



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106227285 B

(45)授权公告日 2019.08.16

(21)申请号 201610384549.4

(51)Int.CI.

(22)申请日 2016.06.02

605F 1/567(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 黄玉婷

申请公布号 CN 106227285 A

(43)申请公布日 2016.12.14

(30)优先权数据

2015-112309 2015.06.02 JP

(73)专利权人 艾普凌科有限公司

地址 日本千叶县

(72)发明人 有山稔

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 何欣亭 姜甜

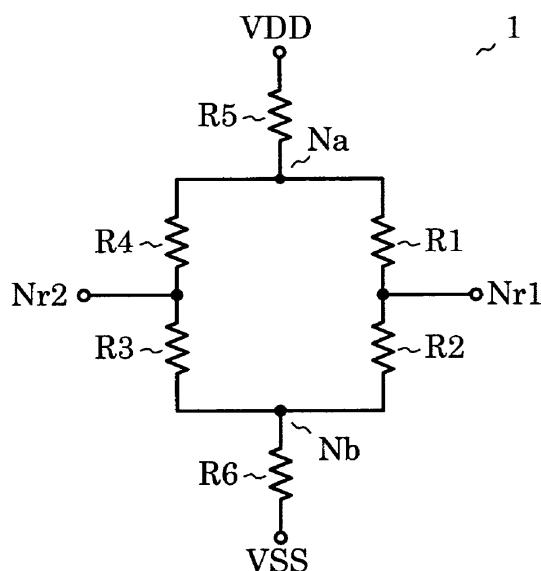
权利要求书2页 说明书10页 附图7页

(54)发明名称

温度补偿电路及传感器装置

(57)摘要

本发明题为温度补偿电路及传感器装置。提供能够仅对温度补偿量进行独立调整的温度补偿电路。具备：设在第一电阻与第二电阻的连接点的第一温度补偿电压端子；设在第三电阻与第四电阻的连接点的第二温度补偿电压端子；设在第一电阻与第四电阻的连接点的第一电压端子；设在第二电阻与第三电阻的连接点的第二电压端子；连接在电源端子与第一电压端子之间的第五电阻；以及连接在接地端子与第二电压端子之间的第六电阻。



1. 一种温度补偿电路, 其特征在于,  
至少具备第一电阻～第六电阻的6个电阻, 并且具备:  
设在所述第一电阻与所述第二电阻的连接点的第一输出端子;  
设在所述第三电阻与所述第四电阻的连接点的第二输出端子;  
设在所述第一电阻与所述第四电阻的连接点的第一电压端子;  
设在所述第二电阻与所述第三电阻的连接点的第二电压端子;  
连接在电源端子与所述第一电压端子之间的所述第五电阻; 以及  
连接在接地端子与所述第二电压端子之间的所述第六电阻,  
所述第一电阻～所述第四电阻之中至少一个电阻的电阻值具有与其他所述电阻的电阻值的温度系数不同的温度系数,  
以使从所述第一输出端子输出的温度补偿电压和从所述第二输出端子输出的温度补偿电压在既定温度下相等的方式, 调整所述第一电阻～所述第四电阻之中至少一个电阻的电阻值,  
所述第五电阻及所述第六电阻的电阻值以能够调整温度补偿电压的方式进行设定。
2. 一种温度补偿电路, 其特征在于,  
至少具备第一电阻～第六电阻的6个电阻, 并且具备:  
设在所述第一电阻与所述第二电阻的连接点的第一输出端子;  
设在所述第三电阻与所述第四电阻的连接点的第二输出端子;  
设在所述第一电阻与所述第四电阻的连接点的第一电压端子;  
设在所述第二电阻与所述第三电阻的连接点的第二电压端子;  
连接在电源端子与所述第一电压端子之间的所述第五电阻; 以及  
连接在接地端子与所述第二电压端子之间的所述第六电阻,  
所述第一电阻～所述第四电阻之中至少一个电阻的电阻值具有与其他所述电阻的电阻值的温度系数不同的温度系数,  
所述第一电阻的电阻值和所述第三电阻的电阻值之积的值与所述第二电阻的电阻值和所述第四电阻的电阻值之积的值, 在既定温度下相等,  
所述第五电阻及所述第六电阻的电阻值以能够调整温度补偿电压的方式进行设定。
3. 如权利要求1或权利要求2所述的温度补偿电路, 其特征在于,  
在所述温度补偿电路中, 具备在所述第一电压端子与所述第二电压端子之间连接的第7电阻。
4. 如权利要求1或权利要求2所述的温度补偿电路, 其特征在于,  
在所述温度补偿电路中, 具备在所述第一输出端子与所述第二输出端子之间连接的第7电阻。
5. 如权利要求1或权利要求2所述的温度补偿电路, 其特征在于,  
在所述温度补偿电路中, 具备:  
第7电阻, 连接在所述第一电压端子与所述第二电压端子之间; 以及  
第8电阻, 连接在所述第一输出端子与所述第二输出端子之间。
6. 一种传感器装置, 响应施加在传感器元件的物理量的强度而进行输出, 其特征在于,  
具备权利要求1或权利要求2所述的温度补偿电路,

所述温度补偿电路进行所述传感器元件的温度系数的补偿。

## 温度补偿电路及传感器装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及温度补偿电路及传感器装置,尤其涉及进行传感器元件的灵敏度的温度补偿的电路。

### 背景技术

[0002] 近来,各种传感器装置搭载到电子设备并加以活用。作为例子,可举出将磁传感器装置搭载到电子设备,将磁体配置在盖或罩的例子。电子设备如下进行动作:在盖或罩从电子设备离开的状态下进行通常动作,在盖或罩靠近电子设备的状态下,转移到省电模式。磁传感器装置通过来自磁体的磁通密度的变化来检测盖或罩与电子设备的远近,输出所施加的磁通密度是既定值以下的状态还是既定值以上的状态,并传达到电子设备。在此,传感器装置的输出信号理想的是相对于温度变化为恒定,但是构成传感器装置的传感器元件本身的输出信号具有温度依赖性,因此要求在传感器装置搭载用于补偿传感器元件的温度依赖性的温度补偿电路。

[0003] 在图10示出现有的温度补偿电路的一个例子的电路图。现有的温度补偿电路BL1由在电源端子VDD与接地端子VSS之间依次串联连接的电阻R11~R14和电阻R41构成。从电阻R11和电阻R12的连接点即第一输出端子NTH1输出第一基准电压VTH1,从电阻R12和电阻R13的连接点即基准电压端子NREF输出基准电压VREF,从电阻R13和电阻R14的连接点即第二输出端子NTH2输出第二基准电压VTH2。电阻R41连接在第一输出端子NTH1与第二输出端子NTH2之间。

[0004] 电阻R11~R14中,电阻值R11和电阻值R14相等,电阻值R12和电阻值R13相等,且电阻值的温度系数相等。电阻R41的电阻值的温度系数与电阻R11~R14的电阻值的温度系数不同。在此说明的方便起见,若设电阻R11~R14的电阻值的温度系数大于电阻R41的电阻值的温度系数,则成为

[0005] [数式1]

$$[0006] V_{TH1} - V_{REF} = V_{DD} \times \frac{RX/R11}{2 \times (2 + RX/R11)} \dots (A1)$$

[0007] [数式2]

$$[0008] V_{TH2} - V_{REF} = - V_{DD} \times \frac{RX/R11}{2 \times (2 + RX/R11)} \dots (A2)$$

[0009] [数式3]

$$[0010] V_{REF} = \frac{V_{DD}}{2} \dots (A3)$$

[0011] 在此,将接地端子VSS的电压设为零(0)。另外,RX为第一输出端子NTH1与第二输出端子NTH2之间的电阻值,由下式表示。

[0012] [数式4]

$$[0013] RX = \frac{2 \times R_{11} \times R_{41}}{2 \times R_{11} + R_{41}} \dots (A4)$$

[0014] 向式(A1)及式(A2)代入式(A4)则得到下式。

[0015] [数式5]

$$[0016] VTH1 - VREF = +VDD \times \frac{1}{4 \cdot (R_{11}/R_{41} + 1)} \dots (A5)$$

[0017] [数式6]

$$[0018] VTH2 - VREF = -VDD \times \frac{1}{4 \cdot (R_{11}/R_{41} + 1)} \dots (A6)$$

[0019] 若温度变高则电阻R41的电阻值会比电阻R11的电阻值小,因此R11/R41的项在高温变大,如图11所示,VTH1-VREF在高温变小,另外VREF-VTH2也变小。如以上那样,通过使基准电压具有温度依赖性,并使基准电压的温度系数与传感器元件的温度系数一致,能够使传感器装置的输出相对于温度变化为恒定,并能实现无温度依赖性的高精度的输出。另外,通过调整电阻R41和电阻R11~R14的电阻值,并调整温度系数不同的电阻的电阻值之比,能够调整温度补偿量,以较小的电路规模实现了可广泛在传感器装置或半导体装置中应用的温度补偿电路。

[0020] 现有技术文献

[0021] 专利文献

[0022] 专利文献1:日本特开2010-117270号公报。

## 发明内容

[0023] 发明要解决的课题

[0024] 然而,在现有的温度补偿电路中,与温度补偿量一起,某一基准温度下的补偿量也会发生变化,因此存在能够兼顾到基准温度下的最佳补偿量和最佳温度补偿量的电阻值的范围较窄、能够使用温度补偿电路的范围受限定这一课题。即,存在不能仅对温度补偿量独立进行调整这一课题。

[0025] 用于解决课题的方案

[0026] 为了解决现有的这样的问题点,本发明的温度补偿电路采用如下的结构。

[0027] 一种温度补偿电路,其特征在于,至少具备第一电阻~第六电阻的6个电阻,并且具备:设在第一电阻与第二电阻的连接点的第一输出端子;设在第三电阻与第四电阻的连接点的第二输出端子;设在第一电阻与第四电阻的连接点的第一电压端子;设在第二电阻与第三电阻的连接点的第二电压端子;连接在电源端子与第一电压端子之间的第五电阻;以及连接在接地端子与第二电压端子之间的第六电阻,第一电阻~第四电阻之中至少一个电阻的电阻值具有与其他电阻的电阻值的温度系数不同的温度系数,以使从第一输出端子输出的温度补偿电压和从第二输出端子输出的温度补偿电压在既定温度下相等的方式,调整第一电阻~第四电阻之中至少一个电阻的电阻值。

[0028] 发明效果

[0029] 依据本发明的温度补偿电路,通过有效活用温度系数不同的电阻,能够只调整温

度系数,且能够以较小的电路规模实现能够调整温度补偿量的温度补偿电路。

## 附图说明

- [0030] 图1是第1实施方式的温度补偿电路的电路图。
- [0031] 图2是示出第1实施方式所使用的电阻的温度依赖性的图。
- [0032] 图3是示出第1实施方式的输出电压的温度依赖性的图。
- [0033] 图4是第2实施方式的温度补偿电路的电路图。
- [0034] 图5是第3实施方式的温度补偿电路的电路图。
- [0035] 图6是示出磁传感器的灵敏度的温度依赖性的图。
- [0036] 图7是将本发明的温度补偿电路应用于磁传感器装置的例子的电路图。
- [0037] 图8是将本发明的温度补偿电路应用于磁传感器装置的其他例子的电路图。
- [0038] 图9是示出磁传感器装置所使用的基准电压电路的一个例子的电路图。
- [0039] 图10是现有的温度补偿电路的电路图。
- [0040] 图11是示出现有的温度补偿电路的基准电压的温度依赖性的图。

## 具体实施方式

[0041] 本发明的温度补偿电路能够作为半导体电路中的温度补偿电路得到广泛利用。以下,参照附图,对本发明的温度补偿电路进行说明。

[0042] <第1实施方式>

[0043] 图1是第1实施方式的温度补偿电路的电路图。第1实施方式的温度补偿电路1由电阻R1～R6构成。

[0044] 在电阻R1和电阻R2的连接点设有第一输出端子Nr1,在电阻R3和电阻R4的连接点设有第二输出端子Nr2。在电阻R1和电阻R4的连接点设有第一电压端子Na,在电阻R2和电阻R3的连接点设有第二电压端子Nb。在电源端子VDD与第一电压端子Na之间连接有电阻R5,在接地端子VSS与第二电压端子Nb之间连接有电阻R6。

[0045] 将第一输出端子Nr1、第二输出端子Nr2、第一电压端子Na、第二电压端子Nb的各端子的电压分别表示为Vr1、Vr2、Va、Vb。Vr1、Vr2能由下式算出。

[0046] [数式7]

$$[0047] V_{r1} = \frac{R_2 \times V_a + R_1 \times V_b}{R_1 + R_2} \dots (1)$$

[0048] [数式8]

$$[0049] V_{r2} = \frac{R_3 \times V_a + R_4 \times V_b}{R_3 + R_4} \dots (2)$$

[0050] 若将Vr1和Vr2的差量设为温度补偿电压ΔVr,则温度补偿电压ΔVr由下式表示。

[0051] [数式9]

[0052]

$$\Delta V_r = V_{r1} - V_{r2} = \frac{R_2 \times R_4 - R_1 \times R_3}{(R_1 + R_2) \times (R_3 + R_4)} \times (V_a - V_b) \dots (3)$$

[0053] 电阻R1～R4之中至少一个电阻的电阻值具有与其他电阻的电阻值的温度系数不同的温度系数。

[0054] 图2是示出第1实施方式所使用的电阻R1～R4的电阻值的温度依赖性的图。说明的方便起见,作为例子,设电阻R1、R3、R4的电阻值和各电阻值的温度系数相等,电阻R2的电阻值的温度系数与电阻R1、R3、R4的电阻值的温度系数不同,特别是温度系数小。设电阻R1、R3、R4的各电阻值的温度系数为第一温度系数、电阻R2的电阻值的温度系数为第二温度系数。另外,若设某一既定温度T0下电阻R1和电阻R2的电阻值相等,则温度补偿电压 $\Delta V_r$ 从式(3)如下表示。

[0055] [数式10]

$$[0056] \Delta V_r = \frac{1}{2} \times \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} \times (V_a - V_b) \dots (4)$$

[0057] 在此, $\alpha$ 为电阻R2与电阻R1之比,即 $\alpha = R_2/R_1$ 。在温度T0下电阻R1和电阻R2的电阻值相等,成为 $\alpha = 1$ ,因此温度补偿电压 $\Delta V_r$ 成为零(0)。在比温度T0高的温度,电阻R2的电阻值会小于电阻R1的电阻值,因此 $\alpha < 1$ ,温度补偿电压 $\Delta V_r$ 成为负的值。在比温度T0低的温度,电阻R2的电阻值会大于电阻R1的电阻值,因此 $\alpha > 1$ ,温度补偿电压 $\Delta V_r$ 成为正的值。将该情况示于图3。

[0058] 图3是示出第1实施方式的输出电压的温度依赖性的图。在温度T0由于 $\Delta V_r = V_{r1} - V_{r2} = 0$ ,所以成为 $V_{r1} = V_{r2}$ 。在比温度T0高的温度,由于 $\Delta V_r = V_{r1} - V_{r2} < 0$ ,所以成为 $V_{r1} < V_{r2}$ 。在比温度T0低的温度,由于 $\Delta V_r = V_{r1} - V_{r2} > 0$ ,所以成为 $V_{r1} > V_{r2}$ 。

[0059] 另外,温度T0以外的温度下的温度补偿电压 $\Delta V_r$ 的大小,如式(4)所示, $\alpha = R_2/R_1$ ,即根据电阻R1和R2的大小而变化,如前所述,由于电阻R1和电阻R2以在温度T0使电阻值相等的方式进行调整,所以温度T0以外的温度下调整大小是很困难的。为了调整温度补偿电压 $\Delta V_r$ 的大小,设置电阻R5和电阻R6。

[0060] 温度补偿电压 $\Delta V_r$ 如式(4)所示,随着 $(V_a - V_b)$ 的值而大小变化。后面算出 $(V_a - V_b)$ 。若设流过电阻R5和电阻R6的电流分别为I5、I6,则分别由下式表示。

[0061] [数式11]

$$[0062] I_5 = \frac{V_{DD} - V_a}{R_5} \dots (5)$$

[0063] [数式12]

$$[0064] I_6 = \frac{V_b - V_{SS}}{R_6} \dots (6)$$

[0065] 将上式变形,求出 $V_a$ 和 $V_b$ 以及 $V_a - V_b$ ,则得到下式。

[0066] [数式13]

$$[0067] V_a = V_{DD} - I_5 \cdot R_5 \dots (7)$$

[0068] [数式14]

$$[0069] V_b = V_{SS} - I_6 \cdot R_6 \dots (8)$$

[0070] [数式15]

[0071]  $V_a - V_b = (VDD - VSS) - I_5 \cdot R_5 + I_6 \cdot R_6 \dots (9)$

[0072] 电路构成上,电流I5和电流I6相等,因此式(9)成为如下式。

[0073] [数式16]

[0074]  $V_a - V_b = (VDD - VSS) - I_5 \cdot (R_5 + R_6) \dots (10)$

[0075] 在此,若将由电阻R1~R4构成的电阻的等效电阻设为Ra、由电阻R1~R6构成的电阻的等效电阻设为Rt,则等效电阻Ra和等效电阻Rt的电阻值能由以下的式表示。

[0076] [数式17]

[0077]  $R_a = \frac{(R_1 + R_2) \times (R_3 + R_4)}{(R_1 + R_2) + (R_3 + R_4)} \dots (11)$

[0078] [数式18]

[0079]  $R_t = R_5 + R_6 + R_a \dots (12)$

[0080] 电路构成上,流过电阻R5的电流和流过等效电阻Rt的电流相等,因此成为

[0081] [数式19]

[0082]  $I_5 = \frac{VDD - VSS}{R_t} \dots (13)$

[0083] 将式(13)代入式(10)则得到下式。

[0084] [数式20]

[0085]  $V_a - V_b = \left(1 - \frac{R_5 + R_6}{R_t}\right) \times (VDD - VSS) \dots (14)$

[0086] 将式(12)代入式(14)则得到下式。

[0087] [数式21]

[0088]  $V_a - V_b = \frac{R_a}{R_5 + R_6 + R_a} \times (VDD - VSS) \dots (15)$

[0089] 进而将式(15)变形而得到下式。

[0090] [数式22]

[0091]  $V_a - V_b = \frac{1}{1 + \frac{R_5 + R_6}{R_a}} \times (VDD - VSS) \dots (16)$

[0092] 将式(11)代入式(16)则成为下式。

[0093] [数式23]

[0094] 
$$\begin{aligned} V_a - V_b &= \frac{1}{1 + (R_5 + R_6) \times \frac{(R_1 + R_2) + (R_3 + R_4)}{(R_1 + R_2) \times (R_3 + R_4)}} \\ &\quad \times (VDD - VSS) \dots (17) \end{aligned}$$

[0095] 因此,电阻R5、R6的电阻值越大,Va-Vb就越小,由式(3)或式(4)所示的温度补偿

电压 $\Delta V_r$ 的值也变小。换言之,通过将电阻R5和电阻R6的电阻值设定为任意的值,能够任意调整 $V_a - V_b$ 的大小,因而,也能任意调整由式(3)或式(4)所示的温度补偿电压 $\Delta V_r$ 的大小。另一方面,无论电阻R5和电阻R6的电阻值为何种电阻值,在温度 $T_0$ 下温度补偿电压 $\Delta V_r$ 的大小为零,因此本实施例的温度补偿电路能够仅对温度补偿量进行独立调整。

[0096] 通过以上方式说明了本发明的第1实施方式的温度补偿电路的动作,表明了通过有效活用温度系数不同的电阻,能够仅对温度系数进行调整,且能够以较小的电路规模实现可调整温度补偿量的温度补偿电路。

[0097] 本说明中,虽然示出电阻R1～R4的各电阻的电阻值和电阻值的温度依赖性的一个例子的关系,但是,只要为本说明内记载的构成,就未必局限于该电阻间的关系。例如,可以使电阻R1的电阻值的温度系数与电阻R2～R4不同,另外也可以使电阻R3的电阻值的温度系数与电阻R1、R2、R4不同。或者,也可以使电阻R1和R3的电阻值的温度系数相等,并利用具有与它不同的电阻值的温度系数的电阻R2和R4。为了说明起见,使电阻R1和电阻R3的电阻值相等、电阻R2和电阻R4的电阻值相等、电阻R1与电阻R2的电阻值之比为 $\alpha$ ,并以 $\alpha = R_2/R_1$ 表示,则温度补偿电压 $\Delta V_r$ 从式(3)成为如下式。

[0098] [数式24]

$$[0099] \Delta V_r = \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} \times (V_a - V_b) \quad \dots (18)$$

[0100] 式(18)的右边成为式(4)的右边的2倍大小。因而,温度补偿电压 $\Delta V_r$ 的大小成为由式(4)说明的情况的2倍,在温度 $T_0$ 中大小成为零,因此同样具有以上说明的温度补偿电路的特征。另外,以温度补偿电压 $\Delta V_r$ 在温度 $T_0$ 成为零的条件,在上述说明中列举了 $R_1 = R_2$ 的情况,但并不限于此,只要选定如使式(3)的分数部分的分子成为零这样的电阻值即可。具体而言,以使 $R_2 \times R_4$ 和 $R_1 \times R_3$ 相等的方式选定电阻值即可。

[0101] <第2实施方式>

[0102] 图4是第2实施方式的温度补偿电路的电路图。与图1所示的第1实施方式的差异在于追加了电阻R7这一点。追加的电阻R7连接在第一电压端子Na、第二电压端子Nb之间。通过追加电阻R7,由电阻R1～R4和电阻R7组成的电阻的等效电阻 $R_a'$ 成为如下。

[0103] [数式25]

$$[0104] R_a' = \frac{R_7}{R_7 + R_a} \times R_a \quad \dots (19)$$

[0105] 在此, $R_a$ 与由第1实施方式的式(11)所示的电阻R1～R4组成的等效电阻 $R_a$ 相同。另外,若设由电阻R1～R7组成的电阻的等效电阻为 $R_t'$ ,则等效电阻 $R_t'$ 由以下的式表示。

[0106] [数式26]

$$[0107] R_t' = R_5 + R_6 + R_a' \quad \dots (20)$$

[0108] 与第1实施方式的从式(13)导出式(17)的导出过程同样地求出 $V_a - V_b$ ,则成为如下式。

[0109] 在电路构成上,流过电阻R5的电流和流过等效电阻 $R_t'$ 的电流相等,因此成为

[0110] [数式27]

[0111]  $I_5 = \frac{VDD - VSS}{R_t} \dots (21)$

[0112] 将式(21)代入式(10)则得到下式。

[0113] [数式28]

[0114]  $V_a - V_b = \left(1 - \frac{R_5 + R_6}{R_t}\right) \times (VDD - VSS) \dots (22)$

[0115] 将式(20)代入式(22)则得到下式。

[0116] [数式29]

[0117]  $V_a - V_b = \frac{R_a}{R_5 + R_6 + R_a} \times (VDD - VSS) \dots (23)$

[0118] 进而将式(23)变形后得到下式。

[0119] [数式30]

[0120]  $V_a - V_b = \frac{1}{1 + \frac{R_5 + R_6}{R_a}} \times (VDD - VSS) \dots (24)$

[0121] 将式(19)代入式(24)则成为下式。

[0122] [数式31]

[0123]  $V_a - V_b = \frac{1}{1 + \frac{R_5 + R_6}{R_a} \times \left(1 + \frac{R_a}{R_7}\right)} \times (VDD - VSS) \dots (25)$

[0124] 与以第1实施方式求出的式(16)相比较,则对分母追加了 $(1+Ra/R7)$ 的项。即,通过追加电阻R7, $V_a - V_b$ 的值变小,电阻R7的电阻值越小,则 $V_a - V_b$ 就越小,由式(3)或式(4)所示的温度补偿电压 $\Delta V_r$ 的值也变小。换言之,通过将电阻R7的电阻值设定为任意的值,能够任意调整 $V_a - V_b$ 的大小,因而,也能任意调整由式(3)或式(4)所示的温度补偿电压 $\Delta V_r$ 的大小。另一方面,无论电阻R7的电阻值为何种电阻值,在温度T0下温度补偿电压 $\Delta V_r$ 的大小都为零,因此本实施方式的温度补偿电路能够仅对温度补偿量进行独立调整。另外,通过使电阻R7的电阻值的温度系数与等效电阻Ra的电阻值的温度系数不同,可以使 $V_a - V_b$ 也具有温度依赖性,因此还能更加灵活地调整温度补偿电压 $\Delta V_r$ 的大小。

[0125] 通过以上方式说明了本发明的第2实施方式的温度补偿电路的动作,表明通过有效活用温度系数不同的电阻,能够仅对温度系数进行调整,且能够以较小的电路规模实现可调整温度补偿量的温度补偿电路。

[0126] <第3实施方式>

[0127] 图5是第3实施方式的温度补偿电路的电路图。与图1所示的第1实施方式的差异在于追加了电阻R8这一点。追加的电阻R8连接在第一输出端子Nr1与第二输出端子Nr2之间。以下,算出本实施例中的第一输出端子Nr1的电压 $V_{r1}'$ 、第二输出端子Nr2的电压 $V_{r2}'$ 、温度补偿电压 $\Delta V_r'$ 。将流过电阻R1~R4及R8的电流分别设为 $I_1 \sim I_4, I_8$ ,则各自的关系由下式表示。

[0128] [数式32]

$$[0129] I_1 = \frac{V_a - V_r 1'}{R_1} \dots (26)$$

[0130] [数式33]

$$[0131] I_2 = \frac{V_r 1' - V_b}{R_2} \dots (27)$$

[0132] [数式34]

$$[0133] I_3 = \frac{V_r 2' - V_b}{R_3} \dots (28)$$

[0134] [数式35]

$$[0135] I_4 = \frac{V_a - V_r 2'}{R_4} \dots (29)$$

[0136] [数式36]

$$[0137] I_8 = \frac{V_r 2' - V_r 1'}{R_8} \dots (30)$$

[0138] [数式37]

$$[0139] I_4 = I_3 + I_8 \dots (31)$$

[0140] [数式38]

$$[0141] I_2 = I_1 + I_8 \dots (32)$$

[0142] 若从式(26)~式(32)算出温度补偿电压  $\Delta V_r' = V_r 1' - V_r 2'$ , 则成为如下式。

[0143] [数式39]

$$\Delta V_r' = \frac{R_2 \times R_4 - R_1 \times R_3}{(R_1 + R_2) \times (R_3 + R_4)} \times (V_a - V_b)$$

[0144]

$$\times \frac{1}{1 + \frac{1}{R_8} \times \left( \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4} \right)} \dots (33)$$

[0145] 在此,中途的计算式从略。比较由式(33)表示的本实施方式的温度补偿电压  $\Delta V_r'$  和由式(3)表示的第1实施方式的温度补偿电路的温度补偿电压  $\Delta V_r$ , 则能由以下关系表示。

[0146] [数式40]

$$[0147] \Delta V_r' = \Delta V_r \times \frac{1}{1 + \frac{1}{R_8} \times \left( \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4} \right)} \dots (34)$$

[0148] 即,因追加电阻R8而温度补偿电压  $\Delta V_r'$  的值变小。换言之,通过将电阻R8的电阻值设定为任意的值,能够任意调整温度补偿电压  $\Delta V_r'$  的大小。另一方面,无论电阻R8的电阻值为何种电阻值,在温度T0下温度补偿电压  $\Delta V_r'$  的大小都为零,因此本实施方式的温度

补偿电路能够仅对温度补偿量进行独立调整。另外,由于使电阻R8的电阻值的温度系数与电阻R1~R4之中至少一个电阻的电阻值的温度系数相同、或者与上述电阻R1~R4之中至少一个电阻以外的电阻的电阻值的温度系数相同,以及通过电阻R8的电阻值的大小,能够改变温度补偿电压 $\Delta V_r'$ 的温度系数,所以还能更加灵活地调整温度补偿电压 $\Delta V_r$ 的大小。

[0149] 通过以上方式说明了本发明的第3实施方式的温度补偿电路的动作,表明了通过有效活用温度系数不同的电阻,能够仅对温度系数进行调整,且能够以较小的电路规模实现可调整温度补偿量的温度补偿电路。

[0150] <本发明的温度补偿电路的应用例>

[0151] 图6是示出传感器元件的灵敏度的温度依赖性的图。作为例子,示出了磁传感器的一个例子即霍尔元件的灵敏度的温度依赖性。霍尔元件的灵敏度一般比例于移动性,因此在高温示出灵敏度变低的特性。若设既定温度T0中的灵敏度为k0,在比既定温度T0高的温度下灵敏度会低于k0,在比既定温度T0低的温度下灵敏度会高于k0。对于搭载传感器元件的传感器装置的输出,要求相对于温度无变化或变化小,因此在传感器装置中寻求补偿传感器元件的温度依赖特性的电路,在这样的情况下本发明的温度补偿电路是合适的。在图7及图8示出将本发明的温度补偿电路适用于传感器装置的例子。

[0152] 图7是将本发明的温度补偿电路应用于磁传感器装置的例子的电路图。作为磁电转换元件的霍尔元件2的信号经由开关电路3输入到差动放大器4,差动放大器4对此进行放大,放大后的信号经由电容C1、C2输入到比较器5。比较器5中,对作为霍尔元件2的输出的、基于对应于所施加的磁通密度的信号而供给端子N1及端子N2的电压差与供给端子N3及端子N4的电压差进行比较,输出所施加的磁通密度是比既定磁通密度大还是小。开关电路3、开关S1、S2及电容C1~C4、基准电压ref0为了除去霍尔元件2、差动放大器4或比较器5所具有的误差分量,并得到高精度的比较结果而使用。如图6所示,霍尔元件2的灵敏度具有温度依赖性,因此在供给端子N3及端子N4的电压差相对于温度而言恒定的情况下,比较器5的输出、即磁传感器装置的输出相对于温度并不恒定,会成为具有温度依赖性的输出。为了补偿该霍尔元件2的温度依赖性,经由开关S3、S3x、S4、S4x对端子N3及端子N4连接本发明的温度补偿电路1的第一输出端子Nr1及第二输出端子Nr2,并被供给温度补偿电压 $\Delta V_r$ 或 $\Delta V_r'$ ,从而能够得到无温度依赖性的磁传感器装置的输出。

[0153] 图8是将本发明的温度补偿电路应用于磁传感器装置的其他例子的电路图。与图7所示的磁传感器装置的差异在于追加基准电压电路6和开关S5、S5x、S6、S6x这一点。经由开关S5、S5x、S6、S6x对端子N3及端子N4连接基准电压电路6的输出端子Nr3及输出端子Nr4,并被供给无温度依赖性的基准电压 $\Delta V_{ref}$ 。因而,能够通过基准电压电路6供给既定温度T0下的补偿量,并能通过温度补偿电路1供给温度补偿量。换言之,能够得到无温度依赖性的磁传感器装置的输出,并且能够调整所施加的磁通密度是比既定磁通密度大还是小的阈值水平。

[0154] 图9是示出图8所示的基准电压电路6的一个例子的电路图。基准电压电路6由在电源端子VDD与接地端子VSS之间串联连接的电阻Rx1~Rx3构成。在电阻Rx1和Rx2的连接点设有输出端子Nr3,在电阻Rx2和Rx3的连接点设有输出端子Nr4。

[0155] 若将输出端子Nr3及输出端子Nr4的电压分别设为 $V_{r3}$ 、 $V_{r4}$ ,并设为基准电压 $\Delta V_{ref}=V_{r3}-V_{r4}$ ,则得到下式。

[0156] [数式41]

$$[0157] \Delta V_{ref} = \frac{R_x 2}{R_x 1 + R_x 2 + R_x 3} \times (VDD - VSS) \quad \dots \quad (35)$$

[0158] 若以具有相同温度系数的电阻构成电阻Rx1～Rx3，则基准电压ΔVref成为无温度依赖性的电压。另外，基准电压ΔVref的大小可通过调整电阻Rx1～Rx3的电阻值的比来进行任意调整。

[0159] 在图7～9示出将本发明的温度补偿电路应用在磁传感器装置的例子。本说明中，为了说明而示出了具体的例子，但是未必局限于该构成或传感器元件，可广泛应用在半导体电路中。

[0160] 标号说明

[0161] 1 温度补偿电路

[0162] 2 霍尔元件

[0163] 3 开关电路

[0164] 4 差动放大器

[0165] 5 比较器

[0166] 6 基准电压电路。

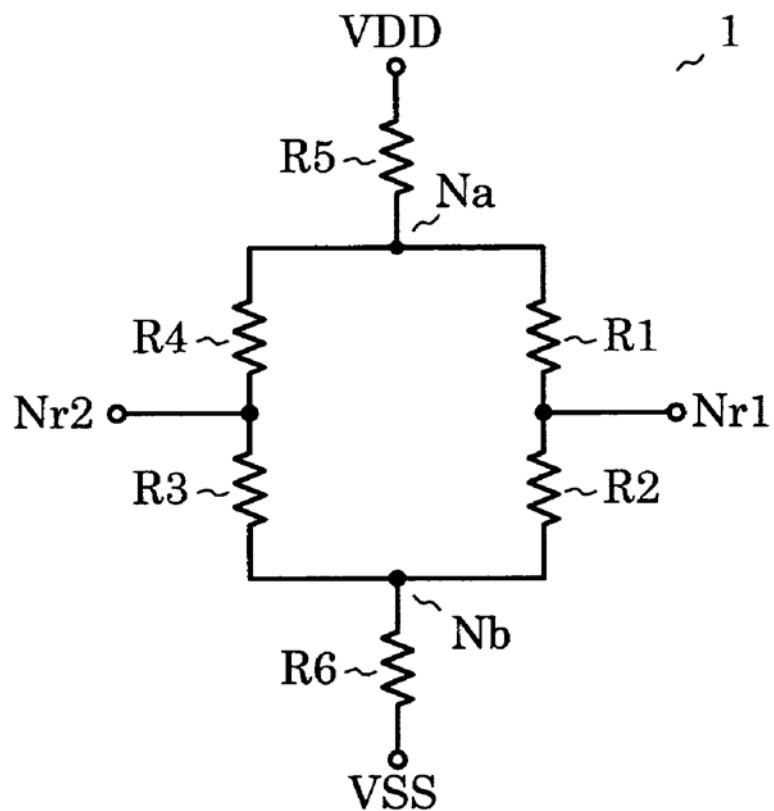


图 1

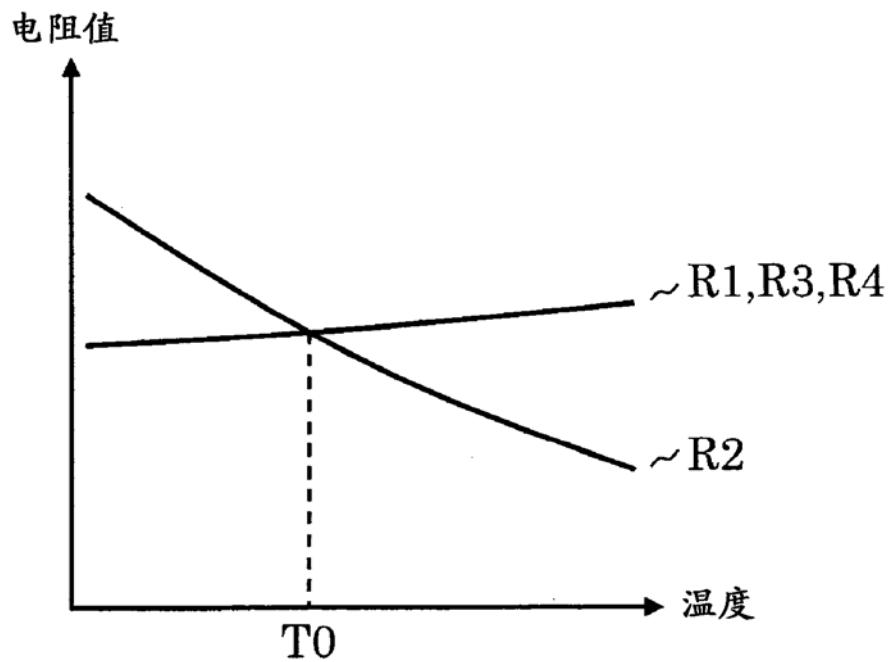


图 2

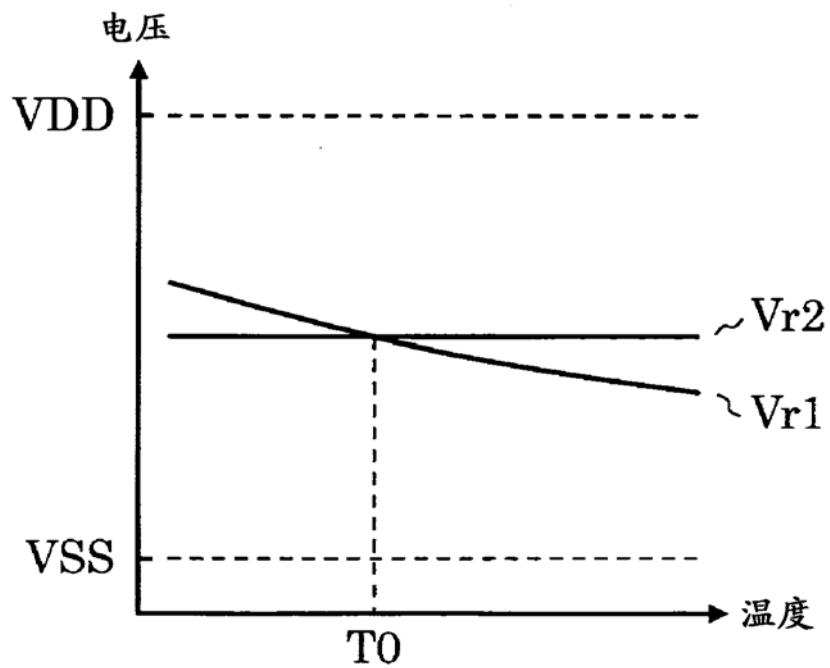


图 3

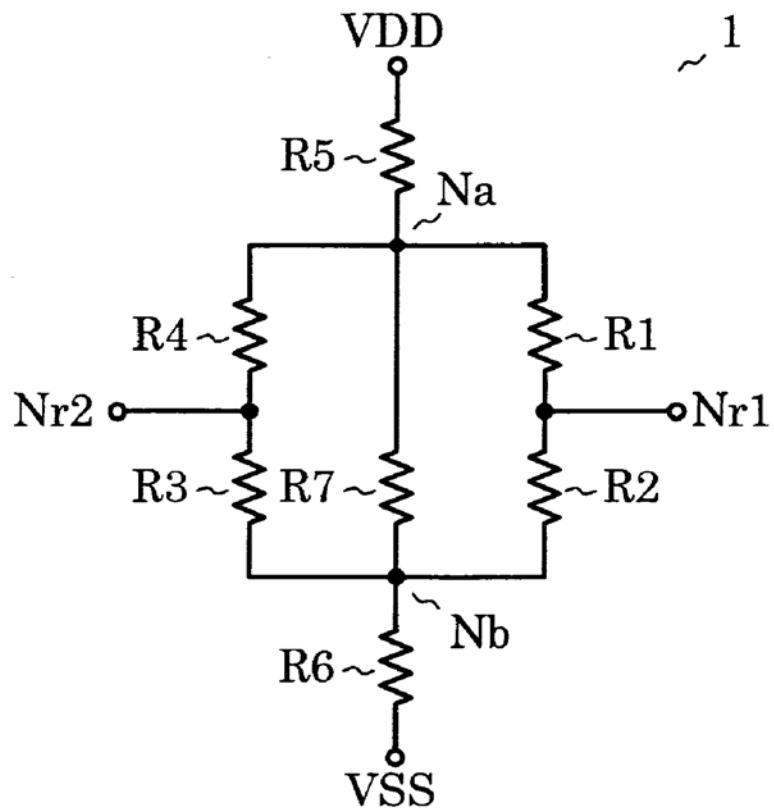


图 4

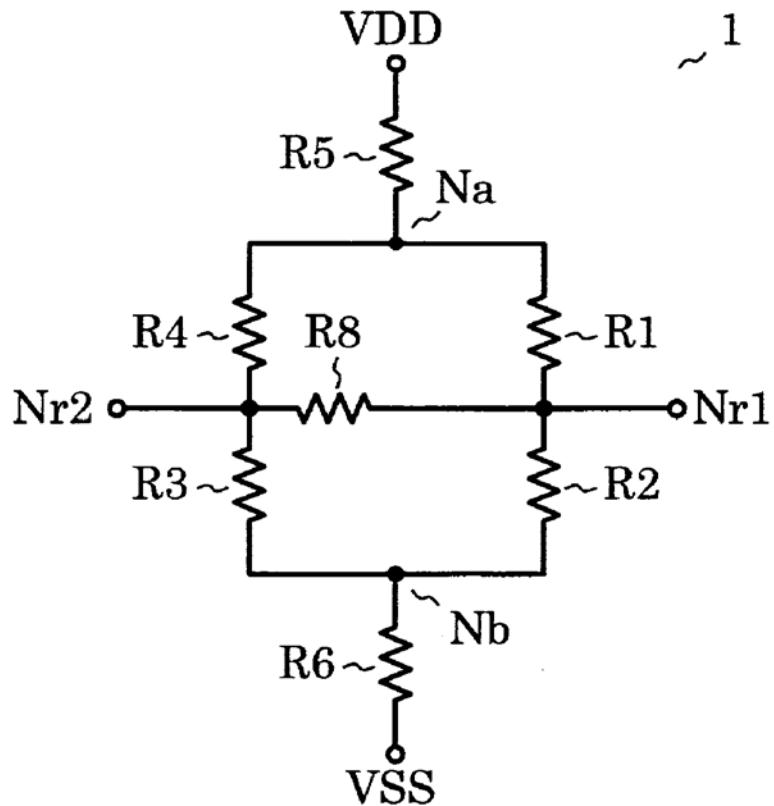


图 5

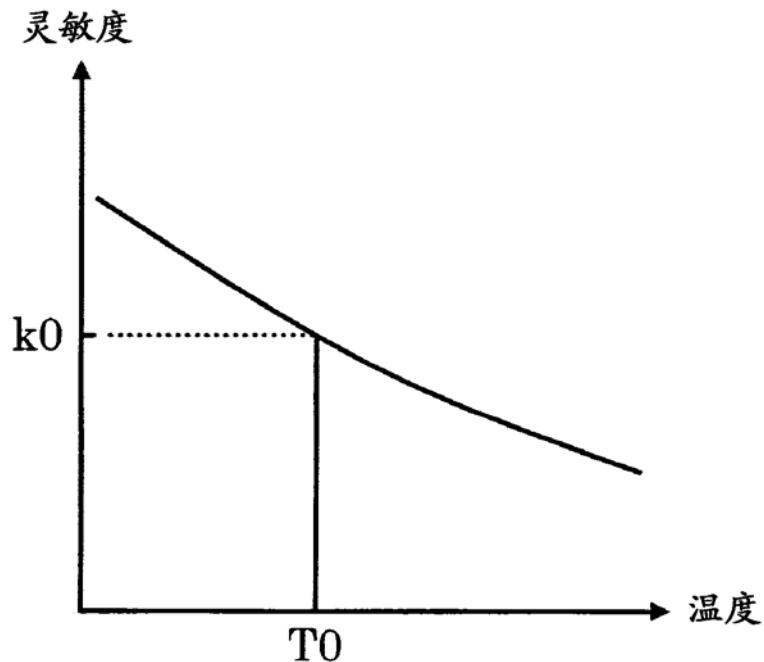


图 6

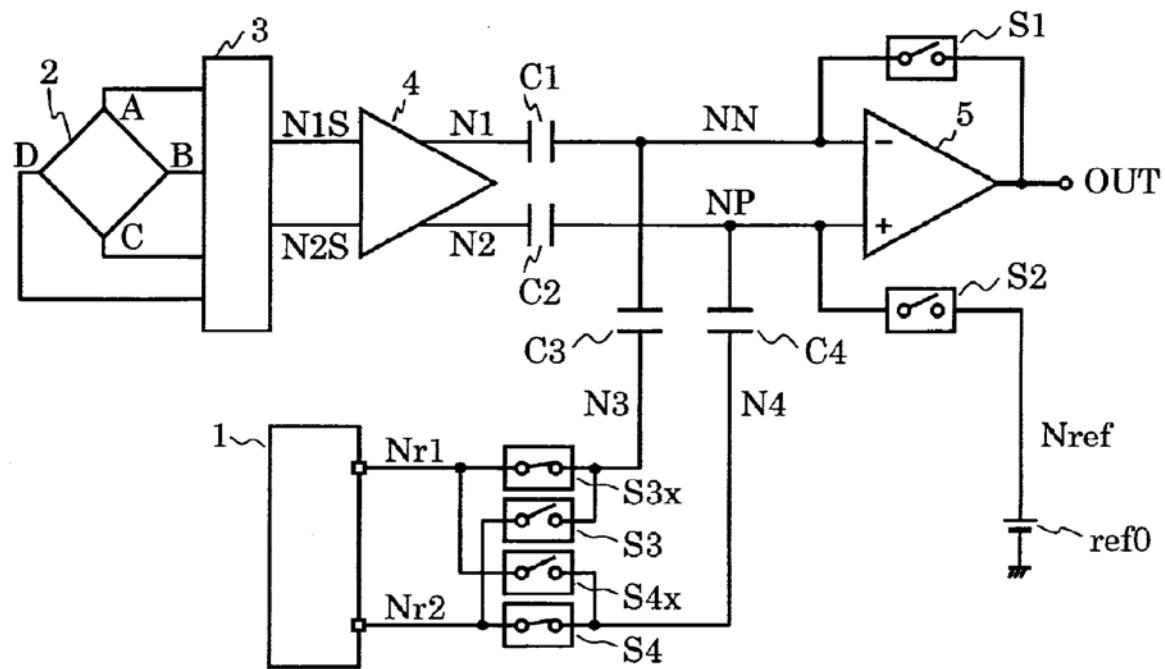


图 7

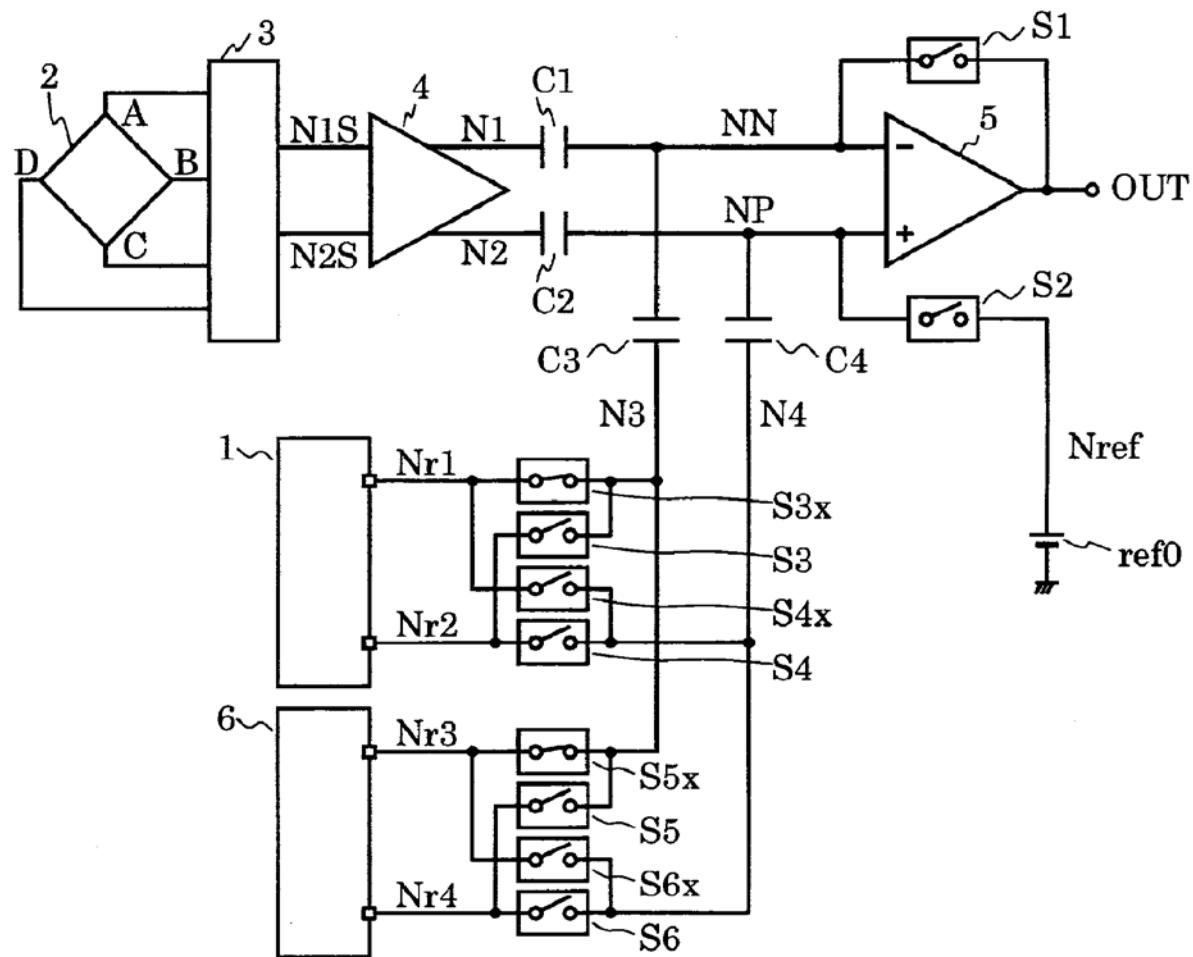


图 8

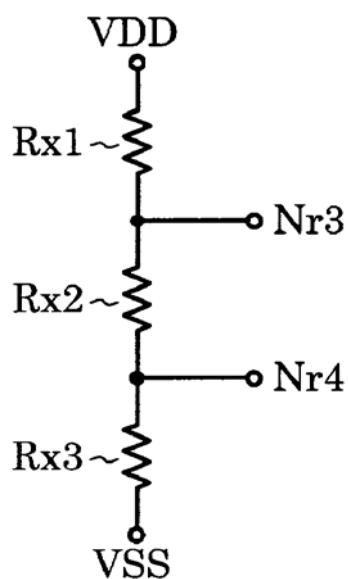


图 9

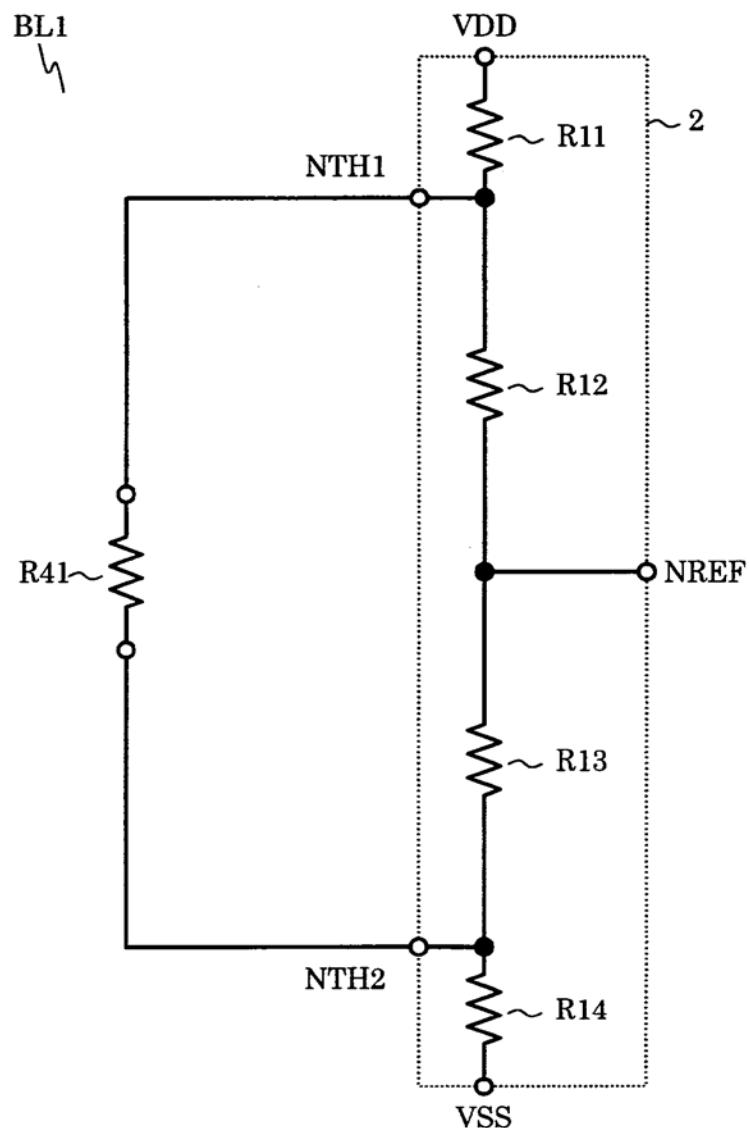


图 10

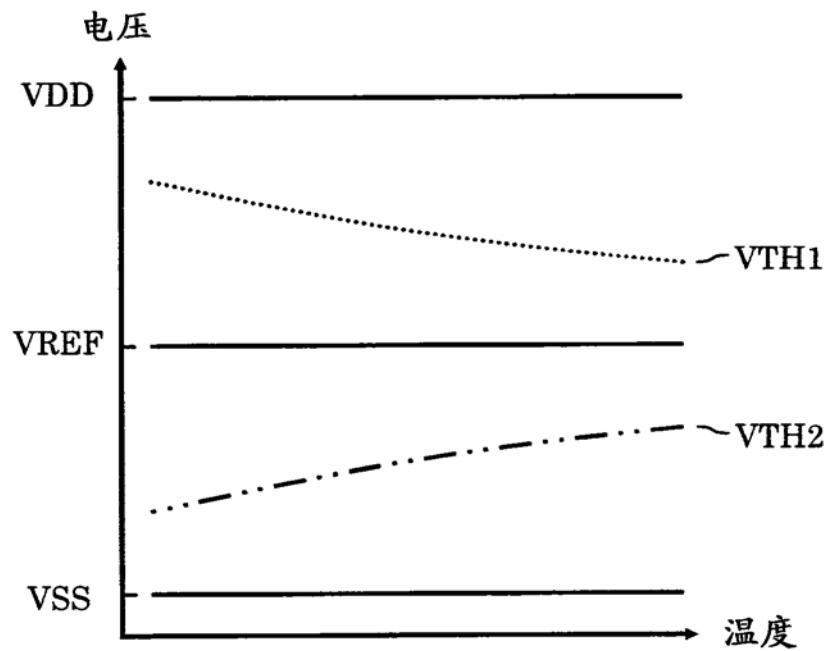


图 11