



(10) **DE 10 2010 028 795 A1** 2011.11.10

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 028 795.4**

(22) Anmeldetag: **10.05.2010**

(43) Offenlegungstag: **10.11.2011**

(51) Int Cl.: **H05B 37/02 (2006.01)**

G05F 1/56 (2006.01)

F21V 23/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Osram Gesellschaft mit beschränkter Haftung,
81543, München, DE**

(72) Erfinder:
Rudolph, Bernd, 85659, Forstern, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 10 2005 010013 A1

DE 10 2004 033980 A1

DE 10 2004 020658 A1

US 2006/00 76 901 A1

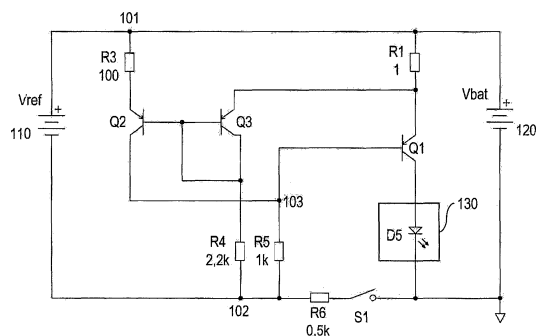
EP 2 249 622 A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Schaltung zum Betrieb einer Leuchteinheit sowie Leuchte mit einer solchen Schaltung**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Schaltung zum Betrieb einer Leuchteinheit angegeben, umfassend einen Stromspiegel (Q2, Q3), der über eine Referenzspannungsquelle (110) vorspannbar ist, wobei der Stromspiegel (Q2, Q3) mit einer Regelstrecke (Q1) verbunden ist, mithilfe derer ein Strom von einer Energiequelle (120) zu der Leuchteinheit (130) einstellbar ist. Weiterhin wird eine Leuchte vorgeschlagen umfassend eine solche Schaltung.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltung zum Betrieb einer Leuchteinheit sowie eine Leuchte mit einer solchen Schaltung.

[0002] Herkömmliche LED-Taschenleuchten verwenden oft nur einen ohmschen Vorwiderstand zur Einstellung des LED-Stroms. Liegt die nominale Versorgungsspannung nicht deutlich über der LED-Spannung, ergibt sich eine starke Abhängigkeit des LED-Stroms und damit der Helligkeit von der Versorgungsspannung. Somit wirkt sich der Zustand der Batterie oder des Akkumulators deutlich wahrnehmbar auf die Helligkeit der LED-Taschenleuchte aus. Dies führt dazu, dass ein Nutzer die Batterien bereits frühzeitig austauscht. So wird die Kapazität der chemischen Zelle eher selten bis zur möglichen unteren Spannung ausgenutzt.

[0003] Es sind weiterhin elektronische Konstantstromquellen bekannt, die Speziialschaltkreise einsetzen und eine verhältnismäßig hohe Versorgungsspannung zum Betrieb benötigen. Daraus resultieren erhebliche Verluste, die beispielsweise die Batterielaufzeit der Taschenleuchte entsprechend verkürzen.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die vorstehend genannten Nachteile zu vermeiden und insbesondere eine Möglichkeit für eine einfache (lineare) Konstantstromquelle zu schaffen, beispielsweise zum Betrieb einer Taschenleuchte oder Leuchteinheit mit mindestens einem Halbleiterleuchtelement.

[0005] Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich auch aus den abhängigen Ansprüchen.

[0006] Zur Lösung der Aufgabe wird eine Schaltung zum Betrieb einer Leuchteinheit angegeben,
– umfassend einen Stromspiegel, der über eine Referenzspannungsquelle vorschaltbar ist,
– wobei der Stromspiegel mit einer Regelstrecke verbunden ist, mithilfe derer ein Strom von einer Energiequelle zu der Leuchteinheit einstellbar ist.

[0007] Die Energiequelle kann mindestens eine (wiederaufladbare) Batterie umfassen.

[0008] Die vorgeschlagene Lösung hat den Vorteil, dass die in einer Batterie gespeicherte elektrische Energie effizient genutzt wird.

[0009] Die hier vorgeschlagene Konstantstromquelle kann mit einem geringen Spannungsabfall betrieben werden und weist eine gute Konstantstromcharakteristik auf.

[0010] Eine Weiterbildung ist es, dass die Leuchteinheit mindestens ein Halbleiterleuchtelement umfasst.

[0011] Eine andere Weiterbildung ist es, dass die Regelstrecke in Reihe mit der Leuchteinheit geschaltet ist.

[0012] Insbesondere ist es eine Weiterbildung, dass ein Strommesswiderstand in Reihe mit der Regelstrecke und der Leuchteinheit geschaltet ist, wobei der Strommesswiderstand mit dem Stromspiegel verbunden ist.

[0013] Auch ist es eine Weiterbildung, dass parallel zu der Reihenschaltung aus Strommesswiderstand, Regelstrecke und Leuchteinheit die Energiequelle angeordnet ist.

[0014] Ferner ist es eine Weiterbildung, dass der Stromspiegel zwei Bipolartransistoren aufweist, wobei die Bipolartransistoren über ihre Basisanschlüsse miteinander und mit dem Kollektoranschluss eines der Bipolartransistoren verbunden sind.

[0015] Im Rahmen einer zusätzlichen Weiterbildung ist der eine Bipolartransistor des Stromspiegels in Basisschaltung angeordnet, wobei der von dem Strommesswiderstand detektierbare Strom als Spannungsabfall auf den Emitter dieses Bipolartransistors koppelbar ist. Der andere Bipolartransistor des Stromspiegels ist in Emitterschaltung angeordnet und mit seinem Kollektor mit der Regelstrecke, insbesondere einem Eingang der Regelstrecke, verbunden.

[0016] Eine nächste Weiterbildung besteht darin, dass ein Schalter zwischen der Regelstrecke und der Energiequelle angeordnet ist.

[0017] Insbesondere kann der Schalter die Regelstrecke von der Energiequelle trennen. Beispielsweise kann der Schalter direkt, über einen oder über mehrere Widerstände mit der Basis des Transistors, der als Regelstrecke einsetzbar ist, verbunden sein. Wird der Schalter geöffnet, sperrt der Transistor, die Schaltung ist inaktiv.

[0018] Eine Ausgestaltung ist es, dass die Regelstrecke einen Transistor umfasst.

[0019] Insbesondere kann es sich bei der Regelstrecke um einen Bipolartransistor, z. B. einen pnp-Transistor, handeln. Auch können die hier erwähnten Transistoren durch andere Transistoren (z. B. Feldeffekt-Transistoren) oder elektronische Bauteile zum Schalten oder Verstärken elektrischer Signale ersetzt werden.

[0020] Eine alternative Ausführungsform besteht darin, dass die Basis des Transistors als Regelstrecke mit dem Stromspiegel verbunden ist.

[0021] Somit ermöglicht der Transistor eine Regelstrecke und wird über den aus der Referenzspannung vorgespannten Stromspiegel angesteuert.

[0022] Eine nächste Ausgestaltung ist es, dass der Transistor ein Bipolartransistor mit niedriger Kollektor-Emitter-Sättigungsspannung ist.

[0023] Ein solcher Bipolartransistor mit niedriger Sättigung wird auch bezeichnet als ein "Low-Saturation" Bipolartransistor.

[0024] Auch ist es eine Ausgestaltung, dass die Referenzspannungsquelle eine Referenzspannung bereitstellt, die von der Energiequelle erzeugbar ist.

[0025] Eine Weiterbildung besteht darin, dass eine Diode, z. B. eine Zenerdiode und/oder eine Leuchtdiode, und/oder eine Band-Gap-Referenz zur Einstellung der Referenzspannung vorgesehen ist.

[0026] Eine zusätzliche Ausgestaltung ist es, dass der Stromspiegel zwei pnp-Transistoren aufweist und bei der die Regelstrecke einen pnp-Transistor umfasst.

[0027] Die vorstehend genannte Aufgabe wird auch gelöst durch eine Leuchte umfassend die Schaltung wie hier beschrieben.

[0028] Bei der Leuchte kann es sich um eine Handleuchte oder um eine Taschenleuchte handeln.

[0029] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung dargestellt und erläutert.

[0030] Es zeigt:

[0031] [Fig. 1](#) ein schematisches Schaltbild für eine LED-Linear-Konstantstromquelle.

[0032] [Fig. 1](#) zeigt ein schematisches Schaltbild für eine LED-Linear-Konstantstromquelle. Beispielsweise, kann eine derartige Schaltung in einer mobilen Leuchte, z. B. einer Taschenleuchte, eingesetzt werden.

[0033] Eine Referenzspannungsquelle **110** stellt eine Gleichspannung V_{ref} in Höhe von beispielsweise 2,5 V bereit und ist über ihren positiven Pol mit einem Knoten **101** und mit ihrem negativen Pol mit einem Knoten **102** verbunden.

[0034] Die Referenzspannungsquelle **110** kann mittels einer Diode, z. B. einer Leuchtdiode, einer Zenerdiode oder einer Band-Gap-Referenz eingestellt werden.

[0035] Der Knoten **101** ist weiterhin über einen Widerstand R3 mit dem Emitter eines pnp-Transistors Q2 verbunden. Die Basis des Transistors Q2 ist mit der Basis sowie mit dem Kollektor eines pnp-Transistors Q3 verbunden. Weiterhin ist der Kollektor des Transistors Q3 über einen Widerstand R4 mit dem Knoten **102** verbunden. Die beiden Transistoren Q2 und Q3 stellen einen Stromspiegel dar.

[0036] Der Kollektor des Transistors Q2 ist mit der Basis eines pnp-Transistors Q1 verbunden, wobei die Basis des Transistors Q1 weiterhin über einen Widerstand R5 mit dem Knoten **102** verbunden ist.

[0037] Der Knoten **101** ist über einen Widerstand R1 sowohl mit dem Emitter des Transistors Q3 als auch mit dem Emitter des Transistors Q1 verbunden. Der Kollektor des Transistors Q1 ist über eine Leuchteinheit **130** umfassend eine Leuchtdiode D5 mit dem negativen Pol einer Batterie **120** verbunden. Die Kathode der Leuchtdioden D5 zeigt in Richtung des negativen Pols der Batterie **120**. Der positive Pol der Batterie **120** ist mit dem Knoten **101** verbunden. Die Batterie stellt eine Spannung in Höhe von V_{bat} (z. B. 4,5 Volt) bereit. Anstatt der Leuchtdiode D5 können mehrere Leuchtdioden, z. B. in Reihenschaltung, als Leuchteinheit **130** vorgesehen sein.

[0038] Die Leuchteinheit **130** kann mindestens ein Halbleiterleuchtelement umfassen. Beispielsweise kann als Halbleiterleuchtelement eine weiße Leuchtdiode (LED) eingesetzt werden.

[0039] Der Knoten **102** ist über einen Widerstand R6 und einen Schalter S1 mit dem negativen Pol der Batterie **120** (Massepotential) verbunden. Der Schalter S1 kann auch als ein elektronischer Schalter (z. B. als ein Transistor, ein Mosfet, ein IGBT, etc.) ausgeführt sein, so dass mittels einer bekannten Pulsweitenmodulation (PWM) eine Helligkeitsregelung (Dimmung) der Leuchteinheit **130** erreicht werden kann.

[0040] Wird der Schalter S1 geschlossen, wird die Leuchteinheit **130** über die Batterie **120** mit elektrischer Energie versorgt, wobei der Strom durch die Leuchteinheit **130** mittels des Transistors Q1 so eingestellt wird, dass ein Spannungsabfall der Batteriespannung V_{bat} möglichst lange kompensiert wird.

[0041] Die in [Fig. 1](#) gezeigten Bauteile können wie folgt dimensioniert sein: $R1 = 1 \Omega$, $R3 = 100 \Omega$, $R4 = 2,2 \text{ k}\Omega$, $R5 = 1 \text{ k}\Omega$, $R6 = 0,5 \text{ k}\Omega$. Die Leuchtdiode D5 kann eine weiße LED vom Typ "Golden Dragon", die Transistoren Q2 und Q3 können als ein Bauelement BCV62 ausgeführt und der Transistor Q1 kann vom Typ PBSS5250X sein.

[0042] Der Stromspiegel umfassend die Transistoren Q2 und Q3 wird mittels des Widerstands R3 über den Emitter des Transistors Q2 auf ein Referenzpotential V_{ref} eingestellt. Der Widerstand R1 dient an dem Emitter des Transistors Q3 als ein Strommesswiderstand (Shunt).

[0043] Der Kollektorstrom beträgt

$$I_C = I_S(T, U_{CE}) \cdot \exp\left(\frac{U_{BE}}{U_T}\right),$$

wobei

I_C den Kollektorstrom,
 I_S einen Sperrstrom,
 T die Temperatur,
 U_{CE} eine Kollektor-Emitter-Spannung,
 U_{BE} eine Basis-Emitter-Spannung,
 U_T eine Temperaturspannung

bezeichnen.

[0044] Die Temperaturspannung U_T beträgt ca. 26 mV bei 23°C. Der Stromspiegel umfasst die Transistoren Q2, Q3, z. B. in Form eines Doppeltransistors mit nahezu identischem Sperrstrom I_S und nahezu identischem Kollektorstrom I_C . Somit folgt für das Verhältnis der Kollektorströme der beiden Transistoren Q2 und Q3:

$$\frac{I_{C,Q2}}{I_{C,Q3}} = \frac{\exp\left(\frac{U_{BE,Q2}}{U_T}\right)}{\exp\left(\frac{U_{BE,Q3}}{U_T}\right)} = \exp\left(\frac{U_{BE,Q2} - U_{BE,Q3}}{U_T}\right).$$

[0045] Der Transistor Q1 realisiert eine Regelstrecke und wird über den aus der Referenzspannung V_{ref} vorgespannten Stromspiegel gesteuert.

[0046] Insbesondere wird als Transistor Q1 ein sogenannter Low-Saturation-Bipolartransistor Q1 eingesetzt, der bis zu sehr kleinen Spannungsabfällen (z. B. 100 mV) über seiner Emitter-Kollektor-Strecke betreibbar ist.

[0047] Der LED-Strom wird über den Widerstand R1 (Shuntwiderstand) in dem Emitterkreis des Transistors Q1 gemessen und auf den in Basisschaltung betriebenen sowie von der Referenzspannungsquelle V_{ref} vorgespannten Transistor Q3 des bipolaren Stromspiegels gekoppelt. Der andere Transistor Q2 des Stromspiegels ist in Emitterschaltung angeordnet und mit seinem Kollektor mit der Basis des Transistors Q1 verbunden. Hierdurch wird der Regelkreis geschlossen.

[0048] Im aktiven Betrieb der Schaltung (also bei geschlossenem Schalter S1) erfolgt an einem Knoten **103** eine Verteilung des bereitgestellten Stroms derart, dass ein Teil durch den Transistor Q2 abfließt und ein anderer Teil dem Transistor Q1 zugeführt wird. Durch die vorgeschlagene Dimensionierung der Widerstände R1, R3 und R5 des Stromspiegels wird erreicht, dass ein abnehmender Strom durch die Leuchtdiode D5 in etwa proportional ist zu dem Strom durch den Widerstand R3. Damit steigt mit abnehmendem Strom der Strom, der über den Knoten **103** an die Basis des Transistors Q1 geleitet wird, an. Somit kann eine Leistungsabnahme der Batterie **120** zumindest vorübergehend kompensiert werden, ohne dass dies zu einem starken Helligkeitsverlust der Leuchteinheit **130** führen würde.

[0049] Vorzugsweise dient der Schalter S1 dazu, das ganze System mit geringem Leistungsbedarf ein- und auszuschalten, ohne die Batterie abklemmen zu müssen. Trotzdem ist sichergestellt, dass bei geöffnetem Schalter S1 kein Strom verbraucht wird.

[0050] Beispielsweise kann bei einer Versorgungsspannung V_{bat} in einem Bereich von 0 V bis 5 V bereits bei einem geringen Spannungsabfall über den Widerstand R1 und den Transistor Q1 in Höhe von 280 mV ein LED-Strom von ca. 142 mA (dies entspricht bereits ca. 97,5% des Maximums bei der 5 V-Versorgungsspannung) erreicht werden.

[0051] Mit dieser kostengünstigen Schaltung ist eine sehr gute Stromkonstanz der LED bei minimalem Spannungsabfall, also bis zu sehr kleinen Batteriespannungen, möglich. Hierdurch wird die Batterie effizient genutzt, indem möglichst lange eine nahezu konstante Helligkeit der LED gewährleistet ist.

[0052] Hierbei sei angemerkt, dass die in [Fig. 1](#) gezeigte Schaltung auch entsprechend mit npn-Transistoren (dual) aufgebaut sein kann.

Bezugszeichenliste

101	Knoten
102	Knoten
103	Knoten
110	Referenzspannungsquelle
120	Batterie (Energieversorgung)
130	Leuchteinheit
R_i	Widerstand
Q_i	pnp-Transistor
S1	Schalter
V_{ref}	Referenzspannung
V_{bat}	Batteriespannung

Patentansprüche

- Schaltung zum Betrieb einer Leuchteinheit (**130**),
 - umfassend einen Stromspiegel (Q2, Q3), der über eine Referenzspannungsquelle (**110**) vorspannbar ist,
 - wobei der Stromspiegel (Q2, Q3) mit einer Regelstrecke (Q1) verbunden ist, mithilfe derer ein Strom von einer Energiequelle (**120**) zu der Leuchteinheit (**130**) einstellbar ist.
- Schaltung nach Anspruch 1, bei der die Leuchteinheit (**130**) mindestens ein Halbleiterleuchtelement (D5) umfasst.
- Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein Strommesswiderstand (R1) in Reihe mit der Regelstrecke (Q1) und der Leuchteinheit (**130**) geschaltet ist, wobei der Strommesswiderstand (R1) mit dem Stromspiegel (Q3) verbunden ist.

4. Schaltung nach Anspruch 3, bei der parallel zu der Reihenschaltung aus Strommesswiderstand, Regelstrecke und Leuchteinheit die Energiequelle (**120**) angeordnet ist.
5. Schaltung nach einem der Ansprüche 3 oder 4, bei der der Stromspiegel zwei Bipolartransistoren (Q2, Q3) aufweist, wobei die Basisanschlüsse der Bipolartransistoren miteinander und mit dem Kollektoranschluss eines der Bipolartransistoren (Q3) verbunden sind.
6. Schaltung nach Anspruch 5,
 - bei der eine Bipolartransistor (Q3) des Stromspiegels in Basisschaltung angeordnet ist, wobei der von dem Strommesswiderstand (R1) detektierbare Strom auf den Emitter dieses Bipolartransistors (Q3) koppelbar ist,
 - bei der der andere Bipolartransistor (Q2) des Stromspiegels in Emitterschaltung angeordnet und mit seinem Kollektor mit der Regelstrecke (Q1) verbunden ist.
7. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein Schalter (S1) zwischen der Regelstrecke (Q2) und der Energiequelle (**120**) angeordnet ist.
8. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Regelstrecke einen Transistor (Q1) umfasst.
9. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche bei der die Referenzspannungsquelle eine Referenzspannung bereitstellt, die von der Energiequelle erzeugbar ist.
10. Schaltung nach Anspruch 9, bei der eine Band-Gap-Referenz zur Einstellung der Referenzspannung vorgesehen ist.
11. Schaltung nach Anspruch 9, bei der eine Diode, insbesondere eine Zenerdiode oder eine Leuchtdiode, zur Einstellung der Referenzspannung vorgesehen ist.
12. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche bei der der Stromspiegel zwei pnp-Transistoren aufweist und bei der die Regelstrecke einen pnp-Transistor umfasst.
13. Leuchte umfassend die Schaltung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

