

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G01B 7/16

G01L 1/22



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 02803264.0

[45] 授权公告日 2005 年 6 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1207529C

[22] 申请日 2002.10.2 [21] 申请号 02803264.0

[30] 优先权

[32] 2001.10.2 [33] JP [31] 306132/2001

[86] 国际申请 PCT/JP2002/010259 2002.10.2

[87] 国际公布 WO2003/031907 日 2003.4.17

[85] 进入国家阶段日期 2003.6.19

[71] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 中尾惠一 水上行雄 石田裕昭

乙部敏郎

审查员 方 波

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

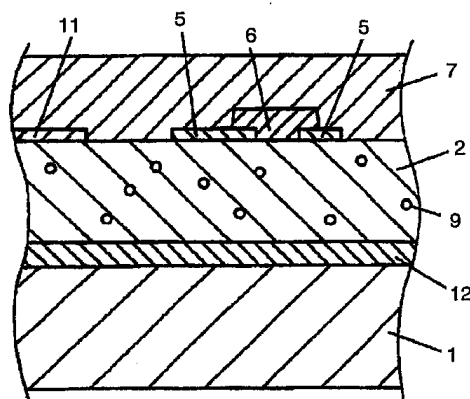
代理人 汪惠民

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 9 页

[54] 发明名称 应变传感器及其制造方法

[57] 摘要

一种应变传感器，具有金属基板、在金属基板上形成的第一电极、在第一电极上形成的玻璃层、在玻璃层上形成的第二电极以及应变感应电阻，所述第一电极含有 40 重量%以上 Ag，含有 0.5 重量%以上且小于 5 重量% SiO<sub>2</sub>，还含有 0.1 重量%以上且小于 5 重量% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbO、CaO 中的至少一种，且玻璃成分小于 30 重量%。以低成本提供的这种应变传感器，提高了金属基板和第二电极之间的绝缘电阻，并具有高可靠性。



1. 一种应变传感器，具有金属基板、在所述金属基板上形成的第一电极、在所述第一电极上形成的玻璃层、在所述玻璃层上形成的第二电极以及应变感应电阻，其特征在于，所述第一电极含有 40 重量%以上 Ag，含有 0.5 重量%以上且小于 5 重量%SiO<sub>2</sub>，还含有 0.1 重量%以上且小于 5 重量%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbO、CaO 中的至少一种，且玻璃成分小于 30 重量%。

2. 根据权利要求 1 所述的应变传感器，其特征在于，所述第一电极的厚度为 0.1 μm 以上且小于 100 μm。

3. 根据权利要求 1 所述的应变传感器，其特征在于，所述第一电极还含有 1 重量%以上且小于 10 重量%Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。

4. 根据权利要求 1 所述的应变传感器，其特征在于，所述玻璃层的厚度为 5 μm 以上且小于 500 μm。

5. 根据权利要求 1 所述的应变传感器，其特征在于，所述第二电极含有 40 重量%以上 Ag，含有 0.5 重量%以上且小于 5 重量%SiO<sub>2</sub>，含有 0.1 重量%以上且小于 5 重量%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，还含有 0.1 重量%以上且小于 5 重量%CaO、NiO、PbO、CuO 中的至少一种，且玻璃成分小于 30 重量%。

6. 根据权利要求 1 所述的应变传感器，其特征在于，所述第二电极含有 40 重量%以上 Ag，含有 0.5 重量%以上且小于 5 重量%SiO<sub>2</sub>，含有 0.1 重量%以上且小于 5 重量%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，还含有 1 重量%以上且小于 10 重量%Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，且玻璃成分小于 30 重量%。

7. 根据权利要求 1 所述的应变传感器，其特征在于，所述第二电极含有 40 重量%以上 Ag，含有 0.5 重量%以上且小于 5 重量%SiO<sub>2</sub>，含有 0.1 重量%以上且小于 5 重量%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，还含有 5 重量%以上且小于 15 重量%Pd，且玻璃成分小于 30 重量%。

8. 根据权利要求 1 所述的应变传感器，其特征在于，所述金属基板为含有 Cr 和 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的铁素体类不锈钢。

9. 一种应变传感器的制造方法，具有：在金属基板上形成第一电极的工序；在所述第一电极上形成至少 1 层以上的玻璃层的工序；在所述玻

璃层上形成第二电极和布线的工序；和形成与所述第二电极电连接的应变感应电阻的工序；其特征在于，还具有形成覆盖所述第二电极和所述应变感应电阻中的至少一个的保护膜玻璃层的工序，所述第一电极含有 40 重量%以上 Ag，含有 0.5 重量%以上且小于 5 重量%SiO<sub>2</sub>，还含有 0.1 重量%以上且小于 5 重量%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbO、CaO 中的至少一种，且玻璃成分小于 30 重量%。

10. 根据权利要求 9 所述的应变传感器的制造方法，其特征在于，把所述第一电极、所述玻璃层、所述第二电极全部在 600℃以上且小于 900℃的氧化气氛下烧结形成。

10 11. 根据权利要求 9 所述的应变传感器的制造方法，其特征在于，将所述保护膜玻璃层，在 400℃以上且小于 800℃的氧化气氛下烧结。

## 应变传感器及其制造方法

5

## 技术领域

本发明涉及一种通过应变感应电阻的应变检测出由人体体重或汽车等车辆的重量等引起的外力的应变传感器。

## 10 背景技术

在特开 2000-180255 号公报中提出的以往应变传感器由 1 个玻璃层和 1 个保护膜玻璃层构成。以下,参照附图说明以往的应变传感器。图 7 是以往的应变传感器的俯视图。

在金属基板 1 的一端侧设置第 1 固定孔 20,同时在另一端侧设置第 2 固定孔 21,并且约在中央设置检测孔 22。在金属基板 1 的上面设置玻璃层 2,并且在玻璃层 2 上面设置 4 个应变感应电阻 6。通过把应变感应电阻 6 与布线 11 和第 2 电极 5 电连接,构成电桥电路。另外,应变感应电阻 6 和第 2 电极 5 是由保护膜玻璃层 7a、7b 保护起来。

图 8 是以往的应变传感器的剖视图。图 8 表示相当于图 7 的 A-A' 部分的剖面。因玻璃层 2a、2b、2c 是由相同的硼硅酸铅类玻璃构成,所以烧结后被一体化,无法判别各自。

图 8 中,在玻璃层 2a、2b、2c 之间引入虚线,简单地将它们区别开。另外,圆空穴 9 是在烧结后的玻璃层 2a、2b、2c 的内部无规则产生的。

图 8 中将玻璃层作为 3 层来表示的原因是因为在特开平 09-243472 号公报中提出了,代替搪瓷或结晶玻璃而使用 20  $\mu\text{m}$  厚的硼硅酸铅类的玻璃膏,将其进行 3 次印刷烧结(将印刷和烧结交替反复 3 次)而形成多层绝缘层。

下面,使用图 7 说明以往的应变传感器的组装方法。

首先,在预先准备的金属基板 1 的上面丝网印刷玻璃膏之后,在约 850  $^{\circ}\text{C}$  烧结,而在金属基板 1 上面形成玻璃层 2。然后,在玻璃层 2 上面丝网印刷由 Ag 和 Pt 构成的导电性膏。接着,在约 850  $^{\circ}\text{C}$  烧结,在玻璃层 2 上面形成布线 11 或第 2 电极 5。接着,印刷 Ru 系电阻膏,以使其覆盖玻璃层 2 和第 2 电极 5 的一部分,然后在约 850  $^{\circ}\text{C}$  烧结,形成应变传感器 6。

最后通过在玻璃层 2、布线 11、应变传感器 6 上丝网印刷玻璃膏并烧成，而形成保护膜玻璃层 7a、7b。

这时，如果预先在保护膜玻璃层的图形上形成窗口，则能够在从该窗口露出的布线 11 上封装芯片部件或半导体。下面说明采用以上构成的以往应变传感器的工作。将金属基板 1 上的第一固定孔 20 和第二固定孔 21，  
5 通过螺栓（未图示）和螺母（未图示）固定在固定部件（未图示）上之后，把检测部件（未图示）固定在检测孔 22 中。另外，由于从上方向检测部件作用的外力  $F$ ，金属基板 1 变形。

其结果，在设置于金属基板 1 上面的应变感应电阻 6 产生压缩应力或  
10 拉伸应力，各应变感应电阻 6 的电阻值发生变化。应变感应电阻 6 通过布线 11 构成电桥电路，通过在此检测出的差动电压，检测出作用于检测部件（未图示）上的外力  $F$ 。图 4A 是表示图 7 和图 8 中所示的以往应变传感器的玻璃层数和绝缘电阻之间关系的图。由图 4A 可知，玻璃层数为 3 层、4 层这样多时，绝缘电阻是  $10^9 \sim 10^{11}$ 。但是，玻璃层数为 2 层时，绝缘电阻下降至  $10^6 \sim 10^{10}$  的范围。玻璃层数为 1 层时，绝缘电阻将更下降。  
15 并且，在玻璃层为 1 层时实测的绝缘电阻是几乎小于  $1\Omega$  的短路状态，极少一部分为数百  $K\Omega$ 。在图 4A 的曲线上，简单地把玻璃层为 1 层时的绝缘电阻表示为  $10^5$ 。这样，以往结构的情况下存在玻璃层越少（或者是越薄）绝缘电阻越急剧下降，同时还存在着所谓偏差大的可靠性差的问题。

20 另外，因实用时需要应变传感器的绝缘电阻在  $10^9$  以上，所以如果采用以往的结构的话，需要 3 层以上的玻璃层。

因此存在成品的成本变高的问题。

## 发明内容

25 本发明的目的在于提供一种应变传感器，具有金属基板、在所述金属基板上形成的第一电极、在所述第一电极上形成的玻璃层、在所述玻璃层上形成的第二电极以及应变感应电阻，其特征在于，所述第一电极含有 40 重量%以上  $Ag$ ，含有 0.5 重量%以上且小于 5 重量%  $SiO_2$ ，还含有 0.1 重量%以上且小于 5 重量%  $Al_2O_3$ 、 $PbO$ 、 $CaO$  中的至少一种，且玻璃成分小  
30 于 30 重量%。

另外，上述应变传感器中，所述第一电极的厚度为  $0.1\mu m$  以上且小于  $100\mu m$ 。

另外，上述应变传感器中，所述第一电极还含有 1 重量%以上且小于

10 重量%Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。

另外,上述应变传感器中,所述玻璃层的厚度为5 μm 以上且小于500 μm。

另外,上述应变传感器中,所述第二电极含有40重量%以上Ag,含有0.5重量%以上且小于5重量%SiO<sub>2</sub>,含有0.1重量%以上且小于5重量%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,还含有0.1重量%以上且小于5重量%CaO、NiO、PbO、CuO中的至少一种,且玻璃成分小于30重量%。

另外,上述应变传感器中,所述第二电极含有40重量%以上Ag,含有0.5重量%以上且小于5重量%SiO<sub>2</sub>,含有0.1重量%以上且小于5重量%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,还含有1重量%以上且小于10重量%Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,且玻璃成分小于30重量%。

另外,上述应变传感器中,所述第二电极含有40重量%以上Ag,含有0.5重量%以上且小于5重量%SiO<sub>2</sub>,含有0.1重量%以上且小于5重量%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,还含有5重量%以上且小于15重量%Pd,且玻璃成分小于30重量%。

另外,上述应变传感器中,所述金属基板为含有Cr和Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的铁素体类不锈钢。

本发明还提供一种应变传感器的制造方法,具有:在金属基板上形成第一电极的工序;在所述第一电极上形成至少1层以上的玻璃层的工序;在所述玻璃层上形成第二电极和布线的工序;和形成与所述第二电极电连接的应变感应电阻的工序;其特征在于,还具有形成覆盖所述第二电极和所述应变感应电阻中的至少一个的保护膜玻璃层的工序,所述第一电极含有40重量%以上Ag,含有0.5重量%以上且小于5重量%SiO<sub>2</sub>,还含有0.1重量%以上且小于5重量%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbO、CaO中的至少一种,且玻璃成分小于30重量%。

另外,上述应变传感器的制造方法中,把所述第一电极、所述玻璃层、所述第二电极全部在600℃以上且小于900℃的氧化气氛下烧结形成。

另外,上述应变传感器的制造方法中,将所述保护膜玻璃层,在400℃以上且小于800℃的氧化气氛下烧结。

附图说明

图 1 是说明本发明的应变传感器结构的剖视图。

图 2A~图 2D 是说明以往应变传感器的制造方法的图。

图 3A~图 3D 是说明本发明的应变传感器的制造方法的图。

图 4A、图 4B 是玻璃层的层数和绝缘电阻的关系图。

5 图 5A、图 5B 是说明烧结中的金属基板和第二电极之间电压的图。

图 6 是说明第一电极的图形形状的剖视图。

图 7 是以往应变传感器的俯视图。

图 8 是以往应变传感器的剖视图。

## 10 具体实施方式

### (实施方式 1)

图 1 是表示本发明实施方式的应变传感器的结构的图。另外，该图为例示意图，并没有在尺寸上准确地表示出每个位置。在金属基板 1 上形成第一电极 12，进而通过玻璃层 2，形成第二电极 5 和与第二电极 5 连接的应变感应电阻 6、布线 11。  
15

另外，布线 11 以给定的图形与第二电极 5 连接。此外，设有保护膜玻璃层 7。

圆空穴 9 是在烧结工序中产生的空穴。图 7 的以往例和图 1 的本发明之间的很大差异在于，在金属基板 1 和玻璃层 2 之间是否形成有第一电极 12。  
20

本发明中，通过在第二电极 5 或布线 11 和金属基板 1 之间插入第一电极 12，能够使第二电极 5 以及布线 11 和金属基板 1 之间的绝缘电阻保持得高。

其结果，可大幅度降低产生短路的缺陷。

25 下面，利用图 2A~图 4B，进一步说明其制造方法。

图 2A~图 2D 是说明以往应变传感器的制造方法的图。图 2A 表示金属基板 1。另外，金属基板 1 的形状可以根据需要使用各种形状。

接着，如图 2B 中所示，在金属基板 1 上形成玻璃层 2。这里作为形成玻璃层的方法，丝网印刷市售的玻璃膏，在 850℃的带式烧结炉进行烧结。进而形成图 2C 中所示的玻璃层 3。通过这样把玻璃层 1 层以上即多层化，可防止印刷时产生小孔等。然后，如图 2D 所示，在由数层构成的玻璃层上形成第二电极 5。  
30

在实际的应变传感器的制造工序中,第二电极5具有复杂的图形形状,进而在其上形成应变感应电阻或保护层,从而成为应变传感器的成品。

此外,图2D显示了用绝缘电阻计13测定第二电极5和金属基板1之间绝缘电阻的状态。图3是用于说明实施方式1的本发明的应变传感器的制造方法的图。图3A是在金属基板1上形成第一电极12的图。金属基板1是厚度为2mm的不锈钢基板。这里,第一电极12是把以银作为主体的电极油墨,通过丝网印刷法,在金属基板上以给定的图形进行印刷,使用带式炉在850℃烧结而形成。然后如图3B所示,在第一电极12上形成玻璃层2、3。

接着,如图3C所示,在该玻璃层3上形成第二电极5。对这样形成的样品,如图3D所示,利用绝缘电阻计13,测定第二电极5和金属基板1之间或者是第二电极5和第一电极12之间的绝缘电阻。图4A、图4B表示了图2或图3中说明的样品的玻璃层的层数和绝缘电阻之间的关系。X轴是玻璃层的数。Y轴是绝缘电阻,其单位是 $\Omega$ 。

外推线15是近似多个测定数据14而做成的。图4A表示了图2A~图2D中表示的以往结构(相当于图7)中的第二电极5和金属基板1之间的绝缘电阻。由图4A可知,虽然在玻璃层数为3层、4层这样多时绝缘电阻高,但随着层数的减少,绝缘电阻急剧下降。图4A表示了虽然形成多个玻璃层以使玻璃层的小孔的影响小,但绝缘电阻的偏差很大。图4B是,在图3A至图3D中表示的本发明(相当于图1)结构上第二电极5和金属基板1之间的绝缘电阻。由图4B可判断玻璃层数为1层~4层时绝缘电阻在 $10^{10} \sim 10^{11}$ 。另外,当玻璃层数以3层、2层、1层逐渐减少时,观察到绝缘电阻有些下降,但可以判断即使玻璃层数为1层,绝缘电阻也是 $10^{10}$ 以上。

这样,图4B的情况下,如果玻璃层数在1层以上,则能够得到充分的绝缘电阻。另外,为了抑制由于灰尘等产生小孔,也可以设置多层玻璃层。

接着,分别改变第一电极12和第二电极5材料,进行与图2A~图4B相同的试验。结果,使用金(Au)电极时,没有观察到象在图4A、图4B所示的不同。并且可知,如图4A中所示的随玻璃层数的减少,金属基板

1 和第二电极 5 之间绝缘电阻急剧下降的现象，在作为第二电极 5 的材料使用含 Ag 的烧结性电极（Ag-Pd、Ag-Pt、Ag-Pd-Pt 等）时容易发生。另外，在电极膏中没有添加玻璃成分の場合也同样发生了图 4A 的现象。此外，改变形成玻璃层的玻璃的种类（材料、软化点）进行试验的结果，小  
5 于玻璃软化点时没有观察到所述绝缘电阻急剧下降的现象。如果超过软化点则容易发生所述现象。另一方面可知，如本发明那样，在金属基板 1 上形成第一电极 12 的情况下，不管玻璃种类或软化点，能够防止所述绝缘电阻的下降。

用 SEM 观察没有形成第一电极 12 的图 3A 的样品（图 7 的结构）和  
10 形成了第一电极 12 的图 3B 的样品（图 1 的结构）的剖面时，均发现了图 7 中说明的圆空穴 9。这样，通过形成第一电极 12 不能消除玻璃层内的空穴，但能够大幅度地改善玻璃层减少（变薄）时产品的可靠性。

其结果，能够实现高质量、降低工时，从而降低成品的成本。图 5A、图 5B 是说明烧结中的金属基板和第二电极之间电压的图。图 5A 表示将  
15 样品放置在单一炉内，并测定烧结过程中发生的电压的结果。

图 5B 表示在烧结过程中测定样品电压的状态。如图 5B 所示，在金属基板 1 或第二电极 5 等安装白金线，并在该状态下把样品置于单一炉中升温（单一炉并未图示）。并且在从单一炉向外延伸的白金线的一端上安装电压计测定在样品上发生的电压。

20 在图 5A 中曲线 16 表示以往例，曲线 17 表示本发明。×轴是设置在单一炉内部的热电偶的温度，Y 轴是用电压计测定的电压。曲线 17 表示形成了第一电极时（相当于图 3 的结构）的电压。可知在金属基板 1 和第二布线 5 之间几乎没有电压。另一方面，曲线 16 表示没有设置第一电极时的情况（相当于图 2 的结构），可知在金属基板 1 和第二布线 5 之间有  
25 电压。从 600℃左右发生若干电压，在 850℃左右电压达到 1V 左右。在 850℃保持 30 分钟时，电压上升至 1.5V 附近。接着，即使从 850℃降低温度，电压一直高。这是由测定温度用的热电偶和金属基板的热容的差异引起，是单一炉内的实测温度和样品自身的温度的不同带来的。

使用单一炉以外的其它加热机构，同样地加热各样品的同时测定电  
30 压，结果得到了同样的效果。

由图 4A~图 5B 的结果,可以推测以下事实。即,图 4A 的绝缘电压的下降现象是将至少含有 Ag 的烧结性电极材料用作第二电极 5 时所产生的特殊现象,当形成第二电极 5 (850℃烧结) 时,玻璃 (850℃烧结) 再熔融。并且玻璃成为一种固体电解质,在金属基板 1 和第二电极 5 之间产生电位差。另外,推断它将成为一种电池而引起绝缘电阻的急剧下降。通过在金属基板 1 上面形成第一电极 12,可防止如图 5A 所示产生电压。

作为其结果,认为即使是玻璃层少 (或者是玻璃层的厚度薄) 的情况下,可得到如图 4B 所示的高的绝缘电阻。并且,如果使玻璃层多层化或者使玻璃层的膜厚在一定厚度以上,则可抑制由于灰尘等发生小孔,以高成品率制造应变传感器。

#### (实施方式 2)

使用图 6 来说明第一电极 12 的图形形状。

第一电极 12 作为电极图形 18 形成,并设置在金属基板 1 和玻璃层 2 之间。为了防止在第二电极 5 和金属基板 1 之间产生的电池效果,第一电极图形 18 没有必要一定是全部为图形。作为第一电极图形 18,可以是网状、方格花纹状、水珠状、或者是锯齿形等的有规则的图形,也可以是无规则的图形。这样,通过使第一电极非全部图形化,能够减少使用于第一电极图形中的电极材料的使用量。另外,可降低成品的成本。

#### (实施方式 3)

在实施方式 3 中说明第一电极的成分。

表 1 是对第一电极 12 做出的试验结果,当玻璃成分只是  $\text{SiO}_2$  时不能得到所需的粘接强度。

在  $\text{SiO}_2$  中加入  $\text{PbO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  等成分 1 重量%左右时,可得到所需的粘接强度。并且  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  的情况下适当的量是 1 重量%以上小于 10 重量%。玻璃成分如果达到 30 重量%以上,则即使得到了粘接强度但电阻过高,有可能降低应变传感器的电特性,所以不理想。

表1 (○是佳品, ◎是质量更高的佳品, ×是不合格品)

| 玻璃成分                                                                                      | 第一电极中的组成<br>(重量%)                                    | 粘接强度   | 电阻 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------|----|
| SiO <sub>2</sub>                                                                          | (0-10)                                               | × (剥离) | ○  |
| SiO <sub>2</sub>                                                                          | (0.5-5)                                              | × (剥离) | ○  |
| SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                          | (0.5-5) + (0.1-5)                                    | ○      | ◎  |
| SiO <sub>2</sub> +PbO                                                                     | (0.5-5) + (0.1-5)                                    | ○      | ◎  |
| SiO <sub>2</sub> +CaO                                                                     | (0.5-5) + (0.1-5)                                    | ○      | ◎  |
| SiO <sub>2</sub> +Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                          | (0.5-5) + (1-10)                                     | ○      | ◎  |
| SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>          | (0.5-5) + 1 + (1-10)                                 | ◎      | ◎  |
| SiO <sub>2</sub> +PbO+Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                      | (0.5-5)+1+(0.1-5)                                    | ◎      | ◎  |
| SiO <sub>2</sub> +Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +PbO                                     | (0.5-5)+(1-10)+1                                     | ◎      | ◎  |
| SiO <sub>2</sub> +PbO+CaO                                                                 | (0.5-5)+1+(0.1-5)                                    | ◎      | ◎  |
| SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +PbO+Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +CaO | (0.5-5)+(0.1-5)+(0.1-5)+(1-10)+(0.1-5),<br>总计 25 重量% | ◎      | ◎  |
| SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +PbO+Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +CaO | 总计 30 重量%                                            | ◎      | ×  |

在上表中: (1-10) 表示 1 重量%以上且小于 10 重量%,

(1-2) 表示 1 重量%以上且小于 2 重量%。

(实施方式4)

在实施方式4中说明第二电极的成分。

表2是对第二电极5的成分的讨论结果。

仅由 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+SiO<sub>2</sub>) 是不能得到所需的粘接强度。

但是, 还加入 CaO、NiO、CuO、PbO 等成分 0.1~1 重量%左右时, 可得到所需的粘接强度。

并且加入 Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的情况下, 加入量最好是 1 重量%以上小于 10 重量%。

表 2 (○是佳品, ◎是质量更高的佳品, ×是不合格品)

|    | 玻璃成分                                                                                                                           | 第二电极中的组成 (重量%)                                              | 粘接强度  | 电阻 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------|----|
|    | (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub> )                                                                            | (0.1-5)+(0.5-5)                                             | ×(剥离) | ○  |
| 5  | (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub> )+CaO                                                                        | (0.1-5)+(0.5-5)+(0.1-5)                                     | ○     | ◎  |
|    | (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub> )+NiO                                                                        | (0.1-5)+(0.5-5)+(0.1-5)                                     | ○     | ◎  |
|    | (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub> )+CuO                                                                        | (0.1-5)+(0.5-5)+(0.1-5)                                     | ○     | ◎  |
|    | (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub> )+Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                             | (0.1-5)+(0.5-5)+(1-10)                                      | ○     | ◎  |
| 10 | (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub> )+CaO+NiO+Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                     | (0.1-5)+(0.5-5)+(0.1-5)+(0.1-5)+(1-10)                      | ◎     | ◎  |
|    | (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub> )+NiO+CuO+Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                     | (0.1-5)+(0.5-5)+(0.1-5)+(0.1-5)+(1-10)                      | ◎     | ◎  |
|    | (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub> )+CaO+NiO+CuO                                                                | (0.1-5)+(0.5-5)+(0.1-5)+(0.1-5)+(0.1-5)                     | ◎     | ◎  |
|    | (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub> )+CaO+NiO+CuO+Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                 | (0.1-5)+(0.5-5)+(0.1-5)+(0.1-5)+(0.1-5)+(1-10)<br>总计 25 重量% | ◎     | ◎  |
| 15 | (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub> )+CaO+Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +NiO+CuO+Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 总计 30 重量%                                                   | ◎     | ×  |

上表中: (0.1-5) 表示 0.1 重量%以上且小于 5 重量%,

(0.5-5) 表示 0.5 重量%以上且小于 5 重量%。

20 另外, 玻璃成分如果达到 30 重量%以上, 则即使得到了粘接强度但电阻过高, 有可能降低应变传感器的电特性, 所以不理想。并且, 通过在第二电极 5 中添加 Pd, 可抑制焊料浸出 (solder leaching)。另外, 通过公用化第二电极 5 和布线 11, 可减少印刷次数。由此能够降低成本。并且, 第二电极 5 可以作为布线 11 而焊接封装其它芯片部件或半导体。

25 另外, 在第二电极中添加 Pd 时, Pd 添加量在 5 重量%以上且小于 15 重量%是理想的。小于 5 重量%时, 焊料浸出的防止效果不够充分。另外, 大于 15 重量%时, 布线电阻上升, 电极费用也上升, 所以不理想。

(实施方式 5)

30 在实施方式 5 中说明在电极内含有的 Ag 量。作为第一电极或第二电极的构成材料, 通过含有 Ag40 重量%以上 (理想的是 60 重量%以上),

在电极层得到所需的电阻值。通过还添加 Pd 或 Pt 等，作为布线的各种可靠性得到提高。另一方面，在这些第一和第二电极中的 Ag 含量小于 40 重量%时，电极层的电阻值变高，使成品特性降低。相反，如果玻璃成分的总量达到 30 重量%以上，则电阻变得过高，有时降低作为应变传感器的特性，所以不理想。

如上所述，即使玻璃层为单层，也可将绝缘电阻保持较高的同时，大幅度降低短路的发生率。

通过层叠多个玻璃层，可大幅度降低小孔等的不合格品的发生率，因此可提高成品的成品率。

另外，作为玻璃层，通过至少将  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、BaO 作为主要成分，能够与金属基板协调热膨胀系数。另外，玻璃层的厚度在  $5\mu\text{m}$  以上且小于  $500\mu\text{m}$  是理想的。当玻璃层的厚度小于  $5\mu\text{m}$  时，尽管形成了第一电极，但有时由于玻璃层中的微孔等绝缘电阻下降。相反，如果玻璃层的厚度超过  $500\mu\text{m}$ ，则成品成本上升，所以不理想。

另外，理想的是，第一电极、玻璃层、第二电极等在  $600^\circ\text{C}$  以上且小于  $1000^\circ\text{C}$  的氧化气氛内烧结形成。在小于  $600^\circ\text{C}$  气氛内烧结时，有时电极或玻璃层的烧结不够充分，得不到给定的强度或特性。

在  $1000^\circ\text{C}$  以上烧结时，电极或玻璃层进而金属基板自身也需要选择高价特殊的部件，烧结炉也变得高价，所以不理想。对这些部件的烧成在氧化气氛中进行是理想的。当在还原气氛内烧结时，有时构成玻璃层的部件的一部分（例如  $\text{PbO}$ ）被还原而使绝缘电阻下降。另外，理想的是在  $500^\circ\text{C}$  以上且小于  $900^\circ\text{C}$  温度烧结应变感应电阻。如果在小于  $500^\circ\text{C}$  温度或者在  $900^\circ\text{C}$  以上烧结应变感应电阻，均得不到给定的应变感应特性。使用保护膜玻璃层作为保护层时，理想的是  $400^\circ\text{C}$  以上且小于  $800^\circ\text{C}$ 。

如果小于  $400^\circ\text{C}$  有时得不到给定的可靠性。

如果在  $800^\circ\text{C}$  以上烧结，有时使应变感应电阻的应变感应特性下降。另外，如果烧结气氛变成还原气氛，有时在保护膜玻璃层中含有的玻璃成分（例如  $\text{PbO}$ ）被还原，有时得不到给定的可靠性。第一电极的厚度，理想的是  $0.1\mu\text{m}$  以上且小于  $100\mu\text{m}$ 。如果大于  $100\mu\text{m}$  而变厚，则有时由于烧结时产生的内部应力而从金属基板剥离。并且在玻璃层上由于第一电极

的厚度形成很大的阶差，所以存在于后续制造工序中发生问题的可能性。同时成品的成本上升。当第一电极的厚度小于  $0.1\mu\text{m}$  时，有时不能得到防止玻璃层的绝缘电阻降低的效果。

另外，本发明中各成分的添加量用重量%表示，氧化物是作为氧化物的重量%。求出所述构成元素比例时，可以对成品的剖面等使用 XMA（X射线显微分析器）等的一般的方法。这时，元素是可以以氧化物（例如 Al 是作为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）计算。

如上所述，以金属基板—玻璃—布线的结构进行烧结时，如所述根据玻璃种类或电极材料的不同，有时在金属基板和布线之间产生电压，并由该电压，有时在金属基板和布线之间的绝缘电阻下降。

这时，通过在金属基板上直接形成银布线，可防止在金属基板和布线之间产生电压，可防止金属基板和布线之间的绝缘电阻下降。并且，通过这样地在金属基板上形成第一电极，可使金属基板自身的电阻下降，从而应变传感器的电路设计或者其最佳化变得容易。

因此，对于难以在烧成时产生电压的玻璃，也同样通过形成第一电极，可提高应变传感器的电特性。作为金属基板，从耐热性的角度，含有 Cr 或  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的铁素体类不锈钢是理想的。

例如，通过使用 Cr 含量为 5 重量%以上且小于 20 重量%， $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量为 2 重量%以上且小于 10 重量%的不锈钢基板，可得到作为应变传感器所需的强度和充分地能耐于  $900^\circ\text{C}$  附近为止的耐热性。并且，这时通过在第一电极一侧也添加与金属基板相同元素的 Cr 或  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，可稳定其相互之间的连接。

产业上的利用可能性

根据本发明，通过在金属基板上设置第一电极，提高金属基板和第二电极之间的绝缘电阻，能以低成本提供可靠性高的应变传感器。

附图参考符号一览表

- |    |    |        |
|----|----|--------|
|    | 1  | 金属基板   |
|    | 2  | 玻璃层    |
| 5  | 5  | 第二电极   |
|    | 6  | 应变感应电阻 |
|    | 7  | 保护膜玻璃层 |
|    | 9  | 圆空穴    |
|    | 11 | 布线     |
| 10 | 12 | 第一电极   |

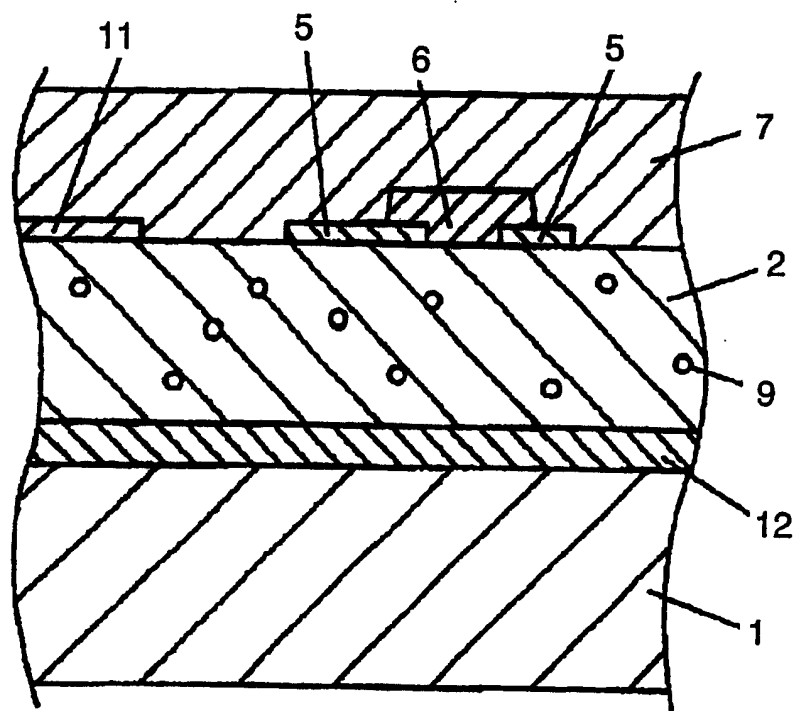
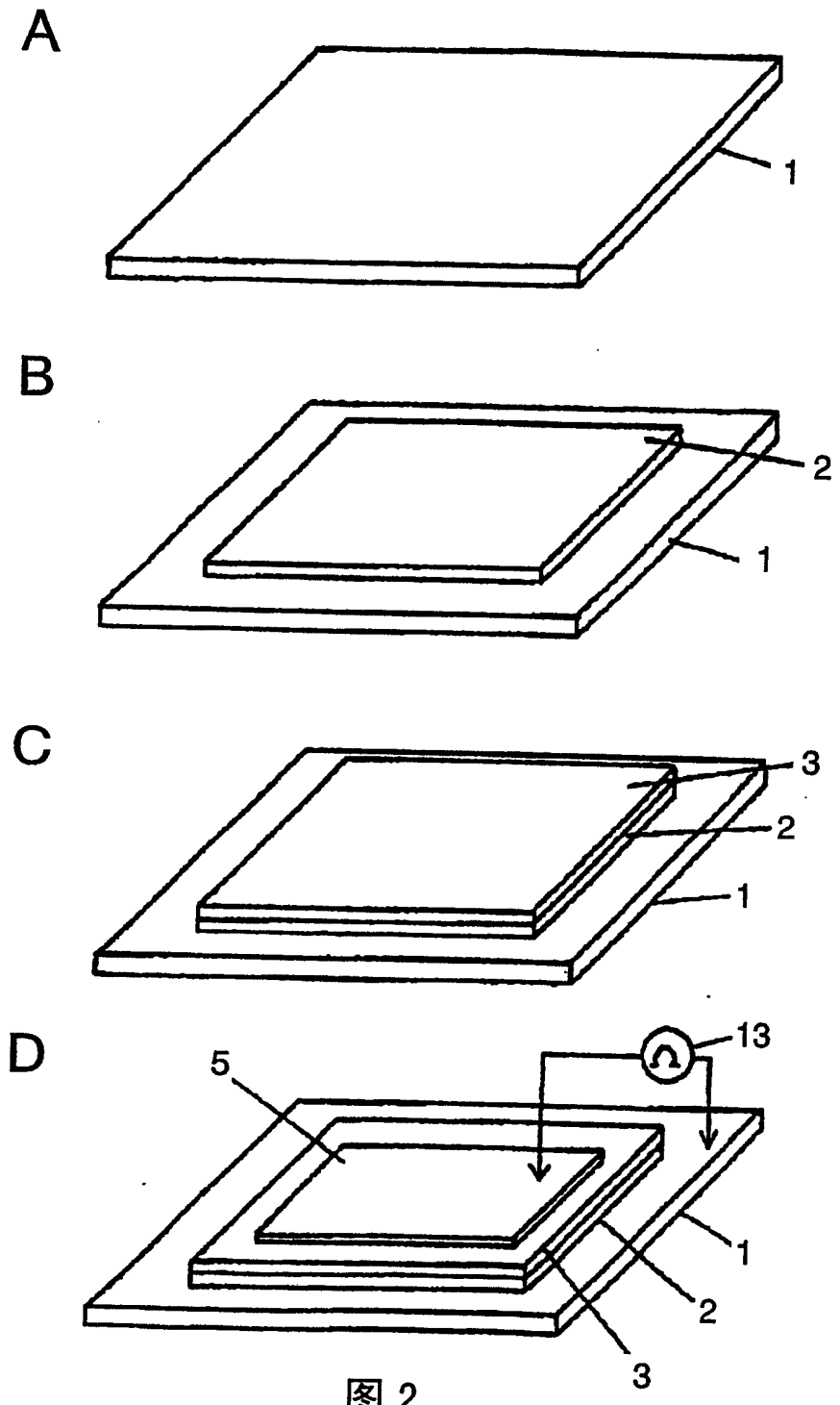


图 1



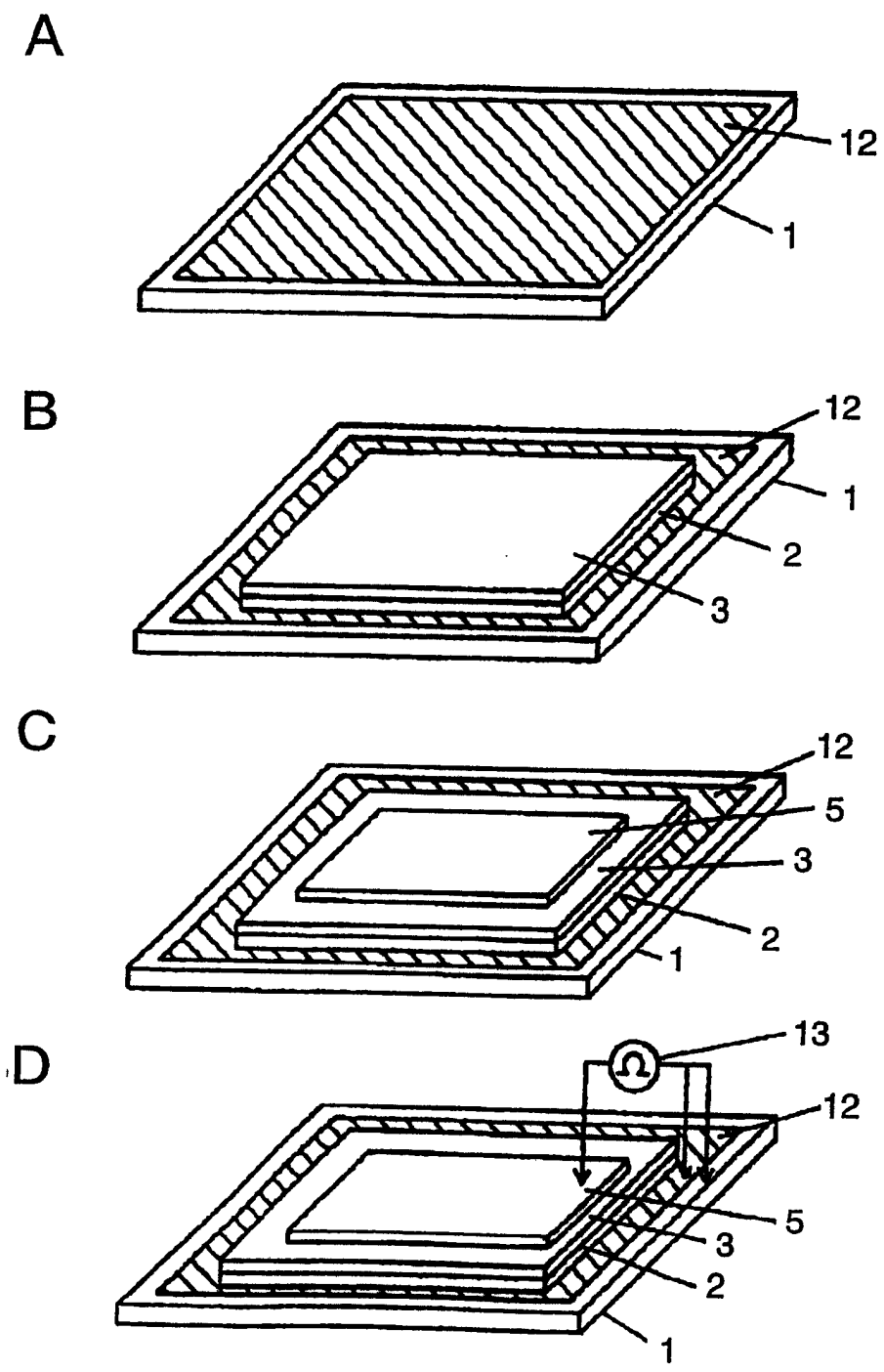


图 3

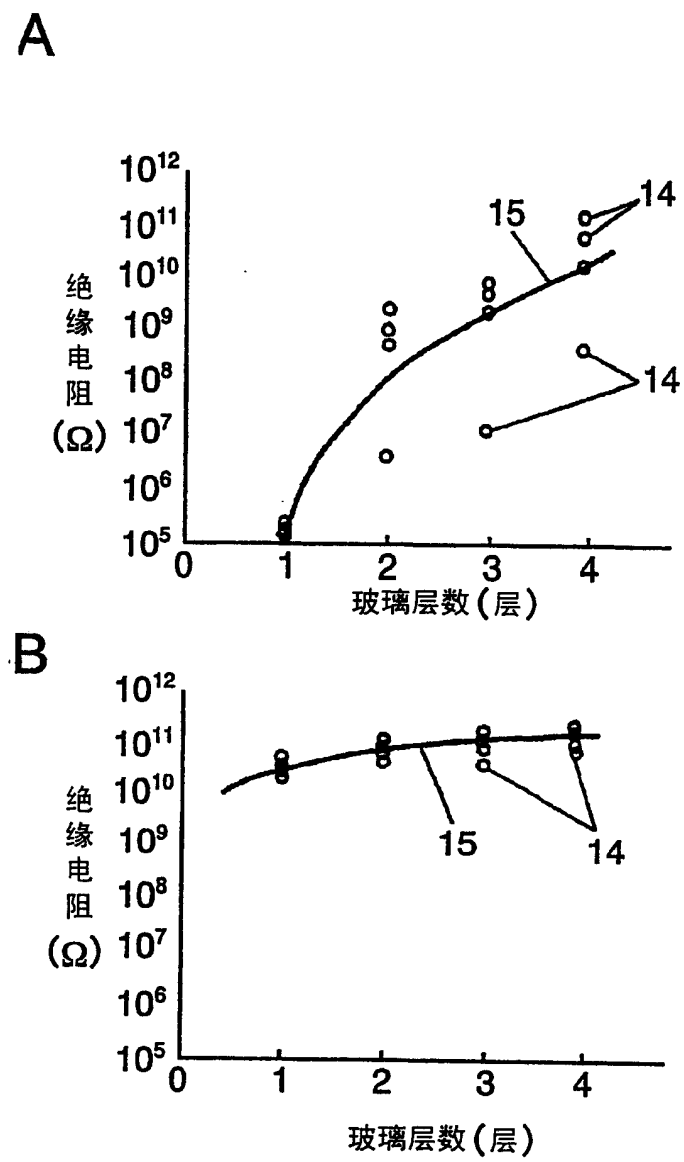


图 4

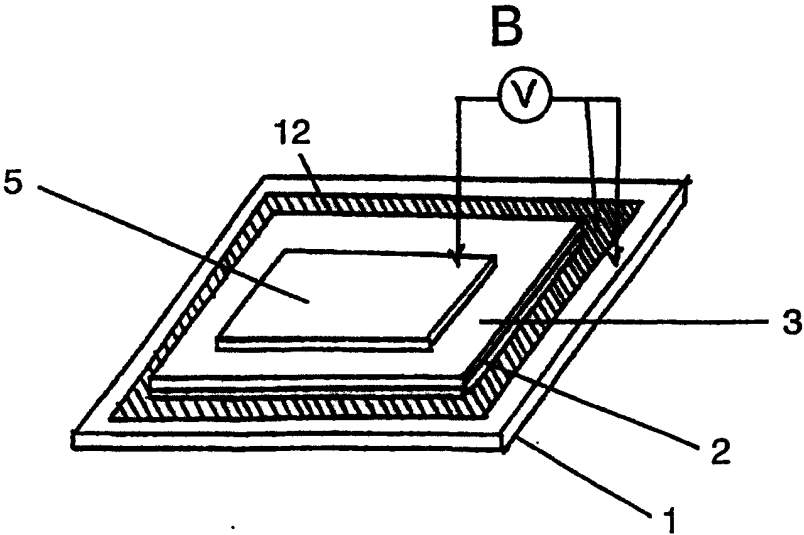
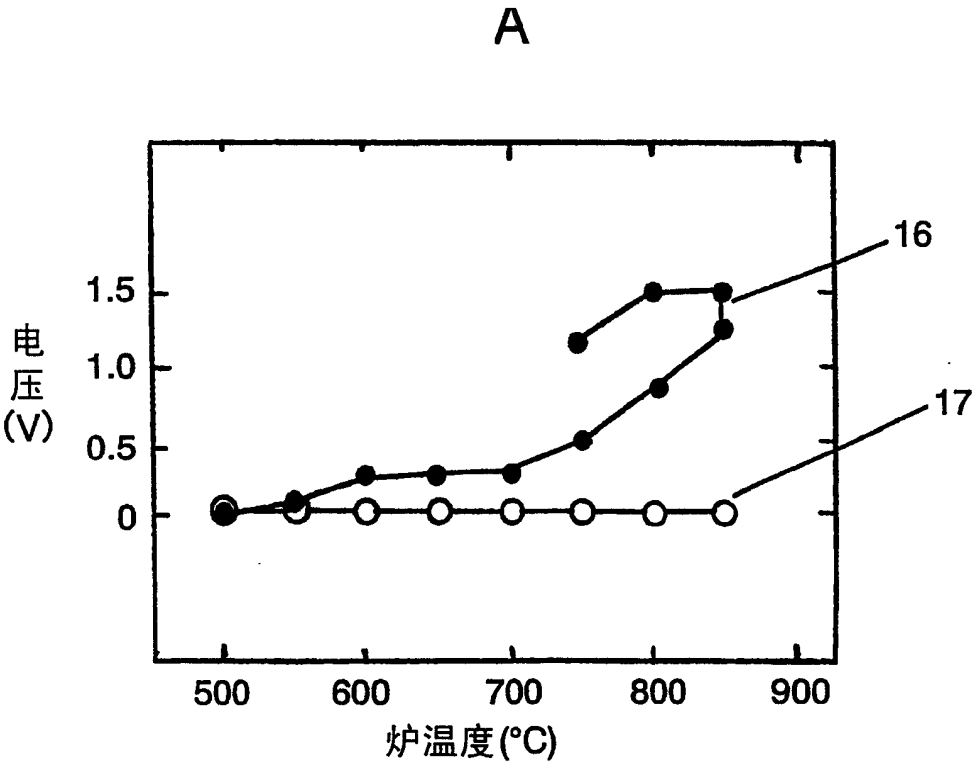


图 5

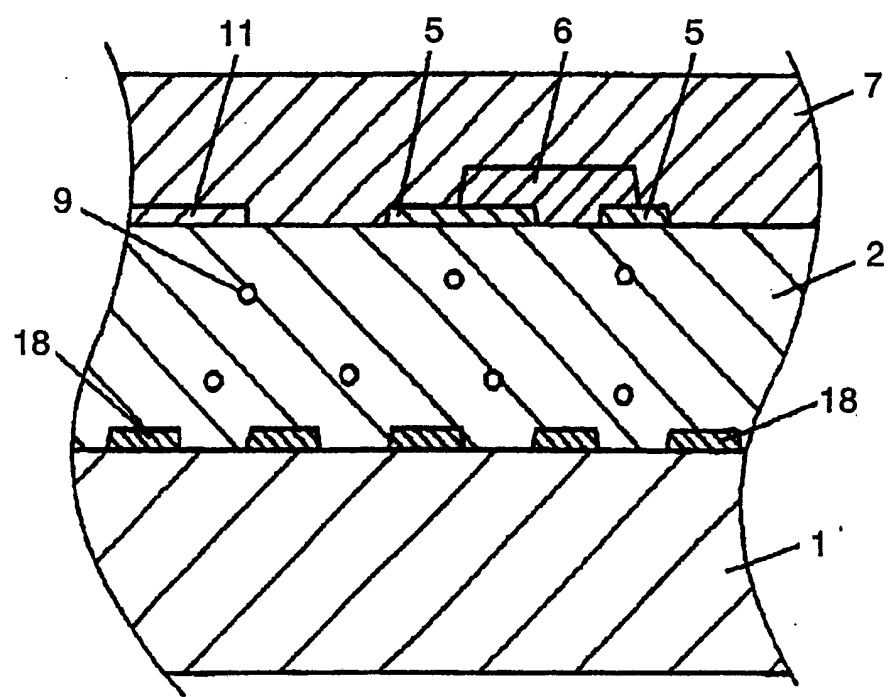


图 6

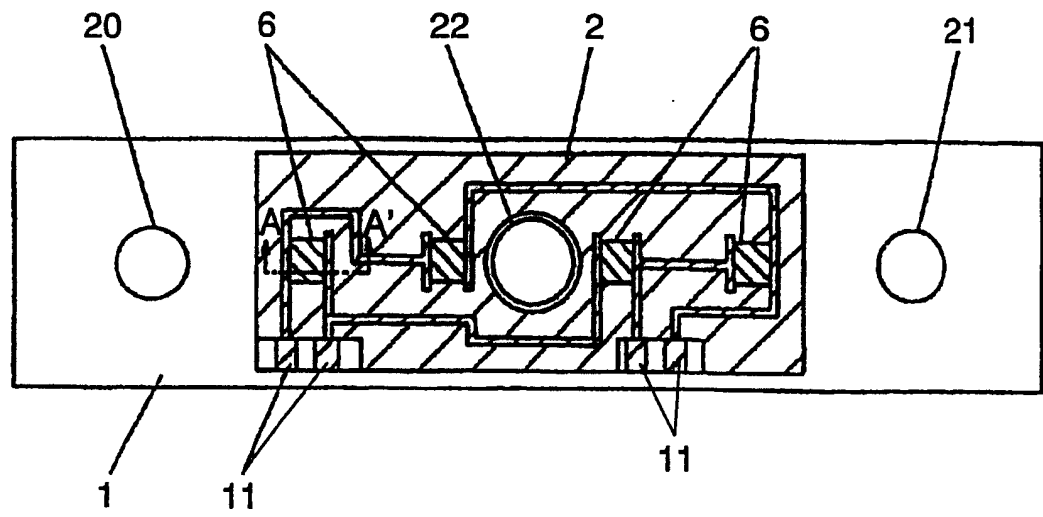


图 7

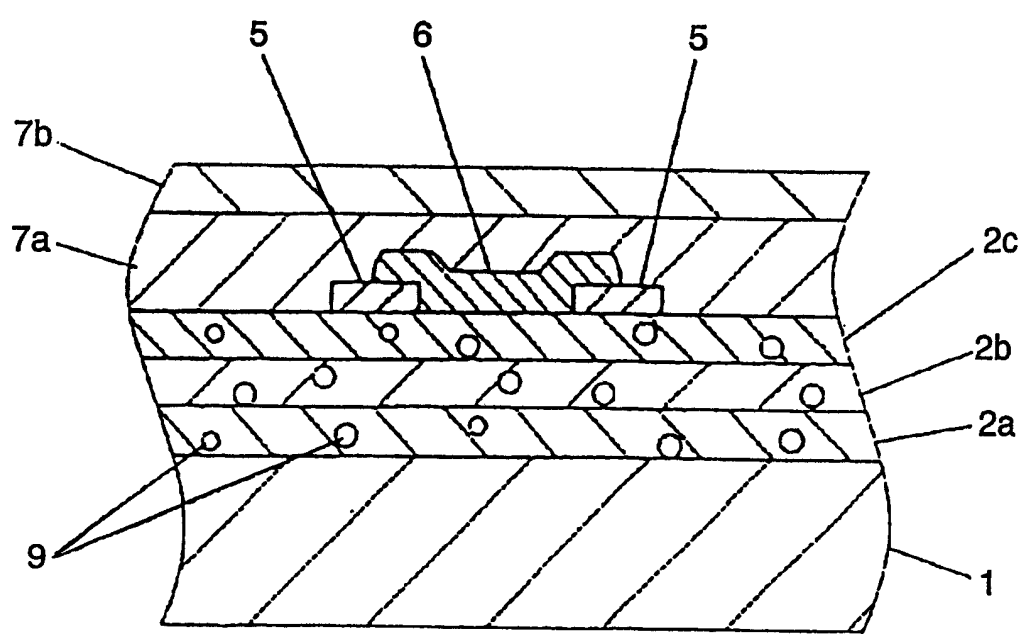


图 8

## 附图参考符号一览表

- |    |        |
|----|--------|
| 1  | 金属基板   |
| 2  | 玻璃层    |
| 5  | 第二电极   |
| 6  | 应变感应电阻 |
| 7  | 保护膜玻璃层 |
| 9  | 圆空穴    |
| 11 | 布线     |
| 12 | 第一电极   |