



(10) **DE 11 2017 003 071 T5** 2019.03.14

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2017/221697**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 003 071.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/021069**

(86) PCT-Anmeldetag: **07.06.2017**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **28.12.2017**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **14.03.2019**

(51) Int Cl.: **H02H 7/20 (2006.01)**
H02H 3/087 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2016-122816 21.06.2016 JP

(71) Anmelder:
**AutoNetworks Technologies, Ltd., Yokkaichi-shi,
Mie, JP; SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES,
LTD., Osaka, JP; Sumitomo Wiring Systems, Ltd.,
Yokkaichi-shi, Mie, JP**

(74) Vertreter:
**Horn Kleimann Waitzhofer Patentanwälte PartG
mbB, 80339 München, DE**

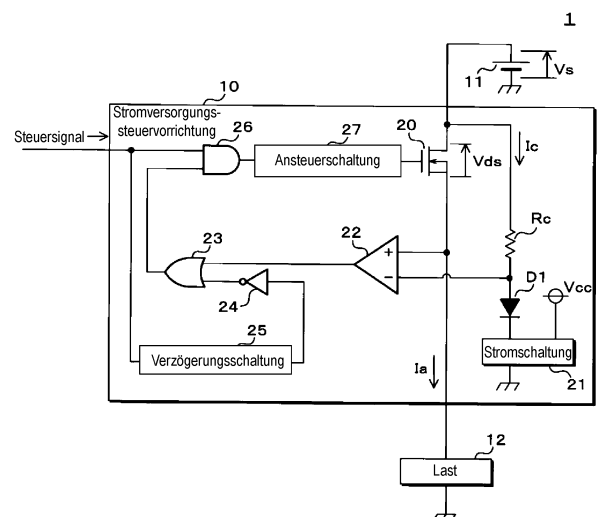
(72) Erfinder:
**Oda, Kota, Yokkaichi-shi, Mie, JP; Tsukamoto,
Katsuma, Yokkaichi-shi, Mie, JP; Wakazono,
Keisuke, Yokkaichi-shi, Mie, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Stromversorgungssteuervorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Stromversorgungssteuervorrichtung (10) steuert eine Stromversorgung über einen Halbleiterschalter (20), indem eine Ansteuerschaltung (27) den Halbleiterschalter (20) ein- bzw. ausschaltet. Eine Stromschaltung (21) nimmt einen Strom aus dem Drain des Halbleiterschalters (20) über einen Widerstand (R_c) auf. Der Stromwert I_c des von der Stromschaltung (21) aufgenommenen Stroms fluktuiert abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters (20) in die gleiche Richtung wie eine Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts des Halbleiterschalters (20). Wenn die Sourcespannung des Halbleiterschalters (20) kleiner als eine Spannung am anderen Ende des Widerstands (R_c) ist, schaltet die Ansteuerschaltung (27) den Halbleiterschalter (20) aus.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Stromversorgungssteuervorrichtung zum Steuern einer Stromversorgung über einen Halbleiterschalter.

TECHNISCHER HINTERGRUND

[0002] Ein Fahrzeug kann mit einer Stromversorgungssteuervorrichtung zum Steuern einer Stromversorgung von einer Batterie zu einer Last versehen sein (siehe zum Beispiel Patentdokument Nr. 1). Die in Patentdokument Nr. 1 offenbarte Stromversorgungssteuervorrichtung ist mit einem FET (Feldeffekttransistor) versehen, der als Halbleiterschalter in einem Stromversorgungspfad von einer Batterie zu einer Last dient. Die Stromversorgungssteuervorrichtung steuert die Stromversorgung über den FET durch Ein- und Ausschalten des FETs.

[0003] Die in Patentdokument Nr. 1 offenbarte Stromversorgungssteuervorrichtung erfasst einen Strom, der proportional zu einer Spannung zwischen dem Drain und der Source des FETs ist, und berechnet den über Drain und Source des FETs fließenden Strom basierend auf dem erfassten Strom. Der Einschaltwiderstand des FETs fluktuiert abhängig von der Umgebungstemperatur des FETs. Daher fluktuiert bei fluktuierender Umgebungstemperatur die Spannung zwischen Drain und Source des FETs bzw. der erfasste Strom, selbst wenn der über Drain und Source des FETs fließende Strom konstant ist.

[0004] Aus diesem Grund berechnet die in Patentdokument Nr. 1 offenbarte Stromversorgungssteuervorrichtung den über Drain und Source des FETs fließenden Strom basierend auf dem erfassten Strom und der Umgebungstemperatur des FETs. Als Ergebnis fluktuiert der zu berechnende Strom kaum in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur des FETs. Wenn der berechnete Strom eine Schwelle übersteigt, wird der FET ausgeschaltet, um zu verhindern, dass ein Überstrom über den Stromversorgungspfad von der Batterie zur Last fließt.

VORBEKANNTE TECHNISCHE DOKUMENTE

PATENTDOKUMENTE

[0005] Patentdokument Nr. 1: JP 2011-85470A

ÜBERBLICK ÜBER DIE ERFINDUNG

VON DER ERFINDUNG
ZU LÖSENDE AUFGABEN

[0006] Die in Patentdokument Nr. 1 offenbarte Stromversorgungssteuervorrichtung benötigt jedoch eine teure CPU (Zentrale Prozessoreinheit), um den Strom zu berechnen. Bei der in Patentdokument Nr. 1 offenbarten Stromversorgungssteuervorrichtung besteht daher ein Problem in den erhöhten Herstellungskosten. Ferner besteht das Problem, dass der FET nicht sofort ausgeschaltet werden kann, wenn der über den FET fließende Strom die Schwelle übersteigt, da die CPU eine gewisse Zeit benötigt, um den Strom zu berechnen.

[0007] Die vorliegende Erfindung entstand angesichts derartiger Umstände und ihr liegt als Aufgabe zugrunde, eine kostengünstige Stromversorgungssteuervorrichtung bereitzustellen, die einen Halbleiterschalter sofort ausschalten kann, wenn ein über den Halbleiterschalter fließender Strom eine Schwelle übersteigt.

MITTEL ZUM LÖSEN DER AUFGABE

[0008] Eine Stromversorgungssteuervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine Stromversorgungssteuervorrichtung zum Steuern einer Stromversorgung über einen Halbleiterschalter, wobei die Stromversorgungssteuervorrichtung aufweist: einen Widerstand, dessen eines Ende mit einem Stromeingangsanschluss des Halbleiterschalters verbunden ist; eine Stromschaltung, die mit dem anderen Ende des Widerstands verbunden ist und dazu eingerichtet ist, über den Widerstand einen Strom aufzunehmen, dessen Stromwert abhängig von einer Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters in die gleiche Richtung wie eine Fluktuationsrichtung eines Einschaltwiderstandswerts des Halbleiterschalters fluktuiert; und eine Schalteinheit, die dazu eingerichtet ist, den Halbleiterschalter auszuschalten, wenn eine Spannung an einem Stromausgangsanschluss des Halbleiterschalters kleiner als eine Spannung an dem anderen Ende des Widerstands ist.

[0009] Bei der vorliegenden Erfindung ist zum Beispiel die positive Elektrode einer Batterie mit dem Stromeingangsanschluss des Halbleiterschalters verbunden. Die Stromschaltung nimmt über den Widerstand einen Strom aus dem Stromeingangsanschluss des Halbleiterschalters auf. Demgemäß fällt am Widerstand eine Spannung ab. Die Breite des Spannungsabfalls ist gegeben durch „Widerstandswert des Widerstands“ · „Stromwert des von der Stromschaltung aufgenommenen Stroms“. Das Zeichen „·“ steht hier für eine Multiplikation. Die Spannung am anderen Ende des Widerstands ist gegeben durch „Ausgangsspannungswert der Batterie“ -

„Widerstandswert des Widerstands“ · „Stromwert des von der Stromschaltung aufgenommenen Stroms“. Außerdem ist die Spannung am Ausgangsanschluss des Halbleiterschalters gegeben durch „Ausgangsspannungswert der Batterie“ - „Wert der am Halbleiterschalter abfallenden Spannung“.

[0010] Die Frage, ob die Spannung am Ausgangsanschluss des Halbleiterschalters kleiner ist als die Spannung am anderen Ende des Widerstands entspricht der Frage, ob die am Halbleiterschalter abfallende Spannung den Wert „Widerstandswert des Widerstands“ · „Stromwert des von der Stromschaltung aufgenommenen Stroms“ übersteigt. Wenn der Halbleiterschalter eingeschaltet ist, wird die am Halbleiterschalter abfallende Spannung ausgedrückt als „Einschaltwiderstandswert des Halbleiterschalters“ · „Stromwert des über den Halbleiterschalter fließenden Stroms“. Wenn der Halbleiterschalter eingeschaltet ist, entspricht daher die Frage, ob die am Halbleiterschalter abfallende Spannung den Wert „Widerstandswert des Widerstands“ · „Stromwert des von der Stromschaltung aufgenommenen Stroms“ übersteigt, der Frage, ob der über den Halbleiterschalter fließende Strom den Wert „Widerstandswert des Widerstands“ · „Stromwert des von der Stromschaltung aufgenommenen Stroms“ / „Einschaltwiderstandswert des Halbleiterschalters“ übersteigt.

[0011] Wenn die Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters fluktuiert, fluktuiert der Stromwert des von der Stromschaltung aufgenommenen Stroms in die gleiche Richtung wie die Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts des Halbleiterschalters. Aus diesem Grund ist die durch „Widerstandswert des Widerstands“ · „Stromwert des von der Stromschaltung aufgenommenen Stroms“ / „Einschaltwiderstandswert des Halbleiterschalters“ gegebene Schwelle ungeachtet der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters ungefähr konstant. Da die Berechnung des über den Halbleiterschalter fließenden Stroms nicht nötig ist, kann außerdem der Halbleiterschalter sofort ausgeschaltet werden, wenn der über den Halbleiterschalter fließende Strom die Schwelle übersteigt; die Herstellung der Vorrichtung ist somit kostengünstig.

[0012] Bei der Stromversorgungssteuervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist bei konstanter Umgebungstemperatur der Stromwert ungeachtet der Spannung am Stromeingangsanschluss des Halbleiterschalters ungefähr konstant.

[0013] Bei der vorliegenden Erfindung fluktuiert der von der Stromschaltung aufgenommene Strom selbst dann kaum, wenn die Spannung am Stromeingangsanschluss des Halbleiterschalters - zum Beispiel die Ausgangsspannung der Batterie, deren positive Elektrode mit dem Stromeingangsanschluss verbunden ist - fluktuiert. Aus diesem Grund fluktuiert die

Schwelle des über den Halbleiterschalter fließenden Stroms kaum in Abhängigkeit von der Spannung am Stromeingangsanschluss des Halbleiterschalters.

[0014] Bei der Stromversorgungssteuervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist die Stromschaltung auf: einen Transistor mit einem ersten Anschluss, der mit dem anderen Ende des Widerstands verbunden ist, einem zweiten Anschluss, an dem eine konstante Spannung anliegt, und einem dritten Anschluss, wobei ein Widerstandswert des Transistors zwischen dem ersten Anschluss und dem dritten Anschluss derart angepasst wird, dass die Spannung zwischen dem zweiten Anschluss und dem dritten Anschluss eine vorbestimmte Spannung ist; und ein Widerstandselement, dessen eines Ende mit dem dritten Anschluss des Transistors verbunden ist und dessen Widerstandswert abhängig von der Umgebungstemperatur in eine zur Fluktuationsrichtung entgegengesetzte Richtung fluktuiert.

[0015] In der vorliegenden Erfindung weist die Stromschaltung zum Beispiel einen npn-Bipolartransistor auf. In diesem Fall ist der Kollektor des Bipolartransistors mit dem anderen Ende des Widerstands verbunden, und sein Emitter ist mit dem einen Ende des Widerstandselements verbunden. Der Bipolartransistor passt den Widerstandswert zwischen seinem Kollektor und Emitter derart an, dass die Spannung zwischen seiner Basis und seinem Emitter eine vorbestimmte Spannung ist. An der Basis des Bipolartransistors liegt eine feste Spannung an. Aus diesem Grund passt der Bipolartransistor den über das Widerstandselement fließenden Strom bzw. den über den Widerstand fließenden Strom derart an, dass die Spannung an der Basis eine spezifizierte Spannung ist. Der über den Widerstand fließende Strom nimmt daher mit zunehmendem Widerstandswert des Widerstandselements zu und mit abnehmendem Widerstandswert des Widerstandselements ab.

[0016] Der Widerstandswert des Widerstandselements fluktuiert abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters in die zur Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstands des Halbleiterschalters entgegengesetzte Richtung. Der über den Widerstand fließende Strom fluktuiert demgemäß abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters in die gleiche Richtung wie die Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstands des Halbleiterschalters.

[0017] Bei der Stromversorgungssteuervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist das Widerstandselement einen zweiten Widerstand, dessen eines Ende mit dem dritten Anschluss des Transistors verbunden ist, und eine Reihenschaltung auf, die durch einen dritten Widerstand und einen Thermistor gebildet ist und parallel zum zweiten Widerstand ge-

schaltet ist, wobei ein Widerstandswert des Thermistors abhängig von der Umgebungstemperatur in die entgegengesetzte Richtung fluktuiert.

[0018] Bei der vorliegenden Erfindung ist in dem Widerstandselement die Reihenschaltung, die durch den dritten Widerstand und den Thermistor gebildet ist, parallel zum zweiten Widerstand geschaltet. Daher nimmt der Widerstandswert des Widerstandselements mit zunehmendem Widerstandswert des Thermistors zu. Der Widerstandswert des Thermistors fluktuiert abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters in die zur Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstands des Halbleiterschalters entgegengesetzte Richtung. Aus diesem Grund fluktuiert der Widerstandswert des Widerstandselements abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters in die zur Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstands des Halbleiterschalters entgegengesetzte Richtung. Wenn der Widerstandswert des Thermistors unendlich groß ist, ist der Widerstandswert des Widerstandselements gleich dem Widerstandswert des zweiten Widerstands und am größten. Wenn der Widerstandswert des Thermistors ungefähr null Ohm beträgt, ist der Widerstandswert des Widerstandselements gleich dem Widerstandswert der Parallelschaltung aus dem dritten Widerstand und dem zweiten Widerstand und am kleinsten.

EFFEKT DER ERFINDUNG

[0019] Mit der vorliegenden Erfindung ist es möglich, den Halbleiterschalter sofort auszuschalten, wenn der über den Halbleiterschalter fließende Strom größer als oder gleich groß wie die Schwelle ist.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Schalt diagramm eines Stromversorgungssystems gemäß einer ersten Ausführungsform.

Fig. 2 ist ein Zeitablaufdiagramm, das den Betrieb einer Stromversorgungssteuervorrichtung veranschaulicht.

Fig. 3 ist ein Schalt diagramm einer Stromschaltung.

Fig. 4 ist ein Diagramm, das die Temperaturabhängigkeit eines von der Stromschaltung aufgenommenen Stroms veranschaulicht.

Fig. 5 ist ein Diagramm, das die Temperaturabhängigkeit einer Schwelle veranschaulicht.

Fig. 6 ist ein Schalt diagramm einer Stromschaltung gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Fig. 7 ist ein Schalt diagramm einer Stromschaltung gemäß einer dritten Ausführungsform.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0020] Nachstehend wird die vorliegende Erfindung anhand der Diagramme der Ausführungsformen beschrieben.

Erste Ausführungsform

[0021] **Fig. 1** ist ein Schalt diagramm eines Stromversorgungssystems **1** gemäß der ersten Ausführungsform. Das Stromversorgungssystem **1** ist vorzugsweise in einem Fahrzeug eingebaut und weist eine Stromversorgungssteuervorrichtung **10**, eine Batterie **11** und eine Last **12** auf. Die Stromversorgungssteuervorrichtung **10** ist mit einer positiven Elektrode der Batterie **11** und einem Ende der Last **12** verbunden. Eine negative Elektrode der Batterie **11** und das andere Ende der Last **12** sind geerdet.

[0022] Die Last **12** ist eine elektrische Einrichtung, die in dem Fahrzeug eingebaut ist. Die Last **12** wird von der Batterie **11** über die Stromversorgungssteuervorrichtung **10** mit Strom versorgt. Wenn die Last **12** von der Batterie **11** mit Strom versorgt wird, ist die Last **12** in Betrieb. Wenn die Stromversorgung von der Batterie **11** zur Last **12** gestoppt wird, stoppt der Betrieb der Last **12**. Die Stromversorgungssteuervorrichtung **10** empfängt ein Steuersignal, das durch eine High-Pegel-Spannung und eine Low-Pegel-Spannung gebildet wird. Die Stromversorgungssteuervorrichtung **10** steuert die Stromversorgung von der Batterie **11** zur Last **12** basierend auf dem empfangenen Steuersignal.

[0023] Eine Ausgangsspannung **V_s** der Batterie **11** fluktuiert. Außer der Stromversorgungssteuervorrichtung **10** ist zum Beispiel auch ein Motor zum Anlassen des Motors des Fahrzeugs, das heißt, ein Anlasser, mit der positiven Elektrode der Batterie **11** verbunden. In diesem Fall versorgt die Batterie **11** nicht nur die Last **12**, sondern auch den Anlasser mit Strom.

[0024] Die Batterie **11** gibt eine Spannung über einen nicht gezeigten Innenwiderstand aus. Außerdem ist während des Betriebs des Anlassers der von der Batterie **11** zum Anlasser fließende Strom größer als der von der Batterie **11** zur Last **12** fließende Strom. Daher tritt beim Betrieb des Anlassers ein großer Spannungsabfall am Innenwiderstand der Batterie **11** auf und die Ausgangsspannung **V_s** der Batterie **11** nimmt ab. Nach dem Ende des Anlasserbetriebs nimmt die Breite des Spannungsabfalls am Innenwiderstand der Batterie **11** ab und die Ausgangsspannung **V_s** der Batterie **11** kehrt zur Spannung vor dem Anlasserbetrieb zurück. Wie vorstehend erwähnt wurde, fluktuiert die Ausgangsspannung **V_s** der Batterie **11** zum Beispiel abhängig von dem Anlasserbetrieb.

[0025] Die Stromversorgungssteuervorrichtung **10** weist einen Halbleiterschalter **20**, eine Stromschaltung **21**, einen Komparator **22**, eine ODER-Schaltung **23**, einen Negator **24**, eine Verzögerungsschaltung **25**, eine UND-Schaltung **26**, eine Ansteuerschaltung **27**, eine Diode **D1** und einen Widerstand **Rc** auf. Der Halbleiterschalter **20** ist ein n-Kanal-FET.

[0026] Der Komparator **22** weist einen Plusanschluss, einen Minusanschluss und einen Ausgangsanschluss auf. Die ODER-Schaltung **23** und die UND-Schaltung **26** weisen jeweils zwei Eingangsanschlüsse und einen Ausgangsanschluss auf. Der Negator **24**, die Verzögerungsschaltung **25** und die Ansteuerschaltung **27** weisen jeweils einen Eingangsanschluss und einen Ausgangsanschluss auf.

[0027] Der Drain des Halbleiterschalers **20** ist mit der positiven Elektrode der Batterie **11** verbunden und die Source des Halbleiterschalers **20** ist mit dem einen Ende der Last **12** verbunden. Der Drain des Halbleiterschalers **20** ist ferner mit einem Ende des Widerstands **Rc** verbunden. Das andere Ende des Widerstands **Rc** ist mit dem Minusanschluss des Komparators **22** und der Anode der Diode **D1** verbunden. Die Kathode der Diode **D1** ist mit der Stromschaltung **21** verbunden. Die Stromschaltung **21** ist demgemäß über die Diode **D1** mit dem anderen Ende des Widerstands **Rc** verbunden. Die Stromschaltung **21** ist ferner geerdet.

[0028] Die Source des Halbleiterschalers **20** ist ferner mit dem Plusanschluss des Komparators **22** verbunden. Der Ausgangsanschluss des Komparators **22** ist mit einem der Eingangsanschlüsse der ODER-Schaltung **23** verbunden. Der andere Eingangsanschluss der ODER-Schaltung **23** ist mit dem Ausgangsanschluss des Negators **24** verbunden. Der Eingangsanschluss des Negators **24** ist mit dem Ausgangsanschluss der Verzögerungsschaltung **25** verbunden. Der Eingangsanschluss der Verzögerungsschaltung **25** empfängt das Steuersignal. Der Ausgangsanschluss der ODER-Schaltung **23** ist mit einem der Eingangsanschlüsse der UND-Schaltung **26** verbunden. Der andere Eingangsanschluss der UND-Schaltung **26** empfängt das Steuersignal. Der Ausgangsanschluss der UND-Schaltung **26** ist mit dem Eingangsanschluss der Ansteuerschaltung **27** verbunden. Der Ausgangsanschluss der Ansteuerschaltung **27** ist mit dem Gate des Halbleiterschalers **20** verbunden.

[0029] Die Ansteuerschaltung **27** passt die Gatespannung des Halbleiterschalers **20** bezogen auf das Erdungspotenzial an. Wenn die Gatespannung des Halbleiterschalers **20** größer als oder gleich groß wie eine gewisse Spannung ist, dann kann ein Strom zwischen Drain und Source des Halbleiterschalers **20** fließen. Der Halbleiterschalter **20** ist dann eingeschaltet. Wenn die Gatespannung des Halbleiter-

schalters **20** dagegen kleiner als die gewisse Spannung ist, dann kann kein Strom zwischen Drain und Source des Halbleiterschalers **20** fließen. Der Halbleiterschalter **20** ist dann ausgeschaltet.

[0030] Die Ansteuerschaltung **27** schaltet den Halbleiterschalter **20** durch Anpassen der Gatespannung des Halbleiterschalers **20** ein bzw. aus.

[0031] An der Stromschaltung **21** liegt eine konstante Spannung an. Eine an der Stromschaltung **21** anliegende Spannung **Vcc** ist konstant und beträgt zum Beispiel 5 V. Die minimale Ausgangsspannung **Vs** der Batterie **11** ist größer als die Spannung **Vcc** und fluktuiert zum Beispiel innerhalb einer Spanne von 8 bis 14 V. Die Stromversorgungssteuervorrichtung **10** weist ferner zum Beispiel einen nicht gezeigten Regler auf. In diesem Fall erzeugt der Regler eine konstante Spannung aus der von der Batterie **11** ausgegebenen Spannung und legt die erzeugte Spannung an die Stromschaltung **21** an.

[0032] Die Stromschaltung **21** nimmt den Strom von dem Drain des Halbleiterschalers **20** über den Widerstand **Rc** und die Diode **D1** auf. Wenn die Stromschaltung **21** zum Beispiel dadurch geerdet ist, dass sie mit der leitfähigen Karosserie des Fahrzeugs verbunden ist, dann fließt der von der Stromschaltung **21** aufgenommene Strom zur Fahrzeugkarosserie. Ein Stromwert **Ic** des von der Stromschaltung **21** aufgenommenen Stroms wird mit zunehmender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalers **20** größer. Der Stromwert **Ic** fluktuiert außerdem selbst dann kaum, wenn die Drainspannung des Halbleiterschalers **20**, das heißt die Ausgangsspannung **Vs** der Batterie **11**, fluktuiert. Wenn die Umgebungstemperatur des Halbleiterschalers **20** konstant ist, dann ist der Stromwert **Ic** ungeachtet der Drainspannung des Halbleiterschalers **20** konstant oder ungefähr konstant.

[0033] Der Komparator **22** gibt an seinem Ausgangsanschluss eine High-Pegel-Spannung an den einen der Eingangsanschlüsse der ODER-Schaltung **23** aus, wenn die Spannung an seinem Plusanschluss bezogen auf das Erdungspotenzial größer als oder gleich groß wie die Spannung an seinem Minusanschluss bezogen auf das Erdungspotenzial ist. Außerdem gibt der Komparator **22** an seinem Ausgangsanschluss eine Low-Pegel-Spannung an den einen der Eingangsanschlüsse der ODER-Schaltung **23** aus, wenn die Spannung an seinem Plusanschluss bezogen auf das Erdungspotenzial kleiner als die Spannung an seinem Minusanschluss bezogen auf das Erdungspotenzial ist.

[0034] Wenn das Steuersignal auf einer Low-Pegel-Spannung liegt oder wenn der Zeitraum ab dem Wechsel der Spannung des Steuersignals von einer Low-Pegel-Spannung zu einer High-Pegel-Span-

nung, über den das Steuersignal auf einer High-Pegel-Spannung liegt, kürzer als ein vorbestimmter Zeitraum ist, dann gibt die Verzögerungsschaltung **25** an ihrem Ausgangsanschluss eine Low-Pegel-Spannung an den Eingangsanschluss des Negators **24** aus. Wenn der Zeitraum über den das Steuersignal seit dem Wechsel der Spannung des Steuersignals von einer Low-Pegel-Spannung zu einer High-Pegel-Spannung auf einer High-Pegel-Spannung liegt, länger als oder gleich lang wie der vorbestimmte Zeitraum ist, dann gibt die Verzögerungsschaltung **25** an ihrem Ausgangsanschluss eine High-Pegel-Spannung an den Eingangsanschluss des Negators **24** aus.

[0035] Wenn die Verzögerungsschaltung **25** eine High-Pegel-Spannung ausgibt, gibt der Negator **24** an seinem Ausgangsanschluss eine Low-Pegel-Spannung an den anderen der Eingangsanschlüsse der ODER-Schaltung **23** aus. Wenn die Verzögerungsschaltung **25** eine Low-Pegel-Spannung ausgibt, gibt der Negator **24** an seinem Ausgangsanschluss eine High-Pegel-Spannung an den anderen der Eingangsanschlüsse der ODER-Schaltung **23** aus.

[0036] Wenn der Komparator **22** oder der Negator **24** eine High-Pegel-Spannung ausgibt, gibt die ODER-Schaltung **23** an ihrem Ausgangsanschluss eine High-Pegel-Spannung an den einen der Eingangsanschlüsse der UND-Schaltung **26** aus. Wenn sowohl der Komparator **22** als auch der Negator **24** eine Low-Pegel-Spannung ausgeben, gibt die ODER-Schaltung **23** an ihrem Ausgangsanschluss eine Low-Pegel-Spannung an den einen der Eingangsanschlüsse der UND-Schaltung **26** aus.

[0037] Wenn das Steuersignal auf einer High-Pegel-Spannung liegt und die ODER-Schaltung **23** eine High-Pegel-Spannung ausgibt, gibt die UND-Schaltung **26** an ihrem Ausgangsanschluss eine High-Pegel-Spannung an den Eingangsanschluss der Ansteuerschaltung **27** aus. Wenn das Steuersignal auf einer Low-Pegel-Spannung liegt oder die ODER-Schaltung **23** eine Low-Pegel-Spannung ausgibt, gibt die UND-Schaltung **26** an ihrem Ausgangsanschluss eine Low-Pegel-Spannung an den Eingangsanschluss der Ansteuerschaltung **27** aus.

[0038] Wenn die UND-Schaltung **26** eine High-Pegel-Spannung ausgibt, erhöht die Ansteuerschaltung **27** die Gatespannung des Halbleiterschalters **20** und schaltet den Halbleiterschalter **20** ein. Wenn die UND-Schaltung **26** eine Low-Pegel-Spannung ausgibt, senkt die Ansteuerschaltung **27** die Gatespannung des Halbleiterschalters **20** und schaltet den Halbleiterschalter **20** aus.

[0039] Wenn der Halbleiterschalter **20** eingeschaltet ist, wird die Last **12** von der Batterie **11** über den

Halbleiterschalter **20** mit Strom versorgt und ist in Betrieb. Wenn der Halbleiterschalter **20** ausgeschaltet ist, wird die Stromversorgung von der Batterie **11** über den Halbleiterschalter **20** zur Last **12** gestoppt, und die Last **12** stoppt den Betrieb. Bei der Stromversorgungssteuervorrichtung **10** wird eine Stromversorgung über den Halbleiterschalter **20** gesteuert, indem die Ansteuerschaltung **27** den Halbleiterschalter **20** ein- bzw. ausschaltet. Wenn der Halbleiterschalter **20** eingeschaltet ist, fließt Strom von der positiven Elektrode der Batterie **11** erst über den Drain und dann über die Source des Halbleiterschalters **20**. Demgemäß dient der Drain des Halbleiterschalters **20** als Stromeingangsanschluss, und die Source des Halbleiterschalters **20** dient als Stromausgangsanschluss.

[0040] Fig. 2 ist ein Zeitablaufdiagramm, das den Betrieb der Stromversorgungssteuervorrichtung **10** veranschaulicht. In Fig. 2 sind der Graph der Spannung des Steuersignals und die Graphen der jeweils von der UND-Schaltung **26**, der Verzögerungsschaltung **25**, dem Komparator **22** und der ODER-Schaltung **23** ausgegebenen Spannung gezeigt. In allen in Fig. 2 gezeigten Graphen stellt die waagrechte Achse die Zeit dar. In Fig. 2 sind High-Pegel-Spannungen mit „H“ und Low-Pegel-Spannungen mit „L“ bezeichnet.

[0041] Wenn das Steuersignal auf einer Low-Pegel-Spannung liegt, gibt die UND-Schaltung **26** ungeachtet der von der ODER-Schaltung **23** ausgegebenen Spannung eine Low-Pegel-Spannung aus. Aus diesem Grund schaltet die Ansteuerschaltung **27** den Halbleiterschalter **20** aus. Wie vorstehend erwähnt wurde, gibt die Verzögerungsschaltung **25** außerdem eine Low-Pegel-Spannung aus, wenn das Steuersignal auf einer Low-Pegel-Spannung liegt; der Negator **24** gibt dann eine High-Pegel-Spannung aus. Wenn der Negator **24** eine High-Pegel-Spannung ausgibt, gibt die ODER-Schaltung **23** ungeachtet der vom Komparator **22** ausgegebenen Spannung eine High-Pegel-Spannung aus.

[0042] Es sei angemerkt, dass der Komparator **22** eine Low-Pegel-Spannung ausgibt, wenn das Steuersignal auf einer Low-Pegel-Spannung liegt, das heißt, wenn der Halbleiterschalter **20** ausgeschaltet ist. Wenn der Halbleiterschalter **20** ausgeschaltet ist, beträgt die Spannung am Plusanschluss des Komparators **22** ungefähr null Volt. Da in der Stromschaltung **21** keine Stromquelle bereitgestellt ist und weiterhin ein Strom über den Widerstand **R_c** fließt, übersteigt die Spannung am Minusanschluss des Komparators **22** außerdem null Volt. Wenn der Halbleiterschalter **20** ausgeschaltet ist, ist daher die Spannung am Plusanschluss des Komparators **22** kleiner als die Spannung am Minusanschluss des Komparators **22**, und der Komparator **22** gibt eine Low-Pegel-Spannung aus.

[0043] Wenn die Spannung des Steuersignals von einer Low-Pegel-Spannung zu einer High-Pegel-Spannung wechselt, gibt die Verzögerungsschaltung **25** ab dem Wechsel der Spannung des Steuersignals und bis zum Ablauf eines vorbestimmten Zeitraums fortgesetzt eine Low-Pegel-Spannung aus. Wie vorstehend erwähnt wurde, gibt die ODER-Schaltung **23** ungeachtet der vom Komparator **22** ausgegebenen Spannung eine High-Pegel-Spannung aus, wenn die Verzögerungsschaltung **25** eine Low-Pegel-Spannung ausgibt. Aus diesem Grund gibt die ODER-Schaltung **23** ab dem Wechsel der Spannung des Steuersignals von einer Low-Pegel-Spannung zu einer High-Pegel-Spannung bis zum Ablauf des vorbestimmten Zeitraums eine High-Pegel-Spannung aus.

[0044] Wenn das Steuersignal von einer Low-Pegel-Spannung zu einer High-Pegel-Spannung wechselt, gibt demgemäß, da die ODER-Schaltung **23** eine High-Pegel-Spannung ausgibt, die UND-Schaltung **26** eine High-Pegel-Spannung aus, und die Ansteuerschaltung **27** schaltet den Halbleiterschalter **20** ein. Als Ergebnis beginnt die Stromversorgung der Last **12** von der Batterie **11** über den Halbleiterschalter **20**.

[0045] Die Spannung am Plusanschluss des Komparators **22** ist die Sourcespannung des Halbleiterschalters **20** bezogen auf das Erdungspotenzial und sie ist eine Spannung, die sich durch Subtraktion einer Drainspannung V_{ds} des Halbleiterschalters **20** bezogen auf das Sourcepotenzial des Halbleiterschalters **20** von der Ausgangsspannung V_s der Batterie **11** ergibt. Diese Spannung ist gegeben durch „ $V_s - V_{ds}$ “. Die Spannung am Minusanschluss des Komparators **22** ist die Spannung am anderen Ende des Widerstands **Rc** bezogen auf das Erdungspotenzial, und sie ist eine Spannung, die sich durch Subtraktion des Produkts aus dem Stromwert I_c des von der Stromschaltung **21** aufgenommenen Stroms und dem Widerstandswert r_c des Widerstands **Rc** von der Ausgangsspannung V_s der Batterie **11** ergibt. Diese Spannung ist gegeben durch „ $V_s - r_c \cdot I_c$ “. Das Zeichen „ \cdot “ steht hier für eine Multiplikation.

[0046] Wenn die Bedingung „ $V_s - V_{ds} \geq V_s - r_c \cdot I_c$ “ erfüllt ist, das heißt, wenn die Bedingung „ $V_{ds} \leq r_c \cdot I_c$ “ erfüllt ist, dann gibt der Komparator **22** eine High-Pegel-Spannung aus. Wenn hingegen die Bedingung „ $V_s - V_{ds} < V_s - r_c \cdot I_c$ “ erfüllt ist, das heißt, wenn die Bedingung „ $V_{ds} > r_c \cdot I_c$ “ erfüllt ist, dann gibt der Komparator **22** eine Low-Pegel-Spannung aus.

[0047] Die Spannung V_{ds} ist das Produkt aus einem Stromwert I_a des über den Halbleiterschalter **20** und die Last **12** fließenden Stroms und einem Einschaltwiderstandswert r_{on} des Halbleiterschalters **20**; sie ist gegeben durch $r_{on} \cdot I_a$. Der Strom V_{ds} nimmt mit zunehmendem Stromwert I_a des über den Halbleiterschalter **20** fließenden Stroms zu. Wenn der

Stromwert I_a bei eingeschaltetem Halbleiterschalter **20** normal ist, dann sind der Widerstandswert r_c des Widerstands **Rc** und der Stromwert I_c des von der Stromschaltung **21** aufgenommenen Stroms derart gewählt, dass die Bedingung $V_{ds} \leq r_c \cdot I_c$ erfüllt ist.

[0048] Wenn die Spannung des Steuersignals von einer Low-Pegel-Spannung zu einer High-Pegel-Spannung wechselt, während der Stromwert I_a normal ist, wechselt die Spannung, die der Komparator **22** ausgibt, ab dem Zeitpunkt des Wechsels der Spannung des Steuersignals bis zum Ablauf des vorbestimmten Zeitraums - das heißt, während die Verzögerungsschaltung **25** eine Low-Pegel-Spannung ausgibt - von einer Low-Pegel-Spannung auf eine High-Pegel-Spannung. Danach gibt der Komparator **22**, solange der Halbleiterschalter **20** eingeschaltet ist und der Stromwert I_a normal ist, fortgesetzt eine High-Pegel-Spannung aus. Wenn der Komparator **22** eine High-Pegel-Spannung ausgibt, gibt die ODER-Schaltung **23** ungeachtet der von der Verzögerungsschaltung **25** ausgegebenen Spannung eine High-Pegel-Spannung aus.

[0049] Wie vorstehend erwähnt wurde, schaltet die Verzögerungsschaltung **25** die an den Eingangsanschluss des Negators **24** ausgegebene Spannung von einer Low-Pegel-Spannung auf eine High-Pegel-Spannung um, wenn der vorbestimmte Zeitraum ab dem Wechsel der Spannung des Steuersignals von einer Low-Pegel-Spannung zu einer High-Pegel-Spannung abgelaufen ist. Wenn der Stromwert I_a normal ist, gibt die ODER-Schaltung **23** jedoch fortgesetzt eine High-Pegel-Spannung aus, da der Komparator **22** eine High-Pegel-Spannung ausgibt, während die Verzögerungsschaltung **25** eine High-Pegel-Spannung ausgibt. Solange der Stromwert I_a des bei eingeschaltetem Halbleiterschalter über den Halbleiterschalter **20** fließenden Stroms normal ist, wechselt daher die von der ODER-Schaltung **23** ausgegebene Spannung nicht aufgrund eines Wechsels der Spannung des Steuersignals von einer Low-Pegel-Spannung zu einer High-Pegel-Spannung auf eine Low-Pegel-Spannung.

[0050] Wenn die Spannung des Steuersignals von einer High-Pegel-Spannung zu einer Low-Pegel-Spannung wechselt, gibt die UND-Schaltung **26** ungeachtet der von der ODER-Schaltung **23** ausgegebenen Spannung eine Low-Pegel-Spannung aus, und die Ansteuerschaltung **27** schaltet den Halbleiterschalter **20** aus. Wenn der Halbleiterschalter **20** ausgeschaltet wurde, gibt der Komparator **22**, wie vorstehend erwähnt wurde, eine Low-Pegel-Spannung aus.

[0051] Wenn die Spannung des Steuersignals von einer High-Pegel-Spannung zu einer Low-Pegel-Spannung wechselt, schaltet die Verzögerungsschaltung **25** die an den Negator **24** ausgegebene Spannung von einer High-Pegel-Spannung auf eine Low-

Pegel-Spannung um, bevor die vom Komparator **22** ausgegebene Spannung von einer High-Pegel-Spannung zu einer Low-Pegel-Spannung wechselt. Da die Verzögerungsschaltung **25** zum Zeitpunkt des Umschaltens des Komparators **22** von einer High-Pegel-Spannung auf eine Low-Pegel-Spannung eine Low-Pegel-Spannung ausgibt, gibt die ODER-Schaltung **23** daher fortgesetzt eine High-Pegel-Spannung aus. Die von der ODER-Schaltung **23** ausgegebene Spannung wechselt demgemäß nicht auf eine Low-Pegel-Spannung, wenn die Spannung des Steuersignals von einer High-Pegel-Spannung zu einer Low-Pegel-Spannung wechselt.

[0052] Die ODER-Schaltung **23** gibt somit fortgesetzt eine High-Pegel-Spannung aus, solange der Stromwert **Ia** des über den Halbleiterschalter **20** fließenden Stroms normal ist. Solange der Stromwert **Ia** normal ist, wechseln die jeweiligen von der UND-Schaltung **26**, der Verzögerungsschaltung **25**, dem Komparator **22** und der ODER-Schaltung **23** ausgegebenen Spannungen, wie vorstehend erwähnt, abhängig von der Spannung des Steuersignals. Solange der Stromwert **Ia** normal ist, ist der Halbleiterschalter **20** eingeschaltet, wenn das Steuersignal auf einer High-Pegel-Spannung liegt, und ausgeschaltet, wenn das Steuersignal auf einer Low-Pegel-Spannung liegt.

[0053] Die Verzögerungsschaltung **25** wird zum Beispiel durch einen Widerstand, einen Kondensator und eine Diode gebildet. Der Eingangsanschluss des Negators **24** und ein Ende des Kondensators sind zum Beispiel mit einem Ende des Widerstands verbunden, und das andere Ende des Kondensators ist geerdet. Die Anode der Diode ist mit dem einen Ende des Widerstands verbunden, ihre Kathode mit seinem anderen Ende. Das Steuersignal wird an das andere Ende des Widerstands eingegeben. Wenn die Spannung des Steuersignals von einer Low-Pegel-Spannung zu einer High-Pegel-Spannung wechselt, fließt ein Strom über den Widerstand in den Kondensator. So wird der Kondensator allmählich geladen und die am Kondensator abfallende Spannung nimmt allmählich zu. Wenn der vorbestimmte Zeitraum ab dem Wechsel der Spannung des Steuersignals abgelaufen ist, ist die am Kondensator abfallende Spannung größer als oder gleich groß wie eine gewisse Spannung, und die von der Verzögerungsschaltung **25** ausgegebene Spannung wechselt von einer Low-Pegel-Spannung zu einer High-Pegel-Spannung. Wenn die Spannung des Steuersignals von einer High-Pegel-Spannung zu einer Low-Pegel-Spannung wechselt, fließt außerdem ein Strom aus dem Kondensator über die Diode. Als Ergebnis entlädt sich der Kondensator rasch, und die am Kondensator abfallende Spannung sinkt sofort auf eine Spannung, die kleiner ist als die gewisse Spannung. Wenn die Spannung des Steuersignals von einer High-Pegel-Spannung zu einer Low-Pegel-Spannung wech-

selt, wechselt die von der Verzögerungsschaltung **25** ausgegebene Spannung demgemäß sofort von einer High-Pegel-Spannung zu einer Low-Pegel-Spannung.

[0054] Wenn seit dem Wechsel der Spannung des Steuersignals von einer Low-Pegel-Spannung auf eine High-Pegel-Spannung der vorbestimmte Zeitraum abgelaufen ist, geben die UND-Schaltung **26**, die Verzögerungsschaltung **25**, der Komparator **22** und die ODER-Schaltung **23** eine High-Pegel-Spannung aus, wenn der Stromwert **Ia** normal ist.

[0055] Wenn in einem Zustand, bei welchem das Steuersignal auf einer High-Pegel-Spannung liegt und der Halbleiterschalter **20** eingeschaltet ist, der Stromwert **Ia** zunimmt und die Bedingung $V_{ds} > r_c \cdot I_c$ erfüllt wird, dann wechselt die von dem Komparator **22** ausgegebene Spannung von einer High-Pegel-Spannung zu einer Low-Pegel-Spannung. Da die Verzögerungsschaltung **25** eine High-Pegel-Spannung ausgibt, empfangen nun beide Eingangsanschlüsse der ODER-Schaltung **23** eine Low-Pegel-Spannung und die von der ODER-Schaltung **23** ausgegebene Spannung wechselt von einer High-Pegel-Spannung zu einer Low-Pegel-Spannung. Wenn die ODER-Schaltung **23** eine Low-Pegel-Spannung ausgibt, gibt die UND-Schaltung **26** ungeachtet der Spannung des Steuersignals eine Low-Pegel-Spannung aus, und die Ansteuerschaltung **27** schaltet den Halbleiterschalter **20** aus.

[0056] Wenn in einem Zustand, bei welchem das Steuersignal auf einer High-Pegel-Spannung liegt und der Halbleiterschalter **20** eingeschaltet ist, die Bedingung $V_{ds} > r_c \cdot I_c$ erfüllt wird, schaltet die Ansteuerschaltung **27**, wie vorstehend erwähnt wurde, ungeachtet der Spannung des Steuersignals den Halbleiterschalter **20** aus. Der Stromfluss von der Batterie **11** zur Last **12** wird so ungeachtet der Spannung des Steuersignals zwangsweise unterbrochen. Die Ansteuerschaltung **27** dient als Schalteinheit.

[0057] Wenn der Halbleiterschalter **20** ausgeschaltet ist, gibt der Komparator **22**, wie vorstehend erwähnt wurde, eine Low-Pegel-Spannung aus. Der Komparator **22** gibt daher nach dem zwangsweisen Unterbrechen des Stroms fortgesetzt eine Low-Pegel-Spannung aus. Nach dem zwangsweisen Unterbrechen des Stroms gibt die Verzögerungsschaltung **25**, solange das Steuersignal auf einer High-Pegel-Spannung liegt, eine High-Pegel-Spannung aus, und die ODER-Schaltung **23** gibt eine Low-Pegel-Spannung aus. Wenn die Spannung des Steuersignals von einer High-Pegel-Spannung zu einer Low-Pegel-Spannung wechselt, gibt die Verzögerungsschaltung **25** eine Low-Pegel-Spannung aus, und die ODER-Schaltung **23** gibt somit eine High-Pegel-Spannung aus. Aus diesem Grund wird die ungeachtet der Spannung des Steuersignals durchgeführ-

te zwangsweise Unterbrechung des Stroms aufgehoben. Nach dem Aufheben der zwangsweisen Unterbrechung wird der Halbleiterschalter **20** basierend auf der Spannung des Steuersignals ein- und ausgeschaltet, bis der Strom erneut zwangsweise unterbrochen wird.

[0058] Wie vorstehend erwähnt wurde, wird bei der Stromversorgungssteuervorrichtung **10** der Halbleiterschalter **20** ausgeschaltet, wenn bei eingeschaltetem Halbleiterschalter **20** die Bedingung $V_{ds} > r_c \cdot I_c$ erfüllt ist. Wie vorstehend erwähnt wurde, ist die Spannung V_{ds} die Spannung zwischen Drain und Source des Halbleiterschalters **20**, der Widerstandswert r_c ist der Widerstandswert des Widerstands **Rc**, und der Stromwert I_c ist der Stromwert des von der Stromschaltung **21** aufgenommenen Stroms. Außerdem ist die Spannung V_{ds} , wie zuvor erwähnt wurde, durch das Produkt aus dem Stromwert I_a des über den Halbleiterschalter **20** fließenden Stroms und dem Einschaltwiderstandswert r_{on} des Halbleiterschalters **20** gegeben. Das Erfüllen von $V_{ds} > r_c \cdot I_c$ entspricht demgemäß dem Erfüllen von $I_a > r_c \cdot I_c / r_{on}$. Eine Schwelle I_{th} des Stromwerts I_a ist durch die folgende Gleichung (1) gegeben.

$$I_{th} = r_c \cdot I_c / r_{on} \quad (1)$$

Wenn der Stromwert I_a bei eingeschaltetem Halbleiterschalter **20** die Schwelle I_{th} übersteigt, dann wird der Halbleiterschalter **20** ausgeschaltet.

[0059] Der Einschaltwiderstandswert r_{on} des Halbleiterschalters **20** nimmt bei steigender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** zu und bei fallender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** ab. Ähnlich wie der Einschaltwiderstandswert r_{on} des Halbleiterschalters **20** nimmt auch der Stromwert I_c des von der Stromschaltung **21** aufgenommenen Stroms bei steigender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** zu und bei fallender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** ab.

[0060] Wie vorstehend erwähnt wurde, fluktuiert der Stromwert I_c abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** in die gleiche Richtung wie die Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts r_{on} . Der Widerstand r_c ist außerdem ungeachtet der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** ungefähr konstant. Die durch Gleichung (1) ausgedrückte Schwelle I_{th} des Stromwerts I_a ist daher ungeachtet der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** ungefähr konstant.

[0061] Wenn die Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** konstant ist, dann ist der Stromwert I_c , wie vorstehend erwähnt wurde, ungeachtet der Drainspannung des Halbleiterschalters **20** konstant oder ungefähr konstant. Auch die Widerstandswerte r_c und r_{on} sind ungeachtet der Drainspannung des

Halbleiterschalters **20** konstant oder ungefähr konstant. Die Schwelle I_{th} des Stromwerts I_a ist daher ungeachtet der Drainspannung des Halbleiterschalters **20**, das heißt der Ausgangsspannung V_s der Batterie **11**, konstant oder ungefähr konstant.

[0062] Im Folgenden wird beschrieben, warum der Stromwert I_a abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** in die gleiche Richtung fluktuiert wie die Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts r_{on} und warum der Stromwert I_a nicht bzw. kaum abhängig von der Drainspannung des Halbleiterschalters **20** fluktuiert. **Fig. 3** ist ein Schalt diagramm der Stromschaltung **21**. Die Stromschaltung **21** weist einen Transistor **30**, ein Widerstandselement **31** und Widerstände **Rb1** und **Rb2** auf. Das Widerstandselement **31** umfasst einen Thermistor **40** und Widerstände **Re1** und **Re2**. Der Transistor **30** ist ein npn-Bipolartransistor.

[0063] Der Kollektor des Transistors **30** ist mit der Kathode der Diode **D1** verbunden. Der Kollektor des Transistors **30** ist demgemäß über die Diode **D1** mit dem anderen Ende des Widerstands **Rc** verbunden. Der Emitter des Transistors **30** ist mit jeweils einem Ende der Widerstände **Re1** und **Re2** des Widerstandselements **31** verbunden. Diese Enden der Widerstände **Re1** und **Re2** entsprechen einem Ende des Widerstandselements **31**. In dem Widerstandselement **31** ist das andere Ende des Widerstands **Re2** mit einem Ende des Thermistors **40** verbunden. Die anderen Enden des Thermistors **40** und des Widerstands **Re1** entsprechen dem anderen Ende des Widerstandselements **31** und sind geerdet. In dem Widerstandselement **31** ist so die Reihenschaltung aus dem Widerstand **Re2** und dem Thermistor **40** parallel zum Widerstand **Re1** geschaltet. Der Widerstand **Re1** dient als zweiter Widerstand, und der Widerstand **Re2** dient als dritter Widerstand.

[0064] Die Basis des Transistors **30** ist mit jeweils einem Ende der Widerstände **Rb1** und **Rb2** verbunden. Eine Spannung liegt an dem anderen Ende des Widerstands **Rb1** an. Wie vorstehend erwähnt wurde, ist diese Spannung V_{cc} konstant. Das andere Ende des Widerstands **Rb2** ist geerdet. Bei dem Transistor **30** wird der Widerstand zwischen Kollektor und Emitter derart angepasst, dass die Spannung zwischen Basis und Emitter eine Spannung V_{be} - zum Beispiel 0,7 V - ist. Bei dem Transistor **30** dient der Kollektor als erster Anschluss, die Basis als zweiter Anschluss und der Emitter als dritter Anschluss.

[0065] Die Widerstände **Rb1** und **Rb2** teilen die am anderen Ende des Widerstands **Rb1** anliegende Spannung; die geteilte Spannung liegt an der Basis des Transistors **30** an. Die Basisspannung V_b des Transistors **30** bezogen auf das Erdungspotenzial ist eine von den Widerständen **Rb1** und **Rb2** geteilte Spannung. Die Spannung V_b lässt sich unter Ver-

wendung der Spannung V_{cc} , des Widerstandswerts **rb1** des Widerstands **Rb1** und des Widerstandswerts **rb2** des Widerstands **Rb2** wie folgt ausdrücken:

$$V_b = V_{cc} \cdot r_{b2} / (r_{b1} + r_{b2})$$

Die Widerstandswerte **rb1** und **rb2** sind konstant. Außerdem ist, wie vorstehend erwähnt wurde, die am anderen Ende des Widerstands **Rb1** anliegende Spannung **Vcc** auch konstant. Demgemäß ist die Spannung **Vb** auch konstant.

[0066] Der aus dem Drain des Halbleiterschalters **20** über den Widerstand **Rc** aufgenommene Strom fließt über Kollektor und Emitter des Transistors **30**. Außerdem fließt ein Strom über den Widerstand **Rb1** zur Basis des Transistors **30**. Die zu Kollektor und Basis des Transistors **30** fließenden Ströme fließen über das Widerstandselement **31**.

[0067] Da die Spannung **Vb** konstant ist, passt der Transistor **30**, wie vorstehend erwähnt wurde, den Widerstand zwischen seinem Kollektor und seinem Emitter, das heißt, den Stromwert **Ic** des von der Stromschaltung **21** aufgenommenen Stroms, derart an, dass seine Emitterspannung $V_b - V_{be}$ beträgt.

[0068] Der über die Basis des Transistors **30** fließende Strom lässt sich unter Verwendung einer Konstante **hfe** ausdrücken als I_c / h_{fe} . Der über das Widerstandselement **31** fließende Strom lässt sich demgemäß ausdrücken als $(1 + h_{fe}) \cdot I_c / h_{fe}$. Die Emitterspannung des Transistors **30** bezogen auf das Erdungspotenzial ist durch das Produkt aus dem über das Widerstandselement **31** fließenden Strom und dem Widerstandswert **ra** des Widerstandselements **31** gegeben. Der Transistor **30** passt demgemäß den Stromwert **Ic** derart an, dass $V_b - V_{be} = (1 + h_{fe}) \cdot r_a \cdot I_c / h_{fe}$ erfüllt ist. Für den Stromwert **Ic** ist daher die folgende Gleichung (2) erfüllt.

$$I_c = (V_b - V_{be}) \cdot h_{fe} / ((1 + h_{fe}) \cdot r_a) \quad (2)$$

[0069] Die Spannungen **Vb** und **Vbe**, die Konstante **hfe** und der Widerstandswert **ra** fluktuieren nicht bzw. kaum abhängig von der Drainspannung des Halbleiterschalters **20** bzw. von der Ausgangsspannung **Vs** der Batterie **11**. Daher fluktuiert der Stromwert **Ic** des von der Stromschaltung **21** aufgenommenen Stroms nicht bzw. kaum in Abhängigkeit von der Drainspannung des Halbleiterschalters **20**. Der Widerstandswert **rc** des Widerstands **Rc** und der Einschaltwiderstandswert **ron** des Halbleiterschalters **20** fluktuieren nicht bzw. kaum in Abhängigkeit von der Drainspannung des Halbleiterschalters **20**. Die Schwelle **Ith**, dargestellt durch $r_c \cdot I_c / r_{on}$, fluktuiert demgemäß nicht bzw. kaum in Abhängigkeit von der Drainspannung des Halbleiterschalters **20**.

[0070] Der Stromwert **Ic** fluktuiert hingegen abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** in die gleiche Richtung wie die Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts **ron** des Halbleiterschalters **20**. **Fig. 4** ist ein Diagramm, das die Temperaturabhängigkeit des von der Stromschaltung **21** aufgenommenen Stromwerts **Ic** veranschaulicht. **Fig. 4** zeigt den Zusammenhang zwischen dem Widerstandswert **ra** des Widerstandselements **31** und der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** und den Zusammenhang zwischen dem Stromwert **Ic** und der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20**. In allen in **Fig. 4** gezeigten Graphen zeigt die waagrechte Achse die Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20**. Der Widerstandswert **ra** des Widerstandselements **31** lässt sich unter Verwendung des Widerstandswerts **rth** des Thermistors **40**, des Widerstandswerts **re1** des Widerstands **Re1** und des Widerstandswerts **re2** des Widerstands **Re2** durch die folgende Gleichung (3) ausdrücken.

$$r_a = r_{e1} \cdot (r_{e2} + r_{th}) / (r_{e1} + r_{e2} + r_{th}) \quad (3)$$

[0071] Der Widerstandswert **rth** des Thermistors **40** nimmt bei steigender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** ab und bei fallender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** zu. Der Widerstandswert **rth** fluktuiert demgemäß abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** in die zur Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts **ron** des Halbleiterschalters **20** entgegengesetzte Richtung. Wenn der Widerstandswert **rth** null Ohm beträgt, lässt sich der Widerstandswert **ra** ausdrücken als $r_{e1} \cdot r_{e2} / (r_{e1} + r_{e2})$ und ist am kleinsten. Dieser Wert ist der Gesamtwiderstandswert der Parallelschaltung der Widerstände **Re1** und **Re2**. Wenn der Widerstandswert **rth** unendlich groß ist, stimmt der Widerstandswert **ra** mit dem Widerstandswert **re1** überein und ist am größten.

[0072] Wenn die Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** niedrig ist, ist der Widerstandswert **rth** groß, und der durch Gleichung (3) ausgedrückte Widerstandswert **ra** ist ebenfalls groß. Wenn der Widerstandswert **ra** groß ist, dann ist, wie in Gleichung (2) gezeigt ist, der Stromwert **Ia** des von der Stromschaltung **21** aufgenommenen Stroms groß. Bei fallender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** nähert sich der Widerstandswert **ra** dem Widerstandswert **re1** an.

[0073] Wie vorstehend erwähnt wurde, nimmt der Einschaltwiderstandswert **ron** des Halbleiterschalters **20** bei steigender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** zu und bei fallender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** ab. Der Widerstandswert **rth** des Thermistors **40** fluktuiert abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiter-

schalters **20** in die zur Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts r_{on} entgegengesetzte Richtung. Aus diesem Grund fluktuiert der Widerstandswert r_a des Widerstandselements **31** abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** auch in die zur Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts r_{on} entgegengesetzte Richtung.

[0074] Wenn die Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** hoch ist, ist der Widerstandswert r_{th} klein und der durch Gleichung (3) ausgedrückte Widerstandswert r_a ist ebenfalls klein. Wenn der Widerstandswert r_a klein ist, dann ist, wie in Gleichung (2) gezeigt ist, der Stromwert I_a des von der Stromschaltung **21** aufgenommenen Stroms groß. Bei steigender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** nähert sich der Widerstandswert r_a dem Wert $r_{e1} \cdot r_{e2} / (r_{e1} + r_{e2})$ an.

[0075] Wie vorstehend erwähnt wurde, nimmt der Einschaltwiderstandswert r_{on} des Halbleiterschalters **20** bei steigender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** zu und bei fallender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** ab. Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, fluktuiert der Widerstandswert r_a des Widerstandselements **31** abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** in die zur Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts r_{on} entgegengesetzte Richtung. Der Stromwert I_c des über den Halbleiterschalter **20** fließenden Stroms fluktuiert aus diesem Grund, wie in **Fig. 4** gezeigt ist, abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** in die gleiche Richtung wie die Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts r_{on} .

[0076] Die Obergrenze des Stromwerts I_c ist der Stromwert I_c , der durch Einsetzen von $r_{e1} \cdot r_{e2} / (r_{e1} + r_{e2})$ für den Widerstandswert r_a in Gleichung (2) erhalten wird. Die Untergrenze des Stromwerts I_c ist der Stromwert I_c , der durch Einsetzen von r_{e1} für den Widerstandswert r_a in Gleichung (2) erhalten wird.

[0077] **Fig. 5** ist ein Diagramm, das die Temperaturabhängigkeit der Schwelle I_{th} veranschaulicht. **Fig. 5** zeigt den Zusammenhang zwischen dem Stromwert I_c und der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20**, den Zusammenhang zwischen dem Widerstandswert r_{on} und der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** sowie den Zusammenhang zwischen der Schwelle I_{th} und der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20**. In allen in **Fig. 5** gezeigten Graphen zeigt die waagrechte Achse die Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20**. Wie vorstehend erwähnt wurde, ist die Schwelle I_{th} die Schwelle des Stromwerts I_a des über den Halbleiterschalter **20** fließenden Stroms. Der Stromwert I_c ist der Stromwert des von der Stromschaltung **21** aufgenommenen Stroms. Der Widerstands-

wert r_{on} ist der Einschaltwiderstandswert des Halbleiterschalters **20**.

[0078] Wie vorstehend erwähnt wurde, nimmt der Stromwert I_c bei steigender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** zu. Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, stimmt in einem Fall, bei dem die Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt, die Form des Graphen (der Auftragung) des Stromwerts I_c über der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** im Wesentlichen mit der Form des Graphen des Widerstandswerts r_{on} über der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** überein. Anders ausgedrückt ist das Verhältnis von Stromwert I_c zu Widerstandswert r_{on} ungefähr konstant, wenn die Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** innerhalb des vorbestimmten Bereichs liegt.

[0079] Wie vorstehend erwähnt wurde, fluktuiert der Widerstandswert r_c des Widerstands **Rc** kaum in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20**. Wenn die Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** innerhalb des vorbestimmten Bereichs liegt, ist die durch Gleichung (1) ausgedrückte Schwelle I_{th} daher ungeachtet der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** ungefähr konstant. Angenommen, die Schwelle I_{th} betrage zum Beispiel ungefähr 10 A, wenn die Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** innerhalb des vorbestimmten Bereichs liegt. Solange die Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** innerhalb des vorbestimmten Bereichs liegt, schaltet sich dann der Halbleiterschalter **20** aus, wenn der über den Halbleiterschalter **20** fließende Stromwert I_a ungefähr 10 A übersteigt.

[0080] Der vorbestimmte Bereich ist ein erwarteter Bereich der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20**. Die Spannungen V_b und V_{be} , die Konstante h_{fe} , die Widerstände r_{e1} und r_{e2} und die Temperaturkennlinie des Widerstands r_{th} sind in diesem Bereich derart gewählt, dass der Stromwert I_c bezüglich der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** auf die gleiche Weise fluktuiert wie der Einschaltwiderstandswert r_{on} .

[0081] Da bei der Stromversorgungssteuervorrichtung **10** der über den Halbleiterschalter **20** fließende Stromwert I_a nicht berechnet werden muss, kann der Halbleiterschalter **20** sofort ausgeschaltet werden, wenn der Stromwert I_a die Schwelle I_{th} übersteigt. Die Herstellung der Stromversorgungssteuervorrichtung **10** ist demgemäß kostengünstig.

Zweite Ausführungsform

[0082] In der ersten Ausführungsform ist es hinreichend, dass der Widerstandswert r_a des Widerstandselements **31** abhängig von der Umgebungs-

temperatur des Halbleiterschalters **20** in die zur Fluktuationsrichtung des Halbleiterschalters **20** entgegengesetzte Richtung fluktuiert. Aus diesem Grund ist die Ausgestaltung des Widerstandselements **31** nicht auf die Ausgestaltung beschränkt, bei welcher die Reihenschaltung aus dem Widerstand **Re2** und dem Thermistor **40** parallel zum Widerstand **Re1** geschaltet ist. Nachfolgend wird eine zweite Ausführungsform anhand von Unterschieden zur ersten Ausführungsform beschrieben. Nachstehend nicht beschriebene Ausgestaltungen gleichen jenen der ersten Ausführungsform; Komponenten, die jenen in der ersten Ausführungsform gleichen, tragen somit gleiche Bezugszeichen und auf ihre redundante Beschreibung wird verzichtet.

[0083] Fig. 6 ist ein Schalt diagramm einer Stromschaltung **21** gemäß der zweiten Ausführungsform. Bei dem Stromversorgungssystem **1** gemäß der zweiten Ausführungsform weicht die Ausgestaltung des Widerstandselements **31** von jener des Stromversorgungssystems **1** gemäß der ersten Ausführungsform ab. Das Widerstandselement **31** umfasst, wie in der ersten Ausführungsform auch, den Thermistor **40**. Das eine Ende des Thermistors **40** entspricht dem einen Ende des Widerstandselements **31** und ist mit dem Emitter des Transistors **30** verbunden. Das andere Ende des Thermistors **40** entspricht dem anderen Ende des Widerstandselements **31** und ist geerdet.

[0084] Der Widerstandswert **ra** des Widerstandselements **31** ist der Widerstandswert **rth** des Thermistors **40**. Wie bei der ersten Ausführungsform erwähnt wurde, fluktuiert der Widerstandswert **rth** abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** in die zur Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts **ron** des Halbleiterschalters **20** entgegengesetzte Richtung. Der durch Gleichung (2) ausgedrückte Stromwert **Ic** fluktuiert demgemäß abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** in die gleiche Richtung wie die Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts **ron** des Halbleiterschalters **20**.

[0085] Die Spannungen **Vb** und **Vbe**, die Konstante **hfe** und die Temperaturkennlinie des Widerstands **rth** sind daher in einem vorbestimmten Bereich derart gewählt, dass der Stromwert **Ic** bezüglich der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** auf die gleiche Weise fluktuiert wie der Einschaltwiderstandswert **ron**. Wenn die Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** innerhalb des vorbestimmten Bereichs liegt, ist die durch Gleichung (1) ausgedrückte Schwelle **Ith** somit ungeachtet der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** ungefähr konstant.

[0086] Wie bei der ersten Ausführungsform erwähnt wurde, fluktuiert der Widerstandswert **rth** nicht

bzw. kaum in Abhängigkeit von der Drainspannung des Halbleiterschalters **20**. Demgemäß fluktuiert der durch Gleichung (2) ausgedrückte Stromwert **Ic** nicht bzw. kaum in Abhängigkeit von der Drainspannung des Halbleiterschalters **20**. Als Ergebnis fluktuiert auch die durch Gleichung (1) ausgedrückte Schwelle **Ith** nicht bzw. kaum in Abhängigkeit von der Drainspannung des Halbleiterschalters **20**. Die Stromversorgungssteuervorrichtung **10** gemäß der zweiten Ausführungsform erzeugt daher auf gleichartige Weise den Effekt der Stromversorgungssteuervorrichtung **10** gemäß der ersten Ausführungsform.

[0087] Es sei angemerkt, dass bei der zweiten Ausführungsform die Ausgestaltung des Widerstandselements **31** auch die Ausgestaltung sein kann, bei welcher ein nicht gezeigter Widerstand mit dem Thermistor **40** in Reihe geschaltet ist. Wenn der Widerstandswert des mit dem Thermistor **40** in Reihe geschalteten Widerstands nicht abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** fluktuiert, ist es auch in diesem Fall offensichtlich, dass der Widerstandswert **ra** des Widerstandselements **31** abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** in die zur Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts **ron** des Halbleiterschalters **20** entgegengesetzte Richtung fluktuiert.

Dritte Ausführungsform

[0088] Bei der ersten Ausführungsform ist es hinreichend, dass die Ausgestaltung der Stromschaltung **21** eine Ausgestaltung ist, bei welcher der Stromwert **Ic** des über den Widerstand **Rc** aufgenommenen Stroms abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** in die zur Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts **ron** des Halbleiterschalters **20** entgegengesetzte Richtung fluktuiert. Demgemäß ist die Ausgestaltung der Stromschaltung **21** nicht auf die Ausgestaltung beschränkt, bei welcher eine konstante Spannung an der Basis des Transistors **30** anliegt und das eine Ende des Widerstandselements **31** mit dem Emitter des Transistors **30** verbunden ist. Nachfolgend wird eine dritte Ausführungsform anhand von Unterschieden zur ersten Ausführungsform beschrieben. Nachstehend nicht beschriebene Ausgestaltungen gleichen jenen der ersten Ausführungsform; Komponenten, die jenen in der ersten Ausführungsform gleichen, tragen somit gleiche Bezugszeichen und auf ihre redundante Beschreibung wird verzichtet.

[0089] Fig. 7 ist ein Schalt diagramm einer Stromschaltung **21** gemäß der dritten Ausführungsform. Bei dem Stromversorgungssystem **1** gemäß der zweiten Ausführungsform weicht die Ausgestaltung der Stromschaltung **21** von jener des Stromversorgungssystems **1** gemäß der ersten Ausführungsform ab. Wie bei der ersten Ausführungsform weist die Stromschaltung **21** gemäß der zweiten Ausführungsform

das Widerstandselement **31** auf. Die Stromschaltung **21** weist ferner eine Stromspiegelschaltung **50** auf. Die Stromspiegelschaltung **50** umfasst zwei Transistoren **60** und **61**. Die Transistoren **60** und **61** sind npn-Bipolartransistoren.

[0090] In der Stromschaltung **21** liegt eine Spannung an dem einen Ende des Widerstandselements **31**, das heißt an die Enden auf einer Seite der Widerstände **Re1** und **Re2**, an. Wie auch bei der ersten Ausführungsform ist diese Spannung V_{cc} konstant. Das andere Ende des Widerstandselements **31** bzw. das jeweils andere Ende des Widerstands **Re1** und des Thermistors **40** sind mit der Basis des Transistors **60**, der Basis des Transistors **61** und dem Emitter des Transistors **61** verbunden. Der Kollektor des Transistors **60** ist mit der Kathode der Diode **D1** verbunden. Der Emitter des Transistors **60** und der Emitter des Transistors **61** sind geerdet.

[0091] Bei dem Transistor **60** wird der Widerstand zwischen Kollektor und Emitter derart angepasst, dass die Spannung zwischen Basis und Emitter eine vorbestimmte Spannung V_t ist. Der Widerstand zwischen Kollektor und Emitter des Transistors **61** wird derart angepasst, dass die Spannung zwischen Basis und Emitter im Wesentlichen mit der Spannung V_t übereinstimmt. Der Stromwert I_r des über das Widerstandselement **31** fließenden Stroms stimmt demgemäß im Wesentlichen mit dem Stromwert I_c des von der Stromschaltung **21** über den Widerstand **Rc** aufgenommenen Stroms überein. Der Stromwert I_r lässt sich durch die folgende Gleichung (4) ausdrücken.

$$I_r = (V_{cc} - V_t) / r_a \quad (4)$$

Wie bei der ersten Ausführungsform erwähnt wurde, ist der Widerstandswert r_a ein Widerstandswert des Widerstandselements **31**.

[0092] Die Spannungen V_{cc} und V_t fluktuieren kaum abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20**. Wie bei der ersten Ausführungsform erwähnt wurde, fluktuiert der Widerstandswert r_a des Widerstandselements **31** abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** in die zur Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts r_{on} des Halbleiterschalters **20** entgegengesetzte Richtung. Aus diesem Grund fluktuiert der Stromwert I_r des über das Widerstandselement **31** fließenden Stroms, das heißt der Stromwert I_c des von der Stromschaltung **21** über den Widerstand **Rc** aufgenommenen Stroms, in die gleiche Richtung wie die Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts r_{on} des Halbleiterschalters **20**.

[0093] Die Spannungen V_{cc} und V_t , die Widerstände **re1** und **re2** und die Temperaturkennlinie des Widerstandswerts r_{th} sind in dem vorbestimmten Be-

reich, wie in der ersten Ausführungsform erwähnt, derart gewählt, dass der Stromwert I_r , das heißt der Stromwert I_c , bezüglich der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** auf die gleiche Weise fluktuieren wie der Einschaltwiderstandswert r_{on} . Wie bei der ersten Ausführungsform erwähnt wurde, sind die Widerstände **re1**, **re2**, **rth** die Widerstandswerte des Widerstands **Re1**, des Widerstands **Re2** bzw. des Thermistors, welche das Widerstandselement **31** umfasst.

[0094] Wenn die Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** innerhalb des vorbestimmten Bereichs liegt, ist bei der Stromversorgungssteuervorrichtung **10** gemäß der wie vorstehend erwähnt eingerichteten dritten Ausführungsform die durch Gleichung (1) ausgedrückte Schwelle I_{th} ungeachtet der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** konstant.

[0095] Außerdem fluktuieren die Spannungen V_{cc} und V_t und der Widerstandswert r_a nicht bzw. kaum in Abhängigkeit von der Drainspannung des Halbleiterschalters **20**. Wenn die Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** konstant ist, ist der Stromwert I_r , das heißt der Stromwert I_c , daher ungeachtet der Drainspannung des Halbleiterschalters **20** konstant oder ungefähr konstant. Als Ergebnis fluktuiert die Schwelle I_{th} nicht bzw. kaum in Abhängigkeit von der Drainspannung des Halbleiterschalters **20**. Die Stromversorgungssteuervorrichtung **10** gemäß der dritten Ausführungsform erzeugt daher auf gleichartige Weise den Effekt der Stromversorgungssteuervorrichtung **10** gemäß der ersten Ausführungsform.

[0096] Es sei angemerkt, dass bei der dritten Ausführungsform die Stromspiegelschaltung **50** nicht auf die Schaltung beschränkt ist, bei welcher der Stromwert I_c im Wesentlichen mit dem Stromwert I_r übereinstimmt, sondern eine Schaltung sein kann, bei welcher der Stromwert I_c ein vorbestimmtes Vielfaches des Stromwerts I_r ist. Ferner sind die Transistoren **60** und **61** der Stromspiegelschaltung **50** nicht auf npn-Bipolartransistoren beschränkt, sondern können auch zum Beispiel pnp-Bipolartransistoren sein. In diesem Fall ist der Emitter des Transistors **60** mit der Kathode der Diode **D1** verbunden, und die Basis des Transistors **60** ist mit der Basis und dem Kollektor des Transistors **61** verbunden. An dem Emitter des Transistors **61** liegt eine bestimmte Spannung an. Der Kollektor des Transistors **61** ist ferner mit dem einen Ende des Widerstandselements **31** verbunden. Das andere Ende des Widerstandselements **31** und der Kollektor des Transistors **60** sind geerdet.

[0097] Außerdem sind die von der Stromspiegelschaltung **50** umfassten Transistoren nicht auf Bipolartransistoren beschränkt, sondern können auch FETs sein. Ferner ist die Anzahl der von der Strom-

spiegelschaltung **50** umfassten Transistoren nicht auf zwei beschränkt, sondern kann auch drei oder mehr betragen. Weiterhin ist die Ausgestaltung des Widerstandselements **31** nicht auf die Ausgestaltung gemäß der ersten Ausführungsform beschränkt, sondern kann auch die Ausgestaltung gemäß der zweiten Ausführungsform sein.

[0098] In der ersten bis dritten Ausführungsform ist der Halbleiterschalter **20** nicht auf einen n-Kanal-FET beschränkt, sondern kann auch zum Beispiel ein p-Kanal-FET sein. In diesem Fall ist die Source des Halbleiterschalters **20** mit der positiven Elektrode der Batterie **11** und dem einen Ende des Widerstands **Rc** verbunden. Außerdem ist der Drain des Halbleiterschalters **20** mit dem einen Ende der Last **12** und dem Plusanschluss des Komparators **22** verbunden. Bei dieser Ausgestaltung dient die Source des Halbleiterschalters **20** als Stromeingangsanschluss; und sein Drain DIENT als Stromausgangsanschluss. Wenn die UND-Schaltung **26** eine High-Pegel-Spannung ausgibt, senkt die Ansteuerschaltung **27** die Gatespannung des Halbleiterschalters **20** und schaltet den Halbleiterschalter **20** ein. Wenn die UND-Schaltung **26** eine Low-Pegel-Spannung ausgibt, erhöht die Ansteuerschaltung **27** hingegen die Gatespannung des Halbleiterschalters **20** und schaltet den Halbleiterschalter **20** aus.

[0099] Wenn der Einschaltwiderstandswert ron des Halbleiterschalters **20** bei steigender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** abnimmt, ist es hinreichend, dass für den Thermistor **40** ein Thermistor verwendet wird, dessen Widerstandswert **rth** bei steigender Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** zunimmt. Auch in diesem Fall fluktuiert der Stromwert **lc** abhängig von der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** in die gleiche Richtung wie die Fluktuationsrichtung des Einschaltwiderstandswerts ron des Halbleiterschalters **20**, und die Schwelle **lth** ist ungeachtet der Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters **20** ungefähr konstant.

[0100] Die erste bis dritte Ausführungsform, die vorstehend offenbart wurden, sind unter allen Aspekten Beispiele und sind als nicht einschränkend aufzufassen. Der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung ist nicht durch die vorstehende Beschreibung angegeben, sondern durch die Ansprüche; er soll alle Abwandlungen umfassen, die innerhalb des den Ansprüchen äquivalenten Bedeutungsbereichs und Schutzzumfangs liegen.

30	Transistor
31	Widerstandselement
40	Thermistor
Rc	Widerstand
Re1	Widerstand (zweiter Widerstand)
Re2	Widerstand

Bezugszeichenliste

10	Stromversorgungssteuervorrichtung
20	Halbleiterschalter
21	Stromschaltung
27	Ansteuerschaltung (Schalteinheit)

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2011085470 A [0005]

Patentansprüche

1. Stromversorgungssteuervorrichtung zum Steuern einer Stromversorgung über einen Halbleiterschalter mit:

einem Widerstand, dessen eines Ende mit einem Stromeingangsanschluss des Halbleiterschalters verbunden ist;

einer Stromschaltung, die mit dem anderen Ende des Widerstands verbunden ist und dazu eingerichtet ist, über den Widerstand einen Strom aufzunehmen, dessen Stromwert abhängig von einer Umgebungstemperatur des Halbleiterschalters in die gleiche Richtung wie eine Fluktuationsrichtung eines Einschaltwiderstandswerts des Halbleiterschalters fluktuiert; und

einer Schalteinheit, die dazu eingerichtet ist, den Halbleiterschalter auszuschalten, wenn eine Spannung an einem Stromausgangsanschluss des Halbleiterschalters kleiner als eine Spannung an dem anderen Ende des Widerstands ist.

2. Stromversorgungssteuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Stromwert ungeachtet der Spannung an dem Stromeingangsanschluss des Halbleiterschalters ungefähr konstant ist, wenn die Umgebungstemperatur konstant ist.

3. Stromversorgungssteuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Stromschaltung aufweist: einen Transistor mit einem ersten Anschluss, der mit dem anderen Ende des Widerstands verbunden ist, einem zweiten Anschluss, an dem eine konstante Spannung anliegt, und einem dritten Anschluss, wobei ein Widerstandswert des Transistors zwischen dem ersten Anschluss und dem dritten Anschluss derart angepasst wird, dass die Spannung zwischen dem zweiten Anschluss und dem dritten Anschluss eine vorbestimmte Spannung ist; und ein Widerstandselement, dessen eines Ende mit dem dritten Anschluss des Transistors verbunden ist und dessen Widerstandswert abhängig von der Umgebungstemperatur in eine zu der Fluktuationsrichtung entgegengesetzte Richtung fluktuiert.

4. Stromversorgungssteuervorrichtung nach Anspruch 3, wobei das Widerstandselement umfasst: einen zweiten Widerstand, dessen eines Ende mit dem dritten Anschluss des Transistors verbunden ist; und eine Reihenschaltung, die durch einen dritten Widerstand und einen Thermistor gebildet ist und parallel zu dem zweiten Widerstand geschaltet ist, wobei ein Widerstandswert des Thermistors abhängig von der Umgebungstemperatur in die entgegengesetzte Richtung fluktuiert.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

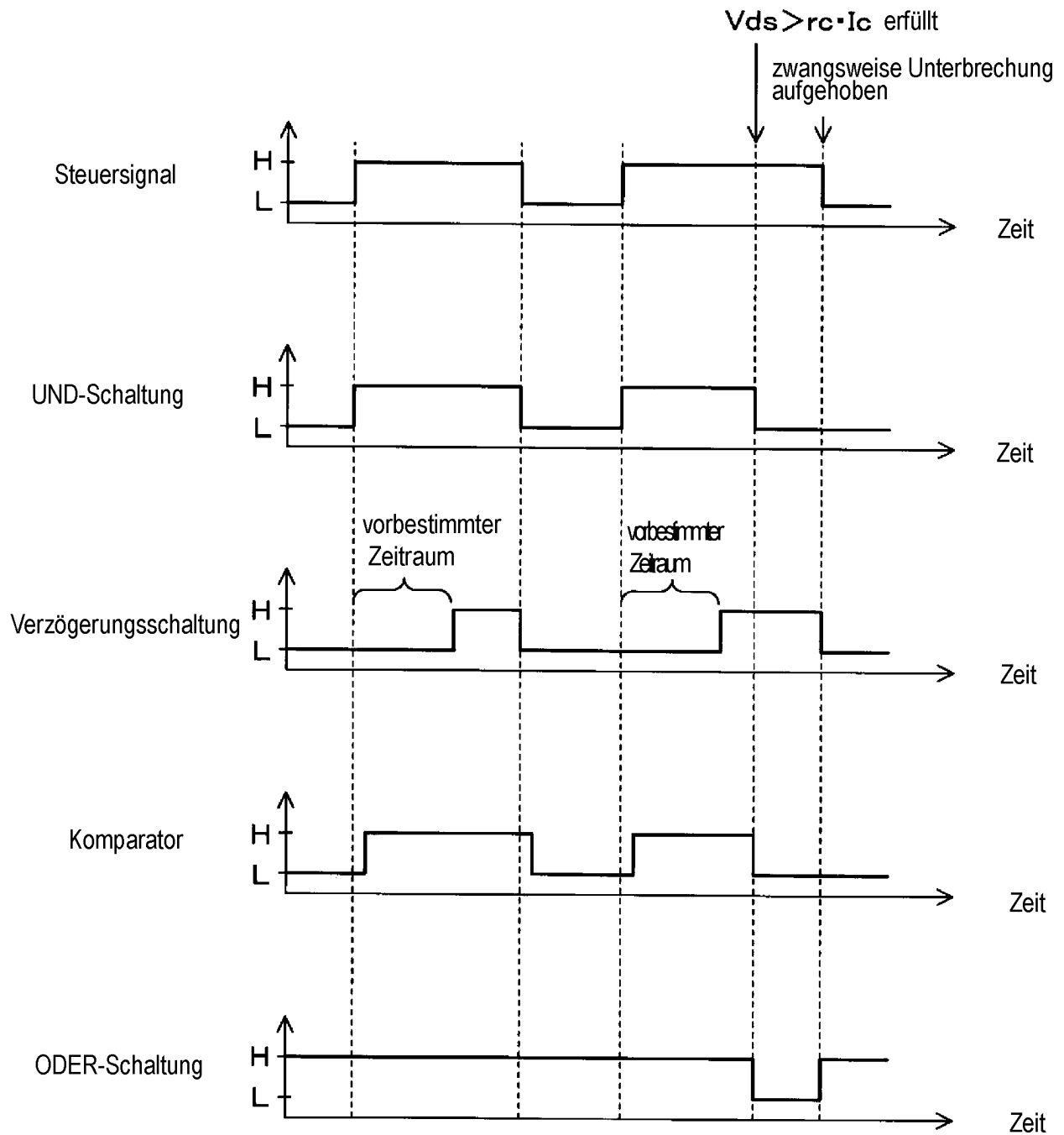
FIG. 2

FIG. 3

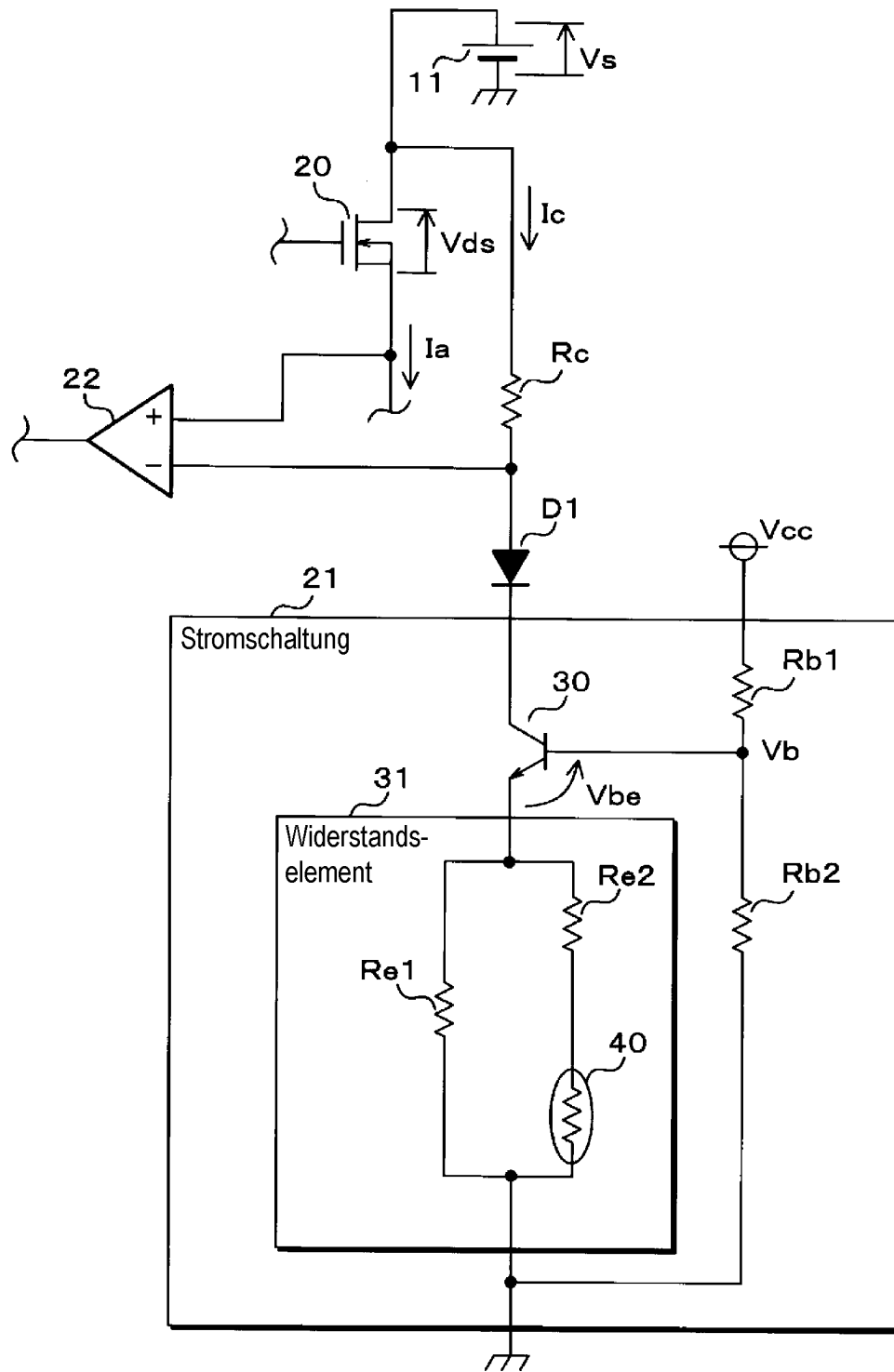


FIG. 4

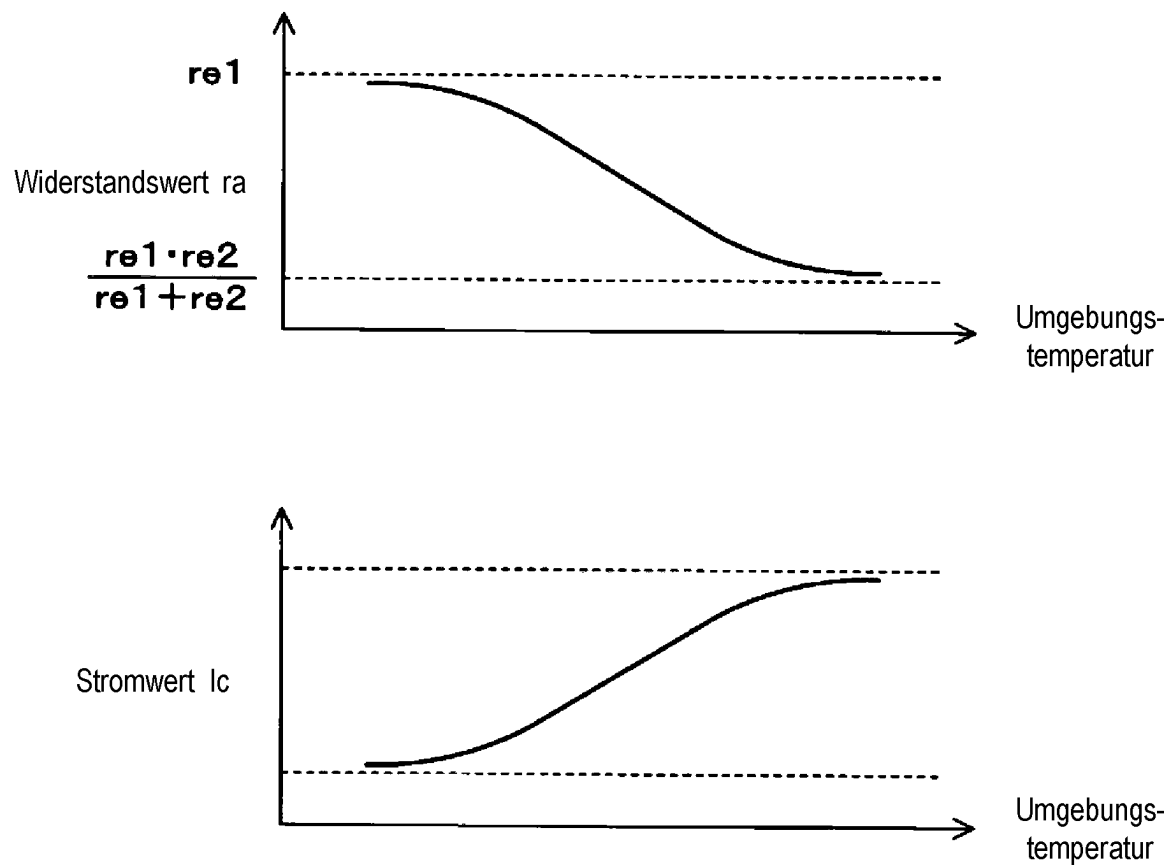


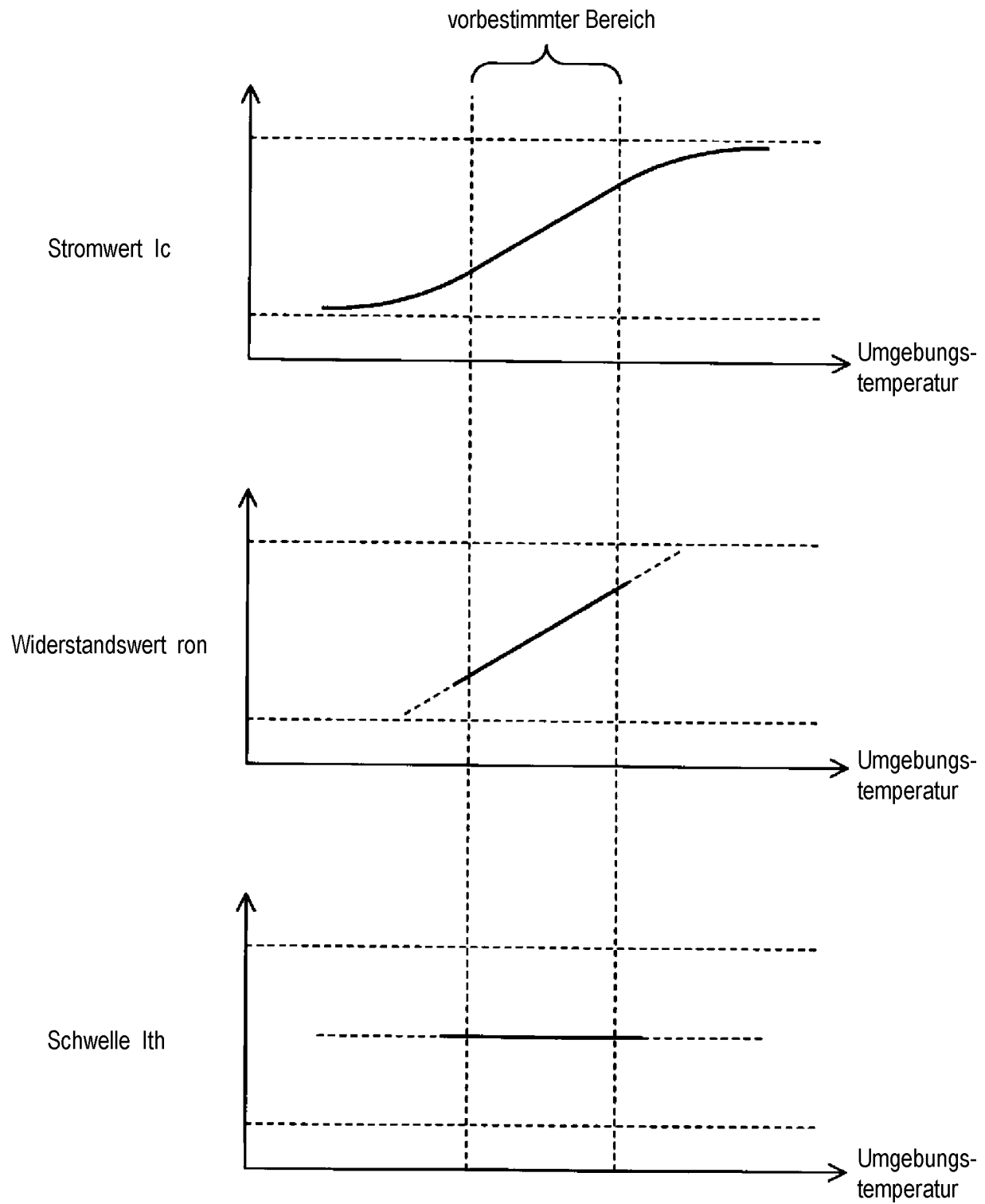
FIG. 5

FIG. 6

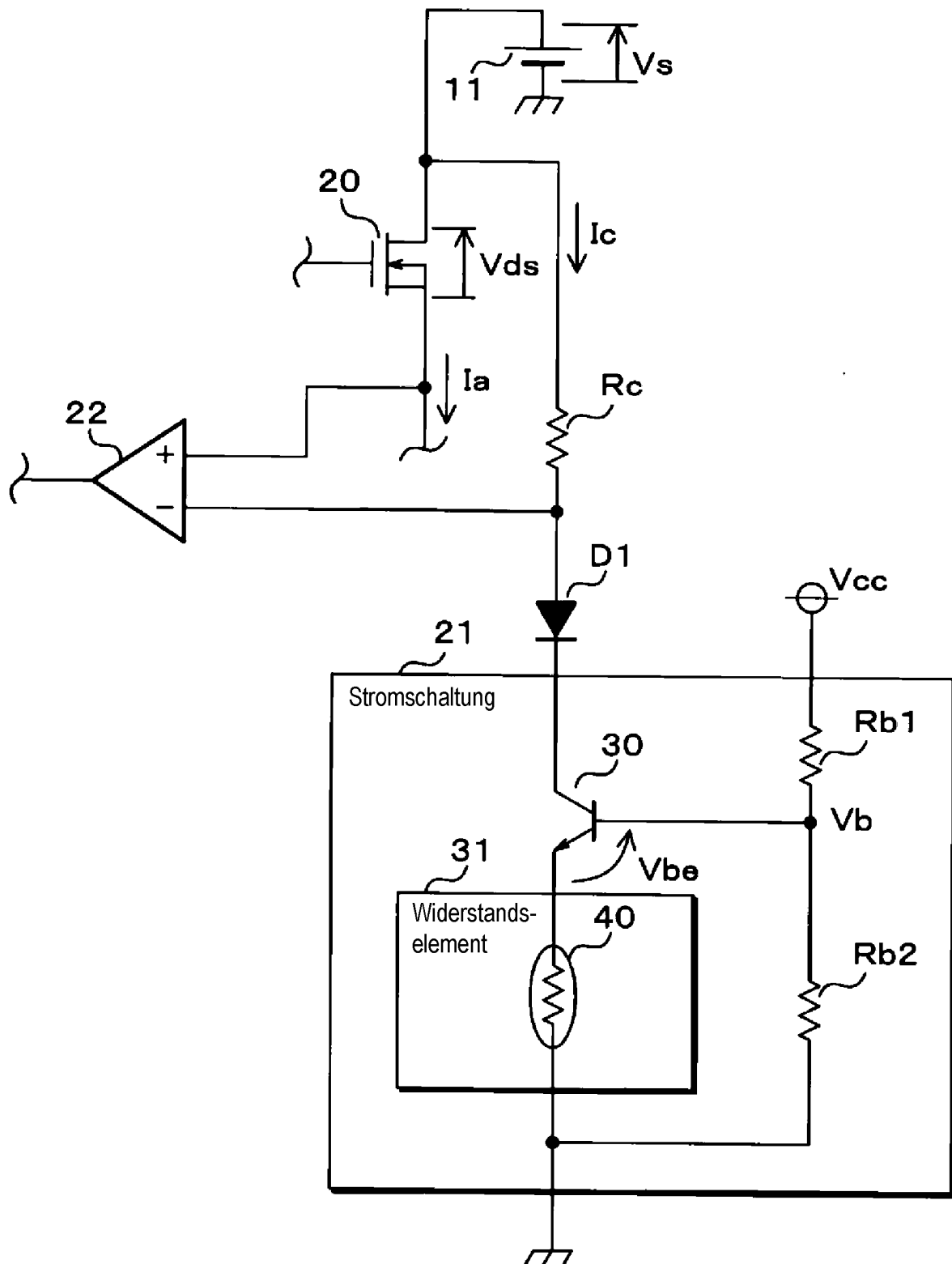


FIG. 7

