



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110546471 B

(45) 授权公告日 2020.09.22

(21) 申请号 201880026721.6

(72) 发明人 佐藤聰 小林正輝

(22) 申请日 2018.05.17

(74) 专利代理机构 北京思益华伦专利代理事务所(普通合伙) 11418

(65) 同一申请的已公布的文献号

代理人 郭红丽

申请公布号 CN 110546471 A

(51) Int.CI.

G01K 5/52 (2006.01)

(43) 申请公布日 2019.12.06

(56) 对比文件

JP S6130732 A, 1986.02.13

JP H0495737 A, 1992.03.27

CN 204905842 U, 2015.12.23

CN 201653608 U, 2010.11.24

CN 201465278 U, 2010.05.12

JP S6110714 A, 1986.01.18

JP S57103002 A, 1982.06.26

JP S6134431 A, 1986.02.18

(30) 优先权数据

审查员 柳瑾

2017-106219 2017.05.30 JP

权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2019.10.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/019017 2018.05.17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02018/221231 JA 2018.12.06

(73) 专利权人 美蓓亚三美株式会社

地址 日本长野县

1. 一种装置，其用于测定金属对象物的温度，该装置使用两个应变片，将所述两个应变片粘贴在所述金属对象物上，使用所述两个应变片构成惠斯通电桥电路，所述两个应变片中的第1应变片的线性膨胀系数大于所述金属对象物的线性膨胀系数，所述两个应变片中的第2应变片的线性膨胀系数小于所述金属对象物的线性膨胀系数。
2. 一种装置，其用于测定金属对象物的温度，该装置使用四个应变片，将所述四个应变片粘贴在所述金属对象物上，使用所述四个应变片构成惠斯通电桥电路，所述四个应变片中的第1及第3应变片的线性膨胀系数大于所述金属对象物的线性膨胀系数，所述四个应变片中的第2及第4应变片的线性膨胀系数小于所述金属对象物的线性膨胀系数。
3. 一种装置，其用于测定金属对象物的温度，该装置使用两个应变片，将所述两个应变片粘贴在所述金属对象物上，所述两个应变片的栅方向彼此一致，使用所述两个应变片构成惠斯通电桥电路，所述两个应变片中的第1应变片的线性膨胀系数大于所述金属对象物的线性膨胀系数，所述两个应变片中的第2应变片的线性膨胀系数小于所述金属对象物的线性膨胀系数。
4. 一种装置，其用于测定金属对象物的温度，该装置使用四个应变片，将所述四个应变片粘贴在所述金属对象物上，所述四个应变片的栅方向彼此一致，使用所述四个应变片构成惠斯通电桥电路，所述四个应变片中的第1及第3应变片的线性膨胀系数大于所述金属对象物的线性膨胀系数，所述四个应变片中的第2及第4应变片的线性膨胀系数小于所述金属对象物的线性膨胀系数。

## 使用应变片的温度测定装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用应变片来测定金属对象物的温度的装置。

### 背景技术

[0002] 以往,测定温度时使用热敏电阻等温度传感器。例如,专利文献1中公开了一种温度测定装置,其具有:热敏电阻,其被安装在测定对象物上;测定温度检测电路,其通过热敏电阻来检测测定对象物的温度;存储电路,预先存储有热敏电阻的标准热时间常数及标准热阻;推断温度计算电路,其针对测定对象物的预定发热量,基于测定温度和标准热时间常数及标准热阻,来计算热敏电阻的推断温度;以及判断电路,其用于判断推断温度与测定温度的温度差的绝对值是否为预定阈值以下。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:JP 2009-210282A号公报

### 发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 热敏电阻容易受到测定对象物周围的温度(环境温度)的影响。因此,当环境温度急剧上升时,虽然测定对象物的温度缓慢上升,但使用热敏电阻时,有时无法准确地测定对象物的缓慢的温度上升。

[0008] 因此,本发明的目的在于提供一种用于测定金属对象物自身的温度而不受环境温度影响的装置。

[0009] 一般来说,应变片会考虑测定对象物因环境温度引起的热膨胀,来进行温度补偿。

[0010] 当应变片粘贴在测定对象物上时,由于应变片的金属电阻体的线性膨胀系数( $\lambda_g$ )与测定对象物的线性膨胀系数( $\lambda_a$ )的差,从而存在下式所示的由温度引起的表观应变 $\epsilon_a$ 。另外, $\alpha_g$ 是形成应变片的金属电阻体的抵抗温度系数,K是计量率。

[0011]  $\epsilon_a = \alpha_g / K + (\lambda_a - \lambda_g)$

[0012] 以上式中表观应变 $\epsilon_a = 0$ 的方式选择应变片。

[0013] 例如,当测定对象物为铜时,使用根据铜的线性膨胀系数进行温度补偿的铜用应变片,而不会使用根据铁的线性膨胀系数进行温度补偿的铁用应变片。

[0014] 用于解决问题的方案

[0015] 第1发明是一种使用至少一个应变片来测定金属对象物的温度的装置,

[0016] 将所述至少一个应变片粘贴在所述金属对象物上,

[0017] 所述应变片的线性膨胀系数不同于所述金属对象物的线性膨胀系数。

[0018] 优选在第1发明中,使用两个应变片构成惠斯通电桥电路,

[0019] 所述两个应变片中的第1应变片的线性膨胀系数大于所述金属对象物的线性膨胀系数,

- [0020] 所述两个应变片中的第2应变片的线性膨胀系数小于所述金属对象物的线性膨胀系数。
- [0021] 优选在第1发明中，使用四个应变片构成惠斯通电桥电路，
- [0022] 所述四个应变片中的第1及第3应变片的线性膨胀系数大于所述金属对象物的线性膨胀系数，
- [0023] 所述四个应变片中的第2及第4应变片的线性膨胀系数小于所述金属对象物的线性膨胀系数。
- [0024] 第2发明的第1实施方式是一种用于使用两个应变片来测定金属对象物的温度的装置，
- [0025] 将所述两个应变片粘贴在所述金属对象物上，
- [0026] 所述两个应变片的栅方向彼此一致，
- [0027] 使用所述两个应变片构成惠斯通电桥电路，
- [0028] 所述两个应变片中的第1应变片的线性膨胀系数大于所述金属对象物的线性膨胀系数，
- [0029] 所述两个应变片中的第2应变片的线性膨胀系数小于所述金属对象物的线性膨胀系数。
- [0030] 第2发明的第2实施方式是一种用于使用四个应变片来测定金属对象物的温度的装置，
- [0031] 将所述四个应变片粘贴在所述金属对象物上，
- [0032] 所述四个应变片的栅方向彼此一致，
- [0033] 使用所述四个应变片构成惠斯通电桥电路，
- [0034] 所述四个应变片中的第1及第3应变片的线性膨胀系数大于所述金属对象物的线性膨胀系数，
- [0035] 所述四个应变片中的第2及第4应变片的线性膨胀系数小于所述金属对象物的线性膨胀系数。

## 附图说明

- [0036] 图1是第1发明的第1实施方式所涉及的装置的电路图。
- [0037] 图2是第1发明的第2实施方式所涉及的装置的电路图。
- [0038] 图3是第1发明的第3实施方式所涉及的装置的电路图。
- [0039] 图4是第2发明的第1实施方式所涉及的装置的示意图。
- [0040] 图5是第2发明的第2实施方式所涉及的装置的示意图。
- [0041] 图6是用于说明实施例的图。
- [0042] 图7是实施例的结果的图表。
- [0043] 图8是实施例的温度-应变(输出电压)曲线的图表。

## 具体实施方式

- [0044] (第1发明)
- [0045] 图1是第1发明的第1实施方式所涉及的装置的电路图。

[0046] 第1实施方式所涉及的装置10的应变片R1粘贴在金属对象物上,与固定电阻R2~R4一起构成惠斯通电桥电路(1计量(gauge)法)。

[0047] 如上所述,在一般的应变片中,以应变片的线性膨胀系数与测定对象物的线性膨胀系数一致的方式进行温度补偿。

[0048] 而在第1发明中,应变片R1的线性膨胀系数不同于金属对象物的线性膨胀系数。例如,当金属对象物是铜时,使用铁用应变片R1。由此,当温度发生变化时,应变片R1以不同于金属对象物的方式发生变化(拉伸/压缩),从而可测定金属对象物的温度变化。

[0049] 典型的金属线性膨胀系数如下所示。

[0050] 铁:11ppm/°C

[0051] 铜:16.8ppm/°C

[0052] 铝:23ppm/°C

[0053] 通过第1发明的装置10,可以不受环境温度影响地测定金属对象物自身的温度。此外,装置10的图案可以为任意形状。即,装置10的形状自由度高,可以直接粘贴在任意形状的金属对象物上,因此,无论金属对象物的形状如何均可测定温度。此外,通过对大的金属对象物粘贴多个装置10,可以测定金属对象物整体的温度。

[0054] 另外,在第1发明中,金属对象物的变化起因于温度变化,并非对金属对象物施加负荷等。

[0055] 图2是第1发明的第2实施方式所涉及的装置的电路图。

[0056] 第2实施方式所涉及的装置20的第1应变片R1及第2应变片R2被粘贴于金属对象物上,与固定电阻R3、R4一起构成2计量式(惠斯通电桥)电路。

[0057] 第1应变片R1的线性膨胀系数大于金属对象物的线性膨胀系数,第2应变片R2的线性膨胀系数小于金属对象物的线性膨胀系数。例如,当金属对象物是铜时,第1应变片R1使用铝用应变片,第2应变片R2使用铁用应变片。由此,输出的热应变增大,因此,在第2实施方式所涉及的装置20中,与第1实施方式所涉及的装置10相比,可以高灵敏度地测定金属对象物的温度变化。

[0058] 图3是第1发明的第3实施方式所涉及的装置的电路图。

[0059] 第3实施方式所涉及的装置30的第1应变片R1、第2应变片R2、第3应变片R3及第4应变片R4被粘贴于金属对象物上,构成4计量式(惠斯通电桥)电路。

[0060] 第1及第3应变片R1、R3的线性膨胀系数大于金属对象物的线性膨胀系数,第2及第4应变片R2、R4的线性膨胀系数小于金属对象物的线性膨胀系数。例如,当金属对象物是铜时,第1及第3应变片R1、R3使用铝用应变片,第2及第4应变片R2、R4使用铁用应变片。由此,输出的热应变进一步增大,因此,在第3实施方式所涉及的装置30中,与第1实施方式所涉及的装置10及第2实施方式所涉及的装置20相比,可以高灵敏度地测定金属对象物的温度变化。

[0061] 另外,第1应变片R1与第3应变片R3也可以不同,第2应变片R2与第4应变片R4也可以不同,但优选为第1及第3应变片R1、R3的线性膨胀系数与金属对象物的线性膨胀系数的差较大,第2及第4应变片R2、R4的线性膨胀系数与金属对象物的线性膨胀系数的差较大。

[0062] 在上述第1发明中,假定不对金属对象物施加负荷等,但以下,假定对金属对象物施加负荷等的情况。

[0063] (第2发明)

[0064] 图4是第2发明的第1实施方式所涉及的装置的示意图。

[0065] 第1实施方式所涉及的装置40的第1应变片R1及第2应变片R2在xy平面上被粘贴于板状的金属对象物100,与未图示的固定电阻R3、R4一起构成2计量式(惠斯通电桥)电路。第1及第2应变片R1、R2的栅方向为x方向,且彼此一致。

[0066] 将第1及第2应变片R1、R2要检测的应变(总应变=由负荷等引起的应变+温度变化引起的热应变)分别设为 $\varepsilon_1$ 、 $\varepsilon_2$ ,通过2计量式(惠斯通电桥)电路检测的总应变 $\varepsilon$ 由以下式1表示。

$$\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 \quad (\text{式1})$$

[0068] 在此,若对金属对象物100施加负荷等及温度变化,则第1及第2应变片R1、R2要检测的由负荷等引起的应变为 $\varepsilon_{1\_s}$ 、 $\varepsilon_{2\_s}$ ,温度变化引起的热应变为 $\varepsilon_{1\_t}$ 、 $\varepsilon_{2\_t}$ 时,以下的式2成立。

$$\varepsilon = (\varepsilon_{1\_s} + \varepsilon_{1\_t}) - (\varepsilon_{2\_s} + \varepsilon_{2\_t}) \quad (\text{式2})$$

[0070] 在此,第1及第2应变片R1、R2的栅方向一致,因此, $\varepsilon_{1\_s} = \varepsilon_{2\_s}$ ,所以若将其代入式2,则以下的式3成立。

$$\varepsilon = \varepsilon_{1\_t} - \varepsilon_{2\_t} \quad (\text{式3})$$

[0072] 根据式3可知,即使对金属对象物100施加负荷等也会被抵消(消除),从而可以仅检测金属对象物100的温度变化。

[0073] 此外,第1及第2应变片R1、R2的线性膨胀系数不同于金属对象物的线性膨胀系数,第1应变片R1的线性膨胀系数大于金属对象物的线性膨胀系数,第2应变片R2的线性膨胀系数小于金属对象物的线性膨胀系数。由此, $\varepsilon_{1\_t} > 0$ 、 $\varepsilon_{2\_t} < 0$ ,因此,在式3中,总应变 $\varepsilon$ 增大,可进行高灵敏度的测定。

[0074] 另外,一般来说,在构成2计量式(惠斯通电桥)电路的情况下,第1应变片R1的栅方向与第2应变片R2的栅方向垂直,通过其中一个应变片检测拉伸应变,通过另一个应变片检测压缩应变。

[0075] 图5是第2发明的第2实施方式所涉及的装置的示意图。

[0076] 第2实施方式所涉及的装置50的第1应变片R1、第2应变片R2、第3应变片R3及第4应变片R4被粘贴于圆柱状的金属对象物200的侧面,构成4计量式(惠斯通电桥)电路。第1~第4应变片R1~R4的栅方向为x方向,彼此一致。

[0077] 将第1~第4应变片R1~R4要检测的应变(总应变=由负荷等引起的应变+温度变化引起的热应变)分别设为 $\varepsilon_1$ ~ $\varepsilon_4$ ,通过4计量式(惠斯通电桥)电路检测的总应变 $\varepsilon$ 由以下式4表示。

$$\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4 \quad (\text{式4})$$

[0079] 与上述2计量式(惠斯通电桥)电路的情况相同,施加于金属对象物200的负荷被抵消,因此,第1~第4应变片R1~R4要检测的由温度变化引起的热应变为 $\varepsilon_{1\_t}$ ~ $\varepsilon_{4\_t}$ 时,以下式5成立。

$$\varepsilon = \varepsilon_{1\_t} - \varepsilon_{2\_t} + \varepsilon_{3\_t} - \varepsilon_{4\_t} \quad (\text{式5})$$

[0081] 此外,第1~第4应变片R1~R4的线性膨胀系数不同于金属对象物的线性膨胀系数,第1及第3应变片R1、R3的线性膨胀系数大于金属对象物的线性膨胀系数,第2及第4应变

片R2、R4的线性膨胀系数小于金属对象物的线性膨胀系数。由此,  $\varepsilon_{1-t}, \varepsilon_{3-t} > 0$  及  $\varepsilon_{2-t}, \varepsilon_{4-t} < 0$ , 因此, 在式5中, 总应变  $\varepsilon$  增大。

[0082] 在第2实施方式所涉及的装置50中, 即使对金属对象物200施加负荷等也会被抵消, 相比第1实施方式所涉及的装置40可以更高灵敏度地检测金属对象物200的温度变化。

[0083] 另外, 上述实施方式中, 应变片的栅方向为x方向, 但只要多个应变片的栅方向一致即可, 可以是任意方向。

[0084] [实施例]

[0085] 以下, 使用实施例来说明本发明, 但本发明并不限定于该实施例。

[0086] 如图6所示, 准备长度100mm×宽度100mm×厚度(t)5mm的铜板(线性膨胀系数: 16.8ppm/°C), 在任意位置粘贴第1及第2样品的合计六个应变片。应变片为栅长0.8mm×栅宽度1.4mm, 基底长3.1mm×基底宽度2.5mm。

[0087] 第1样品为三个Fe用应变片R\_Fe1、R\_Fe2、R\_Fe3, 线性膨胀系数设定为11ppm/°C。

[0088] 第2样品为三个Al用应变片R\_Al1、R\_Al2、R\_Al3, 线性膨胀系数设定为23ppm/°C。

[0089] 如图7中一点连线所示, 在30→60→90→120→90→60→30°C的温度循环(各温度步骤3小时)内测定热应变。

[0090] 图7中同时表示伴随温度变化的各应变片的热应变的测定结果。

[0091] 在图7中, 三个Fe用应变片R\_Fe1、R\_Fe2、R\_Fe3的测定结果重叠而用实线表示, 得到拉伸侧的应变, 三个Al用应变片R\_Al1、R\_Al2、R\_Al3的测定结果重叠而用虚线表示, 得到压缩侧的应变。可知所有应变均追随温度变化。

[0092] 表1中表示上述测定结果、通过两个Fe用应变片及两个Al用应变片构成4计量式(惠斯通电桥)电路时的计算输出。

[0093] [表1]

	温度[°C]/小时						
	30 /1.5h	60 /4.5h	90 /7.5h	120 /10.5h	90 /13.5h	60 /16.5h	30 /19.5h
R_Fe1 的热应变[με]	0	220	405	620	415	220	0
R_Fe2 的热应变[με]	0	220	405	620	415	220	0
R_Fe3 的热应变[με]	0	220	405	620	415	220	0
R_Al1 的热应变[με]	0	-135	-285	-400	-280	-130	0
R_Al2 的热应变[με]	0	-135	-285	-400	-280	-130	0
R_Al3 的热应变[με]	0	-135	-285	-400	-280	-130	0
全桥(计算值) [με]	0	710	1380	2040	1390	700	0
全桥(计算值) [mV/V]	0.00	0.36	0.69	1.02	0.70	0.35	0.00

[0095] 在图8中, 横轴表示温度, 左侧的纵轴表示应变, 右侧的纵轴表示显示电压输出的温度-应变(输出电压)曲线。从应变到电压输出的换算是将2000με设为1mV而进行的。

[0096] 以120°C时的值(温度差90°C)为额定值(基准)时, 非直线性约为4%R.O., 滞后/回零小于0.5%R.O.。

[0097] 并非使用对应铜的线性膨胀系数来进行温度补偿的铜用应变片, 而是组合使用具

有比铜的线性膨胀系数大的线性膨胀系数的Al用应变片、以及具有比铜的线性膨胀系数小的线性膨胀系数的Fe用应变片,从而可以获得相对于温度变化能够测定出的级别的输出( $225\mu\varepsilon/10^\circ\text{C} = 0.11\text{mV/V}/10^\circ\text{C}$ )。

[0098] 铜与铝的线性膨胀系数差设为 $+6\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、铜与铁的线性膨胀系数差设为 $-6\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 时,在全桥构成中,理论值为 $240\mu\varepsilon/10^\circ\text{C}$ ,实测值( $225\mu\varepsilon/10^\circ\text{C}$ )接近理论值(相差约7%)。

[0099] 根据以上,可知使用实施例的应变片可以测定金属对象物的温度。

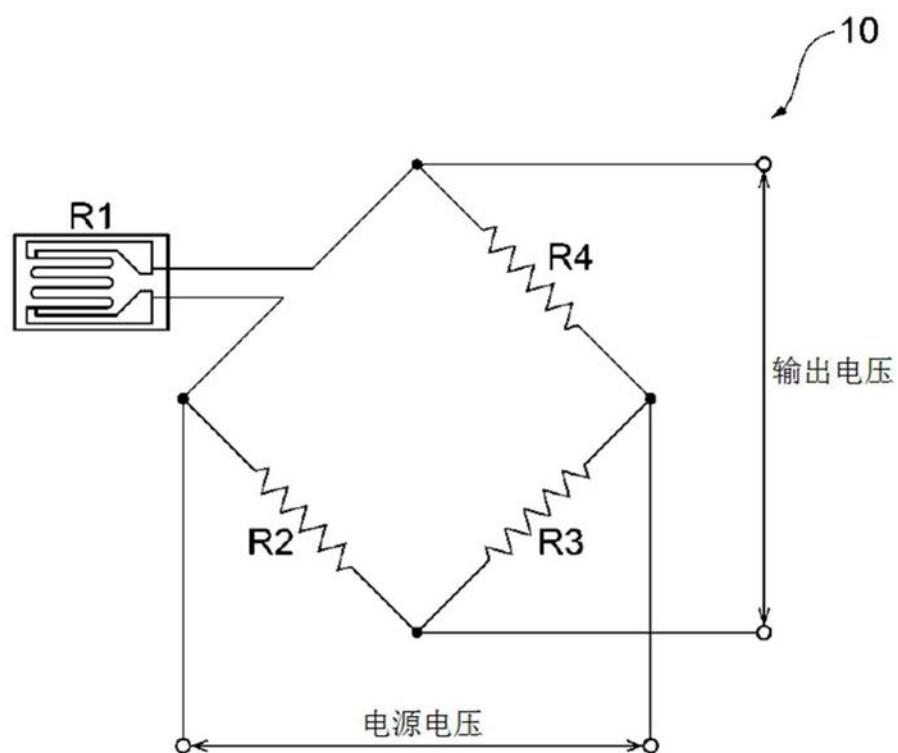


图1

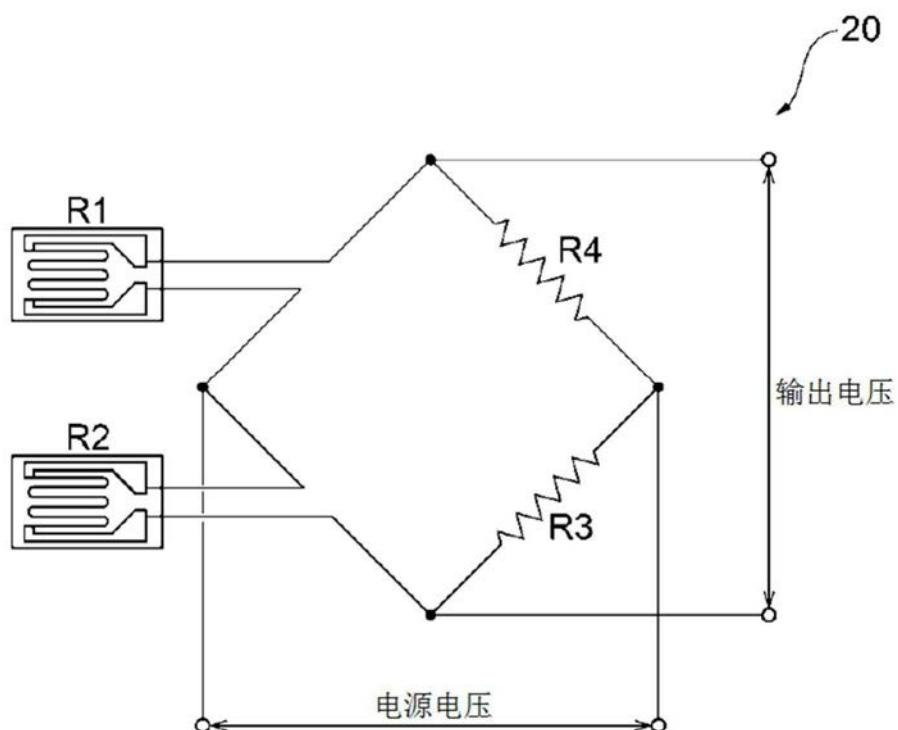


图2

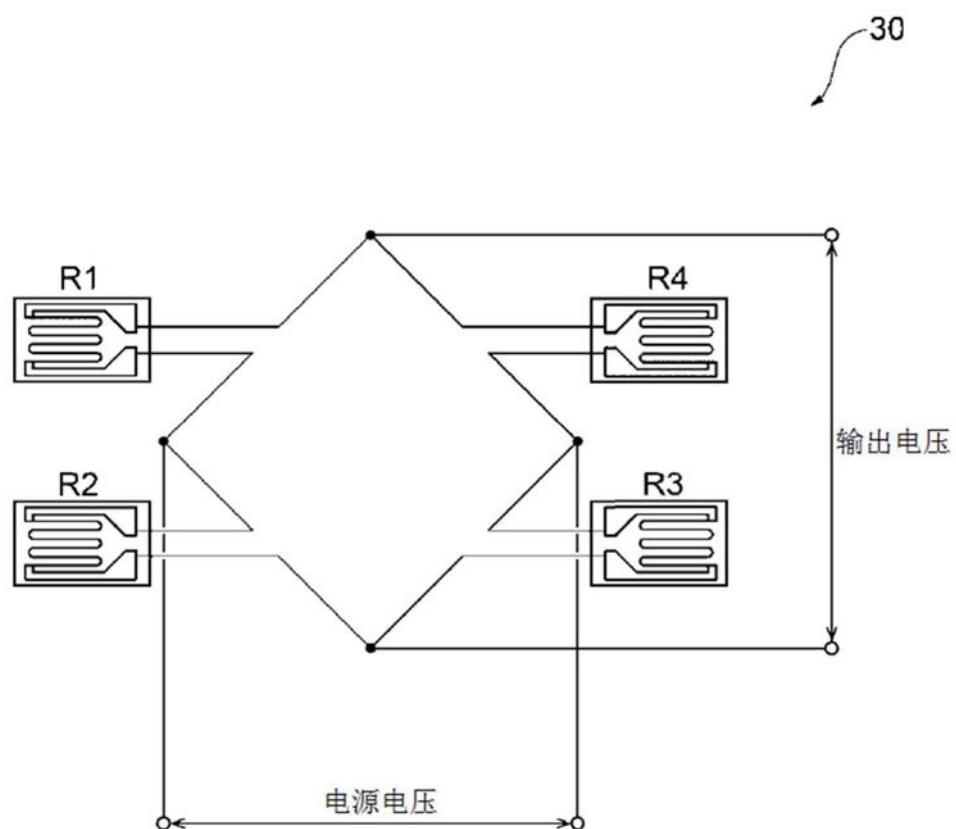


图3

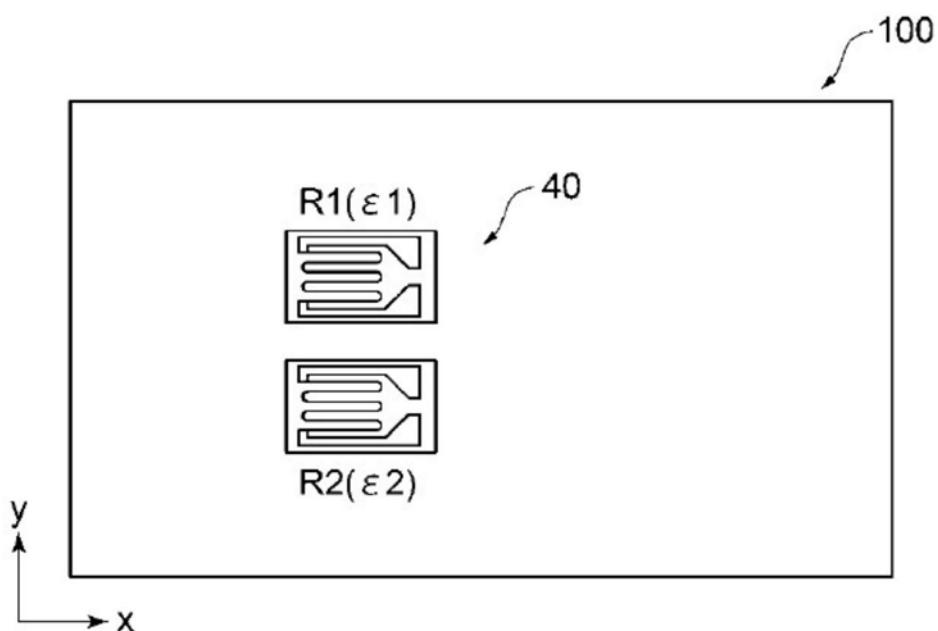


图4

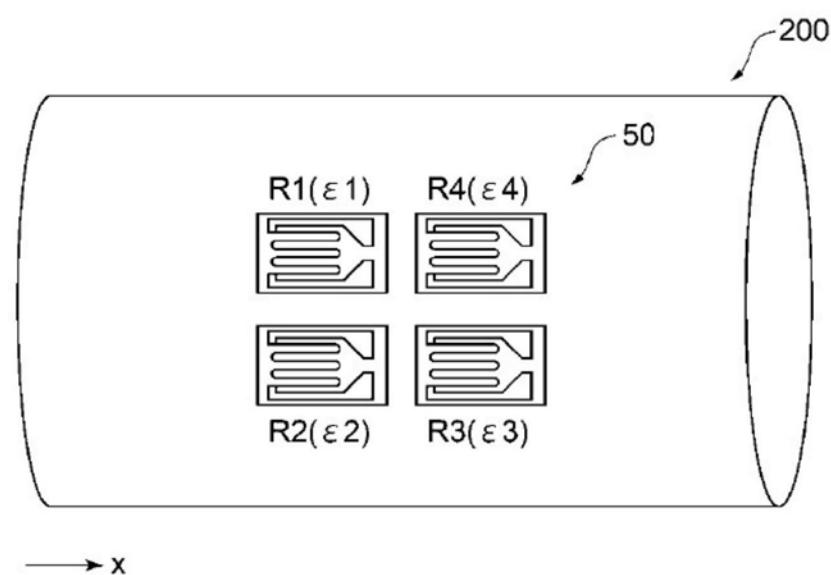


图5

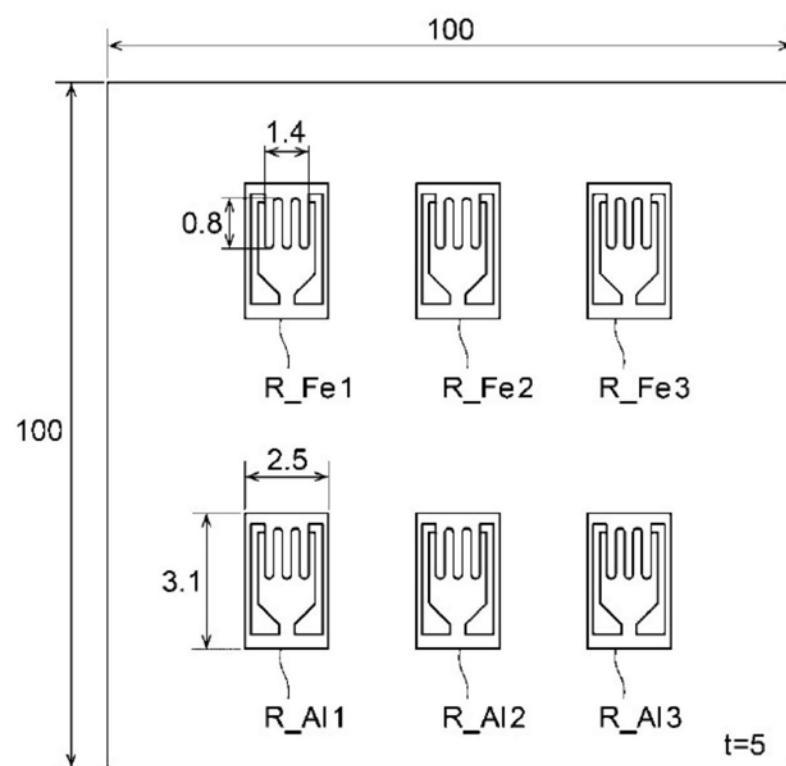


图6

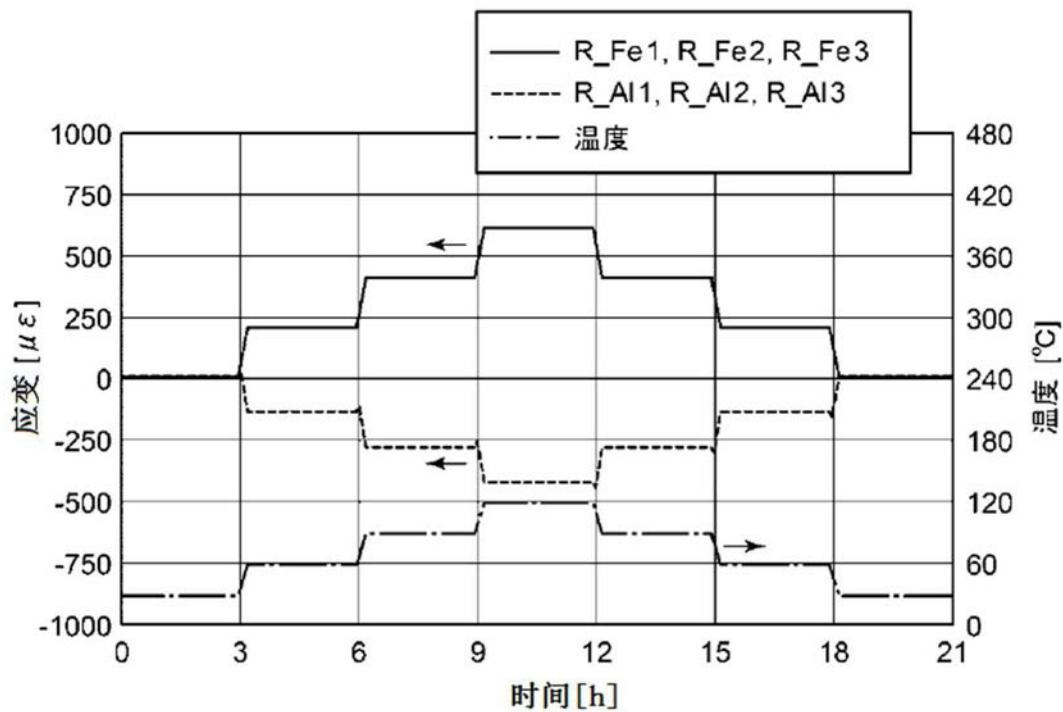


图7

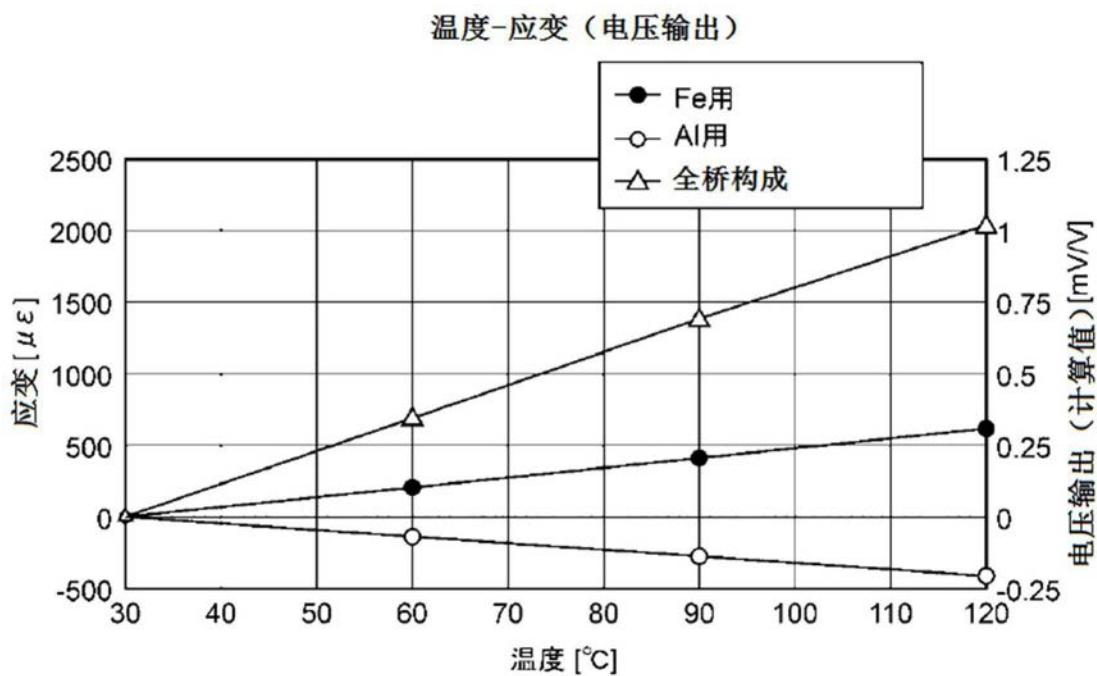


图8