



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 31 120 T2 2006.12.21**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 994 565 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H03K 17/082 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 31 120.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 118 891.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **24.09.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.04.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **03.05.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.12.2006**

(30) Unionspriorität:
28906098 12.10.1998 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH, DE, LI

(73) Patentinhaber:
**Hitachi, Ltd., Tokyo, JP; Hitachi Haramachi
Electronics Co., Ltd., Hitachi, JP**

(72) Erfinder:
**Hasegawa, Hiroyuki, Hitachi-shi, Ibaraki 317-0076,
JP; Kurosu, Toshiki, Hitachi-shi, Ibaraki 316-0001,
JP; Sugayama, Shigeru, Hitachi-shi, Ibaraki
319-1221, JP**

(74) Vertreter:
Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

(54) Bezeichnung: **Temperaturerfassung in einem spannungsgesteuerten Halbleiter-Bauelement**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Temperaturerfassungsschaltung und ein Temperaturerfassungsverfahren für eine spannungsgesteuerte Halbleitervorrichtung.

[0002] Zur Temperaturerfassung für die Schutzfunktion in einem herkömmlichen IGBT-Modul mit spannungsgesteuerten Halbleitervorrichtungen vom IGBT-Typ (IGBT: Bipolartransistor mit isoliertem Gate) ist eine Temperaturerfassungsschaltung zum Erfassen eines Temperaturanstiegs im IGBT-Modul erforderlich, um das IGBT abzuschalten. Ein herkömmliches IGBT-Modul ist zum Beispiel in der japanischen Patent-Offenlegungsschrift Nr. 7-67389 beschrieben.

[0003] Der Temperaturanstieg in einem IGBT-Modul wird durch eine Temperaturerfassungsschaltung mit einem Thermistor festgestellt und das Signal zu einer Steuerschaltung gegeben. Der Thermistor ist an einem Kühlblech angebracht, auf dem sich auch das IGBT-Modul befindet. Wenn die Temperatur des Kühlblechs ansteigt, nimmt der Widerstand des Thermistors ab und auch dessen Klemmenspannung. Wenn die Temperatur einen vorher eingestellten Wert übersteigt, bewirkt die Temperaturerfassungsschaltung aufgrund dieser Eigenschaften ein Abschalten des IGBT.

[0004] Die [Fig. 6](#) zeigt eine Temperaturerfassungsschaltung **31** mit einem an einem Kühlblech angebrachten Thermistor **29**, einer Steuerschaltung **26** für ein IGBT-Modul **9a** und den Anschluß einer Gate-Ansteuerschaltung **12**. In der Temperaturerfassungsschaltung **31** ist das eine Ende des Thermistors in Reihe mit einem Widerstand **30** geschaltet und auch mit dem Eingangsanschluß einer Spannungsvergleichsschaltung **13** verbunden. Das andere Ende des Thermistors ist an das Massepotential angeschlossen. Der andere Eingangsanschluß der Spannungsvergleichsschaltung **13** ist mit einer Konstantspannungsschaltung **18** verbunden. Der Ausgangsanschluß der Spannungsvergleichsschaltung ist mit der Steuerschaltung **26** verbunden.

[0005] Da in der [Fig. 6](#) der Thermistor für die Temperaturerfassung Teil des Kühlblechs ist, wird eine Temperaturänderung des IGBT über die Temperatur des Kühlblechs erfaßt. Wenn ein IGBT-Element **1a** durch einen Überstrom und dergleichen zu viel Wärme erzeugt, ergibt sich daher das Problem, daß die auf den Thermistor übertragene Temperatur von der Position des aufheizenden Elements abhängt, und daß die Genauigkeit der Temperaturerfassung mit zunehmendem Abstand zwischen dem aufheizenden Element und dem Thermistor abnimmt.

[0006] Eine dem Oberbegriff des vorliegenden Patentanspruchs 1 entsprechende Temperaturerfas-

zungsschaltung ist in der EP-A-0 702 455 beschrieben. Weiterer relevanter Stand der Technik ist in "Optimization of the turn-off performance of IGBT at overcurrent and short-circuit current" von Eckel et al. in POWER ELECTRONICS AND APPLICATIONS, Bd. 2, Sept. 1993, Seiten 317 bis 322 enthalten.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, unter Berücksichtigung der genannten Probleme eine hoch zuverlässige Temperaturerfassungsschaltung und ein hoch zuverlässiges Temperaturerfassungsverfahren zu schaffen.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebene Temperaturerfassungsschaltung gelöst.

[0009] Die im folgenden beschriebene erfindungsgemäße Temperaturerfassungsschaltung und das im folgenden beschriebene Temperaturerfassungsverfahren wird bei einer spannungsgesteuerten Halbleitervorrichtung verwendet, die ein Halbleiterelement zum Steuern des Stromflusses zwischen zwei Hauptelektroden durch eine an eine isolierte Gateelektrode angelegte Spannung; einen elektrisch mit der isolierten Gateelektrode verbundenen Gateanschluß; und einen an die andere der Hauptelektroden angeschlossenen weiteren Anschluß aufweist. Als Halbleiterelement sind neben einem IGBT verschiedene Arten von Halbleiterelementen mit isolierter Gateelektrode wie MOSFETs und so weiter möglich. Spannungsgesteuerte Halbleitervorrichtungen sind zum Beispiel Leistungshalbleitermodule, vergossene Halbleiter-Bauelemente und so weiter.

[0010] Bei der erfindungsgemäßen Temperaturerfassungsschaltung ist zwischen den Gateanschluß und die isolierte Gateelektrode der spannungsgesteuerten Halbleitervorrichtung ein Widerstand mit positivem Temperaturkoeffizienten geschaltet. Ferner umfaßt die Temperaturerfassungsschaltung eine Einrichtung zum Aufnehmen einer Spannung, die den Spannungsabfall über den Widerstand in dem Schaltungsabschnitt zwischen dem Gateanschluß und dem weiteren Anschluß enthält, und zum Erfassen der Temperatur der spannungsgesteuerten Halbleitervorrichtung auf der Grundlage dieser Spannung.

[0011] Die beschriebene erfindungsgemäße Temperaturerfassungsschaltung macht von der Tatsache Gebrauch, daß, wenn ein Widerstand mit einem positiven Temperaturkoeffizienten zwischen den Gateanschluß und die isolierte Gateelektrode geschaltet ist, die den Spannungsabfall über den Widerstand in dem Schaltungsabschnitt zwischen dem Gateanschluß und dem weiteren Anschluß enthaltende Spannung sich aufgrund der Temperatur der spannungsgesteuerten Halbleitervorrichtung verändert. Das Ansprechverhalten auf eine Temperaturänderung in der spannungsgesteuerten Halbleitervor-

richtung ist daher schnell. Entsprechend wird durch das Erfassen der Temperatur auf der Basis dieser Spannung eine sehr zuverlässige Temperaturerfassungsschaltung erhalten.

[0012] Bei dem erfindungsgemäßen Temperaturerfassungsverfahren ist zwischen den Gateanschluß und die isolierte Gateelektrode ein Widerstand mit positivem Temperaturkoeffizienten geschaltet, und die Temperatur wird auf der Basis der Spannung erfaßt, die den Spannungsabfall über den Widerstand in dem Schaltungsabschnitt zwischen dem Gateanschluß und dem weiteren Anschluß während der Erzeugung eines Miller-Effekts beim Abschalten des Halbleiterelements enthält.

[0013] Das beschriebene erfindungsgemäße Temperaturerfassungsverfahren macht von der Tatsache Gebrauch, daß, wenn ein Widerstand mit einem positiven Temperaturkoeffizienten zwischen den Gateanschluß und die isolierte Gateelektrode geschaltet ist, die Spannung den Spannungsabfall über den Widerstand in dem Schaltungsabschnitt zwischen dem Gateanschluß und dem weiteren Anschluß während der Erzeugung eines Miller-Effekts beim Abschalten des Halbleiterelements enthält. Das Ansprechverhalten ist daher schnell, und es kann eine sehr zuverlässige Temperaturerfassungsschaltung erhalten werden.

[0014] Bevorzugte Modifikationen sind in den Unteransprüchen genannt.

[0015] Vorzugsweise ist bei der spannungsgesteuerten Halbleitervorrichtung der zwischen den Gateanschluß und die isolierte Gateelektrode geschaltete Widerstand in der spannungsgesteuerten Halbleitervorrichtung enthalten. Da sich dabei der Widerstand an einer Stelle in der Nähe des Wärme erzeugenden Halbleiterelements befindet, wird die Genauigkeit der Temperaturerfassung erhöht. Als Widerstand kann ein Widerstand verwendet werden, der bereits zu einem anderen Zweck als der Temperaturerfassung in der spannungsgesteuerten Halbleitervorrichtung enthalten ist, etwa ein Gatewiderstand.

[0016] Eine erfindungsgemäße Ansteuervorrichtung für eine spannungsgesteuerte Halbleitervorrichtung umfaßt eine Ansteuerschaltung, die über einen weiteren Widerstand mit dem Gateanschluß und mit dem weiteren Anschluß verbunden ist; sowie die oben beschriebene erfindungsgemäße Temperaturerfassungsschaltung.

[0017] Die beschriebene erfindungsgemäße Ansteuervorrichtung für die Temperaturerfassungsschaltung macht von der Tatsache Gebrauch, daß, wenn ein Widerstand mit einem positiven Temperaturkoeffizienten zwischen den Gateanschluß und die

isolierte Gateelektrode und ein weiterer Widerstand zwischen die Ansteuerschaltung und den Gateanschluß geschaltet ist, die Spannung, die den Spannungsabfall über den Widerstand in dem Schaltungsabschnitt zwischen dem Gateanschluß und dem weiteren Anschluß enthält, sich aufgrund der Temperatur der spannungsgesteuerten Halbleitervorrichtung verändert. Durch Steuern der Ansteuervorrichtung auf der Basis des Ausgangssignals der Temperaturerfassungsschaltung wird somit eine sehr genaue Schutzoperation hinsichtlich der Temperatur erhalten.

[0018] Wenn die spannungsgesteuerte Halbleitervorrichtung eine Anzahl von Halbleiterelementen umfaßt, kann die beschriebene Temperaturerfassungsschaltung und das beschriebene Temperaturerfassungsverfahren auf eine spannungsgesteuerte Halbleitervorrichtung mit dem folgenden Aufbau angewendet werden. Bei einer spannungsgesteuerten Halbleitervorrichtung mit einem Halbleiterelement, das den Stromfluß zwischen zwei Hauptelektroden durch die an eine isolierte Gateelektrode angelegte Spannung steuert; mit einem Gateanschluß, der elektrisch mit der isolierten Gateelektrode verbunden ist; wobei der andere Anschluß elektrisch mit der anderen Hauptelektrode verbunden ist; und mit einem Widerstand mit einem positiven Temperaturkoeffizienten, der zwischen den Gateanschluß und die isolierte Gateelektrode geschaltet ist; sowie mit einem weiteren Halbleiterelement mit einer isolierten Gateelektrode, das parallel zu dem Halbleiterelement geschaltet ist, umfaßt der Widerstand einen ersten Widerstand und einen zweiten Widerstand, die miteinander in Serie verbunden sind, wobei ein dritter Widerstand zwischen die Verbindungsstelle des ersten mit dem zweiten Widerstand und die isolierte Gateelektrode des weiteren Halbleiterelements geschaltet ist.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0019] [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) zeigen Schaltungsdiagramme für eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0020] [Fig. 2](#) zeigt ein Schaltungsdiagramm für eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0021] [Fig. 3](#) zeigt ein Schaltungsdiagramm für eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0022] [Fig. 4](#) zeige ein Schaltungsdiagramm für eine vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0023] [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) sind Ansichten zur Erläuterung der Arbeitsweise der einzelnen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

[0024] [Fig. 6](#) ist ein Schaltungsdiagramm für ein

Beispiel des Standes der Technik für die vorliegende Erfindung.

[0025] [Fig. 7](#) zeigt die Beziehung zwischen der Temperatur und dem inneren Gatewiderstand bei der ersten Ausführungsform.

GENAUE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

(Erste Ausführungsform)

[0026] Die [Fig. 1A](#) zeigt eine erste Ausführungsform. Ein innerer Gatewiderstand (r_g) ist zwischen die Gateelektrode **8a** eines IGBT-Chips **1a** und den Gateanschluß **4** eines IGBT-Moduls **9a** geschaltet und ein äußerer Gatewiderstand (R_G) **11** zwischen das IGBT-Modul **9a** und eine Gate-Ansteuerschaltung **12**. Der Gateanschluß **4** des IGBT-Moduls **9a** ist mit dem Eingangsanschluß (B) **15** einer Spannungsvergleichsschaltung **13** verbunden. Ein Hilfsemitterschluß **5** des IGBT-Moduls **9a** ist mit dem Masseanschluß **16** der Gate-Ansteuerschaltung **12** und der Spannungsvergleichsschaltung **13** verbunden. Mit dem Eingangsanschluß (A) **14** der Spannungsvergleichsschaltung **13** ist eine Konstantspannungsschaltung **18** verbunden.

[0027] Die [Fig. 1B](#) zeigt den inneren Aufbau des IGBT-Moduls **9a**.

[0028] Auf einer Wärmeabstrahlplatte **36** ist eine isolierende Platte **35** angeordnet. Auf der isolierenden Platte **35** befinden sich Metallplatten **34a**, **34b** und **34c**. Der Kollektorelektrodenabschnitt des IGBT-Chips **1a** ist mit der Metallplatte **34b** verbunden, das eine Ende des inneren Gatewiderstands **10a** ist mit der Metallplatte **34c** verbunden, und das andere Ende des inneren Gatewiderstands **10a** ist über eine Leitung **33** mit dem Gateelektrodenabschnitt des IGBT-Chips **1a** verbunden. Mit den einzelnen Metallplatten **34a**, **34b**, **34c** sind jeweils eine Elektrode **3** zum Herausführen des Emitteranschlusses aus dem Modul, eine Elektrode **2** zum Herausführen des Kollektoranschlusses aus dem Modul bzw. eine Elektrode **4** zum Herausführen des Gateanschlusses aus dem Modul verbunden.

[0029] Zurück zur [Fig. 1A](#). Wenn der durch den IGBT-Chip **1a** fließende Kollektorstrom **20** zu groß wird und die Temperatur des IGBT-Chips **1a** durch die erhöhte Verlustleistung ansteigt, steigt auch die Temperatur des inneren Gatewiderstands (r_g) **10a** an, der sich auf der gleichen Wärmeabstrahlplatte befindet. Dabei verändert sich der Wert des Spannungsabfalls zwischen den beiden Enden des inneren Widerstands (r_g) **10a** aufgrund des Temperaturkoeffizienten des spezifischen Widerstands, der eine physikalische Eigenschaft des inneren Gatewiderstands (r_g) **10a** ist. Die Änderung im Wert des Spannungsabfalls

des inneren Widerstands (r_g) **10a** wird als Spannung (VGE) **21** zwischen dem Gate und dem Emitter erfaßt und an den Eingangsanschluß (B) **15** der Spannungsvergleichsschaltung **13** geführt. Am anderen Eingangsanschluß (A) **14** der Spannungsvergleichsschaltung **13** liegt von der Konstantspannungsschaltung **18** ein konstanter Spannungswert an. Das Ergebnis des Spannungsvergleichs, den die Spannungsvergleichsschaltung **13** ausführt, wird am Ausgangsanschluß **17** der Spannungsvergleichsschaltung **13** ausgegeben.

[0030] Anhand der [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) wird die Arbeitsweise der vorliegenden Ausführungsform erläutert. Die Zeit, in der eine Änderung im Spannungsabfall am inneren Gatewiderstand **10a** des Moduls erfaßt wird, ist in der [Fig. 5B](#) die Zeit, wenn die Spannung (VGE) **21** zwischen dem Gate und dem Emitter des IGBT-Moduls **9a** in der Periode A des Miller-Effekts ist, der durch die Wirkung der Rückkoppelkapazität zwischen der Kollektorelektrode und der Gateelektrode des IGBT-Chips **1a** beim Abschalten des IGBT-Chips **1a** bewirkt wird. Die zwischen dem Gate und dem Emitter des IGBT-Chips **1a** auftretende Gatespannung ist in der Periode A des Miller-Effekts ein konstanter Wert, und auch der Gatestrom ist ein konstanter Wert.

[0031] Die zwischen dem Gateanschluß **4** und dem Hilfsemitterschluß **5** des IGBT-Moduls **9a** der [Fig. 5A](#) erzeugte Spannung ist die Summe des konstanten Wertes der Gatespannung in der Periode A des Miller-Effekts und der Spannung zwischen den beiden Enden des inneren Gatewiderstands **10a** des Moduls.

[0032] Im folgenden werden die Operationen beschrieben, die bei dieser Ausführungsform eines IGBT-Chips eine Temperaturänderung begleiten.

[0033] Der Temperaturkoeffizient des spezifischen Widerstands an den Widerständen wie dem Gatewiderstand im Modul ist jeweils positiv.

[0034] Wenn die Temperatur des IGBT-Moduls **9a** der [Fig. 1A](#) ansteigt, steigt auch der ohmsche Widerstand des inneren Gatewiderstands (r_g) **10a** in Abhängigkeit von der Temperatur an und entsprechend die Spannung am inneren Gatewiderstand (r_g) **10a**. Der zwischen dem Gateanschluß **4** und dem Hilfsemitterschluß **5** in der Periode der [Fig. 5B](#) erzeugte konstante Spannungswert nimmt daher ab, und am Ausgangsanschluß **17** der vorliegenden Temperaturerfassungsschaltung erfolgt bezüglich des Konstantspannungswertes, der am Eingangsanschluß (A) **14** der Spannungsvergleichsschaltung **13** anliegt, eine Umkehroperation. In Abhängigkeit von dem Umkehrsignal am Ausgangsanschluß **17** wird die Steuerungsschaltung entsprechend betrieben, zum Beispiel der IGBT abgeschaltet.

[0035] Wie in der [Fig. 5B](#) gezeigt, hängt das Ausmaß der Änderung (ΔVGE) in der Gatespannung, die zwischen dem Gateanschluß 4 und dem Hilfsemitteranschluß 5 aufgrund der Temperaturänderung des inneren Gatewiderstands (r_g) **10a** in der Periode A erzeugt wird, vom Verhältnis des Widerstandswerts r_g des inneren Gatewiderstands (r_g) **10a** zum Widerstandswert R_G des äußeren Gatewiderstands (R_G) **11** ab. Wenn der Temperaturkoeffizient des inneren Gatewiderstands (r_g) gleich α ist, die von der Gate-Ansteuerschaltung **12** in der Periode A ausgegebene Spannung gleich VGN und die von dem durch das IGBT-Modul **9a** fließenden Kollektorstrom **20** abhängige Gate-Schwellenspannung des IGBT-Chips **1a** gleich V_{TH} , kann das Ausmaß der Änderung ΔVGE in der Gatespannung durch die folgende Gleichung 1 ausgedrückt werden:

$$\Delta VGE = (\alpha \times r_g / (\alpha \times r_g + R_G)) \times (VGN + V_{TH}) \text{ (Gleichung 1).}$$

[0036] Gemäß dieser Gleichung 1 kann die Temperaturänderung des inneren Gatewiderstands des Moduls in der Periode A der [Fig. 5B](#) erfaßt werden durch das Ausmaß der Änderung ΔVGE in der Gatespannung, die zwischen dem Gateanschluß 4 und dem Hilfsemitteranschluß 5 erzeugt wird.

[0037] Die Temperatur des IGBT-Moduls **9a** kann somit dadurch erfaßt werden, daß anstelle der Spannungsvergleichsschaltung ein Rechner zum Berechnen der Temperatur auf der Basis der Gleichung 1 angeschlossen wird, dem die Gatespannung zugeführt wird.

[0038] Die Temperaturerfassung bei der vorliegenden Ausführungsform wird nun im einzelnen beschrieben.

[0039] Wenn der durch den IGBT-Chip **1a** der [Fig. 1A](#) fließende Kollektorstrom **20** übermäßig groß wird und die Temperatur des IGBT-Chips **1a** entsprechend dem Anstieg der im IGBT-Chip **1a** erzeugten Verlustleistung von 25 °C auf 125 °C zunimmt, steigt der ohmsche Widerstand des inneren Gatewiderstands (r_g) **10a** auf etwa das Doppelte seines Wertes an, wie es in der [Fig. 7](#) gezeigt ist, und die Gatespannung, die zwischen dem Gateanschluß 4 und dem Hilfsemitteranschluß 5 erzeugt wird, ändert sich. Es wird für die [Fig. 5B](#) ein Beispiel für das Ausmaß der Änderung ΔVGE der Gatespannung durchgerechnet, wobei die Gleichung 1 verwendet wird. Es sei $VGP = 15$ V, $VGN = 10$ V, $V_{TH} = 8$ V, $R_G = 10$ Ω , $r_g = 2$ Ω (bei 25 °C) und $r_g = 4$ Ω (bei 125 °C). Es ergibt sich bei 25 °C ein $\Delta VGE = 3$ V und bei 125 °C ein $\Delta VGE = 5,1$ V. Der Unterschied von 2,1 V ist das Ausmaß der Änderung in der Gatespannung, die durch den Temperaturanstieg bewirkt wurde. Das heißt, daß in der [Fig. 5B](#) der Konstantspannungswert der Gatespannung in der Periode A bei 25 °C 5 V beträgt und

bei 125 °C 2,9 V. Diese Spannungswerte werden mit dem Konstantspannungswert verglichen, der am Eingangsanschluß (A) **14** der Spannungsvergleichsschaltung **13** der [Fig. 1A](#) anliegt. Wenn die Spannung abnimmt, erfolgt am Ausgang der vorliegenden Temperaturerfassungsvorrichtung eine Umkehroperation. Wenn zum Beispiel die Spannung am Eingangsanschluß (A) **14** der Spannungsvergleichsschaltung **13** 3 Volt beträgt, ändert sich bei einem Temperaturanstieg im IGBT-Modul **9a** von 25 °C auf 125 °C die Spannung am Eingangsanschluß (B) **15** der Spannungsvergleichsschaltung **13** von 5 V auf 2,9 V, wodurch eine Temperaturerfassungsoperation erfolgt, da die Spannung am Eingangsanschluß (B) **15** niedriger wird als die am Eingangsanschluß (A) **14** anliegende Spannung.

(Zweite Ausführungsform)

[0040] Die [Fig. 2](#) zeigt eine zweite Ausführungsform. Diese Ausführungsform umfaßt den Fall, daß eine Anzahl von IGBTs parallel geschaltet ist. Zwischen die Gateelektrode **8a** des IGBT **1a** und den Gateanschluß 4 des IGBT-Moduls **9b** ist in Reihe ein innerer Gatewiderstand (r_g) **10a** und ein innerer Gatewiderstand (r_t) **22** geschaltet, und zwischen den Gateanschluß 4 des IGBT-Moduls **9b** und einer Gate-Ansteuerschaltung **12** ist ein äußerer Gatewiderstand (R_G) **11** geschaltet. Der Gateanschluß 4 des IGBT-Moduls **9b** ist mit dem Eingangsanschluß (B) **15** der Spannungsvergleichsschaltung **13** verbunden und der Hilfsanschluß 5 des IGBT-Moduls **9b** mit dem Masseanschluß **16** der Gate-Ansteuerschaltung **12** und der Spannungsvergleichsschaltung **12**. An den Eingangsanschluß (A) **14** der Spannungsvergleichsschaltung **13** ist eine Konstantspannungsschaltung **18** angeschlossen. Die Kollektorelektrode **6b** des IGBT **1b** ist mit der Kollektorelektrode **6a** des IGBT **1a** verbunden, die Emittierelektrode **7b** des IGBT **1b** ist mit der Emittierelektrode **7a** des IGBT **1a** verbunden, und der innere Gatewiderstand (r_g) **10b** ist zwischen die Gateelektrode **22** des IGBT **1b** und den Punkt B **23** (das heißt den Verbindungspunkt des inneren Gatewiderstands **22** mit dem inneren Gatewiderstand **10a**) an dem einen Ende des inneren Gatewiderstands (r_t) **22** geschaltet.

[0041] Wenn wie in der [Fig. 2](#) der innere Gatewiderstand (r_g) **10a** des IGBT **1a** und der innere Gatewiderstand (r_g) **10b** des IGBT **1b** parallel geschaltet sind, nimmt das Ausmaß der Änderung im Erfassungspegel ab, da der Gesamtwiderstand klein wird und entsprechend der Spannungsabfall geringer wird. Um den Erfassungspegel anzuheben, wird daher der Gesamtwiderstand zur Vergrößerung des Spannungsabfalls dadurch erhöht, daß der innere Gatewiderstand (r_t) **22** in Reihe zu den inneren Gatewiderständen (r_g) **10a** und **10b** geschaltet wird.

[0042] Wie in der [Fig. 5B](#) gezeigt, erfolgt die Tem-

peraturerfassung in der Zeit der Periode A, wenn die Spannung (VGE) **21** zwischen dem Gate und dem Emitter des IGBT-Moduls **9b** zur Klemmspannung beim Abschalten des IGBT **1a** und des IGBT **1b** wird. Im allgemeinen ergibt sich am inneren Gatewiderstand durch den Gatestrom **19** beim Abschalten des IGBT **1a** und des IGBT **1b** ein Spannungsabfall, der die Klemmspannung verringert. Wenn bei dem IGBT-Modul **9b** der [Fig. 2](#) die Temperatur ansteigt, steigt der Gesamtwiderstand des inneren Gatewiderstands in Abhängigkeit von der Temperatur an, und entsprechend erhöht sich die durch den gesamten inneren Gatewiderstand erzeugte Spannung. Die Klemmspannung in der Periode der [Fig. 5B](#) nimmt daher weiter ab, und die vorliegende Temperaturerfassungsschaltung wird in Betrieb gesetzt, wenn der Spannungswert bezüglich des am Eingangsanschluß (A) **14** der Spannungsvergleichsschaltung **13** anliegenden Konstantspannungswerts abnimmt.

[0043] Wie aus der [Fig. 5B](#) ersichtlich, wird das Ausmaß der Änderung (ΔVGE) in der Klemmspannung aufgrund der Temperaturänderung des inneren Gatewiderstands in der Periode A vom Verhältnis des Gesamtwiderstands der inneren Gatewiderstände (rg) **10a**, **10b** und des inneren Gatewiderstands (rt) **22** zum Widerstand des äußeren Gatewiderstands (RG) **11** bestimmt. Wenn der Temperaturkoeffizient des inneren Gesamt-Gatewiderstands α ist, der gesamte innere Gatewiderstand r , die am Gateanschluß **4** anliegende negative Spannung VGN und die von dem durch das IGBT-Modul **9b** fließenden Kollektorstrom **20** abhängige Klemmspannung VTH, kann das Ausmaß der Änderung (ΔVGE) in der Klemmspannung aufgrund einer Temperaturänderung des inneren Gatewiderstands in der Periode A durch die folgende Gleichung 2 ausgedrückt werden:

$$\Delta VGE = (\alpha \times r / (\alpha \times r + RG)) \times (VGN + VTH) \quad (\text{Gleichung 2}).$$

[0044] Die Temperaturänderung kann ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform auf der Basis von ΔVGE erfaßt werden.

(Dritte Ausführungsform)

[0045] Die [Fig. 3](#) zeigt eine dritte Ausführungsform. Diese Ausführungsform umfaßt ebenfalls den Fall, daß eine Anzahl von IGBTs parallel geschaltet ist. Zwischen die Gateelektrode **8a** des IGBT **1a** und den Gateanschluß **4** des IGBT-Moduls **9b** ist in Reihe ein innerer Gatewiderstand (rg) **10a** und ein innerer Gatewiderstand (rt) **22** geschaltet, und zwischen den Gateanschluß **4** des IGBT-Moduls **9b** und einer Gate-Ansteuerschaltung **12** ist ein äußerer Gatewiderstand (RG) **11** geschaltet. Der Gateanschluß **4** des IGBT-Moduls **9b** ist mit dem Eingangsanschluß (B) **15** einer Spannungsvergleichsschaltung **13** verbunden und der Hilfsanschluß **5** des IGBT-Moduls **9b**

mit dem Masseanschluß **16** der Gate-Ansteuerschaltung **12** und der Spannungsvergleichsschaltung **12**. An den Eingangsanschluß (A) **14** der Spannungsvergleichsschaltung **13** ist eine Konstantspannungsschaltung **18** angeschlossen. Die Kollektorelektrode **6b** des IGBT **1b** ist mit der Kollektorelektrode **6a** des IGBT **1a** verbunden, die Emittierelektrode **7b** des IGBT **1b** ist mit der Emittierelektrode **7a** des IGBT **1a** verbunden, und der innere Gatewiderstand (rg) **10b** ist zwischen die Gateelektrode **22** des IGBT **1b** und den Punkt B **23** (das heißt den Verbindungspunkt des inneren Gatewiderstands **22** mit dem inneren Gatewiderstand **10a**) an dem einen Ende des inneren Gatewiderstands (rt) **22** geschaltet. Außerdem ist ein Temperaturerfassungsanschluß **24** vorgesehen, der mit dem Punkt **23** verbunden ist.

[0046] Wenn wie in der [Fig. 3](#) der innere Gatewiderstand (rg) **10a** des IGBT **1a** und der innere Gatewiderstand (rg) **10b** des IGBT **1b** parallel geschaltet sind, nimmt das Ausmaß der Änderung im Erfassungspegel ab, da der Gesamtwiderstand klein wird und entsprechend der Spannungsabfall geringer wird. Durch die Reihenschaltung des inneren Gatewiderstands (rt) **22** mit dem inneren Gatewiderständen (rg) **10a** und **10b** und ferner durch das Vorsehen des Temperaturerfassungsanschlusses **24** am Punkt B **23** an dem einen Ende des inneren Gatewiderstands (rt) **22** erfolgt daher die Temperaturerfassungsoperation mittels Erfassen der Klemmspannung des inneren Gatewiderstands (rt) **22**.

[0047] Ähnlich wie in der [Fig. 5B](#) erfolgt die Temperaturerfassung durch die Spannung (VTG) zwischen dem Temperaturerfassungsanschluß **24** und dem Gateanschluß **4** in der Zeit der Periode A, wenn die Spannung (VGE) **21** zwischen dem Gate und dem Emitter des IGBT-Moduls **9b** zur Klemmspannung beim Abschalten des IGBT **1a** und des IGBT **1b** wird. Im allgemeinen wird die Spannung (VTG) **25** am inneren Gatewiderstand (rt) **22** durch den Gatestrom **19** beim Abschalten des IGBT **1a** und des IGBT **1b** erzeugt und die Klemmspannung verringert. Wenn bei dem IGBT-Modul **9b** der [Fig. 3](#) die Temperatur ansteigt, steigt der ohmsche Widerstand des inneren Gatewiderstands (rt) **22** in Abhängigkeit von der Temperatur an, und entsprechend erhöht sich die am inneren Gatewiderstand **22** erzeugte Spannung. Die vorliegende Temperaturerfassungsschaltung wird in Betrieb gesetzt, wenn der Spannungswert bezüglich des am Eingangsanschluß (A) **14** der Spannungsvergleichsschaltung **13** anliegenden Konstantspannungswerts zunimmt.

[0048] Wenn unter Bezug auf die [Fig. 3](#) der Temperaturkoeffizient des inneren Gatewiderstands (rt) **22** α ist und der Gatestrom I_g , kann das durch den Temperaturanstieg verursachte Ausmaß der Änderung (ΔVTG) der Spannung am inneren Gatewiderstands (rt) **22** in der Periode A durch die folgende Gleichung

3 ausgedrückt werden:

$$\Delta VTG = \alpha \times rt \times I_g \quad (\text{Gleichung 3}).$$

[0049] Ähnlich wie im Fall von ΔVGE läßt sich die Temperaturänderung aus der Änderung ΔVTG der Gatespannung erfassen.

(Vierte Ausführungsform)

[0050] Die [Fig. 4](#) zeigt eine vierte Ausführungsform. Bei dem Schaltungsaufbau der dritten Ausführungsform ist der Ausgang der Spannungsvergleichsschaltung **13** mit der Steuerschaltung **26** verbunden und der Ausgang der Steuerschaltung **26** mit der Gate-Ansteuerschaltung **12**.

[0051] Bei der dritten Ausführungsform nimmt die Spannungsvergleichsschaltung **13** an, daß eine Unnormalität aufgetreten ist, wenn die Klemmenspannung am inneren Gatewiderstand **22** auf einen Wert abfällt, der unter dem Wert der Spannung am Eingangsanschluß (A) **14** der Spannungsvergleichsschaltung liegt, und gibt ein Signal an die Steuerschaltung **26** ab, das die Unnormalität anzeigt. Die Steuerschaltung **26** gibt bei Erhalt des Signals über die Unnormalität eine Anweisung zum Beenden der Operation an die Gate-Ansteuerschaltung. Wenn die Gate-Ansteuerschaltung die Anweisung zum Beenden der Operation erhält, schaltet sie den IGBT **1a** und den IGBT **1b** ab.

[0052] Bei den obigen Ausführungsformen wird als Schaltelement ein IGBT verwendet. Wenn für das spannungsgesteuerte Schaltelement ein Leistungs-MOSFET verwendet wird, ist die Arbeitsweise der Schaltung die gleiche, und es kann der gleiche Effekt erhalten werden.

[0053] Erfindungsgemäß wird durch das Anschließen eines Widerstands zur Temperaturerfassung bei einer spannungsgesteuerten Halbleitervorrichtung eine sehr zuverlässige Temperaturerfassungsschaltung erhalten.

Patentansprüche

1. Temperaturerfassungsschaltung für eine spannungsgesteuerte Halbleitervorrichtung, die ein erstes Halbleiterelement (**1a**) zum Steuern des Stromflusses zwischen einem Paar Hauptelektroden (**6a, 7a**) durch eine an eine erste isolierte Gateelektrode (**8a**) angelegte Spannung, einen mit der ersten Gateelektrode (**8a**) verbundenen Gateanschluß (**4**) und einen an eine der Hauptelektroden (**6a, 7a**) angeschlossenen weiteren Anschluß (**5**) aufweist, mit einem Widerstand (**10a**) mit positivem Temperaturkoeffizienten, der zwischen den Gateanschluß (**4**) und die isolierte Gateelektrode (**8a**) geschaltet ist, und mit einer Einrichtung zum Aufnehmen einer Spannung,

die den Spannungsabfall über den Widerstand (**10a**) in dem Schaltungsabschnitt zwischen dem Gateanschluß (**4**) und dem weiteren Anschluß (**5**) enthält, und zum Erfassen der Temperatur der spannungsgesteuerten Halbleitervorrichtung auf der Grundlage dieser Spannung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spannung aus der Spannung während eines Miller-Effekts besteht, der erzeugt wird, wenn das erste Halbleiterelement (**1a**) abschaltet.

2. Schaltung nach Anspruch 1, wobei der Widerstand (**10a**) in der spannungsgesteuerten Halbleitervorrichtung enthalten ist.

3. Schaltung nach Anspruch 1, wobei die spannungsgesteuerte Halbleitervorrichtung ein zweites Halbleiterelement (**1b**) umfaßt, das eine zweite isolierte Gateelektrode (**8b**) aufweist und parallel zu dem ersten Halbleiterelement (**1a**) angeschlossen ist, und wobei der Widerstand einen ersten Widerstand (**10a**) und einen zweiten Widerstand (**22**) umfaßt, die in Serie geschaltet sind, sowie einen dritten Widerstand (**10b**), der zwischen dem Verbindungspunkt (**23**) des ersten und des zweiten Widerstands (**10a, 22**) und der zweiten Gateelektrode (**8b**) angeschlossen ist.

4. Schaltung nach Anspruch 3, wobei die Spannung die Spannung zwischen dem Gateanschluß (**4**) und dem weiteren Anschluß (**5**) oder die Spannung zwischen dem Gateanschluß (**4**) und dem Verbindungspunkt (**23**) ist.

5. Temperaturerfassungsverfahren für eine spannungsgesteuerte Halbleitervorrichtung, die ein Halbleiterelement (**1a**) zum Steuern des Stromflusses zwischen einem Paar Hauptelektroden durch eine an eine isolierte Gateelektrode (**8a**) angelegte Spannung, einen mit der isolierten Gateelektrode (**8a**) verbundenen Gateanschluß (**4**) und einen an eine der Hauptelektroden (**6a, 7a**) angeschlossenen weiteren Anschluß (**5**) aufweist, wobei in dem Verfahren ein Widerstand (**10a**) mit einem positiven Temperaturkoeffizienten zwischen dem Gateanschluß (**4**) und der isolierten Gateelektrode (**8a**) angeschlossen wird, und

die Temperatur der spannungsgesteuerten Halbleitervorrichtung auf der Grundlage einer Spannung erfaßt wird, die den Spannungsabfall über den Widerstand (**10a**) in dem Schaltungsabschnitt zwischen dem Gateanschluß (**4**) und dem weiteren Anschluß (**5**) enthält, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spannung aus der Spannung während eines Miller-Effekts besteht, der erzeugt wird, wenn das Halbleiterelement (**1a**) abschaltet.

6. Ansteuervorrichtung für eine spannungsgesteuerte Halbleitervorrichtung, die ein erstes Halblei-

terelement (**1a**) zum Steuern des Stromflusses zwischen einem Paar Hauptelektroden (**6a**, **7a**) durch eine an eine erste isolierte Gateelektrode (**8a**) angelegte Spannung, einen mit der ersten isolierten Gateelektrode (**8a**) verbundenen Gateanschluß (**4**) und einen an eine der Hauptelektroden (**6a**, **7a**) angeschlossenen weiteren Anschluß (**5**) aufweist, mit einer Ansteuerschaltung, die über einen Widerstand (**10a**) an den Gateanschluß (**4**) und an den weiteren Anschluß (**5**) angeschlossen ist, und mit der Temperaturerfassungsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, ferner mit einer Steuerschaltung, die ein Ausgangssignal von der Temperaturerfassungsschaltung aufnimmt, wenn eine Temperaturerhöhung erfaßt wird, und einen AUS-Betriebsbefehl an die Steuerschaltung abgibt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

FIG.2

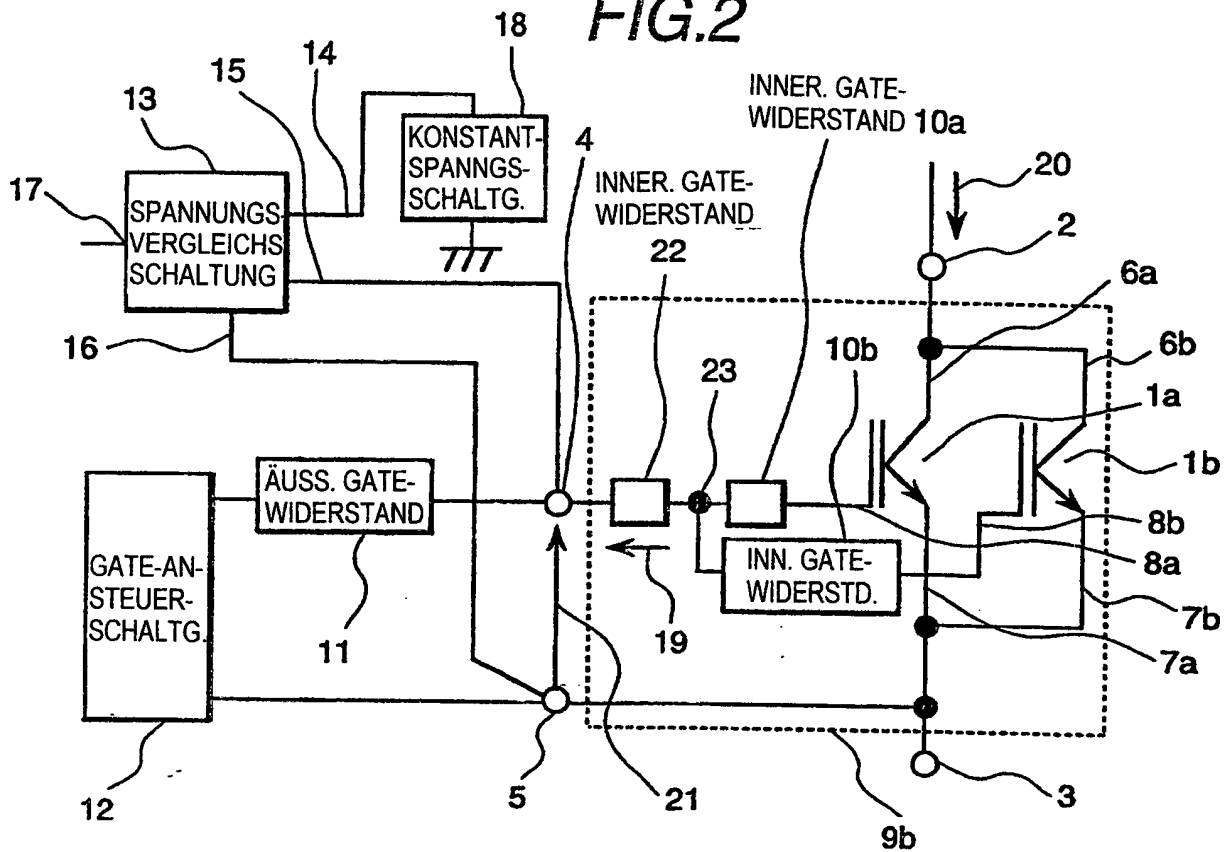


FIG.3

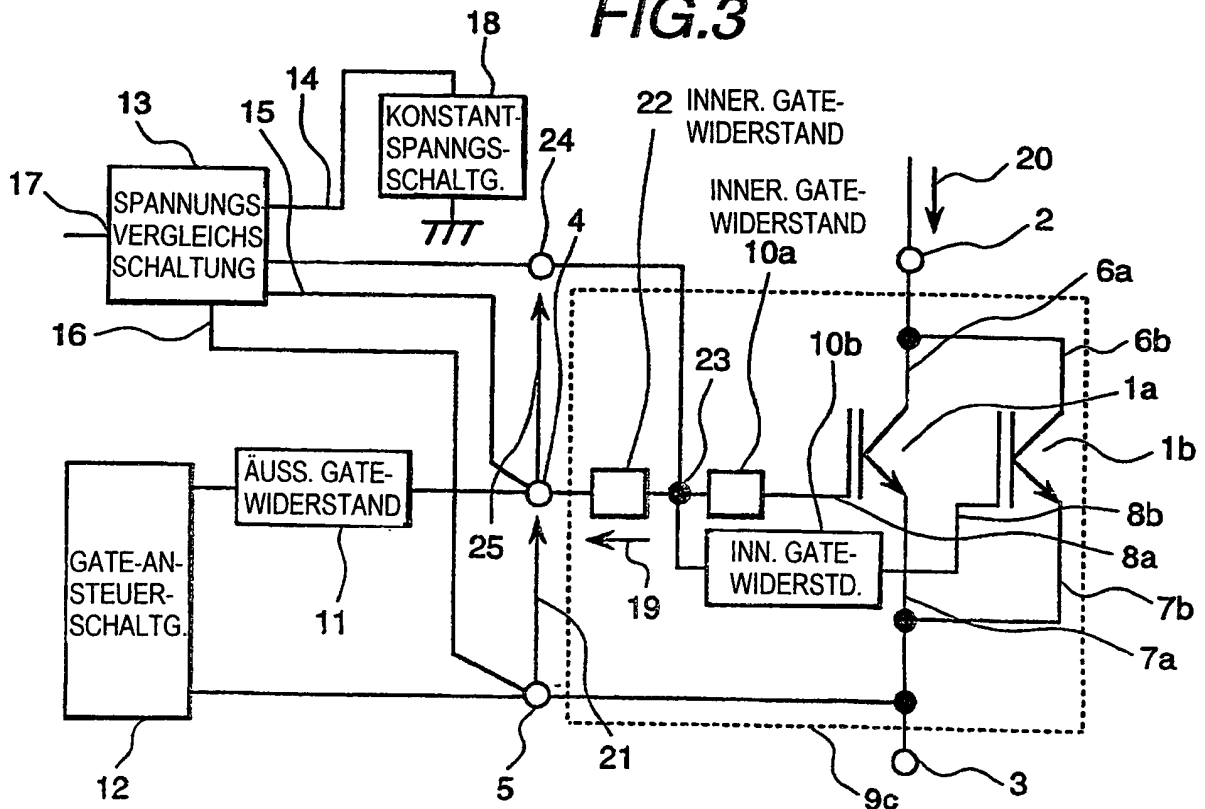


FIG.4

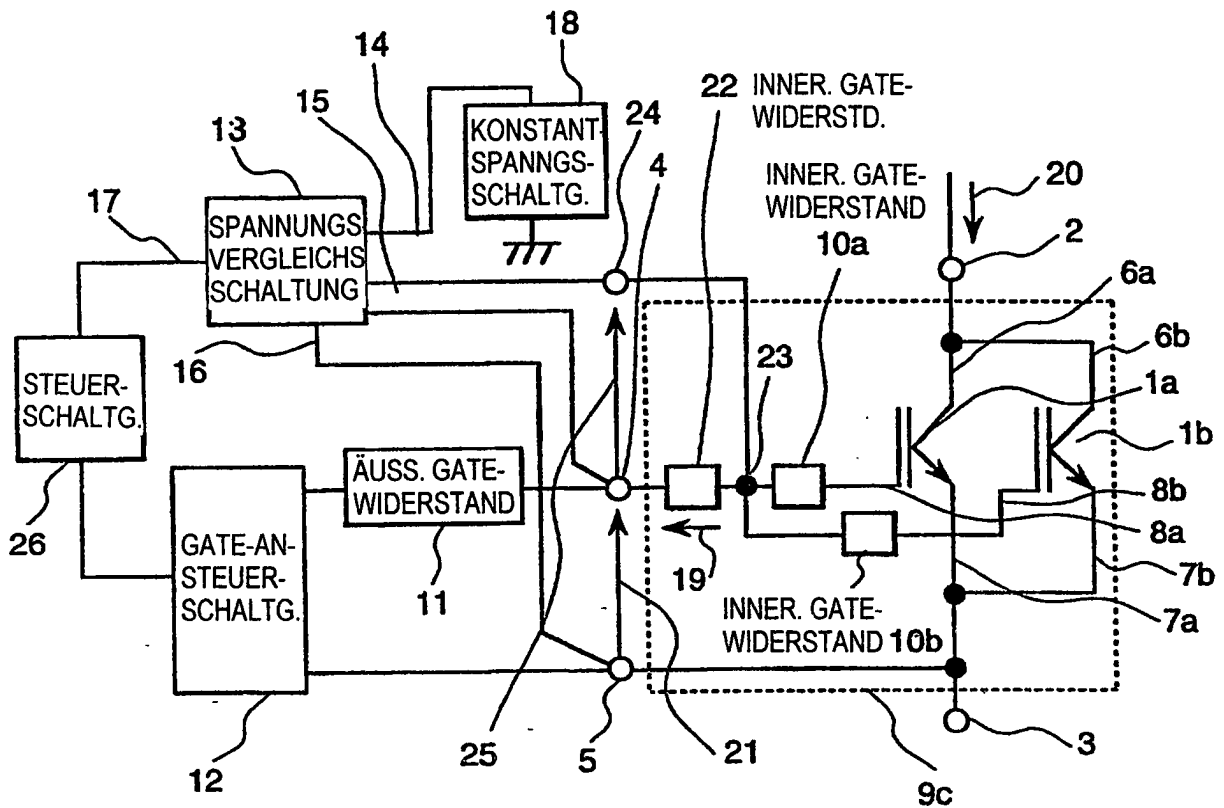


FIG.6 (PRIOR ART)

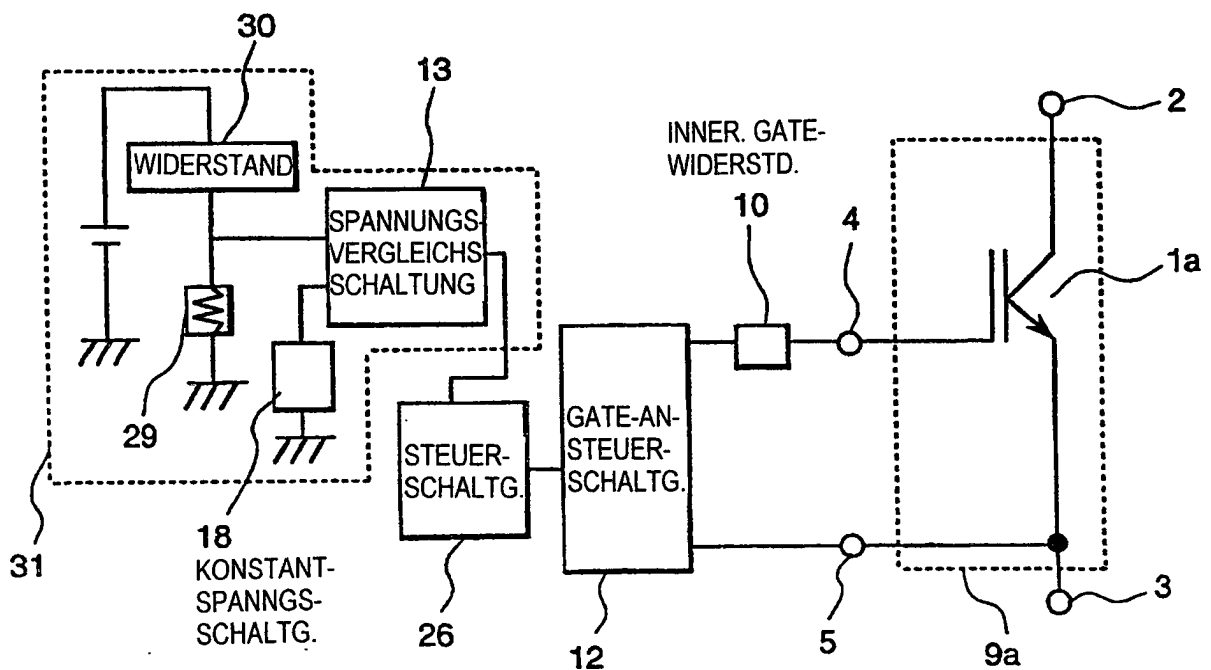


FIG.5A

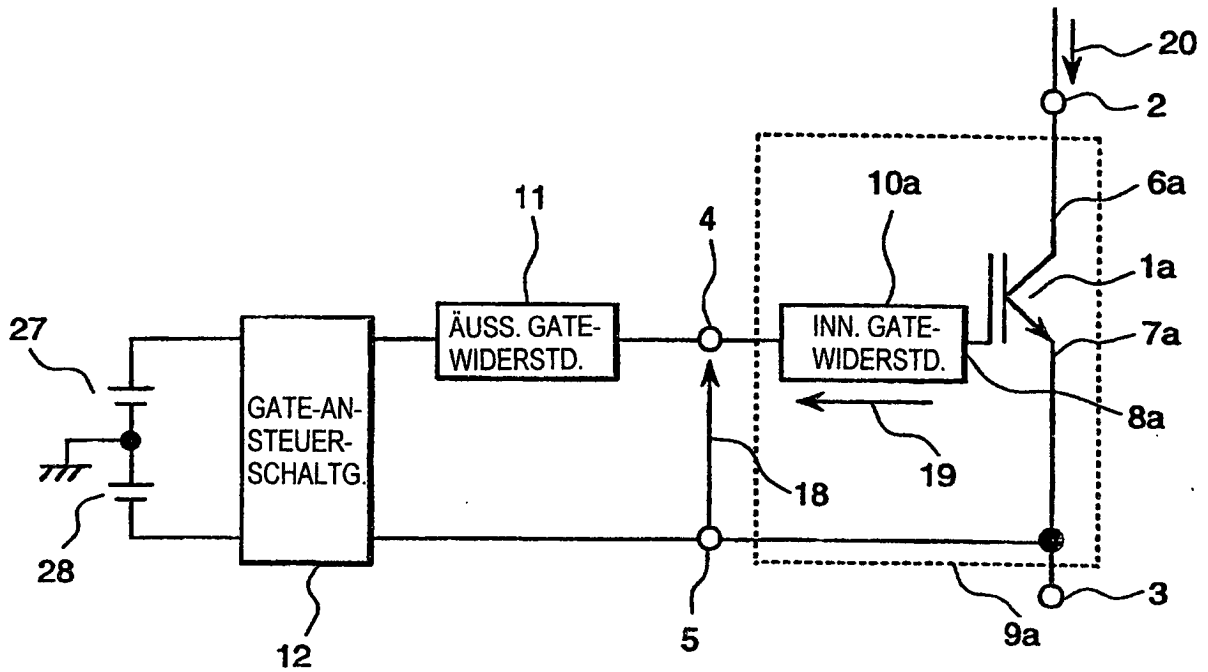


FIG.5B

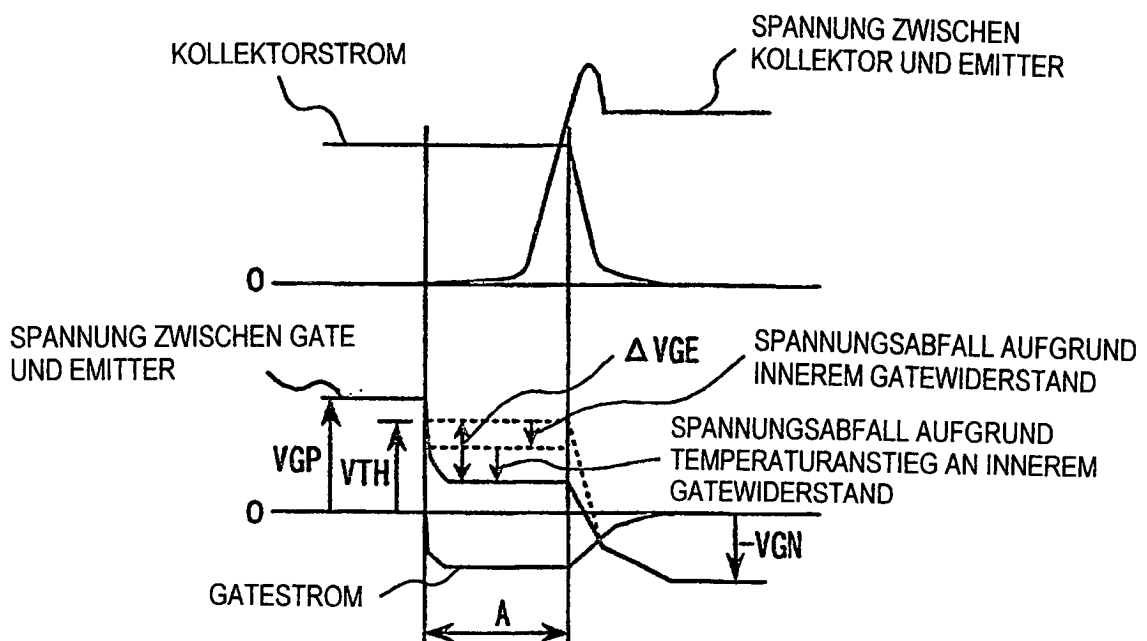


FIG.7

