



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117980732 A

(43) 申请公布日 2024. 05. 03

(21) 申请号 202280062917.7

(22) 申请日 2022.07.04

(30) 优先权数据

2021-154912 2021.09.22 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.03.18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/026591 2022.07.04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/047759 JA 2023.03.30

(71) 申请人 新唐科技日本株式会社

地址 日本京都府

(72) 发明人 河合贤 本间运也 片山幸治

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

专利代理师 高迪

(51) Int.Cl.

G01N 27/04 (2006.01)

G01N 27/12 (2006.01)

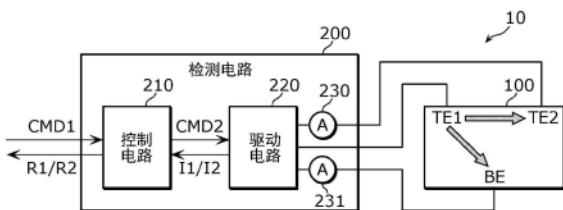
权利要求书4页 说明书17页 附图12页

(54) 发明名称

氢检测装置以及氢检测装置的控制方法

(57) 摘要

氢检测装置(10)具备氢传感器(100)与检测电路(200),氢传感器(100)具有第一电极(103)、第二电极(106)、金属氧化物层(104)、第一绝缘膜(绝缘膜107a~107c)、经由通孔(108)连接于第二电极(106)的与主面对置的另一面的第一端子(TE1)以及第二端子(TE2)、及经由通孔(108)连接于第一电极(103)的与主面对置的另一面的第三端子(BE),检测电路(200)具有测定(1)第一端子(TE1)与第二端子(TE2)之间的第一电阻值、和(2)第一端子(TE1)以及第二端子(TE2)的至少一方与第三端子(BE)之间的第二电阻值的电流计(230以及231)、及选择性地输出第一电阻值以及第二电阻值中的某一个的控制电路(210)。



1. 一种氢检测装置,具备:
检测氢的第一氢传感器以及第二氢传感器;以及
第一检测电路,连接于所述第一氢传感器以及所述第二氢传感器,
所述第一氢传感器具有:
主面彼此对置地配置的第一电极以及第二电极;
第一金属氧化物层,与所述第一电极的所述主面和所述第二电极的所述主面相接地配置;
第一绝缘膜,覆盖所述第一电极、所述第二电极以及所述第一金属氧化物层;
第一端子以及第二端子,经由通孔连接于所述第二电极的所述主面所对置的另一面;
以及
第三端子,经由通孔连接于所述第一电极的所述主面所对置的另一面,
所述第一绝缘膜在针对所述第二电极的平面图中的所述第一端子与所述第二端子之间具有第一开口,该第一开口使所述第二电极的所述另一面不被所述第一绝缘膜覆盖而露出,
所述第二氢传感器具有:
主面彼此对置地配置的第三电极以及第四电极;
第二金属氧化物层,与所述第三电极的所述主面和所述第四电极的所述主面相接地配置;
第二绝缘膜,覆盖所述第三电极、所述第四电极以及所述第二金属氧化物层;
第四端子以及第五端子,经由通孔连接于所述第四电极的所述主面所对置的另一面;
以及
第六端子,经由通孔连接于所述第三电极的所述主面所对置的另一面,
所述第二绝缘膜在针对所述第四电极的平面图中的所述第四端子与所述第五端子之间具有第二开口,该第二开口使所述第四电极的所述另一面不被所述第二绝缘膜覆盖而露出,
所述第一检测电路具有第一测定电路,该第一测定电路测定所述第一端子与所述第二端子之间的第一电阻值、和所述第四端子以及所述第五端子的至少一方与所述第六端子之间的第二电阻值。
2. 根据权利要求1所述的氢检测装置,
所述第一检测电路还具有选择性地输出所述第一电阻值以及所述第二电阻值中的某一个的第一控制电路。
3. 根据权利要求2所述的氢检测装置,
所述第一控制电路基于所述第一电阻值选择性地输出所述第一电阻值以及所述第二电阻值。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的氢检测装置,
还具备将所述第一氢传感器以及所述第二氢传感器中的某一个选择性地连接于所述第一检测电路的第一切换电路。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的氢检测装置,还具备:
预备氢传感器,具有与所述第一氢传感器或者所述第二氢传感器相同的构造;以及

第二切换电路,将所述第一氢传感器以及所述预备氢传感器中的某一个选择性地连接于所述第一检测电路,或者将所述第二氢传感器以及所述预备氢传感器中的某一个选择性地连接于所述第一检测电路。

6.一种氢检测装置,具备:

各自由四个电阻元件构成的第一电桥电路以及第二电桥电路;以及

第二检测电路,连接于所述第一电桥电路以及所述第二电桥电路,

构成所述第一电桥电路的所述四个电阻元件的一个电阻元件是权利要求1所述的第一氢传感器,

构成所述第二电桥电路的所述四个电阻元件的一个电阻元件是权利要求1所述的第二氢传感器,

所述第二检测电路具有第二测定电路,该第二测定电路测定所述第一电桥电路中的两处连接点间的第一电压以及所述第二电桥电路中的两处连接点间的第二电压。

7.根据权利要求6所述的氢检测装置,

构成所述第一电桥电路的所述四个电阻元件中的在决定所述第一电压的位置关系中与所述第一氢传感器对应的电阻元件,具有在所述第一氢传感器中未形成有所述第一开口的构造,

构成所述第二电桥电路的所述四个电阻元件中的在决定所述第二电压的位置关系中与所述第二氢传感器对应的电阻元件,具有在所述第二氢传感器中未形成有所述第二开口的构造。

8.根据权利要求6或7所述的氢检测装置,还具备:

预备电桥电路,具有与所述第一电桥电路或者所述第二电桥电路相同的构成;以及

第三切换电路,将所述第一电桥电路以及所述预备电桥电路中的某一个选择性地连接于所述第二检测电路,或者将所述第二电桥电路以及所述预备电桥电路中的某一个选择性地连接于所述第二检测电路。

9.根据权利要求1至8中任一项所述的氢检测装置,

与所述第二氢传感器相比,所述第一氢传感器检测更低浓度的氢。

10.根据权利要求1至9中任一项所述的氢检测装置,

所述第一金属氧化物层以及所述第二金属氧化物层由过渡金属氧化物构成。

11.根据权利要求1至10中任一项所述的氢检测装置,

所述第一电极以及所述第三电极由过渡金属氮化物构成,

所述第二电极以及所述第四电极由贵金属构成。

12.一种氢检测装置,具备:

检测氢的第一氢传感器;以及

第三检测电路,连接于所述第一氢传感器,

所述第一氢传感器具有:

主面彼此对置地配置的第一电极以及第二电极;

第一金属氧化物层,与所述第一电极的所述主面和所述第二电极的所述主面相接地配置;

第一绝缘膜,覆盖所述第一电极、所述第二电极以及所述第一金属氧化物层;

第一端子以及第二端子,经由通孔连接于所述第二电极的所述主面所对置的另一面;以及

第三端子,经由通孔连接于所述第一电极的所述主面所对置的另一面,

所述第一绝缘膜在针对所述第二电极的平面图中的所述第一端子与所述第二端子之间具有第一开口,该第一开口使所述第二电极的所述另一面不被所述第一绝缘膜覆盖而露出,

所述第三检测电路具有:

第三测定电路,测定所述第一端子与所述第二端子之间的第一电阻值、和所述第一端子以及所述第二端子的至少一方与所述第三端子之间的第二电阻值;以及

第二控制电路,选择性地输出所述第一电阻值以及所述第二电阻值中的某一个。

13. 根据权利要求12所述的氢检测装置,

所述第二控制电路基于所述第一电阻值选择性地输出所述第一电阻值以及所述第二电阻值中的某一个。

14. 根据权利要求12或13所述的氢检测装置,还具备:

预备氢传感器,具有与所述第一氢传感器相同的构造;以及

第三切换电路,将所述第一氢传感器以及所述预备氢传感器中的某一个选择性地连接于所述第三检测电路。

15. 根据权利要求12至14中任一项所述的氢检测装置,

与所述第二电阻值相比,所述第一电阻值对于低浓度的氢更具有相关性。

16. 根据权利要求12至15中任一项所述的氢检测装置,

所述第一金属氧化物层由过渡金属氧化物构成。

17. 根据权利要求12至16中任一项所述的氢检测装置,

所述第一电极由过渡金属氮化物构成,

所述第二电极由贵金属构成。

18. 一种氢检测装置,

具备构成电桥电路的第一电阻元件、第二电阻元件、第三电阻元件以及第四电阻元件,

所述第一电阻元件的一端与所述第二电阻元件的一端连接,

所述第三电阻元件的一端与所述第四电阻元件的一端连接,

所述第一电阻元件的另一端与所述第三电阻元件的另一端连接,

所述第二电阻元件的另一端与所述第四电阻元件的另一端连接,

所述第一电阻元件是氢传感器,具有:

主面彼此对置地配置的第一电极以及第二电极;

第一金属氧化物层,与所述第一电极的所述主面和所述第二电极的所述主面相接地配置;以及

第一绝缘膜,覆盖所述第一电极、所述第二电极以及所述第一金属氧化物层,

所述第一绝缘膜具有开口,该开口使所述第二电极的所述主面所对置的另一面不被所述第一绝缘膜覆盖而露出,

所述第三电阻元件是参考元件,具有:

主面彼此对置地配置的第三电极以及第四电极;

第二金属氧化物层,与所述第三电极的所述主面和所述第四电极的所述主面相接地配置;以及

第二绝缘膜,覆盖所述第三电极、所述第四电极以及所述第二金属氧化物层,

所述第二绝缘膜不具有使所述第四电极的所述主面所对置的另一面不被所述第二绝缘膜覆盖而露出的开口。

19.根据权利要求18所述的氢检测装置,

作为所述第一电阻元件的一端以及另一端,所述第一电阻元件具有经由通孔连接于所述第二电极的所述另一面的第一端子与第二端子,

所述开口形成于针对所述第二电极的平面图中的所述第一端子与所述第二端子之间。

20.根据权利要求18所述的氢检测装置,

作为所述第一电阻元件的一端以及另一端,所述第一电阻元件具有经由通孔连接于所述第二电极的所述另一面的端子与经由通孔连接于所述第一电极的所述主面所对置的另一面的第三端子。

21.根据权利要求18至20中任一项所述的氢检测装置,

所述第一电阻元件、所述第二电阻元件、所述第三电阻元件以及所述第四电阻元件中的至少所述第一电阻元件以及所述第三电阻元件形成于一个半导体芯片。

22.根据权利要求21所述的氢检测装置,

所述第一电阻元件、所述第二电阻元件、所述第三电阻元件以及所述第四电阻元件形成于所述一个半导体芯片。

23.一种控制方法,是权利要求1所述的氢检测装置的控制方法,

所述第一检测电路取得所述第一电阻值,基于所取得的所述第一电阻值,选择性地输出所述第一电阻值以及所述第二电阻值中的某一个。

24.一种控制方法,是权利要求6所述的氢检测装置的控制方法,

所述第二检测电路取得所述第一电压,基于所取得的所述第一电压,选择性地输出所述第一电压以及所述第二电压中的某一个。

25.一种控制方法,是权利要求12所述的氢检测装置的控制方法,

所述第三检测电路取得所述第一电阻值,基于所取得的所述第一电阻值,选择性地输出所述第一电阻值以及所述第二电阻值中的某一个。

氢检测装置以及氢检测装置的控制方法

技术领域

[0001] 本公开涉及氢检测装置以及氢检测装置的控制方法,特别是涉及对低浓度与高浓度的氢进行检测的宽范围的氢检测装置。

背景技术

[0002] 以往,提出了检测低浓度与高浓度的氢的宽范围的氢检测装置(例如参照专利文献1)。根据专利文献1的技术,泄漏检测单元具备泄漏检测模式与气体浓度测定模式这两种模式。由此,消除了由气体传感器的疲劳引起的等待时间。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2009—276309号公报

发明内容

[0006] 发明将要解决的课题

[0007] 然而,在上述专利文献1的技术中,需要用于在向第一气体传感器供给试样气体并向第二气体传感器供给背景气体的状态、及向第二气体传感器供给试样气体并向第一气体传感器供给背景气体的状态之间切换流路的阀。因此,存在氢检测装置大型化这一问题。

[0008] 因此,本公开的目的在于提供小型并且检测低浓度与高浓度的氢的宽范围的氢检测装置等。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 为了实现上述目的,本公开的一方式的氢检测装置具备:检测氢的第一氢传感器以及第二氢传感器;以及第一检测电路,连接于所述第一氢传感器以及所述第二氢传感器,所述第一氢传感器具有:主面彼此对置地配置的第一电极以及第二电极;第一金属氧化物层,与所述第一电极的所述主面和所述第二电极的所述主面相接地配置;第一绝缘膜,覆盖所述第一电极、所述第二电极以及所述第一金属氧化物层;第一端子以及第二端子,经由通孔连接于所述第二电极的所述主面所对置的另一面;以及第三端子,经由通孔连接于所述第一电极的所述主面所对置的另一面,所述第一绝缘膜在针对所述第二电极的平面图中的所述第一端子与所述第二端子之间具有第一开口,该第一开口使所述第二电极的所述另一面不被所述第一绝缘膜覆盖而露出,所述第二氢传感器具有:主面彼此对置地配置的第三电极以及第四电极;第二金属氧化物层,与所述第三电极的所述主面和所述第四电极的所述主面相接地配置;第二绝缘膜,覆盖所述第三电极、所述第四电极以及所述第二金属氧化物层;第四端子以及第五端子,经由通孔连接于所述第四电极的所述主面所对置的另一面;以及第六端子,经由通孔连接于所述第三电极的所述主面所对置的另一面,所述第二绝缘膜在针对所述第四电极的平面图中的所述第四端子与所述第五端子之间具有第二开口,该第二开口使所述第四电极的所述另一面不被所述第二绝缘膜覆盖而露出,所述第一检测电路具有第一测定电路,该第一测定电路测定所述第一端子与所述第二端子之间的第一电阻

值、和所述第四端子以及所述第五端子的至少一方与所述第六端子之间的第二电阻值。

[0011] 为了实现上述目的,本公开的一方式的氢检测装置的控制方法是上述氢检测装置的控制方法,其中,所述第一检测电路取得所述第一电阻值,基于所取得的所述第一电阻值,选择性地输出所述第一电阻值以及所述第二电阻值中的某一个。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本公开,可提供小型并且检测低浓度与高浓度的氢的宽范围的氢检测装置等。

附图说明

[0014] 图1A是表示实施方式中的氢传感器的构成例的剖面图。

[0015] 图1B是表示实施方式中的氢传感器的构成例的俯视图。

[0016] 图2A是表示实施方式的氢检测装置的构成例的框图。

[0017] 图2B是表示以横向模式驱动图2A所示的氢检测装置的情况下的电压施加例的图。

[0018] 图2C是表示以纵向模式驱动图2A所示的氢检测装置的情况下的电压施加例的图。

[0019] 图3A是表示实施方式的氢检测装置的横向模式下的实测例(检测电流的波形)的图。

[0020] 图3B是表示在图3A中获得的检测电流(横轴)与此时的氢浓度(纵轴)的关系的图表。

[0021] 图4A是表示实施方式的氢检测装置的纵向模式下的实测例(检测电流的波形)的图。

[0022] 图4B是表示在图4A中获得的检测电流(横轴)与此时的氢浓度(纵轴)的关系的图表。

[0023] 图5是表示图2A所示的氢检测装置的动作(氢检测装置的控制方法)例的流程图。

[0024] 图6是表示实施方式的第一变形例的氢检测装置的构成例的框图。

[0025] 图7是表示图6所示的第一变形例的氢检测装置的动作例的流程图。

[0026] 图8是表示实施方式的第二变形例的氢检测装置的构成例的框图。

[0027] 图9是表示实施方式的第三变形例的氢检测装置的构成例的框图。

[0028] 图10是表示实施方式的第四变形例的氢检测装置的构成例的框图。

[0029] 图11是表示能够应用于构成图10中的第一电桥电路的两个氢传感器的一方与构成第二电桥电路的两个氢传感器的一方的、电阻值被固定的电阻器的构成例的剖面图。

[0030] 图12是表示实施方式的第五变形例的氢检测装置的构成例的框图。

[0031] 图13A是表示实施方式的第六变形例的氢检测装置的构成例的框图。

[0032] 图13B是图13A所示的氢检测装置的等效电路图。

具体实施方式

[0033] 以下,使用附图详细地说明本公开的实施方式。另外,以下说明的实施方式都示出本公开的一具体例。以下的实施方式所示的数值、形状、材料、构成要素、构成要素的配置位置以及连接方式、步骤、步骤的顺序等是一个例子,并非旨在限定本公开。另外,各图并不一定严格地图示。在各图中,对实质上相同的构成标注相同的附图标记,省略或者简化重复的

说明。

[0034] 图1A是表示实施方式1的氢传感器100的构成例的剖面图。图1B是表示实施方式1中的氢传感器100的构成例的俯视图。另外,图1A示出在箭头方向上观察图1B的IA—IA剖切线的剖面的示意性的剖面。

[0035] 氢传感器100是可在半导体的制造工序中制造的细微的结构体,并且是检测低浓度与高浓度的氢的宽范围的氢传感器,作为主要的结构物,具有主面彼此对置地配置的第一电极103以及第二电极106、与第一电极103的主面和第二电极106的主面相接配置的金属氧化物层104、将第一电极103、第二电极106以及金属氧化物层104覆盖的绝缘膜107a~107c、109a以及109b、经由通孔连接于第二电极106的与主面对置的另一面的第一端子TE1以及第二端子TE2、及经由通孔连接于第一电极103的与主面对置的另一面的第三端子BE。绝缘膜107b在针对第二电极106的平面图中的第一端子TE1与第二端子TE2之间具有开口106a,该开口106a使第二电极106的另一面不被绝缘膜107b覆盖而露出。

[0036] 第一电极103是面状的电极,具有两个面。第一电极103的两个面中的一个面(即图1A的上表面)与金属氧化物层104相接,另一个面(即图1A的下表面)与绝缘膜107b以及通孔108相接。第一电极103在图1B中是与第二电极106相同的大小的矩形状。第一电极103例如可以由钨、镍、钽、钛、铝、氮化钽、氮化钛等,与构成金属氧化物的金属相比标准电极电位更低的材料构成。标准电极电位其值越高越示出难以氧化的特性。图1A的第一电极103例如由氮化钽(TaN)或者氮化钛(TiN)等过渡金属氮化物或者它们的层叠形成。

[0037] 金属氧化物层104被第一电极103以及第二电极106的对置的两个主面夹着,由作为具有气敏性的电阻膜的金属氧化物构成,具有与第二电极106所接触的气体中的含氢气体的有无相应地可逆地变化的电阻值。金属氧化物层104只要具有电阻根据氢而变化的性质即可。例如金属氧化物层104由缺氧型的金属氧化物构成。金属氧化物层104的母体金属可以从钽(Ta)、铪(Hf)、钛(Ti)、锆(Zr)、铌(Nb)、钨(W)、镍(Ni)、铁(Fe)等过渡金属与铝(Al)中至少选择一个。

[0038] 过渡金属能够采取多个氧化状态,因此,能够通过氧化还原反应来实现不同的电阻状态。这里,金属氧化物的“缺氧度”是指该金属氧化物中的氧的不足量相对于由与该金属氧化物相同的元素构成的化学计量成分的氧化物中的氧的量的比例。这里,氧的不足量是指从化学计量成分的金属氧化物中的氧的量减去该金属氧化物中的氧的量而得的值。如果在由与该金属氧化物相同的元素构成的化学计量成分的金属氧化物可存在多个的情况下,该金属氧化物的缺氧度基于这些化学计量成分的金属氧化物中的具有最高的电阻值的一个而定义。化学计量成分的金属氧化物与其他成分的金属氧化物相比更加稳定并且具有更高的电阻值。

[0039] 例如在金属氧化物层104的母体金属是钽(Ta)的情况下,基于上述的定义的化学计量成分的氧化物是 Ta_2O_5 ,因此,能够表现为 $TaO_{2.5}$ 。 $TaO_{2.5}$ 的缺氧度是0%, $TaO_{1.5}$ 的缺氧度是 $(2.5-1.5)/2.5=40\%$ 。此外,氧过剩的金属氧化物的缺氧度为负值。另外,本公开中,只要没有特别限制,缺氧度可以取正值、0、或者负值。缺氧度小的氧化物更加接近化学计量成分的氧化物因此电阻值较高,缺氧度大的氧化物更加接近构成氧化物的金属因此电阻值较低。

[0040] 图1A所示的金属氧化物层104具有与第一电极103相接的第一层104a、与第一层

104a和第二电极106相接的第二层104b以及绝缘分离层104i。第二层104b的缺氧度比第一层104a小。例如,第一层104a是 TaO_x 。第二层104b是缺氧度比第一层104a小的 Ta_2O_5 。此外,金属氧化物层104在第一电极103的平面图中的外周具有绝缘分离层104i。

[0041] 这里,平面图是指从处于图1A的层叠方向的视点观察本公开的氢传感器100,换言之,是指从处于面状的第一电极103、面状的第二电极106等中的某一个面的法线方向的视点观察,例如,是指图1B所示的观察氢传感器100的上表面的情况。

[0042] 这样的金属氧化物层104的电阻状态根据与第二电极106接触的含氢气体(随着量变多)而电阻值变小。详细来说,在作为检测对象的气体中存在含氢气体时,在第二电极106中,从含氢气体解离氢原子。解离出的氢原子侵入到金属氧化物层104内,形成杂质能级。特别是,集中于与第二电极106之间的界面附近,表观上使第二层104b的厚度减薄。其结果,金属氧化物层104的电阻值降低。

[0043] 第二电极106是具有氢解离性的面状的电极,具有两个面。第二电极106的两个面中的一个面(即图1A的下表面)与金属氧化物层104相接,另一个面(即图1A的上表面)与金属层106s以及外部空气相接。第二电极106在开口106a内具有露出到外部空气的露出部分106e。第二电极106例如由铂(Pt)、铱(Ir)、钯(Pd)等贵金属、或者镍(Ni)、或者是包含它们中的至少一个的合金等具有从含有氢原子的气体分子解离氢原子的催化剂作用的材料构成。图1A的第二电极106设为铂(Pt)。在第二电极106连接两个端子即第一端子TE1与第二端子TE2。

[0044] 第一端子TE1经由通孔108连接于第二电极106。

[0045] 第二端子TE2经由通孔108连接于第二电极106。第一端子TE1以及第二端子TE2经由开口TE1a、TE2a连接于驱动氢传感器100的外部的检测电路。

[0046] 如图1B所示,在第二电极106的平面图中第一端子TE1与第二端子TE2配置于夹着露出部分106e的位置。通过该配置,在第一端子TE1与第二端子TE2之间施加规定的电压,从而将第二电极106的露出部分106e通电,即,在露出部分106e流过电流。该第二电极106的露出部分106e的通电可以认为使露出部分106e的氢解离作用活性化。另外,规定的电压也可以是具有相互相反的极性的电压。

[0047] 氢传感器100通过在露出部分106e的通电中包含氢原子的气体分子与露出部分106e接触,从而使第一端子TE1与第二端子TE2之间的电阻值变化。通过上述的检测电路检测该电阻值的变化(也将该检测称作“横向模式”),检测包含低浓度的氢原子的气体分子。

[0048] 第三端子BE经由开口BEa、通孔108、布线114以及通孔108连接于第一电极103。第三端子BE经由开口BEa连接于驱动氢传感器100的外部的检测电路。氢传感器100在露出部分106e的通电中包含氢原子的气体分子与露出部分106e接触,从而使第一电极103以及第二电极106间的电阻变化。换言之,氢传感器100通过在露出部分106e的通电中以包含氢原子的气体分子与露出部分106e接触,从而使第一端子TE1以及第二端子TE2的至少一方与第三端子BE之间的电阻值变化。也通过上述的检测电路检测该电阻值的变化(也将该检测称作“纵向模式”)来检测包含高浓度的氢原子的气体分子。

[0049] 另外,覆盖氢传感器100的主要部分的绝缘膜102、绝缘膜107a~107c、绝缘膜109a以及109b由硅氧化膜、硅氮化膜等形成。

[0050] 另外,在开口106a以外的第二电极106的上表面形成有金属层106s。金属层106s例

如以TiAlN为材料,作为通孔108形成用的蚀刻终止层而形成,但并非必须。

[0051] 此外,第一电极103、金属氧化物层104以及第二电极106的层叠体是能够作为可变电阻存储器(ReRAM)的存储元件而利用的元件。在可变电阻存储器中,利用金属氧化物层104可取的状态中的高电阻状态与低电阻状态这两个状态而作为数字存储元件。在本公开的氢传感器100中,利用了金属氧化物层104的可取的状态中的高电阻状态。

[0052] 另外,在图1A中,示出了金属氧化物层104是由以 TaO_x 为材料的第一层104a与以缺氧度较小的 Ta_2O_5 为材料的第二层104b构成的双层构成的例子,但也可以是以缺氧度较小的 Ta_2O_5 或者 TaO_x 为材料的一层构成。

[0053] 图2A是表示实施方式的氢检测装置10的构成例的框图。氢检测装置10是对于图1A以及图1B所示的氢传感器100动态地以横向模式以及纵向模式中的某一个选择性地驱动、从而检测低浓度与高浓度的氢的宽范围的氢检测装置,具备图1A以及图1B所示的氢传感器100与连接于氢传感器100的检测电路200。

[0054] 检测电路200具备控制电路210、驱动电路220、电流计230以及231。

[0055] 电流计230是测定在横向模式下流经氢传感器100的电流、即流经氢传感器100的第一端子TE1与第二端子TE2之间的电流的测定电路。

[0056] 电流计231是测定在纵向模式下流经氢传感器100的电流、即流经氢传感器100的第一端子TE1以及第二端子TE2的至少一方与第三端子BE之间的电流的测定电路。

[0057] 驱动电路220在按照来自控制电路210的指示CMD2以横向模式驱动氢传感器100的情况下,读出在将图2B所示的电位(0.25V、-0.25V、1.5V)分别施加到第一端子TE1、第二端子TE2以及第三端子BE的状态下流经电流计230的电流的值(电流值I1),使读出的电流值I1返回到控制电路210。另一方面,驱动电路220在以纵向模式驱动氢传感器100的情况下,读出在将图2C所示的电位(0.25V、-0.25V、-2.2V)分别施加到第一端子TE1、第二端子TE2以及第三端子BE的状态下流经电流计231的电流的值(电流值I2),使读出的电流值I2返回到控制电路210。另外,图2B以及图2C所示的施加电压是一个例子,并不限定于这样的值。

[0058] 控制电路210若从外部接收到指示CMD1,则通过对驱动电路220进行交换,从而动态决定使用氢传感器100地适合当前的氢浓度的模式(横向模式/纵向模式),计算所决定的模式中的氢传感器100的电阻值(R1或者R2),向外部输出。具体而言,控制电路210根据从驱动电路220获得的电流值(I1或者I2)与驱动电路220施加到氢传感器100的电压值,计算氢传感器100的电阻值(R1或者R2)。另外,控制电路210可以由储存有程序的存储器以及执行程序的处理器等构成,也可以是按照从外部赋予的指示CMD1依次执行处理的逻辑电路/定序器。另外,控制电路210也可以取代氢传感器100的电阻值、或者与电阻值一起输出由该电阻值换算的氢浓度。

[0059] 图3A是表示实施方式的氢检测装置10的横向模式下的实测例(通过电流计230获得的检测电流的波形)的图。图3B是表示在图3A中获得的检测电流(横轴)与此时的氢浓度(纵轴)的关系的图表。如图3A所示,在该例子中,将规定浓度(从左起为0.01%、0.1%、1.0%)的氢间歇地暴露于氢传感器100共3次。在图3B中绘制了在图3A中的氢暴露时以横向模式流过氢传感器100的电流与此时的氢浓度所对应的点。另外,氢浓度的值是气体的容积比的百分率(%)。

[0060] 图4A是表示实施方式的氢检测装置10的纵向模式下的实测例(通过电流计231获

得的检测电流的波形)的图。图4B是表示在图4A获得的检测电流(横轴)与此时的氢浓度(纵轴)的关系的图表。如图4A所示,在该例子中,将规定浓度(左起为1.0%、2.0%、3.0%、4.0%)的氢间歇地暴露于氢传感器100共4次。在图4B中绘制了在图4A中的氢暴露时以纵向模式流过氢传感器100的电流与此时的氢浓度所对应的点。

[0061] 根据表示横向模式下的氢传感器100的特性的图3A以及图3B、和表示纵向模式下的氢传感器100的特性的图4A以及图4B(特别是,图3B的纵轴以及图4B的纵轴)可知,在横向模式中,对于包含0.01~1%的范围的低浓度的氢,相对于浓度的对数增加,检测电流大致线性地增加。另一方面,在纵向模式中,对于包含1.0~4.0%的范围的高浓度的氢,检测电流大致与浓度成比例地增加。即,氢传感器100在横向模式中检测低浓度的氢,在纵向模式中检测高浓度的氢。另外,氢传感器100在横向模式中检测超过图3B所示的浓度范围的低浓度的氢,在纵向模式中检测超过图4B所示的浓度范围的高浓度的氢。

[0062] 图5是表示图2A所示的氢检测装置10的动作(氢检测装置10的控制方法)例的流程图。这里,示出了氢检测装置10一边动态地切换横向模式与纵向模式一边检测氢浓度的处理。

[0063] 氢检测装置10的控制电路210若从外部接收到表示检测开始的指示CMD1,则首先以横向模式检测氢浓度(S10)。具体而言,控制电路210控制驱动电路220,从而通过对于氢传感器100的脉冲电压驱动重复进行如下处理:经由驱动电路220读出在将图2B所示的电位(0.25V、-0.25V、1.5V)分别施加到第一端子TE1、第二端子TE2以及第三端子BE的状态下流经电流计230的电流的值(电流值I1)的处理。控制电路210根据从驱动电路220获得电流值I1与驱动电路220施加到氢传感器100的电压值,计算氢传感器100的电阻值R1,将计算出的电阻值(R1或者根据电阻值R1换算的氢浓度)向外部输出。

[0064] 这里,控制电路210每当得到根据电阻值R1换算的氢浓度,就判断该氢浓度是否超过了阈值(例如氢浓度1%)(S11)。

[0065] 其结果,在所得的氢浓度超过了阈值(例如氢浓度1%)的情况下(S11中为No),控制电路210从横向模式切换为纵向模式而检测氢浓度(S12)。具体而言,控制电路210控制驱动电路220,从而通过对于氢传感器100的脉冲电压驱动重复进行如下处理:经由驱动电路220读出在将图2C所示的电位(0.25V、-0.25V、-2.2V)分别施加到第一端子TE1、第二端子TE2以及第三端子BE的状态下流经电流计231的电流的值(电流值I2)的处理。控制电路210根据从驱动电路220获得的电流值I2与驱动电路220施加到氢传感器100的电压值,计算氢传感器100的电阻值R2,将计算出的电阻值R2(或者根据电阻值R2换算的氢浓度)向外部输出。

[0066] 另一方面,在所得氢浓度未超过阈值(例如氢浓度1%)的情况下(S11中为No),控制电路210继续横向模式下的氢检测。

[0067] 另外,之后,在纵向模式下的检测后,在检测出的氢浓度低于阈值(例如氢浓度1%)的情况下,控制电路210也可以从纵向模式切换为横向模式。

[0068] 如以上那样,本实施方式的氢检测装置10具备检测氢的第一氢传感器(氢传感器100)与连接于第一氢传感器(氢传感器100)的第三检测电路(检测电路200),第一氢传感器(氢传感器100)具有:主面彼此对置地配置的第一电极103以及第二电极106;与第一电极103的主面和第二电极106的主面相接配置的第一金属氧化物层(金属氧化物层104);将第

一电极103、第二电极106以及第一金属氧化物层(金属氧化物层104)覆盖的第一绝缘膜(绝缘膜107a~107c等);经由通孔108连接于第二电极106的与主面对置的另一面的第一端子TE1以及第二端子TE2;及经由通孔108连接于第一电极103的与主面对置的另一面的第三端子BE,第一绝缘膜(绝缘膜107a~107c等)在针对第二电极106的平面图中的第一端子TE1与第二端子TE2之间具有第一开口(开口106a),该第一开口使第二电极106的另一面不被第一绝缘膜(绝缘膜107a~107c等)覆盖而露出,第三检测电路(检测电路200)具有:第三测定电路(分别电流计230以及231),测定第一端子TE1与第二端子TE2之间的第一电阻值、和第一端子TE1以及第二端子TE2的至少一方与第三端子BE之间的第二电阻值;以及第二控制电路(控制电路210),选择性地输出第一电阻值以及第二电阻值中的某一个。

[0069] 由此,仅通过切换对于可在半导体的制造工序中制造出的细微的结构体即氢传感器100的驱动模式,检测低浓度的氢以及高浓度的氢。由此,与以往相比,不需要切换气体流路的阀等,可实现小型并且检测低浓度与高浓度的氢的宽范围的氢检测装置10。

[0070] 另外,第二控制电路(控制电路210)基于第一电阻值,选择性地输出第一电阻值以及第二电阻值中的某一个。由此,根据实际的氢浓度动态地决定适当的驱动模式,可进行基于适当的测定范围的氢检测。

[0071] 另外,与第二电阻值相比,第一电阻值对于低浓度的氢更具有相关性。由此,通过对于低浓度的氢以横向模式驱动氢传感器100,对于高浓度的氢以纵向模式驱动氢传感器100,由此能够进行基于适当的测定范围的氢检测。

[0072] 另外,第一金属氧化物层(金属氧化物层104)由过渡金属氧化物构成。另外,第一电极103由过渡金属氮化物构成,第二电极106由贵金属构成。由此,实现电阻值相对于氢敏感地变化的氢检测装置10。

[0073] 另外,本实施方式的氢检测装置10的控制方法为,第三检测电路(检测电路200)取得第一电阻值,基于取得的第一电阻值选择性地输出第一电阻值以及第二电阻值中的某一个。

[0074] 由此,仅通过切换对于作为细微的结构体的氢传感器100的驱动模式,就可选择性地检测低浓度的氢以及高浓度的氢。由此,与以往相比,不需要切换气体流路的阀等,可实现小型并且检测低浓度与高浓度的氢的宽范围的氢检测装置10的控制方法。

[0075] 图6是表示实施方式的第一变形例的氢检测装置10a的构成例的框图。本变形例的氢检测装置10a具备对实施方式的氢检测装置10追加了预备的氢传感器的构成。更详细地说,氢检测装置10a除了实施方式的氢检测装置10的构成之外,还具备预备氢传感器110与三个切换电路20a~20c。

[0076] 预备氢传感器110是具有与氢传感器100相同的构造的作为预备的氢传感器。

[0077] 三个切换电路20a~20c都是由两个单刀双掷(SPDT)开关构成的开关。切换电路20a在检测电路200所具备的控制电路210的控制之下,切换检测电路200与氢传感器100的第一端子TE1以及第二端子TE2的导通/非导通。切换电路20b在检测电路200所具备的控制电路210的控制之下,切换检测电路200与预备氢传感器110的第一端子TE1以及第二端子TE2的导通/非导通。切换电路20c在检测电路200所具备的控制电路210的控制之下,切换检测电路200与氢传感器100的第三端子BE以及预备氢传感器110的第三端子BE的导通/非导通。

[0078] 图7是表示图6所示的第一变形例的氢检测装置10a的动作例的流程图。这里,示出了将氢检测装置10a使用的氢传感器动态地从氢传感器100向预备氢传感器110切换的处理。

[0079] 控制电路210通常通过控制切换电路20a~20c,将氢传感器100连接于检测电路200,使用氢传感器100,进行图5的流程图所示那样的氢检测。控制电路210与氢检测并行地判断氢传感器100是否正常(S20)。具体而言,控制电路210通过判断氢传感器100中的电阻值是否在规定范围内(例如在横向模式中是与0~1%的氢浓度范围对应的电阻值,在纵向模式中是与1.0~100%的氢浓度范围对应的电阻值),判断正常还是异常。

[0080] 其结果,在判断为正常的情况下(S20中为Yes),控制电路210继续使用了氢传感器100的氢检测,另一方面,在判断为异常的情况下(S20中为No),控制电路210通过控制切换电路20a~20c,将连接于检测电路200的氢传感器从氢传感器100切换为预备氢传感器110,进行使用了预备氢传感器110的氢检测(S21)。

[0081] 如此,第一变形例的氢检测装置10a除了实施方式的氢检测装置10的构成之外,还具备具有与第一氢传感器(氢传感器100)相同的构造的预备氢传感器110、及将第一氢传感器(氢传感器100)以及预备氢传感器(预备氢传感器110)中的某一个选择性地连接于第三检测电路(检测电路200)的第三切换电路(切换电路20a~20c)。由此,即使在一个氢传感器100发生故障的情况下,也能够使用预备氢传感器110继续氢检测,因此,用户的便利性提高。

[0082] 图8是表示实施方式的第二变形例的氢检测装置10b的构成例的框图。本变形例的氢检测装置10b具备横向模式专用的氢传感器与纵向模式专用的氢传感器。更详细地说,氢检测装置10b取代实施方式的两模式所对应的氢传感器100而具备横向模式专用的氢传感器100a以及纵向模式专用的氢传感器100b。在具备切换电路20a~20c这一点与变形例1相同。

[0083] 横向模式专用的氢传感器100a也可以与实施方式的氢传感器100相同,也可以相对于实施方式的氢传感器100改进了材料或者构造以提高横向模式下的灵敏度。

[0084] 纵向模式专用的氢传感器100b也可以与实施方式的氢传感器100相同,也可以相对于实施方式的氢传感器100改进了材料或者构造以提高纵向模式下的灵敏度。

[0085] 三个切换电路20a~20c都是由两个单刀双掷(SPDT)开关构成的开关。切换电路20a在检测电路200所具备的控制电路210的控制之下,切换检测电路200与横向模式专用的氢传感器100a的第一端子TE1以及第二端子TE2的导通/非导通。切换电路20b在检测电路200所具备的控制电路210的控制之下,切换检测电路200与纵向模式专用的氢传感器100b的第一端子TE1以及第二端子TE2的导通/非导通。切换电路20c在检测电路200所具备的控制电路210的控制之下,切换检测电路200与横向模式专用的氢传感器100a的第三端子BE以及纵向模式专用的氢传感器100b的第三端子BE的导通/非导通。

[0086] 本变形例的氢检测装置10b的动作(氢检测装置10b的控制方法)例如与图5所示的流程图相同。即,氢检测装置10b的控制电路210通过控制切换电路20a~20c,将横向模式专用的氢传感器100a连接于检测电路200,使用横向模式专用的氢传感器100a,以横向模式进行低浓度的氢检测(S10)。

[0087] 这里,控制电路210在每次得到根据电阻值换算的氢浓度)时,判断该氢浓度是否

超过了阈值(例如氢浓度1%) (S11)。

[0088] 其结果,在所得的氢浓度超过了阈值(例如氢浓度1%)的情况下(S11中为Yes),控制电路210通过控制切换电路20a~20c,将连接于检测电路200的氢传感器从横向模式专用的氢传感器100a切换为纵向模式专用的氢传感器100b而检测氢浓度(S12)。

[0089] 另一方面,在所得的氢浓度未超过阈值(例如氢浓度1%)的情况下(S11中为No),控制电路210继续使用了横向模式专用的氢传感器100a的氢检测。

[0090] 如此,第二变形例的氢检测装置10b具备:检测氢的第一氢传感器(横向模式专用的氢传感器100a)以及第二氢传感器(纵向模式专用的氢传感器100b);及连接于第一氢传感器(横向模式专用的氢传感器100a)以及第二氢传感器(纵向模式专用的氢传感器100b)的第一检测电路(检测电路200)。第一氢传感器(横向模式专用的氢传感器100a)具有:主面彼此对置地配置的第一电极103以及第二电极106;与第一电极103的主面和第二电极106的主面相接配置的第一金属氧化物层(金属氧化物层104);将第一电极103、第二电极106以及第一金属氧化物层(金属氧化物层104)覆盖的第一绝缘膜(绝缘膜107a~107c等);经由通孔108连接于第二电极106的与主面对置的另一面的第一端子TE1以及第二端子TE2;及经由通孔108连接于第一电极103的与主面对置的另一面的第三端子BE,第一绝缘膜(绝缘膜107a~107c等)在针对第二电极106的平面图中的第一端子TE1与第二端子TE2之间具有第一开口(开口106a),该第一开口使第二电极106的另一面不被第一绝缘膜(绝缘膜107a~107c等)覆盖而露出。第二氢传感器(纵向模式专用的氢传感器100b)具有:主面彼此对置地配置的第三电极(第一电极103)以及第四电极(第二电极106);与第三电极(第一电极103)的主面和第四电极(第二电极106)的主面相接配置的第二金属氧化物层(金属氧化物层104);将第三电极(第一电极103)、第四电极(第二电极106)以及第二金属氧化物层(金属氧化物层104)覆盖的第二绝缘膜(绝缘膜107a~107c等);经由通孔108连接于第四电极(第二电极106)的与主面对置的另一面的第四端子以及第五端子(第一端子TE1与第二端子TE2);及经由通孔108连接于第三电极(第一电极103)的与主面对置的另一面的第六端子(第三端子BE),第二绝缘膜(绝缘膜107a~107c等)在针对第四电极(第二电极106)的平面图中的第四端子与第五端子(第一端子TE1与第二端子TE2)之间具有第二开口(开口106a),该第二开口使第四电极(第二电极106)的另一面不被第二绝缘膜(绝缘膜107a~107c等)覆盖而露出,第一检测电路(检测电路200)具有测定第一端子TE1与第二端子TE2之间的第一电阻值、和第四端子以及第五端子(第一端子TE1与第二端子TE2)的至少一方与第六端子(第三端子BE)之间的第二电阻值的第一测定电路(分别电流计230以及231)。

[0091] 由此,通过选择性地使用可在半导体的制造工序中制造的细微的结构体即氢传感器100a以及100b,可检测低浓度的氢以及高浓度的氢。由此,与以往相比,不需要切换气体流路的阀等,可实现小型并且检测低浓度与高浓度的氢的宽范围的氢检测装置10b。

[0092] 另外,第一检测电路(检测电路200)还具有选择性地输出第一电阻值以及第二电阻值中的某一个的第一控制电路(控制电路210)。

[0093] 另外,第一控制电路(控制电路210)基于第一电阻值,选择性地输出第一电阻值以及第二电阻值。由此,根据实际的氢浓度动态地选择适当的氢传感器100a或者100b,可进行基于适当的测定范围的氢检测。

[0094] 另外,具备将第一氢传感器(横向模式专用的氢传感器100a)以及第二氢传感器

(纵向模式专用的氢传感器100b)中的某一个选择性地连接于第一检测电路(检测电路200)的第一切换电路(切换电路20a~20c)。由此,通过选择性地切换两种氢传感器100a以及100b并连接于检测电路200,可检测低浓度的氢以及高浓度的氢。

[0095] 图9是表示实施方式的第三变形例的氢检测装置10c的构成例的框图。本变形例的氢检测装置10c具备对第二变形例的氢检测装置10b追加了预备的氢传感器的构成。更详细地说,氢检测装置10c除了第二变形例的氢检测装置10b的构成之外,还具备横向模式专用的预备氢传感器110a、纵向模式专用的预备氢传感器110b、及三个切换电路21a~21c。

[0096] 横向模式专用的预备氢传感器110a是具有与横向模式专用的氢传感器100a相同的构造的作为预备的氢传感器。

[0097] 纵向模式专用的预备氢传感器110b是具有与纵向模式专用的氢传感器100b相同的构造的作为预备的氢传感器。

[0098] 三个切换电路21a~21c都是由两个单刀双掷(SPDT)开关构成的开关。切换电路21a在检测电路200所具备的控制电路210的控制之下,切换检测电路200与横向模式专用的预备氢传感器110a的第一端子TE1以及第二端子TE2的导通/非导通。切换电路21b在检测电路200所具备的控制电路210的控制之下,切换检测电路200与纵向模式专用的预备氢传感器110b的第一端子TE1以及第二端子TE2的导通/非导通。切换电路21c在检测电路200所具备的控制电路210的控制之下,切换检测电路200与横向模式专用的预备氢传感器110a的第三端子BE以及纵向模式专用的预备氢传感器110b的第三端子BE的导通/非导通。

[0099] 另外,在第三变形例的氢检测装置10c中,具备2个预备氢传感器110a以及110b,但作为预备氢传感器,也可以仅具备一个预备氢传感器。通过将一个预备氢传感器选择性地用作横向模式以及纵向模式,也能够作为横向模式专用的氢传感器100a以及纵向模式专用的氢传感器100b的任一个预备氢传感器发挥功能。

[0100] 如此,第三变形例的氢检测装置10c具备:具有与第一氢传感器(横向模式专用的氢传感器100a)或者第二氢传感器(纵向模式专用的氢传感器100b)相同的构造的预备氢传感器(预备氢传感器110a以及110b的至少一个);以及第二切换电路(切换电路21a~21c),将第一氢传感器(横向模式专用的氢传感器100a)以及预备氢传感器(预备氢传感器110a以及110b的至少一个)中的某一个选择性地连接于第一检测电路(检测电路200),或者将第二氢传感器(纵向模式专用的氢传感器100b)以及预备氢传感器(预备氢传感器110a以及110b的至少一个)中的某一个选择性地连接于第一检测电路(检测电路200)。

[0101] 由此,即使在横向模式专用的氢传感器100a或者纵向模式专用的氢传感器100b发生故障的情况下,也能够使用预备氢传感器110a以及110b的至少一个继续氢检测,因此检测低浓度与高浓度的氢的宽范围的氢检测装置10c的动作的可靠性提高。

[0102] 图10是表示实施方式的第四变形例的氢检测装置10d的构成例的框图。本变形例的氢检测装置10d具备包含氢传感器的两个电桥电路。更详细地说,氢检测装置10d具备:各自由四个电阻元件构成的第一电桥电路120a以及第二电桥电路120b;两个切换电路22a以及22b;以及经由切换电路22a以及22b连接于第一电桥电路120a以及第二电桥电路120b的检测电路200a。

[0103] 第一电桥电路120a是用于检测低浓度的氢的电路,桥式连接有由2个电阻器R1a以及R2a、一个横向模式专用的氢传感器100c以及一个与氢传感器大致相同构造的电阻元件

100d构成的合计四个电阻元件。将与氢传感器大致相同构造的电阻元件100d的剖面构造表示在图11中。图11是表示固定的电阻值的电阻R100,根据图可知,该电阻器R100相当于在图1A所示的氢传感器100中未形成有开口106a(即,开口106a被封堵)。由此,电阻器R100不依赖于所暴露的氢浓度,而是具有固定的电阻值。2个电阻器R1a以及R2a是由多晶硅等构成的电阻值固定的例如 20Ω 的电阻器。一个横向模式专用的氢传感器100c以及电阻元件100d如图10所示,为了以横向模式驱动氢传感器100c以及电阻元件100d,在第一端子TE1被施加电压VH(1V),在第三端子BE被施加电压VB(2.0V),第二端子TE2经由电阻器R1a以及R2a连接于基准电位(VSS)。

[0104] 第二电桥电路120b是用于检测高浓度的氢的电路,桥式连接有由2个电阻器R1b以及R2b、一个纵向模式专用的氢传感器100e以及一个与氢传感器大致相同构造的电阻元件100f构成的合计四个电阻元件。电阻元件100f与电阻元件100d相同,采用图11的构造。2个电阻器R1b以及R2b是由多晶硅等构成的电阻值固定的例如 $10k\Omega$ 的电阻器。一个纵向模式专用的氢传感器100e以及电阻元件100f如图10所示,为了以纵向模式驱动氢传感器100e以及电阻元件100f,在第一端子TE1被施加电压VH(2.6V),在第二端子TE2被施加电压VL(1.8V),第三端子BE经由电阻器R1b以及R1b连接于基准电位(VSS)。

[0105] 检测电路200a具有用于测定第一电桥电路120a中的两处连接点间的第一电压以及第二电桥电路120b中的两处连接点间的第二电压的电压计240。

[0106] 切换电路22a以及22b都是单极双投(SPDT)开关。切换电路22a在检测电路200a的控制之下,进行将第一电桥电路120a中的横向模式专用的氢传感器100c与电阻器R1a的连接点以及第二电桥电路120b中的纵向模式专用的氢传感器100e与电阻器R1b的连接点中的某一个选择性地连接于电压计240的输入端子的一方(+端子)的切换。切换电路22b在检测电路200a的控制之下,进行将第一电桥电路120a中的电阻元件100d与电阻器R2a的连接点以及第二电桥电路120b中的电阻元件100f与电阻器R2b的连接点中的某一个选择性地连接于电压计240的输入端子的另一方(-端子)的切换。

[0107] 由此,在第一电桥电路120a与电压计240的两处连接点分别产生由氢传感器或者与氢传感器大致相同结构的电阻器R100、和电阻器R1a或者R2a产生的分压电压。由此,出于氢传感器与电阻器R100的结构上的类似性,这些特性的变动因素成为同相而被抵消,可对于温度变动、干扰噪声确保动作的稳定性。关于第二电桥电路120b也相同。即,在第二电桥电路120b与电压计240的两处连接点分别产生由氢传感器或者与氢传感器大致相同结构的电阻器R100、和电阻器R1b或者R2b产生的分压电压。由此,出于氢传感器与电阻器R100的结构上的类似性,这些特性的变动因素成为同相而被抵消,可对于温度变动、干扰噪声确保动作的稳定性。

[0108] 本变形例的氢检测装置10d的动作(氢检测装置10d的控制方法)例如与图5所示的流程图相同。即,检测电路200a首先控制切换电路22a以及22b,从而将包含横向模式专用的氢传感器100c以及电阻元件100d的第一电桥电路120a连接于电压计240,使用横向模式专用的氢传感器100c以及电阻元件100d,以横向模式进行低浓度的氢检测(S10)。在横向模式专用的氢传感器100c检测到氢而使得他们的电阻平衡被破坏的情况下(即,氢传感器100c以及电阻元件100d的电阻值产生差异的情况下),由电压计240测量为带极性的电压。

[0109] 这里,检测电路200a在每次得到电压计240的电压值(或者,根据电压换算的氢浓

度)时,判断该电压值(或者氢浓度)是否超过了阈值(例如氢浓度1%或者与其对应的电压值)(S11)。

[0110] 其结果,在所得的电压值(或者氢浓度)超过了阈值(例如氢浓度1%或者与其对应的电压值)的情况下(S11中为Yes),检测电路200a通过控制切换电路22a以及22b,将连接于电压计240的电桥电路从包含横向模式专用的氢传感器100c以及电阻元件100d的第一电桥电路120a切换为包含纵向模式专用的氢传感器100e以及电阻元件100f的第二电桥电路120b而检测氢浓度(S12)。

[0111] 另一方面,在所得的电压值(或者氢浓度)未超过阈值(例如氢浓度1%或者与其对应的电压值)的情况下(S11中为No),检测电路200a继续进行使用了包含横向模式专用的氢传感器100c以及电阻元件100d的第一电桥电路120a的氢检测。

[0112] 如此,第四变形例的氢检测装置10d具备:各自由四个电阻元件构成的第一电桥电路120a以及第二电桥电路120b;以及连接于第一电桥电路120a以及第二电桥电路120b的第二检测电路(检测电路200a),构成第一电桥电路120a的四个电阻元件的一个电阻元件是第一氢传感器(横向模式专用的氢传感器100c),构成第二电桥电路120b的四个电阻元件的一个电阻元件是第二氢传感器(纵向模式专用的氢传感器100e),第二检测电路(检测电路200a)具有测定第一电桥电路120a中的两处连接点间的第一电压以及第二电桥电路120b中的两处连接点间的第二电压的第二测定电路(电压计240)。

[0113] 由此,在构成第一电桥电路120a以及第二电桥电路120b的氢传感器100c、100e与电阻元件100d、100f的电阻平衡被破坏的情况下,或者在与其他电阻元件产生电阻值之差的情况下,由电压计240敏感地检测该现象,因此可实现高灵敏度地检测低浓度与高浓度的氢的宽范围的氢检测装置10d。

[0114] 另外,构成第一电桥电路120a的四个电阻元件中的在决定第一电压的位置关系中与第一氢传感器100c对应的电阻元件100d具有在第一氢传感器中未形成有第一开口(开口106a)的构造。另外,构成第二电桥电路120b的四个电阻元件中的在决定第二电压的位置关系中与第二氢传感器100e对应的电阻元件100f具有在第二氢传感器中未形成有第二开口(开口106a)的构造。

[0115] 由此,构成第一电桥电路120a的四个电阻元件为基本构造相同的电阻元件,在不存在氢的环境下,第一电桥电路120a的电阻平衡被高精度地维持,可实现高灵敏度的氢检测装置10d。关于四个电阻元件,也具有除了开口的形成以外能够应用相同的工序的制造工序的优点。关于第二电桥电路120b也可以说是相同。

[0116] 图12是表示实施方式的第五变形例的氢检测装置10e的构成例的框图。本变形例的氢检测装置10e具备对第四变形例的氢检测装置10d追加了预备的电桥电路的构成。更详细地说,氢检测装置10e除了第四变形例的氢检测装置10d的构成之外,还具备两个预备电桥电路(第一预备电桥电路130a以及第二预备电桥电路130b)与四个切换电路22c~22f。

[0117] 第一预备电桥电路130a具备与第一电桥电路120a相同的构成。第二预备电桥电路130b具备与第二电桥电路120b相同的构成。由此,第一预备电桥电路130a包含与第一氢传感器100g以及氢传感器大致相同构造的电阻元件100h。电阻元件100h具有在第一氢传感器中未形成有第一开口(开口106a)的构造。(即,电阻器R100)。另外,第二预备电桥电路130b包含与第二氢传感器100i以及氢传感器大致相同构造的电阻元件100j。电阻元件100j具有

在第二氢传感器中未形成有第二开口(开口106a)的构造(即,电阻器R100)。

[0118] 切换电路22c以及22d都是单极双投(SPDT)开关。切换电路22c在检测电路200a的控制之下,进行将第一预备电桥电路130a中的横向模式专用的氢传感器100g与电阻器R3a的连接点以及第二预备电桥电路130b中的纵向模式专用的氢传感器100i与电阻器R3b的连接点中的某一个选择性地连接于电压计240的输入端子的一方的切换。切换电路22d在检测电路200a的控制之下,进行将第一预备电桥电路130a中的电阻元件100h与电阻器R4a的连接点以及第二预备电桥电路130b中的电阻元件100j与电阻器R4b的连接点中的某一个选择性地连接于电压计240的输入端子的另一方的切换。

[0119] 切换电路22e以及22f都是单极双投(SPDT)开关。切换电路22e在检测电路200a的控制之下,进行将第二电桥电路120b以及第二预备电桥电路130b中的某一个选择性地连接于电压计240的输入端子的一方的切换。切换电路22f在检测电路200a的控制之下,进行将第一电桥电路120a以及第一预备电桥电路130a中的某一个选择性地连接于电压计240的输入端子的另一方的切换。

[0120] 本变形例的氢检测装置10e的动作例是与图7相同的处理。即,检测电路200a通过控制切换电路22e以及22f,通常使用第一电桥电路120a以及第二电桥电路120b进行低浓度以及高浓度的氢检测,如果在判断为某一个电桥电路未正常地动作的情况下,将该电桥电路切换为对应的预备电桥电路之后进行低浓度以及高浓度的氢检测。

[0121] 如此,第五变形例的氢检测装置10e除了第四变形例的氢检测装置10d的构成之外,具备:具有与第一电桥电路120a或者第二电桥电路120b相同的构成的预备电桥电路(在变形例中,具有与第一电桥电路120a相同的构成的第一预备电桥电路130a、具有与第二电桥电路120b相同的构成的第二预备电桥电路130b);以及第三切换电路(切换电路22e以及22f),将第一电桥电路120a以及第一预备电桥电路130a中的某一个选择性地连接于第二检测电路(检测电路200a),或者将第二电桥电路120b以及第二预备电桥电路130b中的某一个选择性地连接于第二检测电路(检测电路200a)。

[0122] 由此,即使在第一电桥电路120a以及第二电桥电路120b中的某一个发生了故障的情况下,也能够使用第一预备电桥电路130a以及第二预备电桥电路130b的至少一个而继续氢检测,因此可提高检测低浓度与高浓度的氢的宽范围的氢检测装置10e的动作的可靠性。

[0123] 另外,在第五变形例的氢检测装置10e中,具备2个预备电桥电路(第一预备电桥电路130a以及第二预备电桥电路130b),但作为预备电桥电路,也可以仅具备一个预备电桥电路。即使在具备一个预备电桥电路的情况下,也如通过作为对应的第一电桥电路120a或者第二电桥电路120b的预备电桥电路发挥功能来提高氢检测装置的动作的可靠性。

[0124] 图13A是表示实施方式的第六变形例的氢检测装置300的构成例的框图。氢检测装置300由半导体芯片340与电压计330构成。在半导体芯片340形成有连接于固定的电位的端子301~304、作为构成电桥电路的第一电阻元件的一个例子的氢传感器310、作为第二电阻元件的一个例子的电阻器R1、作为第三电阻元件的一个例子的参考元件311以及作为第四电阻元件的一个例子的电阻器R2、切换电路320~323。另外,作为氢检测装置300,不一定需要电压计330。

[0125] 氢传感器310是具有与图1A所示的氢传感器100相同的构造的传感器,具有:主面彼此对置地配置的第一电极103以及第二电极106;与第一电极103的主面和第二电极106的

主面相接配置的第一金属氧化物层(金属氧化物层104);及将第一电极103、第二电极106以及第一金属氧化物层(金属氧化物层104)覆盖的第一绝缘膜(绝缘膜107a~107c等)。而且,第一绝缘膜具有开口(开口106a),该开口使第二电极106的与主面对置的另一面不被第一绝缘膜覆盖而露出。而且,氢传感器310具有第一端子TE1、第二端子TE2以及第三端子BE。

[0126] 参考元件311具有与图11所示的电阻R100相同的构造,相当于在图1A所示的氢传感器100中未形成有开口106a(即,开口106a被封堵)。即,参考元件311具有:主面彼此对置地配置的第三电极(图11的第一电极103)以及第四电极(图11的第二电极106);与第三电极(图11的第一电极103)的主面和第四电极(图11的第二电极106)的主面相接配置的第二金属氧化物层(图11的金属氧化物层104);以及将第三电极(图11的第一电极103)、第四电极(图11的第二电极106)以及第二金属氧化物层(图11的金属氧化物层104)覆盖的第二绝缘膜(图11的绝缘膜107a~107c等)。而且,第二绝缘膜不具有使第四电极(图11的第二电极106)的与主面对置的另一面不被第二绝缘膜覆盖而露出的开口。而且,参考元件311与氢传感器310相同,具有第一端子TE1、第二端子TE2以及第三端子BE。

[0127] 2个电阻器R1以及R2具有相同的电阻值,是由多晶硅等构成的电阻值固定的例如 20Ω 的电阻器。

[0128] 切换电路320以及321是用于将氢传感器100切换为横向模式以及纵向模式中的某一个的连接状态的开关。具体而言,在使氢传感器100为横向模式的连接状态的情况下,根据来自外部的控制信号,切换电路320将氢传感器100的第二端子TE2连接于电阻器R1,并且切换电路321将氢传感器100的第三端子BE连接于端子303。另一方面,在使氢传感器100为纵向模式的连接状态的情况下,根据来自外部的控制信号,切换电路320将氢传感器100的第二端子TE2连接于端子301,并且切换电路321将氢传感器100的第三端子BE连接于电阻器R1。

[0129] 切换电路322以及323是用于将参考元件311切换为横向模式以及纵向模式中的某一个的连接状态的开关。具体而言,在使参考元件311为横向模式的连接状态的情况下,根据来自外部的控制信号,切换电路322将参考元件311的第二端子TE2连接于电阻器R2,并且切换电路323将参考元件311的第三端子BE连接于端子303。另一方面,在使参考元件311为纵向模式的连接状态的情况下,根据来自外部的控制信号,切换电路322将参考元件311的第二端子TE2连接于端子301,并且切换电路323将参考元件311的第三端子BE连接于电阻器R2。

[0130] 图13B是图13A所示的氢检测装置300的等效电路图。这里,为了方便理解,还一并图示了在图13A中未图示的外部的直流电压源331。本图所示的等效电路图示出能够应用于氢传感器310以及参考元件311成为横向模式的连接状态而检测低浓度的氢的情况、和氢传感器310以及参考元件311成为纵向模式的连接状态而检测高浓度的氢的情况这两个情况的等效电路。

[0131] 基本上,在以横向模式使用氢传感器310的情况下,参考元件311也以横向模式使用,另一方面,在以纵向模式使用氢传感器310的情况下,参考元件311也以纵向模式使用。

[0132] 如上述那样,氢传感器310以及参考元件311基本上具有相同的构造,在不存在氢的环境下具有相同的电阻值。电阻器R1以及R2具有固定的电阻值。在存在氢的环境下,仅氢传感器310的电阻值变化,在氢传感器310以及参考元件311之间产生电阻值之差,其结果,

在氢传感器310与电阻器R1的连接点的电位与在参考元件311与电阻器R2的连接点的电位中产生差异,该电位差被电压计330测量。

[0133] 如此,本变形例的氢检测装置300由包含氢传感器的电桥电路以及切换电路320~323构成,因此可实现高灵敏度地检测低浓度与高浓度的氢的宽范围的氢检测装置。

[0134] 另外,构成电桥电路的氢传感器310、参考元件311、电阻器R1以及R2通过同一半导体制造工序在一个半导体芯片340上形成,因此与将它们安装于印刷基板的情况相比,可实现氢检测装置300的小型化。

[0135] 另外,在本变形例的氢检测装置300中,氢传感器310以及参考元件311能够在横向模式以及纵向模式下选择性地切换,但也不一定需要这种切换可能,也可以固定为任一模式。由此,也不一定需要在氢传感器310以及参考元件311设置三个端子(第一端子TE1、第二端子TE2以及第三端子BE),也可以设有两处端子。

[0136] 另外,在本变形例的氢检测装置300中,氢传感器310、参考元件311、电阻器R1以及R2形成于一个半导体芯片340,但也可以仅将这四个电阻元件中的氢传感器310以及参考元件311形成于一个半导体芯片340。无论哪种方式,氢传感器310以及参考元件311具有相同的基本构造且构成了电桥电路这一点都不变,可实现高灵敏度的氢检测。

[0137] 以上,基于实施方式以及变形例说明了本公开的氢检测装置以及氢检测装置的控制方法,但本公开并不限于这些实施方式以及变形例。只要不脱离本公开的主旨,对本实施方式以及变形例实施本领域技术人员想到的各种变形的方式、组合实施方式以及变形例中的一部分的构成要素而构建的其他方式也包含在本公开的范围。

[0138] 例如在实施方式的氢检测装置10中,检测电路200具备两个电流计230以及231,但并不限于该构成,也可以具备一个电流计,在横向模式与纵向模式之间切换使用一个电流计。

[0139] 另外,在实施方式的氢检测装置10中,检测电路200具备基于来自外部的指示CMD1而动作的功能,但不一定需要来自外部的指示CMD1。如图5的流程图所示,也可以以通常以横向模式动作、在氢浓度超过阈值的情况下切换为纵向模式等固定的处理流程动作。

[0140] 另外,在实施方式的氢检测装置10中,在横向模式中,从第一端子TE1向第二端子TE2流过电流,但电流的流动方向也可以相反。

[0141] 另外,在实施方式的氢检测装置10中,通常进行基于横向模式的驱动,但并不限于这种驱动方式,也可以进行分时地切换横向模式与纵向模式的驱动。

[0142] 另外,在第一变形例的氢检测装置10a等中,切换电路20a~20c是将氢传感器的端子连接于检测电路200以及接地中的某一个的双投开关,但也可以只是是否将氢传感器的端子连接于检测电路200(ON/OFF型)的单投开关。

[0143] 另外,在第四变形例的氢检测装置10d中,检测电路200a具备一个电压计240,选择性地与第一电桥电路120a以及第二电桥电路120b中的某一个连接,但并不限于该构成,也可以具备与第一电桥电路120a连接的电压计和与第二电桥电路120b连接的电压计的合计两个电压计。

[0144] 另外,在第五变形例的氢检测装置10e中,具备2个预备电桥电路(第一预备电桥电路130a以及第二预备电桥电路130b),但也可以取代于此或者在此基础上如第一变形例以及第三变形例那样,设置至少一个代替构成第一电桥电路120a的横向模式专用的氢传感器

100c以及电阻元件100d的预备氢传感器、设置至少一个代替构成第二电桥电路120b的纵向模式专用的氢传感器100e以及电阻元件100f的预备氢传感器。

[0145] 工业上的可利用性

[0146] 本公开的氢检测装置可以作为检测低浓度与高浓度的氢的宽范围的氢检测装置，特别是作为小型并且检测低浓度与高浓度的氢的宽范围的氢检测装置，例如作为搭载于燃料电池汽车的氢检测装置而使用。

[0147] 附图标记说明

[0148] 10、10a ~ 10e氢检测装置

[0149] 20a ~ 20c、21a ~ 21c、22a ~ 22f切换电路

[0150] 100、100a ~ 100c、100e、100g、100i氢传感器

[0151] 100d、100f、100h、100j电阻元件

[0152] 102 绝缘膜

[0153] 103 第一电极

[0154] 104 金属氧化物层

[0155] 104a 第一层

[0156] 104b 第二层

[0157] 104i 绝缘分离层

[0158] 106 第二电极

[0159] 106a、TE1a、TE2a、BEa开口

[0160] 106e 露出部分

[0161] 106s 金属层

[0162] 107a、107b、107c、109a、109b绝缘膜

[0163] 108通孔

[0164] 110、110a、110b预备氢传感器

[0165] 114 布线

[0166] 120a 第一电桥电路

[0167] 120b 第二电桥电路

[0168] 130a 第一预备电桥电路

[0169] 130b 第二预备电桥电路

[0170] 200、200a检测电路

[0171] 210 控制电路

[0172] 220 驱动电路

[0173] 230、231 电流计

[0174] 240 电压计

[0175] 300 氢检测装置

[0176] 301 ~ 304端子

[0177] 310 氢传感器

[0178] 311 参考元件

[0179] 320 ~ 323切换电路

- [0180] 330 电压计
- [0181] 331 直流电压源
- [0182] 340 半导体芯片
- [0183] TE1 第一端子
- [0184] TE2 第二端子
- [0185] BE 第三端子
- [0186] R1、R2、R1a、R1b、R2a、R2b、R3a、R3b、R4a、R4b、R100电阻器

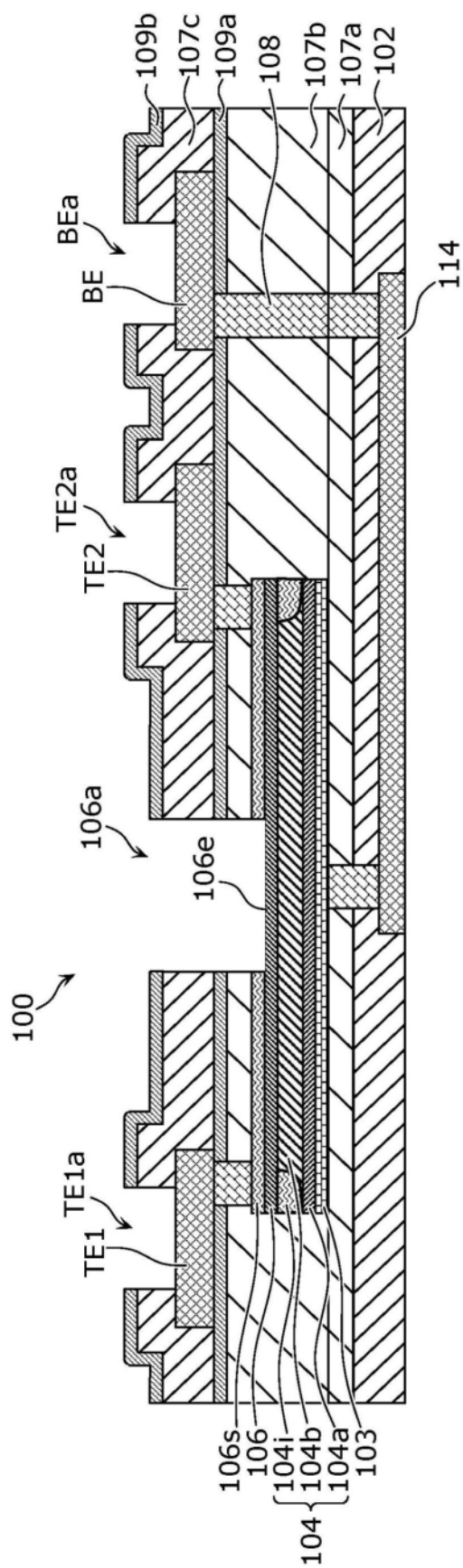


图1A

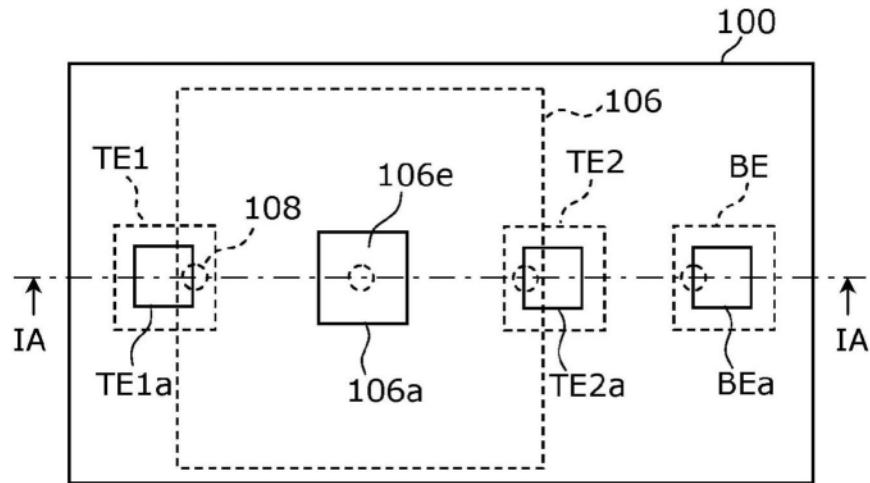


图1B

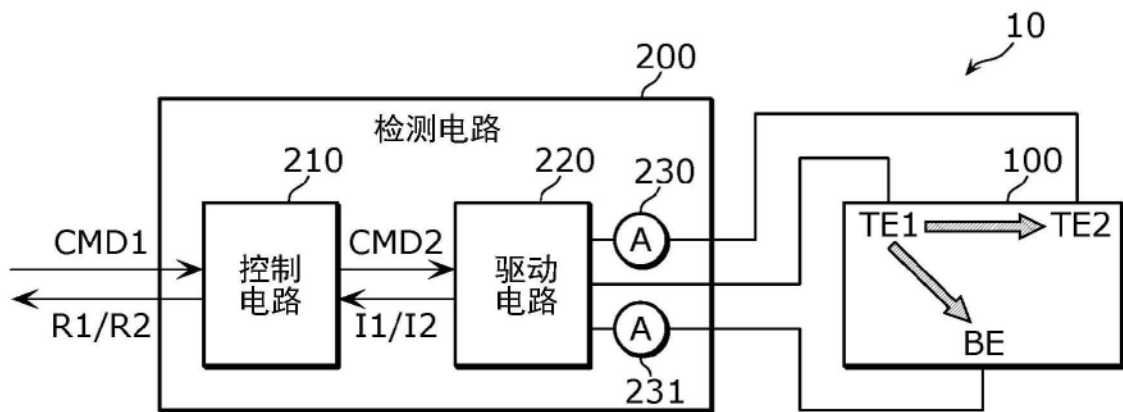


图2A

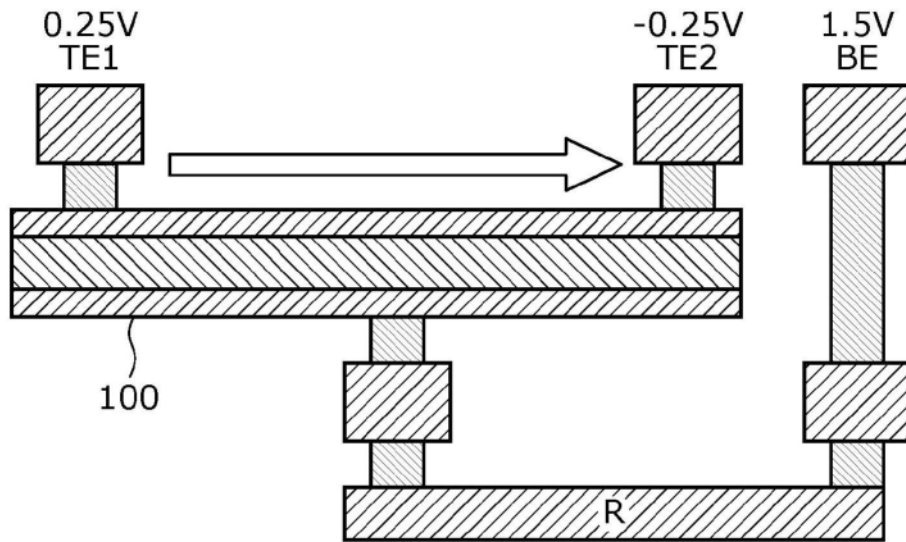


图2B

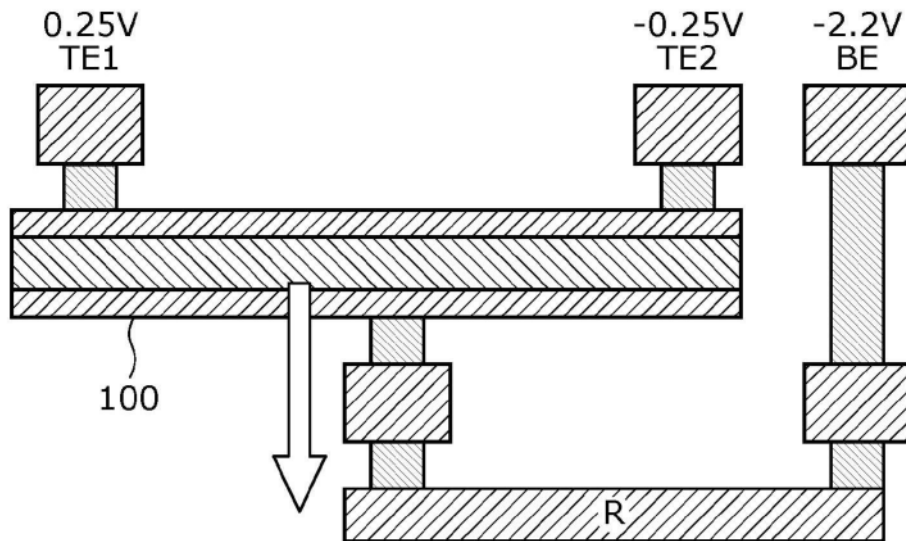


图2C

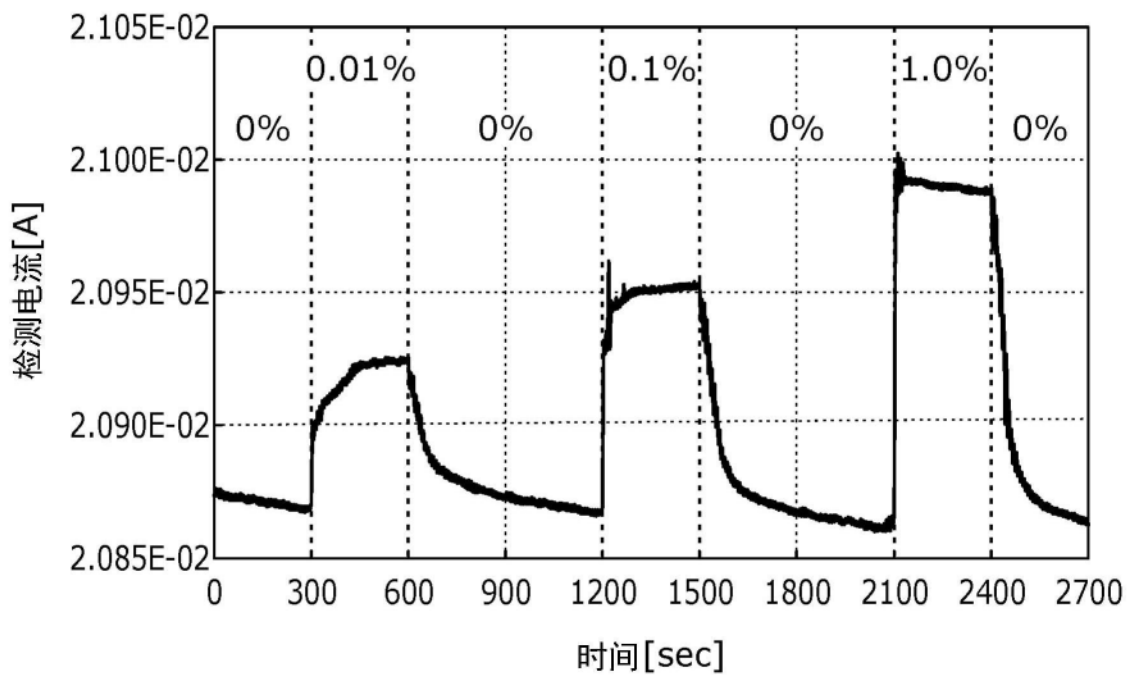


图3A

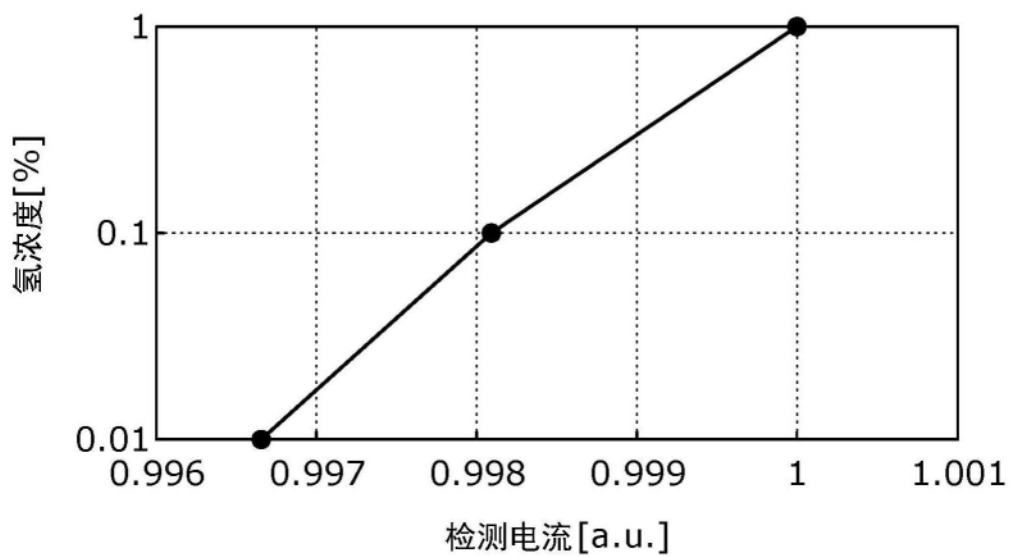


图3B

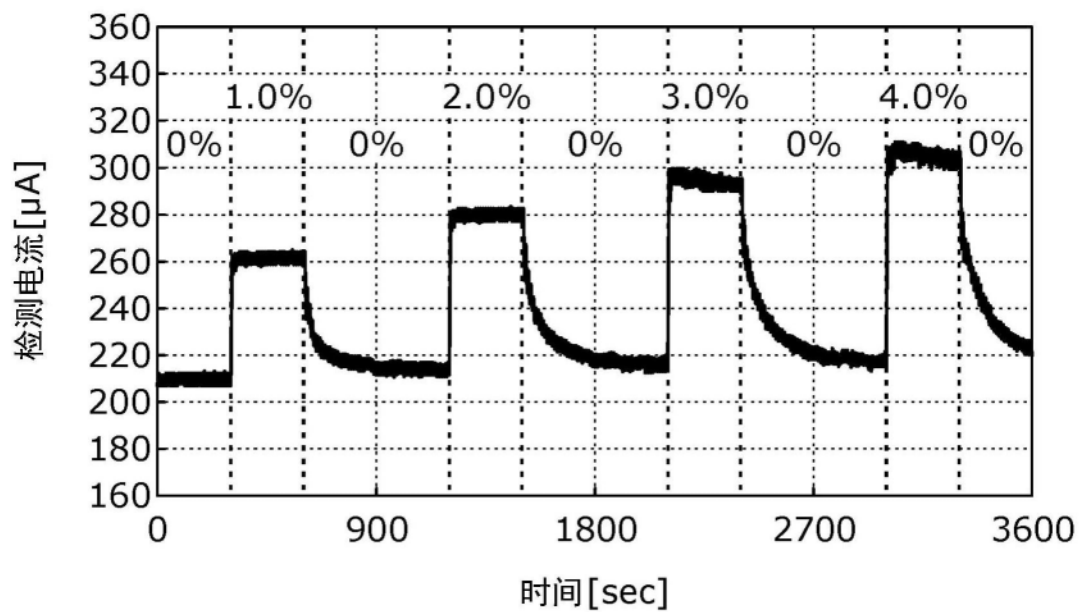


图4A

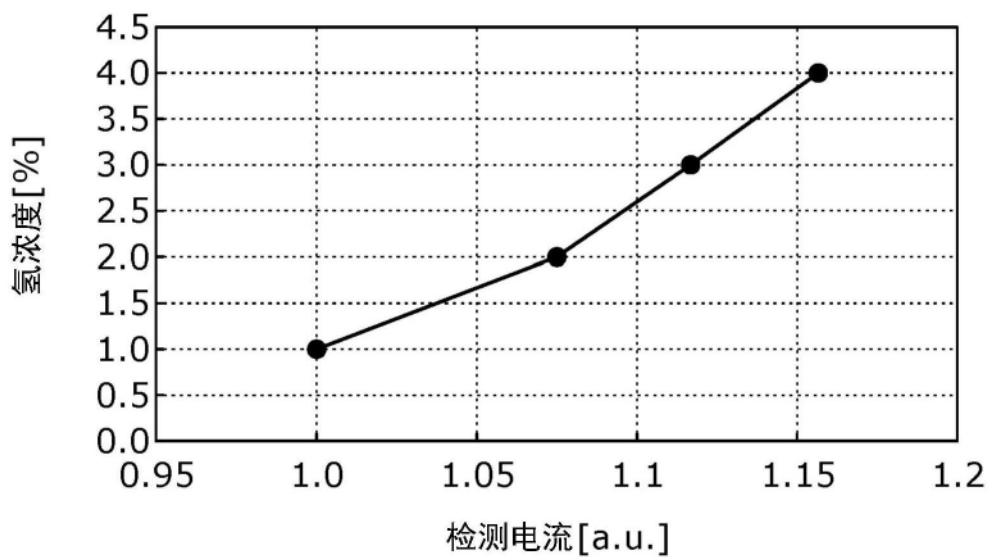


图4B

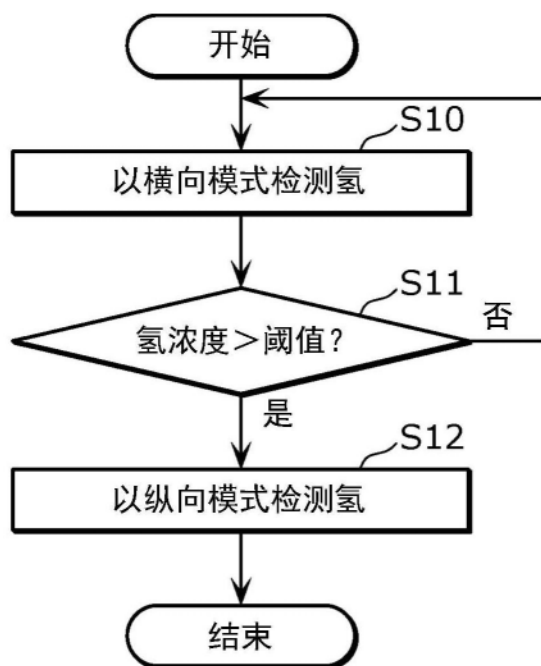


图5

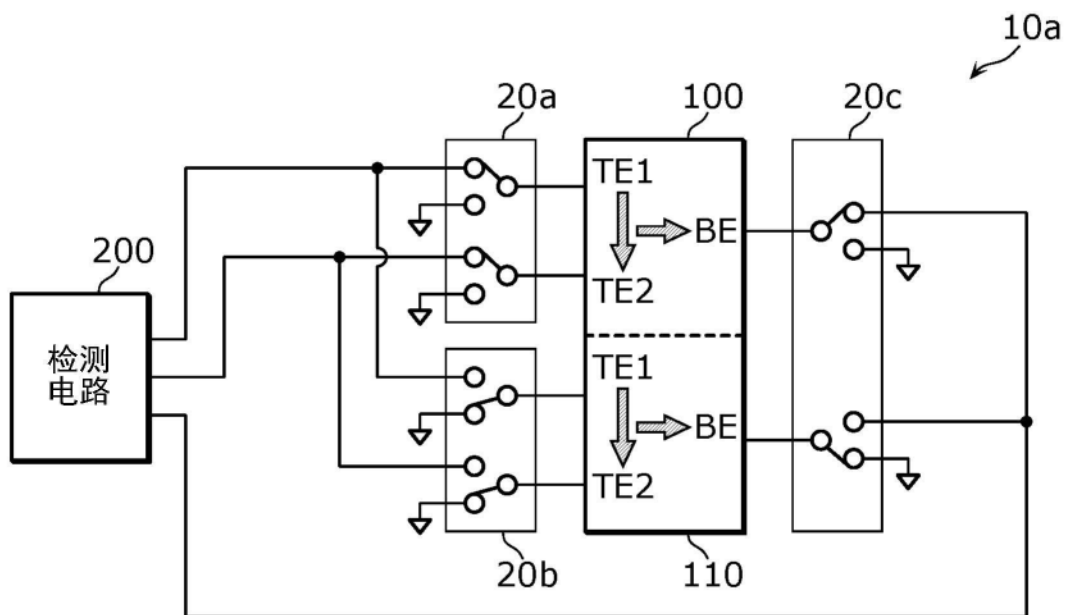


图6

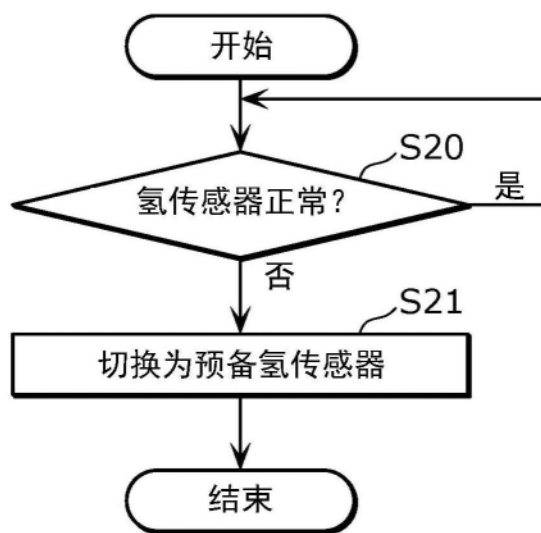


图7

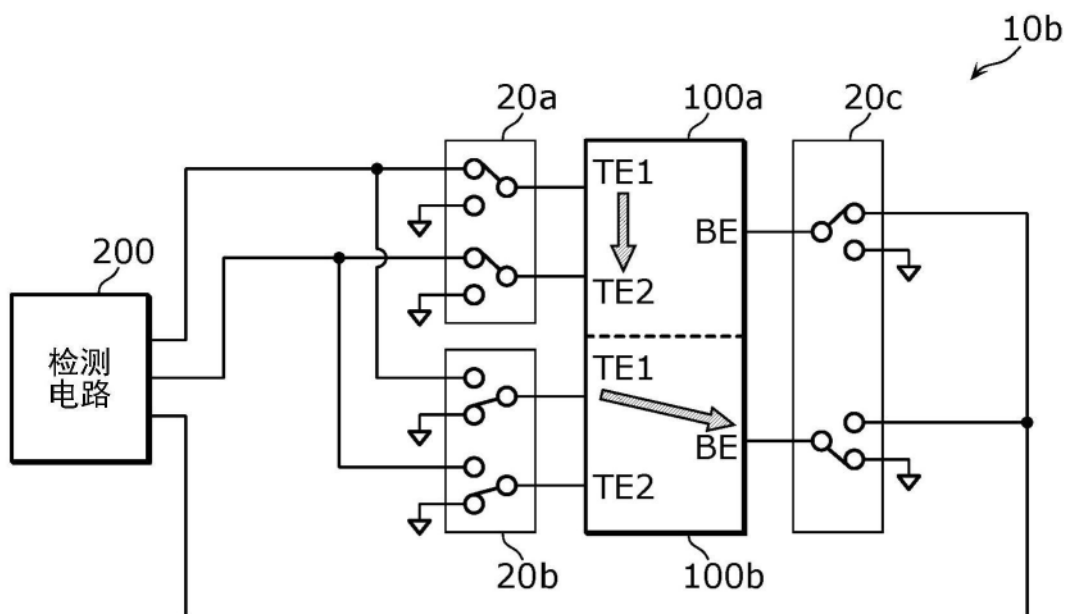


图8

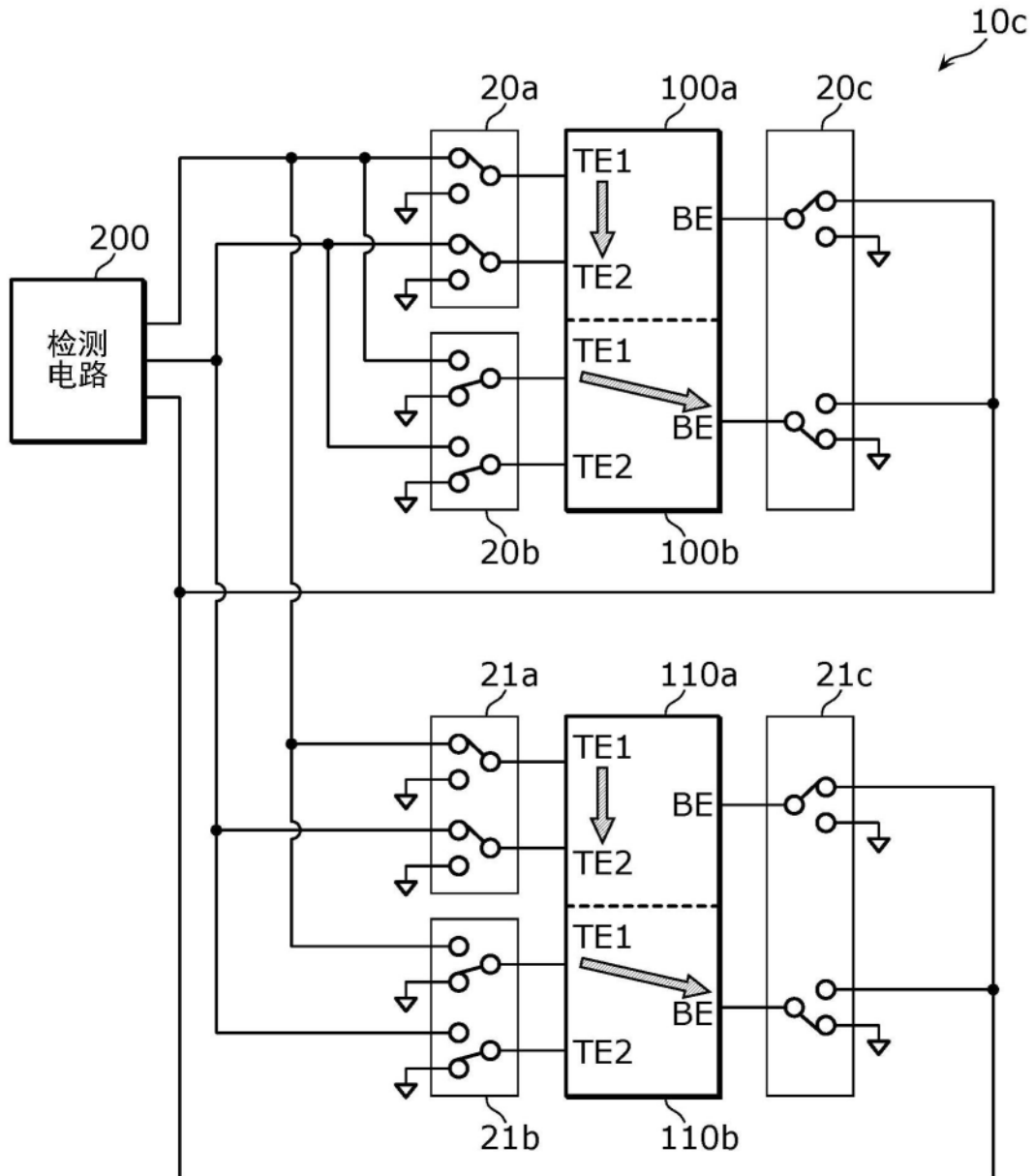


图9

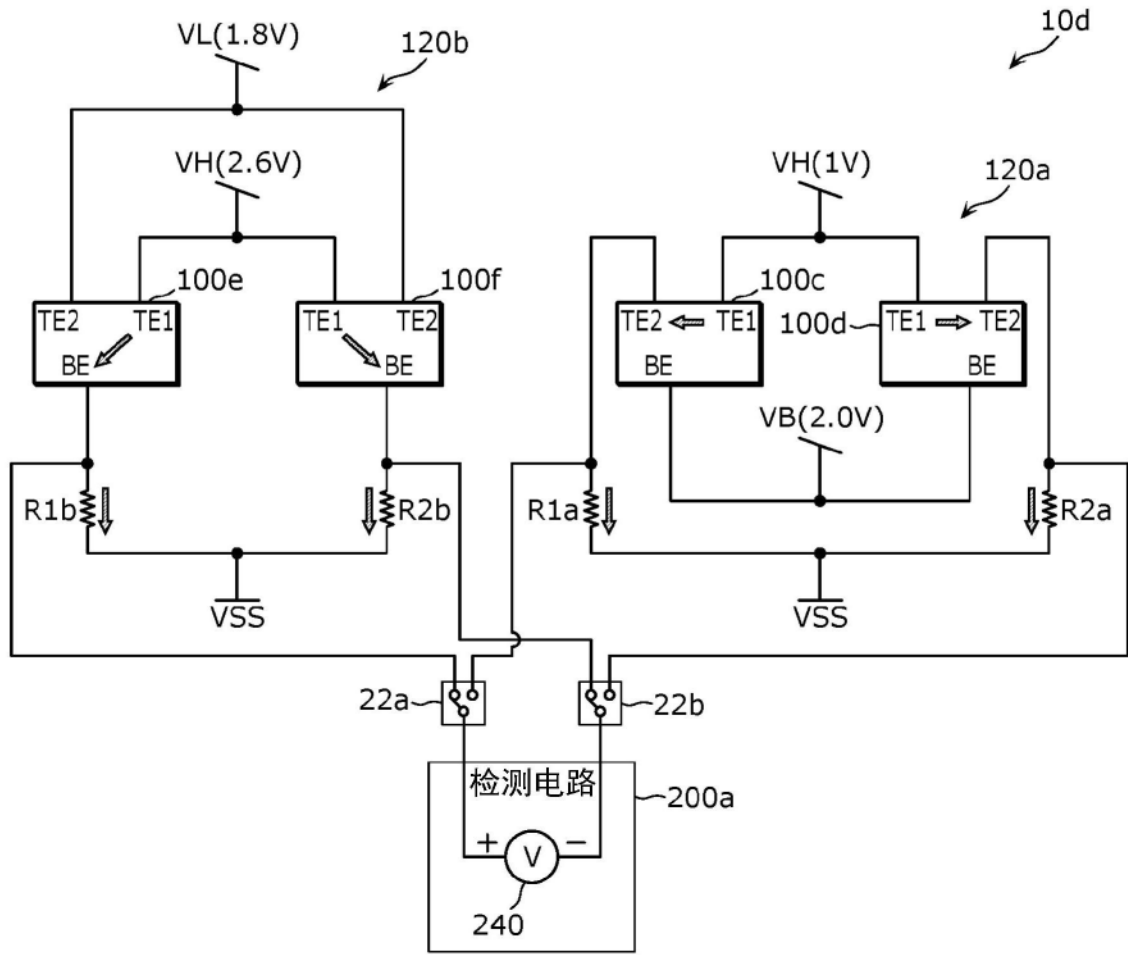


图10

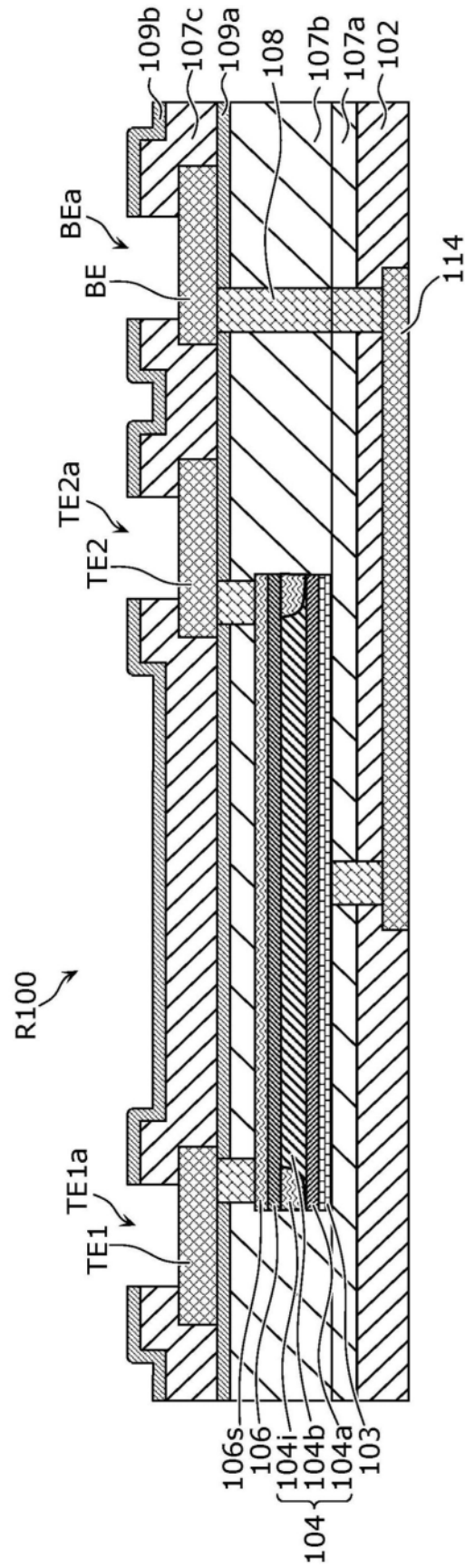


图11

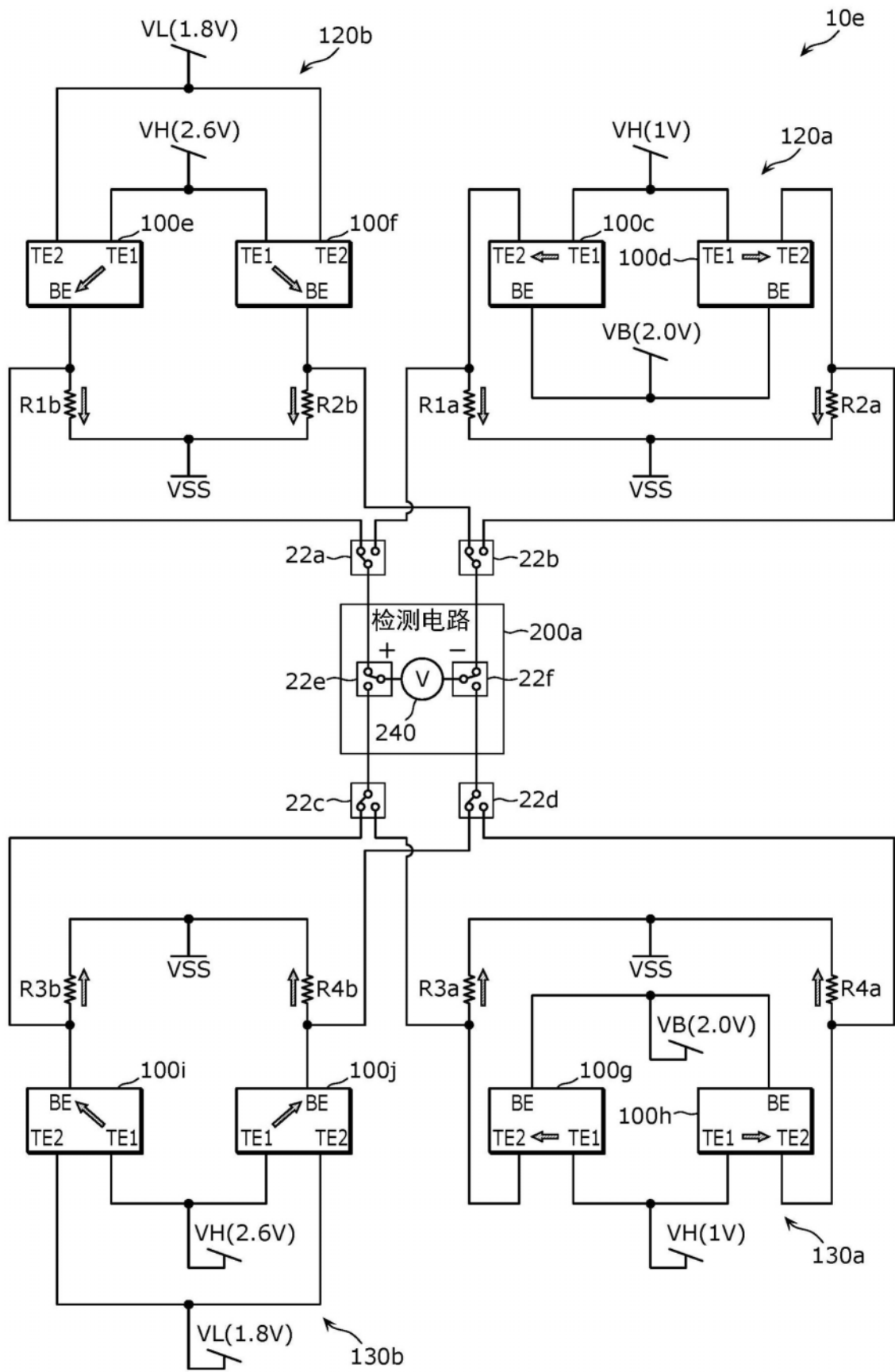


图12

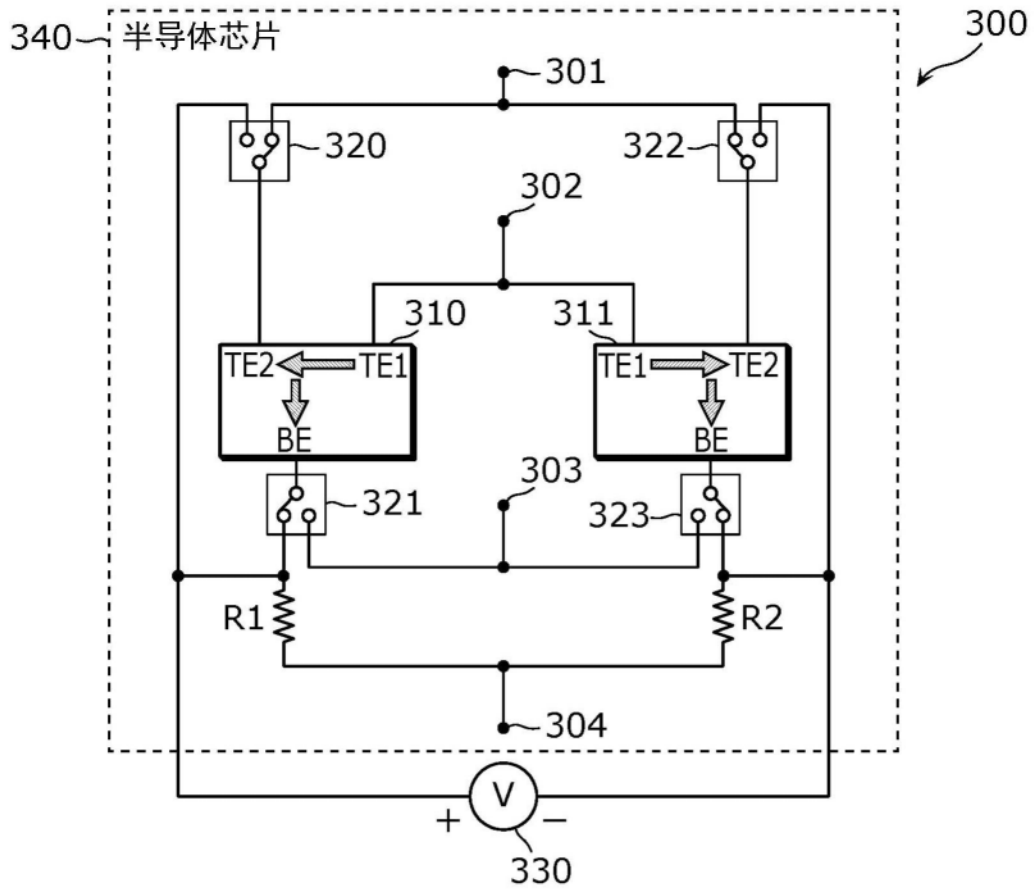


图13A

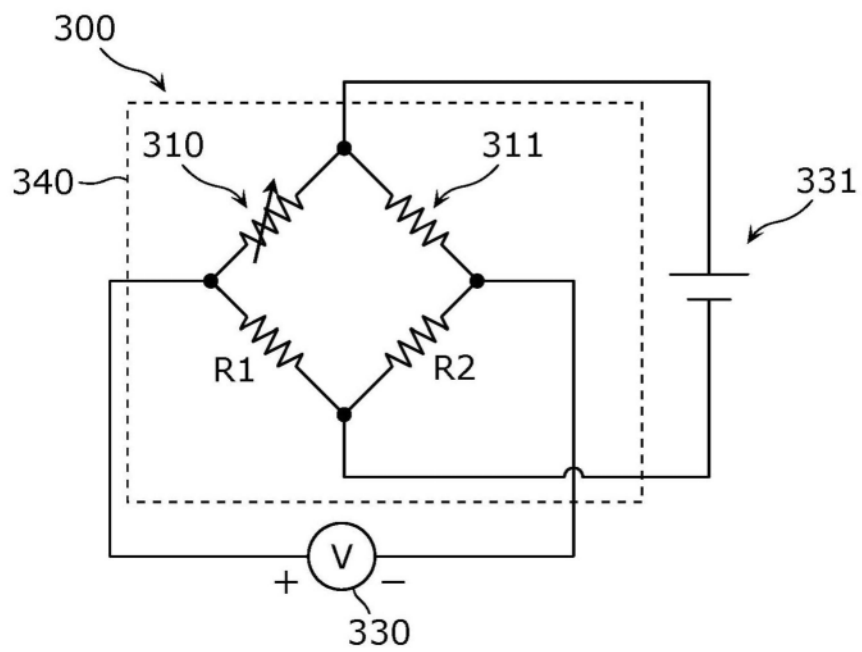


图13B