



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117795326 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 29

(21) 申请号 202280055434.4

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22) 申请日 2022.07.29

专利代理师 高迪

(30) 优先权数据

2021-130998 2021.08.11 JP

(51) Int.Cl.

G01N 27/12 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.02.07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/029406 2022.07.29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/017748 JA 2023.02.16

(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 本间运也 伊藤理 片山幸治

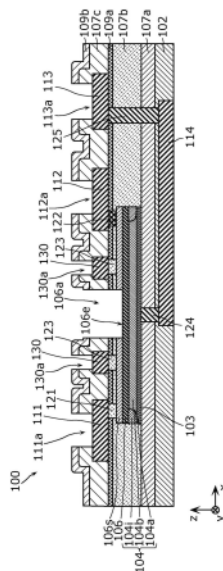
权利要求书3页 说明书14页 附图7页

(54) 发明名称

氢传感器

(57) 摘要

氢传感器(100)具备:面状的第一电极(103);面状的第二电极(106),与第一电极(103)对置设置,具有被露出于包含氢的气体的露出部(106e);金属氧化物层(104),被第一电极(103)以及第二电极(106)的对置的两个面夹着,通过气体接触露出部(106e)而电阻值变化;分别分隔设置的第一端子、第二端子以及散热部;一个以上的第一通孔(121),与第一端子(111)以及第二电极(106)电连接,设置于第二电极(106)的上方;一个以上的第二通孔(122),与第二端子(112)以及第二电极(106)电连接,设置于第二电极(106)的上方;一个以上的第三通孔(123),与散热部(130)相接,设置于第二电极(106)的上方。



1. 一种氢传感器,具备:
 - 面状的第一电极;
 - 面状的第二电极,与所述第一电极对置设置,具有被露出于包含氢的气体的露出部;
 - 金属氧化物层,被所述第一电极以及所述第二电极的对置的两个面夹着,通过所述气体接触所述露出部而电阻值变化;
 - 分别分隔设置的第一端子、第二端子以及散热部;
 - 一个以上的第一通孔,与所述第一端子以及所述第二电极电连接,设置于所述第二电极的上方;
 - 一个以上的第二通孔,与所述第二端子以及所述第二电极电连接,设置于所述第二电极的上方;以及
 - 一个以上的第三通孔,与所述散热部相接,设置于所述第二电极的上方。
2. 根据权利要求1所述的氢传感器,
 - 所述散热部对由于对所述第一端子或所述第二端子施加电压而产生的所述露出部、所述一个以上的第一通孔及所述一个以上的第二通孔的热进行散热。
3. 根据权利要求1或2所述的氢传感器,
 - 所述露出部设置于从所述第一端子经由所述一个以上的第一通孔、所述第二电极以及所述一个以上的第二通孔而流到所述第二端子的电流的路径上。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的氢传感器,
 - 所述一个以上的第三通孔设置于从所述第一端子经由所述一个以上的第一通孔、所述第二电极以及所述一个以上的第二通孔而流到所述第二端子的电流的路径上。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的氢传感器,
 - 在所述第一端子与所述第二端子之间被施加了电压的情况下,通过所述露出部与所述气体接触,所述第一端子以及所述第二端子之间的电阻值变化。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的氢传感器,
 - 具备多个所述散热部,
 - 在所述第一电极的平面图中,
 - 所述多个散热部的一部分设置于所述第一端子与所述露出部之间,
 - 所述多个散热部的另一部分设置于所述第二端子与所述露出部之间。
7. 一种氢传感器,具备:
 - 面状的第一电极;
 - 面状的第二电极,与所述第一电极对置设置,具有被露出于包含氢的气体的露出部;
 - 金属氧化物层,被所述第一电极以及所述第二电极的对置的两个面夹着,通过所述气体接触所述露出部而电阻值变化;
 - 分别分隔设置的第一端子、第三端子以及散热部;
 - 一个以上的第一通孔,与所述第一端子以及所述第二电极电连接,设置于所述第二电极的上方;
 - 一个以上的第四通孔,与所述第三端子以及所述第一电极电连接,设置于所述第一电极的下方;以及
 - 一个以上的第三通孔,与所述散热部相接,设置于所述第二电极的上方。

8. 根据权利要求7所述的氢传感器，

所述散热部对由于对所述第一端子或所述第三端子施加电压而产生的所述露出部、所述一个以上的第一通孔及所述一个以上的第四通孔的热进行散热。

9. 根据权利要求7或8所述的氢传感器，

所述露出部设置于从所述第一端子经由所述一个以上的第一通孔、所述第二电极、所述金属氧化物层、所述第一电极以及所述一个以上的第四通孔而流到所述第三端子的电流的路径上。

10. 根据权利要求7至9中任一项所述的氢传感器，

所述一个以上的第三通孔设置于从所述第一端子经由所述一个以上的第一通孔、所述第二电极、所述金属氧化物层、所述第一电极以及所述一个以上的第四通孔而流到所述第三端子的电流的路径上。

11. 根据权利要求7至10中任一项所述的氢传感器，

在所述第一端子以及所述第三端子之间被施加了电压的情况下，通过所述露出部与所述气体接触，所述第一电极以及所述第二电极之间的电阻值变化。

12. 根据权利要求7至11中任一项所述的氢传感器，

在所述第一电极的平面图中，所述一个以上的第四通孔与所述露出部重叠。

13. 根据权利要求7至12中任一项所述的氢传感器，

具备多个所述散热部，

在所述第一电极的平面图中，

所述多个散热部的一部分设置于所述第一端子与所述露出部之间，

所述多个散热部的另一部分设置于所述第三端子与所述露出部之间。

14. 根据权利要求1至13中任一项所述的氢传感器，

所述金属氧化物层具有体区域和被所述体区域包围的局部区域，

所述局部区域与所述体区域相比电流更容易流过。

15. 根据权利要求14所述的氢传感器，

所述金属氧化物层由氧空位型的金属氧化物构成，

所述局部区域的氧空位度比所述体区域高。

16. 一种氢传感器，具备：

面状的第一电极；

面状的第二电极，与所述第一电极对置设置，具有被露出于包含氢的气体的露出部；

金属氧化物层，被所述第一电极以及所述第二电极的对置的两个面夹着，通过所述气体接触所述露出部而电阻值变化；

分别分隔设置的第一端子、第二端子、第三端子以及散热部；

一个以上的第一通孔，与所述第一端子以及所述第二电极电连接，设置于所述第二电极的上方；

一个以上的第二通孔，与所述第二端子以及所述第二电极电连接，设置于所述第二电极的上方；

一个以上的第三通孔，与所述散热部相接，设置于所述第二电极的上方；以及

一个以上的第四通孔，与所述第三端子以及所述第一电极电连接，设置于所述第一电

极的下方。

氢传感器

技术领域

[0001] 本公开涉及氢传感器。

背景技术

[0002] 专利文献1公开了检测作为对象的气体的热传导式的气体传感器。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2018-119846号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的课题

[0007] 然而,专利文献1所公开的热传导式的气体传感器为了检测气体而被加热至数百℃左右,需要100mW左右的非常大的消耗电力。另外,存在对氢的检测精度低的课题。

[0008] 因此,本公开提供一种消耗电力低且对氢的检测精度高的氢传感器。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 本公开的一个方式的氢传感器具备:面状的第一电极;面状的第二电极,与所述第一电极对置设置,具有被露出于包含氢的气体的露出部;金属氧化物层,被所述第一电极以及所述第二电极的对置的两个面夹着,通过所述气体接触所述露出部而电阻值变化;分别分隔设置的第一端子、第二端子以及散热部;一个以上的第一通孔,与所述第一端子以及所述第二电极电连接,设置于所述第二电极的上方;一个以上的第二通孔,与所述第二端子以及所述第二电极电连接,设置于所述第二电极的上方;以及一个以上的第三通孔,与所述散热部相接,设置于所述第二电极的上方。

[0011] 另外,本公开的一个方式的氢传感器具备:面状的第一电极;面状的第二电极,与所述第一电极对置设置,具有被露出于包含氢的气体的露出部;金属氧化物层,被所述第一电极以及所述第二电极的对置的两个面夹着,通过所述气体接触所述露出部而电阻值变化;分别分隔设置的第一端子、第三端子以及散热部;一个以上的第一通孔,与所述第一端子以及所述第二电极电连接,设置于所述第二电极的上方;一个以上的第四通孔,与所述第三端子以及所述第一电极电连接,设置于所述第一电极的下方;以及一个以上的第三通孔,与所述散热部相接,设置于所述第二电极的上方。

[0012] 另外,本公开的一个方式的氢传感器具备:面状的第一电极;面状的第二电极,与所述第一电极对置设置,具有被露出于包含氢的气体的露出部;金属氧化物层,被所述第一电极以及所述第二电极的对置的两个面夹着,通过所述气体接触所述露出部而电阻值变化;分别分隔设置的第一端子、第二端子、第三端子以及散热部;一个以上的第一通孔,与所述第一端子以及所述第二电极电连接,设置于所述第二电极的上方;一个以上的第三通孔,与所述散热部相接,设置于所述第二电极的上方;以及一个以上的第四通孔,与所述第三端子以及所述第一电极电连接,设置于所述第一电极的下方。

[0013] 发明效果

[0014] 本公开的氢传感器的消耗电力低且对氢的检测精度高。

附图说明

[0015] 图1是表示实施方式1的氢传感器的构成例的剖面图。

[0016] 图2是表示实施方式1的氢传感器的构成例的平面图。

[0017] 图3是表示比较例的氢传感器的构成例的剖面图。

[0018] 图4是表示实施例的氢传感器及比较例的氢传感器的温度模拟的结果的表的图。

[0019] 图5是表示实施例的氢传感器及比较例的氢传感器的施加规定电压时的电流值的推移的图。

[0020] 图6是表示实施例的氢传感器及比较例的氢传感器的氢检测中的电流值的推移的图。

[0021] 图7是表示实施方式2的氢传感器的构成例的剖面图。

[0022] 图8是表示实施方式3的氢传感器的构成例的平面图。

具体实施方式

[0023] 以下,参照附图对实施方式进行具体说明。另外,以下说明的实施方式均表示总括性或具体的例子。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、步骤的顺序等是一例,并不是限定本公开的主旨。另外,以下的实施方式中的构成要素中的、独立权利要求中没有记载的构成要素,作为任意的构成要素进行说明。

[0024] 另外,各图是示意图,未必严格地图示。在各图中,对实质上相同的构成标注相同的附图标记,省略或简化重复的说明。

[0025] 另外,在本说明书中,氢传感器的构成中的“上方”以及“下方”这样的用语不是指绝对的空间认识中的上方向(铅垂上方)以及下方向(铅垂下方),而是基于层叠构造中的层叠顺序由相对的位置关系规定的用语。另外,“上方”及“下方”这样的用语不仅适用于两个构成要素相互隔开间隔地配置而在两个构成要素之间存在其他构成要素的情况,也适用于两个构成要素相互密接配置而两个构成要素相接的情况。

[0026] 另外,在本说明书以及附图中,x轴、y轴以及z轴表示三维正交坐标系的三轴。在各实施方式中,将与氢传感器所具备的面状的第一电极平行的双轴设为x轴以及y轴,将与该第一电极正交的方向设为z轴方向。

[0027] 另外,在本说明书中,“平面图”是指从z轴正方向观察氢传感器所具备的第一电极时的状况。

[0028] (实施方式1)

[0029] [构成]

[0030] 图1是表示本实施方式的氢传感器100的构成例的剖面图。图2是表示本实施方式的氢传感器100的构成例的平面图。另外,图1表示与图2的I-I线对应的位置处的剖面图。

[0031] 本实施方式的氢传感器100是检测氢的氢传感器。氢传感器100具备第一电极103、金属氧化物层104、第二电极106、金属层106s、第一通孔121、第二通孔122、两个第三通孔

123、第四通孔124、第五通孔125、第一端子111、第二端子112、第三端子113、两个散热部130以及布线114。另外,氢传感器100具备覆盖上述构成要素的绝缘层102、绝缘层107a、107b及107c、以及绝缘层109a及109b。在这些绝缘层设置有开口106a、开口111a、开口112a、开口113a以及两个开口130a。此外,在图2中,为了简单,未图示除绝缘层102以外的其他绝缘层。

[0032] 第一电极103是面状的电极,具有上表面(z轴正侧的面)以及下表面(z轴负侧的面)作为两个面。第一电极103的上表面与金属氧化物层104相接,第一电极103的下表面与绝缘层107a及第四通孔124相接。

[0033] 第一电极103的形状在平面图中为与第二电极106相同大小的矩形形状。第一电极103例如可以由钨、镍、钽、钛、铝、氮化钽、氮化钛等材料构成。这些材料可以是与金属氧化物层104中的金属相比标准电极电位更低的材料。标准电极电位表示其值越高越难以氧化的特性。第一电极103例如由氮化钽或氮化钛或它们的层叠形成。

[0034] 第一电极103设置于绝缘层107a的上方。另外,在第一电极103的上方设置有金属氧化物层104以及第二电极106。

[0035] 第二电极106是与第一电极103对置设置的面状的电极。第二电极106具有上表面(z轴正侧的面)以及下表面(z轴负侧的面)作为两个面。第二电极106的下表面与金属氧化物层104相接,第二电极106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内具有向外部空气露出的露出部106e。即,开口106a是在平面图中的第一端子111与第二端子112之间,使第二电极106的上表面不被绝缘层107b覆盖而露出的开口,贯通绝缘层107b、109a、107c以及109b而设置于第二电极106的上方。另外,在此,第二电极106所具有的上表面的一部分为露出部106e。露出部106e是在含氢气体中露出的平面区域。

[0036] 另外,第二电极106是具有氢解离性的电极。第二电极106例如由铂、铈、钯、或者镍、或者包含它们中的至少一种的合金等具有使氢原子从包含氢(更具体而言为氢原子)的气体解离的催化作用的材料构成。设第二电极106是铂。

[0037] 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,形成为第一通孔121、第二通孔122以及两个第三通孔123形成用的蚀刻阻挡层。但是,金属层106s不是必须的构成要素。

[0038] 金属氧化物层104是夹在第一电极103以及第二电极106的对置的两个面中的层。即,金属氧化物层104被夹在第一电极103的上表面以及第二电极106的下表面之间。金属氧化物层104由氧空位型的金属氧化物构成。

[0039] 金属氧化物层104可以是以下金属的氧化物。作为金属的一例,可以从钽、钎、钛、锆、铌、钨、镍及铁等过渡金属、以及铝中选择至少一个。过渡金属能够采取多种氧化状态,因此能够通过氧化还原反应来实现不同的电阻状态。

[0040] 在此,金属氧化物的“氧空位度”是指相对于由与该金属氧化物相同的元素构成的化学计量组成的氧化物中的氧的量,该金属氧化物中的氧的空位量的比例。在此,氧的空位量是指从化学计量组成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到的值。如果存在多个由与该金属氧化物相同的元素构成的化学计量组成的金属氧化物,则该金属氧化物的氧空位度基于这些化学计量组成的金属氧化物中具有最高电阻值的一个来定义。化学计量组成的金属氧化物与其他组成的金属氧化物相比,具有更稳定且更高的电阻值。例如,在金属氧化物层104为氧化钽的情况下,基于上述定义的化学计量组成的氧化

物为 Ta_2O_5 ,因此能够表现为 $TaO_{2.5}$ 。 $TaO_{2.5}$ 的氧空位度为0%, $TaO_{1.5}$ 的氧空位度为 $(2.5-1.5)/2.5=40\%$ 。另外,氧过剩的金属氧化物的氧空位度为负值。需要说明的是,在本公开中,只要没有特别说明,氧空位度可以取正值、0或负值。氧空位度小的氧化物更接近化学计量组成的氧化物,因此电阻值高,氧空位度大的氧化物更接近构成氧化物的金属,因此电阻值低。

[0041] 金属氧化物层104具有与第一电极103相接的第一层104a、设置于第一层104a的上方且与第一层104a及第二电极106相接的第二层104b、以及绝缘分离层104i。

[0042] 第二层104b的氧空位度小于第一层104a。例如,第一层104a为 TaO_x ($0 < x < 2.5$),第二层104b为氧空位度比第一层104a小的 Ta_2O_5 。另外,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。

[0043] 构成金属氧化物层104的金属氧化物作为具有气体响应性的电阻膜发挥功能。因此,通过第二电极106的露出部106e与含氢气体接触而金属氧化物层104的电阻值变化。

[0044] 在此,金属氧化物层104在露出部106e接触的气体中存在氢时,电阻值变小,更具体而言,氢越多,电阻值越小。另外,金属氧化物层104的电阻值根据露出部106e所接触的气体中的氢的有无而可逆地变化。

[0045] 该电阻值的变化如以下那样进行说明。当露出部106e与含氢气体接触时,氢原子被解离。解离的氢原子侵入金属氧化物层104内。由此,通过在金属氧化物层104形成杂质能级,金属氧化物层104的电阻值降低。

[0046] 进而,第一电极103、金属氧化物层104、第二电极106以及金属层106s的周围被绝缘层107b包围。进而,在该绝缘层107b的上方设置有绝缘层109a。

[0047] 在第二电极106的上方设置有第一通孔121、第二通孔122以及两个第三通孔123。另外,第一通孔121、第二通孔122以及两个第三通孔123是贯通绝缘层107b及绝缘层109a而立设置于金属层106s的通孔。

[0048] 绝缘层107c以及绝缘层109b设置于绝缘层109a上方。并且,在第一通孔121的上方、第二通孔122的上方以及两个第三通孔123各自的上方,分别设置有第一端子111、第二端子112以及两个散热部130。第一端子111、第二端子112以及两个散热部130分别分隔设置。

[0049] 第一端子111经由第一通孔121以及金属层106s与第二电极106电连接。即,第一通孔121与第一端子111以及第二电极106电连接。此外,本实施方式的氢传感器100具备一个第一通孔121,但不限于此,也可以具备一个以上的第一通孔121。

[0050] 第二端子112经由第二通孔122及金属层106s与第二电极106电连接。即,第二通孔122与第二端子112以及第二电极106电连接。此外,本实施方式的氢传感器100具备一个第二通孔122,但不限于此,也可以具备一个以上的第二通孔122。

[0051] 另外,开口111a及112a分别贯通绝缘层107c以及109b而设置于第一端子111以及第二端子112的上方。第一端子111及第二端子112经由开口111a及112a与驱动氢传感器100的外部的驱动电路连接。

[0052] 第一端子111、第二端子112、第一通孔121及第二通孔122可以由具有导电性的材料构成,例如可以由铝、铜、银或金等具有高导电性的金属材料构成。

[0053] 如图2所示,第一端子111和第二端子112配置在平面图中夹着露出部106e的位置。

通过该配置,通过在第一端子111与第二端子112之间施加规定的电压,第二电极106的露出部106e被通电,即,在露出部106e中流过电流。认为该露出部106e的通电使露出部106e的氢解离作用活性化。规定的电压也可以是具有相反极性的电压。

[0054] 氢传感器100通过在露出部106e的通电中,露出部106e与含氢气体接触,由此第一端子111与第二端子112之间的电阻值变化。通过上述的驱动电路检测该电阻值的变化,检测包含氢的气体。

[0055] 第三端子113经由第五通孔125、布线114以及第四通孔124与第一电极103电连接。第四通孔124是贯通绝缘层107a以及绝缘层102而设置于第二电极106的下方的通孔。第四通孔124与第三端子113以及第一电极103电连接。另外,如图2所示,在第一电极103的平面图中,第四通孔124与露出部106e重叠。此外,本实施方式的氢传感器100具备一个第四通孔124,但不限于此,也可以具备一个以上的第四通孔124。

[0056] 第五通孔125是贯穿绝缘层102、107a、107b及109a而设置于布线114的上方且第三端子113的下方的通孔。

[0057] 另外,开口113a贯通绝缘层107c以及109b而设置于第三端子113的上方。第三端子113经由开口113a与驱动氢传感器100的外部的驱动电路连接。

[0058] 氢传感器100通过在露出部106e的通电中,露出部106e与包含氢的气体接触,由此第一电极103以及第二电极106之间的电阻值变化。换言之,氢传感器100通过在露出部106e的通电中,露出部106e与包含氢的气体接触,由此使第一端子111或第二端子112与第三端子113之间的电阻值变化。通过上述的驱动电路检测该电阻值的变化,也可以检测包含氢的气体。

[0059] 此外,覆盖氢传感器100的主要部分的绝缘层102、绝缘层107a、107b及107c、以及绝缘层109a以及109b由氧化硅膜或氮化硅膜等形成。

[0060] 另外,第一电极103、金属氧化物层104以及第二电极106的层叠体是能够用作电阻变化存储器(Re RAM)的存储元件的构成。在电阻变化存储器中,利用金属氧化物层104可取的状态中的高电阻状态和低电阻状态这两个状态作为数字存储元件。在本公开的氢传感器100中,利用金属氧化物层104可取的状态中的高电阻状态。

[0061] 需要说明的是,在图1中,示出了金属氧化物层104是由以 TaO_x 为材料的第一层104a和以氧空位度小的 Ta_2O_5 为材料的第二层104b构成的两层构成的例子,但也可以是以氧空位度小的 Ta_2O_5 、或 TaO_x 为材料的一层构成。

[0062] 如图2所示,两个第三通孔123在平面图中设置于第一端子111与第二端子112之间。此外,在本实施方式中,第一通孔121、一个第三通孔123、第四通孔124、另一个第三通孔123以及第二通孔122依次呈直线状排列配置。

[0063] 即,两个第三通孔123设置于从第一端子111经由第一通孔121、第二电极106和第二通孔122流到第二端子112的电流的路径上。换言之,两个第三通孔123设置于从第一端子111经由第一通孔121、第二电极106、金属氧化物层104、第一电极103和第四通孔124流到第三端子113的电流的路径上。

[0064] 另外,两个第三通孔123分别与散热部130相接。此外,本实施方式的氢传感器100具备两个第三通孔123,但不限于此,也可以具备一个以上的第三通孔123。

[0065] 两个散热部130相互电隔离。另外,两个散热部130分别与第一端子111、第二端子

112以及第三端子113电隔离。此外,在本实施方式中,第一端子111、一个散热部130、露出部106e、另一个散热部130以及第二端子112依次呈直线状排列配置。

[0066] 如图2所示,平面图中两个散热部130的一部分(即一个散热部130)设置于第一端子111与露出部106e之间,两个散热部130的另一部分(即另一个散热部130)设置于第二端子112与露出部106e之间。即,也可以说另一个散热部130设置于第三端子113与露出部106e之间。

[0067] 两个散热部130对第二电极106(更具体而言,露出部106e)、第一通孔121、第二通孔122以及第四通孔124的热进行散热。第二电极106、第一通孔121以及第二通孔122的热经由金属层106s以及两个第三通孔123从两个散热部130散热。第四通孔124的热经由第一电极103、金属氧化物层104、第二电极106、金属层106s以及两个第三通孔123从两个散热部130散热。例如,在对第一端子111以及/或第二端子112施加了电压的情况下,两个散热部130对露出部106e、第一通孔121以及第二通孔122的热进行散热。另外,例如,在对第一端子111以及/或第三端子113施加了电压的情况下,两个散热部130对露出部106e、第一通孔121以及第四通孔124的热进行散热。

[0068] 另外,两个开口130a分别贯通绝缘层107c以及109b而设置于两个散热部130的上方。热经由该两个开口130a向氢传感器100之外散热。

[0069] 两个散热部130以及两个第三通孔123由具有导热性的材料构成,例如可以由铝、铜、银或金等具有高导热性的金属材料构成。另外,不限于此,两个散热部130以及两个第三通孔123也可以由陶瓷材料等具有低导电性且高导热性的材料构成。

[0070] 第一通孔121、第二通孔122以及两个第三通孔123可以由相同的材料构成,例如可以由铜构成。由此,在制造本实施方式的氢传感器100的情况下,能够同时形成第一通孔121、第二通孔122以及两个第三通孔123。

[0071] 另外,在此再次对露出部106e的配置进行说明。

[0072] 如图2所示,露出部106e在平面图中设置于第一端子111与第二端子112之间。

[0073] 即,露出部106e设置于从第一端子111经由第一通孔121、第二电极106和第二通孔122流到第二端子112的电流的路径上。换言之,露出部106e设置于从第一端子111经由第一通孔121、第二电极106、金属氧化物层104、第一电极103和第四通孔124流到第三端子113的电流的路径上。

[0074] [使用例]

[0075] 在此,使用使用例1以及2对本实施方式的氢传感器100检测氢的方法进行说明。

[0076] <使用例1>

[0077] 在使用例1中,基于第一端子111与第二端子112之间的电阻值的变化来进行氢的检测。在该情况下,设置有对在氢传感器100的第一端子111与第二端子112之间流过的电流进行测定的电流计。

[0078] 在使用例1中,在第一端子111以及第二端子112之间施加电压。例如,对第一端子111施加0.75V的电位,对第二端子112施加1.25V的电位,对第三端子113施加0V的电位,此时,从电流计输出在电流计中流过的电流值。根据输出的电流值和施加于氢传感器100的电压值,计算出第一端子111与第二端子112之间的电阻值。

[0079] 另外,通过在第一端子111与第二端子112之间流过电流,在该电流的路径中产生

热。通过在作为该电流的路径的一部分的露出部106e产生热,氢原子解离的效率变高。

[0080] 氢传感器100在露出部106e的通电中,通过露出部106e与包含氢的气体接触,由此第一端子111及第二端子112之间的电阻值变化。更具体而言,该电阻值根据解离的氢原子而变化。通过上述的驱动电路检测该电阻值的变化,由此检测包含氢的气体。

[0081] <使用例2>

[0082] 在使用例2中,基于第一端子111及第二端子112的至少一方与第三端子113之间的电阻值的变化,进行氢的检测。在该情况下,设置有对在氢传感器100的第一端子111以及第二端子112的至少一方与第三端子113之间流过的电流进行测定的电流计。

[0083] 在使用例2中,在第一端子111以及第三端子113之间施加电压。例如,对第一端子111施加0.75V的电位,对第二端子112施加1.25V的电位,对第三端子113施加0V的电位,此时,从电流计输出在电流计中流过的电流值。根据输出的电流值以及施加于氢传感器100的电压值,计算出第一端子111及第二端子112的至少一方与第三端子113之间的电阻值。更具体地,计算第一电极103以及第二电极106之间的电阻值。

[0084] 氢传感器100在露出部106e的通电中,通过露出部106e与含氢气体接触,由此第一电极103以及第二电极106之间的电阻值变化。通过上述的驱动电路检测该电阻值的变化,由此检测包含氢的气体。此外,上述所示的施加电压是一例,并不限定于这样的值。

[0085] [实施例以及比较例]

[0086] 进而,在此,使用实施例及比较例对本实施方式的氢传感器100进行更详细的说明。

[0087] 图3是表示比较例的氢传感器100x的构成例的剖面图。

[0088] 首先,实施例和本实施方式的氢传感器100具备相同的构成。另外,比较例的氢传感器100x除了不具备两个第三通孔123及两个散热部130这一点以外,具备与本实施方式的氢传感器100相同的构成。

[0089] <温度模拟>

[0090] 首先,对温度模拟进行说明。

[0091] 图4是表示实施例的氢传感器100及比较例的氢传感器100x的温度模拟的结果的表的图。更具体而言,在图4中示出了在第一端子111与第二端子112之间施加了电压的情况下的、露出部106e与第一通孔121的温度的模拟结果。

[0092] 如图4所示,以在第一端子111与第二端子112之间流过的电流成为1、5、10、2、15、20、25以及30mA的方式施加电压。示出了即使在施加了任意电流的情况下,与比较例的氢传感器100x相比,在实施例的氢传感器100中,露出部106e以及第一通孔121的温度更低。另外,示出了与比较例的氢传感器100x相比,在实施例的氢传感器100中,露出部106e与第一通孔121的温度差相同或更大,第一通孔121被充分冷却。

[0093] 即,示出了通过氢传感器100具备两个第三通孔123以及两个散热部130,由此氢传感器100(更具体而言,露出部106e以及第一通孔121)产生的热被散热。

[0094] <电流值推移>

[0095] 接着,对电流值的推移进行说明。

[0096] 图5是表示实施例的氢传感器100及比较例的氢传感器100x的施加规定电压时的电流值的推移的图。更具体而言,图5是表示对第一端子111施加0V的电位、对第二端子112

施加0.5V的电位,对第三端子113施加0V的电位的情况下的电流值的推移的图。

[0097] 另外,电流值以各个氢传感器100以及100x中的0sec时刻的电流值成为1的方式被标准化。

[0098] 如图5所示,在比较例的氢传感器100x中,电流值的经时变化大。即,在氢传感器100x中,随着时间的经过,电流值从初始电流(0sec的电流)逐渐降低。通常,由金属材料构成的第一通孔121等通孔在温度变高时电阻值增加。如图4所示,氢传感器100x中的第一通孔121的温度容易变高,因此电阻值容易上升。因此,电流值的经时变化变大。

[0099] 另一方面,如图5所示,在实施例的氢传感器100中,电流值的经时变化小,保持为恒定电流。通过两个第三通孔123以及两个散热部130,第一通孔121的热容易散热,抑制第一通孔121的电阻值上升。因此,电流容易保持为恒定。

[0100] <氢检测>

[0101] 进而,对氢的检测进行说明。

[0102] 图6是表示实施例的氢传感器100及比较例的氢传感器100x的氢检测中的电流值的推移的图。在此,图示了在第一端子111与第二端子112之间流过的电流。氢传感器100以及氢传感器100x在期间T1、T3以及T5中露出于包含氢的气体,在期间T0、T2、T4以及T6中不露出于包含氢的气体。需要说明的是,在此,该气体为包含氢分子的气体,氢分子的浓度为500ppm。

[0103] 在氢传感器100中,在期间T1、T3及T5中保持为恒定的电流值,即使反复露出于包含氢的气体,电流值也不会大幅变化而稳定。另一方面,在氢传感器100x中,在期间T1、T3以及T5中电流值依次降低,不稳定。

[0104] 如上所述,第一通孔121的热容易被两个第三通孔123以及两个散热部130散热,抑制第一通孔121的电阻值上升。因此,在氢传感器100检测氢的期间,电流值容易保持为恒定。

[0105] 如“使用例”中说明的那样,在本实施方式的氢传感器100中,根据输出的电流值以及施加于氢传感器100的电压值,计算出第一端子111及第二端子112之间的电阻值。进而,基于该电阻值检测包含氢的气体。在具备两个第三通孔123及两个散热部130的氢传感器100中,即使在检测到氢的期间,在第一端子111与第二端子112之间流过的电流值也容易保持为恒定。因此,能够更高精度地计算第一端子111以及第二端子112之间的电阻值,并且基于高精度地计算出的电阻值来检测氢。因此,本实施方式的氢传感器100是对氢的检测精度高的传感器。此外,即使在第一端子111以及第二端子112的至少一方与第三端子113之间施加电压而计算第一电极103以及第二电极106之间的电阻值的情况下,也容易将在第一电极103以及第二电极106间流过的电流值保持为恒定。因此,可期待同样的效果。

[0106] 另外,如<温度模拟>及<电流值推移>中说明的那样,在氢传感器100中,使用几V的电压以及几mA~几十mA的电流,即,能够以几十mW的消耗电力检测氢。因此,本实施方式的氢传感器100是消耗电力低的传感器。

[0107] 另外,在氢传感器100中,在期间T2、T4及T6中也保持为恒定的电流值,紧接着露出于包含氢的气体之后的电流值不会大幅变化而稳定。另一方面,在氢传感器100x中,在期间T2、T4以及T6中电流值降低,不稳定。

[0108] [效果等]

[0109] 本实施方式的氢传感器100具备：面状的第一电极103；面状的第二电极106，与第一电极103对置设置，具有被露出于包含氢的气体的露出部106e；金属氧化物层104，被第一电极103以及第二电极106的对置的两个面夹着，通过气体接触露出部106e而电阻值变化；分别分隔设置的第一端子、第二端子以及散热部；一个以上的第一通孔121，与第一端子111以及第二电极106电连接，设置于第二电极106的上方；一个以上的第二通孔122，与第二端子112以及第二电极106电连接，设置于第二电极106的上方；以及一个以上的第三通孔123，与散热部130相接，设置于第二电极106的上方。

[0110] 通过这样的构成，通过两个第三通孔123及两个散热部130使氢气传感器100（例如，第一通孔121）中产生的热散热。因此，能够抑制第一通孔121等通孔的电阻值因热而上升。因此，在氢传感器100检测氢的期间，电流值容易保持为恒定。在本实施方式的氢传感器100中，如<使用例1>中说明的那样，根据输出的电流值以及施加于氢传感器100的电压值计算出第一端子111及第二端子112之间的电阻值。进而，基于该电阻值检测包含氢的气体。在具备两个第三通孔123及两个散热部130的氢传感器100中，即使在检测到氢的期间，在第一端子111与第二端子112之间流过的电流值也容易保持为恒定。因此，能够更高精度地计算第一端子111与第二端子112之间的电阻值，并且基于高精度地计算出的电阻值来检测氢。因此，本实施方式的氢传感器100是对氢的检测精度高的传感器。

[0111] 在氢传感器100中，能够以几十mW的消耗电力检测氢。因此，本实施方式的氢传感器100例如是与专利文献1所公开的气体传感器相比消耗电力低的传感器。

[0112] 在本实施方式中，散热部130对由于对第一端子111或第二端子112施加电压而产生的露出部106e、一个以上的第一通孔121及一个以上的第二通孔122的热进行散热。

[0113] 由此，在对第一端子111或者第二端子112施加了电压的情况下，露出部106e、第一通孔121以及第二通孔122的热更容易散热，第一通孔121以及第二通孔122的温度上升被抑制。因此，在第一端子111与第二端子112之间流过的电流值更容易保持为恒定。即，实现对氢的检测精度更高的氢传感器100。

[0114] 在本实施方式中，露出部106e设置于从第一端子111经由一个以上的第一通孔121、第二电极106和一个以上的第二通孔122流到第二端子112的电流的路径上。

[0115] 由此，通过在第一端子111与第二端子112之间流过电流，在该电流的路径中产生热。通过在作为该电流的路径的一部分的露出部106e产生热，氢原子解离的效率变高。通过氢原子容易解离，第一端子111及第二端子112之间的电阻值容易灵敏度良好地变化，即，本实施方式的氢传感器100对氢的检测精度变得更高。

[0116] 在本实施方式中，一个以上的第三通孔123设置于从第一端子111经由一个以上的第一通孔121、第二电极106和一个以上的第二通孔122流到第二端子112的电流的路径上。

[0117] 由此，热更容易从两个散热部130散热。因此，在第一端子111与第二端子112之间流过的电流值更容易保持为恒定。即，实现对氢的检测精度更高的氢传感器100。

[0118] 在本实施方式中，在第一端子111与第二端子112之间被施加了电压的情况下，露出部106e与气体接触，由此第一端子111与第二端子112之间的电阻值变化。

[0119] 由此，基于该电阻值变化，能够检测包含氢的气体。

[0120] 在本实施方式中，具备多个散热部130，在第一电极103的平面图中，多个散热部130的一部分设置于第一端子111与露出部106e之间，多个散热部130的另一部分设置于第

二端子112与露出部106e之间。

[0121] 由此,热更容易从两个散热部130散热。因此,在第一端子111与第二端子112之间流过的电流值更容易保持为恒定。即,实现对氢的检测精度更高的氢传感器100。

[0122] 本实施方式的氢传感器100具备:面状的第一电极103;面状的第二电极106,与第一电极103对置设置,具有露出于包含氢的气体的露出部106e;金属氧化物层104,被第一电极103以及第二电极106的对置的两个面夹着,通过气体接触露出部106e而电阻值变化;分别分隔设置的第一端子111、第三端子113以及散热部130;一个以上的第一通孔121,与第一端子111以及第二电极106电连接,设置于第二电极106的上方;一个以上的第四通孔124,与第三端子113以及第一电极103电连接,设置于第一电极103的下方;以及一个以上的第三通孔123,与散热部130相接,设置于第二电极106的上方。

[0123] 通过这样的构成,通过两个第三通孔123及两个散热部130使氢气传感器100(例如,第一通孔121)中产生的热散热。因此,能够抑制第一通孔121等通孔的电阻值因热而上升。因此,在氢传感器100检测氢的期间,电流值容易保持为恒定。在本实施方式的氢传感器100中,如<使用例2>中说明的那样,根据输出的电流值以及施加于氢传感器100的电压值计算出第一电极103以及第二电极106之间的电阻值。进而,基于该电阻值检测包含氢的气体。在具备两个第三通孔123以及两个散热部130的氢传感器100中,即使在检测到氢的期间,在第一电极103以及第二电极106之间流过的电流值也容易保持为恒定。因此,能够更高精度地计算第一电极103与第二电极106之间的电阻值,进而,基于高精度地计算出的电阻值来检测氢。因此,本实施方式的氢传感器100是对氢的检测精度高的传感器。

[0124] 在氢传感器100中,能够以几十mW的消耗电力检测氢。因此,本实施方式的氢传感器100例如是与专利文献1所公开的气体传感器相比消耗电力低的传感器。

[0125] 在本实施方式中,散热部130对由于对第一端子111或第三端子113施加电压而产生的露出部106e、一个以上的第一通孔121及一个以上的第四通孔124的热进行散热。

[0126] 由此,在对第一端子111或者第三端子113施加了电压的情况下,露出部106e、第一通孔121以及第四通孔124的热更容易散热,第一通孔121以及第四通孔124的温度上升被抑制。因此,在第一电极103以及第二电极106之间流过的电流值更容易保持为恒定。即,实现对氢的检测精度更高的氢传感器100。

[0127] 在本实施方式中,露出部106e设置于从第一端子111经由一个以上的第一通孔121、第二电极106、金属氧化物层104、第一电极103和一个以上的第四通孔124流到第三端子113的电流的路径上。

[0128] 由此,通过在第一电极103以及第二电极106之间流过电流,在该电流的路径中产生热。通过在作为该电流的路径的一部分的露出部106e产生热,氢原子解离的效率变高。通过氢原子容易解离,第一电极103以及第二电极106之间的电阻值容易灵敏度良好地变化,即,本实施方式的氢传感器100对氢的检测精度更高。

[0129] 在本实施方式中,一个以上的第三通孔123设置于从第一端子111经由一个以上的第一通孔121、第二电极106、金属氧化物层104、第一电极103和一个以上的第四通孔124流到第三端子113的电流的路径上。

[0130] 由此,热更容易从两个散热部130散热。因此,在第一电极103以及第二电极106之间流过的电流值更容易保持为恒定。即,实现对氢的检测精度更高的氢传感器100。

[0131] 在本实施方式中,在第一端子111与第三端子113之间被施加了电压的情况下,通过露出部106e与气体接触,由此第一电极103与第二电极106之间的电阻值变化。

[0132] 由此,基于该电阻值变化,能够检测包含氢的气体。

[0133] 在本实施方式中,在第一电极103的平面图中,一个以上的第四通孔124与露出部106e重叠。

[0134] 由此,例如如本实施方式所示,在平面图中露出部106e以被夹在两个散热部130之间的方式配置的情况下,第四通孔124与两个散热部130的距离容易接近。因此,第四通孔124的热更容易从两个散热部130散热。因此,在第一电极103以及第二电极106之间流过的电流值更容易保持为恒定。即,实现对氢的检测精度更高的氢传感器100。

[0135] 本实施方式的氢传感器100具备多个散热部130,在第一电极103的平面图中,多个散热部130的一部分设置于第一端子111与露出部106e之间,多个散热部130的另一部分设置于第三端子113与露出部106e之间。

[0136] 由此,热更容易从两个散热部130散热。因此,在第一电极103以及第二电极106之间流过的电流值更容易保持为恒定。即,实现对氢的检测精度更高的氢传感器100。

[0137] 本实施方式的氢传感器100具备:面状的第一电极103;面状的第二电极106,与第一电极103对置设置,具有露出于包含氢的气体的露出部106e;金属氧化物层104,被第一电极103以及第二电极106的对置的两个面夹着,通过气体接触露出部106e而电阻值变化;分别分隔设置的第一端子111、第二端子112、第三端子113以及散热部130;一个以上的第一通孔121,与第一端子111以及第二电极106电连接,设置于第二电极106的上方;一个以上的第二通孔122,与第二端子112以及第二电极106电连接,设置于第二电极106的上方;一个以上的第三通孔123,与散热部130相接,并设置于第二电极106的上方;以及一个以上的第四通孔124,与第三端子113以及第一电极103电连接,设置于第一电极103的下方。

[0138] 根据这样的构成,在本实施方式的氢传感器100中,可以适用<使用例1>及<使用例2>双方的使用方法。因此,如上所述,本实施方式的氢传感器100是对氢的检测精度高的传感器。

[0139] 在氢传感器100中,能够以几十mW的消耗电力检测氢。因此,本实施方式的氢传感器100例如是与专利文献1所公开的气体传感器相比消耗电力低的传感器。

[0140] (实施方式2)

[0141] [构成]

[0142] 以下,对实施方式2的氢传感器200的构成进行说明。图7是表示本实施方式的氢传感器200的构成例的剖面图。

[0143] 氢传感器200除了具备金属氧化物层204这一点以外,是与实施方式1的氢传感器100相同的构成。氢传感器200具备第一电极103、金属氧化物层204、第二电极106、金属层106s、第一通孔121、第二通孔122、两个第三通孔123、第四通孔124、第五通孔125、第一端子111、第二端子112、第三端子113、两个散热部130以及布线114。另外,氢传感器200具备覆盖上述构成要素的绝缘层102、绝缘层107a、107b及107c、以及绝缘层109a及109b。

[0144] 进而,金属氧化物层204除了具有体(bulk)区域和局部区域105这一点以外,是与金属氧化物层104相同的构成。即,金属氧化物层204具有第一层104a、第二层104b、绝缘分离层104i、体区域和局部区域105。

[0145] 更具体而言,金属氧化物层204所具有的第二层104b包含体区域和被该体区域包围的局部区域105。此外,体区域是指图7所示的第二层104b中的不是局部区域105的区域。

[0146] 局部区域105也是与第二电极106相接且不与第一电极103相接的区域。局部区域105是氧空位度高于体区域的区域。局部区域105中包含的金属氧化物的氧空位度根据施加于第一电极103与第二电极106之间的电信号的施加以及露出部106e所接触的气体中的氢的有无而可逆地变化。局部区域105是包含由氧缺陷位点构成的丝极(filament)的微小区域。丝极作为导电通路发挥功能。

[0147] 局部区域105通过在第一电极103与第二电极106之间施加初始断开电压而形成于金属氧化物层204内。在此,初始断开电压也可以是绝对值比为了使金属氧化物层204在高电阻状态与低电阻状态之间可逆地迁移而在第一电极103与第二电极106之间施加的通常的写入电压大的电压。初始断开电压也可以是绝对值比上述写入电压小的电压。在这种情况下,可以反复施加初始断开电压或连续施加规定时间。通过初始断开电压的施加,如图7所示,在金属氧化物层204内形成与第二电极106相接且不与第一电极103相接的局部区域105。

[0148] 局部区域105也可以仅在氢传感器200的金属氧化物层204形成一处。金属氧化物层204中的局部区域105的数量例如能够通过EBAC(Electron Beam Absorbed Current,电子束吸收电流)解析来确认。

[0149] 通过在金属氧化物层204形成局部区域105,在对第一电极103与第二电极106之间施加电压时,金属氧化物层204内的电流集中流向局部区域105。即,局部区域105是与体区域相比电流更容易流过的区域。

[0150] 局部区域105由于其大小较小,例如,由于用于读出电阻值的1V左右的电压施加时的几十 μ A左右的电流(即,小于0.1mW的消耗电力)而产生的发热,产生相当的温度上升。

[0151] 因此,第二电极106由具有催化作用的金属例如Pt构成,第二电极106的与局部区域105相接的部分通过局部区域105中的发热而被加热,由此提高氢原子从包含氢(更具体而言为氢原子)的气体解离的效率。

[0152] 其结果,若作为检查对象的气体中存在氢,则在第二电极106中解离的氢原子与局部区域105内的氧原子结合,局部区域105的电阻值降低。

[0153] 这样,氢传感器200具有当露出部106e与包含氢的气体接触时金属氧化物层204的电阻值降低的特性。根据该特性,使作为检查对象的气体与露出部106e接触,通过第一电极103与第二电极106之间的电阻值降低能够检测气体中包含的氢。

[0154] 此外,即使在局部区域105为高电阻状态以及低电阻状态中的任一状态下,通过包含氢的气体与露出部106e接触,也会产生电阻值的进一步降低。因此,氢的检测也能够通过局部区域105处于高电阻状态以及低电阻状态中的任一状态的氢传感器200来进行。但是,为了能够更明确地检测电阻值的降低,也可以使用预先将局部区域105电性地设定为高电阻状态的氢传感器200。

[0155] [效果等]

[0156] 在本实施方式中,金属氧化物层204具有体区域和由体区域包围的局部区域105,局部区域105与体区域相比电流更容易流过。

[0157] 由此,由于基于用于读出电阻值的1V左右的电压施加时的几十 μ A左右的电流(即,

小于0.1mW的消耗电力)而产生的发热,在局部区域105中产生相当的温度上升。第二电极106的与局部区域105相接的部分通过局部区域105中的发热而被加热,由此提高氢原子解离的效率。通过氢原子容易解离,第一端子111及第二端子112之间的电阻值或第一电极103以及第二电极106之间的电阻值容易灵敏度良好地变化。即,本实施方式的氢传感器200对氢的检测精度更高。另外,如上所述,能够以小于0.1mW的消耗电力检测氢。因此,本实施方式的氢传感器200是消耗电力低的传感器。

[0158] 在本实施方式中,金属氧化物层204由氧空位型的金属氧化物构成,局部区域105与体区域相比氧空位度高。

[0159] 由此,局部区域105与体区域相比电流容易流过。

[0160] (实施方式3)

[0161] 以下,对实施方式3的氢传感器300的构成进行说明。图8是表示本实施方式的氢传感器300的构成例的平面图。另外,图8是相当于图2的平面图。

[0162] 氢传感器300主要除了具备多个第一通孔121、多个第二通孔122、多个第三通孔123以及多个第四通孔124这一点以外,是与实施方式1的氢传感器100相同的构成。即,氢传感器300具备第一电极103、金属氧化物层104、第二电极106、金属层106s、多个第一通孔121、多个第二通孔122、多个第三通孔123、多个第四通孔124、第五通孔125、第一端子111、第二端子112、第三端子113、两个散热部130以及布线114。另外,氢传感器300具备覆盖上述构成要素的绝缘层102、绝缘层107a、107b及107c、以及绝缘层109a及109b。

[0163] 此外,在图8中,为了识别,对多个第一通孔121分别标注同一种类的阴影线。另外,这同样适用于多个第二通孔122、多个第三通孔123以及多个第四通孔124。

[0164] 多个第一通孔121全部与第一端子111及第二电极106电连接,并设置于第二电极106的上方。多个第二通孔122全部与第二端子112及第二电极106电连接,并设置于第二电极106的上方。

[0165] 多个第三通孔123全部与两个散热部130中的任一方相接,设置于第二电极106的上方。

[0166] 多个第四通孔124全部与第三端子113以及第一电极103电连接,设置于第一电极103的下方。另外,在第一电极103的平面图中,多个第四通孔124全部与露出部106e重叠。

[0167] 另外,第一电极103、金属氧化物层104以及第二电极106的平面图形形状相同,为H形状。

[0168] 具备这样的构成的氢传感器300也是对氢的检测精度高、消耗电力低的传感器。

[0169] (其他实施方式)

[0170] 以上,基于各实施方式对本公开的氢传感器进行了说明,但本公开并不限定于上述各实施方式。

[0171] 例如,只要不脱离本公开的主旨,则通过对各实施方式实施本领域技术人员想到的各种变形而得到的方式、在不脱离本公开的主旨的范围内任意组合实施方式中的构成要素以及功能而实现的方式也包含于本公开。

[0172] 另外,上述的实施方式能够在权利要求书或其均等的范围内进行各种变更、置换、附加、省略等。

[0173] [工业上的可用性]

- [0174] 本公开的氢传感器例如能够广泛地用于检测包含氢的气体的泄漏。
- [0175] 附图标记说明
- [0176] 100、100x、200、300氢传感器
- [0177] 102、107a、107b、107c、109a、109b绝缘层
- [0178] 103 第一电极
- [0179] 104、204 金属氧化物层
- [0180] 104a 第一层
- [0181] 104b 第二层
- [0182] 104i 绝缘分离层
- [0183] 105 局部区域
- [0184] 106 第二电极
- [0185] 106a111a、112a、113a、130a开口
- [0186] 106e 露出部
- [0187] 106s 金属层
- [0188] 111 第一端子
- [0189] 112 第二端子
- [0190] 113 第三端子
- [0191] 114 布线
- [0192] 121 第一通孔
- [0193] 122 第二通孔
- [0194] 123 第三通孔
- [0195] 124 第四通孔
- [0196] 125 第五通孔
- [0197] 130 散热部

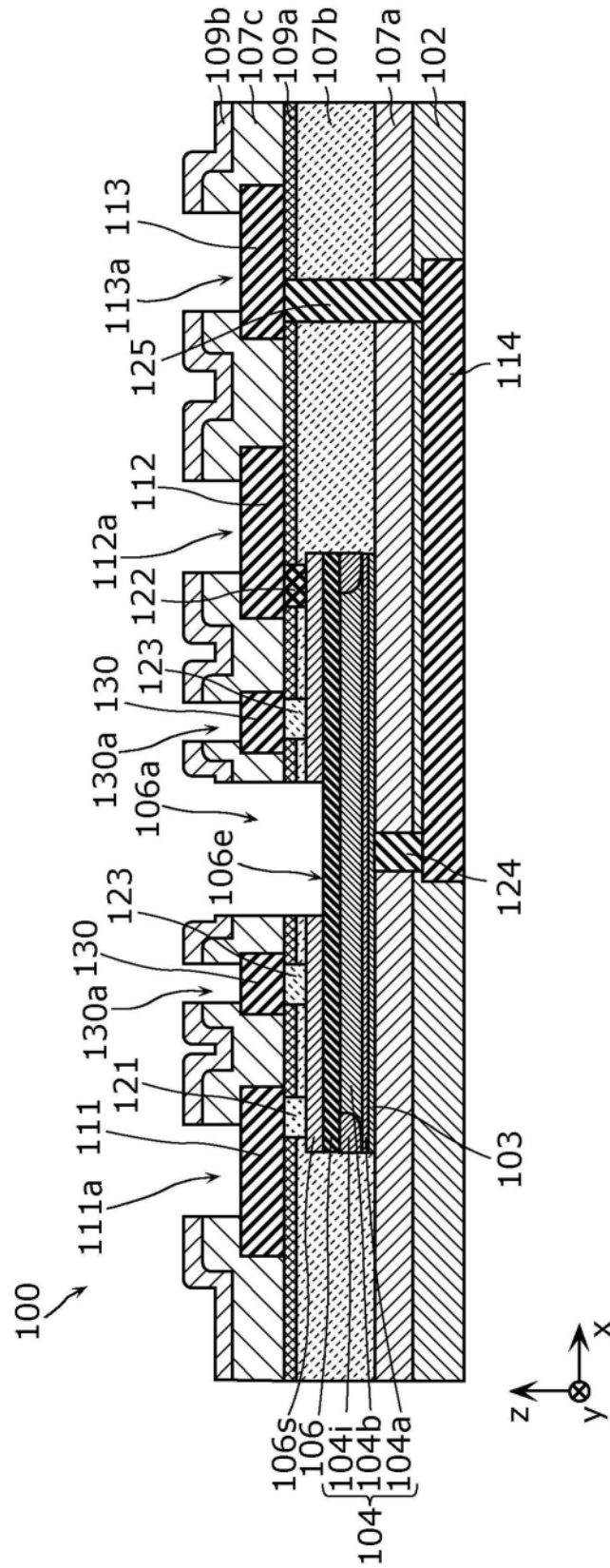


图1

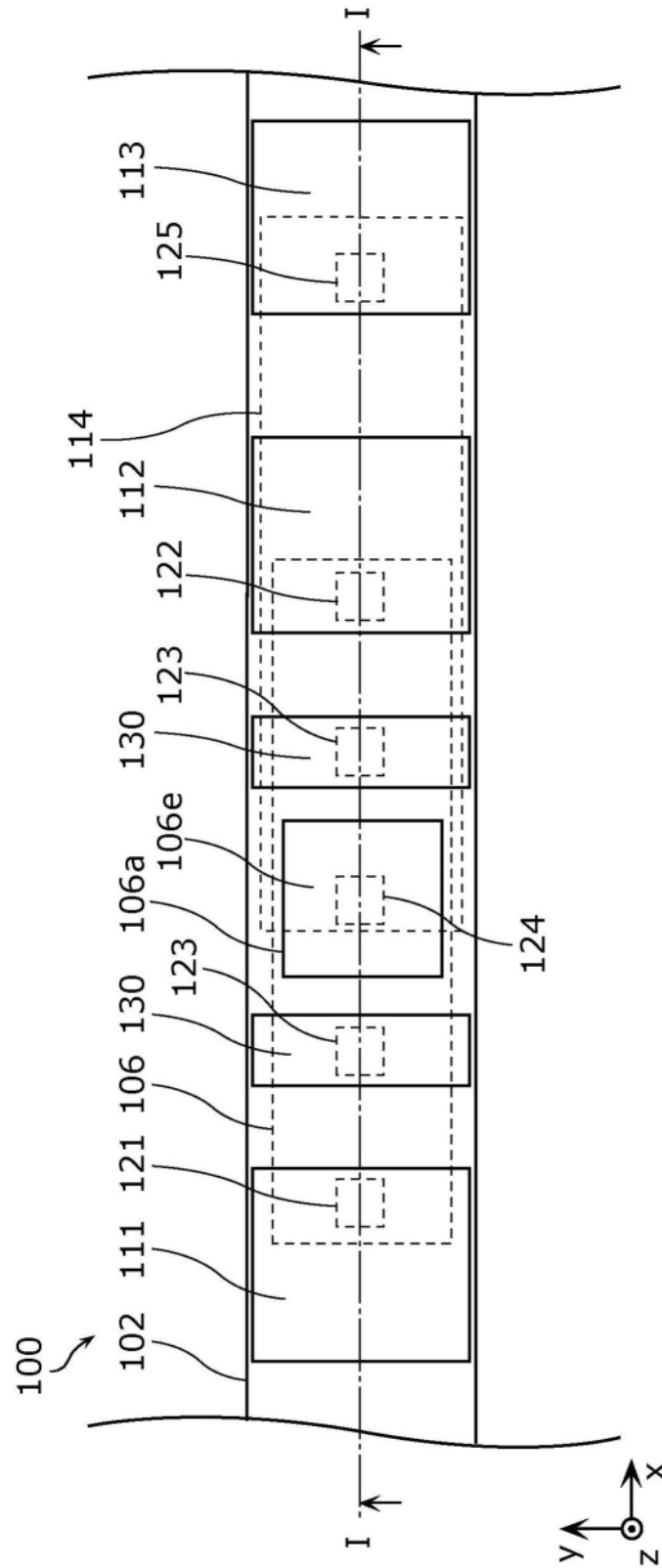


图2

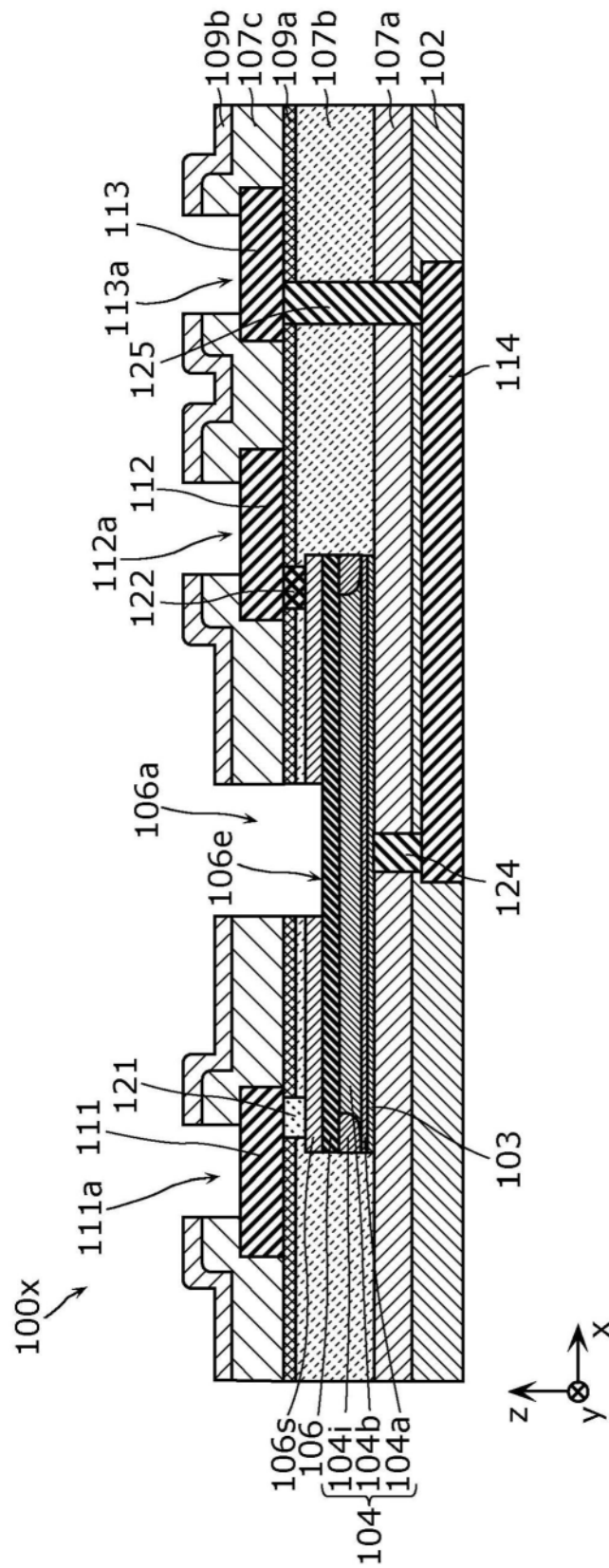


图3

电流 [mA]	露出部的温度[°C]		第一通孔的温度[°C]		露出部与第一通孔 的温度差[°C]	
	比较例	实施例	比较例	实施例	比较例	实施例
1	25.3	25.2	25.2	25.1	0.1	0.1
5	31.4	29	29.8	26.4	1.6	2.6
10.2	52.9	42	46.1	31	6.8	11
15	90.7	63.3	74.3	38.2	16.4	25.1
20	158.6	98.6	124.1	49.7	34.5	48.9
25	279.7	151.9	211.3	66.3	68.4	85.6
30	482.8	233.4	359.2	90.4	123.6	143

图4

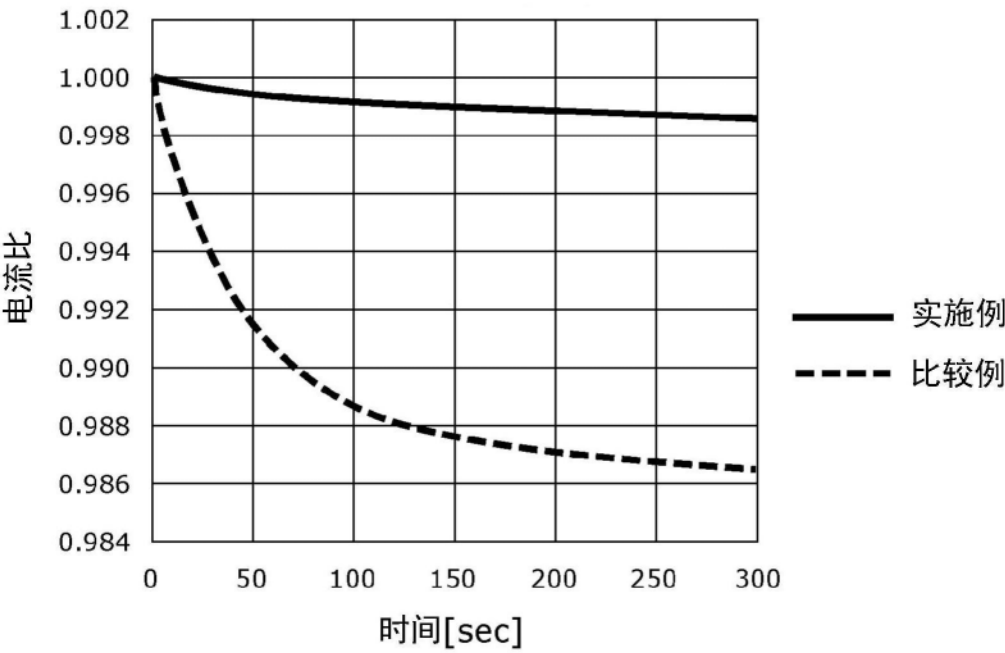


图5

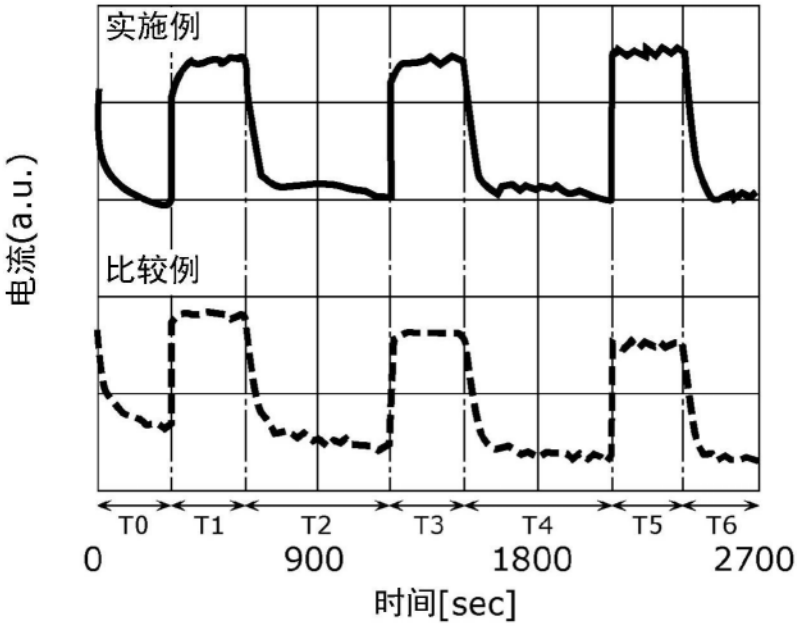


图6

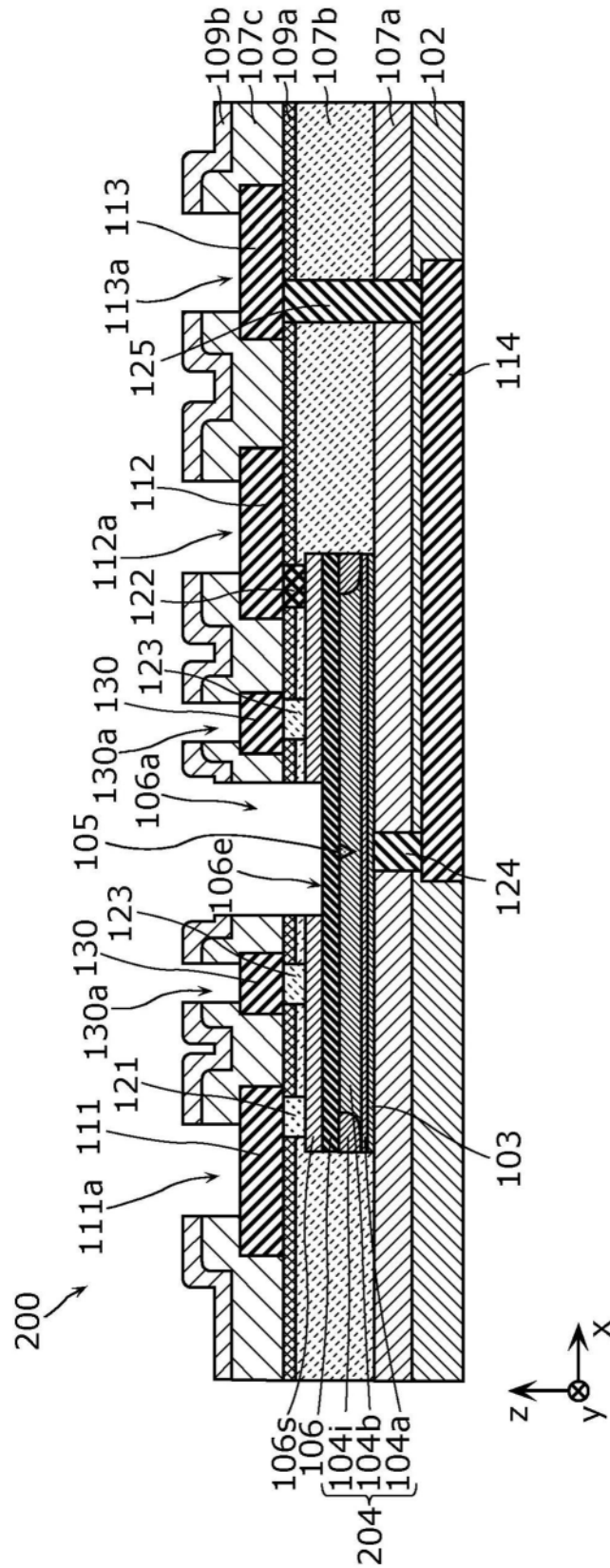


图7

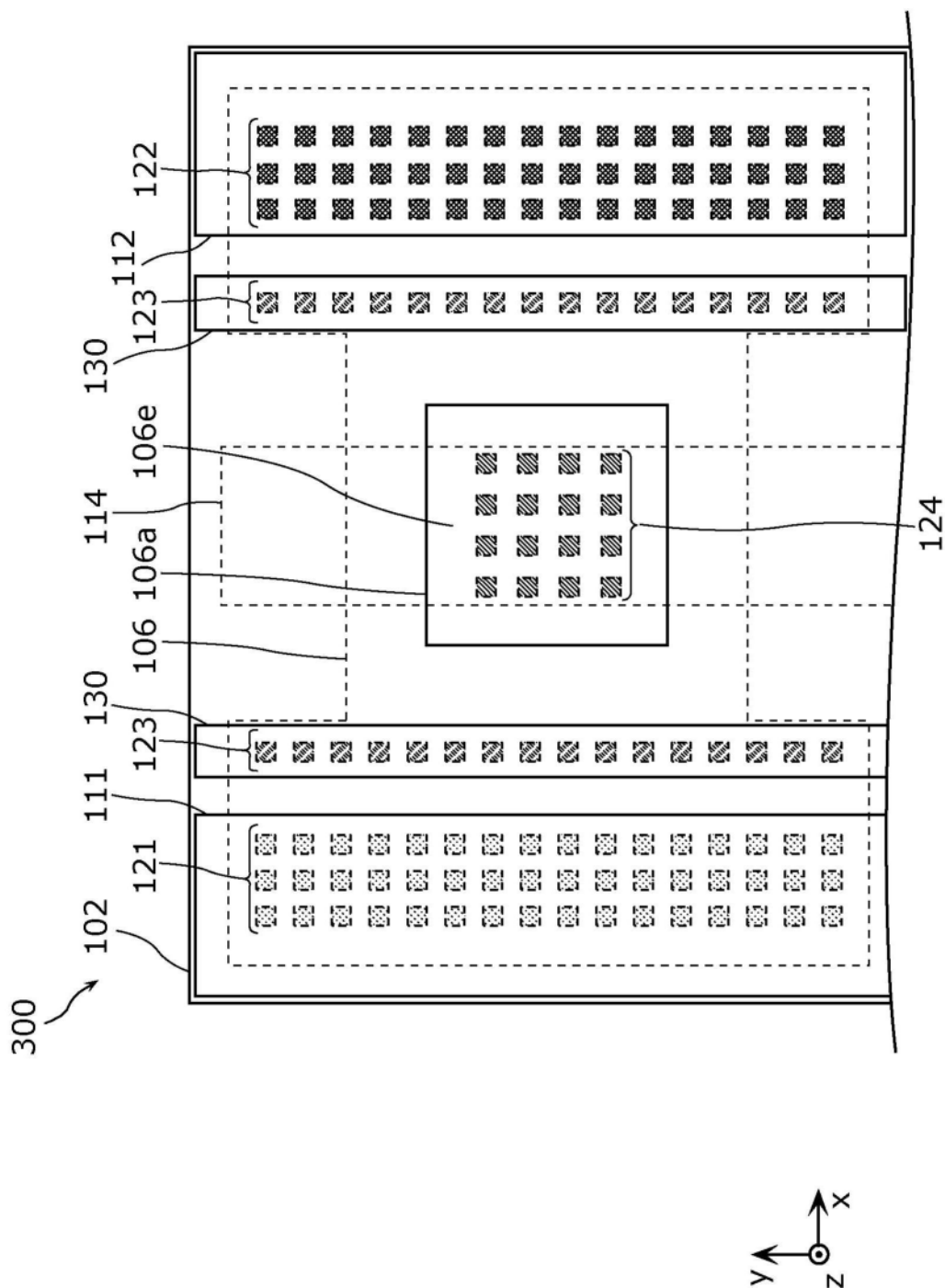


图8