



12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **92105905.1**

51 Int. Cl.⁵: **G05F 3/26**

22 Anmeldetag: **06.04.92**

30 Priorität: **10.04.91 DE 4111584**

71 Anmelder: **DEUTSCHE THOMSON-BRANDT GMBH**
Hermann-Schwer-Strasse 3
W-7730 Villingen-Schwenningen(DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.11.92 Patentblatt 92/46

72 Erfinder: **Koblitz, Rudolf**
J.J. Rieggerstrasse 12a
W-7730 VS-Villingen(DE)
Erfinder: **Neiss, Volker**
Weierstrasse 9
W-7730 VS-Villingen(DE)

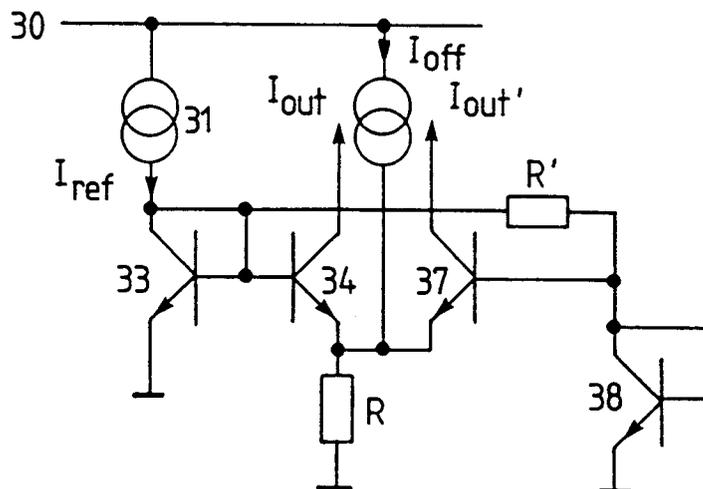
84 Benannte Vertragsstaaten:
PT

54 **Schaltung zur Generierung sehr kleiner Ströme.**

57 Übliche Stromspiegel-Schaltungen sind nicht für die Erzeugung sehr kleiner Ströme im nA-Bereich optimiert. Zur Generierung von solchen Strömen kann zwar eine mehrfache Stromspiegelung mit Hilfe von Mehrfachemittern eingesetzt werden, aber die damit erzeugten Ströme sind abhängig von Parametertoleranzen und von Temperaturen. Außerdem benötigen solche Schaltungen eine relativ große Chipfläche. Über die Dimensionierung eines ersten Widerstands R im Emitter des Ausgangstransistors (34) einer Stromspiegelschaltung läßt sich das Ver-

hältnis von Referenzstrom (I_{ref}) der Stromspiegelschaltung zu erstem Ausgangsstrom (I_{out}) am Kollektor des Ausgangstransistors (34) einstellen. Durch die Hinzufügung einer zweiten Stromspiegelstufe (38) mit einem darin enthaltenen zweiten Widerstand R' und mit einem zweiten Ausgangsstrom (I_{out}') ergibt sich für $R = R'$ das dem Verhältnis von Referenzstrom zu erstem Ausgangsstrom entsprechende Verhältnis von erstem Ausgangsstrom zu zweitem Ausgangsstrom.

FIG. 3



Die Erfindung betrifft eine Schaltung zur Generierung sehr kleiner Ströme.

Stand der Technik

In DE-P 31 24 289 ist eine Schaltung beschrieben, die einen Stromspiegel enthält. Solche Schaltungen sind aber nicht für die Erzeugung sehr kleiner Ströme optimiert.

Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltung anzugeben, mit der sehr kleine Ströme generiert werden können. Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 angegebene erfindungsgemäße Schaltung gelöst.

Zur Generierung von sehr kleinen Strömen, z.B. im nA-Bereich, kann zwar eine mehrfache Stromspiegelung mit Hilfe von Mehrfachemittern eingesetzt werden, aber die damit generierten Ströme sind abhängig von Parametertoleranzen und von Temperaturen. Außerdem benötigen solche Schaltungen eine relativ große Chipfläche, wenn sie in einem integrierten Schaltkreis implementiert sind.

Im Prinzip besteht die erfindungsgemäße Lösung darin, daß Mittel zur Stromspiegelung (13, 23, 33) mit Mitteln zur Betragsänderung (14, 24, 34) des gespiegelten Stromes verbunden sind, wobei das Verhältnis von einem in die Mittel zur Stromspiegelung eingespeisten Referenzstrom (I_{ref}) zu einem mit den Mitteln zur Betragsänderung zur Verfügung gestellten Strom (I_{out} , I_{out}') mit einem oder mehreren in den Mitteln zur Betragsänderung enthaltenen Bauelementen (R, R') eingestellt werden kann, wobei die Mittel zur Stromspiegelung einen oder mehrere Transistoren (13, 23, 28, 33, 38) und die Mittel zur Betragsänderung einen oder mehrere Transistoren (14, 24, 27, 34, 37) enthalten können und das in den Mitteln zur Betragsänderung enthaltene Bauelement zur Einstellung aus einem Widerstand (R) oder aus mehreren Widerständen (R, R') bestehen kann.

Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Schaltung ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 9.

Über die Dimensionierung eines ersten Widerstands R im Emitter des Ausgangstransistors einer Stromspiegelschaltung läßt sich das Verhältnis von Referenzstrom der Stromspiegelschaltung zu erstem Ausgangsstrom am Kollektor des Ausgangstransistors einstellen. Durch die Hinzufügung einer zweiten Stromspiegelstufe mit einem darin enthaltenen zweiten Widerstand R' und mit einem zweiten Ausgangsstrom ergibt sich für $R = R'$ das dem Verhältnis von Referenzstrom zu erstem Ausgangsstrom entsprechende Verhältnis von erstem Aus-

gangsstrom zu zweitem Ausgangsstrom, wobei bei Verwendung eines integrierten Schaltkreises nur eine relativ kleine Chipfläche benötigt wird.

Vorteilhaft läßt sich diese Untersetzung der Ströme noch vergrößern, indem ein Transistor in der zweiten Stromspiegelstufe als Mehrfachtransistor ausgelegt wird.

Zeichnungen

Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben. Die Zeichnungen zeigen in:

- Fig. 1 eine Stromspiegelstufe;
- Fig. 2 eine mit einer zweiten Stromspiegelstufe erweiterte Stromspiegel-Schaltung;
- Fig. 3 eine mit einer zweiten Stromspiegelstufe erweiterte Stromspiegel-Schaltung mit Ausgangsstrom-Abschaltmöglichkeit.

Ausführungsbeispiele

In Fig. 1 ist eine Stromspiegelschaltung mit einem ersten Stromspiegel-Transistor 13 und einem ersten Transistor 14 dargestellt. Von einer Betriebsspannung 10 aus wird der Kollektor des ersten Stromspiegel-Transistors über eine Stromquelle 11 mit einem Referenzstrom I_{ref} gespeist. Die Basis und der Kollektor des ersten Stromspiegel-Transistors sind mit der Basis des ersten Transistors verbunden. Der Emitter des ersten Stromspiegel-Transistors liegt direkt und der Emitter des ersten Transistors über einen ersten Widerstand R an Masse. Der offene Kollektor des ersten Transistors liefert den Ausgangsstrom I_{out} . Über die Dimensionierung des ersten Widerstands R läßt sich das Verhältnis von I_{ref} zu I_{out} einstellen:

$$I_{out} \cdot R = U_T \cdot \ln(I_{ref}/I_{out}),$$

wobei U_T die Temperaturspannung ist.

Vorteilhaft läßt sich I_{out} noch verringern, indem man den ersten Transistor 14 als Mehrfachtransistor auslegt. Dann gilt:

$$I_{out} \cdot R = U_T \cdot \ln(I_{ref} \cdot k/I_{out}),$$

wobei k die Anzahl der parallelgeschalteten Transistoren an Stelle des ersten Transistors ist.

In Fig. 2 ist eine gestufte Stromspiegelschaltung mit einem ersten Stromspiegel-Transistor 23 und einem ersten Transistor 24 dargestellt. Von einer Betriebsspannung 20 aus wird der Kollektor des ersten Stromspiegel-Transistors über eine Stromquelle 21 mit einem Referenzstrom I_{ref} gespeist. Die Basis und der Kollektor des ersten

Stromspiegel-Transistors sind mit der Basis des ersten Transistors und mit einem zweiten Widerstand R' verbunden. Der Emitter des ersten Stromspiegel-Transistors liegt direkt und der Emitter des ersten Transistors über einen ersten Widerstand R an Masse. Der offene Kollektor des ersten Transistors liefert den Ausgangsstrom I_{out} .

Die andere Seite des zweiten Widerstands R' ist mit der Basis eines zweiten Transistors 27 und mit Kollektor und Basis eines zweiten Stromspiegel-Transistors 28 verbunden. Der Emitter des zweiten Stromspiegel-Transistors liegt auf Masse und der Emitter des zweiten Transistors ist an den Emitter des ersten Transistors angeschlossen. Der offene Kollektor des zweiten Transistors liefert den reduzierten Ausgangsstrom I_{out}' .

Dann gilt (für $R = R'$):

$$I_{out} * R = U_T * \ln(I_{out} / I_{out}')$$

Vorteilhaft läßt sich I_{out}' noch verringern, indem man den zweiten Stromspiegel-Transistor 28 als Mehrfachtransistor auslegt.

Dann gilt (für $R = R'$):

$$I_{out} * R = U_T * \ln(I_{out} / (I_{out}' * n)),$$

wobei n die Anzahl der parallelgeschalteten Transistoren an Stelle des zweiten Stromspiegel-Transistors ist.

Falls sowohl der erste Transistor 24 als auch der zweite Stromspiegel-Transistor 28 durch k bzw. n Mehrfachtransistoren ersetzt wird, gilt (für $R = R'$):

$$I_{out} * R = U_T * \ln(I_{ref} * k / I_{out}),$$

$$I_{out} * R = U_T * \ln(I_{out} / (I_{out}' * n)).$$

Mit $R = R'$ und $k = n = 1$ ergibt sich vorteilhaft für I_{out} / I_{out}' das gleiche Stromverhältnis wie für I_{ref} / I_{out} . Auf diese Weise lassen sich mit geringer Chipfläche Stromquellen z.B. für den Bereich von 1...500nA realisieren. Solche Stromquellen lassen sich beispielsweise für die Realisierung voll-integrierter Integrator-Schaltungen mit langen Integrationszeiten z.B. im Bereich, 0.015...0.06s, und sehr kleinen Integrationskapazitäten, z.B. im Bereich 5...20pF, verwenden.

In Fig. 3 ist eine gestufte Stromspiegelschaltung mit einem ersten Stromspiegel-Transistor 33 und einem ersten Transistor 34 dargestellt. Von einer Betriebsspannung 30 aus wird der Kollektor des ersten Stromspiegel-Transistors über eine Stromquelle 31 mit einem Referenzstrom I_{ref} gespeist. Die Basis und der Kollektor des ersten Stromspiegel-Transistors sind mit der Basis des ersten Transistors und mit einem zweiten Widerstand R' verbunden. Der Emitter des ersten

Stromspiegel-Transistors liegt direkt und der Emitter des ersten Transistors über einen ersten Widerstand R an Masse. Der offene Kollektor des ersten Transistors liefert den Ausgangsstrom I_{out} .

Die andere Seite des zweiten Widerstands R' ist mit der Basis eines zweiten Transistors 37 und mit Kollektor und Basis eines zweiten Stromspiegel-Transistors 38 verbunden. Der Emitter des zweiten Stromspiegel-Transistors liegt auf Masse und der Emitter des zweiten Transistors ist an den Emitter des ersten Transistors angeschlossen. Der offene Kollektor des zweiten Transistors liefert den reduzierten Ausgangsstrom I_{out}' .

Es gelten die gleichen Beziehungen wie für Fig. 2, jedoch lassen sich die Ströme I_{out} und I_{out}' durch den zusätzlichen Schaltstrom I_{off} abschalten. Es gilt: $I_{off} * R$ ungefähr ≥ 0.5 V.

Patentansprüche

20

1. Schaltung zur Generierung sehr kleiner Ströme, **dadurch gekennzeichnet**, daß Mittel zur Stromspiegelung (13, 23, 33) mit Mitteln zur Betragsänderung (14, 24, 34) des gespiegelten Stromes verbunden sind, wobei das Verhältnis von einem in die Mittel zur Stromspiegelung eingespeisten Referenzstrom (I_{ref}) zu einem mit den Mitteln zur Betragsänderung zur Verfügung gestellten Strom (I_{out} , I_{out}') mit einem oder mehreren gleichartigen in den Mitteln zur Betragsänderung enthaltenen Bauelementen (R , R') eingestellt werden kann.

25

30

35

2. Schaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mittel zur Stromspiegelung einen oder mehrere Transistoren (13, 23, 28, 33, 38) und daß die Mittel zur Betragsänderung einen oder mehrere Transistoren (14, 24, 27, 34, 37) enthalten, wobei die in den Mitteln zur Betragsänderung enthaltenen Bauelemente (R , R') jeweils mit den entsprechenden Transistoren in den Mitteln zur Betragsänderung verbunden sind.

40

45

3. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in den Mitteln zur Betragsänderung enthaltenen Bauelemente zur Einstellung aus einem Widerstand (R) oder mehreren Widerständen (R , R') bestehen.

50

55

4. Schaltung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß mit einem ersten Widerstand (R), der mit dem Emitter eines mit seiner Basis an einen ersten Stromspiegel (13, 23, 33) angeschlossenen ersten Transistors (14, 24, 34) verbunden ist, ein von einem Referenzstrom (I_{ref}) abhängiger, verkleinerter, erster Strom (I_{out}) am Kollektor

tor dieses ersten Transistors einstellbar ist, wobei der Referenzstrom den ersten Stromspiegel speist.

5. Schaltung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß an den ersten Stromspiegel (23, 33) über einen zweiten Widerstand (R') ein zweiter Stromspiegel (28, 38) angeschlossen ist und mit diesem zweiten Stromspiegel die Basis eines zweiten Transistors (27, 37) verbunden ist, der mit seinem Emitter an den Emitter des ersten Transistors (24, 34) angeschlossen ist und an dessen Kollektor ein vom Referenzstrom (I_{ref}) abhängiger, nochmals verkleinerter, zweiter Strom (I_{out}') über die Größe des ersten und/oder des zweiten Widerstands einstellbar ist, wobei für eine gleiche Größe des ersten und des zweiten Widerstands das Verhältnis von Referenzstrom zu erstem Strom gleich dem Verhältnis von erstem Strom zu zweitem Strom ist. 5
10
15
20
6. Schaltung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß mit einem in den Emitter des ersten Transistors (14, 24, 34) bzw. des zweiten Transistors (27, 37) eingespeisten Schaltstrom (I_{off}) der erste und/oder zweite Strom abgeschaltet werden kann. 25
7. Schaltung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mittel zur Betragsänderung (14, 24, 34) k parallelgeschaltete Transistoren enthalten, wobei der erste Strom entsprechend dem Faktor k verringert ist, $k = 2, 3, 4, \dots$. 30
35
8. Schaltung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zweite Stromspiegel (28, 38) aus n parallelgeschalteten Stromspiegeln besteht, wobei der zweite Strom entsprechend dem Faktor n verringert ist, $n = 2, 3, 4, \dots$. 40
9. Schaltung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zweite Strom (I_{out}') im Bereich 1nA bis 500nA liegt. 45
50
55

FIG. 1

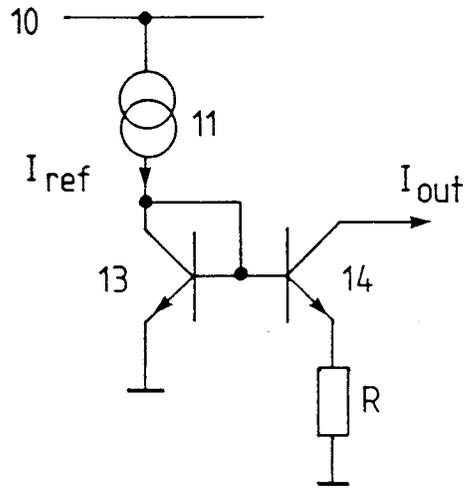


FIG. 2

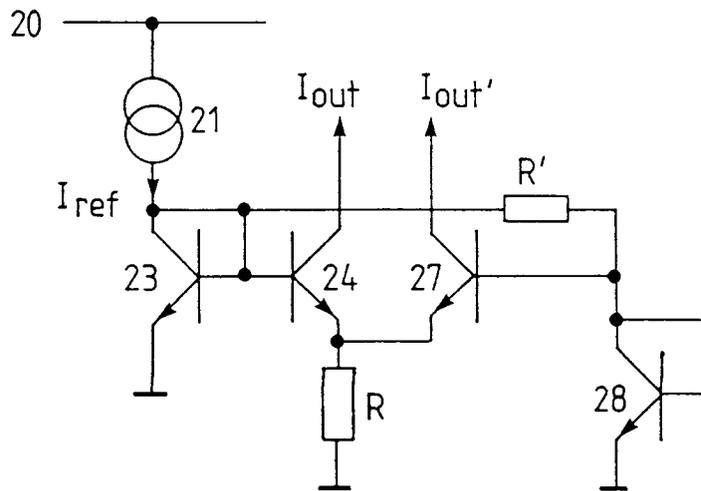
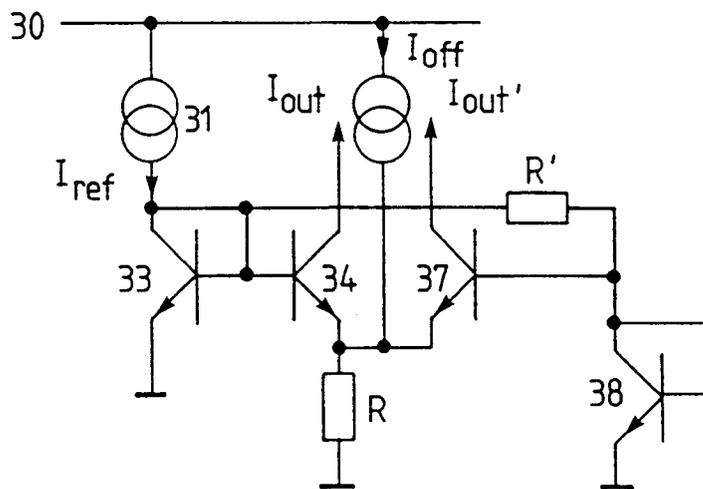


FIG. 3





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 92105905.1
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.')
X	EP - A - 0 366 253 (DELCO ELECTRONICS) * Fig. 1D *	1-4	G 05 F 3/26
X	DE - A - 3 139 166 (VEB HALBLEITERWERK FRANKFURT/ODER) * Fig. *	1-4	
X	US - A - 4 673 867 (DAVIS) * Fig. *	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.')
			G 05 F H 03 F H 03 G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 12-06-1992	Prüfer DRÖSCHER
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			