



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101403641 B

(45) 授权公告日 2011. 04. 20

(21) 申请号 200810165990. 9

(22) 申请日 2008. 10. 06

(30) 优先权数据

2007-261655 2007. 10. 05 JP

(73) 专利权人 爱普生拓优科梦株式会社

地址 日本东京都日野市日野 421-8

(72) 发明人 清原厚

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

公司 11127

代理人 黄纶伟

(51) Int. Cl.

G01K 7/00 (2006. 01)

H03B 5/04 (2006. 01)

审查员 蒋群

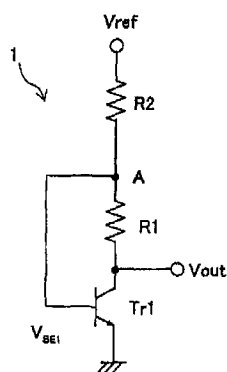
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 发明名称

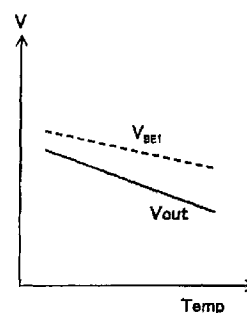
温度传感器电路及温度补偿型压电振荡器

(57) 摘要

本发明提供一种适合低电压化的噪声较小的温度传感器电路。该温度传感器电路利用晶体管 (Tr1)、和串联连接了作为第 1 电阻的电阻 (R1) 和作为第 2 电阻的电阻 (R2) 的串联电路构成。构成串联电路的电阻 (R1) 的一端连接到晶体管 (Tr1) 的集电极, 构成串联电路的电阻 (R2) 的一端连接到基准电源。并且, 晶体管 (Tr1) 的基极连接到电阻 (R1) 和电阻 (R2) 的连接点, 晶体管 (Tr1) 的发射极接地。



(a)



(b)

1. 一种温度传感器电路，其特征在于，

所述温度传感器电路具有：发射极接地的第 1 晶体管；一端连接到所述第 1 晶体管的集电极的第 1 电阻；一端连接到所述第 1 电阻的另一端的第 2 电阻；发射极连接到所述第 1 晶体管的集电极的第 2 晶体管；一端连接到所述第 2 晶体管的集电极的第 3 电阻；以及一端连接到所述第 3 电阻的另一端的第 4 电阻，

所述第 1 电阻和所述第 2 电阻的连接点连接到所述第 1 晶体管的基极，所述第 3 电阻和所述第 4 电阻的连接点连接到所述第 2 晶体管的基极，所述第 2 电阻的另一端连接到所述第 4 电阻的另一端。

2. 根据权利要求 1 所述的温度传感器电路，其特征在于，在所述第 2 电阻的另一端上连接有电压电平伴随温度上升而上升的可变电源。

3. 根据权利要求 1 所述的温度传感器电路，其特征在于，所述第 2 电阻的电阻值或所述第 4 电阻的电阻值能够变更。

4. 根据权利要求 1 所述的温度传感器电路，其特征在于，使用电流源来代替所述第 2 电阻或所述第 4 电阻。

5. 一种温度补偿型压电振荡器，其特征在于，所述温度补偿型压电振荡器具有：权利要求 1 所述的温度传感器电路；以及根据该温度传感器电路的温度检测结果产生温度补偿电压的温度补偿电压产生电路。

温度传感器电路及温度补偿型压电振荡器

技术领域

[0001] 本发明尤其涉及能够以低电压驱动而且相对于温度的电压灵敏度良好的温度传感器电路、以及使用它的温度补偿型压电振荡器。

背景技术

[0002] 近年来，压电振荡器由于频率稳定性、小型轻量、低价格等，被应用于手机等通信设备到石英钟表那样的民用设备的众多领域中。其中，补偿了压电振子的频率温度特性的温度补偿型压电振荡器 (TCXO)，在需要频率稳定性的手机等中被广泛应用。

[0003] 专利文献 1 公开了一种温度补偿型晶体振荡器，其具有根据温度传感器产生所需电压的电压产生电路。该温度传感器如图 9(a) 所示，其构成为将串联连接了多个二极管 D1、D2、D3...Dn 的电路的一个端部接地，将另一个端部通过电阻 R51 连接到电源 Vcc。把温度传感器的二极管 D1 的阳极和电阻 R51 的连接点设为输出 OUT，由此处取出输出电压。其利用了相对于温度变化的二极管的接合电位差的变化，在向电阻 R51 的一个端部施加直流电压时，可以从输出 OUT 取出对应于温度变化的电压变化。如图 9(a) 所示，通过串联连接 n 个二极管，相对于温度的输出电压的灵敏度为一个二极管时的 n 倍，如该图 (b) 所示，可以获得与温度大致成比例的电压。

[0004] 并且，如图 9(c) 所示公开了一种温度传感器，将热敏电阻 TH 和电阻 R53 的串联连接电路的电阻 R53 的一个端子接地，将热敏电阻 TH 的另一个端子通过电阻 R52 连接到电源 Vcc。其利用了相对于温度的热敏电阻 TH 的电阻值的变化。把热敏电阻 TH 和电阻 R52 的连接点设为输出 OUT，由此处获得输出电压。

[0005] 专利文献 1 日本特开平 6-276020 号公报

[0006] 但是，在图 9(a) 所示的温感元件采用二极管的温度传感器中，由于多级连接二极管，所以电源电压 Vcc 升高，存在不适合近来的低电压化要求的问题。并且，在图 9(c) 所示的温感元件采用热敏电阻 TH 的温度传感器中，存在相对于温度的输出电压的直线性不好的问题。并且，在图 9(d) 所示的温感元件采用一个二极管，并利用放大器放大输出电压的温度传感器中，存在由放大器产生的噪声对温度补偿型压电振荡器的输出造成影响的问题。

发明内容

[0007] 本发明正是为了解决上述问题而提出的，其目的在于，提供一种适合于低电压化的噪声较小的温度传感器电路、以及使用它的温度补偿型压电振荡器。

[0008] 为了达到上述目的，本发明的温度传感器电路的特征在于，所述温度传感器电路具有发射极接地的晶体管、一端连接到所述晶体管的集电极的第 1 电阻、以及一端连接到所述第 1 电阻的另一端的第 2 电阻，所述第 1 电阻和所述第 2 电阻的连接点连接到所述晶体管的基极。

[0009] 根据这种结构，具有如下优点：可以获得适合于低电压化的温度传感器电路，

并且，由于把晶体管用作二极管，所以可以构成噪声较小的温度传感器电路。

[0010] 并且，本发明的温度传感器电路的特征在于，所述温度传感器电路具有：发射极接地的第1晶体管；一端连接到所述第1晶体管的集电极的第1电阻；一端连接到所述第1电阻的另一端的第2电阻；发射极连接到所述第1晶体管的集电极的第2晶体管；一端连接到所述第2晶体管的集电极的第3电阻；以及一端连接到所述第3电阻的另一端的第4电阻，所述第1电阻和所述第2电阻的连接点连接到所述第1晶体管的基极，所述第3电阻和所述第4电阻的连接点连接到所述第2晶体管的基极，所述第2电阻的另一端连接到所述第4电阻的另一端。

[0011] 根据这种结构，具有可以获得温度传感器电路的输出电压的温度灵敏度提高、并且噪声较小的低电压化的温度传感器电路的效果。

[0012] 并且，本发明的温度传感器电路的特征在于，电源是电压电平伴随温度上升而上升的可变电源。根据这种结构，除低电压化、低噪声的效果外，还具有输出电压相对于温度的变化增大、温度灵敏度得到改善的优点。

[0013] 并且，本发明的温度传感器电路的特征在于，与电源连接的第2电阻的电阻值或第4电阻的电阻值构成为能够变更。

[0014] 根据这种结构，除低电压化、低噪声的效果外，还具有可以把温度传感器电路的输出电压调整为后级的补偿电压产生电路所需要的电压的效果。

[0015] 并且，本发明的温度传感器电路的特征在于，使用电流源来代替所述第2电阻或所述第4电阻。根据这种结构，除低电压化、低噪声的效果外，还具有可以构成不受电源电压变动影响的温度传感器电路的效果。

[0016] 并且，本发明的温度补偿型压电振荡器的特征在于，具有本发明的温度传感器电路、以及根据温度传感器电路的温度检测结果产生温度补偿电压的温度补偿电压产生电路。

[0017] 通过这样构成温度补偿型压电振荡器，由于使用高灵敏度、低噪声的温度传感器，所以能够抑制补偿电压电路的增益，可以实现补偿电压的低噪声化，改善温度补偿型压电振荡器的相位噪声。

附图说明

[0018] 图1(a)是表示本发明第1实施方式涉及的温度传感器的结构的电路图，图1(b)是表示输出电压特性的图。

[0019] 图2是表示本发明第2实施方式涉及的温度传感器的结构的电路图。

[0020] 图3是表示本发明第2实施方式涉及的温度传感器的输出电压特性的图。

[0021] 图4是表示本发明第3实施方式涉及的温度传感器的结构的电路图。

[0022] 图5(a)是表示本发明第4实施方式涉及的温度传感器的结构的电路图，图5(b)是输出施加电压VT的电路结构图，图5(c)是表示施加电压VT的温度特性的图。

[0023] 图6是表示本发明第5实施方式涉及的温度传感器的结构的电路图。

[0024] 图7是表示本发明第6实施方式涉及的温度传感器的结构的电路图。

[0025] 图8是表示温度补偿型压电振荡器的结构的功能方框图。

[0026] 图9(a)是表示以往的温度传感器的图，图9(b)是表示(a)的输出电压特性的

图, 图 9(c)、(d) 是表示以往的温度传感器的结构的图。

[0027] 符号说明

[0028] 1、2、3、4、5、6 温度传感器电路; Tr1、Tr2、Tr3 晶体管; R1、R2、R3、R4、R5、R6、R11、R12、R13、R21、R22、R41、R42 电阻; Vref 基准电压; Vout 输出电压; V_{BE1} 、 V_{BE2} 基极-发射极间电压; OP 运算放大器; Da 二极管; V1、VT 电压; S21、S22、S41、S42 开关。

具体实施方式

[0029] 以下, 根据附图具体说明本发明的实施方式。

[0030] 图 1(a) 是表示本发明第 1 实施方式涉及的温度传感器的结构的电路图。

[0031] 该图所示的温度传感器电路 1 利用晶体管 Tr1、和串联连接了作为第 1 电阻的电阻 R1 和作为第 2 电阻的电阻 R2 的串联电路构成。构成串联电路的电阻 R1 的一端连接到晶体管 Tr1 的集电极, 构成串联电路的电阻 R2 的一端连接到基准电源。并且, 晶体管 Tr1 的基极连接到电阻 R1 和电阻 R2 的连接点, 晶体管 Tr1 的发射极接地。

[0032] 图 1(b) 是利用虚线表示图 1(a) 所示的温度传感器电路 1 的晶体管 Tr1 的基极-发射极间电压 V_{BE1} 的温度特性, 利用实线表示输出电压 Vout 的图。输出电压 Vout 具有对应于温度(Temp)的上升而大致直线减小的特性。并且, 在本实施方式的温度传感器电路 1 中, 通过把电阻 R1 和电阻 R2 的连接点连接到晶体管 Tr1 的基极, 可以把晶体管 Tr1 用作二极管。

[0033] 图 2 是表示第 2 实施方式涉及的温度传感器电路的结构的电路图。

[0034] 温度传感器电路 2 由温度传感器部 C1 和温度传感器部 C2 构成。温度传感器部 C1 的结构与图 1(a) 所示的温度传感器电路 1 相同。温度传感器部 C2 由晶体管 Tr2 和两个电阻 R3、R4 的串联电路构成, 并且在晶体管 Tr2 的集电极上连接电阻 R3 的一个端子, 将另一个端子和基极连接, 在电阻 R3 的另一个端子上连接电阻 R4 的一个端子, 将另一个端子连接到基准电压 Vref。并且, 构成为将温度传感器电路 C1 的输出和温度传感器电路 C2 的晶体管 Tr2 的发射极连接, 从晶体管 Tr2 的集电极获取输出。

[0035] 图 3 是分别利用虚线表示图 2 所示的温度传感器电路 2 的晶体管 Tr1 的基极-发射极电压 V_{BE1} 、晶体管 Tr2 的基极-发射极电压 V_{BE2} 的温度特性, 分别利用实线表示温度传感器电路 C1 的输出电压 V1 和温度传感器电路 2 的输出电压 Vout 的图。另外, 在把晶体管 Tr1 的集电极电流设为 I_c 时, 输出电压 V1 成为 $V1 = V_{BE1} - R1 \times I_c$ 。根据该图 3, 温度传感器电路 2 的输出特性与图 1 的输出特性相比, 温度传感器灵敏度提高 2 倍左右。

[0036] 这样构成的第 2 实施方式涉及的温度传感器电路 2 具有以下特征, 可以改善温度灵敏度和实现低电压化, 并且由于使用晶体管的基极-发射极电压, 所以输出电压 Vout 是低噪声。

[0037] 其中, 流向晶体管 Tr2 的发射极电流流向晶体管 Tr1 的集电极, 即使流向温度传感器部 C2 的电流略微变动, 晶体管 Tr1 的基极-发射极电压 V_{BE1} 也几乎不变, 所以温度传感器部 C1 的输出电压 V1 几乎不受温度传感器部 C2 的变动的的影响。因此, 该传感器电路可以独立设计温度传感器部 C1 和温度传感器部 C2。

[0038] 并且, 由于温度传感器电路 2 的基极-发射极电压和流过电阻的电流分别具有

温度特性，所以与只采用二极管的顺向电压的以往的温度传感器电路相比，可以获得温度灵敏度更高的输出电压。并且，由于可以设定为使输出电压的动作点（常温时的输出电压值）不因电阻 $R1$ 的电压下降而升高，所以还具有容易优化下级电路的输入电压的优点。即，由于可以把常温时的电压设定为偏离饱和点的最佳点，所以在高温时或低温时哪个输出电压都不饱和，可以在使用温度范围内获得最大的温度灵敏度。

[0039] 另外，在只采用二极管的顺向电压的以往的温度传感器电路中，为了提高温度灵敏度，必须将常温时的输出电压自身设定得高到某种程度，不能同时实现温度灵敏度的提高和低电压化。并且，本实施例不使用运算放大器等，所以电路结构简单，还具有在 LSI 结构方面可以减小芯片面积的优点。

[0040] 图 4 是表示第 3 实施方式涉及的温度传感器电路的结构的电路图。

[0041] 该图 3 所示的温度传感器电路 3 通过级联连接多个温度传感器部 $C1$ 、 $C2$ 、 $C3\cdots$ 而构成。

[0042] 在该实施例中，连接温度传感器部 $C1$ 的输出（集电极）和第 2 个温度传感器部 $C2$ 的发射极，再连接温度传感器部 $C2$ 的集电极和第 3 个温度传感器部 $C3$ 的发射极，以后相同，顺序连接第 $i-1$ 个温度传感器部 C_{i-1} （未图示）的晶体管的集电极、和第 i 个温度传感器部 C_i （未图示）的晶体管的发射极，从最后一级（第 n 个）温度传感器部 C_n （未图示）的晶体管 T_n （未图示）的集电极获取输出。在此，把级联连接的温度传感器的数量设为 n （ n 为 2 以上的整数）， i 是满足 $2 \leq i \leq n$ 的所有整数。

[0043] 这样构成的第 3 实施方式涉及的温度传感器电路 3，除上述第 2 实施方式涉及的温度传感器电路 2 的效果外，输出电压的灵敏度增加级数的量，所以适合于低电压化。

[0044] 另外，在以上说明的本实施方式的温度传感器电路中，为了作为高精度的温度传感器发挥作用，施加基准电压 V_{ref} 作为电源电压，但也可以取代基准电压 V_{ref} 而使用电源电压 V_{cc} 等固定电压来构成温度传感器电路。该情况时，可以省略基准电压产生电路，这样可以简化电路结构。

[0045] 图 5 是表示本发明第 4 实施方式涉及的温度传感器电路的结构的电路图。该图 5 所示的温度传感器电路 4 的电路结构与图 2 所示的温度传感器电路 2 相同，不同之处是取代基准电压 V_{ref} ，施加相对于温度的增加而直线增加的电压 V_T 。图 5(b) 是表示产生相对于温度而直线增加的电压的电路图，将二极管 Da 的阴极侧接地，在阳极侧连接电阻 $R12$ ，施加基准电压 V_r 。通过电阻 $R13$ 连接二极管 Da 的阳极侧和运算放大器 OP 的反转端子（-），向非反转端子（+）施加电压 V_O ，通过电阻 $R11$ 连接运算放大器 OP 的输出和反转端子（-），由此构成电路。

[0046] 图 5(c) 是表示该图 (b) 的输出电压 V_T 的温度特性的图，电压 V_T 对应于温度的上升而上升。

[0047] 这样，温度传感器电路使用相对于温度而直线增加的电压 V_T ，由此可以构成温度灵敏度比图 2 所示的温度传感器电路 2 高的温度传感器电路。

[0048] 另外，在第 4 实施方式中例示了温度传感器部的级数为两级的情况，但如果使用多级的电路结构，则温度灵敏度进一步改善。

[0049] 图 6 是表示第 5 实施方式涉及的温度传感器的结构的电路图。与图 2 所示的温度传感器电路 2 的电路结构的不同之处是，取代电阻 $R2$ ，顺序串联连接开关 $S21$ 和电阻

R21 的并联电路、开关 S22 和电阻 R22 的并联电路、开关 S2i ($i = 1 \sim n$) 和电阻 R2i ($i = 1 \sim n$) 的并联电路, 构成为可以变更电阻值, 同时取代电阻 R4, 顺序串联连接开关 S41 和电阻 R41 的并联电路、开关 S42 和电阻 R42 的并联电路、开关 S4i ($i = 1 \sim n$) 和电阻 R4i ($i = 1 \sim n$) 的并联电路, 构成为可以变更电阻值。开关 S2i、S4i ($i = 1 \sim n$) 根据来自未图示的控制电路(存储器电路)的信号而适当导通、截止, 从而可以改变电阻值, 可以把温度传感器电路的灵敏度调节为最佳值。如果减小电阻值而使电流流过, 则可以提高温度灵敏度。并且, 也可以用作输出电压和温度灵敏度的调整功能。

[0050] 另外, 在第 5 实施方式中例示了电路级数为两级的情况, 但如果使用多级的电路结构, 则温度灵敏度进一步改善。

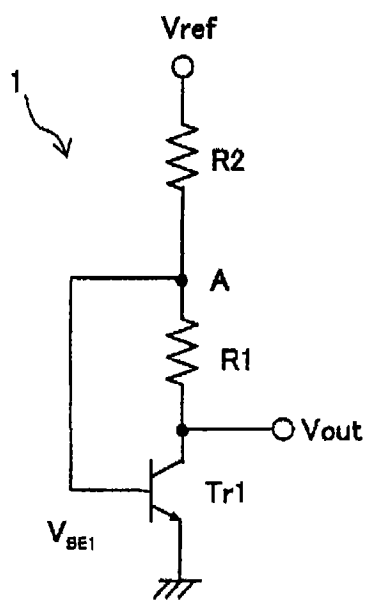
[0051] 图 7 是表示第 6 实施方式涉及的温度传感器的结构的电路图。

[0052] 与图 2 所示的温度传感器电路 2 的电路结构的不同之处是, 取代电阻 R2、R4 和基准电压 Vref, 分别使用恒定电流源 I1、I2 和电源电压 Vcc 构成。通过使用恒定电流源, 可以构成不受电源电压的变动影响的温度传感器电路, 并且可以实现低电压动作。

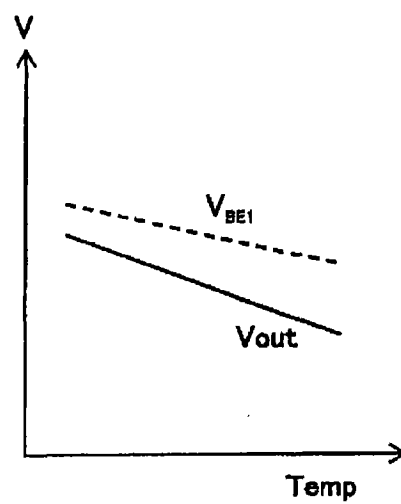
[0053] 另外, 在第 6 实施方式中例示了电路级数为两级的情况, 但如果使用多级的电路结构, 则温度灵敏度进一步改善。

[0054] 图 8 是表示本实施方式的温度补偿型压电振荡器的结构的图。

[0055] 该图 8 所示的温度补偿型压电振荡器构成为具有本发明的温度传感器电路 10、一次电压产生电路 12、二次电压产生电路 13、三次电压产生电路 13...n 次电压产生电路 15、电压加法器 17、和压电振荡电路 21 等。在这样构成的本实施方式的温度补偿型压电振荡器中, 通过使用温度传感器电路 10, 可以构成低电压驱动的温度补偿型压电振荡器。通过使用高灵敏度、低噪声的温度传感器, 可以抑制补偿电压电路的增益, 所以能够实现补偿电压的低噪声化。即, 可以改善温度补偿型压电振荡器的输出的相位噪声。例如, 在使用约 1.8V 的电源电压时, 假设采取图 2 所示的两级结构, 则温度传感器在 25℃时的输出电压(温度传感器的中心电压)适合作为补偿电压电路的输入电压, 可以实现容易控制的电压。



(a)



(b)

图 1

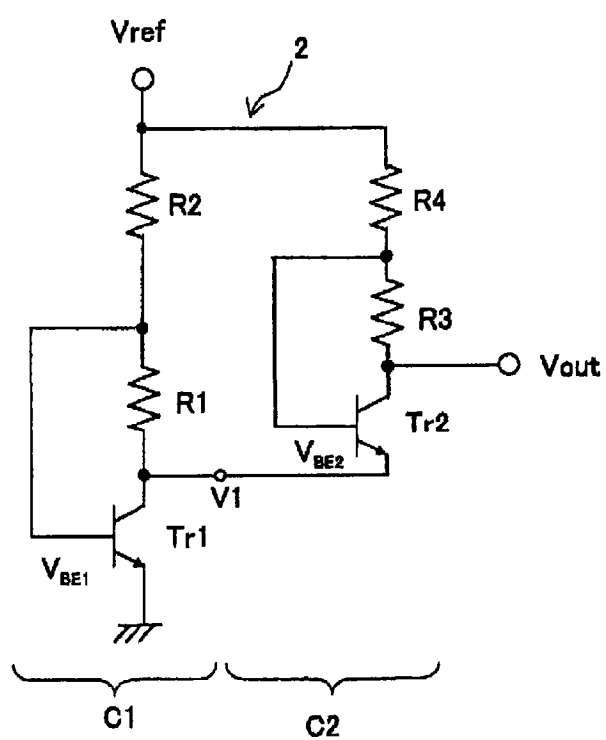


图 2

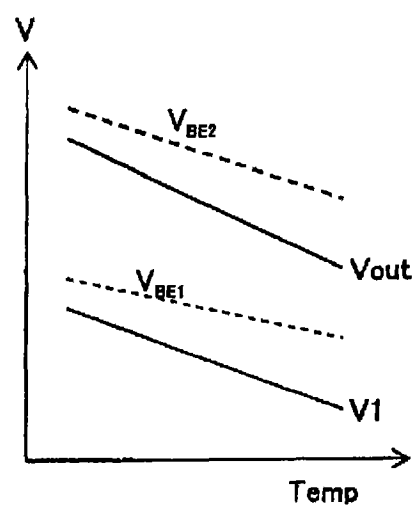


图 3

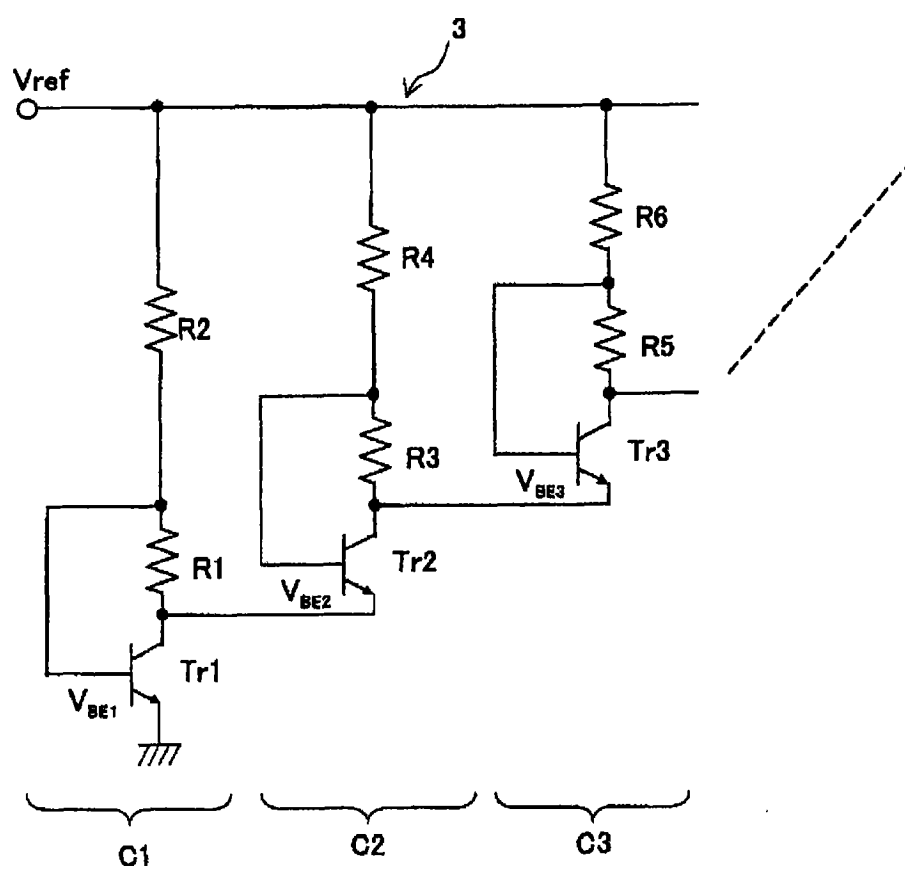


图 4

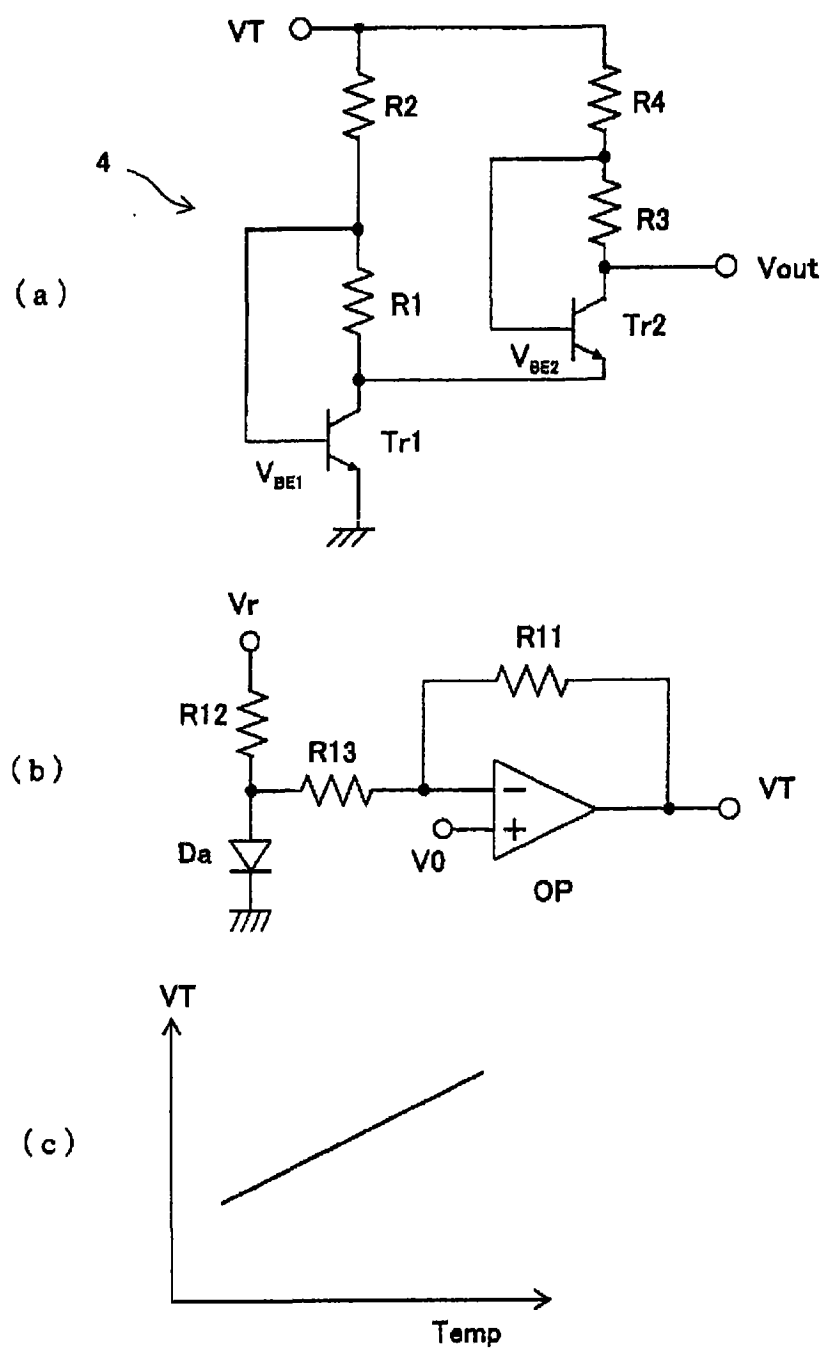


图 5

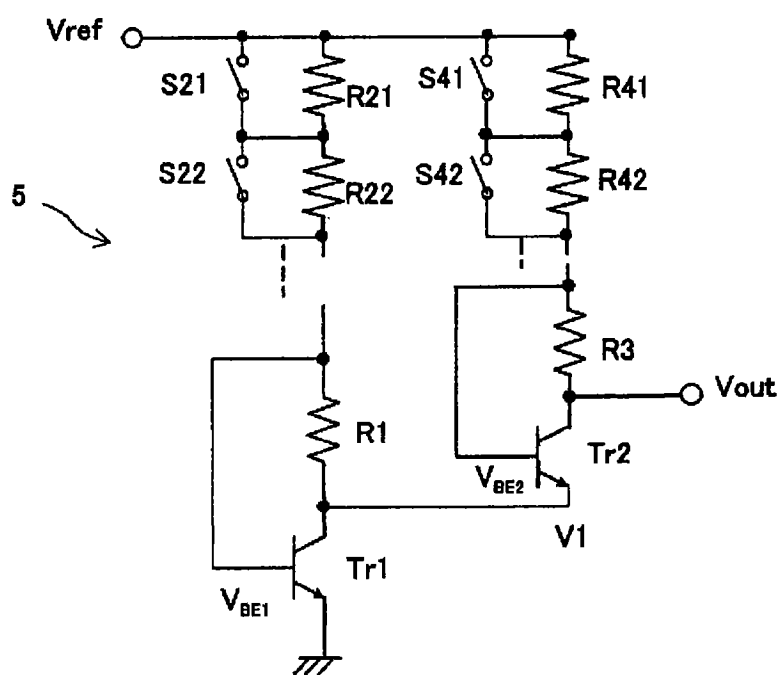


图 6

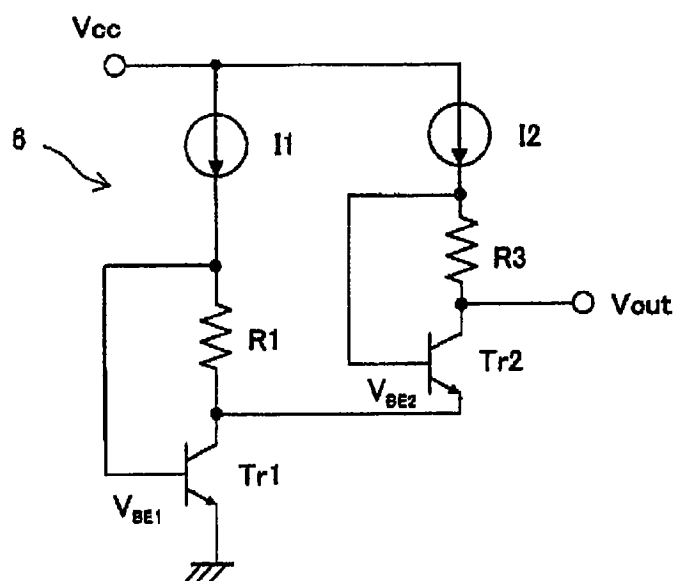


图 7

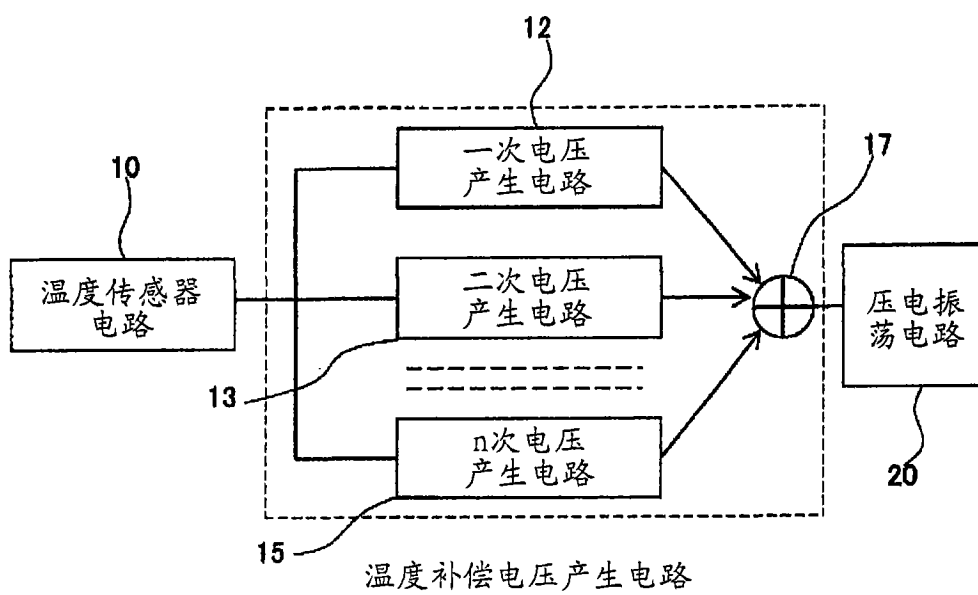


图 8

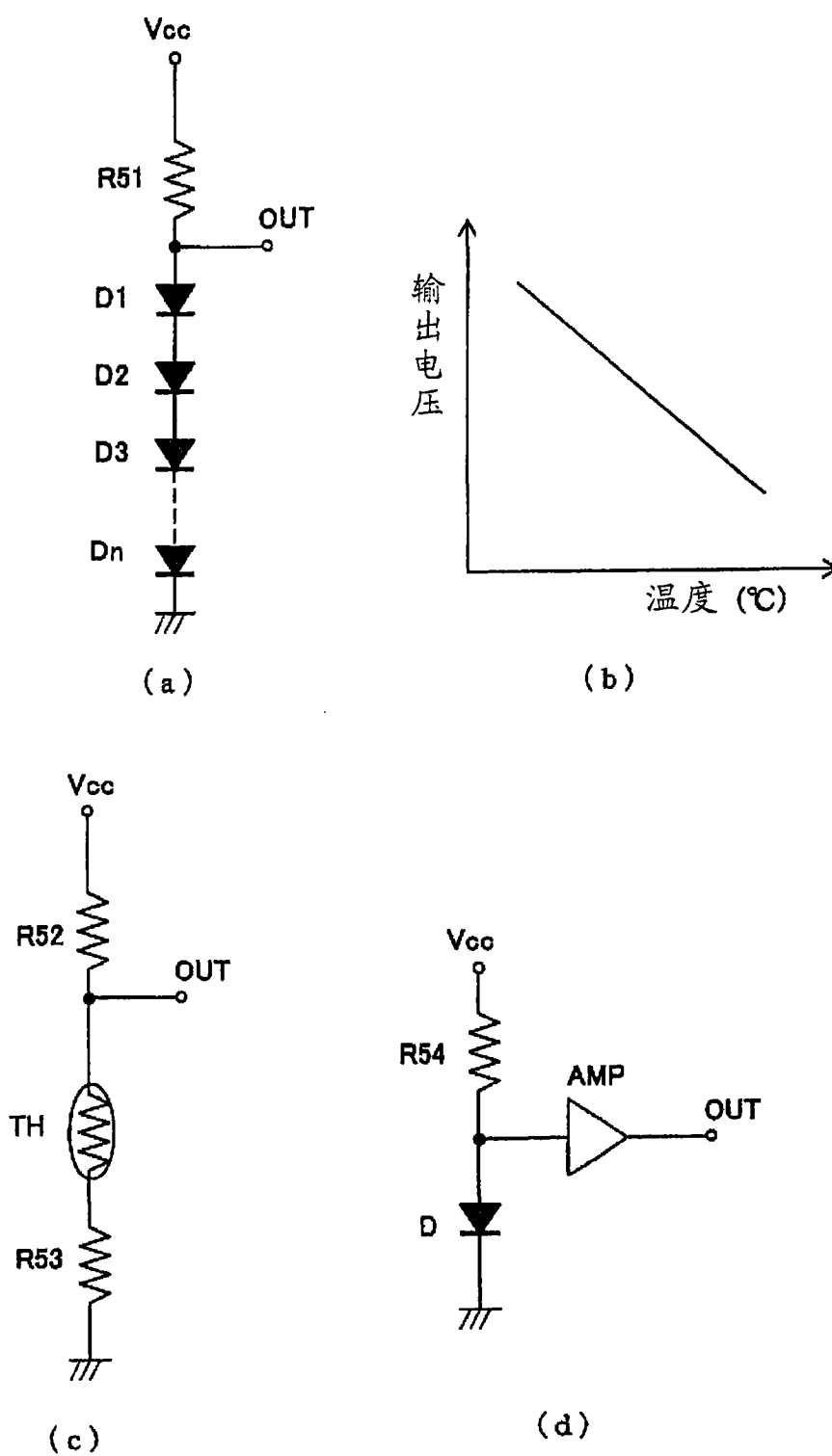


图 9