9 2 4 0 0 サン・トゥアン 、リュ アルペール ダールヌヌ 4 8
(22)出願日	平成29年9月22日(2017.9.22)	(74)代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(65)公開番号	特開2018-50297(P2018-50297A)	(74)代理人	100123582 弁理士 三橋 真二
(43)公開日	平成30年3月29日(2018.3.29)	(74)代理人	100114018 弁理士 南山 知広
審査請求日	令和2年8月21日(2020.8.21)	(74)代理人	100180806 弁理士 三浦 剛
(31)優先権主張番号	16 58986	(72)発明者	フロラン アンドリアノエリソン フランス国、6 5 8 0 0 オレイアン、 最終頁に続く
(32)優先日	平成28年9月23日(2016.9.23)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	フランス(FR)		

(54)【発明の名称】 I G B T型トランジスタの制御方法および関連する制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

I G B T型トランジスタ(14)を制御する方法(100)であって、前記トランジスタ(14)は、ゲート(G)、コレクタ(C)、およびエミッタ(E)を有し、主電流(I_c)が前記コレクタ(C)と前記エミッタ(E)との間を流れるオン状態と、前記コレクタ(C)が前記エミッタ(E)から電氣的に隔離されているオフ状態と、を規定し、前記方法(100)は、前記オン状態と前記オフ状態との間の切り替えフェーズを有し、前記フェーズは、設定値電流を生成することを有し、前記トランジスタ(14)の前記ゲート上の前記設定値電流の強度は、異なる設定値(I_{c1}、. . .、I_{c6})を取り、前記設定値(I_{c1}、. . .、I_{c6})の少なくとも幾つかは、前記主電流(I_c)の時間導関数(d I_c/d t)の符号によって選択され、各設定値(I_{c1}、. . .、I_{c6})は、所定設定値(I_{c1}、. . .、I_{c6})のセットから選択される、方法(100)。

【請求項2】

前記切り替えフェーズは、前記ゲート(G)と前記エミッタ(E)との間の電圧(V_{GE})を測定することと、前記電圧を、少なくとも1つの所定電圧閾値(V_{ON}、V_{OFF})と比較することと、を更に有する、請求項1に記載の方法(100)。

【請求項3】

少なくとも1つの設定値(I_{c1}、. . .、I_{c6})は、前記ゲート(G)と前記エミッタ(E)との間の前記電圧(V_{GE})が、前記所定電圧閾値(V_{ON}、V_{OFF})に到達したとき

に選択される、請求項 2 に記載の方法 (1 0 0)。

【請求項 4】

少なくとも 1 つの設定値 (I_{c1} 、 . . .、 I_{c6}) は、前の設定値 (I_{c1} 、 . . .、 I_{c6}) が選択された時点から経過した時間によって選択される、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法 (1 0 0)。

【請求項 5】

前記切り替えフェーズは、前記トランジスタ (1 4) を、前記オフ状態から前記オン状態に切り替えることを有する、導通へ切り替えるフェーズ、または、前記トランジスタ (1 4) を、前記オン状態から前記オフ状態に切り替えることを有する、非導通へ切り替えるフェーズである、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法 (1 0 0)。

10

【請求項 6】

前記導通へ切り替えるフェーズは、連続して行われる下記の、
前記トランジスタ (1 4) を、前記オフ状態から前記オン状態に切り替える命令を受信することを有する初期導通ステップ (1 0 1) と、
前記ゲート (G) と前記エミッタ (E) との間の電圧 (V_{GE}) が、所定導通電圧閾値 (V_{ON}) に到達するまで、または、前記主電流 (I_c) の前記時間導関数 ($d I_c / d t$) が正になるまで、または、第 1 切り替えステップ (1 1 0) の開始から経過した時間が、第 1 所定時間閾値 (T_1) に到達するまで、第 1 設定値 (I_{c1}) に等しい強度の前記設定値電流 (I_{c1}) を生成することを有する前記第 1 切り替えステップ (1 1 0) と、
前記主電流 (I_c) の前記時間導関数 ($d I_c / d t$) が負になるまで、または、第 2 切り
替えステップ (1 2 0) の開始から経過した時間が、第 2 所定時間閾値 (T_2) に到達する
まで、第 2 設定値 (I_{c2}) に等しい強度の前記設定値電流を生成することを有する前記
第 2 切り替えステップ (1 2 0) と、
前記第 1 切り替えステップ (1 1 0) の開始から経過した時間が、所定導通時間閾値 (T_{ON}) に到達するまで、第 3 設定値 (I_{c3}) に等しい強度の前記設定値電流を生成することを有する第 3 切り替えステップ (1 3 0) と、を有する、請求項 5 に記載の方法 (1 0 0)。

20

【請求項 7】

前記非導通へ切り替えるフェーズは、連続して行われる下記の、
前記トランジスタを前記オン状態から前記オフ状態に切り替える命令を受信することを有
する初期非導通ステップ (1 3 9) と、
前記ゲート (G) と前記エミッタ (E) との間の電流の電圧 (V_{GE}) が、所定非導通電圧
閾値 (V_{OFF}) に到達するまで、または、前記主電流 (I_c) の前記時間導関数 ($d I_c / d t$) が負になるまで、または、第 4 切り替えステップ (1 4 0) の開始から経過した時間
が、第 4 所定時間閾値 (T_4) に到達するまで、第 4 設定値 (I_{c4}) に等しい強度の前
記設定値電流を生成することを有する前記第 4 切り替えステップ (1 4 0) と、
第 5 切り替えステップ (1 5 0) の開始から経過した時間が、第 5 所定時間閾値 (T_5)
に到達するまで、第 5 設定値 (I_{c5}) に等しい強度の前記設定値電流を生成することを有
する前記第 5 切り替えステップと、
前記第 4 切り替えステップ (1 4 0) の開始から経過した時間が、所定非導通時間閾値 (T_{OFF}) に到達するまで、第 6 設定値 (I_{c6}) に等しい強度の前記設定値電流を生成する
ことを有する第 6 切り替えステップ (1 6 0) と、を有する、請求項 5 または 6 に記載の
方法 (1 0 0)。

30

40

【請求項 8】

前記導通へ切り替えるフェーズは、所定の時間長さを有する観測時間ウィンドウ (T_{obs}) における前記主電流 (I_c) の前記時間導関数 ($d I_c / d t$) の符号による短絡の検出を有する、短絡を検出するステップ (1 7 0) を更に有する、請求項 5 ~ 7 のいずれか一項に記載の方法 (1 0 0)。

【請求項 9】

前記方法は、前記オン状態と前記オフ状態との間で切り替える少なくとも 2 つのフェーズ

50

であって、該2つのフェーズは前記導通へ切り替えるフェーズおよび前記非導通へ切り替えるフェーズである少なくとも2つのフェーズを有する、請求項5～8のいずれか一項に記載の方法。

【請求項10】

IGBT型トランジスタ(14)の制御装置(20)であって、前記トランジスタ(14)は、ゲート(G)、コレクタ(C)、およびエミッタ(E)を有し、主電流(I_c)が前記コレクタ(C)と前記エミッタ(E)との間を流れるオン状態と、前記コレクタ(C)が前記エミッタ(E)から電氣的に隔離されているオフ状態と、を規定し、前記装置は、設定値電流を生成することができ、前記トランジスタ(14)の前記ゲート上の前記設定値電流の強度は、異なる設定値(I_{c1} 、...、 I_{c6})を取り、前記設定値(I_{c1} 、...、 I_{c6})の少なくとも幾つかは、前記主電流(I_c)の時間導関数(dI_c/dt)の符号によって選択され、各設定値(I_{c1} 、...、 I_{c6})は、所定設定値(I_{c1} 、...、 I_{c6})のセットから選択される、制御装置(20)。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、IGBT型トランジスタを制御する方法および関連する制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

それ自体で知られるように、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(Insulated Gate Bipolar Transistor; IGBT)型トランジスタは、3個の電気端子または接触子、すなわち、ゲート、コレクタ、およびエミッタを備える。

20

【0003】

IGBTトランジスタは、電気スイッチとして特に使用可能である。実際、そのようなトランジスタは、コレクタがエミッタに電氣的に接続されているオン状態と、これらが互いから電氣的に隔離されているオフ状態と、を規定する。

【0004】

2つの状態間の切り替えは、適切な制御手段によりゲート上に加えられる設定値電圧(une tension de consigne applique'e)により制御される。

【0005】

特に、非導通状態とオン状態との間の切り替えは、トランジスタをオフ状態からオン状態に切り替えることを有する、導通(amorçage)へ切り替えるフェーズと、トランジスタをオン状態からオフ状態に切り替えることを有する、非導通へ切り替えるフェーズと、を有する。

30

【0006】

これらのフェーズのそれぞれは、オフ状態とオン状態との間の種々の中間状態に対応する幾つかの中間ステップを有する。

【0007】

一般に、トランジスタの制御は、これらの中間ステップが正しく起こることを確実にし、一定の切り替え速度を保証するよう適応する。

40

【0008】

その目的のため、トランジスタに関連する制御手段は、進行中の各中間ステップに基づいて、異なる電流をゲートに加える。

【0009】

従って、中間ステップのそれぞれを検出できることは、トランジスタの制御を確実にするために重要である。

【0010】

最先端技術において知られている方法によれば、中間ステップの検出は、コレクタとエミッタとの間の電圧とコレクタを通過する電流の強度とを測定することによりなされる。

【0011】

50

しかし、中間ステップ間の遷移の時点精度よく判定するためには、トランジスタを通過する電流の電圧および強度測定値を、特に精度よく制御手段に提供することが必要である。

【0012】

そして、これは、トランジスタに関連する電気回路の構造を、より複雑にすることが理解できる。この問題は、特に、鉄道分野で使用され高電圧下で作動するトランジスタに関連する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明は、トランジスタをオフ状態とオン状態との間で切り替えるとき、トランジスタに関連する電気回路の構造を、より複雑にすることなく、中間ステップの効果的な制御を可能にする、IGBT型トランジスタを制御する方法を提案することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0014】

その目的のため、本発明は、ゲート、コレクタ、およびエミッタを有し、主電流がコレクタとエミッタとの間を流れるオン状態と、コレクタがエミッタから電気的に隔離されているオフ状態と、を規定するIGBT型トランジスタを制御する方法に関する。

【0015】

方法は、オン状態とオフ状態との間の切り替えフェーズを有し、このフェーズは、設定値電流を生成することを有し、設定値電流の、トランジスタのゲート上の強度は異なる設定値を取り、設定値の少なくとも幾つかは、主電流の時間導関数の符号（正負）（signe）によって（en fonction de）選択され、各設定値は、所定設定値のセットから選択される。

20

【0016】

本発明の他の利点のある態様によれば、方法は、単独で考慮され、または、すべての技術的に可能な組み合わせに係わる、下記の、

切り替えフェーズは、ゲートとエミッタとの間の電流の電圧を測定することと、この電圧を、少なくとも1つの所定電圧閾値と比較することと、を更に有し、

少なくとも1つの設定値は、ゲートとエミッタとの間の電圧が、所定電圧閾値に到達したときに選択され、

30

少なくとも1つの設定値は、前の設定値が選択された時点から経過した時間によって選択され、

切り替えフェーズは、トランジスタをオフ状態からオン状態に切り替えることを有する、導通へ切り替えるフェーズ、または、トランジスタをオン状態からオフ状態に切り替えることを有する、非導通へ切り替えるフェーズであり、

導通へ切り替えるフェーズは、連続して行われる下記の、

トランジスタをオフ状態からオン状態に切り替える命令を受信することを有する初期導通ステップと、

ゲートとエミッタとの間の電流の電圧が、所定導通電圧閾値に到達するまで、または、主電流の時間導関数が正になるまで、または、第1切り替えステップの開始から経過した時間が、第1所定時間閾値に到達するまで、第1設定値に等しい強度の設定値電流を生成することを有する第1切り替えステップと、

40

主電流の時間導関数が負になるまで、または、第2切り替えステップの開始から経過した時間が、第2所定時間閾値に到達するまで、第2設定値に等しい強度の設定値電流を生成することを有する第2切り替えステップと、

第1切り替えステップの開始から経過した時間が、所定導通時間閾値に到達するまで、第3設定値に等しい強度の設定値電流を生成することを有する第3切り替えステップと、を有し、

非導通へ切り替えるフェーズは、連続して行われる下記の、

トランジスタをオン状態からオフ状態に切り替える命令を受信することを有する初期非導

50

通ステップと、

ゲートとエミッタとの間の電流の電圧が、所定非導通電圧閾値に到達するまで、または、主電流の時間導関数が負になるまで、または、第4切り替えステップの開始から経過した時間が、第4所定時間閾値に到達するまで、第4設定値に等しい強度の設定値電流を生成することを有する第4切り替えステップと、

第5切り替えステップの開始から経過した時間が、第5所定時間閾値に到達するまで、第5設定値に等しい強度の設定値電流を生成することを有する第5切り替えステップと、第4切り替えステップの開始から経過した時間が、所定非導通時間閾値に到達するまで、第6設定値に等しい強度の設定値電流を生成することを有する第6切り替えステップと、を有し、

10

導通へ切り替えるフェーズは、所定の長さを有する観測時間ウィンドウにおいて主電流の時間導関数の符号による短絡の検出を有する、短絡を検出するステップを更に有し、この方法は、オン状態とオフ状態との間で切り替える少なくとも2つのフェーズであって、該2つのフェーズは導通へ切り替えるフェーズおよび非導通へ切り替えるフェーズである少なくとも2つのフェーズを有する、という特徴の1つ又は複数を有する。

【0017】

また、本発明は、ゲート、コレクタ、およびエミッタを有し、主電流がコレクタとエミッタとの間を流れるオン状態と、コレクタがエミッタから電氣的に隔離されているオフ状態と、を規定するIGBT型トランジスタを制御する装置に関する。

【0018】

20

装置は、設定値電流を生成することができ、設定値電流の、トランジスタのゲート上の強度は異なる設定値を取り、設定値の少なくとも幾つかは、主電流の時間導関数の符号によって選択され、各設定値は、所定設定値のセットから選択される。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明に係る、特に、IGBT型トランジスタおよびこのトランジスタを制御する装置を組み込んだ電気回路網(circuit)の模式図である。

【図2】図1の制御装置により実現される、本発明に係る制御方法の、導通へ切り替えるフェーズのフローチャートである。

【図3】図2の導通へ切り替えるフェーズの異なるステップを例示する模式図である。

30

【図4】制御方法の非導通へ切り替えるフェーズのフローチャートである。

【図5】図4の非導通へ切り替えるフェーズの異なるステップを例示する模式図である。

【図6】図2の導通へ切り替えるフェーズの間に実現される、短絡を検出するステップのフローチャートである。

【図7】図6の短絡を検出するステップを例示する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明のこれらの特徴および利点は、非制限的な例としてのみのために提供され、付随する図面を参照してなされる下記の記述を読むことにより明らかになる。

【0021】

40

図1の電気回路網(circuit)10は、特に2個の端子E_{aux}およびE_pを備える電力構成要素12の動作を、少なくとも部分的には制御するために使用できる。

【0022】

電気回路網10および電力構成要素12は、鉄道分野において特に使用でき、例えば、鉄道車両に搭載される。

【0023】

図1を参照すると、電気回路網10は、電力構成要素12に接続され、ダイオード15と結合されるトランジスタ14と、電圧測定モジュール16と、電流変化検出モジュール18と、本発明に係る、トランジスタ14の制御装置20と、を備える。

【0024】

50

トランジスタ 14 は、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (Insulated Gate Bipolar Transistor; IGBT) 型トランジスタである。

【0025】

トランジスタ 14 は、それ自体で知られており、特に、3 個の電気端子または接触子、すなわち、ゲート G、コレクタ C、およびエミッタ E を備える。

【0026】

エミッタ E は、電力構成要素 12 の端子 E_{aux} に特に接続される。

【0027】

トランジスタ 14 は、以降は主電流と呼ぶ電流 I_c が、コレクタ C とエミッタ E との間を流れるオン状態と、コレクタ C がエミッタ E から電氣的に隔離されているオフ状態と、を規定する。

10

【0028】

更に、ダイオード 15 は、トランジスタ 14 の状態に関わりなく、電流がエミッタ E からコレクタ C に向かって通過することを可能にする。

【0029】

電圧測定モジュール 16 は、一方ではゲート G に接続され、他方ではトランジスタ 14 のエミッタ E に接続され、ゲート G とエミッタ E との間の電圧 V_{GE} を測定することを可能にする。

【0030】

電圧測定モジュール 16 は、例えば適切な電圧計を有する。

20

【0031】

電流変化測定モジュール 18 は、電力構成要素 12 の端子 E_{aux} および E_p に接続されており、従って、電力構成要素 12 を通過する主電流 I_c の強度における如何なる変化をも検出することを可能にする。

【0032】

言い換えれば、モジュール 18 は、時間経過における、主電流 I_c の強度値の如何なる増加または減少をも検出することを可能にする。

【0033】

また、言い換えれば、モジュール 18 は、主電流 I_c の時間導関数 dI_c/dt の符号を検出することを可能にする。

30

【0034】

その目的のため、モジュール 18 は、電力構成要素 12 の端子 E_{aux} と E_p との間の電圧 U を測定することができる。主電流 I_c の時間導関数 dI_c/dt の符号は、時間導関数 dI_c/dt と電圧 U とが線形依存性を有するため、電圧 U の符号により判定される。実際、電圧 U は、時間導関数 dI_c/dt と、電力構成要素 12 のインダクタンスとの積に等しい。

【0035】

制御装置 20 は、トランジスタ 14 のゲート G に接続され、このトランジスタ 14 の動作を、設定値電圧および設定値電流を下記に更に詳細に記述する制御方法 100 を使用してゲート G 上加えることにより制御することを可能にする。

【0036】

制御装置 20 は、電圧 V_{GE} の測定値および dI_c/dt の符号をそれぞれ取りだすモジュール 16 および 18 と、正の設定値電圧および負の設定値電圧を提供する電源 (図示せず) に更に接続される。

40

【0037】

正の設定値電圧は、例えば、+15V に略等しい。

【0038】

負の設定値電圧は、例えば、-15V に略等しい。

【0039】

制御装置 20 は、例えば、制御回路と、該制御回路に接続され、モジュール 16 および 18 からの測定値のデジタル処理を可能にして、制御方法 100 のステップの少なくとも幾

50

つかを実行するコンピュータを備える。

【 0 0 4 0 】

最後に、制御装置 2 0 は、トランジスタ 1 4 の導通命令 (un ordre d'amorçage) および非導通命令 (un ordre de blocage) を、例えば、中央コンピュータ (calculateur central) (図示せず) から受信できる。

【 0 0 4 1 】

トランジスタ 1 4 を制御する方法 1 0 0 を、ここで詳細に説明する。

【 0 0 4 2 】

制御方法 1 0 0 は、導通へ切り替えるフェーズ、導通フェーズ、非導通へ切り替えるフェーズ、および非導通フェーズを有する。

【 0 0 4 3 】

導通フェーズの間、制御装置 2 0 は、トランジスタ 1 4 を、ゲート G 上に正の設定値電圧を加えることによりオン状態に保つ。

【 0 0 4 4 】

非導通フェーズの間、制御装置 2 0 は、トランジスタ 1 4 を、ゲート G 上に負の設定値電圧を加えることによりオフ状態に保つ。

【 0 0 4 5 】

導通へ切り替えるフェーズは、非導通フェーズと導通フェーズとの間の遷移フェーズであり、トランジスタ 1 4 をオフ状態からオン状態に切り替えることを特に可能にする。

【 0 0 4 6 】

導通へ切り替えるこのフェーズのフローチャートが図 2 に例示される。

【 0 0 4 7 】

このように、この図 2 を参照すると、導通へ切り替えるフェーズは、制御装置 2 0 が、導通命令を受信する初期ステップ 1 0 1 を有する。

【 0 0 4 8 】

この場合、制御装置 2 0 は、ステップ 1 1 0 ~ 1 3 5 を行う。

【 0 0 4 9 】

第 1 切り替えフェーズ 1 1 0 の間、制御装置 2 0 は、トランジスタ 1 4 のゲート G に、第 1 設定値 I_{c1} に等しい強度を有する設定値電流の正の設定値電圧を加える。

【 0 0 5 0 】

第 1 切り替えステップ 1 1 0 と平行に行われるステップ 1 1 5 の間、制御装置 2 0 は、モジュール 1 6 および 1 8 から測定値を受信し、これらの測定値を使用して、第 1 切り替えステップ 1 1 0 に対する停止条件を検証する。

【 0 0 5 1 】

特に、このステップ 1 1 5 の間、制御装置 2 0 は、下記の、ゲートとエミッタとの間の電流の電圧 V_{GE} が、所定導通電圧閾値 V_{ON} に到達する、主電流 I_c の時間導関数 $d I_c / d t$ が正になる、第 1 切り替えステップ 1 1 0 の開始から経過した時間が、第 1 所定時間閾値 T_1 に到達する、という停止条件の 1 つが満たされるまで、ステップ 1 1 0 を行い続ける。

【 0 0 5 2 】

導通電圧閾値 V_{ON} は、制御装置 2 0 により構成可能であり、方法 1 0 0 を行う前に、例えば、1 V と 2 0 V との間で調整可能である。この閾値 V_{ON} は、好ましくは 5 V に等しい。

【 0 0 5 3 】

第 1 時間閾値 T_1 は、制御装置 2 0 により構成可能であり、方法 1 0 0 を行う前に、例えば、1 μs と 8 μs との間で調整可能である。

【 0 0 5 4 】

第 1 設定値 I_{c1} は、制御装置 2 0 により構成可能であり、方法 1 0 0 を行う前に、例えば、0 . 2 A と 2 0 A との間で調整可能である。

【 0 0 5 5 】

そして、制御装置 2 0 は、トランジスタ 1 4 のゲート G に、第 2 設定値 I_{c2} に等しい強度

10

20

30

40

50

を有する設定値電流の正の設定値電圧を加える第2切り替えステップ120を行う。

【0056】

第2切り替えステップ120と平行に行われるステップ125の間、制御装置20は、モジュール18から測定値を受信し、これらの測定値を使用して、第2ステップ120に対する停止条件を検証する。

【0057】

特に、このステップ125の間、制御装置20は、下記の、主電流 I_c の時間導関数 dI_c/dt が負になる、

第2切り替えステップ120の開始から経過した時間が、第2所定時間閾値 T_2 に到達する、という停止条件の1つが満たされるまで、ステップ120を続ける。

10

【0058】

第2時間閾値 T_2 は、制御装置20により構成可能であり、方法100を行う前に、例えば、 $1\mu s$ と $4\mu s$ との間で調整可能である。

【0059】

第2設定値 I_{c2} は、制御装置20により構成可能であり、方法100を行う前に、例えば、 $0.2A$ と $20A$ との間で調整可能である。

【0060】

そして、制御装置20は、トランジスタ14のゲートGに、第3設定値 I_{c3} に等しい強度を有する設定値電流の正の設定値電圧を加える第3切り替えステップ130を行う。

【0061】

第3切り替えステップ130と平行に行われるステップ135の間、制御装置20は、第3切り替えステップ130に対する停止条件を検証する。

20

【0062】

特に、このステップ135の間、制御装置20は、第1切り替えステップ110の開始から経過した時間が、所定導通時間閾値 T_{ON} に到達するまで、ステップ130を続ける。

【0063】

導通時間閾値 T_{ON} は、制御装置20により構成可能であり、方法100を行う前に、例えば、 $3\mu s$ と $20\mu s$ との間で調整可能である。

【0064】

第3設定値 I_{c3} は、制御装置20により構成可能であり、方法100を行う前に、例えば、 $0.2A$ と $20A$ との間で調整可能である。

30

【0065】

そして、導通へ切り替えるフェーズの実現の間、各設定値 $I_{c1} \sim I_{c3}$ は、所定設定値のセットから選択されることを知ることができる。これらの値は、制御方法の実現の前に予め決められる。

【0066】

更に、設定値 $I_{c1} \sim I_{c3}$ は、互いに異なる。

【0067】

記述された例において、設定値 $I_{c1} \sim I_{c3}$ は正であり、第3設定値 I_{c3} は第1設定値 I_{c1} より小さく、第2設定値 I_{c2} より大きい。

40

【0068】

図3は、主電流 I_c と、ゲートGとエミッタEとの間の電圧 V_{GE} と、主電流 I_c の時間導関数 dI_c/dt と、ゲートGにおける設定値電流 I_G の動きと、を導通へ切り替えるフェーズのステップ110～130の実現の1つの例において例示する。

【0069】

非導通へ切り替えるフェーズは、導通フェーズと非導通フェーズとの間の遷移フェーズであり、特に、トランジスタ14をオン状態からオフ状態へ切り替えることを可能にする。

【0070】

非導通へ切り替えるこのフェーズのフローチャートが図4に例示される。

50

【 0 0 7 1 】

このように、この図 4 を参照すると、非導通へ切り替えるフェーズは、制御装置 2 0 が、非導通命令を受信する初期ステップ 1 3 9 を有する。

【 0 0 7 2 】

この場合、制御装置 2 0 は、ステップ 1 4 0 ~ 1 6 5 を行う。

【 0 0 7 3 】

第 4 切り替えフェーズ 1 4 0 の間、制御装置 2 0 は、トランジスタ 1 4 のゲート G に、第 4 設定値 I_{c4} に等しい強度を有する設定値電流の負の設定値電圧を加える。

【 0 0 7 4 】

第 4 切り替えステップ 1 4 0 と平行に行われるステップ 1 4 5 の間、制御装置 2 0 は、モジュール 1 6 および 1 8 から測定値を受信し、これらの測定値を使用して、第 4 切り替えステップ 1 4 0 に対する停止条件を検証する。

10

【 0 0 7 5 】

特に、このステップ 1 4 5 の間、制御装置 2 0 は、下記の、ゲート G とエミッタ E との間の電流の電圧 V_{GE} が、所定非導通電圧閾値 V_{OFF} に到達する、

主電流 I_c の時間導関数 $d I_c / d t$ が負になる、

第 4 切り替えステップ 1 4 0 の開始から経過した時間が、第 4 所定時間閾値 T_4 に到達する、という停止条件の 1 つが満たされるまで、ステップ 1 4 0 を行い続ける。

【 0 0 7 6 】

非導通電圧閾値 V_{OFF} は、制御装置 2 0 により構成可能であり、方法 1 0 0 を行う前に、例えば、0 . 5 V と 2 0 V との間で調整可能である。この閾値 V_{OFF} は、好ましくは 2 V に等しい。

20

【 0 0 7 7 】

第 4 時間閾値 T_4 は、制御装置 2 0 により構成可能であり、方法 1 0 0 を行う前に、例えば、1 μ s と 1 0 μ s との間で調整可能である。

【 0 0 7 8 】

第 4 設定値 I_{c4} の絶対値は、制御装置 2 0 により構成可能であり、方法 1 0 0 を行う前に、例えば、0 . 2 A と 2 0 A との間で調整可能である。

【 0 0 7 9 】

そして、制御装置 2 0 は、トランジスタ 1 4 のゲート G に、第 5 設定値 I_{c5} に等しい強度を有する設定値電流の負の設定値電圧を加える第 5 切り替えステップ 1 5 0 を行う。

30

【 0 0 8 0 】

第 5 ステップ 1 5 0 と平行に行われるステップ 1 5 5 の間、制御装置 2 0 は、第 5 切り替えステップ 1 5 0 に対する停止条件を検証する。

【 0 0 8 1 】

特に、このステップ 1 5 5 の間、制御装置 2 0 は、第 5 切り替えステップ 1 5 0 の開始から経過した時間が、所定第 5 時間閾値 T_5 に到達するまで、ステップ 1 5 0 を行い続ける。

【 0 0 8 2 】

第 5 時間閾値 T_5 は、制御装置 2 0 により構成可能であり、方法 1 0 0 を行う前に、例えば、0 . 5 μ s と 2 μ s との間で調整可能である。

40

【 0 0 8 3 】

第 5 設定値 I_{c5} の絶対値は、制御装置 2 0 により構成可能であり、方法 1 0 0 を行う前に、例えば、0 . 2 A と 2 0 A との間で調整可能である。

【 0 0 8 4 】

そして、制御装置 2 0 は、トランジスタ 1 4 のゲート G に、第 6 設定値 I_{c6} に等しい強度を有する設定値電流の負の設定値電圧を加える第 6 切り替えステップ 1 6 0 を行う。

【 0 0 8 5 】

第 6 切り替えステップ 1 6 0 と平行に行われるステップ 1 6 5 の間、制御装置 2 0 は、第 6 切り替えステップ 1 6 0 に対する停止条件を検証する。

50

【 0 0 8 6 】

特に、このステップ 1 6 5 の間、制御装置 2 0 は、第 4 切り替えステップ 1 4 0 の開始から経過した時間が、所定非導通時間閾値 T_{OFF} に到達するまで、ステップ 1 6 0 を行い続ける。

【 0 0 8 7 】

非導通時間閾値 T_{OFF} は、制御装置 2 0 により構成可能であり、方法 1 0 0 を行う前に、例えば、 $3 \mu s$ と $20 \mu s$ との間で調整可能である。

【 0 0 8 8 】

第 6 設定値 I_{c6} の絶対値は、制御装置 2 0 により構成可能であり、方法 1 0 0 を行う前に、例えば、 $0.2 A$ と $20 A$ との間で調整可能である。

10

【 0 0 8 9 】

そして、非導通へ切り替えるフェーズの実現の間、各設定値 $I_{c4} \sim I_{c6}$ は、所定設定値のセットから選択されることを知ることができる。これらの値は、制御方法 1 0 0 の実現の前に予め決められる。

【 0 0 9 0 】

更に、設定値 $I_{c4} \sim I_{c6}$ は、互いに異なる。

【 0 0 9 1 】

記述された例において、設定値 $I_{c4} \sim I_{c6}$ は負であり、第 6 設定値 I_{c6} は第 5 設定値 I_{c5} より小さく、第 4 設定値 I_{c4} より大きい。

【 0 0 9 2 】

図 5 は、主電流 I_c と、ゲート G とエミッタ E との間の電圧 V_{GE} と、主電流 I_c の時間導関数 dI_c/dt と、ゲート G における設定値電流 I_G の動きと、を非導通へ切り替えるフェーズのステップ 1 4 0 ~ 1 6 0 の実現の 1 つの例において例示する。

20

【 0 0 9 3 】

追加的に、導通へ切り替えるフェーズは、電気回路網 1 0 における短絡を検出するステップ 1 7 0 を有する。このステップ 1 7 0 は、ステップ 1 1 0 ~ 1 3 5 と平行に行われる。

【 0 0 9 4 】

特に、この検出ステップ 1 7 0 は幾つかのサブステップを有しており、そのフローチャートが図 6 に例示される。

【 0 0 9 5 】

サブステップ 1 7 1 の間、制御装置 2 0 は、時間観測ウィンドウ T_{obs} における主電流 I_c の時間導関数 dI_c/dt の符号を観測する。

30

【 0 0 9 6 】

時間観測ウィンドウ T_{obs} の開始は、導通へ切り替えるフェーズの開始に対応する。

【 0 0 9 7 】

所定テスト期間 T_t の間、主電流 I_c の時間導関数 dI_c/dt が正の場合、制御装置 2 0 は、サブステップ 1 7 2 の間に、短絡の存在を検知する。そうでない場合は、制御装置 2 0 は、短絡は起き得ないと推測する。

【 0 0 9 8 】

有利なように、ステップ 1 7 0 は、装置 2 0 が、検出された短絡の存在を確認するサブステップ 1 7 3 を更に有する。

40

【 0 0 9 9 】

特に、このサブステップ 1 7 3 の間、制御装置 2 0 は、主電流 I_c の時間導関数 dI_c/dt が、テスト期間 T_t に係る追加期間の間、ゼロ以上に留まるときは、短絡の存在を確認する。そうでない場合は、制御装置 2 0 は、短絡は起きなかったと推測する。

【 0 1 0 0 】

追加期間は、テスト期間 T_t の最後に開始し、例えば、時間観測ウィンドウ T_{obs} と共に終了する。

【 0 1 0 1 】

短絡が検出されたときは、制御装置 2 0 は、該短絡を信号で通知し (signale)、トラン

50

ジスタ 14 を、少なくとも所定非導通期間の間はオフ状態に保つ。

【0102】

テスト期間 T_t は、制御装置 20 により構成可能であり、方法 100 を行う前に、例えば、 $1 \mu s$ と $10 \mu s$ との間で調整可能である。

【0103】

観測ウィンドウ T_{obs} の長さは、制御装置 20 により構成可能であり、方法 100 を行う前に、例えば、 $1 \mu s$ と $20 \mu s$ との間で調整可能である。

【0104】

テスト期間 T_t および追加期間は、観測ウィンドウ T_{obs} において構成される。

【0105】

図 7 は、主電流 I_c と、主電流 I_c の時間導関数 $d I_c / d t$ の動きと、を導通へ切り替えるフェーズの実現の 2 つの例において例示する。

【0106】

曲線 I_c および $I_c / d t$ の実線に対応する第 1 例においては、短絡は起きなかった。この場合、導関数 $d I_c / d t$ の符号は、テスト期間 T_t の間に变化したので、制御装置 20 は、如何なる短絡をも検出しなかった。

【0107】

曲線 I_c および $d I_c / d t$ の破線に対応する第 2 例においては、短絡は起きた。この場合、導関数 $d I_c / d t$ の符号は、テスト期間 T_t の間、正であり、この期間外ではゼロに等しかった。従って、制御装置 20 は短絡を検出した。

【0108】

本発明が、いくつかの利点を有することを知ることができる。

【0109】

本発明に係る制御方法は、ゲート G とエミッタ E との間の電圧 V_{GE} の測定値と、主電流 I_c の導関数 $d I_c / d t$ の符号のみを使用して、オフ状態とオン状態との間のトランジスタの切り替えの間の異なる中間ステップを制御する。

【0110】

主電流 I_c の値、または主電流 I_c の導関数 $d I_c / d t$ の値の測定値は、方法を行うために必要でないことに留意すべきである。このように、導関数 $d I_c / d t$ の符号のみがトランジスタを制御するために重要であり、電気回路網における種々の測定手段に対する必要条件を簡素にすることを可能にする。

【0111】

そしてこれは、トランジスタを組み込んだ電気回路の構造を相当に簡素にする。

【0112】

更に、主電流 I_c の導関数 $d I_c / d t$ の符号は、電力構成要素を非導通にするときの過電圧を制限する調整手段として使用される。

【0113】

このため、非導通中の過電圧を制限するために、インバータフィードバック回路、特に、電力構成要素の端子間の電圧に接続される回路は必要でない。そして、これは、本発明の特別な利点を構成する。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

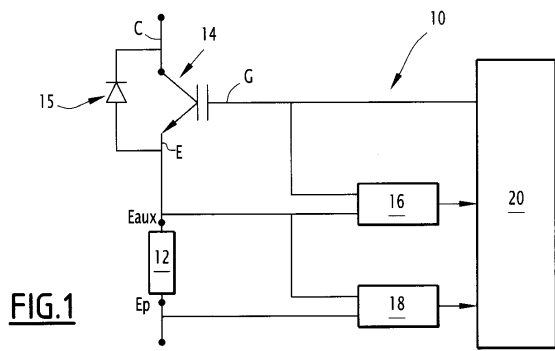


FIG.1

【図 2】

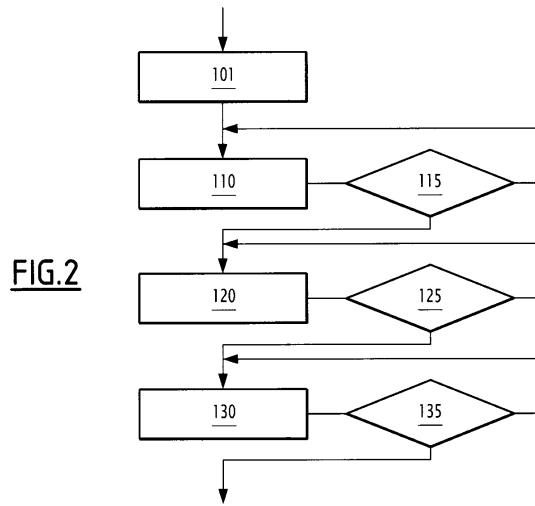


FIG.2

10

【図 3】

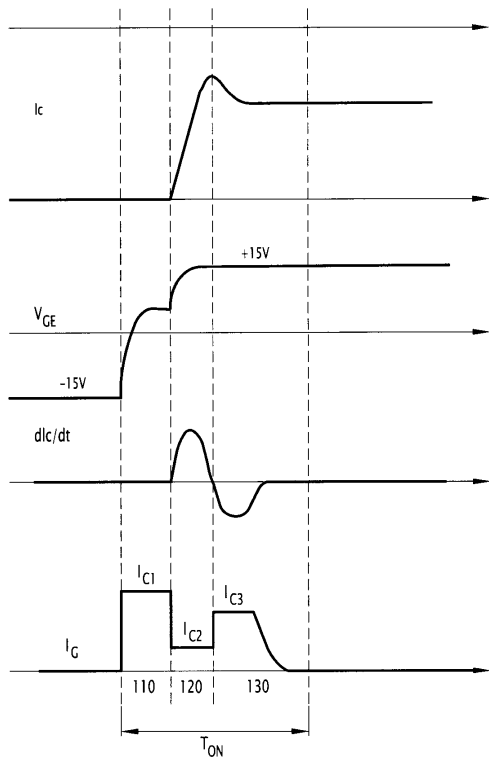


FIG.3

【図 4】

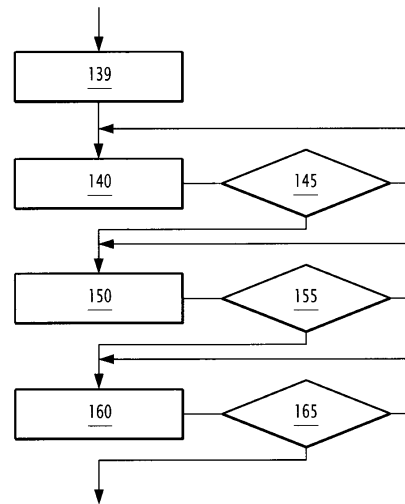


FIG.4

20

30

40

50

【 図 5 】

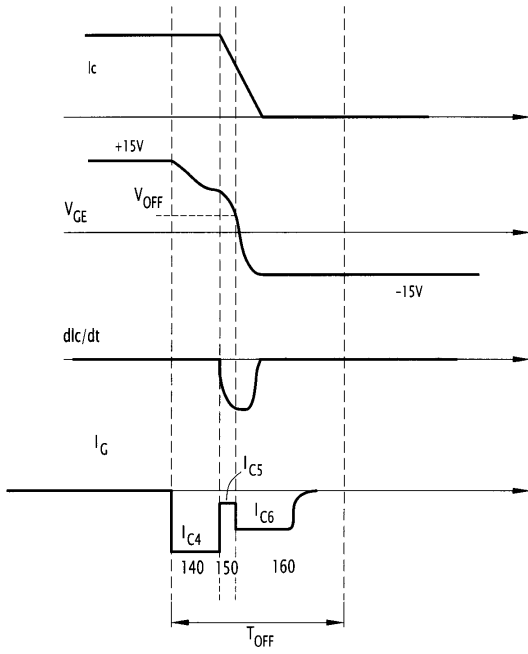


FIG.5

【 図 6 】

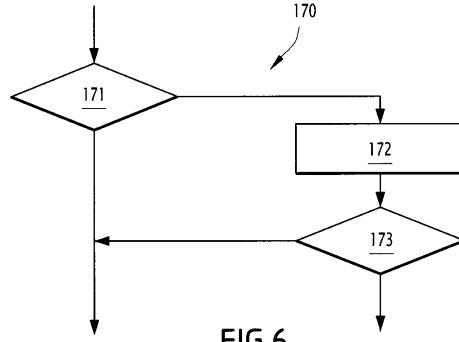


FIG.6

10

20

【 図 7 】

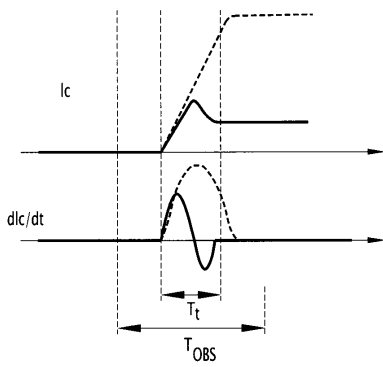


FIG.7

30

40

50

フロントページの続き

- アブニュ デ スポール , 6 8
- (72)発明者 エリク ラバース
 フランス国 , 6 5 3 1 0 オルグ , アンパース デュ マルボール , 3
- (72)発明者 ステファーン ボワストー
 フランス国 , 8 6 2 8 0 サン ブノワ , リュ ドゥ エルミオーヌ , 2
- 審査官 工藤 一光
- (56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 7 3 0 5 2 (J P , A)
 特表 2 0 0 2 - 5 2 4 0 1 0 (J P , A)
 特表 2 0 1 5 - 5 2 5 0 3 4 (J P , A)
 特開 2 0 1 8 - 5 0 4 5 3 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
 H 0 3 K 1 7 / 0 0 - 1 7 / 9 8
 H 0 2 M 1 / 0 0 - 1 / 4 4
 H 0 1 L 2 9 / 7 8 - 2 9 / 7 9 2
 H 0 1 L 2 9 / 7 3 9