



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 022 310.7**  
(22) Anmeldetag: **01.06.2010**  
(43) Offenlegungstag: **01.12.2011**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **04.08.2016**

(51) Int Cl.: **H03F 1/34 (2006.01)**  
**H03F 1/52 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**austriamicrosystems AG, Unterpremstätten, AT**

(74) Vertreter:  
**Epping Hermann Fischer,  
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639 München,  
DE**

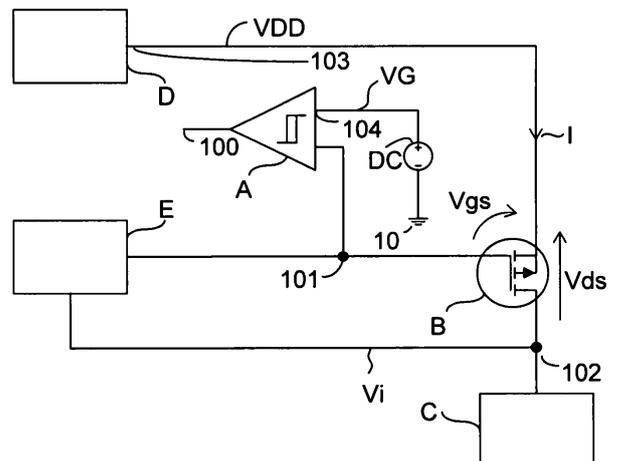
(72) Erfinder:  
**Promitzer, Gilbert, Mureck, AT; Bösmüller, Peter,  
Graz, AT; Rust, Peter, Graz, AT**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**US 2002 / 0 181 180 A1**

**TIETZE, U.: SCHENK, CH.: Halbleiter-  
Schaltungstechnik, 11. Aufl., Berlin [u.a.]:  
Springer, 1999, S. 610, 611, 821 - 823, 828 ISBN 3-  
540-54192-0**

(54) Bezeichnung: **Stromquellenanordnung, Schaltungsanordnung mit der Stromquellenanordnung und Verfahren zum Betreiben einer solchen**

(57) Hauptanspruch: Stromquellenanordnung aufweisend  
– eine Stromquelle (B), die zwei Ausgangsanschlüsse (102, 103) und einen Steuereingang (101) zum Zuführen einer Steuerspannung ( $V_{gs}$ ) aufweist und zum Bereitstellen eines Stroms ( $I$ ) in Abhängigkeit einer Spannung an den Ausgangsanschlüssen ( $V_{ds}$ ) und der Steuerspannung ( $V_{gs}$ ) eingerichtet ist,  
– eine Arbeitspunkteinstelleinheit (E), der ein zu einem Istwert des Stroms ( $I$ ) proportionaler Istwert ( $V_i$ ) zugeführt ist und die zum Bereitstellen der Steuerspannung ( $V_{gs}$ ) in Abhängigkeit des Istwertes ( $V_i$ ) und eines vorgegebenen Zielwertes ( $I_z$ ) des Stroms ( $I$ ) eingerichtet ist, und  
– eine mit dem Steuereingang (101) der Stromquelle (B) gekoppelte Vergleichseinheit (A) zum Bereitstellen eines Überwachungssignals (100),  
wobei das Überwachungssignal (100) in Abhängigkeit einer vorgegebenen Grenzspannung ( $V_G$ ) der Steuerspannung ( $V_{gs}$ ) bereitgestellt ist,  
wobei die Vergleichseinheit (A) mit Hilfe des Überwachungssignals (100) zum Einstellen einer Versorgungsspannung ( $V_{DD}$ ) einer Versorgungseinheit (D) zum Betreiben der Stromquelle (B) vorgesehen ist, und  
wobei die Vergleichseinheit (A) zum Erkennen eines offenen Zustands der anschließbaren elektrischen Last (C) eingerichtet ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Stromquellenanordnung, eine Schaltungsanordnung mit der Stromquellenanordnung und ein Verfahren zum Betreiben einer Stromquelle.

**[0002]** Stromquellen auf Basis von Feldeffekttransistoren, MOSFET, oder von Bipolartransistoren werden in unzähligen Anwendungen für die verschiedensten Zwecke verwendet. Von großer Bedeutung ist hier das Vermögen der Stromquelle, bei unterschiedlichen Lasten, unterschiedlichen Ausgangsspannungen und unterschiedlichen Versorgungsspannungen einen konstanten Strom liefern zu können. Um dies zu erreichen, ist die Stromquelle unter allen Bedingungen im richtigen Arbeitspunkt zu betreiben.

**[0003]** In bekannten Realisierungen derartiger MOSFET-Stromquellen oder Bipolarstromquellen wird der richtige Arbeitspunkt dadurch festgelegt, dass eine Regelung des bereitgestellten Stroms durch Überwachung der zugeführten Versorgungsspannung, der bereitgestellten Spannung für eine elektrische Last oder einer Drainspannung bzw. Kollektorspannung der Stromquelle und eine darauf basierende Bewertung des Arbeitspunktes implementiert wird. Bei der Dimensionierung der Schaltung ist jeweils eine Reserve mit einzuplanen, um ein Fehlverhalten anzuzeigen und/oder um Korrekturmaßnahmen einzuleiten, die verhindern, dass die Stromquelle ihren Arbeitsbereich verlässt. Die Reserve bedingt jedoch, dass die Stromquelle nicht mehr im leistungsoptimalen Bereich arbeitet.

**[0004]** Das Buch von Tietze, U.; Schenk, CH.: Halbleiter-Schaltungstechnik, 11. Aufl., Berlin [u. a.] : Springer, 1999, S. 610, 611, 821–823, 828 ISBN 3-540-64192-0, beschreibt unterschiedliche Präzisionsstromquellen auf Basis von Transistoren.

**[0005]** Das Dokument US 2002/0181180 A1 zeigt eine Überstromschutzschaltung.

**[0006]** Eine zu lösende Aufgabe ist es, eine Stromquellenanordnung bereitzustellen, die unter allen Bedingungen im richtigen Arbeitspunkt betrieben werden kann.

**[0007]** Die Aufgabe wird gelöst durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche. Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind jeweils Gegenstände der abhängigen Ansprüche.

**[0008]** In einer Ausführungsform weist eine Stromquellenanordnung eine Stromquelle, eine Arbeitspunkteinstelleinheit und eine Vergleichseinheit zum Bereitstellen eines Überwachungssignals auf. Die Stromquelle umfasst zwei Ausgangsanschlüsse und einen Steuereingang zum Zuführen einer Steuer-

spannung. Die Stromquelle ist zum Bereitstellen eines Stroms in Abhängigkeit einer Spannung an den Ausgangsanschlüssen und in Abhängigkeit der Steuerspannung eingerichtet. Der Arbeitspunkteinstelleinheit ist ein zu einem Istwert des Stroms proportionaler Istwert zugeführt. Die Arbeitspunkteinstelleinheit ist zum Bereitstellen der Steuerspannung in Abhängigkeit des Istwertes und eines vorgegebenen Zielwerts des Stroms eingerichtet. Die Vergleichseinheit ist mit dem Steuereingang der Stromquelle gekoppelt. Das Überwachungssignal ist in Abhängigkeit einer vorgegebenen Grenzspannung und der Steuerspannung bereitgestellt. Die Vergleichseinheit ist mit Hilfe des Überwachungssignals zum Einstellen einer Versorgungsspannung einer Versorgungseinheit zum Betreiben der Stromquelle vorgesehen. Zudem ist die Vergleichseinheit zum Erkennen eines offenen Zustands der anschließbaren elektrischen Last eingerichtet.

**[0009]** Die Steuerspannung wird der Stromquelle zugeführt. Die Stromquelle stellt den Strom bereit, an ihren Ausgangsanschlüssen fällt die Spannung ab. Der Istwert, beispielsweise eine Istspannung, welcher beziehungsweise welche zum Istwert des Stroms proportional ist, wird der Arbeitspunkteinstelleinheit zugeführt. Ausgehend von dem Istwert und einem vorgegebenen Zielwert des Stroms stellt die Arbeitspunkteinstelleinheit die Steuerspannung bereit. Die Vergleichseinheit erfasst die Steuerspannung und vergleicht diese mit der vorgegebenen Grenzspannung. Wird die vorgegebene Grenzspannung unterschritten, so wird dies in Form einer Pegeländerung des Überwachungssignals angezeigt.

**[0010]** Die Stromquellenanordnung überwacht die Steuerspannung der Stromquelle. Bei einer Pegeländerung des Überwachungssignals können von einer übergeordneten Steuerung entsprechende Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden oder es kann das Fehlverhalten der Stromquelle angezeigt werden. So wird dafür gesorgt, dass die Stromquelle immer im richtigen Arbeitspunkt betrieben wird. Durch die Überwachung der Steuerspannung kann die Stromquelle bis in den Übergangsbereich vom Stromquellenbetrieb in den linearen Betrieb betrieben werden, bevor aufgrund des Überwachungssignals eine Korrekturmaßnahme eingeleitet wird beziehungsweise ein Fehlverhalten signalisiert wird. Dadurch ist es mit Vorteil möglich, eine optimale Effizienz des Stromquellenbetriebes zu erreichen. Es sind zudem keine zusätzlichen Reserven mehr bei der Festlegung der Spannungspegel in der Überwachung notwendig, um Prozess- und Parameterschwankungen von Bauelementen oder Funktionsblöcken sowie Temperatureinflüsse zu berücksichtigen. Die Stromquellenanordnung passt sich diesen variablen Gegebenheiten mit Vorteil automatisch an.

**[0011]** In einer weiteren Ausführungsform ist einer der Ausgangsanschlüsse zum Verbinden mit einer elektrischen Last eingerichtet.

**[0012]** Der Strom wird der anschließbaren elektrischen Last zugeführt.

**[0013]** In einer Weiterbildung ist einer der Ausgangsanschlüsse zum Erfassen des Istwertes beziehungsweise der Istspannung mit der Arbeitspunkteinstelleinheit gekoppelt.

**[0014]** Die Arbeitspunkteinstelleinheit ist adaptiv. Sie stellt die Steuerspannung aufgrund des Istwertes für den gewünschten Arbeitspunkt der Stromquelle bereit.

**[0015]** In einer weiteren Ausführungsform umfasst die anschließbare elektrische Last mindestens eine Diode.

**[0016]** Die mindestens eine Diode ist beispielsweise eine Leuchtdiode.

**[0017]** Die Versorgungseinheit stellt die Versorgungsspannung bereit. Das Überwachungssignal ermöglicht das Einstellen der Höhe der Versorgungsspannung, mit der die Stromquelle betrieben wird.

**[0018]** Das Überwachungssignal zeigt an, wenn ein Anschluss der anschließbaren elektrischen Last offen ist.

**[0019]** In einer weiteren Ausführungsform ist die Stromquelle als Feldeffekttransistor, z. B. als NMOS- oder PMOS-Transistor ausgeführt.

**[0020]** In einer weiteren Ausführungsform ist die Stromquelle als Bipolartransistor ausgeführt. Dieser kann als NPN-Typ oder PNP-Typ ausgeführt sein.

**[0021]** In einer Ausführungsform, in der die Stromquelle einen p-Kanal MOSFET oder einen n-Kanal MOSFET umfasst, sind die zwei Ausgangsanschlüsse folglich Drain- und Sourceanschluss, der Steuereingang ist der Gateanschluss des Feldeffekttransistors.

**[0022]** In einer Ausführungsform umfasst eine Schaltungsanordnung eine Stromquellenanordnung wie oben beschrieben sowie eine Versorgungseinheit und eine elektrische Last. Die elektrische Last und die Stromquelle bilden Elemente einer Reihenschaltung. Die Versorgungseinheit ist zum Bereitstellen einer Versorgungsspannung für diese Reihenschaltung eingerichtet. Die Reihenschaltung ist auf einen Bezugspotentialanschluss bezogen.

**[0023]** Die Versorgungseinheit stellt die Versorgungsspannung für die Stromquelle beziehungsweise

se die Last bereit. Der elektrischen Last wird der von der Stromquelle erzeugte Strom zugeführt. Dabei wird der Steuereingang der Stromquelle entsprechend des vorgegebenen Zielwerts des Stroms und der Arbeitspunktsituation der Stromquelle eingestellt.

**[0024]** Dadurch dass direkt die Steuerspannung der Stromquelle überwacht wird, ist es mit Vorteil möglich, eine vorausschauende Regelung der Stromquelle zu implementieren. Es wird eine optimale Effizienz der Stromquelle erreicht, weil im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren keine Reserven mehr eingeplant werden müssen und die Spannung an den Ausgangsanschlüssen der Stromquelle möglichst gering sein darf.

**[0025]** In einer Ausführungsform weist ein Verfahren zum Betreiben einer Stromquellenanordnung folgende Schritte auf:

- Bereitstellen einer Steuerspannung für eine Stromquelle mit zwei Ausgangsanschlüssen,
- Bereitstellen eines Stroms der Stromquelle in Abhängigkeit einer Spannung an den Ausgangsanschlüssen der Stromquelle und in Abhängigkeit der Steuerspannung,
- Erfassen eines zum Strom proportionalen Istwertes,
- Einstellen der Steuerspannung in Abhängigkeit des Istwertes und eines vorgegebenen Zielwerts des Stroms,
- Erfassen der Steuerspannung und
- Bereitstellen eines Überwachungssignals in Abhängigkeit einer vorgegebenen Grenzspannung und der Steuerspannung,
- Einstellen einer Versorgungsspannung einer Versorgungseinheit zum Betreiben der Stromquelle mit Hilfe des Überwachungssignals,

wobei das Überwachungssignal dazu geeignet ist, einen offenen Anschluss einer an die Stromquelle anschließbaren elektrischen Last anzuzeigen.

**[0026]** Das Überwachungssignal zeigt an, wann die Steuerspannung nicht weiter erhöht werden kann und der Ausgangsstrom der Stromquelle abzusinken droht. Folglich kann beispielsweise ein entsprechendes Nachregeln einer von einer Versorgungseinheit bereitgestellten Versorgungsspannung als Korrekturmaßnahme erfolgen. Dadurch wird verhindert, dass die Stromquelle in den Bereich des Schalterbetriebs gerät.

**[0027]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Funktions- beziehungsweise wirkungsgleiche Bauelemente und Schaltungsteile tragen dabei gleiche Bezugszeichen.

**[0028]** Es zeigen:

**[0029]** Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Stromquellenanordnung in einer Schaltungsanordnung nach dem vorgeschlagenen Prinzip,

**[0030]** Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Stromquellenanordnung in einer Schaltungsanordnung nach dem vorgeschlagenen Prinzip,

**[0031]** Fig. 3 beispielhafte Kennlinien einer Stromquellenanordnung gemäß Fig. 2,

**[0032]** Fig. 4 eine beispielhafte Anwendung einer Stromquellenanordnung nach dem vorgeschlagenen Prinzip, und

**[0033]** Fig. 5 eine weitere beispielhafte Anwendung einer Stromquellenanordnung nach dem vorgeschlagenen Prinzip.

**[0034]** Fig. 1 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer Stromquellenanordnung in einer Schaltungsanordnung nach dem vorgeschlagenen Prinzip. Die Stromquellenanordnung umfasst eine Stromquelle B, eine Arbeitspunkteinstelleinheit E und eine Vergleichseinheit A. Die Stromquelle B weist einen Steuereingang **101**, einen ersten Ausgangsanschluss **102** und einen zweiten Ausgangsanschluss **103** auf. Der erste Ausgangsanschluss **102** der Stromquelle B ist mit einem Anschluss der Arbeitspunkteinstelleinheit E gekoppelt. Ein weiterer Anschluss der Arbeitspunkteinstelleinheit E ist mit dem Steuereingang **101** der Stromquelle B gekoppelt. Die Vergleichseinheit A ist ebenfalls mit dem Steuereingang **101** der Stromquelle B verbunden. Des Weiteren weist die Vergleichseinheit A einen Anschluss **104** zum Zuführen einer vorgegebenen Grenzspannung VG auf. Die Grenzspannung VG gibt den Spannungsabstand zwischen einer maximal möglichen Steuerspannung an dem Steuereingang **101** und einer Versorgungsspannung VDD der Stromquellenanordnung an. Der optimale Wert der Grenzspannung VG ist von der Implementierung der Arbeitspunkteinstelleinheit E abhängig. An einem Ausgang der Vergleichseinheit A ist ein Überwachungssignal **100** bereitgestellt. Die Grenzspannung VG ist von einer auf einen Bezugspotentialanschluss **10** bezogenen Spannungsquelle DC bereitgestellt. Zwischen den Ausgangsanschlüssen **102** und **103** der Stromquelle B fällt eine Spannung Vds ab.

**[0035]** Die Stromquelle B wird von der Arbeitspunkteinstelleinheit E über den Steuereingang **101** geregelt. Die Steuerspannung Vgs ergibt sich aus der Differenz der Spannungen am zweiten Ausgangsanschluss **103** und am Steuereingang **101**. Die Stromquelle B liefert einen definierten Strom I. In der Arbeitspunkteinstelleinheit E wird der Steuereingang **101** der Stromquelle B entsprechend den Stromvorgaben und der Arbeitspunktsituation der Stromquelle B eingestellt. In der Arbeitspunkteinstelleinheit E,

die auch als adaptive Biaskontrolle bezeichnet werden kann, wird ein Istwert Vi, welcher dem Strom I proportional ist, erfasst. Der Istwert Vi ist beispielsweise eine Istspannung. In Abhängigkeit dieses Istwertes Vi und der Vorgaben für den Strom I stellt die Arbeitspunkteinstelleinheit E die Steuerspannung Vgs bereit. Die Vergleichseinheit A vergleicht den Zustand des Steuereingangs **101** mit der vorgegebenen Spannung VG am Anschluss **104**. Das Ergebnis des Vergleichs wird mit einem entsprechenden Logikpegel des Überwachungssignals **100** angezeigt.

**[0036]** Die Stromquellenanordnung wird in der Schaltungsanordnung nach dem vorgeschlagenen Prinzip betrieben. Dies umfasst eine Versorgungseinheit D zum Bereitstellen einer Versorgungsspannung VDD sowie eine elektrische Last C, die zur Stromquelle B in Reihe geschaltet ist. Der Strom I der Stromquelle B wird der elektrischen Last C zugeführt.

**[0037]** Die Stromquelle B ist in diesem Ausführungsbeispiel als p-Kanalfeldeffekttransistor, PMOS, implementiert. Die Steuerspannung Vgs ist demzufolge eine Gate-Source-Spannung. Zwischen den beiden Ausgangsanschlüssen **103** und **102** der Stromquelle B fällt die Spannung Vds als eine Drain-Source-Spannung ab.

**[0038]** Fig. 2 zeigt eine weitere beispielhafte Ausführungsform einer Stromquellenanordnung in einer Schaltungsanordnung nach dem vorgeschlagenen Prinzip. Diese Ausführungsform gleicht derjenigen von Fig. 1 mit dem Unterschied, dass die Stromquelle B hier als n-Kanalfeldeffekttransistor, NMOS, implementiert ist und zur Erfassung des Iststromes I ein Strommesswiderstand W zwischen die Stromquelle B und den Bezugspotentialanschluss **10** geschaltet ist. Die elektrische Last C ist zwischen der Versorgungseinheit D und der Stromquelle B angeordnet. Weiterhin ist die Spannungsquelle DC zur Bereitstellung der Grenzspannung VG auf VDD bezogen.

**[0039]** Diese Form der Implementierung zur Erfassung des Istwertes Vi stellt eine alternative Ausführungsform zur Erfassung des Istwertes dar. Bei einer der Fig. 1 entsprechenden Ausführungsform wird der Istwert an der Drain des Stromquellentransistors abgegriffen und ein Strommesswiderstand ist nicht notwendig.

**[0040]** Die Regelung der Stromquellenanordnung gemäß Fig. 2 wird in Verbindung mit den Kennlinien aus Fig. 3 näher erläutert.

**[0041]** Fig. 3 zeigt beispielhafte Kennlinien einer Stromquellenanordnung gemäß Fig. 2. Auf der Abszisse ist die Spannung Vds zwischen den zwei Ausgangsanschlüssen der Stromquelle B dargestellt. Auf der Ordinate sind einerseits der Verlauf des Stroms I und andererseits der Verlauf der Steuerspannung

V<sub>gs</sub> dargestellt. Die durchgezogene Linie zeigt den Verlauf der Steuerspannung V<sub>gs</sub> bezogen auf die Spannung V<sub>ds</sub>. Die gestrichelte Linie zeigt den Verlauf des Stroms I bezogen auf die Spannung V<sub>ds</sub> an den zwei Ausgangsanschlüssen der Stromquelle B. Der Wert I<sub>z</sub> bezeichnet den vorgegebenen Zielwert des Stroms I, den die Stromquelle B konstant liefern soll.

**[0042]** Die Kennlinie der Steuerspannung V<sub>gs</sub> ist in drei Bereiche unterteilt. Wäre die Spannung V<sub>ds</sub> kleiner als eine erste Spannung V<sub>1</sub>, läge für den Transistor der Stromquelle B ein Schalterbetrieb mit einer Abhängigkeit des Stroms von der Spannung V<sub>ds</sub> vor. Der Bereich zwischen der ersten Spannung V<sub>1</sub> und einer zweiten Spannung V<sub>2</sub> bezeichnet einen Übergangsbereich des NMOS-Transistors. Der Bereich, in dem die Spannung V<sub>ds</sub> größer als die zweite Spannung V<sub>2</sub> ist, kennzeichnet den regulären Stromquellenbetrieb.

**[0043]** Verringert sich im regulären Stromquellenbetrieb die Spannung V<sub>ds</sub> an den Ausgangsanschlüssen der Stromquelle B durch zum Beispiel eine Änderung an der Last C oder eine Änderung der Versorgungsspannung VDD der Versorgungseinheit D, beginnt die Steuerspannung V<sub>gs</sub> zu steigen. Wird der Übergangsbereich zwischen der ersten und der zweiten Spannung V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> erreicht, steigt die Steuerspannung V<sub>gs</sub> immer stärker bis die verbleibende Spannungsdifferenz zum Betrag von VDD die Grenzspannung V<sub>G</sub> erreicht. Ab diesem Punkt würde die Stromquelle B im Schalterbetrieb betrieben werden und der Strom I würde radikal sinken. Die Regelung der Stromquellenanordnung ist so eingestellt, dass eine Änderung des Überwachungssignals **100** kurz vor Erreichen der Grenzspannung V<sub>G</sub> erfolgt. Somit ist sichergestellt, dass die Stromquelle B nicht in den Bereich des Schalterbetriebs gerät. Im Gegensatz zu bekannten Lösungen kann jedoch der Übergangsbereich zwischen erster und zweiter Spannung V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> genutzt werden.

**[0044]** Ein der Fig. 3 entsprechendes Kennlinienfeld für die Ausführungsform gemäß Fig. 1 ergibt sich durch Spiegelung am Schnittpunkt von Abszisse und Ordinate in den dritten Quadranten des Achsensystems. Die Spannungen und Ströme haben dann negative Vorzeichen.

**[0045]** Dadurch, dass vorliegend die Steuerspannung V<sub>gs</sub> direkt überwacht wird, und da die Dynamik des Steuereingangs **101** die selben Abhängigkeiten im Hinblick auf Parameter- und Prozessschwankungen sowie auf Umgebungseinflüsse aufweist wie die Stromquelle B selbst, kann der Triggerpunkt für das Überwachungssignal **100**, also der Triggerpunkt für die Regelung der Stromquelle, in den Übergangsbereich zwischen erster und zweiter Spannung V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> gelegt werden. Vorteilhafterweise

passt sich die Stromquellenanordnung Prozess- und Parameterschwankungen von Bauelementen sowie Temperatureinflüssen automatisch an.

**[0046]** Fig. 4 zeigt eine beispielhafte Anwendung einer Stromquellenanordnung nach dem vorgeschlagenen Prinzip. Die dargestellte Schaltung gleicht derjenigen aus Fig. 1, wobei das Überwachungssignal **100** einer digitalen Steuerung F zugeführt ist, welche ein erstes Steuersignal S<sub>1</sub> bereitstellt. Das Steuersignal S<sub>1</sub> wird der Versorgungseinheit D zugeführt. Die digitale Steuerung F ist ein Beispiel für eine oben erwähnte übergeordnete Steuerung. Die Versorgungseinheit D ist beispielsweise als Ladungspumpe realisiert. Die Last C weist hier beispielhaft eine Reihenschaltung umfassend drei Leuchtdioden, welche auf den Bezugspotentialanschluss **10** bezogen sind, auf.

**[0047]** Das Überwachungssignal **100** wird in dieser Anwendung verwendet, um mit Hilfe der digitalen Steuerung F die Versorgungseinheit D, also die Ladungspumpe, zu steuern und somit die Versorgungsspannung VDD bei Bedarf zu erhöhen oder zu verringern. Die Versorgungsspannung VDD wird digital erhöht und erst mit Zeitverzögerung, welche in der digitalen Steuerung F realisiert ist, wieder verringert. Alternativ kann eine derartige Hysterese in der Vergleichseinheit A realisiert sein. Durch die Hysterese wird vorteilhafterweise sichergestellt, dass die Höhe der Versorgungsspannung VDD nicht fortlaufend erhöht beziehungsweise erniedrigt wird.

**[0048]** Fig. 5 zeigt eine weitere beispielhafte Anwendung einer Stromquellenanordnung nach dem vorgeschlagenen Prinzip. Die Anordnung gleicht der in Fig. 4 dargestellten Anwendung, mit dem Unterschied, dass die digitale Steuerung F in diesem Fall zusätzlich ein zweites Steuersignal S<sub>2</sub> bereitstellt. Das Überwachungssignal **100** wird hier von der digitalen Steuerung F ausgewertet, so dass das zweite Steuersignal S<sub>2</sub> seinen Pegel ändert, wenn ein Anschluss der elektrischen Last C offen ist.

#### Bezugszeichenliste

<b>A</b>	Vergleichseinheit
<b>B</b>	Stromquelle
<b>C</b>	elektrische Last
<b>D</b>	Versorgungseinheit
<b>DC</b>	Spannungsquelle
<b>E</b>	Arbeitspunkteinstelleinheit
<b>F</b>	digitale Steuerung
<b>I</b>	Strom
<b>I<sub>z</sub></b>	Zielwert
<b>S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub></b>	Steuersignal
<b>V<sub>gs</sub>, V<sub>ds</sub>, V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub></b>	Spannung
<b>VDD</b>	Spannung
<b>V<sub>i</sub></b>	Istwert
<b>V<sub>G</sub></b>	Grenzspannung

<b>W</b>	Messwiderstand
<b>10</b>	Bezugspotentialanschluss
<b>100</b>	Überwachungssignal
<b>101</b>	Steuereingang
<b>102, 103, 104</b>	Anschluss

### Patentansprüche

1. Stromquellenanordnung aufweisend

- eine Stromquelle (B), die zwei Ausgangsanschlüsse (**102, 103**) und einen Steuereingang (**101**) zum Zuführen einer Steuerspannung (Vgs) aufweist und zum Bereitstellen eines Stroms (I) in Abhängigkeit einer Spannung an den Ausgangsanschlüssen (Vds) und der Steuerspannung (Vgs) eingerichtet ist,
- eine Arbeitspunkteinstelleinheit (E), der ein zu einem Istwert des Stroms (I) proportionaler Istwert (Vi) zugeführt ist und die zum Bereitstellen der Steuerspannung (Vgs) in Abhängigkeit des Istwertes (Vi) und eines vorgegebenen Zielwerts (Iz) des Stroms (I) eingerichtet ist, und
- eine mit dem Steuereingang (**101**) der Stromquelle (B) gekoppelte Vergleichseinheit (A) zum Bereitstellen eines Überwachungssignals (**100**), wobei das Überwachungssignal (**100**) in Abhängigkeit einer vorgegebenen Grenzspannung (VG) der Steuerspannung (Vgs) bereitgestellt ist, wobei die Vergleichseinheit (A) mit Hilfe des Überwachungssignals (**100**) zum Einstellen einer Versorgungsspannung (VDD) einer Versorgungseinheit (D) zum Betreiben der Stromquelle (B) vorgesehen ist, und
- wobei die Vergleichseinheit (A) zum Erkennen eines offenen Zustands der anschließbaren elektrischen Last (C) eingerichtet ist.

2. Stromquellenanordnung nach Anspruch 1, wobei einer der Ausgangsanschlüsse (**102**) zum Verbinden mit einer elektrischen Last (C) eingerichtet ist.

3. Stromquellenanordnung nach Anspruch 2, wobei einer der Ausgangsanschlüsse (**102**) zum Erfassen des Istwertes (Vi) mit der Arbeitspunkteinstelleinheit (E) gekoppelt ist.

4. Stromquellenanordnung nach Anspruch 2 oder 3, wobei die anschließbare elektrische Last (C) mindestens eine Diode umfasst.

5. Stromquellenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Stromquelle (B) als Feldeffekttransistor ausgeführt ist.

6. Stromquellenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Stromquelle (B) als Bipolartransistor ausgeführt ist.

7. Schaltungsanordnung mit einer Stromquellenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 umfassend

- eine Versorgungseinheit (D) zum Bereitstellen einer Versorgungsspannung (VDD) für einen der Ausgangsanschlüsse (**103**) der Stromquelle (B) und
- eine elektrische Last (C), die in Reihe zu der Stromquelle (B) geschaltet ist, wobei die Reihenschaltung von der Versorgungseinheit (D) versorgt wird und auf einen Bezugspotentialanschluss (**10**) bezogen ist.

8. Verfahren zum Betreiben einer Stromquellenanordnung aufweisend folgende Schritte:

- Bereitstellen einer Steuerspannung (Vgs) für eine Stromquelle (B) mit zwei Ausgangsanschlüssen (**102, 103**),
- Bereitstellen eines Stroms (I) der Stromquelle (B) in Abhängigkeit einer Spannung (Vds) an den Ausgangsanschlüssen (**102, 103**) der Stromquelle (B) und in Abhängigkeit der Steuerspannung (Vgs),
- Erfassen eines zum Strom (I) proportionalen Istwertes (Vi),
- Einstellen der Steuerspannung (Vgs) in Abhängigkeit des Istwertes (Vi) und eines vorgegebenen Zielwertes des Stroms (I),
- Erfassen der Steuerspannung (Vgs) und
- Bereitstellen eines Überwachungssignals (**100**) in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Grenzspannung (VG) und der Steuerspannung (Vgs),
- Einstellen einer Versorgungsspannung (VDD) einer Versorgungseinheit (D) zum Betreiben der Stromquelle (B) mit Hilfe des Überwachungssignals (**100**), wobei das Überwachungssignal dazu geeignet ist, einen offenen Anschluss einer an die Stromquelle anschließbaren elektrischen Last anzuzeigen.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

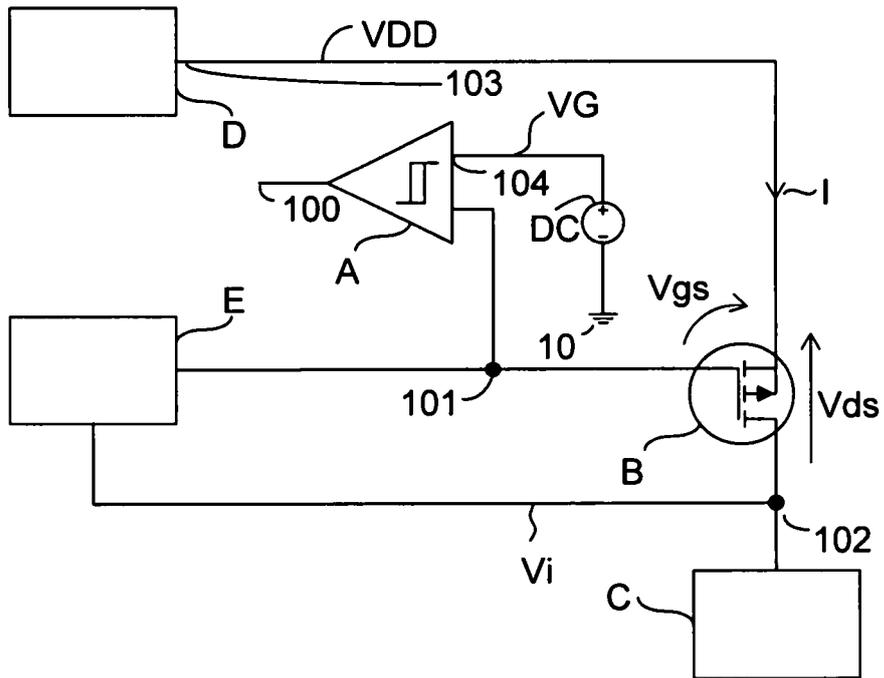


FIG 2

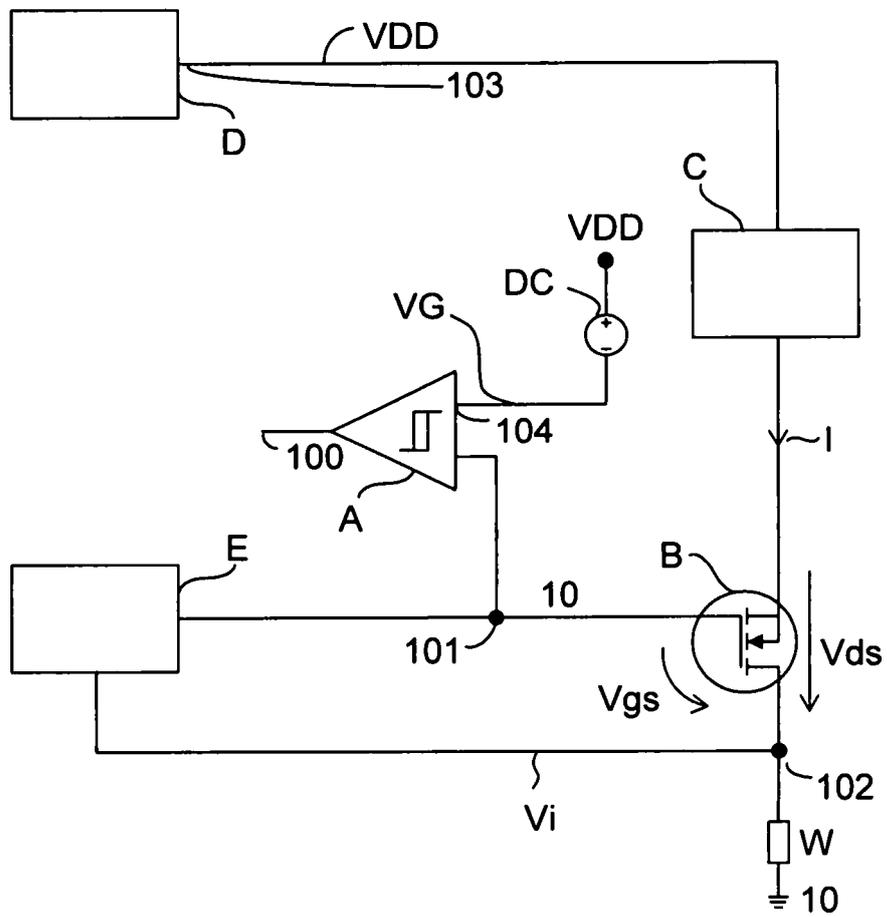


FIG 3

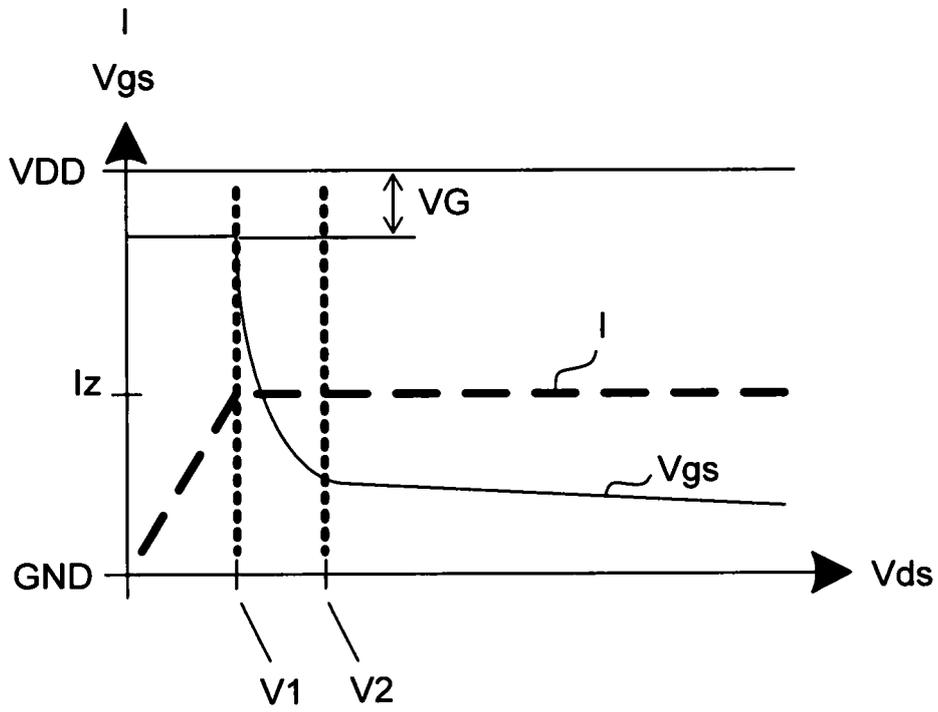


FIG 4

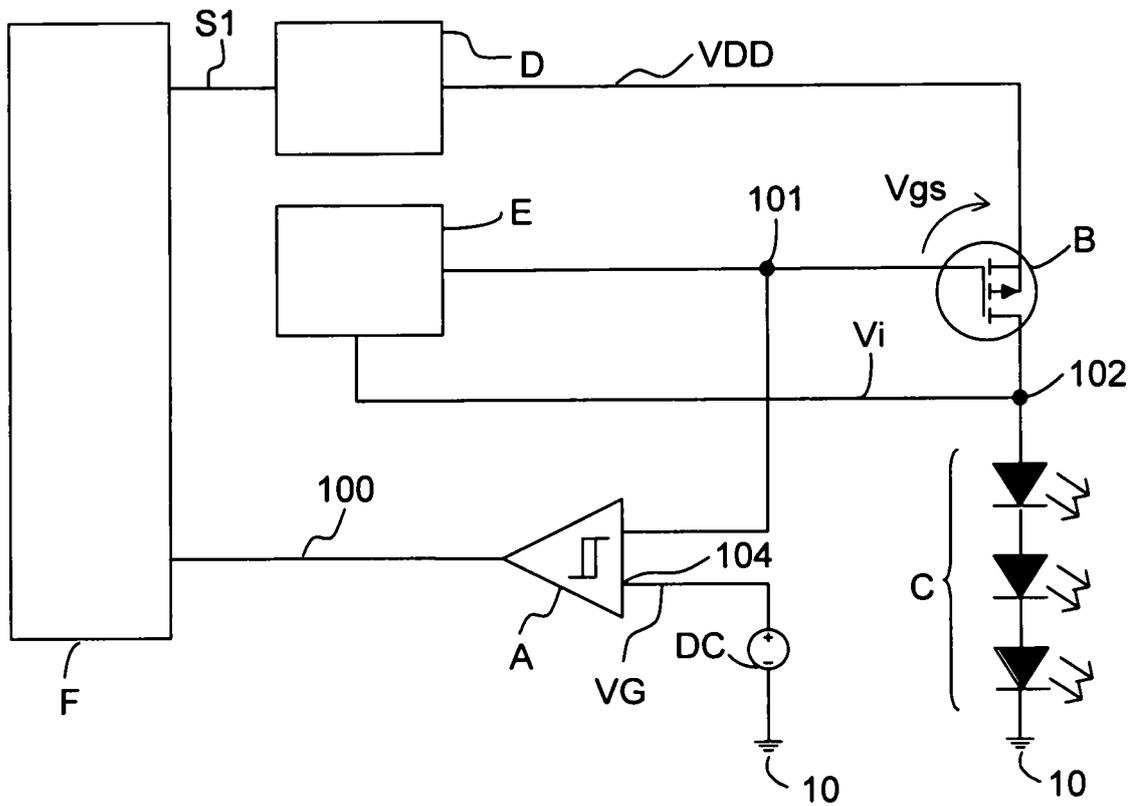


FIG 5

