



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118424483 A

(43) 申请公布日 2024.08.02

(21) 申请号 202311392113.6

(22) 申请日 2023.10.25

(30) 优先权数据

2023-012491 2023.01.31 JP

(71) 申请人 艾普凌科株式会社

地址 日本长野县北佐久郡御代田町大字御代田4106-73 (邮递区号:389-0293)

(72)发明人 富冈勉 黒田忠克 见谷真
平冈直洋

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

专利代理师 陈洪艳 黄健

(51) Int.Cl.

G01K 7/01 (2006.01)

G01K 15/00 (2006.01)

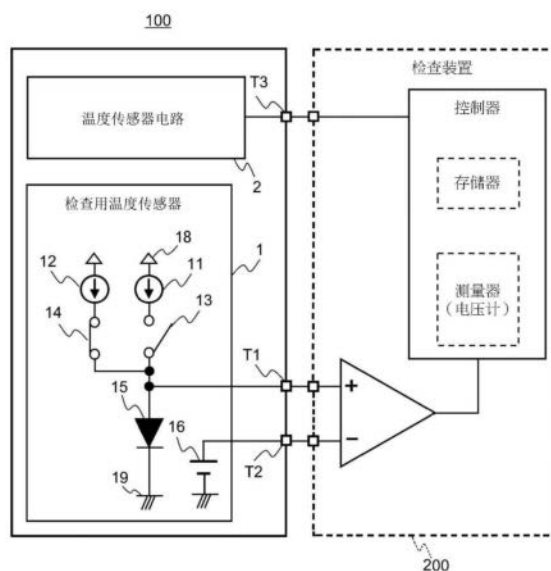
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

温度传感器装置

(57) 摘要

本发明提供一种能够测定微小的温度变化、并且不需要高性能的IC测试仪而能够以低成本制造的温度传感器装置。温度传感器装置包括温度传感器电路(2)以及温度传感器(1),所述温度传感器(1)包括:作为感温元件的PN接合元件(15);可变电流量,向所述PN接合元件(15)供给至少两个值不同的正向电流;以及恒定电压源(16),输出具有与所述PN接合元件(15)的正向电压相同的温度特性的恒定电压。



1. 一种温度传感器装置,其特征在于,包括温度传感器电路以及温度传感器,所述温度传感器包括:
作为感温元件的PN接合元件;
可变电流源,向所述PN接合元件供给至少两个值不同的正向电流;以及
恒定电压源,输出具有与所述PN接合元件的正向电压相同的温度特性的恒定电压。
2. 根据权利要求1所述的温度传感器装置,其中,
所述温度传感器输出所述PN接合元件的至少两个值不同的正向电压以及所述恒定电压。
3. 根据权利要求1或2所述的温度传感器装置,其中,考虑所述PN接合元件的至少两个值不同的正向电压、检查装置的放大器的放大率及电压计的能力来设定所述恒定电压。

温度传感器装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种温度传感器装置。

背景技术

[0002] 各种用途中使用的温度传感器被要求对微小的温度变化进行测定。例如,有时要求温度的检测精度高于1℃。

[0003] 图5是表示现有的温度传感器500的电路图。温度传感器500根据在作为感温元件的二极管51中流通不同电流值的正向电流I1、正向电流I2时的正向电压的差求出温度(例如,参照专利文献1)。

[0004] 温度传感器500输出的电压的差值 $\Delta V_o (V_{o1} - V_{o2})$ 由 $A(kT/q) \ln(N)$ 表示。此处, V_{o1} 是利用放大器52将在二极管51中流通正向电流I1时的正向电压放大后的电压, V_{o2} 是利用放大器52将在二极管51中流通正向电流I2时的正向电压放大后的电压, k 是波尔兹曼(Boltzmann)常数, T 是绝对温度, q 是电子电荷, A 是放大器的放大率, N 是正向电流的比 $I1/I2$, $\ln$ 是以纳皮尔(Napier)数 e 为底的对数、即自然对数。

[0005] 温度 T 由 $q \Delta V_o / \{kA \ln(N)\}$ 表示, 温度系数 $d \Delta V_o / dT$ 由 $d \Delta V_o / dT = A(k/q) \times \ln(N)$ 表示。

[0006] $k = 1.38 \times 10^{-23} [J/K]$, $q = 1.60 \times 10^{-19} [C]$, 当 $N = 2$ 时, 温度系数 $d \Delta V_o / dT$ 大约为 $A \times 60 [\mu V/K]$ 。

[0007] 在如温度传感器500那样的现有温度传感器中, 二极管的正向电压的差与绝对温度成正比, 因此可高精度地测定温度。

[0008] [现有技术文献]

[0009] [专利文献]

[0010] [专利文献1] 美国专利第3812717号说明书

发明内容

[0011] [发明所要解决的问题]

[0012] 然而, 用于出厂检查的一般的IC测试仪的施加温度的分辨率为1℃以上。因此, 在制造对微小的温度变化进行测定的温度传感器的情况下, 在检查工序中需要以高分辨率施加温度的高性能的IC测试仪。由于高性能的IC测试仪与一般的IC测试仪相比价格高, 因此其制造成本相对于一般的IC测试仪的制造成本而言变高。

[0013] 另外, 在对微小的温度变化、例如0.1K的温度变化进行测定的情况下, 温度系数 $d \Delta V_o / dT$ 为 $A \times 6 [\mu V/0.1K]$ 。此时, 为了实现能够利用集成电路(integrated circuit, IC)测试仪等一般的电压计测定的电压变化(温度系数 $600 \mu V/0.1K$), 需要使放大器的放大率 A 为100以上。另一方面, 在二极管的正向电压 V_{f1} 及正向电压 V_{f2} 在某温度下为0.6V左右时, 放大率 $A = 100$ 以上的放大器的输出电压为60V以上。即, 为了对所述放大器输出的电压进行测定, 需要高精度地测定高电压。

[0014] 因此,现有的温度传感器在检查工序中使用的IC测试仪中需要高性能的电压计,因此制造成本变高。

[0015] 作为解决所述课题的手段,可考虑对现有的温度传感器的输出电压进行数字处理并予以输出。

[0016] 然而,由于现有的温度传感器是根据不同的两个值的正向电压求出温度来提高精度的方式,因此对数字化所需的温度数据加以保存的寄存器变大。大的寄存器会提高制品成本。

[0017] 本发明是鉴于所述情况而成,其目的在于提供一种能够测定微小的温度变化、并且能够在不使用高性能的IC测试仪的情况下制造的温度传感器装置。

[0018] [解决问题的技术手段]

[0019] 本发明的一实施例的温度传感器装置包括温度传感器电路以及温度传感器,所述温度传感器包括:作为感温元件的PN接合元件;可变电流源,向PN接合元件供给至少两个值不同的正向电流;以及恒定电压源,输出具有与PN接合元件的正向电压相同的温度特性的恒定电压。

[0020] 所述温度传感器输出所述PN接合元件的至少两个值不同的正向电压以及所述恒定电压。

[0021] 考虑所述PN接合元件的至少两个值不同的正向电压、检查装置的放大器的放大率及电压计的能力来设定所述恒定电压。

[0022] [发明的效果]

[0023] 通过本发明,可提供一种能够测定微小的温度变化、并且能够在不使用高性能的IC测试仪的情况下制造的温度传感器装置。

附图说明

[0024] 图1是表示本发明的温度传感器装置的框图。

[0025] 图2是表示本实施方式的温度传感器装置所包括的检查用温度传感器的正向电压 V_{f1} 、正向电压 V_{f2} 及恒定电压 V_b 的温度特性的图表。

[0026] 图3是表示本实施方式的温度传感器装置的温度传感器电路的一例的电路图。

[0027] 图4是表示本实施方式的温度传感器的一例的电路图。

[0028] 图5是表示现有的温度传感器的电路图。

[0029] [符号的说明]

[0030] 1、500:温度传感器

[0031] 2:温度传感器电路

[0032] 11、12:恒定电流源

[0033] 13、14:开关

[0034] 15:二极管(PN接合元件)

[0035] 16:恒定电压源

[0036] 18:电源端子

[0037] 19:接地端子

[0038] 21:温度传感器

- [0039] 22:AD转换器
- [0040] 23:振荡电路
- [0041] 24:接口
- [0042] 25:寄存器
- [0043] 26:控制电路
- [0044] 51、212:二极管
- [0045] 52、213:放大器
- [0046] 100:温度传感器装置
- [0047] 200:检查装置
- [0048] 211:恒定电流源
- [0049] I1、I2:正向电流 (恒定电流)
- [0050] T1 ~ T3:端子
- [0051] Vb:恒定电压 (电压)
- [0052] Vf1、Vf2:正向电压

具体实施方式

[0053] 以下,基于附图对本发明的实施方式的温度传感器装置进行说明。

[0054] 图1是表示作为本实施方式的温度传感器装置的温度传感器装置100的框图。

[0055] 温度传感器装置100包括检查用的温度传感器1、温度传感器电路2以及端子T1 ~ 端子T3。作为温度传感器装置100的制品的温度传感器包含于温度传感器电路2中。温度传感器电路2的输出端子与端子T3连接。

[0056] 温度传感器1包括恒定电流源11、恒定电流源12、开关13、开关14、作为感温元件的二极管15以及恒定电压源16。恒定电流源11、恒定电流源12以及开关13、开关14构成可变电

流源10。
[0057] 恒定电流源11的一端与电源端子18连接,另一端与开关13的一端连接。恒定电流源12的一端与电源端子18连接,另一端与开关14的一端连接。二极管15的阳极与开关13的另一端、开关14的另一端及端子T1连接,阴极与接地端子19连接。恒定电压源16的一端与端子T2连接,另一端与接地端子19连接。

[0058] 恒定电流源11输出恒定电流I1。恒定电流源12输出与恒定电流I1不同的电流值的恒定电流I2。二极管15在被供给恒定电流I1时产生正向电压Vf1,在被供给恒定电流I2时产生正向电压Vf2,并向端子T1输出。

[0059] 恒定电压源16向端子T2输出具有与二极管15的正向电压Vf相同的温度特性的恒定电压Vb。恒定电压源16例如构成为,将在与二极管15相同种类的二极管中流通比恒定电流I1、恒定电流I2稍小的恒定电流时产生的正向电压作为恒定电压Vb予以输出。恒定电压Vb例如设为比正向电压Vf1、正向电压Vf2稍低的值。

[0060] 检查装置200是一般的IC测试仪,包括控制器、放大器。控制器包括包含电压计(voltmeter)等在内的能够测量物理量的测量设备(measurement instruments)、存储器。放大器例如在非反相输入端子上经由端子T1连接二极管15的阳极,在反相输入端子上经由端子T2连接恒定电压源16的输出端子,输出端子与控制器连接。

[0061] 此处,恒定电压Vb被设定为利用放大器将其与二极管15的正向电压Vf1及正向电压Vf2的差放大时的电压可利用一般的IC测试仪的电压计测定的值。即,考虑二极管15的正向电压Vf1及正向电压Vf2、检查装置200的放大器的放大率以及检查装置200的电压计的能力等来设定恒定电压Vb。

[0062] 如上所述构成的温度传感器装置100可基于能够高精度地测定温度的温度传感器1输出的温度数据,实施作为制品的温度传感器、即温度传感器电路2的精度检查。

[0063] 进而,由于检查装置200的放大器对温度传感器1输出的正向电压Vf1与恒定电压Vb的差、及正向电压Vf2与恒定电压Vb的差进行放大,因此放大率宜小。因此,检查装置200的电压计只要高精度地测定小的电压即可,也可不是高性能的。

[0064] 对温度传感器1的动作进行说明。

[0065] 首先,将开关13接通,将开关14断开,并向二极管15供给恒定电流源11的恒定电流I1。在恒定电流I1作为正向电流流经二极管15时,将在二极管15中产生的正向电压设为Vf1。正向电压Vf1对应于在二极管15中流通恒定电流I1时的温度。

[0066] 接下来,将开关13断开,将开关14接通,并向二极管15供给恒定电流源12的恒定电流I2。在恒定电流I2作为正向电流流经二极管15时,将在二极管15中产生的正向电压设为Vf2。正向电压Vf2对应于在二极管15中流通恒定电流I2时的温度。

[0067] 在二极管15中产生的正向电压Vf1及正向电压Vf2被输出至端子T1,并被输入至检查装置200的放大器的非反相输入端子。恒定电压源16输出的电压Vb被输出至端子T2,并被输入至检查装置200的放大器的反相输入端子。放大器以放大率A将正向电压Vf1与电压Vb的差放大,另外,以放大率A将正向电压Vf2与电压Vb的差放大,并输出至控制器。

[0068] 图2是表示温度传感器1的正向电压Vf1、正向电压Vf2及恒定电压Vb的温度特性的图表。

[0069] 在本实施方式中,恒定电流I1与恒定电流I2的关系设为 $I1 > I2$,即正向电压Vf1与正向电压Vf2的关系设为 $Vf1 > Vf2$ 。而且,由于正向电压Vf1与正向电压Vf2均为在二极管15中产生的正向电压,因此温度特性相等。

[0070] 恒定电压Vb是在后述的恒定电压源16的电路中产生的与正向电压Vf1及正向电压Vf2相比温度特性相同、且稍低的电压。

[0071] 接着,对根据温度传感器1的输出电压求出温度的方法进行说明。

[0072] 温度传感器1输出在二极管15中流通正向电流I1及正向电流I2时的正向电压Vf1及正向电压Vf2、以及恒定电压Vb。检查装置200根据利用放大器将这些输出电压的差放大后的电压求出温度。

[0073] 在二极管中流通正向电流I时的正向电压Vf由下式(1)表示。

[0074]
$$Vf = (kT/q) \times \ln(I/I_s) \cdots (1)$$

[0075] (k是波尔兹曼常数,T是绝对温度,q是电子电荷,I_s是饱和电流)

[0076] 根据式(1),二极管的正向电压Vf1、正向电压Vf2分别由下式(2)、下式(3)表示。

[0077]
$$Vf1 = (kT/q) \times \ln(I1/I_s) \cdots (2)$$

[0078]
$$Vf2 = (kT/q) \times \ln(I2/I_s) \cdots (3)$$

[0079] 正向电压Vf1与恒定电压Vb的差、以及正向电压Vf2与恒定电压Vb的差分别由放大率A的放大器放大。放大器的输出电压当分别设为Vo1、Vo2时,由下式(4)、下式(5)表示。

[0080] $V_{o1} = A \{ (kT/q) \times \ln(I_1/I_s) - V_b \} \dots (4)$

[0081] $V_{o2} = A \{ (kT/q) \times \ln(I_2/I_s) - V_b \} \dots (5)$

[0082] 当将正向电流 I_1 与正向电流 I_2 的比设为 $N:1$ 时,放大器的输出电压的差 ΔV_o 由下式(6)表示。

[0083] $\Delta V_o = V_{o1} - V_{o2} = A (kT/q) \times \ln(N) \dots (6)$

[0084] 根据式(6),可知通过取得放大器的输出电压的差,除了消去二极管的饱和电流 I_s 的项之外,也可消去恒定电压 V_b 的项。若针对式(6)求解绝对温度 T ,则绝对温度 T 由下式(7)表示。

[0085] $T = q \times \Delta V_o / \{ A \times k \times \ln(N) \} \dots (7)$

[0086] 因此,若利用电压计对放大器的输出电压 V_{o1} 及输出电压 V_{o2} 进行测定并使用式(7),则可求出温度。

[0087] 另外,当对式(7)的两边进行微分时,可求出温度系数 $d \Delta V_o / dT$ 。

[0088] $d \Delta V_o / dT = A \times (k/q) \times \ln(N) \dots (8)$

[0089] 当设为 $k = 1.38 \times 10^{-23} [J/K]$ 、 $q = 1.60 \times 10^{-19} [C]$ 、 $N = 2$ 时,根据式(8),温度系数 $d \Delta V_o / dT$ 由下式表示。

[0090] $d \Delta V_o / dT \approx A \times 60 [\mu V/K] \dots (9)$

[0091] 此处,在需要测定微小的温度变化、例如 $0.1K$ 的温度变化的情况下,温度系数根据式(9)而变为 $A \times 6 [\mu V/0.1K]$ 。此时,为了实现能够利用IC测试仪等一般的电压计测定的电压变化(温度系数 $600 \mu V/0.1K$),放大器的放大率 A 设定为 100 以上。此处,在二极管的正向电压 V_{f1} 及正向电压 V_{f2} 在某温度下为 $0.6V$ 左右的情况下,当将恒定电压 V_b 设定为 $0.594V$ 时,放大率 A 为 100 的放大器的输出电压是将正向电压 V_{f1} 及正向电压 V_{f2} 与恒定电压 V_b 的差 $0.006V$ 进行了放大,因此为 $0.6V$ 左右。

[0092] 如以上所说明那样,温度传感器1能够在利用检查装置200的放大器放大后的电压为 $0.6V$ 左右的同时,对微小的温度变化(温度系数 $600 \mu V/0.1K$)精度良好地进行测定。

[0093] 因此,在检查工序中使用的检查装置200能够以根据检查用的温度传感器1的输出电压求出的温度为基准,进行温度传感器电路2的检查。即,由于在检查装置200中不需要以高分辨率施加温度的高性能IC测试仪,因此可降低制造成本。

[0094] 进而,检查装置200中,由放大器放大后的电压为 $0.6V$ 左右,因此不需要高性能的电压计,可降低制造成本。

[0095] 图3是表示温度传感器装置100的温度传感器电路2的一例的电路图。

[0096] 温度传感器电路2包括温度传感器21、模数(analog-to-digital, AD)转换器22、振荡电路23、接口24、寄存器25以及控制电路26。若将温度传感器电路2设为数字温度传感器,则温度传感器电路2可容易地提高检测精度,由于输出信号为数字信号,因此检查也变得容易。

[0097] 图4是表示温度传感器21的一例的电路图。

[0098] 温度传感器21包括恒定电流源211、作为感温元件的二极管212以及放大器213。

[0099] 由于将温度传感器电路2设为数字温度传感器,因此温度传感器21理想的是采用不会使数字转换部的尺寸变大的电路结构。图4所示的温度传感器21并非如温度传感器1那样根据两个值的正向电压求出温度的方式,因此能够减小数字转换部的寄存器尺寸。

[0100] 如上所述,本实施方式的温度传感器装置100能够测定微小的温度变化、并且能够抑制制造成本。

[0101] 温度传感器装置100包括检查用的高精度的温度传感器1,因此在检查装置200中不需要以高分辨率施加温度的高性能的IC测试仪,因此可降低制造成本。

[0102] 另外,由于检查装置200的放大器将温度传感器1输出的正向电压 V_{f1} 与恒定电压 V_b 的差、及正向电压 V_{f2} 与恒定电压 V_b 的差放大,因此放大率宜小。因此,检查装置200不需要高性能的电压计,因此可降低制造成本。

[0103] 以上,对本发明的实施方式进行了说明,但本发明并不限于以上所述的实施方式本身,在实施阶段,除了以上所述的实施方式以外也能够以各种方式来实施,可在不脱离发明的主旨的范围内进行各种省略、追加、置换或变更。

[0104] 例如,虽在实施方式中对作为感温元件的二极管进行了说明,但并不限于此,只要为PN接合元件即可。PN接合元件是包含P型半导体与N型半导体的接触面(PN结(PN junction))的半导体元件,并不限于二极管。另外,将作为PN接合元件的二极管的正向电压 V_f 设为0.6V左右、将具有与二极管的正向电压 V_f 相同的温度特性的恒定电压 V_b 设为0.594V进行了说明,但并不限于此。另外,对可变电流源向二极管供给两个值不同的电流进行了说明,但并不限于此,也可使用3个以上值不同的电流进行温度测定。

[0105] 这些实施方式或其变形包含于发明的范围或主旨中,并且包含于权利要求所记载的发明及其均等的范围内。

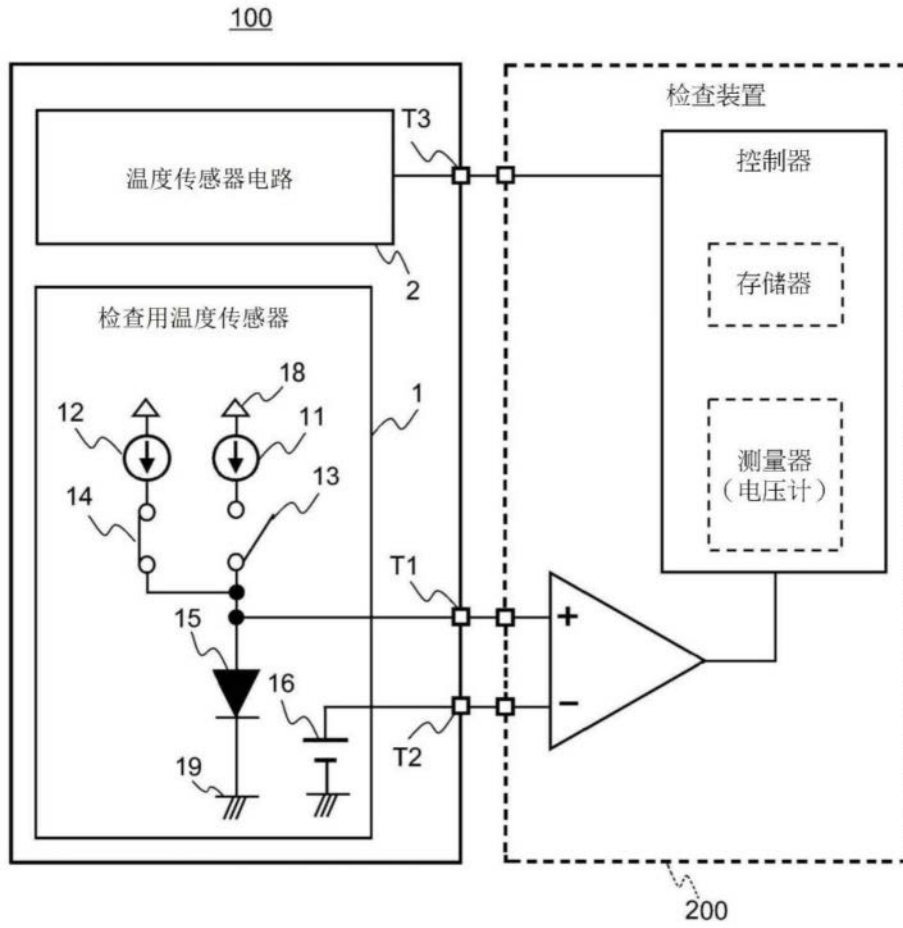


图1

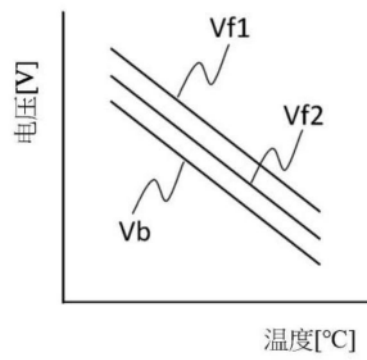


图2

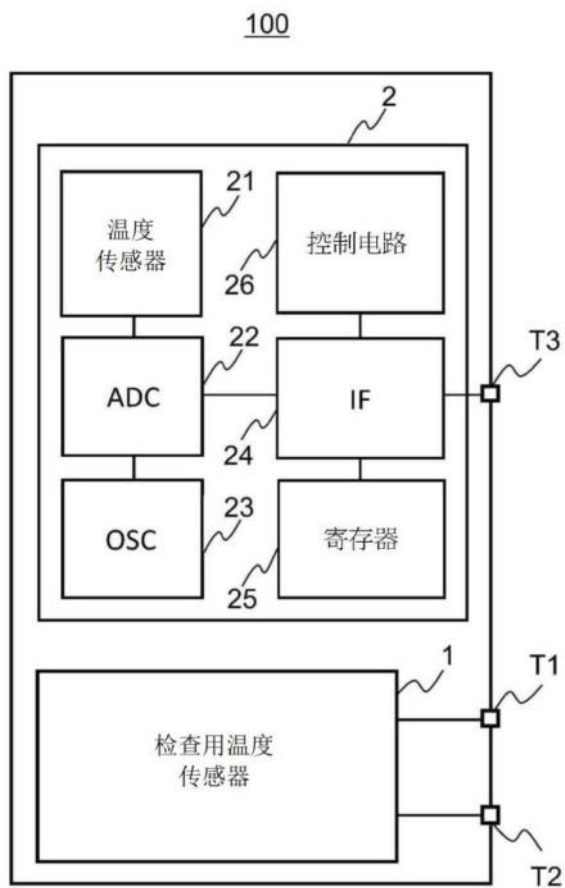


图3

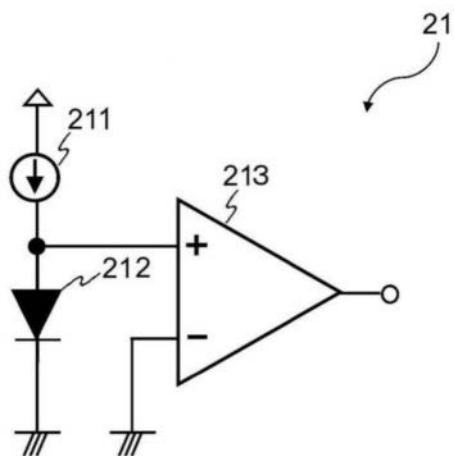


图4

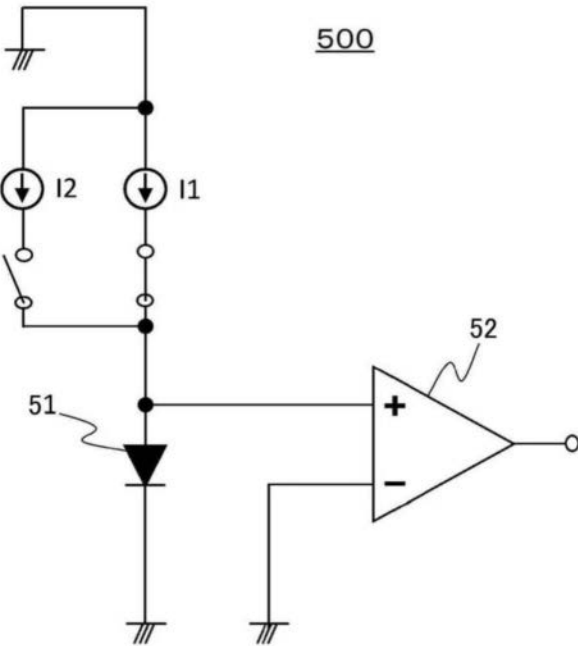


图5