

(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
2012 年 10 月 11 日(11.10.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/137546 A1

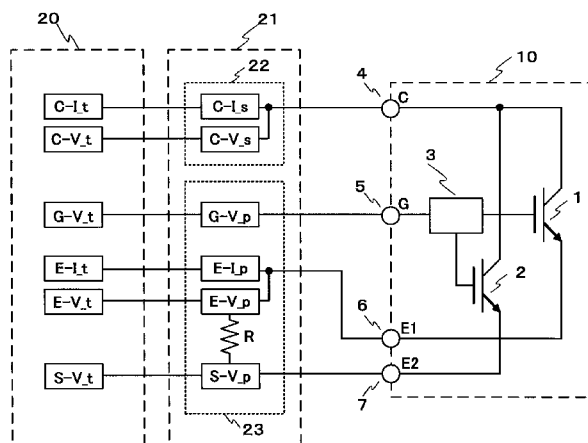
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/66 (2006.01) H01L 29/739 (2006.01)
H01L 21/336 (2006.01) H01L 29/78 (2006.01)
H01L 27/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/053786
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 17 日(17.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-082689 2011 年 4 月 4 日(04.04.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士電機株式会社(FUJI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐藤 茂樹 (SATO, Shigeki) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 服部 毅巖(HATTORI, Kiyoshi); 〒1920082 東京都八王子市東町 9 番 8 号 八王子東町センタービル 服部特許事務所 Tokyo (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: WAFER TESTING METHOD FOR POWER SWITCH

(54) 発明の名称: パワースイッチのウェハ試験方法

[図1]



(57) Abstract: Provided is a wafer test method for a power switch that can measure the current flowing in a main IGBT and a detection current flowing in an IGBT for current detection simply in the same manner as a state of actual operation. In this wafer test method for a power switch, an IGBT (2) for current detection that detects the current value for a main IGBT (1) is integrally formed on the same semiconductor substrate. A resistance means that makes the emitter current of the IGBT (2) for current detection flow in the emitter terminal (6) of the main IGBT (1) is provided. Electricity is made to flow simultaneously in the main IGBT (1) and the IGBT (2) for current detection, and a constant current is applied to the common collector terminal for the main IGBT (1) and the IGBT (2) for current detection. The current ratio (main current/detection current) for the main current of the main IGBT (1) and the IGBT (2) for current detection is calculated from the current flowing in the IGBT (2) for current detection, which is found from the voltage across the resistance means and the constant current.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/137546 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

主 IGBT に流れる主電流と電流検出用 IGBT に流れる検出電流の電流比を、簡単に実動作状態と同様に測定できるパワースイッチのウェハ試験方法を提供する。主 IGBT (1) の電流値を検出する電流検出用 IGBT (2) とが同一の半導体基板上に集積形成されたパワースイッチのウェハ試験方法において、電流検出用 IGBT (2) のエミッタ電流を主 IGBT (1) のエミッタ端子 (6) に流す抵抗手段を設け、主 IGBT (1) と電流検出用 IGBT (2) を同時に導通させて主 IGBT (1) と電流検出用 IGBT (2) の共通コレクタ端子に定電流を印加し、抵抗手段の両端電圧から求めた電流検出用 IGBT (2) に流れる電流と定電流とから、主 IGBT (1) の主電流と電流検出用 IGBT (2) の検出電流の電流比 (主電流/検出電流) を算出する。

明 細 書

発明の名称： パワースイッチのウェハ試験方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体基板上に集積形成されたパワースイッチのウェハ試験方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体基板上に集積形成されたパワースイッチは、例えば自動車の内燃機関点火システムに用いられている。図４に、パワースイッチを用いた内燃機関点火システムの構成例を示す。

[0003] 図４に示した内燃機関点火システムは、パワースイッチ１１と、エンジンコントロールユニット（以下、ＥＣＵ（Electronic Control Unit）という。）１５と、バッテリー電源１６と、点火コイル１７と、点火プラグ１８と、から構成されている。バッテリー電源１６に接続された点火コイル１７の一次側コイルに流れる一次電流を、パワースイッチ１１でオン（導通）・オフ（遮断）制御することにより、二次側コイルに高電圧を誘起させ、点火プラグ１８で火花放電を発生させる。また、パワースイッチ１１のオン・オフは、ＥＣＵ１５からのオン・オフ信号により制御される。

[0004] 図４に示したパワースイッチ１１は、パワースイッチ部１０と制御部１４とから構成され、点火コイル１７の一次側コイルと接続するコレクタ端子（以下、Ｃ端子という。）４と、ＥＣＵ１５と接続するゲート端子８と、接地電位（以下、ＧＮＤという。）と接続するエミッタ端子９と、を有する。パワースイッチ部１０は、主ＩＧＢＴ（Insulated Gate Bipolar Transistor）１と、電流検出用ＩＧＢＴ２と、ゲート抵抗回路３と、から構成され、制御部１４は、電流検出回路１２と、ゲート駆動回路１３と、から構成される。

[0005] ここで、図４に示したパワースイッチ１１は、パワースイッチ部１０と制御部１４とが同一の半導体基板上に集積形成される１チップ構成の場合と、それぞれ別々の半導体基板上に形成される２チップ構成の場合とがある。

[0006] 2チップ構成の場合は、パワースイッチ部10と制御部14との接続点となるゲート端子（以下、G端子という。）5、主IGBT1のエミッタ端子（以下、E1端子という。）6および電流検出用IGBT2のエミッタ端子（以下、E2端子という。）7の接続箇所は、ワイヤーボンディングなどの接続手段でそれぞれ接続して構成する。また、1チップ構成の場合は、パワースイッチ部10と制御部14との接続点となるG端子5、E1端子6およびE2端子7は、それぞれウェハ試験時の測定用テスト端子として用いられる。

[0007] また、図4に示したパワースイッチ11は、一次電流の過電流による点火コイル17の焼損の防止、始動時の火花放電安定性の確保を目的として、一次電流を制限する電流制限機能が設けられている。電流制限機能は、電流検出用IGBT2と電流検出回路12により一次電流を検出する手段と、一次電流の検出結果に応じてゲート駆動回路13とゲート抵抗回路3により主IGBT1と電流検出用IGBT2のゲート電圧を制御する手段により実現される。

[0008] ここで、点火コイル17の一次側コイルに流れる一次電流は、パワースイッチ部10のC端子4から主IGBT1のE1端子6、エミッタ端子9の経路を流れる主電流と、パワースイッチ部10のC端子4から電流検出用IGBT2のE2端子7、電流検出回路12、エミッタ端子9の経路を流れる検出電流とに分かれて流れる。そして、この電流比（主IGBT1に流れる主電流／電流検出用IGBT2に流れる検出電流）は通常100以上に設定される。

[0009] 内燃機関点火システムにおいては、このパワースイッチ11のパワースイッチ部10に流れる一次電流の電流比（主電流／検出電流）は、一次電流の電流制御機能にとって重要特性であり、パワースイッチ11の特性試験でも測定されている。特許文献1では、この重要特性となる電流比（主電流／検出電流）を設計値に合わせるために、主電流と検出電流の測定結果を基に、電流制御部の基準電圧を調整する技術が開示されている。

[0010] 次に、図4に示したパワースイッチ11における一次電流の電流比（主電流／検出電流）のウェハ試験方法について、図5および図6を用いて従来の一般的な試験回路と試験方法を説明する。ここで、先にも説明したように、パワースイッチ11は、パワースイッチ部10と制御部14とを有し、1チップあるいは2チップで構成されるが、以下のパワースイッチ11の電流比（主電流／検出電流）のウェハ試験方法の説明では、パワースイッチ11は制御部14を省略して（電流比の測定時は無関係の機能である。）パワースイッチ部10のみ明示して説明する。

[0011] 図5は、パワースイッチ11におけるパワースイッチ部10の主IGBT1に流れる主電流を測定するためのウェハ試験回路で、パワースイッチ部10と、テスター20と、テスタープローバー21と、から構成される。テスタープローバー21は、パワースイッチ部10の試験ウェハをセットするテスタープローバーのステージ22と、テスター20の各測定端子をパワースイッチ部10の試験ウェハの各端子に接続するプローブカード23とを有している。

[0012] 次に、図5に示すウェハ試験回路における主IGBT1の主電流の測定方法を説明する。まず、テスター20のE-V_t端子をプローブカード23のE-V_p端子に接続し、プローブカード23のE-V_p端子に接続されたプローブでパワースイッチ部10のウェハ上のE1端子（パッド）6に接続し、E1端子6を基準電位（通常はGND）とする。

[0013] 次に、テスター20のG-V_t端子をプローブカード23のG-V_p端子に接続し、プローブカード23のG-V_p端子に接続されたプローブでパワースイッチ部10のウェハ上のG端子（パッド）5に接続し、主IGBT1がオンとなる定電圧V_o（V）を印加する。更に、テスター20のC-I_t端子をテスタープローバーのステージ22（端子名としてC-I_sを付けた。）に接続し、パワースイッチ部10のウェハ裏面のC端子4に接続し（ウェハの裏面電極がC端子4に相当する。）、主IGBT1に定電流I_o（A）を印加する。そして、E1端子6に流れる電流をプローブカー

ド23のE-I__p端子を介してテスター20のE-I__t端子に接続して主IGBT1に流れる主電流 I_m (A)を測定する。

[0014] 図6は、パワースイッチ11におけるパワースイッチ部10の電流検出用IGBT2に流れる検出電流を測定するためのウェハ試験回路で、図5と同じように、パワースイッチ部10と、テスター20と、テスタープローバー21と、から構成される。テスタープローバー21は、パワースイッチ部10の試験ウェハをセットするテスタープローバーのステージ22と、テスター20の各測定端子をパワースイッチ部10の試験ウェハの各端子に接続するプローブカード23とを有している。

[0015] 次に、図6に示すウェハ試験回路における電流検出用IGBT2の検出電流の測定方法について説明する。まず、テスター20のE-V__t端子をプローブカード23のE-V__p端子に接続し、プローブカード23のE-V__p端子に接続されたプローブでパワースイッチ部10のウェハ上のE2端子（パッド）7に接続し、E2端子7を基準電位（通常はGND）とする。次に、テスター20のG-V__t端子をプローブカード23のG-V__p端子に接続し、プローブカード23のG-V__p端子に接続されたプローブでパワースイッチ部10のウェハ上のG端子（パッド）5に接続し、電流検出用IGBT2がオンとなる定電圧 V_o (V)を印加する。更に、テスター20のC-I__t端子をテスタープローバーのステージ22（端子名としてC-I__sを付けた。）を介してパワースイッチ部10のウェハ裏面のC端子4に接続し（ウェハの裏面電極がC端子4に相当する。）、電流検出用IGBT2に定電流 I_o (A)を印加する。そして、E2端子7に流れる電流をプローブカード23のE-I__p端子を介してテスター20のE-I__t端子に接続して電流検出用IGBT2に流れる検出電流 I_s (A)を測定する。

[0016] そして、図5のウェハ試験回路で測定された主IGBT1に流れる主電流 I_m (A)と、図6のウェハ試験回路で測定された電流検出用IGBT2に流れる検出電流 I_s (A)から、主電流 I_m (A) / 検出電流 I_s (A)を

計算することにより、パワースイッチ 11 におけるパワースイッチ部 10 の電流比（主電流／検出電流）を求める。

先行技術文献

特許文献

[0017] 特許文献1：特開平 9－2 3 3 6 9 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0018] 図 5 および図 6 で説明したパワースイッチ 11 における一次電流の電流比（主電流／検出電流）のウェハ試験方法では、主 IGBT 1 に流れる主電流と電流検出用 IGBT 2 に流れる検出電流をそれぞれ別々に測定しているため、電流比（主電流／検出電流）は半導体基板上のレイアウト面積比で決まる。しかし、パワースイッチ 11 が実動作状態の場合は、主 IGBT 1 と電流検出用 IGBT 2 は同時にオン・オフを行うため、主 IGBT 1 と電流検出用 IGBT 2 の半導体基板上でのレイアウト配置の位置関係（距離）で内部電子状態が異なり、主 IGBT 1 の主電流と電流検出用 IGBT 2 の検出電流を別々に測定する従来のウェハ試験方法では、電流比（主電流／検出電流）を正確に測定することができない。

[0019] また、図 4 に示したパワースイッチ 11 の電流検出回路 12 には、電流検出用 IGBT 2 に流れる検出電流を検出するためのセンス抵抗 R_{sns} （電流を電圧に変換して検出する。）が内蔵されている。このため、パワースイッチ 11 の実動作状態においては、このセンス抵抗 R_{sns} で発生する電圧分だけ、パワースイッチ部 10 の主 IGBT 1 および電流検出用 IGBT 2 の G 端子 5 と E 1 端子 6 および E 2 端子 7 間の電圧、および、C 端子 4 と E 1 端子 6 および E 2 端子 7 間の電圧、に電圧差が発生する。しかしこの電圧差は、図 5 および図 6 で説明した従来のウェハ試験方法では考慮されていないため、電流比（主電流／検出電流）は正確に測定することができない。

[0020] また、このセンス抵抗 R_{sns} による電圧差を考慮したウェハ試験を実現

するためには、多電源・多チャンネルを備えた数100V耐圧の専用のテスターが必要となり、ウェハ試験工程のコストアップとなってしまう。

[0021] 本発明は、上述した問題に鑑みてなされたものであり、その解決しようとする課題は、主IGBTと、コレクタ端子およびゲート端子がそれぞれ主IGBTのコレクタ端子およびゲート端子に接続されて主IGBTの電流値を検出する電流検出用IGBTとが同一の半導体基板上に集積形成されたパワースイッチにおいて、主IGBTに流れる主電流と電流検出用IGBTに流れる検出電流の電流比（主電流／検出電流）を、簡単な方法で実動作状態と同様に試験できるパワースイッチのウェハ試験方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0022] 上述した課題を解決するため、本発明のパワースイッチのウェハ試験方法は、ウェハ試験に用いるプローブカードの主IGBTのエミッタ端子用ピンと電流検出用IGBTのエミッタ端子用ピンの間に抵抗を接続し、主IGBTのエミッタ端子と電流検出用IGBTのエミッタ端子間に電圧差を設け、主IGBTと電流検出用IGBTを同時にオンさせた状態でウェハ試験を行い、実動作状態と同様の電流比（主電流／検出電流）を得る。

[0023] すなわち、本発明のパワースイッチのウェハ試験方法は、主IGBTと、コレクタ端子およびゲート端子がそれぞれ前記主IGBTのコレクタ端子およびゲート端子に接続されて前記主IGBTの電流値を検出する電流検出用IGBTと、を有し、前記主IGBTと前記電流検出用IGBTが同一の半導体基板上に集積形成されたパワースイッチのウェハ試験方法であって、前記電流検出用IGBTのエミッタ電流を前記主IGBTのエミッタ端子に流す抵抗手段を設け、前記主IGBTと前記電流検出用IGBTを同時に導通させて前記主IGBTと前記電流検出用IGBTの共通コレクタ端子に定電流を印加し、前記抵抗手段の両端電圧から求めた前記電流検出用IGBTに流れる電流と、前記定電流とから、前記主IGBTの主電流と前記電流検出用IGBTの検出電流の電流比（主電流／検出電流）を算出することを特徴とする。

[0024] また、本発明のパワースイッチのウェハ試験方法は、主IGBTと、コレクタ端子およびゲート端子がそれぞれ前記主IGBTのコレクタ端子およびゲート端子に接続されて前記主IGBTの電流値を検出する電流検出用IGBTと、を有し、前記主IGBTと前記電流検出用IGBTが同一の半導体基板上に集積形成されたパワースイッチのウェハ試験方法であって、前記電流検出用IGBTのエミッタ電流を前記主IGBTのエミッタ端子に流す抵抗手段を設け、前記主IGBTと前記電流検出用IGBTを同時に導通させ、前記主IGBTのエミッタ端子から流れる前記主IGBTの主電流と前記電流検出用IGBTの検出電流の和電流を検出するとともに、前記抵抗手段の両端電圧から前記電流検出用IGBTの検出電流を検出して、前記主IGBTの主電流と前記電流検出用IGBTの検出電流の電流比（主電流／検出電流）を算出することを特徴とする。

[0025] また、本発明のパワースイッチのウェハ試験方法の前記抵抗手段は、前記主IGBTのエミッタ端子と前記電流検出用IGBTのエミッタ端子に対応するウェハ試験用プローブカードの端子間に接続されることを特徴とする。

発明の効果

[0026] 本発明に係るパワースイッチのウェハ試験方法は、ウェハ測定用のプローブカードの主IGBTのエミッタ端子用ピンと電流検出用IGBTのエミッタ端子用ピンの間に抵抗を接続し、主IGBTのエミッタ端子と電流検出用IGBTのエミッタ端子間に電圧差を設け、主IGBTと電流検出用IGBTを同時にオンさせた状態でウェハ試験を行うことにより、簡単に実動作と同じ状態で電流比（主電流／検出電流）を測定することができる。

[0027] 本発明の上記および他の目的、特徴および利点は本発明の例として好ましい実施の形態を表す添付の図面と関連した以下の説明により明らかになるであらう。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本発明に係るパワースイッチの電流比のウェハ試験方法に用いるウェハ試験回路の構成例を示す図である。

[図2]本発明に係るパワースイッチのウェハ試験方法に関する第1のウェハ試験方法の手順を示す試験フロー図である。

[図3]本発明に係るパワースイッチのウェハ試験方法に関する第2のウェハ試験方法の手順を示す試験フロー図である。

[図4]パワースイッチを用いた内燃機関点火システムの構成例を示す図である。

[図5]従来のパワースイッチのウェハ試験方法における主電流を測定するためのウェハ試験回路を示す図である。

[図6]従来のパワースイッチのウェハ試験方法における検出電流を測定するためのウェハ試験回路を示す図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、本発明の実施形態に係るパワースイッチのウェハ試験方法について、図面を参照しながら説明する。

実施例 1

[0030] 本発明に係るパワースイッチは、例えば内燃機関点火システムに用いられている。この内燃機関点火システムの構成例は、先に説明した図4と同じ構成であり、詳細な説明は省略する。

[0031] また、本発明に係るパワースイッチの構成も、先に説明した図4と同一の構成である。すなわち、パワースイッチ11は、主IGBT1と、電流検出用IGBT2と、ゲート抵抗回路3と、を備えるパワースイッチ部10と、電流検出回路12と、ゲート駆動回路13と、を備える制御部14と、から構成される。そして、パワースイッチ11は、点火コイル17の一次側コイルと接続するC端子4と、ECU15と接続するゲート端子8と、GNDと接続するエミッタ端子9と、を有する。

[0032] またパワースイッチ11は、先に説明した図4と同様に、パワースイッチ部10と制御部14とが同一の半導体基板上に集積形成される1チップ構成の場合と、それぞれ別々の半導体基板上に形成される2チップ構成の場合とがある。パワースイッチ部10と制御部14との接続箇所となるG端子5、

E 1 端子 6 および E 2 端子 7 は、2 チップ構成の場合はワイヤーボンディングなどの接続手段でそれぞれ接続され、1 チップ構成の場合はウェハ試験時の測定用テスト端子として用いられる。

[0033] 図 1 は、本発明に係るパワースイッチ 1 1 の電流比（主 I G B T 1 に流れる主電流／電流検出用 I G B T 2 に流れる検出電流）のウェハ試験方法に用いるウェハ試験回路の構成例である。なお、パワースイッチ 1 1 は、先にも説明したように、パワースイッチ部 1 0 と制御部 1 4 が 1 チップあるいは 2 チップで構成されるが、図 1 に示した構成例では、パワースイッチ 1 1 は制御部 1 4 を省略して（電流比の測定時は無関係の機能である。）パワースイッチ部 1 0 のみ明示している。また、従来のパワースイッチのウェハ試験方法で説明した図 5 および図 6 と同じ部位には同じ符号を付して、詳細な説明は省略する。

[0034] 図 1 は、パワースイッチ 1 1 の電流比（主電流／検出電流）を測定するためのウェハ試験回路であり、パワースイッチ部 1 0 と、テスター 2 0 と、テスタープローバー 2 1 と、から構成される。テスタープローバー 2 1 は、パワースイッチ部 1 0 の試験ウェハをセットするテスタープローバーのステージ 2 2 と、テスター 2 0 の各測定端子をパワースイッチ部 1 0 の試験ウェハの各端子に接続するプローブカード 2 3 と、を備え、プローブカード 2 3 上には抵抗 R が設置されている。

[0035] ここで、テスター 2 0 は、電流または電圧を印加または測定する C - I __ t, C - V __ t, G - V __ t, E - I __ t, E - V __ t, S - V __ t の各端子を備える。また、プローブカード 2 3 は、テスター 2 0 の各端子に対応して、G - V __ p, E - I __ p, E - V __ p, S - V __ p の各端子を備える。このプローブカード 2 3 の各端子は、それぞれプローブを有し、パワースイッチ部 1 0 のウェハ上のパッドとなる G 端子 5、E 1 端子 6、E 2 端子 7 と接続する。そして、プローブカード 2 3 上の E - V __ p 端子と S - V __ p 端子の間には、抵抗 R が接続される。この抵抗 R により、主 I G B T 1 の E 1 端子 6 と電流検出用 I G B T 2 の E 2 端子 7 との間に電圧差を設定する。な

お、テスタープローバーのステージ22には、テスター20のC-I__t端子、C-V__t端子に対応してC-I__s端子、C-V__s端子の符号を付けており、パワースイッチ部10のウェハ裏面でC端子4（ウェハの裏面電極がC端子4に相当する。）と接続される。

[0036] 次に、図1に示したウェハ試験回路を用いてパワースイッチ11の電流比（主電流／検出電流）をウェハ試験する方法について説明する。図2は、本発明に係るパワースイッチ11のウェハ試験方法に関する第1のウェハ試験方法の手順を示す試験フロー図である。

[0037] 図2の試験フローにおいて、先ずステップS01では、テスター20のE-V__t端子をプローブカード23のE-V__p端子に接続し、プローブカード23のE-V__p端子に接続されたプローブでパワースイッチ部10のウェハ上のE1端子（パッド）6に接続し、E1端子6を基準電位に設定する。

[0038] 次にステップS02では、テスター20のG-V__t端子をプローブカード23のG-V__p端子に接続し、プローブカード23のG-V__p端子に接続されたプローブでパワースイッチ部10のウェハ上のG端子（パッド）5に接続し、主IGBT1と電流検出用IGBT2が同時にオンとなる定電圧 V_g （V）を印加する。

[0039] 次にステップS03では、テスター20のC-I__t端子をテスタープローバーのステージ22（C-I__s端子の符号）を介してパワースイッチ部10のウェハ裏面のC端子4に接続し、主IGBT1および電流検出用IGBT2に定電流 X （A）を印加する。

[0040] 次にステップS04では、テスター20のS-V__t端子をプローブカード23のS-V__p端子に接続し、プローブカード23のS-V__p端子に接続されたプローブでパワースイッチ部10のウェハ上のE2端子（パッド）7に接続し、電流検出用IGBT2のE2端子7の電圧 Z （V）を測定する。この電圧 Z （V）は、C端子4に印加された定電流 X （A）が主IGBT1に流れる主電流と電流検出用IGBT2に流れる検出電流に分流され、

この検出電流が抵抗Rを流れて発生した電圧である。すなわち、電圧Z（V）は、C端子4に印加された定電流X（A）による主IGBT1のE1端子6と電流検出用IGBT2のE2端子間の抵抗Rにより発生した電圧差に相当する。

[0041] 次にステップS05では、抵抗Rの両端で発生した電圧差である電圧Z（V）より電流検出用IGBT2に流れる検出電流Y（A）を、計算式 $Y(A) = Z(V) / R(\Omega)$ （抵抗名と抵抗値を同じとした。）より算出する。

[0042] そしてステップS06では、C端子4に印加された定電流X（A）と算出された電流検出用IGBT2の検出電流Y（A）よりIGBT1の主電流を求め、電流比W（主電流／検出電流）を計算式 $W = (X(A) - Y(A)) / Y(A)$ より算出する。

[0043] 以上説明したように、本発明に係るパワースイッチ11のウェハ試験方法は、主IGBT1と電流検出用IGBT2とが同一の半導体基板上に集積形成されたパワースイッチのウェハ試験方法であって、主IGBT1のE1端子6と電流検出用IGBT2のE2端子7に対応するウェハ測定用のプローブカードのE-V__p端子とS-V__p端子との間に抵抗Rを接続し、この抵抗Rにより主IGBT1のE1端子6と電流検出用IGBT2のE2端子間に電圧差を設定し、主IGBT1と電流検出用IGBT2を同時にオンさせた状態でウェハ試験を行うことにより、実動作と同じ状態で一次電流の電流比（主IGBT1に流れる主電流／電流検出用IGBT2に流れる検出電流）を簡単に且つ正確に測定することができる。

実施例 2

[0044] 次に、図1に示したウェハ試験回路を用いてパワースイッチ11の電流比（主電流／検出電流）をウェハ試験する別の方法について説明する。図3は、本発明に係るパワースイッチ11のウェハ試験方法に関する第2のウェハ試験方法の手順を示す試験フロー図である。

[0045] 図3の試験フローにおいて、先ずステップS11では、テスター20のE-V__t端子をプローブカード23のE-V__p端子に接続し、プローブカ

ード23のE-V__p端子に接続されたプローブでパワースイッチ部10のウェハ上のE1端子（パッド）6に接続し、E1端子6を基準電位に設定する。

[0046] 次にステップS12では、テスター20のG-V__t端子をプローブカード23のG-V__p端子に接続し、プローブカード23のG-V__p端子に接続されたプローブでパワースイッチ部10のウェハ上のG端子（パッド）5に接続し、主IGBT1と電流検出用IGBT2が同時にオンとなる定電圧 V_g （V）を印加する。

[0047] 次にステップS13では、テスター20のC-V__t端子をテスタープローバーのステージ22（C-V__s端子の符号）を介してパワースイッチ部10のウェハ裏面のC端子4に接続し、主IGBT1および電流検出用IGBT2に定電圧 V_c （V）を印加する。

[0048] 次にステップS14では、テスター20のS-V__t端子をプローブカード23のS-V__p端子に接続し、プローブカード23のS-V__p端子に接続されたプローブでパワースイッチ部10のウェハ上のE2端子（パッド）7に接続し、電流検出用IGBT2のE2端子7の電圧 Z （V）を測定する。この電圧 Z （V）は、C端子4に印加された定電圧 V_c （V）により主IGBT1に主電流が流れ電流検出用IGBT2に検出電流が流れ、この検出電流が抵抗 R を流れて発生した電圧である。すなわち、電圧 Z （V）は、C端子4に印加された定電圧 V_c （V）により主IGBT1のE1端子6と電流検出用IGBT2のE2端子間の抵抗 R により発生した電圧差に相当する。

[0049] 次にステップS15では、テスター20のE-I__t端子をプローブカード23のE-I__p端子に接続し、C端子4に印加された定電圧 V_c （V）により主IGBT1に流れた主電流と電流検出用IGBT2に流れた検出電流とを加算した和電流 T （A）を測定する。

[0050] 次にステップS16では、抵抗 R の両端で発生した電圧差である電圧 Z （V）より電流検出用IGBT2に流れる検出電流 Y （A）を、計算式 Y （A

) = $Z(V) / R(\Omega)$ (抵抗名と抵抗値を同じとした。)より算出する。

[0051] そしてステップS17では、和電流 $T(A)$ と算出された電流検出用IGBT2の検出電流 $Y(A)$ よりIGBT1の主電流を求め、電流比 W (主電流／検出電流)を計算式 $W = (T(A) - Y(A)) / Y(A)$ より算出する。

[0052] 以上説明したように、本発明に係るパワースイッチ11のウェハ試験方法は、主IGBT1と電流検出用IGBT2とが同一の半導体基板上に集積形成されたパワースイッチのウェハ試験方法であって、主IGBT1のE1端子6と電流検出用IGBT2のE2端子7に対応するウェハ測定用のプローブカードのE-V__p端子とS-V__p端子との間に抵抗 R を接続し、この抵抗 R により主IGBT1のE1端子6と電流検出用IGBT2のE2端子間に電圧差を設定し、主IGBT1と電流検出用IGBT2を同時にオンさせた状態でウェハ試験を行うことにより、実動作と同じ状態で一次電流の電流比(主IGBT1に流れる主電流／電流検出用IGBT2に流れる検出電流)を簡単に且つ正確に測定することができる。

[0053] なお、本発明に係るパワースイッチのウェハ試験における一次電流の電流比(主電流／検出電流)は、本発明者の試験測定結果によれば、図5および図6に示した従来のウェハ試験方法ではパッケージに組み立てられた製品の測定値に対し約5倍の差異が発生していたが、図1に示した本発明に係るウェハ試験方法ではパッケージに組み立てられた製品の測定値と同じ結果が得られている。

[0054] 以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は、上述した実施形態に限定されることなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の改良や変更が可能である。

上記については単に本発明の原理を示すものである。更に、多数の変形、変更が当業者にとって可能であり、本発明は上記に示し、説明した正確な構成および応用例に限定されるものではなく、対応するすべての変形例および均等物は、添付の請求項およびその均等物による本発明の範囲とみなされる

。

符号の説明

[0055]	1	主 I G B T
	2	電流検出用 I G B T
	3	ゲート抵抗回路
	4	コレクタ端子 (C 端子)
	5	ゲート端子 (G 端子)
	6	主 I G B T 1 のエミッタ端子 (E 1 端子)
	7	電流検出用 I G B T 2 のエミッタ端子 (E 2 端子)
	8	ゲート端子
	9	エミッタ端子 (G N D 端子)
	1 0	パワースイッチ部
	1 1	パワースイッチ
	1 2	電流検出回路
	1 3	ゲート駆動回路
	1 4	制御部
	1 5	エンジンコントロールユニット (E C U)
	1 6	バッテリー電源
	1 7	点火コイル
	1 8	点火プラグ
	2 0	テスター
	2 1	テスタープローバー
	2 2	テスタープローバーのステージ
	2 3	プローブカード
	R	抵抗および抵抗値

請求の範囲

[請求項1] 主IGBTと、コレクタ端子およびゲート端子がそれぞれ前記主IGBTのコレクタ端子およびゲート端子に接続されて前記主IGBTの電流値を検出する電流検出用IGBTと、を有し、前記主IGBTと前記電流検出用IGBTが同一の半導体基板上に集積形成されたパワースイッチのウェハ試験方法であって、

前記電流検出用 IGBT のエミッタ電流を前記主 IGBT のエミッタ端子に流す抵抗手段を設け、

前記主 IGBT と前記電流検出用 IGBT を同時に導通させて前記主 IGBT と前記電流検出用 IGBT の共通コレクタ端子に定電流を印加し、

前記抵抗手段の両端電圧から求めた前記電流検出用 IGBT に流れる電流と、前記定電流とから、前記主 IGBT の主電流と前記電流検出用 IGBT の検出電流の電流比（主電流／検出電流）を算出することを特徴とするパワースイッチのウェハ試験方法。

[請求項2] 前記抵抗手段は、前記主 IGBT のエミッタ端子と前記電流検出用 IGBT のエミッタ端子に対応するウェハ試験用プローブカードの端子間に接続されることを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載のパワースイッチのウェハ試験方法。

[請求項3] 主IGBTと、コレクタ端子およびゲート端子がそれぞれ前記主IGBTのコレクタ端子およびゲート端子に接続されて前記主IGBTの電流値を検出する電流検出用IGBTと、を有し、前記主IGBTと前記電流検出用IGBTが同一の半導体基板上に集積形成されたパワースイッチのウェハ試験方法であって、

前記電流検出用 IGBT のエミッタ電流を前記主 IGBT のエミッタ端子に流す抵抗手段を設け、

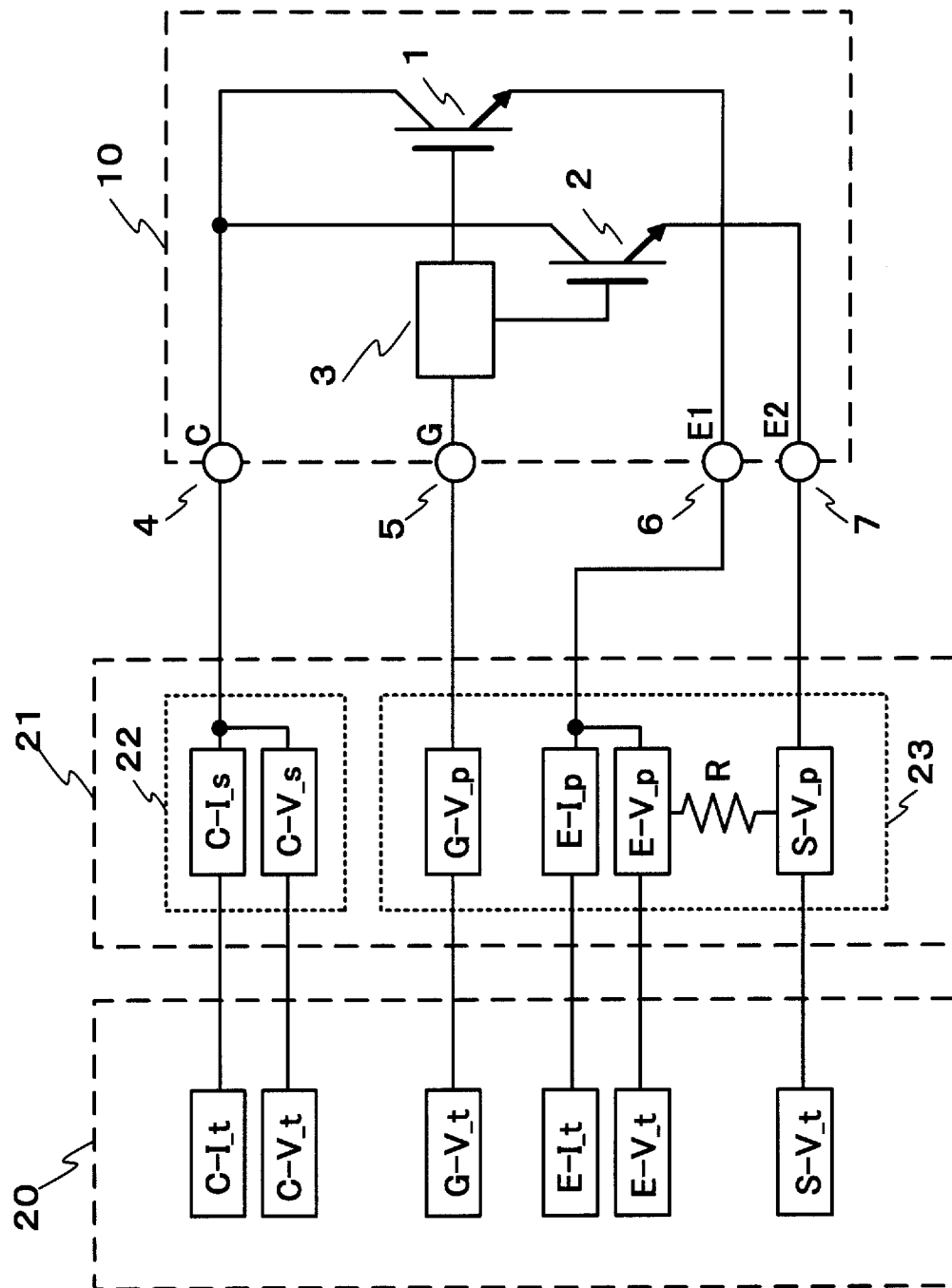
前記主 IGBT と前記電流検出用 IGBT を同時に導通させ、

前記主 | GBTのエミッタ端子から流れる前記主 | GBTの主電流

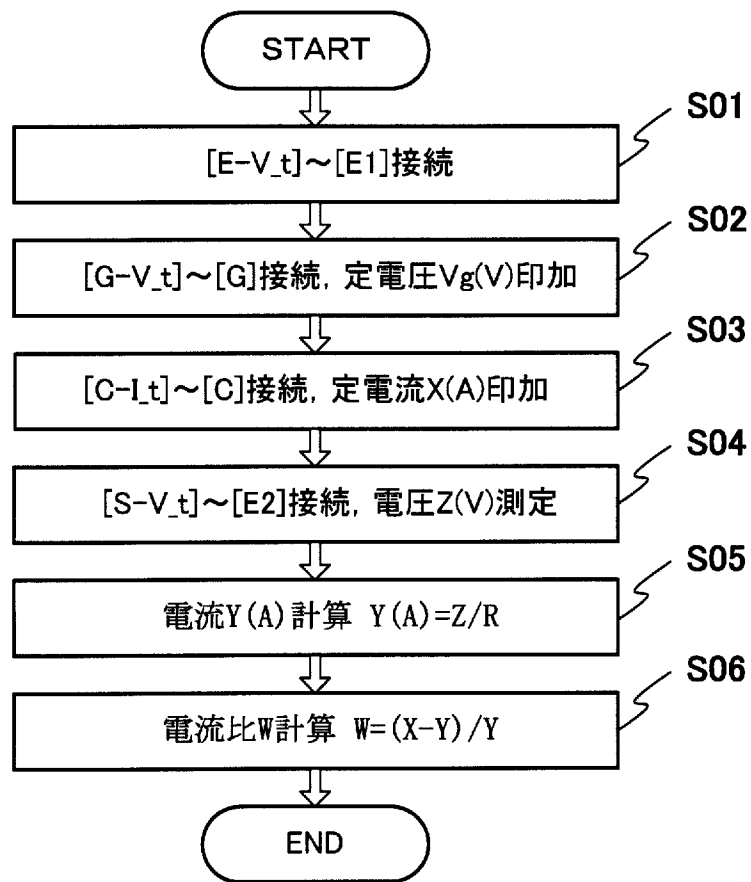
と前記電流検出用 I G B T の検出電流の和電流を検出するとともに、前記抵抗手段の両端電圧から前記電流検出用 I G B T の検出電流を検出して、前記主 I G B T の主電流と前記電流検出用 I G B T の検出電流の電流比（主電流／検出電流）を算出することを特徴とするパワースイッチのウェハ試験方法。

[請求項4] 前記抵抗手段は、前記主 I G B T のエミッタ端子と前記電流検出用 I G B T のエミッタ端子に対応するウェハ試験用プローブカードの端子間に接続されることを特徴とする請求の範囲第3項に記載のパワースイッチのウェハ試験方法。

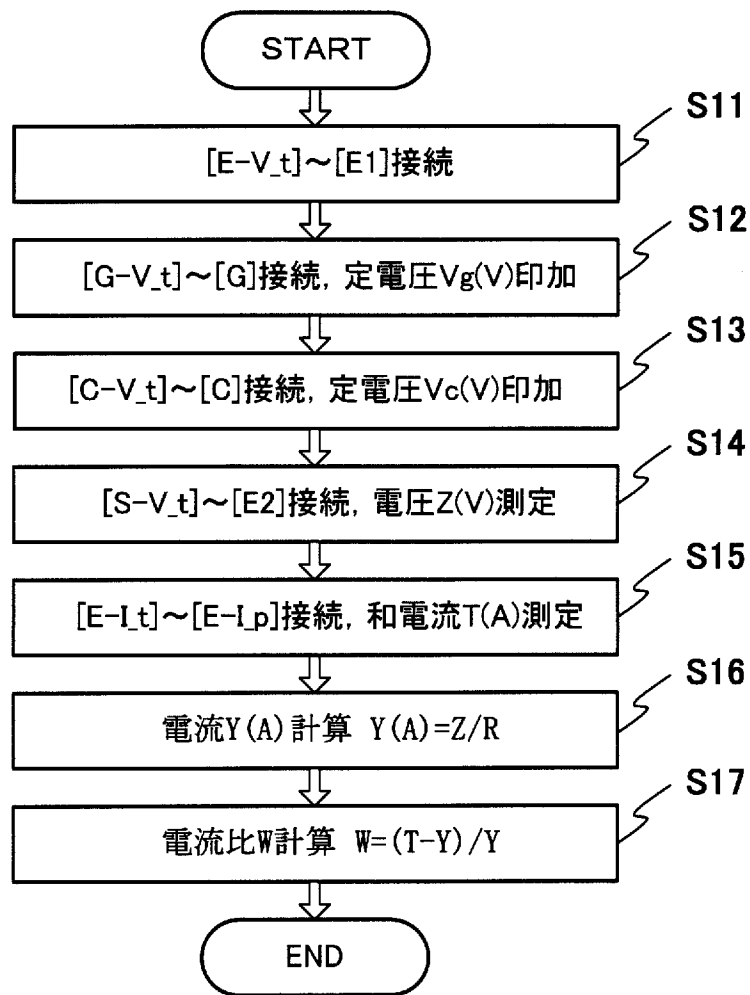
[図1]



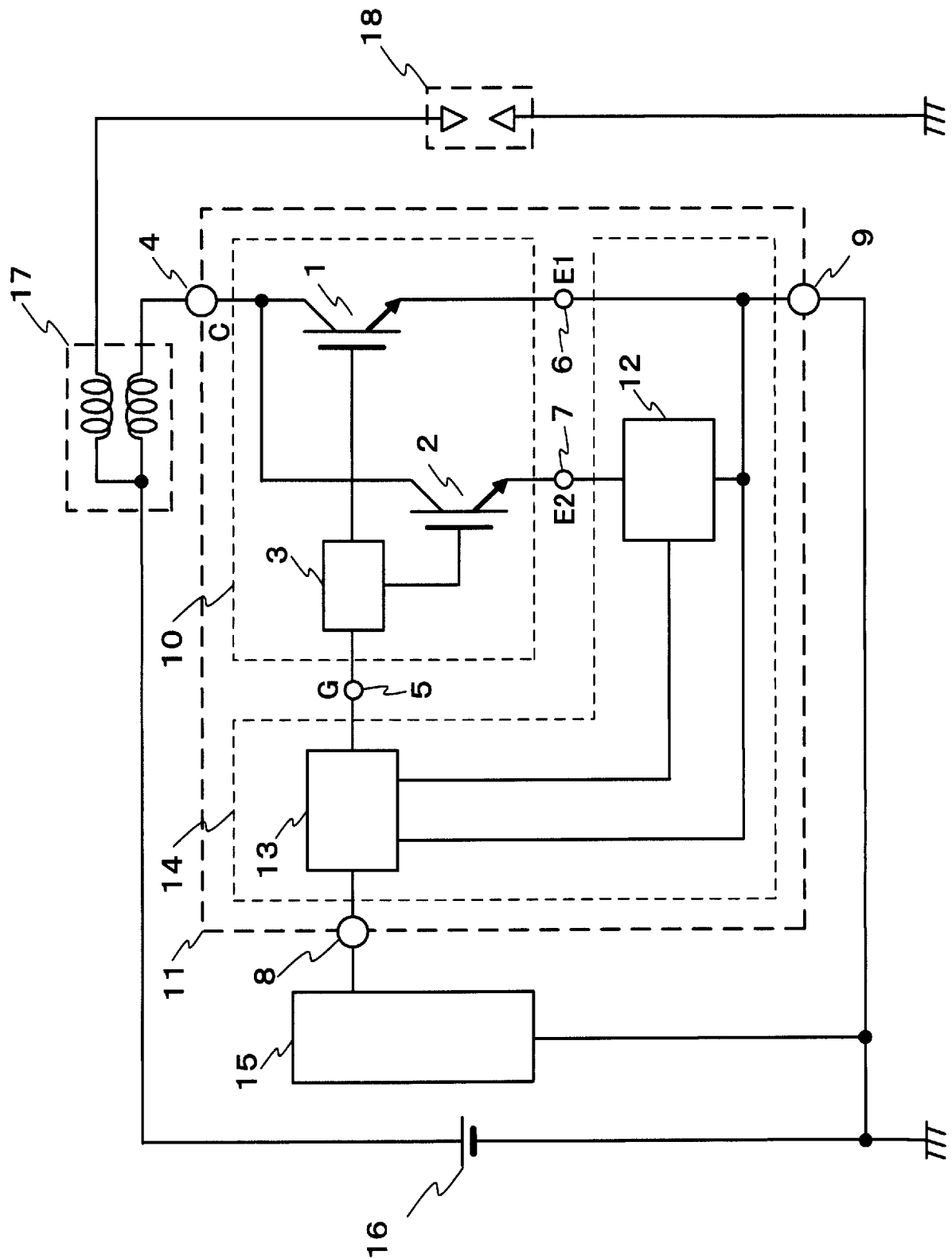
[図2]



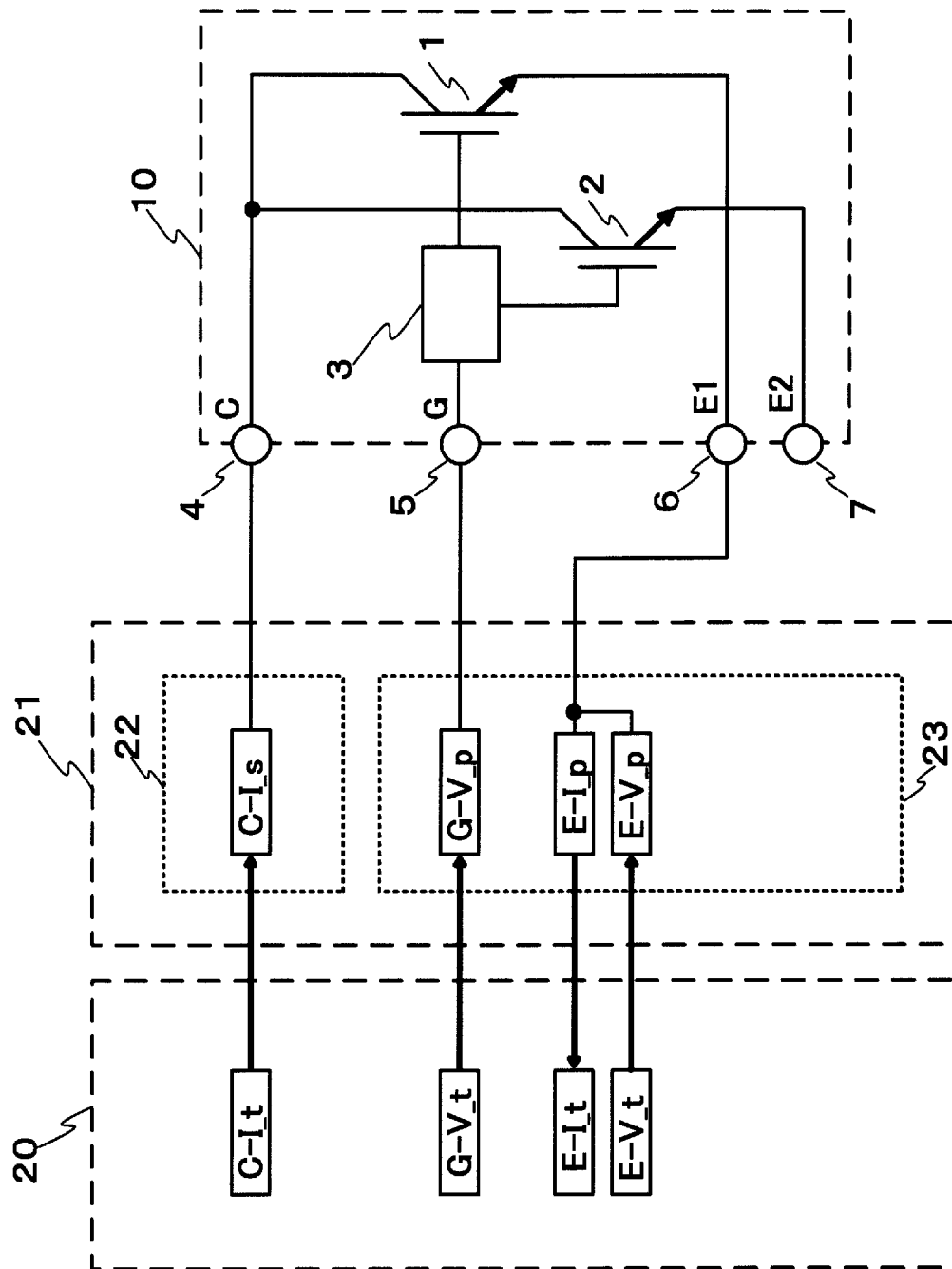
[図3]



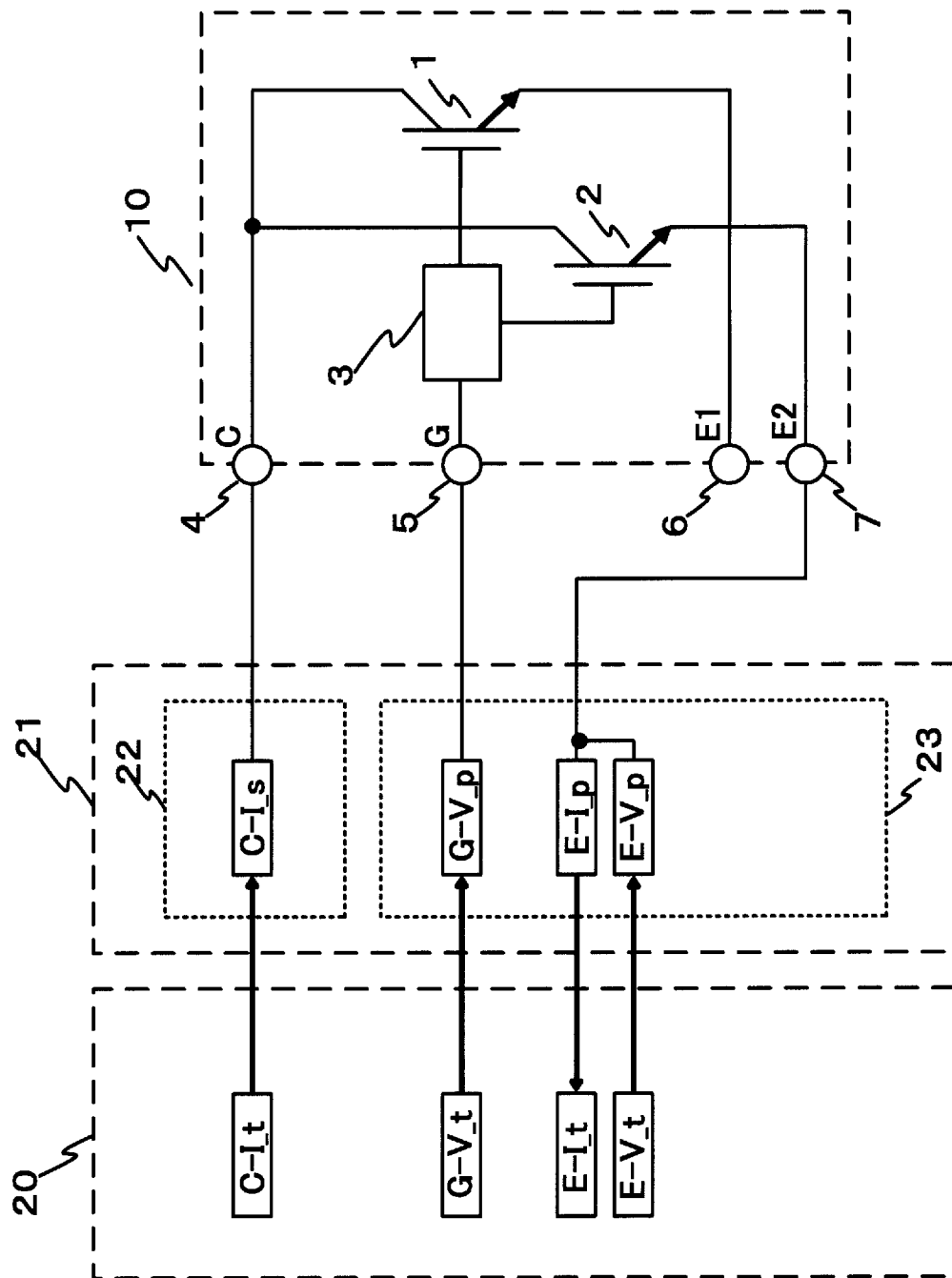
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053786

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/66(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i, H01L27/04(2006.01)i,
H01L29/739(2006.01)i, H01L29/78(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)

H01L21/66, H01L21/336, H01L27/04, H01L29/739, H01L29/78

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 9-233690 A (New Japan Radio Co., Ltd.), 05 September 1997 (05.09.1997), fig. 1 to 4 (Family: none)	1-4



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
21 March, 2012 (21.03.12)

Date of mailing of the international search report
03 April, 2012 (03.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/66(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i, H01L27/04(2006.01)i, H01L29/739(2006.01)i, H01L29/78(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. H01L21/66, H01L21/336, H01L27/04, H01L29/739, H01L29/78

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 9-233690 A (新日本無線株式会社) 1997.09.05, 第 1 - 4 図 (ファミリーなし)	1 - 4

☐ 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

2 1 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 4 . 2 0 1 2

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)

滝谷 亮一

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 8 6

5 N

3 1 3 5