



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 131 358.6**

(22) Anmeldetag: **26.11.2020**

(43) Offenlegungstag: **17.06.2021**

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

H02M 1/08 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2019-224421 **12.12.2019** **JP**

(71) Anmelder:
Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
**Hoefer & Partner Patentanwälte mbB, 81543
München, DE**

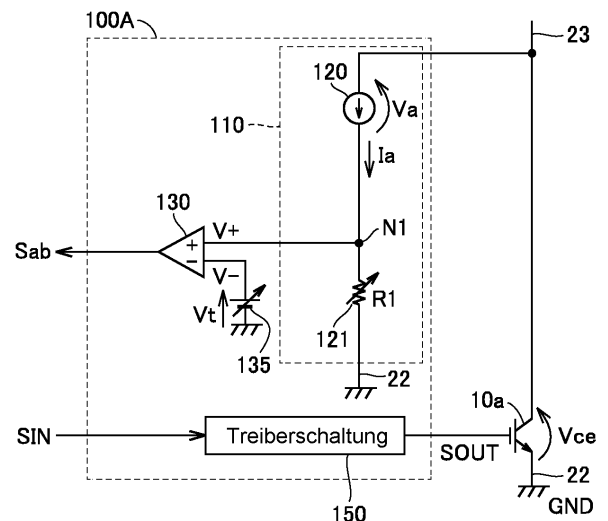
(72) Erfinder:
**Habu, Yo, Tokyo, JP; Yamamoto, Akihisa, Tokyo,
JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Halbleitervorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfassungsschaltung (110) weist eine Stromquelle (120) und ein Widerstandselement (121) auf, welche über einen ersten Knoten (N1) zwischen einer positiven Elektrode und einer negativen Elektrode des Schaltelementes (10a) in Reihe geschaltet sind, welches durch eine Treiberschaltung (150) ein- und ausgeschaltet wird. Der Spannungskomparator (130) gibt ein Erfassungssignal S_{ab} aus, welches ein Vergleichsergebnis zwischen einer Eingangs-DC-Spannung V_t und der Spannung des ersten Knotens (N1) angibt. Die DC-Spannung (V_t) und der elektrische Widerstandswert (R1) des Widerstandselementes (121) sind auf solche Weise festgelegt, dass wenn eine Zwischenelektrodenspannung zwischen der positiven Elektrode und der negativen Elektrode höher wird, als eine vordefinierte Bestimmungsspannung, die Spannung des ersten Knotens (N1) höher ist, als die DC-Spannung (V_t). Die Erfassungsschaltung (110) und der Spannungskomparator (130) sind auf derselben integrierten Schaltung montiert, welche die Halbleitervorrichtung (100A) ausbildet.



Beschreibung**Zusammenfassung der Erfindung**

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Halbleitervorrichtung.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Allgemein wendet ein Inverter oder dergleichen eine sogenannte Arm-Konfiguration an, in welcher zwei Halbleiterschalt-elemente (nachfolgend einfach als „Schalt-elemente“ bezeichnet) über einen Zwischenpotentialknoten zwischen einen Hochpotentialknoten und einen Niedrigpotentialknoten geschaltet sind. Nachfolgend wird in der Arm-Konfiguration ein Schalt-element, welches mit der Hochpotentialseite verbunden ist, als high-side-Schalt-element bezeichnet, und das andere Schalt-element, welches mit der Niedrigpotentialseite verbunden ist, wird als low-side-Schalt-element bezeichnet.

[0003] Die Japanische Patentoffenlegungs-Nr. 2019-4535 offenbart eine Halbleitervorrichtung, die eine Erfassungsschaltung beinhaltet, welche eingerichtet ist, einen Zustand des high-side-Schalt-elementes in der Arm-Konfiguration zu erfassen. Wie in der Japanischen Patentoffenlegungs-Nr. 2019-4535 offenbart, wird der Zustand des high-side-Schalt-elementes durch eine Erfassungsschaltung und eine Signalübertragungsschaltung überwacht, welche jeweils Schalt-elemente umfassen, die außerhalb des Halbleiter-Chips (IC: Integrierte Schaltung) bereitgestellt sind, welcher mit einer Treiberschaltung zur Ansteuerung des high-side-Schalt-elementes und des low-side-Schalt-elementes montiert ist, welche jeweils durch einen IGBT (Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode) gebildet werden.

[0004] Wie in der Japanischen Patentoffenlegungs-Nr. 2019-4535 offenbart, gibt die Erfassungsschaltung eine Spannung im Ansprechen auf den Zustand des high-side-Schalt-elementes aus, und die Signalübertragungsschaltung umfasst ein Signalschalt-element, welches auf dem Halbleiter-Chip montiert ist und eingerichtet ist, sich im Ansprechen auf den Spannungsausgang der Erfassungsschaltung ein- und auszuschalten, und eine Diode, welche außerhalb des Halbleiter-Chips angeordnet ist und mit dem Signalschalt-element in Reihe geschaltet ist. Dies ermöglicht, die von der Erfassungsschaltung ausgegebene Spannung zu überwachen, während die erforderliche Isolation zwischen dem high-side-Schalt-element und dem low-side-Schalt-element durch die Diode sichergestellt wird.

[0005] Gemäß der in der Japanischen Patentoffenlegungs-Nr. 2019-4535 offenbarten Konfiguration wird jedoch, da die erforderliche Isolation zwischen dem high-side-Schalt-element und dem low-side-Schalt-element durch eine Diode sichergestellt wird, welche von außerhalb mit dem IC verbunden ist, der Zustand des Schalt-elementes durch die auf dem IC montierten Elemente und durch das außerhalb des ICs bereitgestellten Elementes überwacht, wodurch die Anzahl von Komponenten und die Größe der Schaltung zunehmen.

[0006] Andererseits ist bekannt, dass wenn ein Überstrom durch ein Schalt-element fließt, das Schalt-element in einen ungesättigten Zustand versetzt wird, was das Auftreten einer Spannungsanomalie bewirkt, was bedeutet, dass die Spannung zwischen der positiven Elektrode und der negativen Elektrode selbst dann ungewöhnlich hoch werden kann, wenn sich das Schalt-element im EIN-Zustand befindet. Daher ist es wichtig, die Spannungsanomalie zu erfassen, um zu verhindern, dass dauerhaft ein Überstrom durch das Schalt-element fließt. In diesem Fall ist es jedoch wünschenswert, die Spannungsanomalie mittels einer einfachen Schaltungskonfiguration zu erfassen, um die komplizierte Schaltungskonfiguration, wie sie in der Japanischen Patentoffenlegungs-Nr. 2019-4535 offenbart ist, zu ersetzen.

[0007] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Halbleitervorrichtung bereitzustellen, die in der Lage ist, eine Spannungsanomalie zwischen einer positiven Elektrode und einer negativen Elektrode zu erfassen, wenn ein Schalt-element eingeschaltet wird, während eine Isolation mittels einer einfachen Konfiguration sichergestellt wird.

[0008] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist eine Halbleitervorrichtung eine Erfassungsschaltung, welche zwischen eine positive Elektrode und eine negative Elektrode eines Halbleiterschalt-elementes geschaltet ist und einen Spannungskomparator auf. Die Erfassungsschaltung weist eine Stromquelle und ein erstes Widerstandselement mit einem ersten elektrischen Widerstandswert auf. Die Stromquelle und das erste Widerstandselement sind über einen ersten Knoten zwischen der positiven Elektrode und der negativen Elektrode in Reihe geschaltet. Der Spannungskomparator gibt ein Vergleichsergebnis aus zwischen einer DC-Spannung, die in einen zweiten Knoten eingespeist wird und einer Spannung des ersten Knotens. Die DC-Spannung und der erste elektrische Widerstandswert sind auf solche Weise festgelegt, dass wenn die Zwischenelektroden-Spannung zwischen der positiven Elektrode und der negativen Elektrode höher wird, als eine vordefinierte Bestimmungsspannung, die Spannung des ersten Knotens höher ist, als

die DC-Spannung. Die Erfassungsschaltung und der Spannungskomparator sind auf derselben integrierten Schaltung montiert.

[0009] Die vorstehenden und weiteren Aufgaben, Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den begleitenden Figuren deutlicher.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein erstes Schaltbild, welches eine Konfiguration einer Halbleitervorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 2 ist ein zweites Schaltbild, welches die Konfiguration der Halbleitervorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 3 ist ein Konzeptdiagramm, welches eine Spannungs-Strom-Beziehung der in **Fig. 1** veranschaulichten Erfassungsschaltung veranschaulicht;

Fig. 4 ist ein erstes Kurvendiagramm, welches einen Beispielbetrieb der Halbleitervorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 5 ist ein zweites Kurvendiagramm, welches einen Beispielbetrieb der Halbleitervorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 6 ist ein erstes Schaltbild, welches eine Konfiguration einer Halbleitervorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 7 ist ein zweites Schaltbild, welches die Konfiguration der Halbleitervorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 8 ist ein Schaltbild, welches eine Konfiguration einer Halbleitervorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 9 ist ein Schaltbild zur Erläuterung einer Beispielkonfiguration einer in **Fig. 8** veranschaulichten Stromspiegelschaltung;

Fig. 10 ist ein Schaltbild, welches eine Beispielkonfiguration einer Schutzschaltung veranschaulicht, die in einer Halbleitervorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform enthalten ist;

Fig. 11 ist ein erstes Kurvendiagramm, welches einen Beispielbetrieb der Halbleitervorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform veranschaulicht; und

Fig. 12 ist ein zweites Kurvendiagramm, welches einen Beispielbetrieb der Halbleitervorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform veranschaulicht.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0010] Nachfolgend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung im Detail mit Bezug zu den Figuren beschrieben. In der nachfolgenden Beschreibung werden gleichen oder korrespondierende Teile in den Figuren mittels derselben Bezugszeichen gekennzeichnet, und deren Beschreibung wird nicht wiederholt.

Erste Ausführungsform

[0011] Die **Fig. 1** und **Fig. 2** sind jeweils ein Schaltbild, welches eine Konfiguration einer Halbleitervorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform veranschaulicht.

[0012] Mit Bezug zu **Fig. 1** fungiert eine Halbleitervorrichtung **100A** als Treiber-IC für ein Schaltelement **10a**. Das Schaltelement **10a**, welches durch die Halbleitervorrichtung **100A** ein- und ausgeschaltet wird, wird typischerweise durch einen IGBT gebildet, und ist zwischen einen Zwischenpotentialknoten **23** und einen Niedrigpotentialknoten **22** geschaltet, an welchem ein Niedrigpotential-GND anliegt. Mit anderen Worten repräsentiert das Schaltelement **10a** ein low-side-Schaltelement.

[0013] Mit Bezug zu **Fig. 2** fungiert die Halbleitervorrichtung **100A** als Treiber-IC für ein Schaltelement **10b**. Das Schaltelement **10b**, welches durch die Halbleitervorrichtung **100A** ein- und ausgeschaltet wird, wird typischerweise durch einen IGBT gebildet, und ist zwischen einen Hochpotentialknoten **21**, an welchem ein hohes Potential V_{cc} anliegt, und den Zwischenpotentialknoten **23** geschaltet, was eine Gemeinsamkeit mit **Fig. 1** darstellt. Mit anderen Worten repräsentiert das Schaltelement **10b** ein high-side-Schaltelement.

[0014] Da wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** veranschaulicht, die Konfiguration der Halbleitervorrichtung **100A** (**Fig. 1**), welche für das low-side-Schaltelement **10a** bereitgestellt ist und die Konfiguration der Halbleitervorrichtung **100A** (**Fig. 2**), welche für das high-side-Schaltelement **10b** bereitgestellt ist, identisch sind, wird die Konfiguration der Halbleitervorrichtung **100A**, welche für das low-side-Schaltelement bereitgestellt ist, im Detail beschrieben.

[0015] Erneut bezugnehmend auf **Fig. 1**, umfasst die Halbleitervorrichtung **100A** eine Treiberschaltung **150** für das Schaltelement **10a**, eine Erfassungsschaltung **110** zum Erfassen einer Kollektor-Emitter-Spannung (V_{ce}) des Schaltelementes **10a**, und einen Spannungskomparator **130**. V_{ce} ist äquivalent zur Spannung zwischen der positiven Elektrode und der negativen Elektrode des Schaltelementes.

[0016] Die Treiberschaltung **150** empfängt ein Steuersignal SIN des Schaltelementes **10a**, und gibt ein Gate-Signal SOUT an das Gate (Steuerelektrode) des Schaltelementes **10a** aus. Wenn zum Beispiel das Steuersignal SIN, welches ein binäres Signal ist, einen High-Pegel aufweist (nachfolgend als „H-Pegel“ bezeichnet), falls das Gate-Signal SOUT auf den H-Pegel gesetzt ist, wird das Schaltelement **10a** eingeschaltet. Die H-Pegelspannung des Gate-Signals SOUT ist höher gesetzt, als eine Schwellenspannung des IGBT, welcher das Schaltelement **10a** bildet, bezüglich der negativen Elektrode (Emitter) des Schaltelementes **10a**.

[0017] Wenn sich das Steuersignal SIN hingegen auf einem niedrigen Pegel befindet (nachfolgend als „L-Pegel“ bezeichnet), falls das Gate-Signal SOUT auf den L-Pegel gesetzt ist, wird das Schaltelement **10a** ausgeschaltet. Zum Beispiel wird die L-Pegelspannung des Gate-Signals SOUT gleich der Spannung der negativen Elektrode (Emitter) des Schaltelementes **10a** gesetzt, mit anderen Worten, das Niedrigpotential-GND.

[0018] Die Erfassungsschaltung **110** weist eine Stromquelle **120** und ein Widerstandselement **121** auf, welche in Reihe geschaltet sind. Das Widerstandselement **121** ist bevorzugt durch ein variables Widerstandselement ausgebildet. Zum Beispiel kann ein elektrischer Widerstandswert **R1** des Widerstandselements **121** mittels eines digitalen Trimmens angepasst werden.

[0019] Die Stromquelle **120** und das Widerstandselement **121** sind über einen Knoten **N1** zwischen dem Zwischenpotentialknoten **23** und dem Niedrigpotentialknoten **22** in Reihe geschaltet, mit anderen Worten zwischen der positiven Elektrode (Kollektor) und der negativen Elektrode (Emitter) des Schaltelementes **10a**.

[0020] Der Spannungskomparator **130** gibt ein Erfassungssignal Sab im Ansprechen auf ein Vergleichsergebnis zwischen der Spannung $V+$ des positiven Eingangsanschlusses und der Spannung $V-$ des negativen Eingangsanschlusses aus. Das Erfassungssignal Sab wird auf den H-Pegel gesetzt, wenn $V+ > V-$, und wird auf den L-Pegel gesetzt, wenn $V+ \leq V-$.

[0021] Der positive Eingangsanschluss des Spannungskomparators **130** ist mit dem Knoten **N1** der Erfassungsschaltung **110** verbunden. Mit anderen Worten ist die Spannung $V+$ äquivalent zur Spannung des Knotens **N1**. Demgegenüber ist eine Spannungsquelle **135**, welche eine DC-Spannung bereitstellt, elektrisch zwischen den negativen Eingangsanschluss des Spannungskomparators **130** und den Niedrigpotentialknoten **22** (den Emitter des Schaltelementes **10a**) geschaltet. Es ist zu bevorzugen, dass die Spannungsquelle **135** eingerichtet ist, die

DC-Spannung V_t variabel anzupassen. Der Knoten **N1** korrespondiert mit einer Ausführungsform des „ersten Knotens“, und der negative Ausgangsanschluss des Spannungskomparators **130** korrespondiert mit einer Ausführungsform eines „zweiten Knotens“. Die Kollektor-Emitter-Spannung V_{ce} des Schaltelementes korrespondiert mit einer Ausführungsform einer „Zwischenelektroden-Spannung“, und das Widerstandselement **121** der Erfassungsschaltung **110** korrespondiert mit einer Ausführungsform eines „ersten Widerstandselementes“.

[0022] Die Stromquelle **120** kann zum Beispiel durch einen diodenverbundenen Transistor mit hoher Durchbruchspannung gebildet sein, welcher auf einem IC bereitgestellt ist, welcher die Halbleitervorrichtung **100A** ausbildet. In der Beispielkonfiguration in **Fig. 1** ist die Stromquelle **120** zwischen den Zwischenpotentialknoten **23** (den Kollektor des Schaltelementes **10a**) und den Knoten **N1** geschaltet. Das Widerstandselement **121** ist zwischen den Knoten **N1** und den Niedrigpotentialknoten (den Emitter des Schaltelementes **10a**) geschaltet. Das Widerstandselement **121** ist darüber hinaus auf dem IC ausgebildet, welcher die Halbleitervorrichtung **100A** bildet.

[0023] Der Spannungskomparator **130** kann aus einer beliebigen Schaltungskonfiguration aufgebaut sein. Wenn der Spannungskomparator **130** beispielsweise durch Verwendung eines Transistors, eines Widerstandselementes und dergleichen ausgebildet wird, welche auf dem die Halbleitervorrichtung **100A** ausbildenden IC bereitgestellt sind, kann der Spannungskomparator **130** auf dieselbe Weise auf dem die Halbleitervorrichtung **100A** ausbildenden IC montiert sein, wie die Erfassungsschaltung **110**.

[0024] Demgegenüber kann die Spannungsquelle **135** außerhalb der Halbleitervorrichtung **100A** (IC) angeordnet sein. In diesem Fall wird die DC-Spannung V_t von der Außenseite der Halbleitervorrichtung **100A** an einem Anschluss (nicht gezeigt) bereitgestellt, welcher elektrisch mit dem negativen Eingangsanschluss des Spannungskomparators **130** verbunden ist. Alternativ wird eine Schaltung als die Spannungsquelle **135** verwendet, welche eine konstante Spannung durch Reduzierung des Hochpotentials V_{cc} unter Verwendung eines Transistors oder dergleichen auf der Halbleitervorrichtung **100A** erzeugt.

[0025] Wie oben beschrieben, ist es bekannt, dass wenn ein Schaltelement (IGBT) im EIN-Zustand einen Überstrom erfährt, das Schaltelement in den ungesättigten Zustand versetzt wird, und dadurch ist es möglich, dass die Kollektor-Emitter-Spannung V_{ce} nicht ausreichend verringert wird, selbst wenn sich das Schaltelement im EIN-Zustand befindet. In der Halbleitervorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform sind die Erfassungsschaltung **110** und

der Spannungskomparator **130** eingerichtet, den ungesättigten Zustand des Schaltelementes **10a** (IGBT) zu erfassen. Konkret, während des H-Pegel-Zeitraums des Steuersignals SIN, setzt der Spannungskomparator **130** das Erfassungssignal Sab auf den H-Pegel, wenn die Kollektor-Emitter-Spannung Vce höher als die Bestimmungsspannung ist, und dadurch wird der ungesättigte Zustand erfasst. Die Bestimmungsspannung Vth kann basierend auf den Eigenschaften des Schaltelementes **10a** um einen Abstand niedriger festgelegt sein, als die Kollektor-Emitter-Spannung Vce im ungesättigten Zustand. Allgemein beträgt die Bestimmungsspannung Vth weniger als 10 V.

[0026] Fig. 3 veranschaulicht eine Spannungs-Strom-Beziehung der Erfassungsschaltung **110**.

[0027] Bezugnehmend auf Fig. 3 erfüllt der Ausgangsstrom Ia der Stromquelle **120** in einem Bereich, in welchem die Kollektor-Emitter-Spannung Vce des Schaltelementes **10a** niedrig ist, $I_a = 0$, während der Ausgangsstrom Ia der Stromquelle **120** in einem Bereich, in welchem die Kollektor-Emitter-Spannung Vce hoch ist, einen gesättigten konstanten Wert ($I_a = 1$) aufweist. Im Vce-Bereich, welcher die Bestimmungsspannung Vth enthält, variiert der Ausgangsstrom Ia entsprechend der Kollektor-Emitter-Spannung Vce in Übereinstimmung mit einem Anstieg, welcher reziprok zum elektrischen Widerstandswert **R1** (des Widerstandselements **121**) ist.

[0028] Falls die Spannung der Stromquelle **120** durch Va1 repräsentiert wird und der Strom davon zum Zeitpunkt $V_{ce} = V_{th}$ durch Ia1 repräsentiert wird, erfüllen die Bestimmungsspannung Vth, die Spannung Va1 und der Strom Ia1 folgenden Ausdruck (1):

$$V_{th} = V_{a1} + R_1 \times I_{a1} \quad (1)$$

[0029] Falls die DC-Spannung Vt unter Verwendung des Stroms Ia1 im Ausdruck (1) als der folgende Ausdruck (2) ausgedrückt wird, wenn $V_{ce} > V_{th}$, kann der Spannungskomparator **130** den Ausgang (Erfassungssignal Sab) auf den H-Pegel setzen.

$$V_t = R_1 \times I_{a1} \quad (2)$$

[0030] Basierend auf den Ausdrücken (1) und (2) kann die Bestimmungsspannung Vth durch den folgenden Ausdruck (3) ausgedrückt werden:

$$V_{th} = V_{a1} + V_t \quad (3)$$

[0031] Wie anhand des Ausdrucks (3) ersichtlich ist, kann die Bestimmungsspannung Vth durch den elektrischen Widerstand **R1** des Widerstandselementes **121** und die DC-Spannung Vt von der Spannungsquelle **135** angepasst werden. Mit anderen Wor-

ten kann die Bestimmungsspannung Vth in Übereinstimmung mit den Eigenschaften des Schaltelementes **10a** angepasst werden, welches hinsichtlich der Spannungsanomalie zu überwachen ist.

[0032] Die Fig. 4 und Fig. 5 veranschaulichen Beispielbetriebe der Halbleitervorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform. Fig. 4 veranschaulicht ein Kurvendiagramm während des Normalbetriebs des Schaltelementes **10a**.

[0033] Mit Bezug zu Fig. 4 befindet sich das low-side-Schaltelement **10a** vor dem Zeitpunkt t0 im AUS-Zustand, da das Steuersignal SIN auf den L-Pegel gesetzt ist. Da sich das high-side-Schaltelement **10b** normalerweise im EIN-Zustand befindet, ist zu diesem Zeitpunkt $V_{ce} = V_{cc}$, und dadurch $V_{ce} > V_{th}$. Wie mit Bezug zu Fig. 3 beschrieben, ist in der Erfassungsschaltung **110** $I_a = 1$. Im Spannungskomparator **130** ist, da $V_{ce} > V_{th}$, folglich $V_+ > V_-$, und dadurch, wenn sich das Schaltelement **10a** im AUS-Zustand befindet, das Erfassungssignal Sab auf dem H-Pegel.

[0034] Wenn sich das Steuersignal SIN vom L-Pegel auf den H-Pegel zum Zeitpunkt t0 ändert, wird das Schaltelement **10a** eingeschaltet. Konkret wird die Gate-Spannung des Schaltelementes **10a** erhöht, wenn sich das Gate-Signal SOUT, welches aus der Treiberschaltung **150** ausgegeben wird, auf den H-Pegel ändert. Folglich nimmt die Kollektor-Emitter-Spannung Vce ab, und ein Kollektor-Emitter-Strom beginnt in das Schaltelement **10a** zu fließen.

[0035] Falls sich das Schaltelement **10a** im normalen EIN-Zustand befindet, tritt im Schaltelement **10a** kein ungesättigter Zustand auf, und daher nimmt die Kollektor-Emitter-Spannung Vce auf eine Spannung in der Nähe von null ab, und es wird ein normaler Kollektor-Emitter-Strom erzeugt. Mit anderen Worten sinkt die Kollektor-Emitter-Spannung Vce tiefer ab, als die Bestimmungsspannung Vth.

[0036] Im Ansprechen auf eine solche Abnahme der Kollektor-Emitter-Spannung Vce, wird in der Erfassungsschaltung **110** der Ausgangsstrom Ia von der Stromquelle **120** gleich 0 ($I_a = 0$), und im Spannungskomparator **130**, $V_+ < V_-$. Infolgedessen ändert sich das Erfassungssignal Sab auf den L-Pegel.

[0037] Wenn das Steuersignal SIN sich vom H-Pegel auf den L-Pegel zum Zeitpunkt t1 ändert, wird das Schaltelement **10a** ausgeschaltet. Dadurch kehren Vce, Ia, V+ und das Erfassungssignal Sab zum Zustand vor dem Zeitpunkt t0 zurück. Folglich, wenn sich das Schaltelement **10a** im normalen EIN-Zustand befindet, falls sich das Steuersignal SIN auf den H-Pegel ändert, ändert sich das Erfassungssignal Sab auf den L-Pegel.

[0038] Demgegenüber veranschaulicht **Fig. 5** einen Beispielbetrieb, wenn ein ungesättigter Zustand im Schaltelement **10a** auftritt. Mit Bezug zu **Fig. 5** wird das Schaltelement **10a**, ähnlich wie in **Fig. 4** eingeschaltet, wenn sich das Steuersignal SIN zum Zeitpunkt t_0 vom L-Pegel auf den H-Pegel ändert.

[0039] In **Fig. 5** tritt im Schaltelement **10a** aufgrund eines übermäßigen Kollektor-Emitter-Stroms (Überstrom) jedoch ein ungesättigter Zustand auf, was das Auftreten einer Spannungsanomalie bewirkt, und dadurch nimmt V_{ce} nicht wie in **Fig. 4** veranschaulicht ab. Aufgrund der Spannungsanomalie ist $V_{ce} > V_{th}$, und dadurch ist im Ansprechen auf den Ausgangsstrom I_a in Übereinstimmung mit einer Beziehung in **Fig. 3**, $V_+ > V_-$. Infolgedessen wird das Erfassungssignal S_{ab} im Gegensatz zu **Fig. 4** selbst dann auf dem H-Pegel gehalten, wenn sich das Steuersignal SIN auf den H-Pegel ändert.

[0040] Daher ist es der Halbleitervorrichtung **100A** gemäß der ersten Ausführungsform möglich, das Auftreten eines ungesättigten Zustandes während des EIN-Zeitraums des Schaltelements **10a** zu erfassen, basierend auf dem Erfassungssignal S_{ab} , welches durch die Erfassungsschaltung **110** und den Spannungskomparator **130** erzeugt wird.

[0041] Wenn das Schaltelement **10a** ausgeschaltet wird, kann die Isolation der Erfassungsschaltung **110** zwischen dem Zwischenpotentialknoten **23**, an welchem das Hochpotential V_{cc} anliegt und dem Niedrigpotentialknoten **22** durch die Stromquelle **120** (zum Beispiel ein diodenverbundener Feldeffekttransistor mit hoher Durchbruchspannung) sichergestellt werden. Mit anderen Worten ist es möglich, die Isolation der Erfassungsschaltung **110** sicherzustellen, indem ein Element (zum Beispiel der Feldeffekttransistor mit einer hohen Durchbruchspannung) verwendet wird, welches auf dem IC bereitgestellt ist, welcher die Halbleitervorrichtung **100A** umfassend die Treiberschaltung **150** ausbildet, anstatt ein externes Element zu verwenden, welches außerhalb des ICs bereitgestellt wird, wie jenes, das in der Japanischen Patentoffenlegungs-Nr. 2019-4535 offenbart ist.

[0042] Erneut bezugnehmend auf **Fig. 2**, kann die Halbleitervorrichtung **100A** auf das high-side-Schaltelement **10b** mit der gleichen Schaltungskonfiguration angewendet werden, wie jene in **Fig. 1**. In diesem Fall korrespondiert der Hochpotentialknoten **21** in der Schaltungskonfiguration in **Fig. 2** mit dem Zwischenpotentialknoten **23** in **Fig. 1**, und der Zwischenpotentialknoten **23** in der Schaltungskonfiguration in **Fig. 2** korrespondiert mit dem Niedrigpotentialknoten **22** in **Fig. 1**.

[0043] In **Fig. 2** ist die Erfassungsschaltung **110** zwischen den Hochpotentialknoten **21** und den Zwischenpotentialknoten **23** geschaltet, mit anderen

Worten, zwischen den Kollektor und den Emitter des Schaltelementes **10b**, was es ermöglicht, die Kollektor-Emitter-Spannung V_{ce} des high-side-Schaltelementes **10b** zu erfassen. Mit anderen Worten erfüllen der Ausgangsstrom I_a der Stromquelle **120** und die Kollektor-Emitter-Spannung V_{ce} des Schaltelementes **10b** dieselbe Beziehung wie in **Fig. 3** veranschaulicht.

[0044] Der positive Eingangsanschluss des Spannungskomparators **130** ist mit dem Knoten **N1** der Erfassungsschaltung **110** wie in **Fig. 1** verbunden. Demgegenüber ist die Spannungsquelle **135** elektrisch zwischen den Zwischenpotentialknoten **23** und den negativen Eingangsanschluss des Spannungskomparators **130** geschaltet. Wie oben beschrieben, kann die DC-Spannung V_t von der Spannungsquelle **135** bereitgestellt werden, welche außerhalb der Halbleitervorrichtung **100A** angeordnet ist.

[0045] Die in **Fig. 2** veranschaulichte Halbleitervorrichtung **100A** arbeitet auch im Ansprechen auf die Änderungen des Steuersignals SIN zum Steuern des Ein-/Ausschaltens des Schaltelementes **10b** auf dieselbe Weise wie jene, die mit Bezug zu den **Fig. 4** und **Fig. 5** beschrieben ist. Mit anderen Worten kann die Halbleitervorrichtung **100A** sowohl auf das low-side-Schaltelement **10a**, als auch auf das high-side-Schaltelement **10b** mit derselben Schaltungskonfiguration angewendet werden.

Zweite Ausführungsform

[0046] In der zweiten Ausführungsform wird eine Schaltungskonfiguration beschrieben, welche in der Lage ist, eine Bestimmungsspannung zum Erfassen des ungesättigten Zustandes auf einfache Weise anzupassen.

[0047] **Fig. 6** ist ein erstes Schaltbild, welches die Konfiguration einer Halbleitervorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform veranschaulicht.

[0048] Bezugnehmend auf **Fig. 6** weicht eine Halbleitervorrichtung **100B** gemäß der zweiten Ausführungsform von der Halbleitervorrichtung **100A** gemäß der ersten Ausführungsform hinsichtlich der Konfiguration der Erfassungsschaltung **110** ab. Konkret weist die Erfassungsschaltung **110** in der zweiten Ausführungsform zusätzlich ein Widerstandselement **122** auf, welches zwischen dem Zwischenpotentialknoten **23** und dem Knoten **N1** in Reihe mit der Stromquelle **120** geschaltet ist, im Vergleich zur Konfiguration in **Fig. 1**. Es ist vorzuziehen, dass ein elektrischer Widerstandswert R_2 des Widerstandselementes **122** durch Trimmen oder dergleichen variabel angepasst werden kann. Die Konfiguration der anderen Teile der Halbleitervorrichtung **100B** ist die gleiche, wie jene der Halbleitervorrichtung **100A**. Das Widerstandsele-

ment **122** korrespondiert mit einer Ausführungsform eines „zweiten Widerstandselementes“.

[0049] Aufgrund der Hinzunahme des Widerstandselementes **122** (welches einen elektrischen Widerstandswert **R2** aufweist) in der Erfassungsschaltung **110** gemäß der zweiten Ausführungsform, wird der oben beschriebene Ausdruck (1) in den folgenden Ausdruck (4) umgewandelt:

$$V_{th} = V_{a1} + (R1 + R2) \times I_{a1} \quad (4)$$

[0050] Ebenfalls in der zweiten Ausführungsform kann, falls die DC-Spannung V_t ausgedrückt wird, indem der Strom I_{a1} im Ausdruck (1) auf dieselbe Weise wie der Ausdruck (2) verwendet wird, zum Zeitpunkt $V_{ce} = V_{th}$, die Bestimmungsspannung V_{th} durch folgenden Ausdruck (5) ausgedrückt werden:

$$V_{th} = V_{a1} + V_t \times (R1 + R2) / R1 \quad (5)$$

[0051] In der zweiten Ausführungsform wird S_{ab} auf den H-Pegel gesetzt, wenn $V_{ce} > V_{th}$, wie durch den Ausdruck (5) ausgedrückt ist, während S_{ab} auf den L-Pegel gesetzt wird, wenn $V_{ce} \leq V_{th}$. Wie dem Ausdruck (5) zu entnehmen ist, kann die Bestimmungsspannung V_{th} in der zweiten Ausführungsform durch die DC-Spannung V_t der Spannungsquelle **135**, den elektrischen Widerstandswert **R1** des Widerstandselementes **121** und den elektrischen Widerstandswert **R2** des Widerstandselementes **122** angepasst werden.

[0052] Die Arbeitsweise der Halbleitervorrichtung **100B** gemäß der zweiten Ausführungsform ist die gleiche wie jene der ersten Halbleitervorrichtung **100A**, mit Ausnahme der Festlegung der Bestimmungsspannung V_{th} . Daher kann in der Halbleitervorrichtung **100B** gemäß der zweiten Ausführungsform zusätzlich zum Effekt der Halbleitervorrichtung **100A** gemäß der ersten Ausführungsform, die Bestimmungsspannung V_{th} auf einfache Weise angepasst werden.

[0053] **Fig. 7** veranschaulicht eine Schaltungskonfiguration, wenn die Halbleitervorrichtung **100B** gemäß der zweiten Ausführungsform auf das high-side-Schaltelement 10b angewendet wird.

[0054] Mit Bezug zu **Fig. 7** kann die Halbleitervorrichtung **100B** gemäß der zweiten Ausführungsform auf das high-side-Schaltelement 10b mit derselben Schaltungskonfiguration wie jene in **Fig. 6** angewendet werden. In diesem Fall korrespondiert der Hochpotentialknoten **21** in der Schaltungskonfiguration aus **Fig. 7** mit dem Zwischenpotentialknoten **23** in der Schaltungskonfiguration aus **Fig. 6**, und der Zwischenpotentialknoten **23** in der Schaltungskonfiguration aus **Fig. 7** korrespondiert mit dem Niedrigpo-

tentialknoten **22** in der Schaltungskonfiguration aus **Fig. 6**.

[0055] In **Fig. 7** kann der ungesättigte Zustand des Schaltelementes **10b** durch Vergleichen der Kollektor-Emitter-Spannung V_{ce} des high-side-Schaltelementes 10b mit der Bestimmungsspannung V_{th} erfasst werden. Ähnlich wie in **Fig. 6**, kann die Bestimmungsspannung V_{th} durch die DC-Spannung der Spannungsquelle **135**, den elektrischen Widerstandswert **R1** des Widerstandselementes **121** und den elektrischen Widerstandswert **R2** des Widerstandselementes **122** angepasst werden.

[0056] Mit anderen Worten kann die Halbleitervorrichtung **100B** ebenfalls sowohl auf das low-side-Schaltelement 10a, als auch auf das high-side-Schaltelement 10b mit der gleichen Schaltungskonfiguration angewendet werden. In der zweiten Ausführungsform ist es auch möglich, die Reihenfolge der Stromquelle **120** und des Widerstandselementes **122** zu verändern, welche in der Schaltungskonfiguration der **Fig. 6** und **Fig. 7** in Reihe geschaltet sind.

Dritte Ausführungsform

[0057] Es wird eine bevorzugte Beispielkonfiguration der Stromquelle **120** der Erfassungsschaltung **110** gemäß einer dritten Ausführungsform beschrieben.

[0058] **Fig. 8** ist ein Schaltbild, welches eine Konfiguration einer Halbleitervorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform veranschaulicht.

[0059] Mit Bezug zu **Fig. 8**, zeigt eine Halbleitervorrichtung **100C** gemäß der dritten Ausführungsform eine Beispielkonfiguration einer Stromquelle **120**, welche in der Erfassungsschaltung **110** der Halbleitervorrichtung **100B** gemäß der zweiten Ausführungsform enthalten ist.

[0060] Konkret umfasst die Stromquelle **120** der Erfassungsschaltung **110** in der dritten Ausführungsform eine Stromspiegelschaltung **125** und eine Stromspiegelschaltung **126**. Die übrige Konfiguration in **Fig. 8** ist die gleiche, wie jene der zweiten Ausführungsform (**Fig. 6**), und deren detaillierte Beschreibung wird nicht wiederholt. Mit anderen Worten wird das Erfassungssignal S_{ab} in der Halbleitervorrichtung **100C** auf dieselbe Weise erzeugt, wie in der Halbleitervorrichtung **100B** gemäß der zweiten Ausführungsform, und folglich kann das Auftreten von $V_{ce} > V_{th}$, mit anderen Worten, das Auftreten eines ungesättigten Zustandes des Schaltelementes **10a** auf dieselbe Weise erfasst werden, wie in der zweiten Ausführungsform.

[0061] Da gemäß der dritten Ausführungsform die Stromquelle **120** darüber hinaus derart ausgebildet ist, dass sie die Stromspiegelschaltungen enthält,

wird der Ausgangsstrom I_a stabilisiert, und dadurch ist es möglich, die Genauigkeit des Erfassens, ob $V_{ce} > V_{th}$ gilt oder nicht, zu verbessern. Wie nachfolgend beschrieben wird, können die Bestandteile (die Transistoren und Widerstandselemente) der Stromspiegelschaltungen **125** und **126** auch auf dem IC angeordnet sein, welcher die Halbleitervorrichtung **100C** bildet, ähnlich dem Spannungskomparator **130** und der Treiberschaltung **150**.

[0062] Fig. 9 veranschaulicht eine bevorzugte Beispielkonfiguration der Stromspiegelschaltungen **125** und **126**, welche in Fig. 8 veranschaulicht sind.

[0063] Mit Bezug zu Fig. 9 umfasst die Stromquelle **120** die Transistoren **T1** bis **T3**, welche die Stromspiegelschaltung **125** ausbilden, die Transistoren **T4** bis **T6**, welche die Stromspiegelschaltung **126** ausbilden, und ein Widerstandselement **123**.

[0064] In der Stromspiegelschaltung **125** ist der Transistor **T1** zwischen den Zwischenpotentialknoten **23** (den Kollektor des Schaltelementes **10a**) und einen Knoten **N2** geschaltet, der Transistor **T2** ist zwischen den Zwischenpotentialknoten **23** und einen Knoten **N3** geschaltet, und der Transistor **T3** ist zwischen den Knoten **N2** und das Widerstandselement **121** geschaltet. Das Gate des Transistors **T1** und das Gate des Transistors **T2** sind mit dem Knoten **N2** verbunden, und das Gate des Transistors **T3** ist mit dem Knoten **N3** verbunden.

[0065] In der Stromspiegelschaltung **126** ist der Transistor **T4** zwischen den Knoten **N3** und einen Knoten **N4** geschaltet, der Transistor **T5** ist zwischen den Knoten **N4** und den Niedrigpotentialknoten **22** geschaltet, und der Transistor **T5** ist zwischen den Knoten **N5** und den Niedrigpotentialknoten **22** (den Emitter des Schaltelementes **10a**) geschaltet. Das Gate des Transistors **T5** und das Gate des Transistors **T6** sind mit dem Knoten **N4** verbunden. Das Gate des Transistors **T4** ist mit dem Knoten **N5** verbunden, und der Knoten **N5** ist über das Widerstandselement **123** (welches einen Widerstandswert **R3** aufweist) mit dem Hochpotentialknoten **21** verbunden.

[0066] Gemäß einer Beispielkonfiguration in Fig. 9 ist es möglich, da jede der Stromspiegelschaltungen **125** und **126** als Wilson-Stromspiegelschaltung ausgelegt ist, die Genauigkeit beim Erfassen des Ausgangsstroms I_a der Stromquelle **120** zu verbessern. Infolgedessen ist es möglich, die Genauigkeit beim Festlegen der Bestimmungsspannung V_{th} zu verbessern, wodurch es ermöglicht wird, die Genauigkeit des Erfassens zu verbessern, ob $V_{ce} > V_{th}$ gilt oder nicht, mit anderen Worten, die Genauigkeit des Erfassens eines ungesättigten Zustandes des Schaltelementes.

[0067] In der Beispielkonfiguration aus Fig. 9 ist es, da jeder der Transistoren **T3** und **T4** durch einen Transistor mit hoher Durchbruchspannung ausgebildet ist möglich, die Isolation der Erfassungsschaltung **110** sicherzustellen.

[0068] Es sei darauf hingewiesen, dass die in Fig. 7 veranschaulichte Stromquelle **120** in der Halbleitervorrichtung **100B** in gleicher Weise aufgebaut sein kann, wie jene, die mit Bezug zu den Fig. 8 und Fig. 9 beschrieben ist. Mit anderen Worten kann die Halbleitervorrichtung **100C** gemäß der dritten Ausführungsform ebenfalls sowohl auf das low-side-Schaltelement **10a**, als auch das high-side-Schaltelement **10b** mit der gleichen Schaltungskonfiguration angewendet werden.

[0069] Die Halbleitervorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform kann realisiert werden, indem die Stromquelle **120** in der Halbleitervorrichtung **100A** der ersten Ausführungsform (Fig. 1 und Fig. 2) so ausgebildet wird, dass sie die mit Bezug zu den Fig. 8 und Fig. 9 beschriebenen Stromspiegelschaltungen umfasst.

Vierte Ausführungsform

[0070] In der vierten Ausführungsform wird eine Beschreibung hinsichtlich einer Schutzschaltung gegeben, welche im Ansprechen auf das Erfassen eines ungesättigten Zustandes des Schaltelementes, wie in den ersten bis dritten Ausführungsformen beschrieben, initialisiert wird.

[0071] Fig. 10 ist ein Schaltbild, welches eine Beispielkonfiguration einer Schutzschaltung **180** veranschaulicht, welche in der Halbleitervorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform enthalten ist. Die Halbleitervorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform unterscheidet sich von den Halbleitervorrichtungen **100A** bis **100C** gemäß den ersten bis dritten Ausführungsformen dahingehend, dass das Steuersignal **SIN** über die Schutzschaltung **180** in die Treiberschaltung **150** eingespeist wird.

[0072] Mit Bezug zu Fig. 10, weist die Schutzschaltung **180** eine Verzögerungsschaltung **181**, ein NAND-Gate **182** und ein AND-Gate **183** auf.

[0073] Die Verzögerungsschaltung **181** gibt durch Hinzufügen einer Verzögerungszeit T_d zum Steuersignal **SIN** ein Verzögerungssignal **S1** aus. Das NAND-Gate **182** gibt ein Signal **S2** in Übereinstimmung mit dem Ergebnis einer NAND-Operation aus, welche bezüglich des durch den Spannungskomparator **130** ausgegebenen Erfassungssignals S_{ab} und des Verzögerungssignals **S1** ausgegeben wird. Die Verzögerungsschaltung **181** kann zum Beispiel aus einer Mehrzahl (einer geraden Anzahl) von Invertern (NOT-

Gates) ausgebildet sein, welche in Reihe geschaltet sind.

[0074] Das AND-Gate **183** erzeugt ein Steuersignal **S3**, welches in die Treiberschaltung **150** in Übereinstimmung mit dem Ergebnis einer AND-Operation ausgegeben wird, welche bezüglich des Steuersignals SIN, welches die Verzögerungsschaltung **181** nicht passiert und des Signals **S2** ausgeführt wird. Die Treiberschaltung **150** erzeugt ein Gate-Signal SOUT in Übereinstimmung mit dem Steuersignal **S3**.

[0075] Als Nächstes wird ein Beispielbetrieb der Halbleitervorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform mit Bezug zu den **Fig. 11** und **Fig. 12** beschrieben. Ähnlich zu **Fig. 4**, veranschaulicht **Fig. 11** ein Beispielkurvendiagramm während des Normalbetriebs.

[0076] Mit Bezug zu **Fig. 11**, ändern sich V_{ce} , I_a , V_+ und das Erfassungssignal S_{ab} wie in **Fig. 4**, wenn sich das Steuersignal SIN, wie in **Fig. 4**, zum Zeitpunkt t_0 vom L-Pegel auf den H-Pegel ändert. Wie oben beschrieben, ändert sich das Erfassungssignal S_{ab} im Normalbetrieb im Ansprechen auf die Abnahme von V_{ce} vom H-Pegel auf den L-Pegel.

[0077] Das Verzögerungssignal **S1** ändert sich vom L-Pegel auf den H-Pegel zum Zeitpunkt t_x , nachdem die Verzögerungszeit T_d , welche durch die Verzögerungsschaltung **181** vorgegeben wird, vom Zeitpunkt t_0 abgelaufen ist. Die Verzögerungszeit T_d wird derart vorab ermittelt, dass sie länger ist, als die erforderliche Schaltungsverarbeitungszeit vom Beginn des Einschaltens (Zeitpunkt t_0) bis sich das Erfassungssignal S_{ab} während des Normalbetriebs auf den L-Pegel ändert.

[0078] Vom Zeitpunkt t_0 bis zum Zeitpunkt t_x wird das Verzögerungssignal **S1** auf den L-Pegel gesetzt, wodurch das vom NAND-Gate **182** ausgegebene Signal **S2** auf dem H-Pegel gehalten wird. Ferner wird das Erfassungssignal S_{ab} vom Zeitpunkt t_x bis zum Zeitpunkt t_1 auf den L-Pegel gesetzt, wodurch das Signal **S2** auf dem H-Pegel gehalten wird.

[0079] Daher wird das während des Normalbetriebs in das AND-Gate **183** eingespeiste Signal **S2** immer auf dem H-Pegel gehalten. Folglich weist das in die Treiberschaltung **150** eingespeiste Steuersignal **S3** den gleichen Kurvenverlauf auf, wie das Steuersignal SIN. Infolgedessen werden die Schaltelemente **10a** und **10b** ein- und ausgeschaltet, im Ansprechen auf das Steuersignal SIN, durch das Gate-Signal SOUT von der Treiberschaltung **150** der Halbleitervorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform.

[0080] Andererseits veranschaulicht **Fig. 12** einen Beispielbetrieb, wenn ein ungesättigter Zustand im Schaltelement **10a** wie in **Fig. 5** auftritt.

[0081] Mit Bezug zu **Fig. 12** ändert sich das Steuersignal SIN ähnlich wie in den **Fig. 5** und **Fig. 11** vom L-Pegel zum H-Pegel zum Zeitpunkt t_0 . Der Kurvenverlauf des Verzögerungssignals **S1** ist der gleiche wie jener in **Fig. 11** (während des Normalbetriebs). Daher wird das Signal **S2** bis zum Zeitpunkt t_x auf dem L-Pegel gehalten, bei welchem sich das Verzögerungssignal **S1** sich auf den H-Pegel ändert.

[0082] Daher ist das in die Treiberschaltung **150** eingespeiste Steuersignal **S3** wenigstens bis zum Zeitpunkt t_x identisch mit dem Steuersignal SIN, wodurch die Schaltelemente **10a** und **10b** wie in **Fig. 11** eingeschaltet werden.

[0083] Die Verhaltensweisen von V_{ce} , I_a , V_+ und des Erfassungssignals S_{ab} zu dem Zeitpunkt, zu dem ein ungesättigter Zustand in den Schaltelementen **10a** und **10b** auftritt, sind dieselben wie jene in **Fig. 5**. Mit anderen Worten wird das Erfassungssignal S_{ab} während des Zeitraums auf dem H-Pegel gehalten, in welchem das Steuersignal SIN auf dem H-Pegel gehalten wird.

[0084] Infolgedessen ändert sich das durch das NAND-Gate **182** ausgegebene Signal **S2** nach dem Zeitpunkt t_x auf den L-Pegel. Im Ansprechen darauf wird das vom AND-Gate **183** ausgegebene Steuersignal **S3** auf den L-Pegel gesetzt, und dadurch werden die Schaltelemente **10a** und **10b** aufgrund der Erfassung des ungesättigten Zustandes gezwungen sich auszuschalten (abzuschalten). Folglich können die Schaltelemente **10a** und **10b** vor dem Überstrom geschützt werden.

[0085] Wie oben beschrieben, ist es gemäß der Halbleitervorrichtung der vierten Ausführungsform möglich, zusätzlich zu den Effekten der jeweiligen Halbleitervorrichtung gemäß der ersten bis dritten Ausführungsform, eine Schutzfunktion zu realisieren, sodass das Schaltelement im Ansprechen auf das Erfassen eines ungesättigten Zustandes automatisch ausgeschaltet wird.

[0086] Die Schutzschaltung **180** kann eine Logikschaltung wie eine CMOS- (komplementäre Metall-Oxid-Halbleiter-) Logikschaltung sein, welche aus Transistoren auf dem IC ausgebildet ist, welcher jeweils die Halbleitervorrichtungen **100A** bis **100C** ausbildet. Folglich kann die Schutzschaltung **180** auf derselben integrierten Schaltung montiert sein, wie die Erfassungsschaltung **110**, der Spannungskomparator **130** und die Treiberschaltung **150**. Alternativ kann die Schutzschaltung **180** außerhalb der Halbleitervorrichtung (IC) bereitgestellt sein, und ein Signal, welches mit dem Steuersignal **S3** korrespondiert, kann in die Treiberschaltung **150** von außerhalb der Halbleitervorrichtung eingespeist werden.

[0087] In den Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung ist beispielhaft ein IGBT als die Schaltelemente **10a** und **10b** erläutert, aber durch Anwenden der Halbleitervorrichtung gemäß der ersten bis vierten Ausführungsformen auf das Schaltelement abweichend vom IGBT, welcher im high-side-Arm und im low-side-Arm verwendet wurde, ist es möglich, eine Spannungsanomalie zwischen der positiven Elektrode und der negativen Elektrode zu erfassen, wenn die Schaltelemente **10a** und **10b** eingeschaltet sind, während die Isolation sichergestellt wird.

[0088] Obwohl die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben wurden, soll verstanden werden, dass die hier offenbarten Ausführungsformen in jeglicher Hinsicht veranschaulichend und nicht einschränkend sind. Es ist beabsichtigt, dass der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung durch die Ansprüche angegeben wird, und alle Modifikationen innerhalb der Bedeutung und des Bereichs umfasst, welche äquivalent zu den Ansprüchen sind.

Patentansprüche

1. Halbleitervorrichtung aufweisend:

- eine Erfassungsschaltung (110), welche zwischen eine positive Elektrode und eine negative Elektrode eines Halbleiterschaltelementes (10a) geschaltet ist, wobei
- die Erfassungsschaltung eine Stromquelle (120) und ein erstes Widerstandselement (121) aufweist, welche zwischen der positiven Elektrode und der negativen Elektrode über einen ersten Knoten (N1) in Reihe geschaltet sind, wobei das erste Widerstandselement einen ersten elektrischen Widerstandswert (R1) aufweist,
- die Halbleitervorrichtung darüber hinaus einen Spannungskomparator (130) aufweist, welcher ein Vergleichsergebnis ausgibt zwischen einer DC-Spannung (V_t), welche an einem zweiten Knoten anliegt und einer Spannung des ersten Knotens,
- die DC-Spannung und der erste elektrische Widerstandswert derart festgelegt sind, dass wenn eine Zwischenelektrodenspannung (V_{ce}) zwischen der positiven Elektrode und der negativen Elektrode höher wird, als eine vordefinierte Bestimmungsspannung (V_{th}), die Spannung des ersten Knotens höher ist, als die DC-Spannung, und
- die Erfassungsschaltung und der Spannungskomparator auf derselben integrierten Schaltung montiert sind.

2. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, wobei

- die Erfassungsschaltung (110) weiter ein zweites Widerstandselement (122) aufweist, welches zwischen der positiven Elektrode und dem ersten Knoten (N1) in Reihe mit der Stromquelle (120) geschaltet ist,
- das zweite Widerstandselement einen zweiten elektrischen Widerstandswert (R2) aufweist,

- die ersten elektrischen Widerstandswerte (R1), der zweite elektrische Widerstandswert (R2) und die DC-Spannung (V_t) auf solche Weise festgelegt sind, dass wenn die Zwischenelektrodenspannung (V_{ce}) höher wird, als die Bestimmungsspannung (V_{th}), die Spannung des ersten Knotens höher ist, als die DC-Spannung.

3. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Stromquelle (120) einen diodenverbundenen Feldeffekttransistor aufweist.

4. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Stromquelle (120) eine Mehrzahl von Feldeffekttransistoren (T1 bis T6) aufweist, welche eine Stromspiegelschaltung (125, 126) bilden.

5. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 weiter aufweisend eine Treiberschaltung (150), welche eine Steuerelektrode des Halbleiterschaltelementes (10a) ansteuert,

- wobei die Treiberschaltung auf derselben integrierten Schaltung montiert ist, wie die Erfassungsschaltung (110) und der Spannungskomparator (130).

6. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 5 weiter aufweisend eine Schutzschaltung (180), welche ein erstes Steuersignal (SIN) zum Steuern des Ein- und Ausschaltens des Halbleiterschaltelementes (10a) und ein Ausgangssignal (S_{ab}) vom Spannungskomparator (130) empfängt und ein zweites Steuersignal (S3) an die Treiberschaltung ausgibt,

- wobei das zweite Steuersignal erzeugt wird, um die Treiberschaltung (150) anzuweisen, das Halbleiterschaltelement auszuschalten, wenn die Zwischenelektrodenspannung (V_{ce}) nicht geringer als die Bestimmungsspannung (V_{th}) wird, selbst wenn sich das erste Steuersignal von einem ersten Pegel (L), welcher das Ausschalten des Halbleiterschaltelementes angibt, zu einem zweiten Pegel (H) ändert, welcher das Einschalten des Halbleiterschaltelementes angibt.

7. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Schutzschaltung (180) auf derselben integrierten Schaltung montiert ist, wie die Treiberschaltung (150).

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

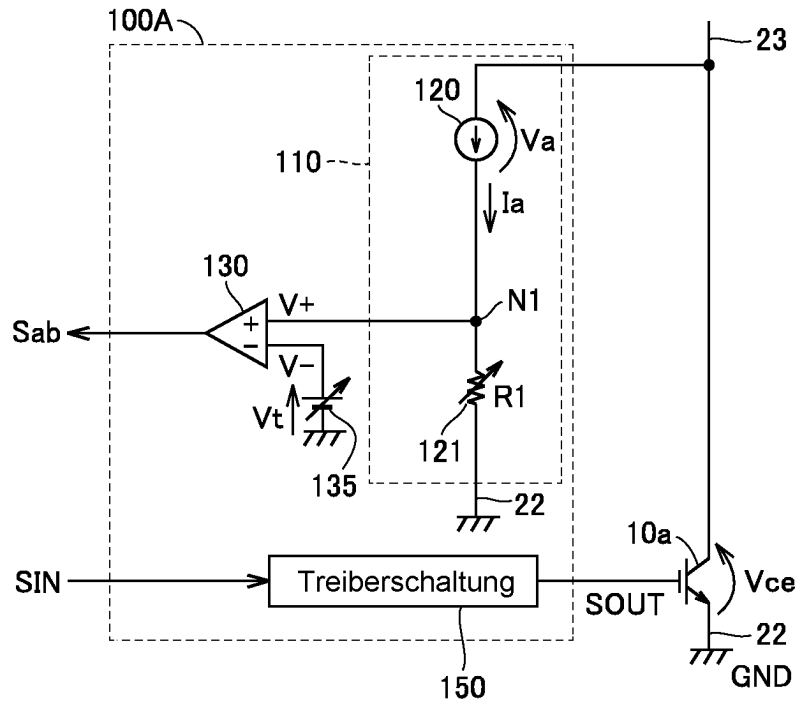


FIG.2

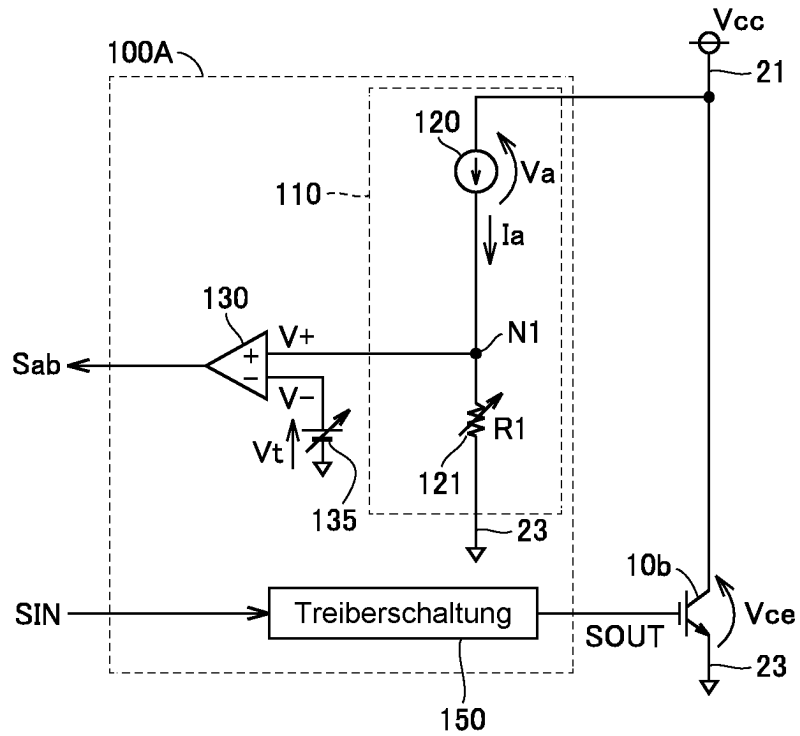


FIG.3

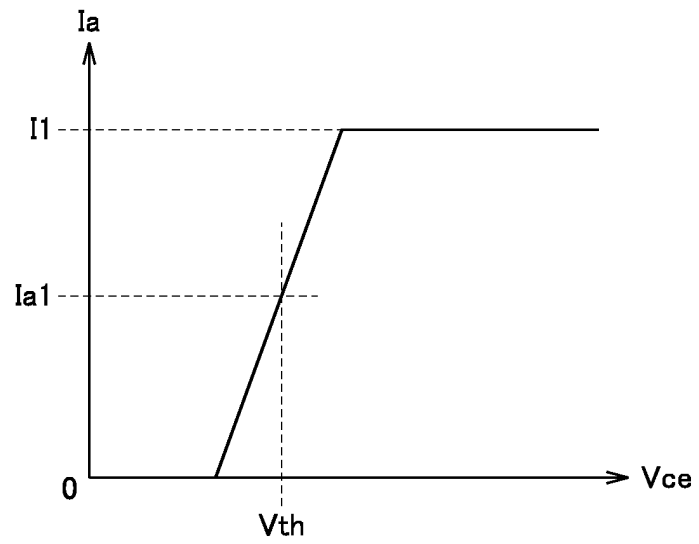


FIG.4

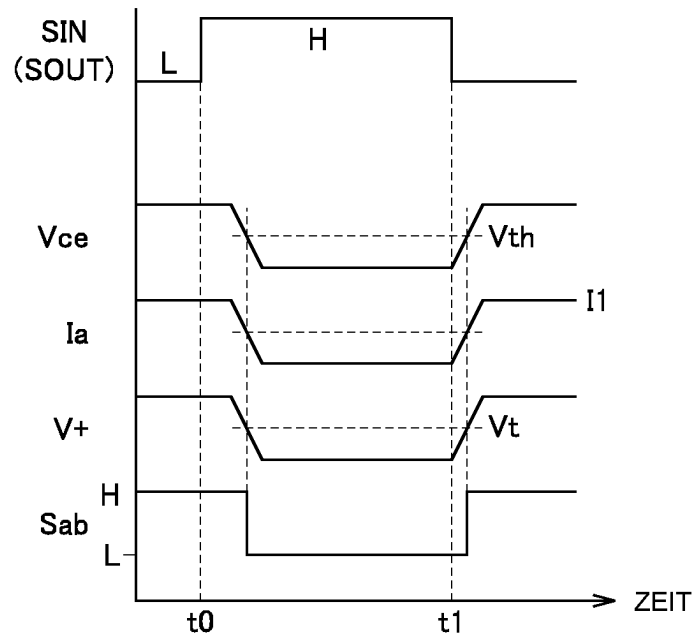


FIG.5

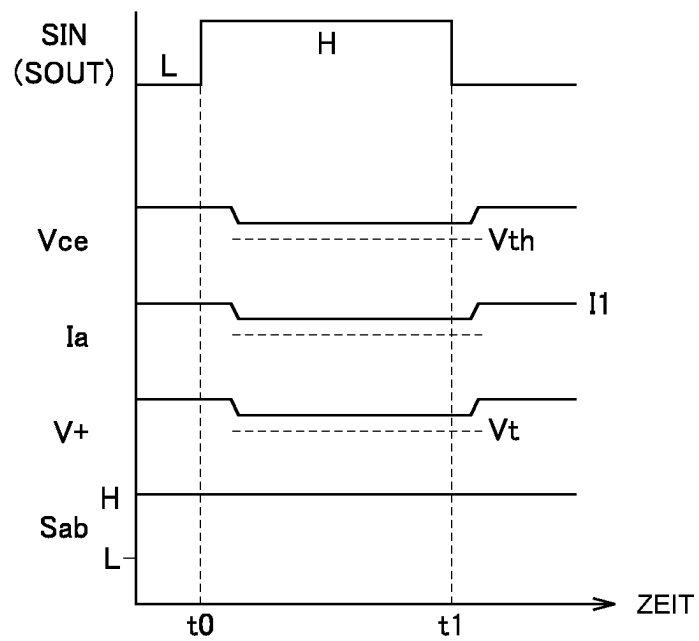


FIG.6

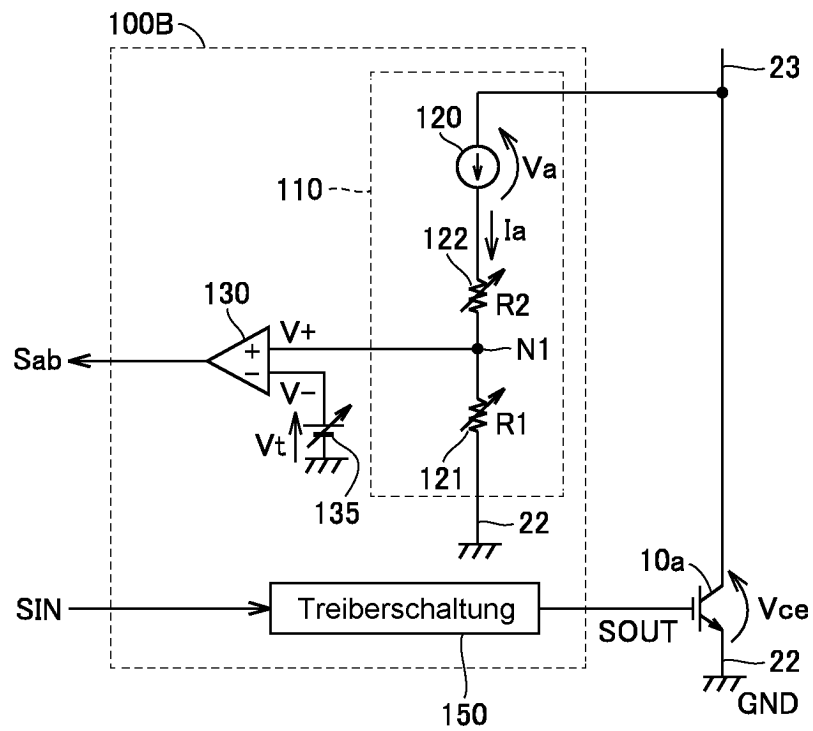


FIG.7

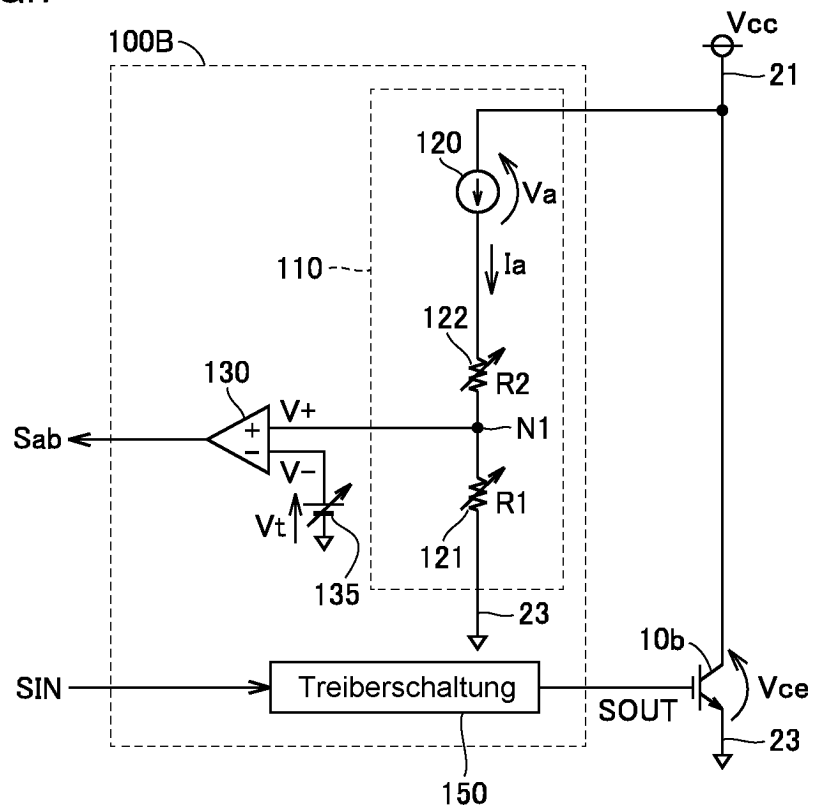


FIG.8

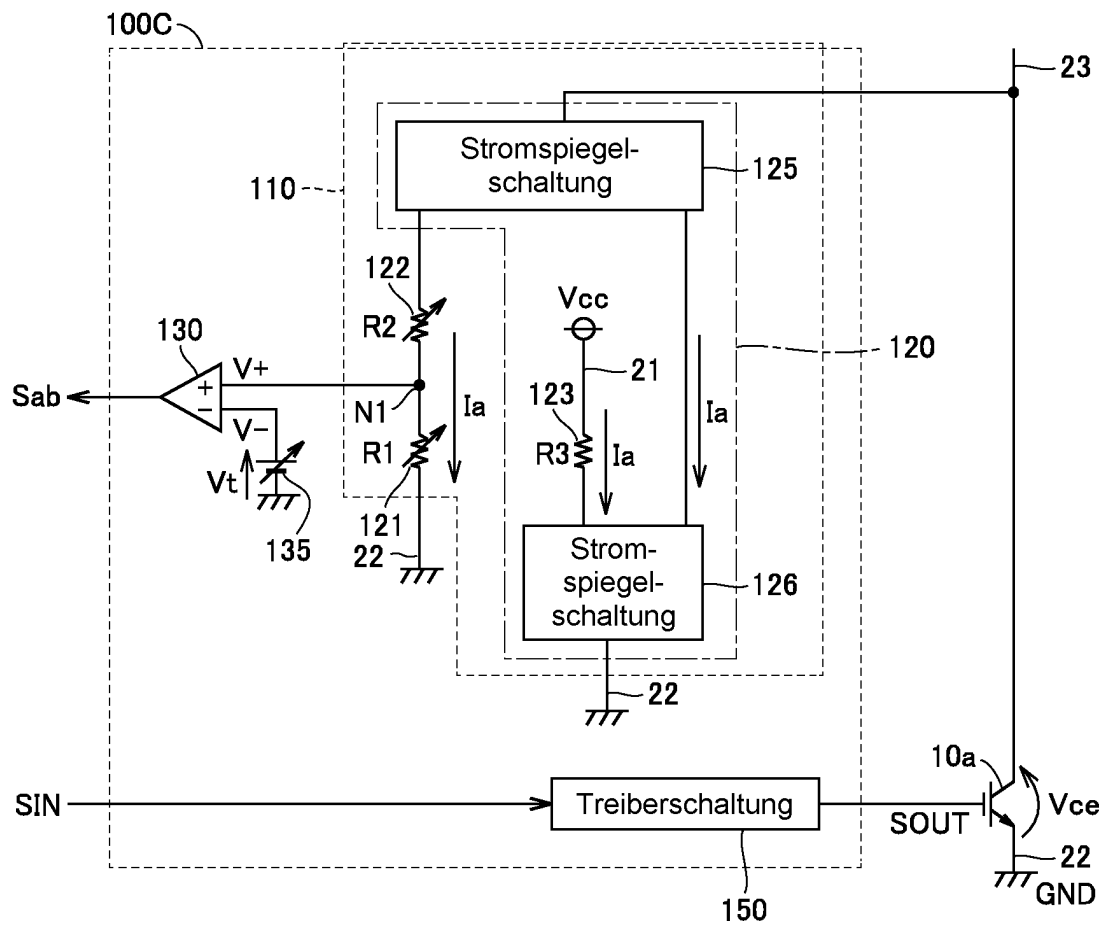


FIG.11

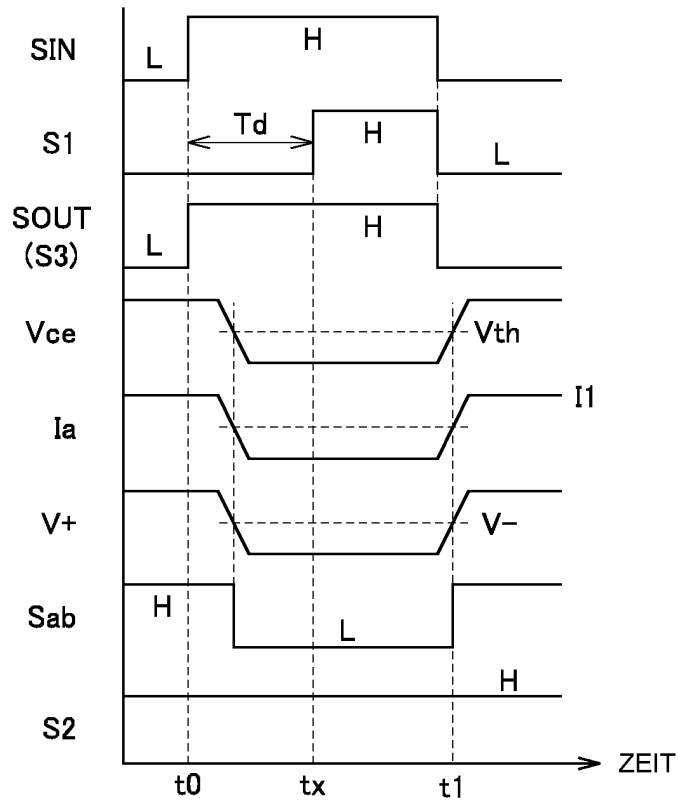


FIG.12

