



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/117026**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 006 477.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/045326**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.12.2017**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **28.06.2018**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **12.09.2019**

(51) Int Cl.: **G05F 1/56 (2006.01)**
G05F 3/26 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2016-249764 **22.12.2016** **JP**

(71) Anmelder:
NEW JAPAN RADIO CO., LTD., Tokyo, JP

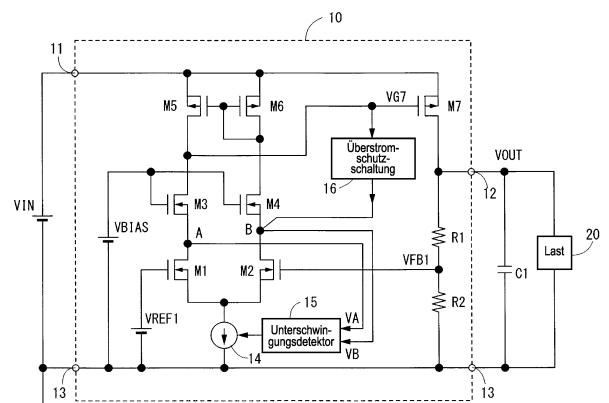
(74) Vertreter:
**Zimmermann & Partner Patentanwälte mbB,
80331 München, DE**

(72) Erfinder:
**Saga, Takafumi, Fujimino-shi, Saitama, JP; Nagai,
Toshiyuki, Fujimino-shi, Saitama, JP; Ohmae,
Akinori, Fujimino-shi, Saitama, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Stromversorgungsschaltung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung beinhaltet einen Ausgangstransistor (M7), der eine Ausgangsspannung (VOUT) erzeugt; einen Fehlerverstärker, der eine Steuerspannung (VG7) für den Ausgangstransistor (M7) entsprechend einer Differenz zwischen einer der Ausgangsspannung entsprechenden Rückkopplungsspannung (VFB1) und einer Referenzspannung (VREF1) erzeugt; eine Überstromschutzschaltung (16), die den Fehlerverstärker gemäß einem Ergebnis des Überwachens der Steuerspannung (VG7) steuert, um die Ausgangsspannung zu senken; und einen Unterschwingungsdetektor (15), der ein Unterschreiten der Ausgangsspannung erfasst und steuert, um eine Antriebskraft des Ausgangstransistors (M7) zu erhöhen.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Stromversorgungsschaltung, die mit einer Gegenmaßnahme zum Unterdrücken des Auftretens eines Unterschwingens versehen ist, bei dem eine Ausgangsspannung sofort stark abfällt.

HINTERGRUNDKUNST

[0002] Konventionell wird beispielsweise eine in Fig. 4 dargestellte Stromversorgungsschaltung 30 als eine Stromversorgungsschaltung bezeichnet, die mit einer Gegenmaßnahme gegen ein Unterschwingen versehen ist (Patentdokument 1). In der Stromversorgungsschaltung 30 stellt Bezugszeichen 31 eine Eingangsklemme dar, Bezugszeichen 32 stellt eine Ausgangsklemme dar, Bezugszeichen 33 stellt eine Erdungsklemme dar, Bezugszeichen 34 stellt eine Referenzspannungsquelle dar, Bezugszeichen 35 stellt einen Fehlerverstärker dar, Bezugszeichen 36 stellt eine variable Stromquelle dar, Bezugszeichen 37 stellt einen Vergleichler dar, und Bezugszeichen M31 stellt einen Ausgangstransistor vom PMOS-Typ dar.

[0003] Im Normalbetrieb steuert eine Ausgangsspannung des Fehlerverstärkers 35 ein Gate des Ausgangstransistors M31. Der Fehlerverstärker 35 verstärkt differentielle, sodass er $VFB2 = VREF2$ ist. Eine Referenzspannung VREF2 wird von der Referenzspannungsquelle 34 erzeugt, eine Rückkopplungsspannung VFB2 wird an einem gemeinsamen Verbindungspunkt zwischen den Ausgangsspannungserfassungswiderständen R31 und R32 erhalten, die zwischen der Ausgangsklemme 32 und der Erdungsklemme 33 geschaltet sind. Daher wird eine Ausgangsspannung VOUT auf einen Sollwert gesteuert, der der Referenzspannung VREF2 entspricht.

[0004] In den letzten Jahren gab es eine starke Nachfrage nach Stromversorgungsschaltungen mit einem geringen Stromverbrauch aus verschiedenen Bereichen (Fahrzeuge, Haushaltsgeräte, Industriegeräte oder dergleichen), und es ist erforderlich, ohne Erhöhung der Stromaufnahme zu planen. Um die Stromaufnahme zu reduzieren, ist es notwendig, einen Betriebsstrom (Nachlaufstrom o.ä.) des Fehlerverstärkers zu reduzieren. Bei Reduzierung des Betriebsstroms wird jedoch eine Ansprechcharakteristik aufgegeben, sodass eine schnelle Reaktion auf das oben beschriebene Unterschwingen nicht möglich ist. Wie vorstehend beschrieben, ist es zur Reduzierung der Stromaufnahme der Stromversorgungsschaltung eines der Probleme, die Ansprechcharakteristik zu verbessern.

[0005] Daher ist in der Stromversorgungsschaltung 30 in Fig. 4 die variable Stromquelle 36 als Stromquelle zum Zuführen eines Betriebsstroms mit dem Fehlerverstärker 35 verbunden, von der Referenzspannungsquelle 34 wird eine Referenzspannung VREF3 ($VREF3 < VREF2$) erzeugt, der Vergleichler 37, der die Referenzspannung VREF3 mit der Rückkopplungsspannung VFB2 vergleicht, wird zum Erfassen eines Unterschwingens (einer Unterschreitung) bereitgestellt, und ein Stromwert der variablen Stromquelle 36 wird durch ein vom Vergleichler 37 ausgegebenes Verstärkungssignal (engl. boost signal) SB1 geschaltet.

[0006] Wenn die Eingangsspannung VIN oder der Laststrom schwankt, tritt ein Unterschwingen auf, bei dem die Ausgangsspannung VOUT sofort stark fällt, und $VREF3 > VFB2$.

[0007] Der Vergleichler 37 erkennt die Änderung, das Verstärkungssignal SB1, das ein Ausgangssignal ist, ändert sich von „L“ auf „H“. Und der Stromwert der variablen Stromquelle 36 wird auf einen größeren Stromwert umgeschaltet als ein auf einen kleinen Wert reduzierter Normalstromwert zur Reduzierung der Stromaufnahme. Dementsprechend wird der Betriebsstrom des Fehlerverstärkers 35 im Vergleich zur Normalzeit stärker erhöht. Und eine Spannung zwischen Gate und Source des Ausgangstransistors M31 ist größer, die Ausgangsspannung VOUT wird schnell erhöht. Dadurch wird das Unterschwingen (Unterschreiten) unterdrückt.

LITERATUR ZUM STAND DER TECHNIK

PATENTLITERATUR

[0008] Patentdokument 1 JP-A-2007-280025

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

TECHNISCHE PROBLEME

[0009] Bei einem Verfahren zum Überwachen der Referenzspannung VREF3 und der Rückkopplungsspannung VFB2 zum Unterdrücken der Unterschwingung (Unterschreitung) der Ausgangsspannung VOUT besteht jedoch die Möglichkeit, dass eine Stabilität der Ausgangsspannung VOUT verloren geht, auch wenn die Ausgangsspannung VOUT aufgrund eines anderen Faktors als der Unterschwingung sinkt, da der Betriebsstrom des Fehlerverstärkers 35 durch Berücksichtigung der Änderung der Ausgangsspannung VOUT als Unterschwingung erhöht werden kann.

[0010] Obwohl beispielsweise in Abb. 4 keine Überstromschutzschaltung in der Schaltung dargestellt ist, tritt ein Problem auf, wenn die Ausgangsspannung VOUT durch einen Betrieb der Überstrom-

schutzschaltung fällt. Eine normale Stromversorgungsschaltung beinhaltet eine Überstromschutzschaltung, um einen Bauteilausfall durch thermisches Durchgehen (engl. thermal runaway) zu verhindern. Die Überstromschutzschaltung überwacht eine Gatespannung des Ausgangstransistors, unterdrückt eine Ansteuerfähigkeit des Ausgangstransistors, um die Ausgangsspannung zu senken, wenn die Gatespannung zu einem Pegel wird, bei dem eine Treiberleistung des Ausgangstransistors erhöht wird, und steuert den Fehlerverstärker so, dass ein Ausgangsstrom nicht um einen bestimmten Betrag oder mehr fließt.

[0011] Wenn also die Ausgangsspannung durch den Betrieb der Überstromschutzschaltung fällt, wird der Abfall der Ausgangsspannung als Unterschwingung erkannt und der Betriebsstrom des Fehlerverstärkers steigt. Mit anderen Worten prallen ein Unterschwingungsunterdrückungsbetrieb zur Erhöhung der Treiberleistung des Ausgangstransistors und ein Überstromschutzbetrieb zur Begrenzung der Antriebsfähigkeit des Ausgangstransistors aufeinander, und ein Schaltungsbetrieb wird instabil. Infolgedessen wird in der Regel kein Überstromschutz durchgeführt, und es besteht die Möglichkeit, dass eine gewünschte Stromgrenze nicht angelegt wird und der Bauelementausfall eintritt.

[0012] Die vorliegende Erfindung wurde im Hinblick auf die oben genannten Probleme gemacht, und ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine Stromversorgungsschaltung bereitzustellen, bei der ein Betrieb mit einer Überstromschutzschaltung nicht zu einem Unterschwingungsunterdrückungsbetrieb führt, sodass nur ein Unterschwingen, das ein momentaner Ausgangsspannungsabfall ist, unterdrückt werden kann.

LÖSUNG DES PROBLEMS

(1) Um das vorstehende Problem zu lösen, ist gemäß der vorliegenden Erfindung eine Stromversorgungsschaltung mit einem Ausgangstransistor vorgesehen, der eine Eingangsspannung einstellt bzw. anpasst und eine Ausgangsspannung erzeugt, sowie einen Fehlerverstärker, der eine Steuerspannung für den Ausgangstransistor entsprechend einer Differenz zwischen einer der Ausgangsspannung entsprechenden Rückkopplungsspannung und einer Referenzspannung erzeugt, eine Überstromschutzschaltung, die den Fehlerverstärker entsprechend einem Ergebnis der Überwachung der Steuerspannung steuert und die Steuerspannung steuert, um die Ausgangsspannung zu senken, und eine Unterschwingungserfassungsschaltung, die eine Unterschwingung der Ausgangsspannung erfasst und die Steuerspannung für den Ausgangstransistor steuert, um die Ausgangsspannung vor einem Abfallen zu schützen. Der Fehler-

verstärker beinhaltet ein Paar Differentialverbindungstransistoren, das die Rückkopplungsspannung mit der Referenzspannung vergleicht, eine Stromquelle, die dem Paar Differentialverbindungstransistoren einen Betriebsstrom zuführt, ein Paar Stromspiegelverbindungstransistoren, das die Steuerspannung entsprechend einem Ergebnis des Vergleichs des Paares der Differentialverbindungstransistoren erzeugt, und ein Paar Transistoren mit geerdetem Gate, das zwischen den Drains des Paares der Differentialverbindungstransistoren und den Drains des Paares der Stromspiegelverbindungstransistoren geschaltet ist. Die Überstromschutzschaltung ist so verbunden, um ein Ausgangssignal der Überstromschutzschaltung an einen der Drains des Paares von Differentialverbindungstransistoren anzulegen. Die Unterschwingungsdetektionsschaltung erhöht den Betriebsstrom des Paares der Differentialverbindungstransistoren, wenn eine Differenz zwischen den Drainspannungen des Paares der Differentialverbindungstransistoren einen Schwellenwert überschreitet.

(2) Gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine Stromversorgungsschaltung vorgesehen, die einen Ausgangstransistor beinhaltet, der eine Eingangsspannung einstellt bzw. anpasst und eine Ausgangsspannung erzeugt, einen Fehlerverstärker, der eine Steuerspannung für den Ausgangstransistor entsprechend einer Differenz zwischen einer der Ausgangsspannung entsprechenden Rückkopplungsspannung und einer Referenzspannung erzeugt, eine Überstromschutzschaltung, die den Fehlerverstärker entsprechend einem Ergebnis der Überwachung der Steuerspannung steuert und die Steuerspannung steuert, um die Ausgangsspannung zu senken, und eine Unterschwingungserfassungsschaltung, die eine Unterschwingung der Ausgangsspannung erfasst und die Steuerspannung für den Ausgangstransistor steuert, um die Ausgangsspannung vor einem Abfallen zu schützen. Der Fehlerverstärker beinhaltet ein Paar Differentialverbindungstransistoren, das die Rückkopplungsspannung mit der Referenzspannung vergleicht, eine Stromquelle, die dem Paar Differentialverbindungstransistoren einen Betriebsstrom zuführt, ein Paar Stromspiegelverbindungstransistoren, das die Steuerspannung entsprechend dem Ergebnis des Vergleichs des Paares der Differentialverbindungstransistoren erzeugt, und ein Paar Transistoren mit geerdetem Gate, das zwischen den Drains des Paares der Differentialverbindungstransistoren und den Drains des Paares der Stromspiegelverbindungstransistoren geschaltet ist. Die Überstromschutzschaltung ist verbunden, um ein Ausgangssignal der Überstromschutzschaltung an eines der Drains des Paares von Dif-

ferentialverbindungstransistoren anzulegen. Die Unterschwingungserkennung steuert direkt die Steuerspannung für den Ausgangstransistor, wenn eine Differenz zwischen den Drainspannungen des Paares von Differentialverbindungstransistoren einen Schwellenwert überschreitet.

(3) Die Stromversorgungsschaltung gemäß (1), wobei das Paar von Differentialverbindungstransistoren einen ersten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit der Stromquelle verbunden ist und dessen Gate mit der Referenzspannung verbunden ist, und einen zweiten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp beinhaltet, dessen Source mit der Stromquelle verbunden ist und dessen Gate mit der Rückkopplungsspannung verbunden ist, wobei das Paar Transistoren mit geerdetem Gate einen dritten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp beinhaltet, dessen Source mit dem Drain des ersten Transistors verbunden ist und dessen Gate mit einer Vorspannung verbunden ist, und einen vierten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp beinhaltet, dessen Source mit dem Drain des zweiten Transistors verbunden ist und dessen Gate mit der Vorspannung verbunden ist, und wobei das Paar von Stromspiegelverbindungstransistoren einen fünften Transistor vom zweiten Leitfähigkeitstyp, dessen Drain mit dem Drain des dritten Transistors verbunden ist, und einen sechsten Transistor vom zweiten Leitfähigkeitstyp beinhaltet, dessen Drain und Gate mit dem Drain des vierten Transistors und dem Gate des fünften Transistors verbunden sind.

(4) Die Stromversorgungsschaltung gemäß (2), wobei das Paar von Differentialverbindungstransistoren einen ersten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit der Stromquelle verbunden ist und dessen Gate mit der Referenzspannung verbunden ist, und einen zweiten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit der Stromquelle verbunden ist und dessen Gate mit der Rückkopplungsspannung verbunden ist, beinhaltet, wobei das Paar Transistoren mit geerdetem Gate einen dritten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit dem Drain des ersten Transistors verbunden ist und dessen Gate mit einer Vorspannung verbunden ist, und einen vierten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp beinhaltet, dessen Source mit dem Drain des zweiten Transistors verbunden ist und dessen Gate mit der Vorspannung verbunden ist, und wobei das Paar von Stromspiegelverbindungstransistoren einen fünften Transistor vom einem zweiten Leitfähigkeitstyp, dessen Drain mit dem Drain des dritten Transistors verbunden ist, und einen sechsten Transistor vom zweiten Leitfähigkeitstyp beinhaltet, dessen Drain und Gate mit dem Drain

des vierten Transistors und dem Gate des fünften Transistors verbunden sind.

(5) Die Stromversorgungsschaltung gemäß (1), wobei das Paar von Differentialverbindungstransistoren einen ersten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit der Stromquelle verbunden ist und dessen Gate mit der Referenzspannung verbunden ist, und einen zweiten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit der Stromquelle verbunden ist und dessen Gate mit der Rückkopplungsspannung verbunden ist, beinhaltet, wobei das Paar Transistoren mit geerdetem Gate einen dritten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp beinhaltet, dessen Source mit dem Drain des ersten Transistors verbunden ist und dessen Gate mit einer Vorspannung verbunden ist, und einen vierten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp beinhaltet, dessen Source mit dem Drain des zweiten Transistors verbunden ist und dessen Gate mit der Vorspannung verbunden ist, und wobei das Paar von Stromspiegelverbindungstransistoren einen sechsten Transistor vom zweiten Leitfähigkeitstyp, dessen Drain mit dem Drain des vierten Transistors verbunden ist, und einen fünften Transistor vom zweiten Leitfähigkeitstyp, dessen Drain und Gate mit dem Drain des dritten Transistors und dem Gate des sechsten Transistors verbunden sind, beinhaltet.

(6) Die Stromversorgungsschaltung gemäß (2), wobei das Paar von Differentialverbindungstransistoren einen ersten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit der Stromquelle verbunden ist und dessen Gate mit der Referenzspannung verbunden ist, und einen zweiten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit der Stromquelle verbunden ist und dessen Gate mit der Rückkopplungsspannung verbunden ist, beinhaltet, wobei das Paar von Transistoren mit geerdetem Gate einen dritten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit dem Drain des ersten Transistors verbunden ist und dessen Gate mit einer Vorspannung verbunden ist, und einen vierten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp beinhaltet, dessen Source mit dem Drain des zweiten Transistors verbunden ist und dessen Gate mit der Vorspannung verbunden ist, und wobei das Paar von Stromspiegel-Verbindungstransistoren einen sechsten Transistor vom zweiten Leitfähigkeitstyp, dessen Drain mit dem Drain des vierten Transistors verbunden ist, und einen fünften Transistor vom zweiten Leitfähigkeitstyp, dessen Drain und Gate mit dem Drain des dritten Transistors und dem Gate des sechsten Transistors verbunden sind, beinhaltet.

VORTEILHAFTE EFFEKTE DER ERFINDUNG

[0013] Nach der vorliegenden Erfindung, da das Paar Transistoren mit geerdetem Gate zwischen dem Paar von Differentialverbindungstransistoren und dem Paar von Stromspiegelverbindungstransistoren des Fehlerverstärkers geschaltet ist, werden die Drains des Paares von Differentialverbindungstransistoren so gesteuert, dass sie im Wesentlichen die gleiche Spannung aufweisen. Wenn jedoch die Unterschwingung (Unterschreitung) eintritt, da in der Spannung zwischen den Drains des Paares von Differentialverbindungstransistoren sofort eine große Differenz erzeugt wird, erhöht die Unterschwingungsdetektionsschaltung eine Treiberleistung des Ausgangstransistors, sodass eine Unterdrückung der Unterschwingung realisiert werden kann. Für einen Fall, in dem der Betriebsstrom des Paares von Differentialverbindungstransistoren erhöht wird, da der Anstieg erst beim Unterschwingen erzeugt wird, kann die Stromaufnahme während eines Normalbetriebs reduziert werden. Darüber hinaus haben die Drains des Paares von Differentialverbindungstransistoren bei Durchführung eines Überstromschutzbetriebs im Wesentlichen die gleiche Spannung, da die Drainströme des Paares Transistoren mit geerdetem Gate durch die Überstromschutzschaltung im Wesentlichen gleich sind, , sodass es nicht vorkommt, dass der Überstromschutzbetrieb zu einem Unterschwingungsunterdrückungsbetrieb führt, wenn der Schwellenwert der Unterschwingungserkennung entsprechend eingestellt ist. Wie vorstehend beschrieben, kann nach der vorliegenden Erfindung das Unterschwingen getrennt vom Überstromschutzbetrieb unterdrückt werden.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Schaltplan einer Stromversorgungsschaltung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 ist ein Schaltplan einer Stromversorgungsschaltung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 3 ist ein Schaltplan einer Stromversorgungsschaltung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 4 ist ein Schaltplan einer konventionellen Stromversorgungsschaltung.

Fig. 5(a) bis **Fig. 5(c)** sind Betriebswellenformdiagramme der Stromversorgungsschaltung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0014] **Fig. 1** zeigt eine Stromversorgungsschaltung **10** gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Bezugszeichen **11** stellt eine Eingangsklemme dar, an die eine Eingangsspannung **VIN** eingegeben wird, das Bezugszeichen **12** stellt eine Ausgangsklemme zur Ausgabe einer Ausgangsspannung **VOU**T dar, und das Bezugszeichen **13** stellt eine Erdungsklemme dar. Die Bezugszeichen **M1**, **M2** stellen Transistoren vom NMOS-Typ dar, die ein Paar von Differentialverbindungstransistoren bilden, deren Source gemeinsam mit einer variablen Stromquelle **14** verbunden sind, eine Referenzspannung **VREF1** ist mit dem Gate des Transistors **M1** verbunden, und eine Rückkopplungsspannung **VFB1** ist mit dem Gate des Transistors **M2** verbunden. Die Bezugszeichen **M3**, **M4** stellen ein Paar Transistoren mit geerdetem Gate vom NMOS-Typ dar. Die Source des Transistors **M3** ist mit dem Drain des Transistors **M1** verbunden, die Source des Transistors **M4** ist mit dem Drain des Transistors **M2** verbunden, und eine gemeinsame Vorspannung **VBIAS** ist an jedem der Gates der Transistoren **M3**, **M4** angelegt. Die Bezugszeichen **M5**, **M6** stellen Transistoren vom PMOS-Typ dar, die ein Paar Stromspiegelverbindungstransistoren als aktive Lasten der Transistoren **M1**, **M2** bilden. Die Source des Transistors **M5** ist mit der Eingangsklemme **11** verbunden, und dessen Drain ist mit dem Drain des Transistors **M3** verbunden. Die Source des Transistors **M6** ist mit der Eingangsklemme **11** verbunden, und dessen Gate und Drain sind jeweils mit dem Gate des Transistors **M5** und einem Drain des Transistors **M4** verbunden. Die obigen Transistoren **M1** bis **M6** bilden einen Fehlerverstärker.

[0015] Das Bezugszeichen **M7** stellt einen Ausgangstransistor vom PMOS-Typ dar, dessen Source mit dem Eingangsanschluss **11** verbunden ist, dessen Gate mit einem gemeinsamen Drain der Transistoren **M3**, **M5** verbunden ist, und dessen Drain mit dem Ausgangsanschluss **12** verbunden ist. Die Widerstände **R1**, **R2** zum Erfassen der Ausgangsspannung **VOU**T sind zwischen der Ausgangsklemme **12** und der Erdungsklemme **13** in Reihe geschaltet, und die Rückkopplungsspannung **VFB1** wird aus einem gemeinsamen Anschlusspunkt der Widerstände **R1**, **R2** entnommen.

[0016] Das Bezugszeichen **15** stellt einen Unterschwingungsdetektor dar, der eine Spannung **VA** an einem Knoten **A**, der der Drain des Transistors **M1** ist, und eine Spannung **VB** an einem Knoten **B**, der der Drain des Transistors **M2** ist, aufnimmt und einen Stromwert der variablen Stromquelle **14** während eines Normalbetriebs auf einen größeren Stromwert als einen Stromwert schaltet, und zwar nur während

eines Zeitraums, in dem eine Differenz ($= V_B - V_A$) einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet. Das Bezugszeichen **16** stellt eine Überstromschutzschaltung dar, die eine Gatespannung **VG7** des Ausgangstransistors **M7** aufnimmt und eine Steuerung zum Absenken der Spannung am Knoten **B** durchführt, wenn die Gatespannung **VG7** niedriger als ein vorgegebener Wert ist. Das Bezugszeichen **C1** stellt einen Ausgangskondensator zum Stabilisieren der Ausgangsspannung **VOUT** dar, der zwischen der Ausgangsklemme **12** und der Erdungsklemme **13** angeschlossen ist, und das Bezugszeichen **20** stellt eine Last dar, die zwischen der Ausgangsklemme **12** und der Erdungsklemme **13** angeschlossen ist.

[0017] Im Normalbetrieb werden die Rückkopplungsspannung **VFB1** und die Referenzspannung **VREF1**, die durch Teilung der Ausgangsspannung **VOUT** durch die Widerstände **R1**, **R2** erhalten wird, durch die Transistoren **M1**, **M2** verglichen. Weiterhin, da $VREF1 < VFB1$ ist, wenn die Ausgangsspannung **VOUT** höher als ein Sollwert ist, werden die Spannung **VA** am Knoten **A** und die Spannung **VB** am Knoten **B** zu $VA > VB$, steigt eine Drainspannung des Transistors **M5**, steigt die Gatespannung **VG7** des Transistors **M7**, und eine Steuerung wird durchgeführt, sodass die Ausgangsspannung **VOUT** fällt. Andererseits, wenn $VREF1 > VFB1$ ist, wenn die Ausgangsspannung **VOUT** niedriger als der Sollwert ist, werden die Spannung **VA** am Knoten **A** und die Spannung **VB** am Knoten **B** zu $VA < VB$, fällt die Drainspannung des Transistors **M5**, fällt die Gatespannung **VG7** des Transistors **M7**, und eine Steuerung wird durchgeführt, sodass die Ausgangsspannung **VOUT** hoch wird.

[0018] Auf diese Weise wird eine negative Rückkopplungssteuerung durchgeführt, sodass die Ausgangsspannung **VOUT** zu einer Zielspannung wird, die der Referenzspannung **VREF1** entspricht. Da zu diesem Zeitpunkt die Spannungen **VA**, **VB** an den Knoten **A**, **B** durch das Paar Transistoren mit geerdetem Gate **M3**, **M4** auf „VBIAS - VGS“ (VGS stellt Gate-Source-Spannungen der Transistoren **M3**, **M4** dar) gesteuert werden, schwanken die Spannungen **VA**, **VB** bei schwankender Ausgangsspannung **VOUT** geringfügig entsprechend der Schwankung, und die oben beschriebene negative Rückkopplungsregelung wird durchgeführt.

[0019] Als nächstes, wenn eine normale Steuerung durchgeführt wird, sodass die Ausgangsspannung **VOUT** zur Zielspannung wird, wenn ein Unterschwingen (mehrere msec) auftritt, bei dem die Ausgangsspannung **VOUT** aufgrund einer abrupten Abnahme der Eingangsspannung **VIN** oder einer abrupten Erhöhung eines Laststroms sofort stark sinkt, sinkt die Rückkopplungsspannung **VFB1** sofort stark ab, sodass $VREF1 > VFB1$ wird und die Spannungen **VA**, **VB** an den Knoten **A**, **B**, die von den Transistoren

mit geerdetem Gate **M3**, **M4** auf im Wesentlichen die gleiche Spannung gesteuert werden, werden vorübergehend zu $VA < VB$. Weiterhin wird, wenn ein Wert der Differenz ($= V_B - V_A$) den im Unterschwingungsdetektor **15** eingestellten Schwellenwert überschreitet, der Stromwert der variablen Stromquelle **14** durch den Unterschwingungsdetektor **15** auf einen größeren Stromwert als den Stromwert während des Normalbetriebs umgeschaltet. Daher erhöhen sich die Drainströme der Transistoren **M1**, **M3**, um einen Strom zu erhöhen, der das Gate des Ausgangstransistors **M7** entlädt, die Gatespannung **VG7** sinkt, um eine Spannung zwischen dem Gate und der Source des Ausgangstransistors **M7** zu erhöhen, sodass die Ausgangsspannung **VOUT** sofort erhöht wird. Die Zeit vom Auftreten der Unterschwingung (des Unterschreitens) bis zur Konvergenz wird kürzer, da der aktuelle Wert der variablen Stromquelle **14** steigt.

[0020] Die Betriebswellenformen, wenn die oben beschriebene Unterschwingung eintritt, sind in den **Abb. 5(a)** bis **Abb. 5(c)** dargestellt. Wie in **Fig. 5(a)** dargestellt, weist die Ausgangsspannung **VOUT**, wenn ein Laststrom **IOUT** zum Zeitpunkt **t1**, wie in **Fig. 5(b)** dargestellt, plötzlich impulsartig ansteigt, eine Unterschwingungswellenform (**VOUT1**) auf, bei der die Ausgangsspannung **VOUT** während eines Zeitraums **T1** um eine Spannung **V1** absinkt. Im Gegensatz dazu wird in der vorliegenden Ausführungsform, wenn die Ausgangsspannung **VOUT** zum Zeitpunkt **t1** abzunehmen beginnt und der Unterschwingungsdetektor **15** arbeitet, eine Treiberleistung des Ausgangstransistors **M7** sofort erhöht, und wie in **Fig. 5(c)** dargestellt, eine Wellenform (**VOUT2**) erhalten, bei der ein Spannungsabfallwert von **V1** auf **V2** verringert wird, um den Abfall der Ausgangsspannung **VOUT** zu unterdrücken, und die Spannungsabfallzeit von **T1** auf **T2** verkürzt wird.

[0021] Im Normalbetrieb, wenn die Gatespannung **VG7** des Ausgangstransistors **M7** fällt und die Überstromschutzschaltung **16** arbeitet, wird die Spannung **VB** am Knoten **B** durch die Überstromschutzschaltung **16** gesenkt, um die Gatespannung **VG7** des Ausgangstransistors **M7** zu erhöhen, und wird eine Steuerung durchgeführt, um die Ausgangsspannung **VOUT** zu senken. Da die Transistoren mit geerdetem Gate **M3**, **M4** die Spannungen **VA**, **VB** auf $VA = VB$ regeln, ist zu diesem Zeitpunkt ein Pegel, bei dem die Spannung **VB** durch die Überstromschutzschaltung **16** ansteigt, klein, und die Differenz ($= V_B - V_A$) der Spannungen **VA**, **VB** werden nicht so groß, dass der Unterschwingungsdetektor **15** arbeitet. Daher besteht keine Möglichkeit, dass die Überstromschutzschaltung **16** nicht ordnungsgemäß funktioniert.

[0022] Ebenso wird die Differenz ($= V_B - V_A$) der Spannungen **VA**, **VB** nicht so groß, dass der Unterschwingungsdetektor **15** wieder arbeitet, wenn die Gatespannung **VG7** des Ausgangstransistors **M7**

aufgrund einer Unterschwingung unterdrückt und die Überstromschutzschaltung **16** arbeitet.

Patentanmeldung Nr. 2016-249764, deren Inhalt hierin durch Verweis aufgenommen wird.

ZWEITE AUSFÜHRUNGSFORM

[0023] Fig. 2 zeigt eine Stromversorgungsschaltung **10A** gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Dabei wird die Gatespannung **VG7** des Ausgangstransistors **M7** direkt durch ein Ausgangssignal eines Unterschwingungsdetektors **15A** gesteuert, der die Differenz zwischen den Spannungen **VA**, **VB** erkennt. Zusätzlich ist eine Stromquelle **14A** als Stromquelle realisiert, die einen konstanten Strom liefert, um eine geringe Stromaufnahme zu realisieren.

[0024] In der vorliegenden Ausführungsform kann, wenn die Differenz ($= V_B - V_A$) zwischen den Spannungen **VA**, **VB** einen Schwellenwert des Unterschwingungsdetektors **15A** überschreitet, da die Gatespannung **VG7** direkt auf eine Niederspannung geregelt wird, ohne einen Betrieb des Fehlerverstärkers einschließlich der Transistoren **M1** bis **M6** durchzuführen, die Ansprechgeschwindigkeit bis zur Unterdrückung der Unterschwingung gegenüber einem Fall der Verwendung der variablen Stromquelle **14** zum Schalten des Stroms erhöht werden.

DRITTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0025] Fig. 3 zeigt eine Stromversorgungsschaltung **10B** gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Dabei wird der Ausgangstransistor **M7** vom PMOS-Typ durch einen Transistor **M8** vom NMOS-typ ersetzt. Daher sind die Gates der Transistoren **M5**, **M6** des Fehlerverstärkers mit dem Drain des Transistors **M5** und das Drain des Transistors **M6** mit dem Gate des Ausgangstransistors **M8** verbunden. Wenn die Differenz ($= V_B - V_A$) zwischen den Spannungen **VA**, **VB** den Schwellenwert überschreitet, steuert ein Unterschwingungsdetektor **15B** direkt eine Gatespannung **VG8** des Ausgangstransistors **M8** auf eine Hochspannung. Wenn die Gatespannung **VG8** des Ausgangstransistors **M8** einen vorgegebenen Wert überschreitet, führt eine Überstromschutzschaltung **16A** eine Steuerung durch, um die Spannung am Knoten **A** zu erhöhen. Die vorliegende Ausführungsform funktioniert auf die gleiche Weise wie bei der zweiten Ausführungsform.

[0026] Obwohl die vorliegende Erfindung in Bezug auf spezifische Ausführungsformen ausführlich beschrieben wurde, wird es für den Fachmann offensichtlich sein, dass verschiedene Änderungen und Modifikationen vorgenommen werden können, ohne vom Geist und Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

[0027] Die vorliegende Anmeldung basiert auf der am 22. Dezember 2016 eingereichten japanischen

Bezugszeichenliste

10, 10A, 10B	Stromversorgungsschaltung
11	Eingangsklemme
12	Ausgangsklemmen
13	Erdungsklemme
14	variable Stromquelle
14A	Konstantstromquelle
15, 15A, 15B	Unterschwingungsdetektor
16, 16A	Überstromschutzschaltung
30	Stromversorgungsschaltung
31	Eingangsklemme
32	Ausgangsklemmen
33	Erdungsklemme
34	Referenzspannungsquelle
35	Fehlerverstärker
36	variable Stromquelle
37	Vergleicher

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 2007280025 A [0008]
- JP 2016249764 [0027]

Patentansprüche

1. Stromversorgungsschaltung, aufweisend:
einen Ausgangstransistor, der eine Eingangsspannung einstellt und eine Ausgangsspannung erzeugt;
einen Fehlerverstärker, der eine Steuerspannung für den Ausgangstransistor gemäß einer Differenz zwischen einer der Ausgangsspannung entsprechenden Rückkopplungsspannung und einer Referenzspannung erzeugt;

eine Überstromschutzschaltung, die den Fehlerverstärker gemäß einem Ergebnis der Überwachung der Steuerspannung steuert und die Steuerspannung so steuert, dass die Ausgangsspannung sinkt; und
eine Unterschwingungserkennungsschaltung, die ein Unterschreiten der Ausgangsspannung erkennt und die Steuerspannung für den Ausgangstransistor steuert, um ein Absinken der Ausgangsspannung zu verhindern,

wobei der Fehlerverstärker ein Paar Differentialverbindungstransistoren, das die Rückkopplungsspannung mit der Referenzspannung vergleicht, eine Stromquelle, die dem Paar Differentialverbindungstransistoren einen Betriebsstrom zuführt, ein Paar Stromspiegelverbindungstransistoren, das die Steuerspannung gemäß einem Ergebnis des Vergleichs des Paares von Differentialverbindungstransistoren erzeugt, und ein Paar Transistoren mit geerdetem Gate aufweist, das zwischen den Drains des Paares von Differentialverbindungstransistoren und den Drains des Paares von Stromspiegelverbindungstransistoren geschaltet ist,

wobei die Überstromschutzschaltung so verbunden ist, um ein Ausgangssignal der Überstromschutzschaltung an eins der Drains des Paares von Differentialverbindungstransistoren anzulegen, und
wobei die Unterschwingungsdetektionsschaltung den Betriebsstrom des Paares von Differentialverbindungstransistoren erhöht, wenn eine Differenz zwischen den Drainspannungen des Paares von Differentialverbindungstransistoren einen Schwellenwert überschreitet.

2. Stromversorgungsschaltung, aufweisend:
einen Ausgangstransistor, der eine Eingangsspannung einstellt und eine Ausgangsspannung erzeugt;
einen Fehlerverstärker, der eine Steuerspannung für den Ausgangstransistor gemäß einer Differenz zwischen einer der Ausgangsspannung entsprechenden Rückkopplungsspannung und einer Referenzspannung erzeugt;

eine Überstromschutzschaltung, die den Fehlerverstärker gemäß einem Ergebnis der Überwachung der Steuerspannung steuert und die Steuerspannung so steuert, dass die Ausgangsspannung sinkt; und
eine Unterschwingungserkennungsschaltung, die ein Unterschreiten der Ausgangsspannung erkennt und die Steuerspannung für den Ausgangstransistor steuert, um ein Absinken der Ausgangsspannung zu verhindern,

wobei der Fehlerverstärker ein Paar Differentialverbindungstransistoren, das die Rückkopplungsspannung mit der Referenzspannung vergleicht, eine Stromquelle, die dem Paar Differentialverbindungstransistoren einen Betriebsstrom zuführt, ein Paar Stromspiegelverbindungstransistoren, das die Steuerspannung gemäß einem Ergebnis des Vergleichs des Paares von Differentialverbindungstransistoren erzeugt, und ein Paar von Transistoren mit geerdetem Gate aufweist, das zwischen Drains des Paares von Differentialverbindungstransistoren und Drains des Paares von Stromspiegelverbindungstransistoren geschaltet ist,

wobei die Überstromschutzschaltung verbunden ist, um ein Ausgangssignal der Überstromschutzschaltung an eins der Drains des Paares von Differentialverbindungstransistoren anzulegen, und
wobei die Unterschwingungsdetektionsschaltung die Steuerspannung für den Ausgangstransistor direkt steuert, wenn eine Differenz zwischen den Drainspannungen des Paares von Differentialverbindungstransistoren einen Schwellenwert überschreitet.

3. Die Stromversorgungsschaltung nach Anspruch 1,

wobei das Paar von Differentialverbindungstransistoren einen ersten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit der Stromquelle verbunden ist und dessen Gate mit der Referenzspannung verbunden ist, und einen zweiten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit der Stromquelle verbunden ist und dessen Gate mit der Rückkopplungsspannung verbunden ist, aufweist,

wobei das Paar Transistoren mit geerdetem Gate einen dritten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit dem Drain des ersten Transistors verbunden ist und dessen Gate mit einer Vorspannung verbunden ist, und einen vierten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit dem Drain des zweiten Transistors verbunden ist und dessen Gate mit der Vorspannung verbunden ist, aufweist und

wobei das Paar von Stromspiegelverbindungstransistoren einen fünften Transistor vom zweiten Leitfähigkeitstyp, dessen Drain mit dem Drain des dritten Transistors verbunden ist, und einen sechsten Transistor vom zweiten Leitfähigkeitstyp, dessen Drain und Gate mit dem Drain des vierten Transistors und dem Gate des fünften Transistors verbunden sind, aufweist.

4. Der Stromversorgungsschaltung nach Anspruch 2,

wobei das Paar von Differentialverbindungstransistoren einen ersten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit der Stromquelle verbunden ist und dessen Gate mit der Referenzspannung verbunden ist, und einen zweiten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit der Stromquelle

le verbunden ist und dessen Gate mit der Rückkopp-
 lungsspannung verbunden ist, aufweist,
 wobei das Paar Transistoren mit geerdetem Gate ei-
 nen dritten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp,
 dessen Source mit dem Drain des ersten Transis-
 tors verbunden ist und dessen Gate mit einer Vor-
 spannung verbunden ist, und einen vierten Transistor
 vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit dem
 Drain des zweiten Transistors verbunden ist und des-
 sen Gate mit der Vorspannung verbunden, aufweist,
 und
 wobei das Paar von Stromspiegelverbindungstran-
 sistoren einen fünften Transistor vom zweiten Leitfä-
 higkeitstyp, dessen Drain mit dem Drain des dritten
 Transistors verbunden ist, und einen sechsten Tran-
 sistor vom zweiten Leitfähigkeitstyp, dessen Drain
 und Gate mit dem Drain des vierten Transistors und
 dem Gate des fünften Transistors verbunden sind,
 aufweist.

5. Die Stromversorgungsschaltung nach Anspruch
 1,
 wobei das Paar von Differentialverbindungstransisto-
 ren einen ersten Transistor vom ersten Leitfähigkeits-
 typ, dessen Source mit der Stromquelle verbunden
 ist und dessen Gate mit der Referenzspannung ver-
 bunden ist, und einen zweiten Transistor vom ersten
 Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit der Stromquel-
 le verbunden ist und dessen Gate mit der Rückkopp-
 lungsspannung verbunden ist, aufweist,
 wobei das Paar von Transistoren mit geerdetem Gate
 einen dritten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp,
 dessen Source mit dem Drain des ersten Transis-
 tors verbunden ist und dessen Gate mit einer Vor-
 spannung verbunden ist, und einen vierten Transis-
 tor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit
 dem Drain des zweiten Transistors verbunden ist und
 dessen Gate mit der Vorspannung verbunden ist, auf-
 weist, und
 wobei das Paar von Stromspiegelverbindungstran-
 sistoren einen sechsten Transistor vom zweiten Leit-
 fähigkeitstyp, dessen Drain mit dem Drain des vierten
 Transistors verbunden ist, und einen fünften Transis-
 tor vom zweiten Leitfähigkeitstyp, dessen Drain und
 Gate mit dem Drain des dritten Transistors und dem
 Gate des sechsten Transistors verbunden sind, auf-
 weist.

6. Der Stromversorgungsschaltung nach Anspruch
 2,
 wobei das Paar von Differentialverbindungstransisto-
 ren einen ersten Transistor vom ersten Leitfähigkeits-
 typ, dessen Source mit der Stromquelle verbunden
 ist und dessen Gate mit der Referenzspannung ver-
 bunden ist, und einen zweiten Transistor vom ersten
 Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit der Stromquel-
 le verbunden ist und dessen Gate mit der Rückkopp-
 lungsspannung verbunden ist, aufweist,
 wobei das Paar Transistoren mit geerdetem Gate ei-
 nen dritten Transistor vom ersten Leitfähigkeitstyp,

dessen Source mit dem Drain des ersten Transis-
 tors verbunden ist und dessen Gate mit einer Vor-
 spannung verbunden ist, und einen vierten Transis-
 tor vom ersten Leitfähigkeitstyp, dessen Source mit
 dem Drain des zweiten Transistors verbunden ist und
 dessen Gate mit der Vorspannung verbunden ist, auf-
 weist, und
 wobei das Paar von Stromspiegelverbindungstran-
 sistoren einen sechsten Transistor vom zweiten Leit-
 fähigkeitstyp, dessen Drain mit dem Drain des vierten
 Transistors verbunden ist, und einen fünften Transis-
 tor vom zweiten Leitfähigkeitstyp, dessen Drain und
 Gate mit dem Drain des dritten Transistors und dem
 Gate des sechsten Transistors verbunden sind, auf-
 weist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

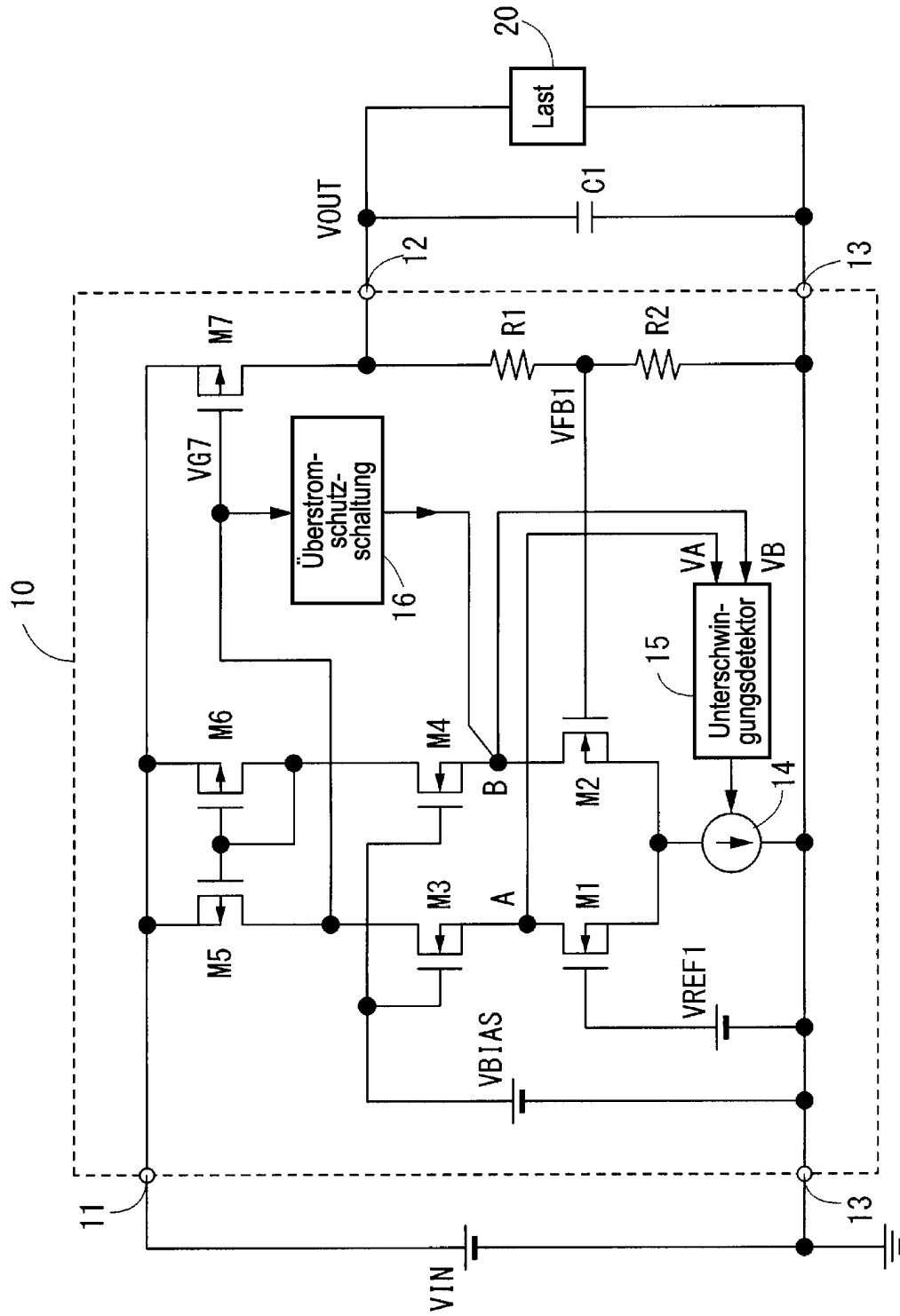


FIG. 2

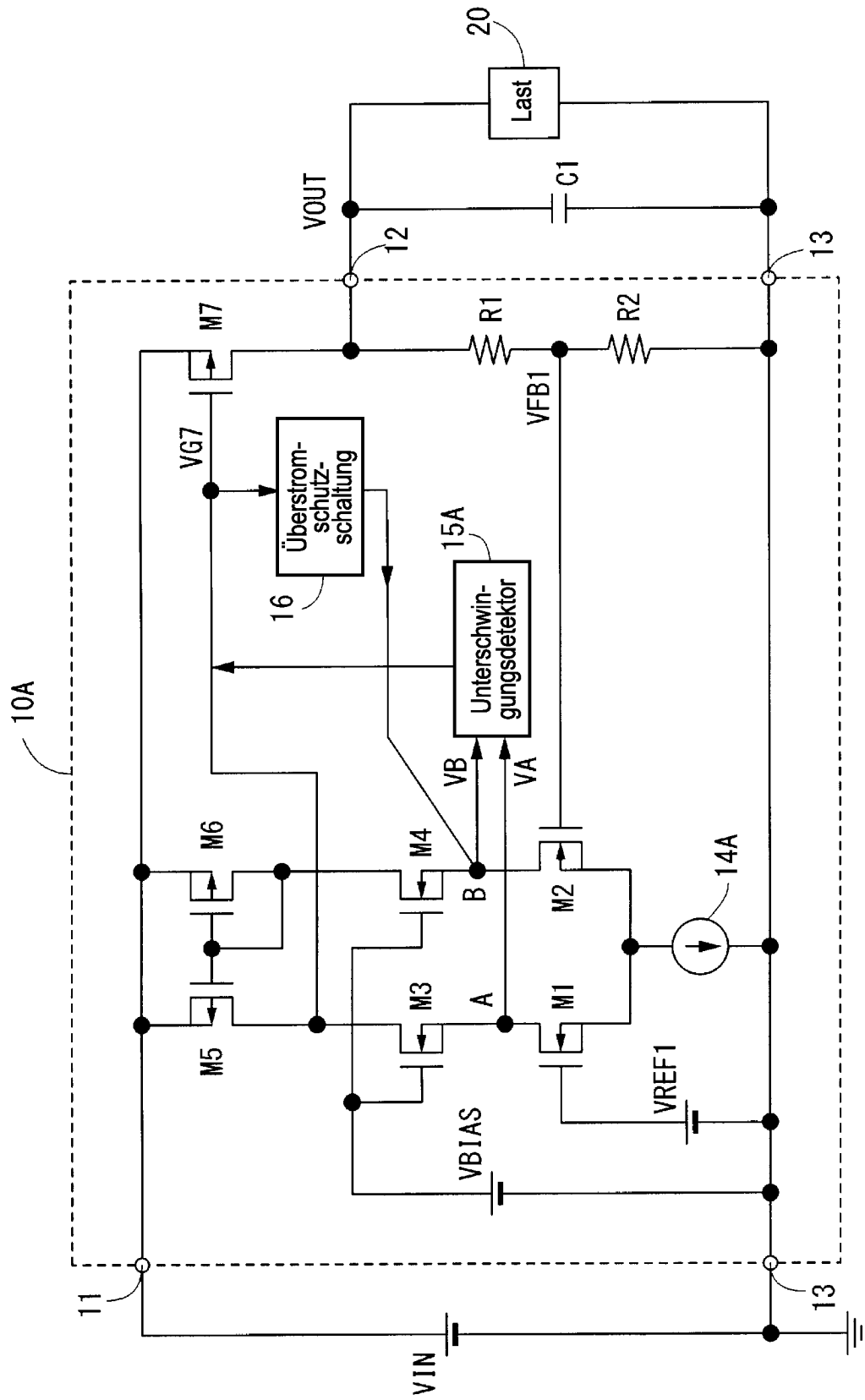


FIG. 3

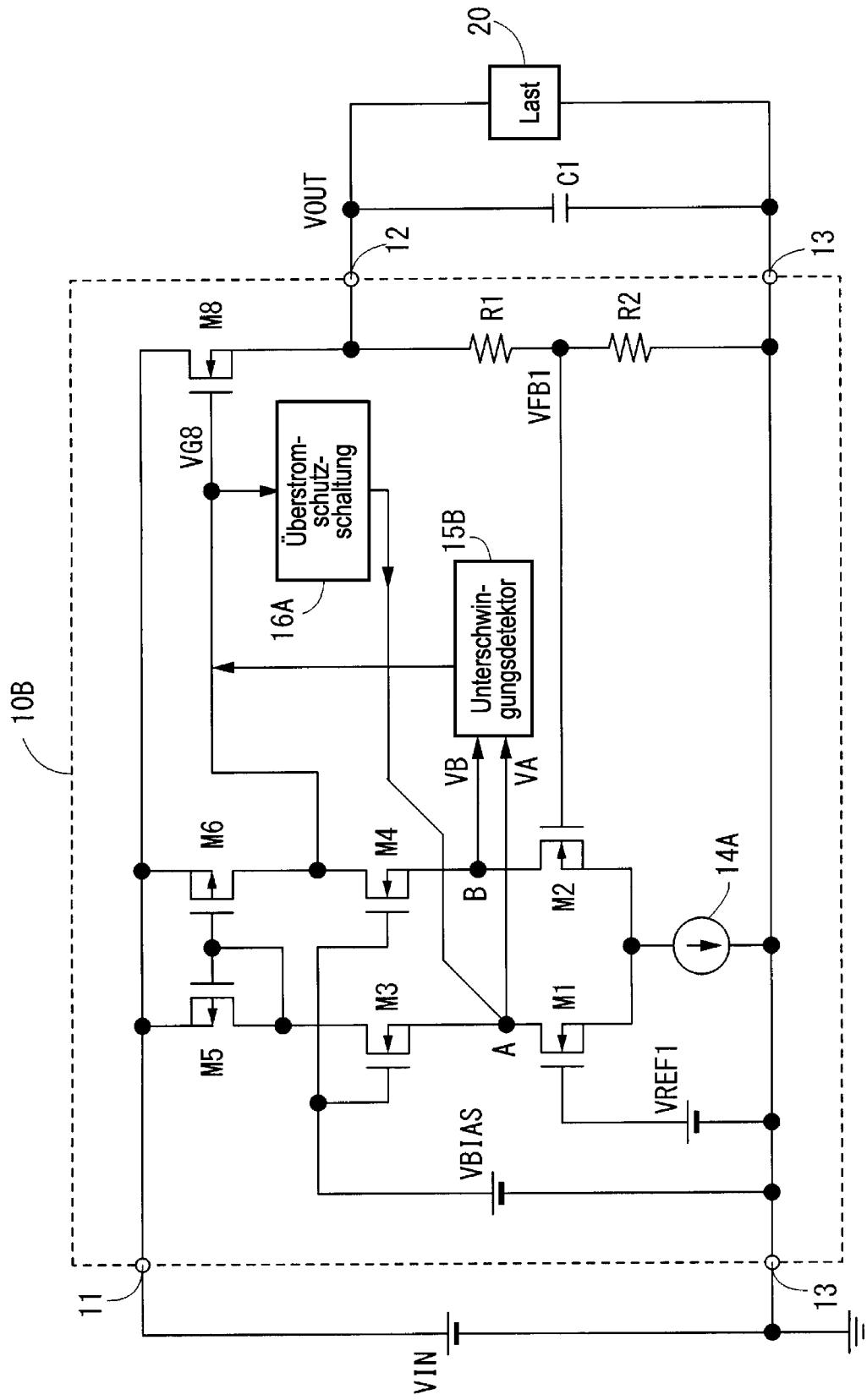


FIG. 4

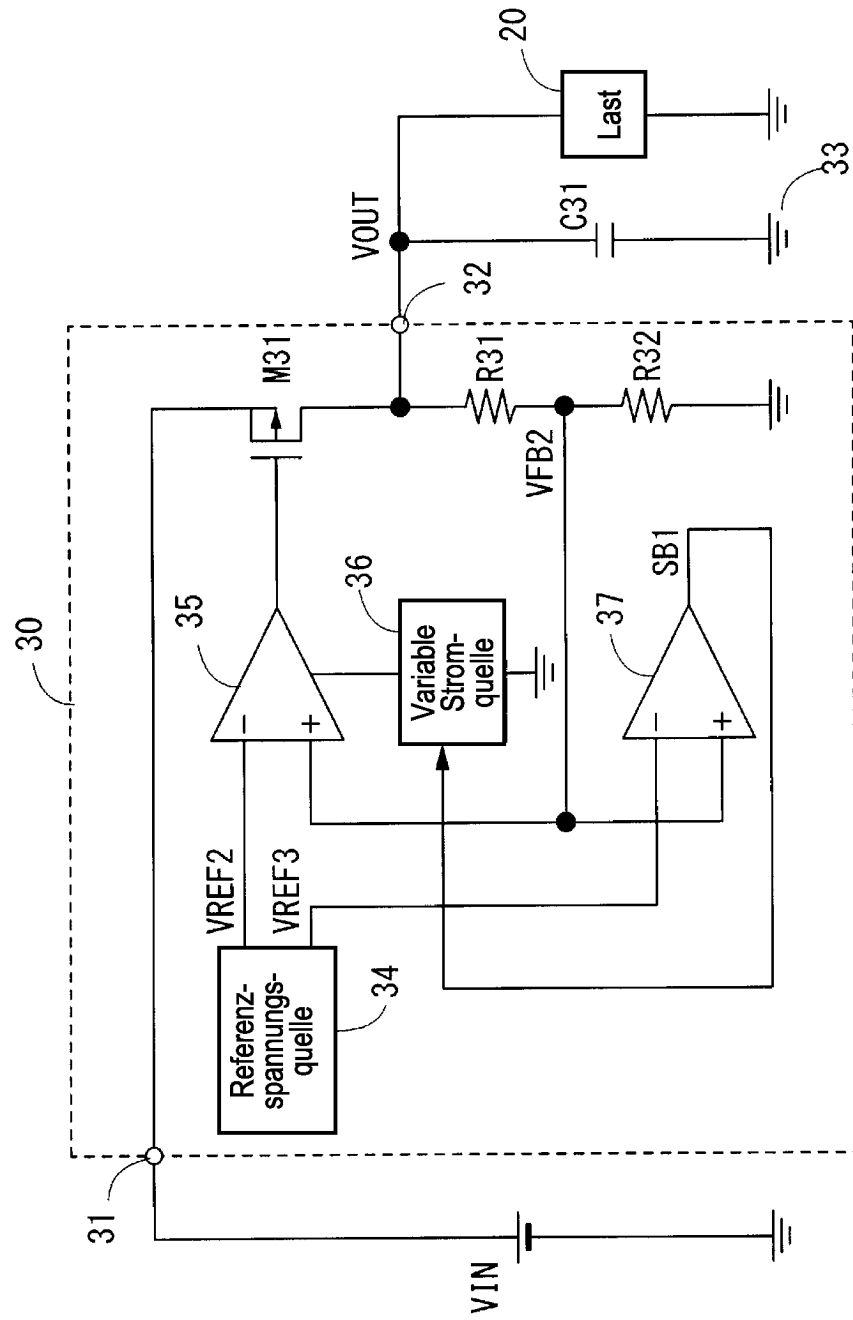


FIG. 5

