

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

**0 075 221
A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 82108371.4

51

Int. Cl.³: G 05 F 3/20

22

Anmeldetag: 10.09.82

30

Priorität: 21.09.81 DE 3137504

71

Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, Berlin
und München Wittelsbacherplatz 2,
D-8000 München 2 (DE)

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung: 30.03.83
Patentblatt 83/13

84

Benannte Vertragsstaaten: AT DE FR GB IT

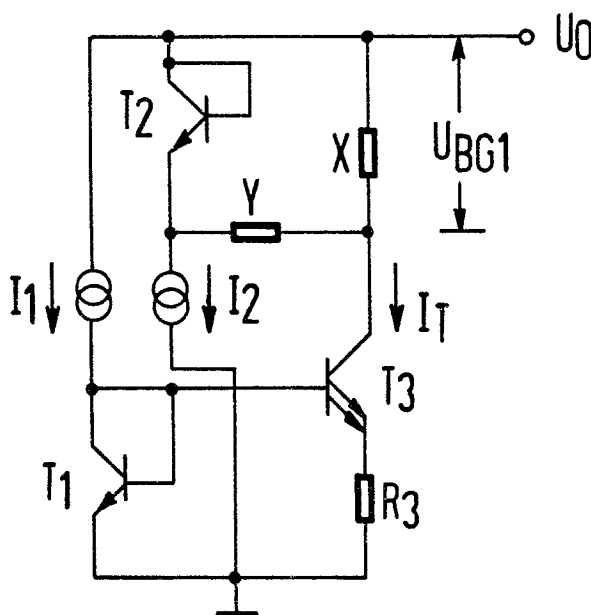
72

Erfinder: Wilhelm, Wilhelm, Dr. Ing.,
Geigenbergerstrasse 23, D-8000 München 71 (DE)

54

Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer temperaturunabhängigen Referenzspannung.

57 Bei einer Bandgap-Schaltungsanordnung ist der Widerstand einer Dioden-Widerstandsstrecke (T_2 , X , Y), an der eine temperaturunabhängige Referenzspannung (U_{BG} = Bandgap-Spannung) abnehmbar ist, als Reihenschaltung mindestens zweier Widerstände (X , Y) ausgebildet, die einer Diode (T_2) parallel liegt, wobei die temperaturunabhängige Referenzspannung (U_{BG1}) an einem der Widerstände (X) abnehmbar ist.



EP 0 075 221 A2

5

Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer temperaturunabhängigen Referenzspannung

10

Die Vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer temperaturunabhängigen Referenzspannung in Form einer Bandgap-Schaltung, in der an einer Dioden-Widerstandsstrecke die dem Bandabstand des Halbleitermaterials der in der Schaltung verwendeten Bauelemente entsprechende temperaturunabhängige Referenzspannung abnehmbar ist.

20

Bandgap-Schaltungen der vorstehend genannten Art sind bekannt und beispielsweise in dem Buch "Halbleiter-Schaltungstechnik" von U. Tietze und Ch. Schenk, 5. überarbeitete Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1980, S. 387 ff. und in "IEEE Journal of Solid-State Circuits," SC-7 (1972), S. 267-269 beschrieben.

25

Eine derartige bekannte Bandgap-Schaltung ist in Fig. 1 der Zeichnung dargestellt. Bei dieser Ausführungsform einer Bandgap-Schaltung sind zwei Zweige vorhanden, von denen einer durch einen als Diode geschalteten Transistor T_1 mit einer einen Strom einprägenden Stromquelle I_1 und ein zweiter durch einen als Diode geschalteten Transistor T_2 , einen in Reihe dazu liegenden Widerstand R_2 , einen dazu in Reihe liegenden Mehrmitter-Transistor T_3 sowie einen weiteren in Reihe liegenden Widerstand R_3 gebildet wird. Die Basen des als Diode geschalteten Transistors T_1 und des Mehrmitter-Transistors T_3 sind mit-

35

einander verbunden.

- Bei einer derartigen Bandgap-Schaltung ist an der Dioden-Widerstandsstrecke T_2 , R_3 eine temperaturunabhängige Referenzspannung U_{BG} abnehmbar, welche dem Bandabstand des Halbleitermaterials der in der Schaltung verwendeten Bauelemente entspricht. Für Silicium ist diese Spannung etwa gleich 1,2 Volt.
- 10 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltung der vorstehend genannten Art derart weiterzubilden, daß auch temperaturunabhängige Referenzspannungen erzeugbar sind, deren Wert sich von der Bandgap-Spannung des verwendeten Halbleitermaterials unterscheidet.

- 15 Diese Aufgabe wird bei einer Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Widerstand der Dioden-Widerstandsstrecke als Reihenschaltung mindestens zweier Widerstände ausgebildet ist, die einer Diode parallel liegt, und daß die temperaturunabhängige Referenzspannung an einem der Widerstände abnehmbar ist.

- Die Erfindung wird im folgenden anhand von in den Figuren 25 2 und 3 der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigt:

- 30 Fig. 2 ein Schaltbild einer erfindungsgemäßen Ausführungsform, wobei gleiche Elemente wie in der Schaltungsanordnung nach Fig. 1 mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, und

- Fig. 3 ein Schaltbild einer Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer von Schwankungen einer Versorgungsspannung freien Ausgangsgleichspannung unter Verwendung einer Bandgap-Schaltung nach Fig. 2.
- 35

Im Unterschied zu der bekannten Schaltungsanordnung nach Fig. 1 liegt bei der erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß Fig. 2 dem als Diode geschalteten Transistor T_2 die Reihenschaltung zweier Widerstände X und Y parallel.

5 In diese Dioden-Widerstandsstrecke wird über eine Stromquelle I_2 ein Strom eingespeist. Eine temperaturunabhängige Referenzspannung U_{BG1} ist am Widerstand X abnehmbar.

10 Im übrigen unterscheidet sich die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung nach Fig. 2 nicht von der vorbekannten Schaltungsanordnung nach Fi. 1.

Bezeichnet man den im Ausgangskreis (Kollektor-Emitter-Kreis) des Transistors T_3 fließenden Strom mit I_T , wie
15 dies in den Fig. 1 und 2 eingetragen ist, so ergibt sich für die Spannung U_{BG} nach Fig. 1:

$$U_{BG} = U_{BE} + Y \cdot I_T \quad (1)$$

20 Darin bedeutet U_{BE} die Basis-Emitter-Spannung des als Diode geschalteten Transistors T_2 .

Für die Schaltung nach Fig. 2 ergibt sich für die Spannung U_{BG1} entsprechend:

$$\begin{aligned} 25 \quad U_{BG1} &= U_{BE} \frac{X}{X+Y} + I_T \frac{XY}{X+Y} \\ &= \frac{X}{X+Y} (U_{BE} + Y I_T) \\ 30 \quad &= \frac{X}{X+Y} U_{BG} \end{aligned} \quad (2)$$

Es zeigt sich also, daß die temperaturstabile Referenzspannung U_{BG1} in der Schaltungsanordnung nach Fig. 2 der
35 Bandgap-Spannung U_{BG} nach Fig. 1 proportional ist, wobei

der Proportionalitätsfaktor durch die Widerstände der Reihenschaltung der beiden Widerstände X und Y festgelegt ist. Durch die Wahl der Widerstandswerte für die Widerstände X und Y lassen sich also temperaturunabhängige
5 Referenzspannungen einstellen, deren Wert vom Wert der Bandgap-Spannung verschieden ist.

Eine Verwendung der vorstehend anhand von Fig. 2 beschriebenen Schaltungsanordnung in einer Schaltungsanordnung
10 zur Erzeugung einer von Schwankungen einer Versorgungsgleichspannung U_0 freien Ausgangsgleichspannung U_R zeigt Fig. 3. Es ist zu bemerken, daß eine solche Schaltungsanordnung zur Erzeugung der Spannung U_R in einer deutschen Patentanmeldung vom gleichen Anmeldetag der Anmelderin
15 mit dem Titel "Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer von Schwankungen einer Versorgungsgleichspannung unabhängigen Ausgangsgleichspannung" beschrieben ist.

Gemäß dem Schaltbild nach der Fig. 3 der Zeichnung liegt
20 an einer mit Schwankungen behafteten Versorgungsgleichspannung U_0 ein Spannungsstabilisierungskreis 10 in Form einer Reihenschaltung eines Vorwiderstandes R_V sowie einer Diodenkette D_1 bis D_N . An einem Abgriff zwischen dem Widerstand R_V und der Diodenkette D_1 bis D_N ist eine vor-
25 stabilisierte Spannung U_V abnehmbar.

Weiterhin liegt an der Versorgungsgleichspannung U_0 ein Referenzspannungskreis 11 in Form eines Spannungsteilers, der aus einer Konstantstromquelle in Form eines Transistors T_{12} (gegebenenfalls mit Emitterwiderstand) und einem
30 Potentialverschiebungszweig in Form eines Kreises aus einem Transistor T_{11} und der Bandgap-Schaltungsanordnung entsprechend Fig. 2 gebildet wird.

35 Von diesem Referenzspannungskreis 11 wird ein die Ver-

stärkung -1 aufweisender invertierender Verstärker 12 mit einem Transistor T_{22} , einem Kollektorwiderstand R_{22} und einem Emitterwiderstand R_{23} angesteuert. In den Kollektorkreis des Transistors T_{22} ist ein weiterer Transistor T_{21} eingeschaltet.

Der invertierende Verstärker 12 steuert einen Ausgangstreiber 13 mit einem als Emitterfolger geschalteten Transistor T_{32} an. Im Emitterzweig dieses Transistors liegt ein Arbeitswiderstand R_{32} sowie ein als Diode geschalteter Transistor T_{33} . Dieser Transistor T_{33} bildet mit dem Transistor T_{12} im Referenzspannungskreis 11 einen Stromspiegel, so daß über diese beiden Zweige ein gleicher mit I_1 bezeichneter Strom fließt. Im Kollektorzweig des Transistors T_{32} liegt ein Transistor T_{31} , dessen Ansteuerung im folgenden noch genauer beschrieben wird.

Vom Emitter des Transistors T_{32} des Ausgangstreibers 13 ist die Ausgangsspannung U_R abnehmbar.

Um nun eine in einem weiten Bereich von der Versorgungsspannung und der Bauelementeparameter unabhängige Ausgangsspannung U_R zu erhalten, werden der Transistor T_{21} im invertierenden Verstärker 12 über einen Widerstand R_{21} und der Transistor T_{31} im Ausgangstreiber 13 über einen Widerstand R_{31} vom Abgriff des Spannungsstabilisierungskreises angesteuert, an dem die vorstabilisierte Spannung U_V steht. Die Kopplung über den Widerstand R_{21} verbessert dabei noch die Verstärkung im Sinne einer genaueren Einstellung der Verstärkung -1 des invertierenden Verstärkers.

Weiterhin wird der Transistor T_{11} im Referenzspannungskreis über einen Widerstand R_B vom Verbindungspunkt der Transistoren T_{31} und T_{32} im Ausgangstreiber 13 angesteuert.

Die Ausgangsspannung U_R ist, wie in der oben genannten deutschen Patentanmeldung der Anmelderin beschrieben, von der durch die Bandgap-Schaltungsanordnung erzeugten temperaturunabhängigen Referenzspannung U_{BG1} abhängig.

5

- In der Schaltungsanordnung nach Fig. 3 wird die Stromquelle I_1 nach Fig. 2 durch Kreis aus den Transistoren T_{31} , T_{32} und dem Widerstand R_{32} und die Stromquelle I_2 nach Fig. 2 durch den Transistorzweig T_{12} gebildet. Die Diode T_1 gemäß Fig. 2 wird durch die Diode T_{33} gebildet. Da durch die Elemente T_{12} und T_{33} ein Stromspiegel gebildet wird, sind im vorliegenden Fall die Ströme I_1 und I_2 nach Fig. 2 gleich, d. h. , in der Schaltungsanordnung nach Fig. 3 fließt in beiden Zweigen der gleiche Strom I_1 .
- 15 In der Schaltungsanordnung nach Fig. 3 ist der in der Schaltungsanordnung nach Fig. 2 eine Diode bildende Transistor T_2 etwas anders geschaltet. Sein Kollektor ist an die Versorgungsspannung U_0 geführt, so daß seine Basis-Emitter-Strecke in der Bandgap-Schaltungsanordnung die
- 20 Diode bildet.

2 Figuren

1 Patentanspruch

11.10.82

0075221

-7-

VPA

81 P 1139 E

Patentanspruch

1. Schaltungsanordnung, zur Erzeugung einer temperaturunabhängigen Referenzspannung in Form einer Bandgap-Schaltung, in der an einer Dioden-Widerstandsstrecke die dem Bandabstand des Halbleitermaterials der in der Schaltung verwendeten Bauelemente entsprechende temperaturunabhängige Referenzspannung abnehmbar ist, d a d u r c h
5 g e k e n n z e i c h n e t , daß der Widerstand der
10 Dioden-Widerstandsstrecke (T_2 , X, Y) als Reihenschaltung mindestens zweier Widerstände (X, Y) ausgebildet ist, die einer Diode (T_2) parallel liegt, und daß die temperaturunabhängige Referenzspannung (U_{BG1}) an einem der Widerstände (X) abnehmbar ist.

1/2

FIG 1

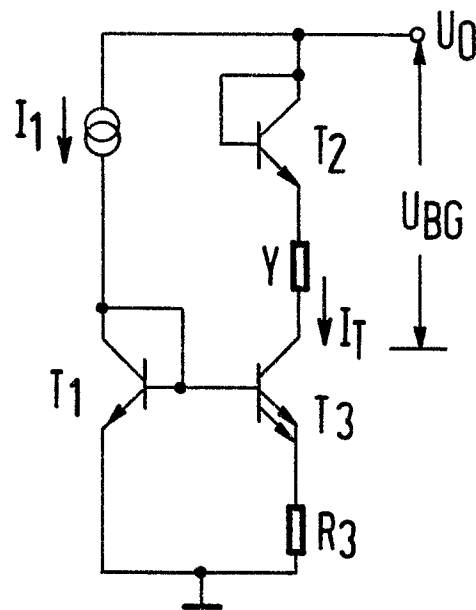
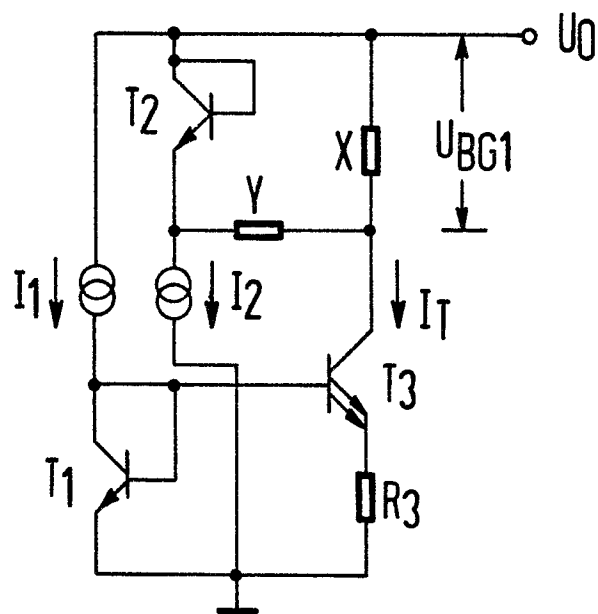


FIG 2



2/2

FIG 3

