

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01N 27/22 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03152263.7

[45] 授权公告日 2007 年 7 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1327214C

[22] 申请日 2003.7.29 [21] 申请号 03152263.7

[30] 优先权

[32] 2002. 7. 29 [33] JP [31] 2002 - 220198

[73] 专利权人 株式会社山武

地址 日本东京

[72] 发明人 小仓勉

[56] 参考文献

US4773935 1988.9.27

US6222376B1 2001.4.24

JP2001 - 4577A 2001.1.12

US2002/0014411A1 2002.2.7

JP9 - 33470A 1997.2.7

JP11 - 153564A 1999.6.8

JP11 - 101766A 1999.4.13

审查员 孙世新

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 张 鑫

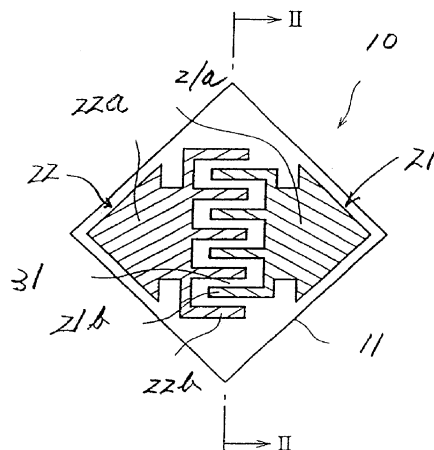
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 6 页

[54] 发明名称

静电电容传感器

[57] 摘要

本发明揭示一种静电电容传感器(10)，包括一对在绝缘基板(11)的表面对向配置的电极(21、22)、及紧密地配置在两电极间的湿敏膜(30)。两电极由具有比湿敏膜的线热膨胀系数小，并与绝缘基板的线热膨胀系数相同程度的线热膨胀系数的导电材料构成，传感器置于高温高湿的环境下能抑制湿敏膜的泡胀，其结果，能抑制静电电容传感器特性漂移劣化。



1. 一种静电电容传感器，具有绝缘基板，安装在所述绝缘基板上且相相对置的第1、第2电极，以及设置在第1和第2电极间且由所述绝缘基板保持的气体感应膜，其特征在于，

所述气体感应膜有 $2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以上的线热膨胀系数，

所述第1、第2电极具有与所述绝缘基板的线热膨胀系数程度相同的线热膨胀系数，该线热膨胀系数为 $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下，

所述第1、第2电极的厚度为 $1 \mu\text{m}$ 以上、 $11 \mu\text{m}$ 以下，

所述第1、第2电极的面间间隔为 $0.5 \mu\text{m}$ 以上、 $5 \mu\text{m}$ 以下。

2. 如权利要求1所述的静电电容传感器，其特征在于，

所述气体感应膜为湿敏膜，

所述静电电容传感器的静电电容根据所述湿敏膜吸附的水汽量而变化。

3. 如权利要求2所述的静电电容传感器，其特征在于，

所述绝缘基板由从玻璃、石英、硅、陶瓷及蓝宝石组成的组中选出的材料构成，

所述湿敏膜由从有机高分子材料及交联高分子材料组成的组中选出的材料构成，

所述第1、第2电极由 Si、SiC、GaAs 及聚硅组成的组中选出的材料构成。

4. 如权利要求2所述的静电电容传感器，其特征在于，还包括

所述第1、第2电极、及所述湿敏膜上形成的上部湿敏膜，

在所述上部湿敏膜内形成屏蔽膜。

5. 如权利要求2所述的静电电容传感器，其特征在于，

所述第1、第2电极在所述绝缘基板的表面接合。

6. 如权利要求5所述的静电电容传感器，其特征在于，

所述第1、第2电极通过研磨或蚀刻与所述绝缘基板接合的导电基板而形成。

7. 如权利要求2所述的静电电容传感器，其特征在于，

所述第1电极有第1电极本体和从该第1电极本体延伸的多个第1梳齿电极部，

所述第2电极有第2电极本体和从该第2电极本体延伸的多个第2梳齿电

极部，

所述第 1 及第 2 梳齿电极部保持规定的面间间隔交叉配置，

所述湿敏膜紧密地配置在所述第 1、第 2 梳齿电极部间、与两所述梳齿电极部一起构成多个立式电容器结构。

8. 如权利要求 7 所述的静电电容传感器，其特征在于，还包括

在所述第 1、第 2 电极及所述湿敏膜上形成的上部湿敏膜，

在所述第 1、第 2 梳齿电极部的上方并附近，在所述上部湿敏膜内形成屏蔽膜。

9. 如权利要求 2 所述的静电电容传感器，其特征在于，

所述第 1 电极具有第 1 电极本体、从该第 1 电极本体延伸的第 1 直线电极部、及从该第 1 直线电极部延伸的多个第 1 环形电极部，

所述第 2 电极具有第 2 电极本体、从该第 2 电极本体延伸的第 2 直线电极部、及从该第 2 直线电极部延伸的多个第 2 环形电极部，

所述第 1、第 2 环形电极部保持规定的面间间隔交叉并配置成同心状，

所述湿敏膜紧密配置在所述第 1 及第 2 环形电极部间，与两所述环形电极一起构成多个立式电容器结构。

10. 如权利要求 2 所述的静电电容传感器，其特征在于，

所述第 1 电极具有第 1 电极本体、从该第 1 电极本体延伸的至少 1 个的第 1 直线电极部、及从该第 1 直线电极部开始正交延伸的多个第 1 齿形电极部，

所述第 2 电极具有第 2 电极本体、从该第 2 电极本体延伸的多个第 2 直线电极部、及从各个该第 2 直线电极部开始正交延伸的多个第 2 齿形电极部，

所述第 1 直线电极、第 1 齿形电极部、第 2 直线电极部及第 2 齿形电极部相邻的电极之间保持规定的面间间隔相向对置，

所述湿敏膜紧密地配置在所述第 1 直线电极部、第 1 齿形电极部、第 2 直线电极部、及第 2 齿形电极部相邻的电极之间，与该相邻的电极部一起构成多个立式电容器结构。

11. 如权利要求 2 所述的静电电容传感器，其特征在于，

所述第 1 电极具有第 1 电极本体、及从该第 1 电极本体延伸并且多个第 1 齿形电极部设置成等间隔的下侧电极部，

所述多个第 1 齿形电极部从所述下侧电极部的上面向上并垂直延伸，和所述下侧电极部一起构成下侧梳齿电极，

所述第2电极具有第2电极本体、及从该第2电极本体延伸的上侧电极部，
所述上侧电极部具有多个第2齿形电极部设置成等间隔的上壁、及在底面上固定于所述绝缘基板的侧壁，

所述多个第2齿形电极部从所述上侧电极部的所述上壁向下并垂直延伸，
与所述上侧电极部一起构成上侧梳齿电极，

所述上侧梳齿电极及所述下侧梳齿电极保持规定的面间间隔相相对置，

所述湿敏膜紧密地配置在所述上侧梳齿电极和所述下侧梳齿电极之间，与
该上侧及下侧梳齿电极一起构成多个立式电容器结构。

静电电容传感器

技术领域

本发明涉及静电电容传感器，详细地涉及能抑制处于高温、高湿环境中特性漂移劣化的静电电容传感器。

背景技术

具有高分子材料组成的湿敏膜的湿度传感器大致可分为静电电容式和电阻式。静电电容式的湿度传感器因为对于环境的湿度变化响应性好，所以具有随着湿度的增加减少，输出滞后小，湿敏特性的湿度依附性小，能计测的湿度、温度范围广等优点。

静电电容式湿度传感器中，主流为平行平板型电容器结构的湿度的传感器。这种湿度传感器通常具有绝缘基板、绝缘基板上形成的下侧电极、下侧电极上形成的具有电气绝缘性及湿敏特性的高分子材料组成的湿敏膜、及湿敏膜上形成的多孔的上侧电极。即下侧电极、湿敏膜、及上侧电极在绝缘基板上依上述次序层迭。然后两电极上连接引线。

该湿度传感器一旦置于使用环境中，环境中的水汽，即水分子通过多孔的上侧电极到达湿敏膜的内部，吸附于湿敏膜内。水汽的吸附一直持续到湿敏膜和环境间水汽形成平衡状态。在平衡状态下，产生湿敏膜吸附水汽及吸附气体脱离湿敏膜，其结果，与环境中相对湿度对应数量的水汽吸附在湿敏膜中。另外，湿度传感器的静电电容与湿敏膜中水汽的量成比例。因此，能根据传感器的静电电容测量环境的相对湿度。为了测量湿度，从湿度传感器输出表示传感器静电电容的电信号供给湿度测量装置。

湿度测量之前，先将传感器的湿敏特性存在湿度测量装置中。为此，例如准备将温度 25℃、并相对湿度为 X_0 、 X_1 、…… X_n 作为基准环境，利用阻抗分析器等依次测量在各种基准环境中的传感器静电电容 C_0 、 C_1 、…… C_n 。然后求出静电电容与相对湿度间的关系即传感器的湿敏特性，存在湿度测量装置内。

实际的湿度测量之际，湿度测量装置输入置于湿度测量对象即使用环境中的传感器来的输出信号，根据表示传感器静电电容的传感器输出信号、及表示

静电电容与相对湿度间关系的湿敏特性，检测出环境的相对湿度。例如，传感器输出信号若是用静电电容 C_n 表示，则就能检测出相对湿度 X_n 。

但，平行平板型电容器结构的静电电容传感器长时间置于高温高湿的环境中，就会从传感器输出表示比环境中真正的相对湿度高的相对湿度的电信号，产生湿度测量误差。例如，设真正的相对湿度为 X_n ，产生不正确的传感器输出信号 $C_n + \Delta C$ ，根据输出信号 $C_n + \Delta C$ 可检测出不正确的相对湿度 $X_n + \Delta X$ 。这样，从置于高温高湿的环境中的传感器，输出表示比实际相对湿度高的相对湿度的不正确的传感器输出信号，通常将上述现象称为传感器特性漂移劣化。按照本发明者所见，特性漂移劣化，将如以后详述的那样，是由于置于高温高湿中的传感器湿敏膜泡胀引起的。

另为了提高平行平板型电容器结构的静电电容传感器测量的可靠性，要加大湿敏膜的膜面积。因而传感器变大，不能满足小型化的要求。

所述传感虽然对于分别有极性的甲醛、丙酮、乙醇等的测量也能适用，但在这种场合也存在着传感器特性漂移劣化、大型化的问题。

发明内容

本发明的目的在于提供能抑制特性漂移劣化的静电电容传感器。

按照本发明，能提供具有绝缘基板，安装在所述绝缘基板上且相相对置的第1、第2电极，以及设置在第1和第2电极间且由所述绝缘基板保持的气体感应膜的静电电容传感器，其中，所述气体感应膜有 $2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以上的线热膨胀系数，所述第1、第2电极具有与所述绝缘基板的线热膨胀系数程度相同的线热膨胀系数，该线热膨胀系数为 $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下，所述第1、第2电极的厚度为 $1 \mu\text{m}$ 以上、 $11 \mu\text{m}$ 以下，所述第1、第2电极的面间间隔为 $0.5 \mu\text{m}$ 以上、 $5 \mu\text{m}$ 以下。

该静电电容传感器置于使用环境中，环境中的气体被气体感应膜吸附，传感器的静电电容与气体感应膜吸附的气体量相对应，因而就能根据传感器的静电电容对环境中的气体进行测量。另在高温高气体浓度的环境下，虽然让气体感应膜泡胀，但在气体感应膜的两侧上，利用固定在绝缘基板的表面，并且，线热膨胀系数比气体感应膜小的第1及第2电极，能抑制感应膜的泡胀（因热膨胀及气体吸附引起的容积增大）。抑制由于气体感应膜的泡胀引起的传感器特性漂移劣化。

理想的是，前述气体感应膜是湿敏膜，前述静电电容传感器的静电电容根据前述湿敏膜吸附的水汽量而变化。

更理想的是，前述湿敏膜有 $2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以上的线热膨胀系数。前述绝缘基板及前述第 1、第 2 电极具有 $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下的线热膨胀系数。

按照所述两种理想的形态，根据传感器静电电容能测量环境的相对湿度，又能抑制由于湿敏膜的泡胀引起的传感器特性漂移劣化。

理想的是，前述第 1 及第 2 电极厚度在 $1 \mu\text{m} \sim 11 \mu\text{m}$ 的范围内。按照该适宜的形态，电极的厚度以提高传感器动作可靠性的角度考虑，要大于规定的允许下限值，同时，从降低传感器输出的滞后角度考虑，要小于规定的允许上限值。

理想的是，前述第 1 电极及第 2 电极的对向面间隔是 $0.5 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$ 。按照这一适宜的形态，两面间的间隔从提高传感器动作可靠性的角度考虑，要小于规定的允许上限值，同时，从防止形成不良的湿敏膜的角度考虑，要大于规定的允许下限值。

理想的是，静电电容传感器还包括前述第 1 及第 2 电极、以及前述湿敏膜上形成的上部湿敏膜，前述上部湿敏膜内形成屏蔽膜 (shield)。按照这一适宜的形态，能消除由上部湿敏膜和电极构成的电容器结构产生的测量误差。

理想的是，前述第 1 电极及第 2 电极在前述绝缘基板的一表面接合。按照这一适宜的形态，能增大电极在绝缘基板上的固定强度。

附图说明

图 1 表示本发明第 1 实施形态的静电电容传感器平面图。

图 2 表示沿图 1 的 II-II 线的静电电容传感器剖视图。

图 3 表示用于制造图 1 及图 2 示出的静电电容传感器的初始基板剖视图。

图 4 表示表示在图 3 示出的初始基板上形成电极的状态的剖视图。

图 5 表示表示形成湿敏膜的状态的剖视图。

图 6 表示本发明第 2 实施形态的静电电容传感器的剖视图。

图 7 表示本发明第 3 实施形态的静电电容传感器的剖视图。

图 8 表示本发明第 4 实施形态的静电电容传感器的剖视图。

图 9 表示本发明第 5 实施形态的静电电容传感器的剖视图。

图 10 表示沿图 9 的 X-X 线的静电电容传感器的剖视图。

图 11 表示表示实施例 1 相关的静电电容传感器的电极厚度与传感器输出的滞后间关系曲线。

图 12 表示表示实施例 2 相关的静电电容传感器的制造成品率与电极面间间隔的关系曲线。

图 13 表示表示实施例 3 相关的静电电容传感器的 C_x/X_{10} 与相对湿度间的关系曲线。

具体实施方式

首先说明本发明的发明理念。

静电电容传感器包括湿敏膜，通常湿敏膜由骨架部和自由体积部构成。骨架部由高分子材料缩聚而形成，自由体积部在骨架部中取微孔形态呈 3 维分布。该静电电容传感器一旦放置在使用环境中，环境中的水汽就进出湿敏膜，直到与环境的相对湿度对应的量的水汽吸附在湿敏膜中为止。

根据本发明者的理解；所谓湿敏膜吸附水汽的现象实为自由体积部捕捉水汽的现象，传感器与环境间水汽的平衡状态一确立，与环境的相对湿度相对应数量的水汽就吸附在自由体积部中。

平行平板型静电电容传感器，如前所述，为在绝缘基板上依次将下侧电极、湿敏膜、及上侧电极层迭而成，一旦置于高温高湿环境中，湿敏膜就泡胀，随着湿敏膜的泡胀湿敏膜的自由体积部的体积比例增加，与泡胀前比自由体积部吸附的水汽量增加，另外，所吸附的部分水汽聚集（cluster），传感器的静电电容变成仅与聚集的水气的静电电容相当的部分大小的值。而且，在将传感器从高温高湿的环境中取出后，聚集的水汽还会滞留在自由体积部内。其结果，在其后的湿度测定中，传感器的输出信号就表示出比环境的实际相对湿度高的相对湿度。即，传感器特性发生漂移劣化。

本发明者认为平行平板型静电电容传感器其特性漂移显著劣化主要起因于设置在上下电极间的湿敏膜过大的泡胀。基于通过抑制湿敏膜的泡胀从而能抑制特性漂移劣化的认识，完成了本发明。

即，本发明的静电电容传感器中，将两电极及湿敏膜（更一般的为气体感应膜）设在绝缘基板上，从俯视的两侧起用第 1 及第 2 电极挟住湿敏膜，同时，使第 1 及第 2 电极固定在绝缘基板上。再用具有比构成湿敏膜的高分子材料的线热膨胀系数小，并与构成绝缘基板的材料的线热膨胀系数相同程度线热膨胀

系数的导电材料构成各电极。

利用如此构成的静电电容传感器，将传感器置于高温高湿环境中产生的湿敏膜的泡胀，通过紧密地分布在湿敏膜的两侧，并且热膨胀量小的第1及第2电极从而被强制地抑制。另一方面，绝缘基板的热膨胀因为和电极的热膨胀程度相同故电极与绝缘基板间的位置关系不变。

本发明的静电电容传感器基本上是立足于以上的发明理念而创立的。还有，下述实施形态的静电电容传感器的构成也考虑到制造方便、确保传感器动作的可靠性等因素。

以下，参照图1及图2，说明本发明第1实施形态的静电电容传感器。

本实施形态的静电电容传感器10包括；俯视为正方形的绝缘基板11、及固定在该绝缘基板11表面11a的第1、第2电极21、22，两电极21、22互相相对置。第1电极21包括；从绝缘基板11的角上向中央延伸的第1电极本体21a、及从第1电极本体21a内部端面向绝缘基板11的中央延伸的多个例如4个的第1梳齿电极部21b。同样，第2电极22包括；从绝缘基板11的对角角上向中央部延伸的第2电极本体22a、及从第2电极本体22a的内部端面向绝缘基板11的中央延伸的多个例如5个的第2梳齿电极部22b。第1、第2电极本体21a、22a各有三角形和方形组成的复合形状。第1、第2梳齿电极部21b、22b保持规定的面间间隔交叉配置，构成梳形电极结构（梳状结构）。

静电电容传感器10还包括覆盖电极21、22设在绝缘基板11的表面11a上的湿敏膜（更一般的为气体感应膜）30。湿敏膜30由紧密地设置在第1、第2梳齿电极部21b、22b周围及两电极间的第1湿敏膜31、及设置在电极21、22的上面以及第1湿敏膜31、及设置在电极21、22的上面以及第1湿敏膜31的上面的第2湿敏膜（上部湿敏膜）32组成，第1、第2湿敏膜31、32做成一体。而且，利用第1湿敏膜31和梳齿电极部21b、22b，绝缘基板11上形成多个（在图中示例为8个）立式电容器结构C。

电极本体21a、22a例如用导电粘接剂与引线（图中未示出）的一端连接，用静电电容传感器10测量环境的相对湿度之际（更一般的为进行环境中的气体测量之际），引线的另一端例如接阻抗分析器（图中未示出）。

以下，说明静电电容传感器10的构成材料。

绝缘基板11由电气绝缘材料构成。绝缘基板11的构成材料只要是具有和电极21、22的构成材料相同程度的线热膨胀系数、并比湿敏膜30的构成材料

的线热膨胀系数小的热膨胀系数的材料，则都可以。绝缘基板 11 的构成材料能从例如玻璃、石英、硅、氮化硅、氮化铝、氧化锆、硅铝氧氮耐热陶瓷（例如；Si、SiO₂、Al₂O₃、及 AlN 的反应混合物）那样的陶瓷、以及兰宝石组成的组中选择。它们中玻璃基板由于其价格低、易加工等诸多优点，故适于用作绝缘基板 11。

湿敏膜 30 只要是具有电气绝缘及湿敏特性的材料，则均可。例如，湿敏膜 30 的构成材料可从交联型高分子材料；及聚亚胺、聚砜、聚酯磺、聚脂亚胺、聚脂、聚酰胺亚胺、对聚苯氧、聚碳酸酯、有机玻璃、聚丁烯酮醚、聚酮醚、醋酸丁酸纤维素、醋酸纤维等有机高分子材料组成的组中选择。它们之中，即使在腐蚀性的环境里也不易变性，在要求湿敏特性长期稳定方面，则交联型聚亚胺适合作为湿敏膜 30 的构成材料。

第 1、第 2 电极 21、22 有强制抑制湿敏膜 30 尤其是抑制第 1 湿敏膜 31 泡胀的作用。因此，电极 21、22 由具有比湿敏膜 30 的线热膨胀系数小、并与绝缘基板 11 相同程度线热膨胀系数的导电材料构成。通常湿敏膜 30 的构成材料线热膨胀系数大致为 $2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以上，绝缘基板 11 的构成材料线热膨胀系数大致为 $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下。所以电极 21、22 的构成材料为线热膨胀系数 $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下的导电材料，例如可从 Si、SiC、GaAs、多晶硅组成的组中选择。它们之中，从易制造、易得到等方面来评价，则 Si 适合用作电极 21、22 的构成材料。

另从提高传感器动作可靠性、减少传感器输出滞后、及防止形成不良的湿敏膜 30 等角度考虑，静电电容传感器 10 的电极 21、22 的厚度及间隔设定成规定范围内的某一值。

即电极 21、22 的厚度（特别是梳齿电极部 21b、22b 的厚度 t ）设在 $1 \sim 11 \mu\text{m}$ 的范围内，另外，电极 21、22 的间隔（特别是与第 1 湿敏膜 31 一起形成立式电容器结构 C（在图 2 中用虚线表示）的梳齿电极部 21b、22b 的面间间隔 d ）设在 $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ 的范围内。其理由如下；

若电极厚度 t 做成比 $1 \mu\text{m}$ 薄、面间间隔 d 比 $5 \mu\text{m}$ 宽，则立式电容器结构 C 的容量变得过小，静电电容传感器 10 的输出信号变弱，阻抗分析器的传感器的静电电容（环境的相对湿度）的测量值可靠性下降。为了能以 1% 的精度测量相对湿度，厚度 t 要设在 $1 \mu\text{m}$ 以上，面间间隔 d 要设在 $5 \mu\text{m}$ 以下。

另一方面，若电极的面间间隔 d 做成比 $0.5 \mu\text{m}$ 还窄，则在形成湿敏膜 31 时，湿敏膜材料难以填充入梳齿电极部 21b、22b 之间，同时，其后的交联聚

合不能充分进行，结果就难以形成具有良好湿敏特性的湿敏膜 31。即不合格品率增高。

另外，若将电极厚度做成比 $11\mu\text{m}$ 还厚，则水汽被湿敏膜 31 吸附及从湿敏膜 31 脱离就变得困难，结果，传感器输出滞后特性急剧恶化，测定值之可靠性大大下降。

以下，参照图 3 至图 5，对静电电容传感器 10 的一制造方法示例予以说明。

首先，准备已接合绝缘基板 11 和导电基板的接合基板。可以用例如在玻璃基板的一面接合 Si 单晶片的市售 SOI (Silicon On Insulator) 基板作为该接合基板。

接着，对导电基板施以研磨处理或腐蚀处理制成规定厚度 t 的导电薄膜 51，得到图 3 所示的初始基板 50。进而，对导电薄膜 51 作光刻和蚀刻或 ICP 蚀刻，如图 4 所示；在绝缘基板 11 上形成第 1 及第 2 电极 21、22。

此后，将湿敏膜材料充填在第 1、第 2 电极 21、22 之间及电极周围形成第 1 湿敏膜 31。再用同样的材料在电极 21、22 及第 1 湿敏膜 31 上形成第 2 湿敏膜（上部湿敏膜）32。

具体为；将由规定的高分子材料组成、并调整成规定粘度的树脂液作为湿敏膜材料，用旋涂法涂布在第 1、第 2 电极 21、22 之间及电极周围以及电极上后，进行热处理、干燥，再交联聚合得到湿敏膜 30。

最后，除去电极 21、22 上部分湿敏膜 30，使电极 21、22 本体的表面露出一部分，把引线接合在露出表面上，得到静电电容传感器 10。

以下，参照图 6，说明本发明第 2 实施形态的静电电容传感器。图 6 为和表示沿图 1 的 II-II 线的静电电容传感器 10 的断面的图 2 同样的剖视图。

第 2 实施形态的静电电容传感器 10A 试图提高根据传感器静电电容的相对湿度测量精度。该传感器 10A 在第 2 湿敏膜（上部湿敏膜）32 内形成屏蔽膜 40，这一点与图 1 及图 2 所示的静电电容传感器 10 不同，但在其它方面则和静电电容传感器 10 的构成基本相同。

该屏蔽膜 40 由多孔结构或网孔结构的导电材料组成，如图 6 所示；在第 1、第 2 电极 21、22 的梳齿电极部 21b、22b 的上方及附近，埋在上部湿敏膜 32 内。

在图 1 及图 2 所示的第 1 实施形态的静电电容传感器 10 中，由湿敏膜 31 和梳齿电极部 21b、22b 形成立式电容器结构 C，另外，在其上，利用上部湿敏

膜 32 和梳齿电极部 21b、22b 形成卧式电容器结构。因此，静电电容传感器 10 的输出就成为立式电容器结构 C 的静电电容及卧式电容器结构的静电电容两者的综合反映。

相反，第 2 实施形态的静电电容传感器 10A，屏蔽膜 40 起到阻止上部湿敏膜 32 和梳齿电极部 21b、22b 形成卧式电容器结构的作用，因而，静电电容传感器 10A 的输出成为仅反映由湿敏膜 31 和梳齿电极部 21b、22b 形成的立式电容器结构 C 的静电电容，由此，能提高根据传感器静电电容即传感器输出的相对湿度测量精度。

静电电容传感器 10A 基本上能利用与静电电容传感器 10 同样的工艺过程（图 3~图 5 所示）制造。在静电电容传感器 10A 制造过程中，在图 5 示出的上部湿敏膜 32 上，形成厚数百~数千 Å 的多孔结构或网孔结构的屏蔽膜 40，还可在其上形成外套膜。

以下，参照图 7，说明本发明第 3 实施形态的静电电容传感器。

第 3 实施形态的静电电容传感器 10B 与第 1 实施形态的静电电容传感器 10 比第 1、第 2 电极 21、22 的形状不同，但其它构成相同。

静电电容传感器 10B 包括；俯视为方形的绝缘基板 11、配置在绝缘基板 11 的角上具有园形的第 1 电极本体 21a 的第 1 电极 21、及配置在绝缘基板 11 的对角上具有园形的第 2 电极本体 22a 的第 2 电极 22。和静电电容传感器 10 一样，静电电容传感器 10B 的电极 21、22 固定在绝缘基板 11 的表面，厚 1~11 μm。

第 1 电极 21 具有从基本体 21a 向第 2 电极本体 22a 延伸的第 1 直线电极部 21c、和从该直线电极部 21c 延伸的多个例如 3 个的第 1 环形电极部 21b。同样，第 2 电极 22 具有从基本体 22a 向第 1 电极本体 21a 延伸的第 2 直线电极部 22c、及从该直线电极 22c 延伸的多个例如两个第 2 环状电极部 22b。第 1、第 2 环形电极部 21b、22b 互相交叉并对于绝缘基板 11 的中心配置成同心园状。和静电电容传感器 10 的梳形电极部 21b、22b 的情形一样，静电电容传感器 10B 的第 1 和第 2 环形电极部 21b、22b 保持 0.5~5 μm 的面间间隔、互相相向对置。

静电电容传感器 10B 包括与图 2 所示的湿敏膜 30 对应的湿敏膜、及连接电极本体 21a、22a 的引线。湿敏膜紧密地配置在第 1、第 2 环形电极部 21b、22b 之间，和两电极部一起构成多个立式电容器结构。该传感器 10B 通过引线

和连接电极 21、22 的阻抗分析器一起动作测量环境的相对湿度。

和静电电容传感器 10 的情形一样，静电电容传感器 10B 的电极 21、22 用具有比湿敏膜的线热膨胀系数小，并与绝缘基板 11 的线热膨胀系数相同程度的线热膨胀系数的导电材料构成。由此，能抑制静电电容传感器 10B 的特性漂移劣化。

以下，参照图 8，说明本发明第 4 实施形态的静电电容传感器。

第 4 实施形态的静电电容传感器 10C 与第 1 实施形态的静电电容传感器 10 比，第 1、第 2 电极 21、22 的形状不同，其它的构成相同。

静电电容传感器 10C 包括固定在绝缘基板 11 上并互相相相对置的第 1、第 2 电极 21、22。第 1 电极 21 具有由三角形的部分和方形的部分组成的复合形状的第 1 电极本体 21a、及从本体 21a 的内部端面向第 2 电极 22 的本体 22a 延伸的一个以上例如两个的第 1 直线电极部 21c，从各直线电极 21c 起，多个例如两个第 1 齿形电极部 21b 和直线电极部 21c 正交并延伸。

同样，第 2 电极 22，具有复合形状的第 2 电极本体 22a、及从其内部端面向第 1 电极本体 21a 延伸的多个例如 3 个的第 2 直线电极部 22c，从各直线电极部 22c 起两个第 2 齿形电极部 22b 和直线电极部 22c 正交并延伸。

每一个第 1 直线电极部 21c 及第 1 齿形电极 21b 对于第 2 直线电极部 22c 及第 2 齿形电极部 22b 中相邻的电极均保持 $0.5\sim 5\mu\text{m}$ 的面间间隔相相对置。另外，在电极部 21c、21b、22b 的相邻电极之间紧密地配置湿敏膜，与相邻的电极部一起构成多个立式电容器结构。

静电电容传感器 10C 的其它构成和静电电容传感器 10 相同，故不再另述。

以下，参照图 9、图 10，说明本发明第 5 实施形态的静电电容传感器。

第 5 实施形态的静电电容传感器 10D 与第 1 实施形态的静电电容传感器 10 相比第 1、第 2 电极 21、22 的构成不同，其它的构成相同。

静电电容传感器 10D 包括第 1 电极本体 21a、及有从本体 21a 的内部端面向第 2 电极 22 的本体 22a 延伸的下侧电极部 21c 的第 1 电极 21。第 1 电极本体 21a 及下侧电极部 21c 固定在绝缘基板 11 上，从下侧电极部 21 的上面有多个例如 7 个第 1 齿形电极部 21b 向上、并对下侧电极部 21 垂直延伸。第 1 齿形电极部 21b 以等间隔形式配置，和下侧电极部 21c 一起构成下侧梳齿电极。

另一方面，静电电容传感器 10D 的第 2 电极 22 具有第 2 电极本体 22a、及从本体 22a 的内部端面向第 1 电极本体 21a 延伸的上侧电极部 22c。上侧电极

部 22c 有上壁及左右侧壁，左右侧壁在底面上固定于绝缘基板 11 的表面。从上侧电极部 22c 的上壁起多个例如 6 个第 2 齿形电极部 22b 向下并对于上壁垂直延伸。第 2 齿形电极部 22b 以等间隔形式配置，和上侧电极部 22c 一起构成上梳齿电极。

上侧梳齿电极及下侧梳齿电极保持 $0.5\sim 5\mu\text{m}$ 的面间间隔 d 交叉配置，构成梳形电极结构。上侧梳齿电极和下侧梳齿电极间形成与图 2 的湿敏膜 31 对应的湿敏膜，由此，形成多个（本形态为 14 个）立式电容器结构。

再者，就在第 1 齿形电极部 21b 的上面，上侧电极部 22c 的上壁上，形成开口 22e，水汽通过开口 22e，在静电电容传感器 10D 及该传感器所配置的环境间进出，就吸附在湿敏膜内、或脱离湿敏膜。

静电电容传感器 10D 其它构成均与静电电容传感器 10 相同，故不再另述。

实施例 1

实施例 1 的静电电容传感器与图 1、图 2 所示的传感器 10 对应，如下所述制造多个。

首先准备多片 SOI 基板。各 SOI 基板为在作为绝缘基板 11 的玻璃基板的一面，接合作为导电基板的 Si 单晶片。然后研磨各个 SOI 基板的 Si 单晶片，得到多片具有不同厚度（电极厚度 t ）Si 薄膜的初台基板 50（参照图 3）。接着，对各初始基板 50 的 Si 薄膜施以 ICP 蚀刻，在绝缘基板 11 上形成面间间隔 d 为 $5\mu\text{m}$ 的梳齿电极部 21b、22b 的电极 21、22（参照图 4）。再在电极 21、22 上涂布作为湿敏材料的聚亚胺系树脂液后，在 300°C 下热处理进行树脂的交联聚合，在电极间及电极周围形成湿敏膜 30。还有，Si 的线热膨胀系数为 $3.3\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 、聚亚胺湿敏膜的线热膨胀系数为 $5\times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ 。最后，除去一部分湿敏膜中覆盖电极本体 21a、22a 的部分，用导电粘接剂将铜引线 with 露出的电极本体接合，由此，制造出多个电极厚度各异的实施例 1 的静电电容传感器。

然后，将这些静电电容传感器置于温度 25°C 相对湿度 10% 的低温低湿环境中，用 LCZ 计以频率 100KHz、外加电压 1.0V 的测量条件测量传感器的静电电容 $C1$ (PF)。接着将静电电容传感器在温度 40°C 相对湿度 90% 的高温高湿环境中放置 20 小时后，再回到上述低温低湿的环境中，测量此时的静电电容 $C2$ (PF)。

如上所述，一部分被置于高温高湿环境中的静电电容传感器湿敏膜吸附的水汽聚集，聚集的水汽回到低温低湿的环境后因为仍残留在湿敏膜中，所以在低温低湿环境中最初测量到的传感器的静电电容 $C1$ 比，从高温高湿环境回

到低温低湿环境后测量的静电电容 C_2 变大。因此，将静电电容差 ($C_2 - C_1$) 称为静电电容传感器的湿敏滞后。

图 11 表示根据实施例 1 相关的各个静电电容传感器的电极厚度 t 和湿敏滞后 ($C_2 - C_1$) 求得的电极厚度 t 和湿敏滞后间的关系。从图 11 可知，电极厚度 t 大于 $11\ \mu\text{m}$ ，湿敏滞后急剧增大，因而静电电容传感器测量值可靠性大幅下降。

实施例 2

和实施例 1 的情形一样，制造多个实施例 2 相关的静电电容传感器（对应于图 1 及图 2 所示的传感器 10）。这些静电电容传感器制造过程中，设电极厚度 t 固定为 $5\ \mu\text{m}$ ，另一方面，梳齿电极部 21b、22b 的两间间隔 d 在 $0.3 \sim 5\ \mu\text{m}$ 的范围内变化。间隔 d 约为 0.3 、 0.5 、 1 、 1.2 、 2 、 3 、 4 及 $5\ \mu\text{m}$ 。

将制成的静电电容传感器按面间间隔 d 分组，另外，对湿敏膜分为无缺陷的合格品和有缺陷的不合格品。然后，从对于各传感器组的传感器总数的合格品数之比求出各传感器组的制造成品率。图 12 表示设面间间隔 d 是 3mm 的传感器制造成品率为 100 时，每种面间间隔 d 的相对制造成品率。

从图 12 可知；面间间隔 d 一小于 $0.5\ \mu\text{m}$ ，静电电容传感器的制造成品率就急剧下降。

实施例 3

实施例 3 的静电电容传感器与图 6 所示的传感器 10A 相对应，使用 SOI 基板之同时，还用聚亚胺作湿敏材料来制造。该静电电容传感器其梳形电极部厚度 t 及面间间隔 d 为 $5\ \mu\text{m}$ ，上部湿敏膜厚 $3\ \mu\text{m}$ ，上部湿敏膜中配置着由 Cr 组成的厚 2000\AA 的屏蔽膜。

准备好例如温度 25°C ，并相对湿度 10%、25%、45%、70%、90% 的第 1 至第 5 基准环境。然后，将实施例 3 的静电电容传感器配置于第 1 基准环境中，测量此时的静电电容 C_{10} ，接着，将传感器在温度 40°C 、相对湿度 90% 的高温高湿环境下放置 200 小时后，再回到第 1 基准环境，测量传感器的静电电容 C_x 。对于第 2 至第 5 基准环境也进行同样的测量，求出与静电电容 C_{10} 对应并在图 13 中分别用黑色园形标记表示的静电电容、和在图 13 中分别用黑色方形标记表示的静电电容 C_x 。

计算对静电电容 C_{10} 的第 1 至第 5 基准环境相关的各静电电容 C_x 的比 C_x/C_{10} 。图 13 表示比 C_x/C_{10} 和相对湿度的关系。从图 13 可知，比例 C_x/C_{10}

在相对湿度低于 70%的范围随着相对湿度的增大而成比例增大。即实施例 3 的传感器比 Cx/C10 具有良好的线性，即便长时间暴露在高温高湿的环境中特性漂移变化不大。

从上述可知，本发明的静电电容传感器能将湿敏膜紧密地配置在由比湿敏膜的线热膨胀系数小的线热膨胀系数的材料构成的电极间，靠两电极抑制湿敏膜的泡胀。这种传感器因为尽管在高温高湿的环境中特性漂移依旧不易劣化，能输出可靠性高的静电电容信号（湿度信号），故适于用作湿度传感器。

另外，本发明的静电电容传感器与平行平板型电容器结构相比，大多数亦即全体，具有能在小面积的基板上设置大容量电容器结构的立式电容器结构，从而不会降低检测灵敏度，传感器做得更小。

本发明并不限于上述适用的形态，可作各种变形。

例如，在实施形态中曾对静电电容传感器作为测量环境湿度的湿度传感器使用的情形进行说明，但本发明也能适用于这样的静电电容传感器，它利用在高分子膜上的吸附·脱离，检测出使高分子膜的静电电容变化的气体。尤其是本发明因为能抑制高温高湿环境下的传感器特性漂移劣化，故特别适合某些要求形成极高湿度环境的领域，例如燃料电池、栽培设施等。

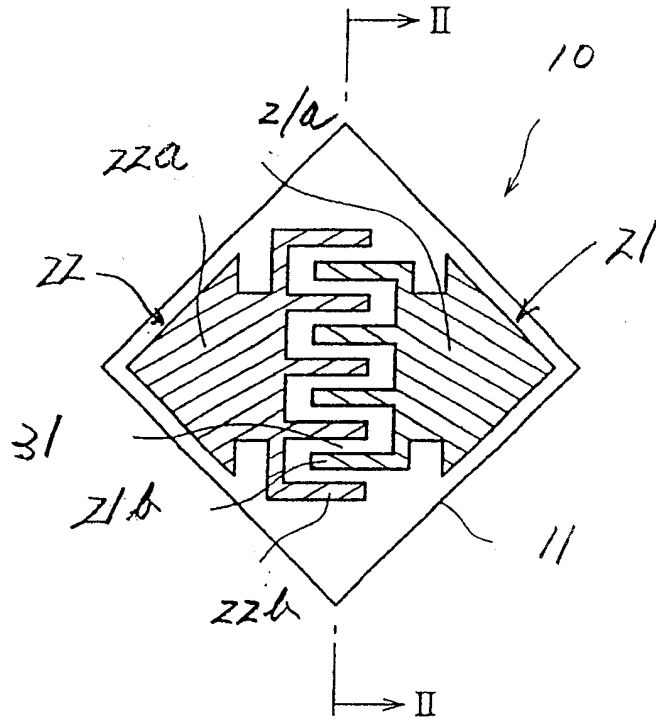


图 1

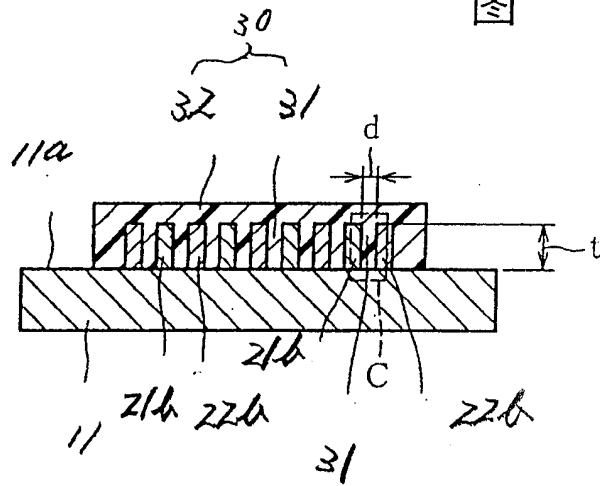


图 2

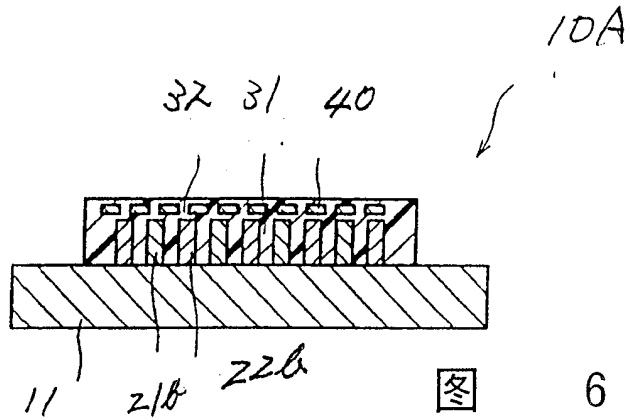


图 6

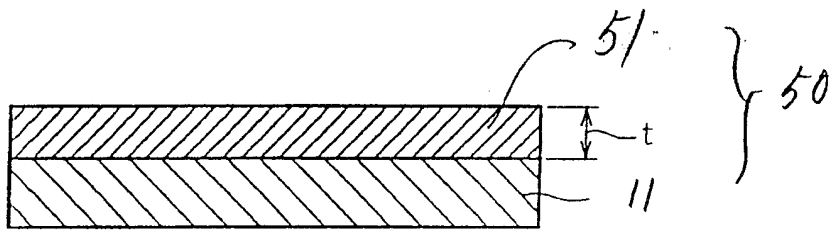


图 3

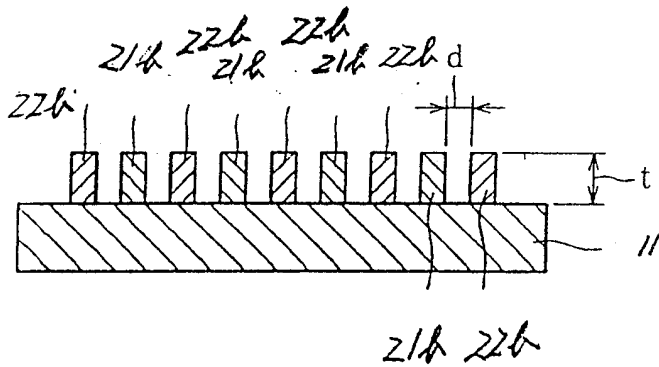


图 4

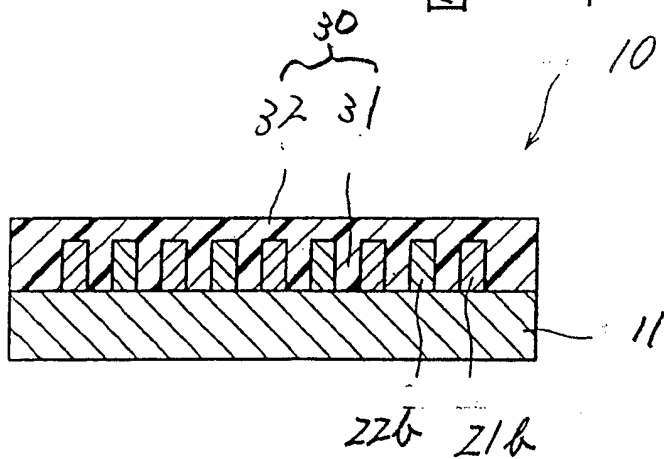


图 5

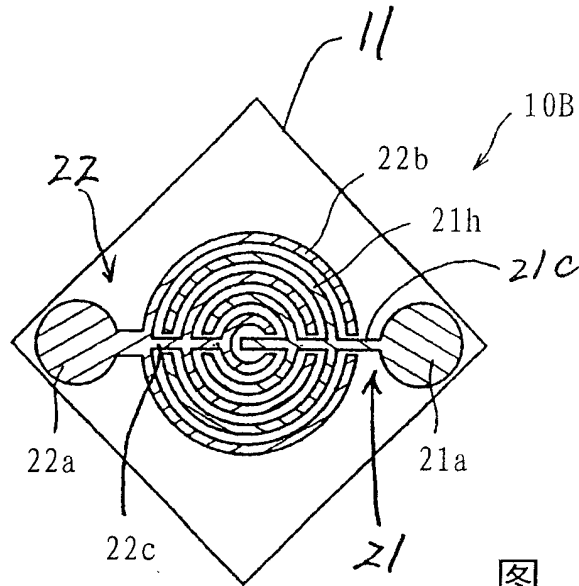


图 7

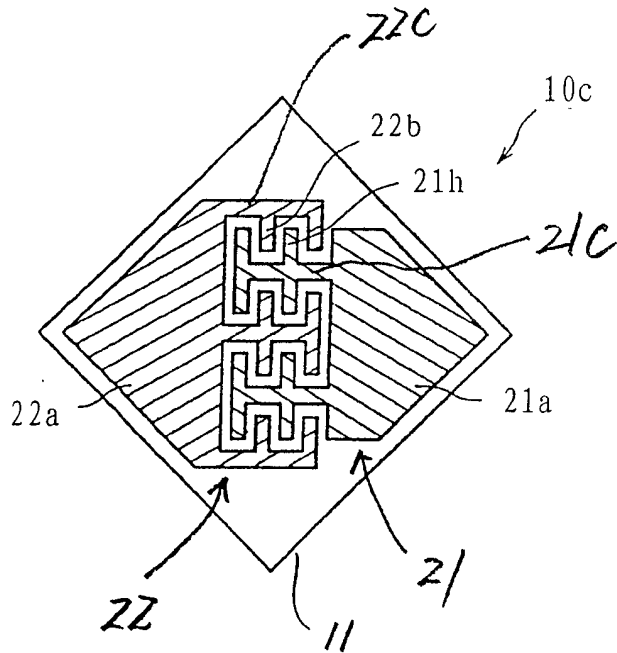


图 8

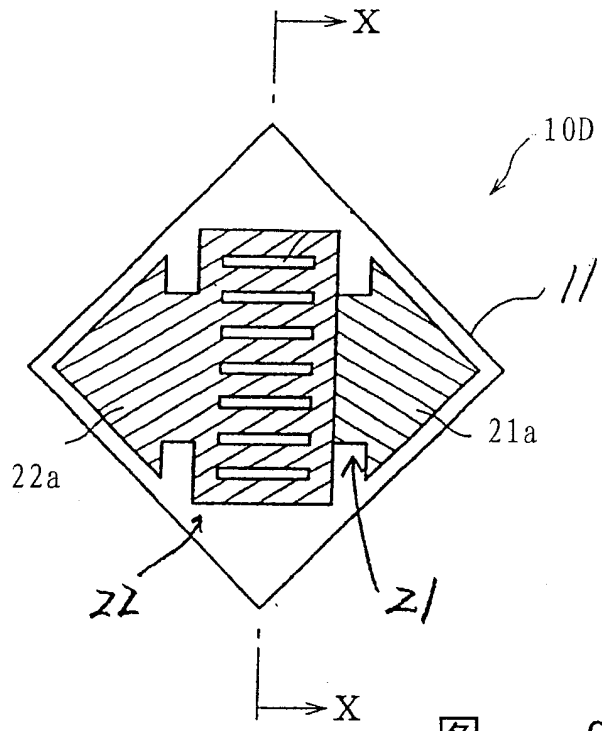


图 9

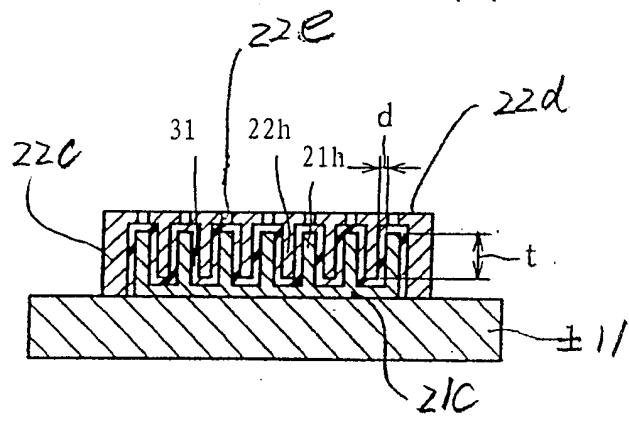


图 10

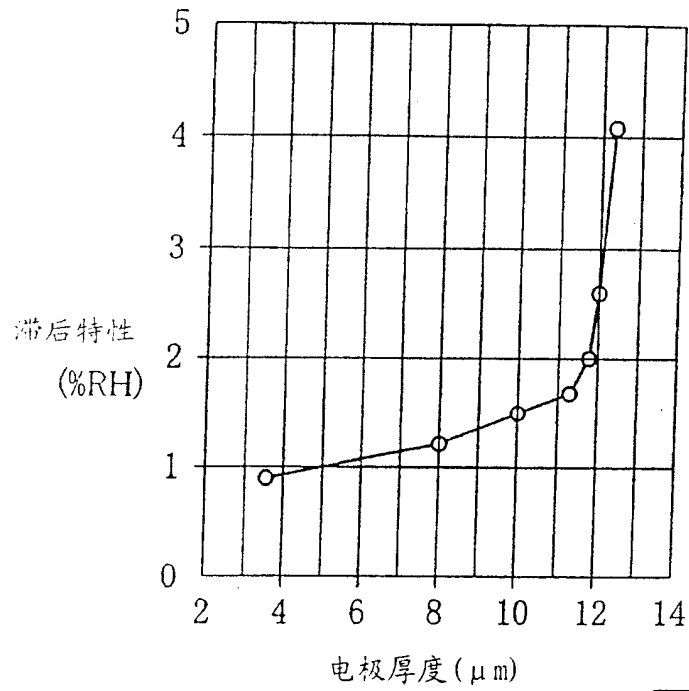


图 11

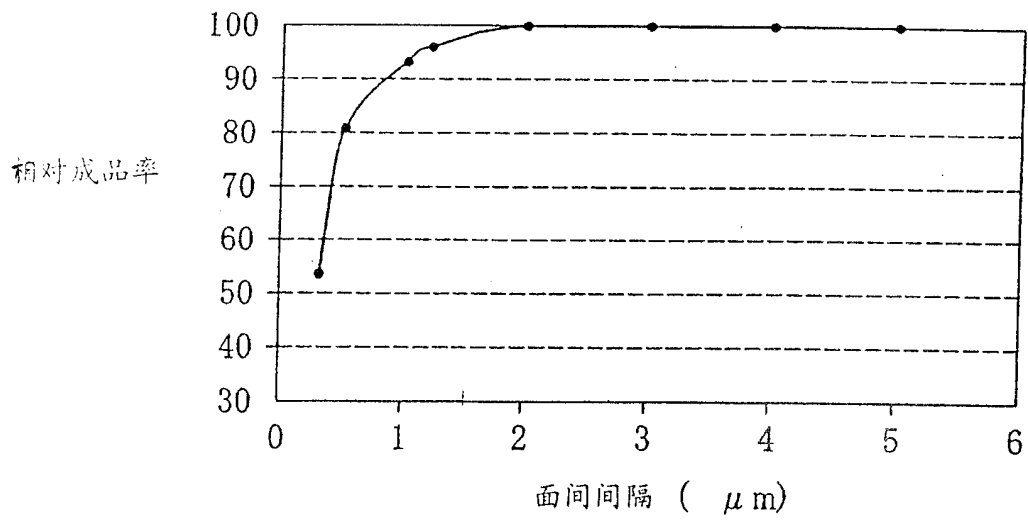


图 12

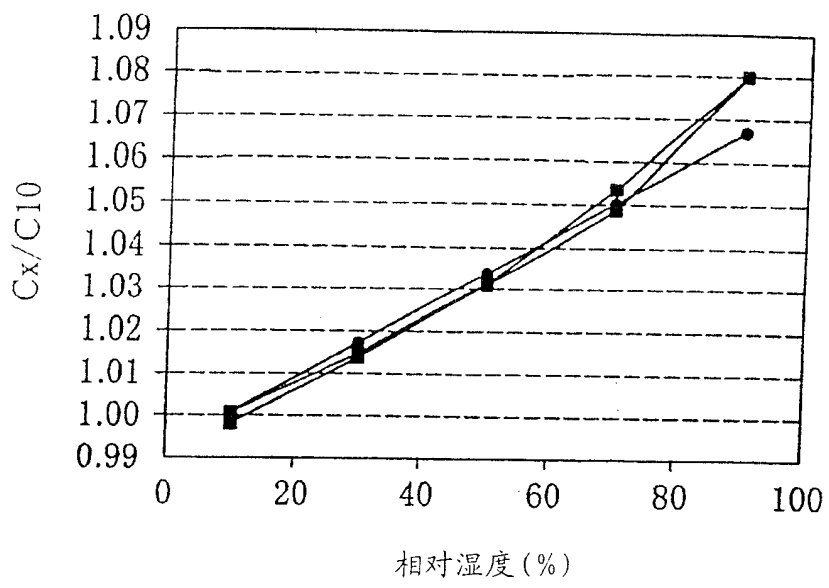


图 13