



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer :

0 074 919
B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :
05.06.85

(51) Int. Cl.⁴ : **G 05 F 3/20**

(21) Anmeldenummer : **82730109.4**

(22) Anmeldetag : **12.08.82**

(54) Schaltungsanordnung mit einem Messumformer, insbesondere mit einem Halbleiter-Druckaufnehmer.

(30) Priorität : **08.09.81 DE 3135974**

(73) Patentinhaber : **Siemens Aktiengesellschaft**
Berlin und München Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2 (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :
23.03.83 Patentblatt 83/12

(72) Erfinder : **Buchholz, Udo-Fritz, Dipl.-Ing.**
Wiener Strasse 60
D-1000 Berlin 36 (DE)

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **05.06.85 Patentblatt 85/23**

(84) Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE FR GB IT LI

(56) Entgegenhaltungen :
DE-A- 2 148 843
DE-A- 2 414 366
US-A- 3 638 049
US-A- 3 919 616

EP 0 074 919 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingeglegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung mit einem Meßumformer, insbesondere mit einem Halbleiter-Druckaufnehmer, und mit einer Transistorschaltung, über die der Meßumformer an eine Speisespannungsquelle angeschlossen ist, die Schaltungselemente zur Kompensation von Temperatureinflüssen auf die Meßspannung des Meßumformers enthält und die einen Anschlußpunkt für

- 5 zusätzliche Kompensationsschaltungselemente aufweist, wobei die Transistorschaltung einen Transistor enthält, dessen Basis über einen Widerstand mit dem Kollektor und mit einem weiteren Widerstand mit dem Emitter verbunden ist.

Eine bekannte Schaltungsordnung dieser Art (« Elektronik-Applikation », 12 (1980) 12, Seiten 35, 36) weist einen Anschlußpunkt für Kompensationsschaltungselemente auf, der von der Verbindungsstelle

- 10 zwischen Transistorschaltung und Meßumformer gebildet ist. Der Meßumformer ist ein Halbleiter-Druckaufnehmer mit vier in einer Brückenschaltung angeordneten piezoresistiven Elementen, an deren Ausgangsdiagonale die Meßspannung als Ausgangssignal des Druckaufnehmers abgenommen wird. Die Meßspannung dieser bekannten Anordnung ist an Eingänge eines Differenzverstärkers geführt, wobei mit einem dieser Eingänge auch die zusätzlichen Kompensationsschaltungselemente verbunden sind.
- 15 Die zusätzlichen Kompensationsschaltungselemente sind hier von Widerständen gebildet, mit denen eine lineare Kompensation von Temperatureinflüssen auf die Meßspannung des Meßumformers, vor allem zur Nullpunkt kompensation bei keiner Druckwirkung auf den Druckaufnehmer, vorgenommen werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung mit einem Meßumformer zu schaffen, bei der Einflüsse von Temperaturänderungen auf die Meßspannung weitestgehend vermieden

- 20 sind.
- Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einer Schaltungsanordnung der eingangs angegebenen Art der Anschlußpunkt direkt mit der Basis des Transistors der Transistorschaltung verbunden, und an den Anschlußpunkt ist eine Diode mit ihrem einen Anschluß angeschlossen, die mit ihrem anderen Anschluß über einen veränderbaren Spannungsteiler mit der Speisespannungsquelle in Verbindung steht.

- 25 Die anmeldungsgemäße Schaltungsanordnung ist insofern vorteilhaft, als eine Spannung an der Diode unter Berücksichtigung der aufgrund des Temperatureinflusses auf die Transistorschaltung sich ändernden Spannung an der Basis des Transistors mit dem Spannungsteiler so einstellbar ist, daß die Diode unterhalb einer vorgegebenen Temperatur gesperrt und oberhalb dieser Temperatur leitend ist ; hierdurch ist eine weitgehende Kompensation auch einer nichtlinearen, temperaturabhängigen Änderung der Meßspannung aufgrund der nichtlinearen Knickkennlinie der Diode gewährleistet.

Eine ideale Kompensation der Temperatureinflüsse auf die Meßspannung des Meßumformers ergäbe sich rechnerisch, wenn eine am Meßumformer anliegende Eingangsspannung U_B folgenden Verlauf in Abhängigkeit von der die Meßspannung beeinflussenden Temperatur T aufweisen würde :

35

$$U_B = U_S \cdot [1 + 0,000 24 (T - 20^\circ) - 2,4 \cdot 10^{-6} (T - 20^\circ)^2] \quad (1)$$

Die Spannung U_S stellt bei der obigen Gleichung die konstante Spannung der Speisespannungsquelle dar ; die dimensionslosen Faktoren sind aufgrund der charakteristischen Daten der piezoresistiven Elemente des Meßumformers ermittelt ; mit dem Faktor $(T - 20^\circ)$ ist die Änderung der variablen Temperatur T als Abweichung von einer vorgegebenen mittleren Temperatur $T_0 = 20^\circ\text{C}$ dargestellt.

Bei der oben angegebenen Gleichung (1) stellt der rechte Summand auf der rechten Seite der Gleichung einen quadratischen Anteil im Verlauf von U_B dar, der somit bei lediglich nur linearer Kompensation des Temperatureinflusses auf die Meßspannung zu einem Meßfehler führen würde.

- 45 Mit der Anordnung der Diode bei der anmeldungsgemäßen Schaltungsanordnung kann durch eine mittels des Spannungsteilers entsprechend eingestellte Vorspannung der Diode das Verstärkungsverhalten des Transistors so beeinflußt werden, daß sich für den Fall, daß die Diode gesperrt ist, ein anderer Verlauf der Spannung U_B ergibt als für den Fall, daß die Diode leitend ist. Die Basisspannung des Transistors, die zusammen mit der Vorspannung die an der Diode anstehende Spannung bildet, stellt eine 50 von der auch auf den Transistor einwirkenden Temperatur T abhängige Größe dar, so daß sich der Übergang vom leitenden zum gesperrten Zustand der Diode (Knickpunkt) bei einer Änderung dieser Temperatur T bei einem bestimmten Wert ergibt. Durch entsprechende Einstellung des Spannungsteilers und somit durch Änderung der Vorspannung der Diode kann dieser Knickpunkt z. B. bei einer Temperatur von $T = 20^\circ\text{C}$ (T_0) liegen. Die Spannung U_B am Meßumformer verhält sich dann bei einer 55 Änderung der Temperatur T näherungsweise wie der mit der Gleichung (1) beschriebene Verlauf.

Auf besonders einfache Weise läßt sich die Vorspannung der Diode einstellen, wenn der Spannungsteiler einen einstellbaren Widerstand enthält, der an die beiden Pole der Speisespannungsquelle und mit seinem Abgriff über einen Diodenvorwiderstand an den anderen Anschluß der Diode angeschlossen ist. Durch entsprechende Bemessung des Vorwiderstandes und des einstellbaren Widerstandes ist somit 60 eine Festlegung des Knickpunktes der Diode in einem weiten Bereich gewährleistet.

Die Erfindung wird anhand der Figuren erläutert, wobei

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel der anmeldungsgemäßen Schaltungsanordnung darstellt und

Figur 2 ein Diagramm von verschiedenen Verläufen der Spannung U_B in Abhängigkeit von der die Meßspannung beeinflussenden Temperatur T zeigt.

Das in der Figur 1 dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung weist einen Meßumformer 1 auf, der aus einer aus piezoresistiven Elementen zusammengesetzten Brückenschaltung gebildet ist und an seinem Brückenzweig die Meßspannung U_M abgibt. Der Meßumformer 1 ist über eine Transistorschaltung 2 mit einem Pol 3 einer nicht dargestellten Speisespannungsquelle verbunden; der andere Pol 4 der Speisespannungsquelle ist an den anderen Anschluß des Meßumformers 1 geführt. Die Transistorschaltung 2 enthält einen Transistor TR, dessen Kollektor mit dem Pol 3 der Speisespannungsquelle und dessen Emitter mit dem Meßumformer 1 verbunden ist. Die Basis des Transistors TR ist über einen Widerstand R1 mit dem Kollektor und über einen Widerstand R2 mit dem Emitter verbunden. Die Transistorschaltung 2 weist einen Anschlußpunkt 5 auf, der mit der Basis des Transistors TR verbunden ist und an den eine Diode D mit ihrem einen Anschluß 6 angeschlossen ist. Die Diode D ist mit ihrem anderen Anschluß 7 über einen Widerstand R3 an den Abgriff 8 eines einstellbaren Widerstandes P geführt; der einstellbare Widerstand P liegt zwischen den Polen 3 und 4 der Speisespannungsquelle.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung mit einem Meßumformer ist der Meßumformer 1 und die Transistorschaltung 2 einem von einer Temperatur T ausgehenden Temperatureinfluß ausgesetzt, der zu einer Änderung der Meßspannung trotz gleichbleibenden auf den Meßumformer einwirkenden Druckes führen würde. Da diese Temperatur T in gleicher Weise auf den Transistor TR der Transistorschaltung 2 einwirkt, stellt sich auch die Basisspannung U_{BE} am Transistor TR auf einen für diese Temperatur T charakteristischen Wert ein. Für den Fall, daß die an der Diode D anstehende Spannung aufgrund einer entsprechenden Einstellung des einstellbaren Widerstandes P solch einen Wert aufweist, daß die Diode D gesperrt ist, z. B. bei Temperaturen unter 20°, so ergibt sich eine Eingangsspannung U_B des Meßumformers 1, die sich durch folgende Gleichung beschreiben läßt:

$$U_B = U_S - U_{BE}[1 + (R1/R2)] \quad (2)$$

Eine differentielle Änderung (TK -) der Spannung U_B über der Temperatur T läßt sich wie folgt darstellen:

$$TK - = dU_B/dT = - dU_{BE}/dT \cdot [1 + (R1/R2)] \quad (3)$$

Für den Fall, daß die Spannung U_{BE} abhängig vom Temperatureinfluß der Temperatur T einen solchen Wert aufweist, daß die Diode D in den leitenden Bereich übergeht — hier zum Beispiel bei Temperaturen größer als 20° —, so ändert sich das Verstärkungsverhalten des Transistors TR derart, daß nunmehr die Spannung U_B in der folgenden Weise darstellbar ist:

$$U_B = [U_S - U_{BE}[1 + (R1/R2)] + U_{SP}(R1/R2)]/1 + (R1/R3) \quad (4)$$

In dieser Gleichung (4) stellt U_{SP} die Spannung am Abgriff des einstellbaren Widerstandes P dar, mit der die Vorspannung der Diode D eingestellt wird. Die differentielle Änderung (TK +) der Spannung U_B über der Temperatur T läßt sich dann wie folgt ausdrücken:

$$TK + = dU_B/dT = - [dU_{BE} \cdot [1 + (R1/R2)]]/[dT \cdot [1 + (R1/R3)]] \quad (5)$$

Setzt man die beiden für die beschriebenen Temperaturbereiche dargestellten Änderungen (TK +, TK -) der Spannung U_B zueinander ins Verhältnis, so ergibt sich

$$TK - / TK + = 1 + (R1/R3) \quad (6)$$

Aus dieser Gleichung (6) ist somit die Bemessungsgrundlage für die Widerstände R1 und R3 zu entnehmen, mit denen somit eine weitgehende Kompensierung des Temperatureinflusses — auch des nichtlinearen Anteils — sichergestellt ist.

Da die beschriebenen Gleichungen (2) bis (6) unter der Voraussetzung aufgestellt sind, daß die Diode eine rechteckige Knickkennlinie, d. h. einen steilen Übergang vom leitenden in den sperrenden Zustand hat, in der Praxis man jedoch davon ausgehen kann, daß der Übergang nicht steil ist, sondern im Knickpunkt einer e-Funktion angenähert ist, ist der Verlauf der mit der Schaltungsanordnung erzielten Spannung U_B in Abhängigkeit von der Temperatur T weitgehend dem mit der Gleichung (1) beschriebenen idealen Verlauf der Spannung U_B angenähert.

Die in der Figur 2 dargestellten Spannungsverläufe stellen das Verhalten der Spannung U_B bei einer Änderung des Temperatureinflusses (Temperatur T) auf die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung dar. Verhält sich die Spannung U_B , wie in Kurve 10 dargestellt, so ist eine ideale Kompensation des Temperatureinflusses auf die Meßspannung analog zu der vorher beschriebenen Gleichung (1) erreicht. Die Kurve 11 ergibt sich bei einer — hier nicht behandelten — Kompensation der Meßspannung, die nur

den linearen Anteil des Temperatureinflusses ausgleicht. Mit der Kurve 12 ist das Verhalten der Spannung U_B aufgezeigt, wie es sich bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ergibt. Ein Knickpunkt 13 entspricht dem Spannungswert, bei dem die Diode vom sperrenden in den leitenden Zustand — hier ein angenommener steiler Übergang — überwechselt. Dieser Knickpunkt 13 ist durch Einstellung der 5 Vorspannung der Diode D mittels des Spannungsteilers P — siehe Fig. 1 — so gewählt, daß er bei einer Temperatur $T_0 = + 20^\circ \text{C}$ liegt. Der Temperaturwert ist in die Mitte eines Temperaturbereichs von $T_{\min} = - 30^\circ$ und $T_{\max} = + 70^\circ$ gelegt, der den tatsächlichen Temperaturverhältnissen im Bereich dieser Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung entspricht. Die Kurve 12 der Spannung U_B zeigt somit, daß mit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung auch eine Kompensation des 10 nichtlinearen Anteils des Temperatureinflusses auf die Meßspannung U_M weitgehend erreichbar ist.

Patentansprüche

- 15 1. Schaltungsanordnung mit einem Meßumformer, insbesondere mit einem Halbleiter-Druckaufnehmer, und mit
 - a) einer Transistorschaltung,
 - a1) über die der Meßumformer an eine Speisespannungsquelle mit konstantem Spannungswert angeschlossen ist, die
 - b2) Schaltungselemente zur Kompensation von Temperatureinflüssen auf die Meßspannung des Meßumformers enthält und die
 - a3) einen Anschlußpunkt für zusätzliche Kompensationsschaltungselemente aufweist, wobei
 - b) die Transistorschaltung einen Transistor enthält, dessen Basis über einen Widerstand mit dem Kollektor und mit einem weiteren Widerstand mit dem Emitter verbunden ist,
- 20 25 dadurch gekennzeichnet, daß
 - c) der Anschlußpunkt (5) direkt mit der Basis des Transistors (TR) der Transistorschaltung (2) verbunden ist und
 - d) an den Anschlußpunkt (5) eine Diode (D) mit ihrem einen Anschluß (6) angeschlossen ist, die
 - e) mit ihrem anderen Anschluß (7) über einen einstellbaren Spannungsteiler mit der Spei-
- 30 35 30 spannungsquelle in Verbindung steht (Fig. 1).
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
 - f) der Spannungsteiler einen einstellbaren Widerstand (P) enthält, der
 - f1) an die beiden Pole (3, 4) der Speisespannungsquelle und
 - f2) mit seinem Abgriff (8) über einen Diodenvorwiderstand (R3) an den anderen Anschluß (7) der Diode (D) angeschlossen ist (Fig. 1).

Claims

- 40 1. A circuit arrangement having a measuring transducer, in particular a semiconductor pressure receiver, having
 - a) a transistor circuit
 - a1) by means of which the measuring transducer is connected to a supply voltage source which has a constant voltage value and which
 - b2) comprises switching elements for the compensation of temperature influences upon the measuring voltage of the measuring transducer and which
 - a3) possesses a connection point for additional compensation switching elements, where
 - b) the transistor circuit comprises a transistor whose base is connected to the collector via an impedance and to the emitter by means of a further impedance,
- 45 50 characterised in that
 - c) the connection point (5) is directly connected to the base of the transistor (TR) of the transistor circuit (2) and
 - d) a diode (D) has one terminal (6) connected to the connection point (5), and
 - e) its other terminal (7) connected to the supply voltage source by means of an adjustable voltage
- 55 60 55 divider (Fig. 1).
2. A circuit arrangement as claimed in Claim 1, characterised in that
 - f) the voltage divider comprises an adjustable impedance (P) which
 - f1) is connected to the two poles (3, 4) of the supply voltage source and
 - f2) has its tap (8) connected to the other terminal (7) of the diode (D) by means of a series impedance (R3) (Fig. 1).

Revendications

- 65 1. Montage avec un transducteur de mesure, en particulier capteur de pression à semiconducteurs,

et avec

a) un circuit transistorisé,

a1) par l'intermédiaire duquel le transducteur de mesure est relié à une source de tension d'alimentation à valeur de tension constante, qui

5 a2) comporte des éléments de circuit pour la compensation des influences de la température sur la tension de mesure du transducteur de mesure, et qui

a3) comporte un point de branchement pour des éléments de circuit supplémentaires de compensation,

b) le circuit transistorisé comportant un transistor dont la base est reliée, par l'intermédiaire d'une

10 résistance, au collecteur, et, par l'intermédiaire d'une seconde résistance, à l'émetteur, caractérisé par le fait que

c) le point de branchement (5) est relié directement à la base du transistor (TR) du circuit transistorisé (2), et

d) qu'au point de branchement (5) est reliée, par sa borne (6), une diode (D) qui,

15 e) par son autre borne (7) est en liaison avec la source de tension d'alimentation, par l'intermédiaire d'un diviseur de tension réglable (figure 1).

2. Montage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que

f) le diviseur de tension comporte une résistance réglable (P) qui est reliée

f1) aux deux bornes (3 et 4) de la source de tension d'alimentation et,

20 f2) par sa prise (8) et par une résistance amont (R3) de la diode, à ladite autre borne (7) de la diode (D) (figure 1).

25

30

35

40

45

50

55

60

65

0 074 919

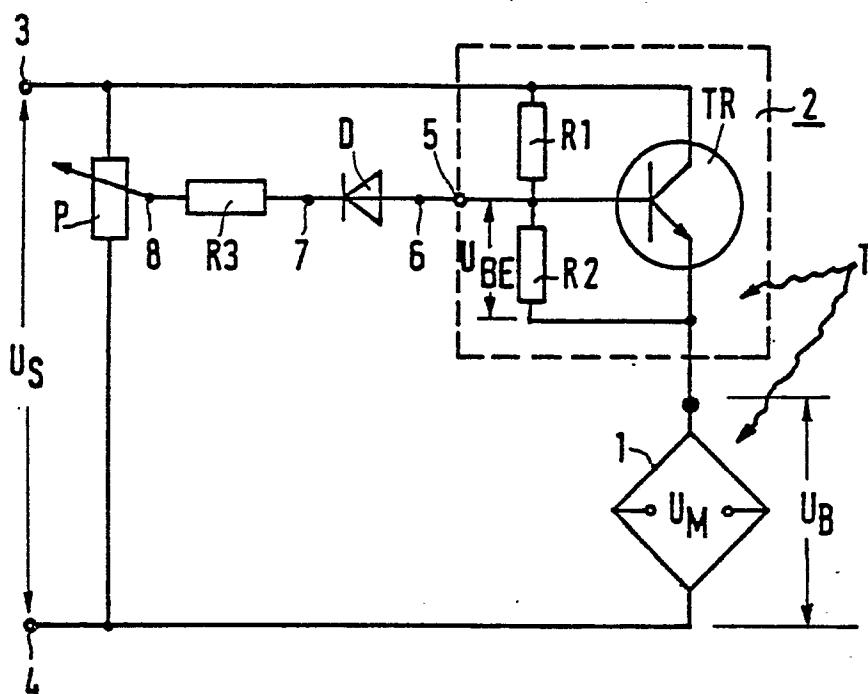


FIG 1

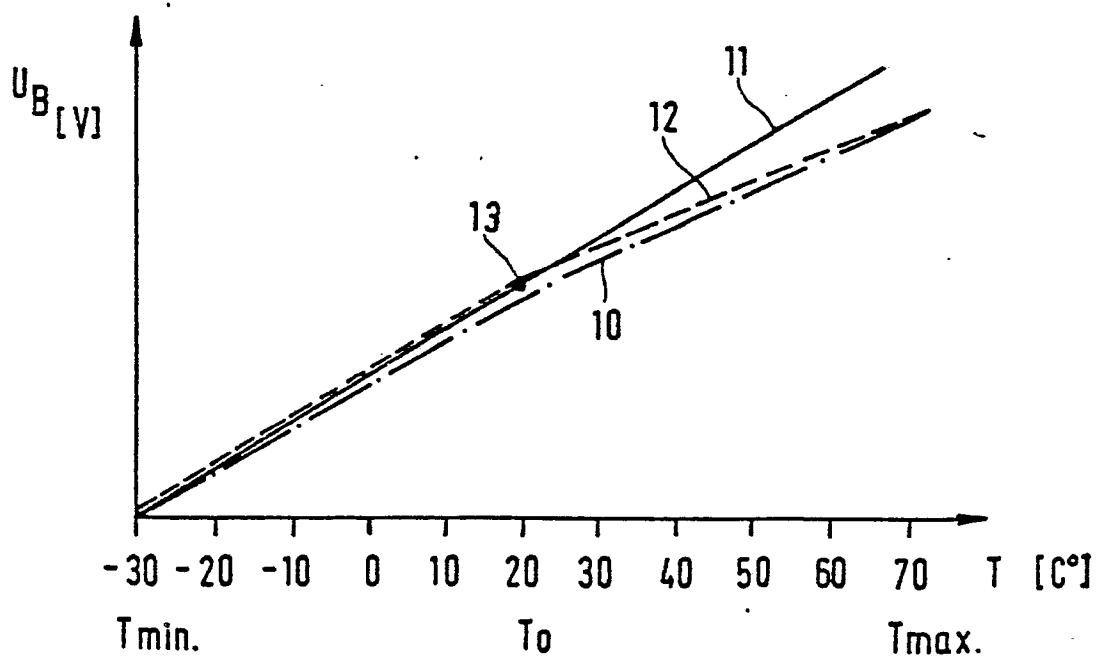


FIG 2