

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01H 59/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02150233.1

[45] 授权公告日 2006 年 6 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1258795C

[22] 申请日 2002.11.5 [21] 申请号 02150233.1

[30] 优先权

[32] 2001.11.6 [33] JP [31] 340293/2001

[71] 专利权人 欧姆龙株式会社

地址 日本京都府

[72] 发明人 秋叶朗 宇野圭辅 城岛正男

积知范 佐野浩二

审查员 李 莉

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 谷惠敏 关兆辉

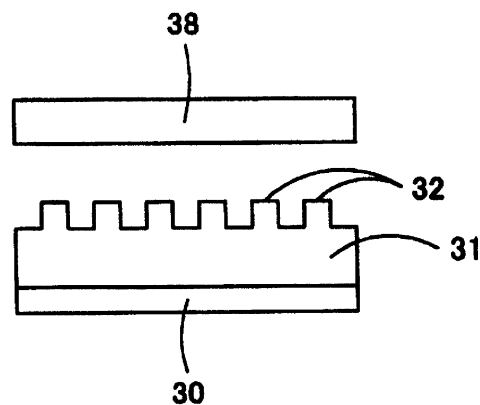
权利要求书 4 页 说明书 24 页 附图 23 页

[54] 发明名称

静电驱动器及其调节方法以及使用该静电驱动器的设备

[57] 摘要

通过抑制静电驱动器的接通电压和断开电压等工作电压特性的变动,防止向静电驱动器施加额定电压时,静电驱动器不接通,或断开驱动电压时,静电驱动器不断开的现象。相对置地设置固定电极 30 和可动电极 38,在固定电极 30 的表面形成绝缘膜 31。绝缘膜 31 以氮化膜(SiN)37 为主要材料构成,在氮化膜 37 的正反两面形成氧化膜(SiO_2)39、48。在绝缘膜 31 的上表面与可动电极 38 对置的区域设置有多个突起 32。绝缘膜 31 的带电量主要由氧化膜 48 的膜厚决定,使用氮化膜 47 是为确保耐压特性等所需的必要膜厚。



1. 一种静电驱动器的调节方法，前述静电驱动器对置设置有第 1 电极和第 2 电极，在第 1 电极和第 2 电极相对置的区域中，在两电极的至少一个电极对置面上形成绝缘膜，利用向第 1 电极和第 2 电极间施加电压时的静电引力，来驱动第 1 电极和第 2 电极中的至少一个电极，从而使第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接触或者靠近，其特征在于，

通过调节前述绝缘膜的厚度，将静电驱动器的工作电压特性的偏移变小。

2. 一种静电驱动器的调节方法，前述静电驱动器对置设置有第 1 电极和第 2 电极，在第 1 电极和第 2 电极相对置的区域中，在两电极的至少一个电极对置面上形成绝缘膜，利用向第 1 电极和第 2 电极间施加电压时的静电引力，来驱动第 1 电极和第 2 电极中的至少一个电极，从而使第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接触，其特征在于，

在第 1 电极和第 2 电极相对置的区域中，通过调节第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接合的部位的接触面积，将静电驱动器的工作电压特性的偏移变小。

3. 一种静电驱动器的调节方法，该静电驱动器对置设置有第 1 电极和第 2 电极，在第 1 电极和第 2 电极相对置的区域中，在两电极的至少一个电极对置面上形成绝缘膜，利用向第 1 电极和第 2 电极间施加电压时的静电引力，来驱动第 1 电极和第 2 电极中的至少一个电极，从而使第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接触，其特征在于，

在第 1 电极和第 2 电极相对置的区域中，通过调节第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接合的部位的接触面积以及调节前述绝缘膜的厚度，将静电驱动器的工作电压特性的偏移变小。

4. 如权利要求 1 或 3 所述的静电驱动器的调节方法，其特征在于，

前述绝缘膜由不同材料的多个层构成，通过利用调节直接接触第 1 电极或第 2 电极的层的厚度，将静电驱动器的工作电压特性的偏移变小。

5 5. 如权利要求 4 所述的静电驱动器的调节方法，其特征在于，前述绝缘膜由氧化膜和氮化膜构成。

6. 如权利要求 1 或 3 所述的静电驱动器的调节方法，其特征在于，前述绝缘膜是由单一材料形成的。

10 7. 如权利要求 2 或 3 所述的静电驱动器的调节方法，其特征在于，在第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接合的部位的至少一个表面，形成至少 1 个突起，利用前述突起来控制前述接合部位的接触面积。

15 8. 如权利要求 7 所述的静电驱动器的调节方法，其特征在于，前述突起的表面为球面状。

9. 如权利要求 2 或 3 所述的静电驱动器的调节方法，其特征在于，在第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接合的部位中，通过弯曲至少一个电极来调节前述接合部位的接触面积。

20 10. 一种静电驱动器，对置设置有第 1 电极和第 2 电极，在第 1 电极和第 2 电极相对置的区域中，在两电极的至少一个电极对置面上形成绝缘膜，利用向第 1 电极和第 2 电极间施加电压时的静电引力，来驱动第 1 电极和第 2 电极中的至少一个电极，从而使第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接触或者靠近，其特征在于，

前述绝缘膜的厚度为等于或大于 2000Å 且等于或小于 2500Å。

11. 如权利要求 10 所述的静电驱动器，其特征在于，前述绝缘膜由氧化膜和氮化膜构成。

30

12. 如权利要求 10 所述的静电驱动器，其特征在于，前述绝缘膜是由单一材料形成的。

5 13. 一种静电驱动器，对置设置有第 1 电极和第 2 电极，在第 1 电极和第 2 电极相对置的区域中，在两电极的至少一个电极对置面上形成绝缘膜，利用向第 1 电极和第 2 电极间施加电压时的静电引力，来驱动第 1 电极和第 2 电极中的至少一个电极，从而使第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接触，其特征在于，

10 在第 1 电极和第 2 电极相对置的区域中，在第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接合的部位的至少一个表面，形成至少 1 个突起。

14. 如权利要求 13 所述的静电驱动器，其特征在于，前述突起的表面为球面状。

15 15. 一种静电驱动器，对置设置有第 1 电极和第 2 电极，在第 1 电极和第 2 电极相对置的区域中，在两电极的至少一个电极对置面上形成绝缘膜，利用向第 1 电极和第 2 电极间施加电压时的静电引力，来驱动第 1 电极和第 2 电极中的至少一个电极，从而使第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接触，其特征在于，

20 在第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接合的部位中，弯曲至少一个电极。

25 16. 一种静电驱动器，对置设置有第 1 电极和第 2 电极，在第 1 电极和第 2 电极相对置的区域中，在两电极的至少一个电极对置面上形成绝缘膜，利用向第 1 电极和第 2 电极间施加电压时的静电引力，来驱动第 1 电极和第 2 电极中的至少一个电极，从而使第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接触，其特征在于，

 在第 1 电极和第 2 电极间的接触部位还形成有多个突起，所述突起与第 1 电极和第 2 电极中的至少一个电极不重叠。

17. 一种静电微动继电器，其特征在于，利用权利要求 10 至 16 之一所述的静电驱动器，使固定接点和可动接点接合。

5 18. 一种无线装置，其特征在于，设有权利要求 17 所述的静电微动继电器，以使天线和内部电路间的电气信号通断。

19. 一种测量装置，其特征在于，设有权利要求 17 所述的静电微动继电器，以使测定对象物和内部电路间的电气信号通断。

10 20. 一种便携信息终端装置，其特征在于，设有权利要求 17 所述的静电微动继电器，以使内部电气信号通断。

静电驱动器及其调节方法以及使用该静电驱动器的设备

5 发明领域

本发明涉及一种静电驱动器（actuator）的调节方法，静电驱动器及使用该驱动器的静电微动继电器（microrelay）等其他设备，特别是涉及一种静电驱动器的工作电压特性的调节方法、工作电压特性被调节的静电驱动器，和使用该驱动器的静电微动继电器、无线装置、
10 测量装置、便携信息终端装置。

背景技术

过去的静电驱动器的结构如图 1 的分解透视图及图 2 的剖视图所示。该静电驱动器 1 已在特开 2000-164104 中被公开，主要是由固定基板 2 和可动基板 3 构成。固定基板 2 由玻璃基板构成，在其上面设有
15 固定电极 4 和一对固定接点 5、6，固定电极 4 的表面被氧化物绝缘膜 7 覆盖。固定接点 5、6 分别通过布线 8、9 与固定基板 2 上的连接焊盘 10、11 连接。

可动基板 3 是从 Si 基板加工而得，由 4 根弹性梁 12 支撑的可动电极 13 位于中央部，在可动电极 13 的下面中央部，通过绝缘层 14 设有可动接点 15。在可动基板 13 的下面周边部突出有固定块 16，利用
20 固定块 16 把可动基板 3 固定在固定基板 2 上表面上，可动电极 13 和固定电极 4 隔开空间对置，可动接点 15 跨越固定接点 5、6 间，并和
25 固定接点 5、6 间隔开空间对置。

但是，向固定电极 4 和可动电极 13 之间施加驱动电压时，驱动电压一达到某电压值，通过作用于固定电极 4 和可动电极 13 间的静电吸引力，可动电极 13 被吸向固定电极 4 侧，可动电极 13 通过使弹性梁 12
30 弯曲并通过绝缘膜 7 被吸附到固定电极 4 上。可动电极 13 一吸附到

固定电极 4 上，跟随其前后，可动接点 15 被压接到固定接点 5、6 间，通过可动接点 15 使固定接点 5、6 间气闭合，一对连接焊盘 10、11 间导通。

5 因此，理想的静电驱动器具有图 3 所示 CV 特性。这里所说的静电驱动器的 CV 特性，是指施加于固定电极 4 和可动电极 13 间的驱动电压 V_{drive} 和两电极 4、13 间的静电电容 C 的关系。图 3 中， C_1 是可动电极 13 和固定电极 4 间未施加驱动电压时的静电电容 C 的值， C_2 是可动电极 13 通过绝缘膜 7 被吸附到固定电极 4 上时的静电电容 C 的
10 值，接通电压 V_{on} 是可动电极 13 被吸附到固定电极 4 上（或从固定电极 4 脱离）时的驱动电压 V_{drive} 的值，理想的静电驱动器的该 CV 特性，具有关于驱动电压 $V_{drive}=0$ 伏点的对称的轮廓。

过去的静电驱动器，例如上述的静电驱动器，在可动电极和固定
15 电极间长时间持续施加驱动电压时，由于固定电极上的绝缘膜逐渐带电，所以静电驱动器的接通电压和断开电压等工作电压特性发生变动。该工作电压特性的变动原因是由于带电，使固定电极和可动电极间产生从外部施加的驱动电压 V_{drive} 以外的电位差，所以静电驱动器的工作电压特性发生变动，使得产生即使施加额定的接通电压，静电驱动器
20 也不作动，或即使断开施加电压静电驱动器也不断开的问题。下面，将详细说明该工作电压特性的变动原因。

带电方式分 2 种，分别称为正偏移和负偏移。所谓正偏移是指把 CV 特性的中心值偏移 to 驱动电压正侧的带电（参照图 6）。正偏移
25 的原因是固定电极上的绝缘膜和可动电极的接触部分产生电荷转移（电荷移动），使绝缘膜带电。这里所说的电荷转移是指绝缘体和导体的接触部分遭受电场和热时，电荷积蓄在绝缘体上造成带电的现象。

例如，如图 4 所示，向可动电极 13 和固定电极 4 间施加驱动电压
30 V_{drive} 使可动电极 13 呈正电位时，在可动电极 13 和绝缘膜 7 的接触

部分，绝缘膜 7 表面的电子 e 向可动电极 13 移动，在绝缘膜 7 上残留下空穴 h，绝缘膜 7 带正电。但是，改变施加到可动电极和固定电极间的驱动电压的极性，使可动电极呈负电位时，绝缘膜带负电。

5 一产生正偏移，由于正偏移带电，可动电极 13 和固定电极 4 间的外加电压 V_{app} 相应地只降低带电量值的电压 $\Delta V_p (>0)$ ，

$$V_{app} = V_{drive} - \Delta V_p$$

其结果，表观的接通电压上升为 $V_{on} + \Delta V_p$ （但是， V_{on} 是不带电时的接通电压值）。因此，正偏移的弊端表现为，通过可动接点 15
10 使固定接点 5、6 闭合的最低驱动电压（表观接通电压）上升，正偏移大时，即使施加额定电压，静电驱动器也不接通。

另外，所谓的负偏移是指把 CV 特性的中心值偏移到驱动电压负侧的带电（参照图 6）。负偏移的原因是离子性带电。即，阳极接合等
15 工艺中产生的离子扩散到氧化物的绝缘膜中，扩散在绝缘膜中的正负离子通过施加到可动电极和固定电极间的电场相互向反对侧移动。

例如，如图 5 所示，向可动电极 13 和固定电极 4 间施加驱动电压 V_{drive} ，使可动电极 13 呈正电位时，扩散到氧化物绝缘膜 7 中的阳离子 p
20 子 p 向和固定电极 4 的界面方向移动，阴离子 n 向绝缘膜 7 的表面方向移动，绝缘膜 7 的表面带负电。但是，改变施加到可动电极和固定电极间的驱动电压的极性，使可动电极呈负电位时，绝缘膜带正电。

发生这样的负偏移时，由于离子性带电，使可动电极 13 和固定电极 4 间的外加电压 V_{app} 相应地只增加带电量值的电压 $\Delta V_n (>0)$ ，

$$V_{app} = V_{drive} + \Delta V_n$$

结果，表观接通电压降低为 $V_{on} - \Delta V_n$ （但， V_{on} 是不带电时的接通电压）。因此，负偏移的弊端表现为用于打开固定接点间所需最低驱动电压（表观接通电压）降低，即使使驱动电压 V_{drive} 为 0 伏，静电
30

驱动器也不断开，或不容易断开（即，静电驱动器粘附，或容易粘附）。

5 这样，在驱动静电驱动器时，绝缘膜肯定带电，存在不能确保设计性能的问题。图6表示的是静电驱动器进行热耐久试验前后的CV特性的变化图。图6中的虚线及菱形点表示的CV特性F0是热耐久试验前的初期特性，相对于驱动电压Vdrive显示对称特性。图6中实线表示的CV特性F+、F-是在环境温度85℃、驱动电压24伏、试验时间100小时的条件下，进行热耐久试验后的CV特性，以实线及方点表示的F+表示产生正偏移，以实线及三角点表示的F-表示产生负偏移的情况。

发明内容

15 鉴于上述技术课题，本发明的目的是，提供一种静电驱动器的调节方法和静电驱动器，通过控制正偏移和负偏移等带电现象，可以将接通电压和断开电压等工作电压特性变小。另外，还提供使用该静电驱动器的静电微动继电器及其他设备。

20 本发明涉及的第1静电驱动器的调节方法，对置设置第1电极和第2电极，在第1电极和第2电极的对置区域中，在两电极中的至少一个电极的对置面形成绝缘膜，利用向第1电极和第2电极间施加电压时的静电引力，来驱动第1电极和第2电极中的至少一个电极，从而使第1电极和第2电极通过前述绝缘膜而接触或者靠近，其特征在于，通过调节前述绝缘膜的厚度，将静电驱动器的工作电压特性的偏移变小。此处，所说的静电驱动器的工作电压特性是指静电驱动器进行接通工作时的接通电压或者进行断开工作时的断开电压（以下相同）。

25 根据本发明的第1静电驱动器的调节方法，通过调节绝缘膜的厚度，能够控制例如因离子性带电产生的绝缘膜的正或者负带电量。其结果是能够将静电驱动器的接通电压或断开电压等工作电压特性的偏

30

移变小。

5 本发明涉及的第2静电驱动器的调节方法，对置设置第1电极和第2电极，在第1电极和第2电极的对置区域中，在两电极中的至少一个电极的对置面形成绝缘膜，利用向第1电极和第2电极间施加电压时的静电引力，来驱动第1电极和第2电极中的至少一个电极，从而使第1电极和第2电极通过前述绝缘膜而接触，其特征在于，在第1电极和第2电极相对置的区域中，通过调节第1电极和第2电极通过前述绝缘膜而接合的部位的接触面积，将静电驱动器的工作电压特性的偏移变小。

10

根据本发明的第2静电驱动器的调节方法，利用调节第1电极和第2电极通过前述绝缘膜而接合的部位的接触面积，能够控制例如因电荷移动产生的绝缘膜的正或负带电量。其结果是能够将静电驱动器的接通电压或断开电压等工作电压特性的偏移变小。

15

本发明涉及的第3静电驱动器的调节方法，对置设置第1电极和第2电极，在第1电极和第2电极的对置区域中，在两电极中的至少一个电极的对置面形成绝缘膜，利用向第1电极和第2电极间施加电压时的静电引力，来驱动第1电极和第2电极中的至少一个电极，从而使第1电极和第2电极通过前述绝缘膜而接触，其特征在于，在第1电极和第2电极相对置的区域中，通过调节第1电极和第2电极通过前述绝缘膜而接合的部位的接触面积以及调节前述绝缘膜的厚度，将静电驱动器的工作电压特性的偏移变小。

20

25

根据本发明的第3静电驱动器的调节方法，通过调节绝缘膜的厚度，能够控制例如因离子性带电产生的绝缘膜的正或者负的带电量。另外，通过调节第1电极和第2电极通过前述绝缘膜而接合的部位的接触面积，能够控制例如因电荷移动而产生的绝缘膜的正或负带电量。其结果是使得因离子性带电产生的工作电压特性的偏移和因电荷移动

30

产生的工作电压特性的偏移平衡，整体的工作电压特性的偏移变小。

5 在本发明的第 1 和第 3 静电驱动器的调节方法的实施例中，前述绝缘膜由不同材料的多个层构成，通过调节直接接触第 1 电极或第 2 电极的层的厚度，将静电驱动器的工作电压特性的偏移变小。这样的实施例对于控制因离子性带电产生的带电量是有效果的。

10 另外，在本实施例中的前述绝缘膜可以由氧化膜和氮化膜构成。如果绝缘膜由氧化膜和氮化膜构成，在具有控制因离子性带电产生的带电量的同时，可以实现最佳工艺步骤，能够制作容易且成品率高的静电驱动器。即，氮化膜具有离子难以通过的物性，而且通过设置氮化膜，可以在维持耐压特性的状态下减薄氧化膜，可以控制因离子性带电产生的绝缘膜的带电量。特别是，如果使用氧化硅膜或氮化硅膜构成，能够制作容易且成品率高的静电驱动器。

15

在本发明的第 1 和第 3 静电驱动器的调节方法的其他实施例中，绝缘膜是由单一材料形成的。如果绝缘膜是由单一材料形成的话，通过简化绝缘膜的结构，使绝缘膜的制作变容易。

20

在本发明的第 2 和第 3 静电驱动器的调节方法的实施例中，在第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接合的部位的至少一个的表面，形成至少 1 个突起，利用该突起来调节前述接合部位的接触面积。利用该实施例，能够利用该突起（例如，突起的个数或者各个突起的接触面积）来调节前述接合部位的整体接触面积。该突起的表面形状最好为球面状。通过使该突起的表面形成为球面状，与其他电极的接触面积变小，能够起到控制因电荷移动产生的带电量的效果，并且，提高了空间充填率，增强了两电极间的静电引力。

25

30 在本发明的第 2 和第 3 静电驱动器的调节方法的其他实施例中，在第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接合的部位中，通过弯曲至

少一个电极，调节前述接合部位的接触面积。利用该实施例，通过调节在前述接合部位弯曲的电极的曲率，能够调节前述接合部位的整体接触面积。

5 本发明涉及的第1静电驱动器，对置设置有第1电极和第2电极，
在第1电极和第2电极相对置的区域中，在两电极的至少一个电极对
置面上形成绝缘膜，利用向第1电极和第2电极间施加电压时的静电
引力，来驱动第1电极和第2电极中的至少一个电极，从而使第1电
极和第2电极通过前述绝缘膜而接触或者靠近，其特征在于，前述绝
缘膜的厚度等于或大于2000Å且等于或小于2500Å。
10

根据本发明的第1静电驱动器的实施例，利用前述绝缘膜的厚度
等于或大于2000Å且等于或小于2500Å，能够控制例如因离子性带电
产生的绝缘膜的正或者负带电量。其结果是能够将静电驱动器的接通
电压或断开电压等的工作电压特性的偏移变小。
15

在本发明的第1静电驱动器的实施例中，绝缘层可以由氧化膜和
氮化膜构成的多层形成。绝缘层由氧化膜和氮化膜构成的话，在具有
控制因离子性带电产生的带电量的效果的同时，能够实现最佳工艺步
骤，能够制作容易且成品率高的静电驱动器。即，氮化膜具有离子难
以通过的物性，而且通过设置氮化膜，可以在维持耐压特性的状态下
减薄氧化膜，可以控制因离子性带电产生的绝缘膜的带电量。特别是，
如果使用氧化硅膜或氮化硅膜来构成，能够制作容易且成品率高的静
电驱动器。
20

25

在本发明的第1静电驱动器的其他实施例中，绝缘膜是由单一材
料形成的。如果绝缘膜是由单一材料形成的话，则可以简化绝缘膜的
结构，使绝缘膜的制作变容易。

30 本发明涉及的第2静电驱动器，对置设置有第1电极和第2电极，

在第 1 电极和第 2 电极相对置的区域中，在两电极的至少一个电极对置面上形成绝缘膜，利用向第 1 电极和第 2 电极间施加电压时的静电引力，来驱动第 1 电极和第 2 电极中的至少一个电极，从而使第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接触，其特征在于，在第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接合的部位的至少一个表面，形成至少 1 个突起。

在本发明的第 2 静电驱动器中，在第 1 电极和第 2 电极相对置的区域中，由于在第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接合的部位的至少一个表面形成至少 1 个突起，能够利用该突起（例如，突起的个数或者各个突起的接触面积）来调节前述接合部位的整体接触面积，能够控制例如因电荷移动产生的绝缘膜的正或负带电量。其结果是使得静电驱动器的接通电压或断开电压等的工作电压特性的偏移变小。

该突起的表面最好为球面状。通过将该突起的表面形成为球面状，与其他电极的接触面积变小，能够起到控制因电荷移动产生的带电量的效果。并且，提高了空间充填率，增强了两电极间的静电引力。

本发明涉及的第 3 静电驱动器，对置设置有第 1 电极和第 2 电极，在第 1 电极和第 2 电极相对置的区域中，在两电极的至少一个电极对置面上形成绝缘膜，利用向第 1 电极和第 2 电极间施加电压时的静电引力，来驱动第 1 电极和第 2 电极中的至少一个电极，从而使第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接触，其特征在于，在第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接合的部位中，弯曲至少一个电极。

在本发明的第 3 静电驱动器中，在第 1 电极和第 2 电极通过前述绝缘膜而接合的部位中，至少有一个电极是弯曲的，通过调节弯曲的电极的曲率，能够调节前述接合部位的整体接触面积，能够控制例如因电荷移动产生的绝缘膜的正或负带电量。其结果是使得静电驱动器的接通电压或断开电压等的工作电压特性的偏移变小。

5 本发明涉及的第4静电驱动器，对置设置有第1电极和第2电极，
在第1电极和第2电极相对置的区域中，在两电极的至少一个电极对
置面上形成绝缘膜，利用向第1电极和第2电极间施加电压时的静电
引力，来驱动第1电极和第2电极中的至少一个电极，从而使第1电
极和第2电极通过前述绝缘膜而接触，其特征在于，在第1电极和第2
电极间的接触部位还形成有多个突起，所述突起与第1电极和第2电
极中的至少一个电极不重叠。

10 在本发明的第4静电驱动器中，由于在电极和绝缘膜的接触部位，
没有施加产生于两电极间的电场，能够降低由于电荷移动产生的带电
量。其结果是使得静电驱动器的接通电压或断开电压等的工作电压特
性的偏移变小。

15 附图说明

图1是过去的静电驱动器的结构的分解透视图。

图2是图1的静电驱动器的剖视图。

图3是理想的静电驱动器的CV特性示意图。

20 图4是说明在可动电极和绝缘膜之间产生正偏移带电情形的概略
示意图。

图5是说明绝缘膜上产生负偏移带电情形的概略示意图。

图6是热耐久试验前后的CV特性变化示意图。

图7是根据本发明的一实施方式的静电驱动器的透视图。

图8是沿图7的X-X线的剖视图。

25 图9是图7的静电驱动器的结构的分解透视图。

图10是表示在图7的静电驱动器的固定电极上形成的绝缘膜的结构
的概略示意图。

图11是说明在绝缘膜上设置突起以控制正偏移的原理的概略示意
图。

30 图12是说明在绝缘膜中设置氮化膜以控制负偏移的原理的概略

示意图。

图 13 是表示根据本发明的其他结构的静电驱动器的概略剖视图。

图 14 是表示根据本发明的另外其他结构的静电驱动器的概略剖视图。

5 图 15 是表示根据本发明的另外其他结构的静电驱动器的概略剖视图。

图 16 是表示根据本发明的另外其他结构的静电驱动器的概略剖视图。

10 图 17 是表示根据本发明的另外其他结构的静电驱动器的概略剖视图。

图 18 是表示根据本发明的另外其他结构的静电驱动器的概略剖视图。

图 19 是表示根据本发明的另外其他结构的静电驱动器的概略剖视图。

15 图 20 是表示根据本发明的另外其他结构的静电驱动器的概略剖视图。

图 21 是表示根据本发明的另外其他结构的静电驱动器的概略剖视图。

20 图 22 是表示根据本发明的另外其他结构的静电驱动器的概略剖视图。

图 23 是表示根据本发明的另外其他结构的静电驱动器的概略剖视图。

图 24 是表示根据本发明的另外其他结构的静电驱动器的概略剖视图。

25 图 25 是表示根据本发明的另外其他结构的静电驱动器的概略剖视图。

图 26 (a) 是表示圆筒状突起的透视图, (b) 是说明该突起在绝缘膜和可动电极间的占据空间情况的概略示意图。

30 图 27 (a) 是表示圆锥状突起的透视图, (b) 是说明该突起在绝缘膜和可动电极间的占据空间情况的概略示意图。

图 28 (a) 是表示表面是球面状的突起的透视图, (b) 是说明该突起在绝缘膜和可动电极间的占据空间情况的概略示意图。

图 29 (a) (b) 均表示球面状突起的变形例的概略剖视图。

5 图 30 的 (a) (b) (c) 是说明制作图 29 (b) 所示结构的突起的方法的剖视图。

图 31 (a) (b) (c) 是说明制作和图 29 (b) 所示结构类似的突起的方法的剖视图。

图 32 是表示根据本发明的另外其他结构的静电驱动器的概略剖视图。

10 图 33 是表示根据本发明的另外其他结构的静电驱动器的概略剖视图。

图 34 是表示对绝缘膜上设置有突起的静电驱动器, 进行热耐久试验前后的 CV 特性变化示意图。

图 35 是说明进行图 34 的试验后的静电驱动器的示意图。

15 图 36 是表示根据本发明的另外其他实施方式的静电驱动器结构的概略剖视图。

图 37 是表示根据本发明的另外其他实施方式的静电驱动器结构的概略剖视图。

20 图 38 是表示根据本发明的另外其他实施方式的静电驱动器结构的概略剖视图。

图 39 是表示根据本发明的另外其他实施方式的静电驱动器结构的概略剖视图。

图 40 是表示根据本发明的另外其他实施方式的静电驱动器结构的概略剖视图。

25 图 41 是表示使用本发明涉及的静电微动继电器的无线装置的概略示意图。

图 42 是表示使用本发明涉及的静电微动继电器的测量装置的概略示意图。

30 图 43 是表示使用本发明涉及的静电微动继电器的温度管理装置的概略示意图。

图 44 是表示使用本发明涉及的静电微动继电器的便携终端装置的概略示意图。

具体实施方式

5 (第 1 实施方式)

图 7 是根据本发明的一实施方式的静电驱动器的透视图, 图 8 是沿图 7 的 X-X 线剖视图, 图 9 是表示该静电驱动器的结构的分解透视图。该静电驱动器 21 是采用微型机械加工技术制作的微型机继电器, 大致可分为固定基板 22 和可动基板 23 和护罩 24。

10

固定基板 22, 在由玻璃基板等构成的基板 25 上使用金属膜形成有 2 根信号线 26、27, 各信号线 26、27 的端部在基板 25 上表面的中央部隔开小的间隙对置, 形成各自的固定接点 28、29。在两信号线 26、27 的左右两侧分别设有固定电极 30, 两侧的固定电极 30 通过固定接点 28、29 间的间隙而连接。在固定电极 30 的表面覆盖有绝缘膜 31。
15 绝缘膜 31 的上表面突设有数个乃至多个微小突起 32。在信号线 26、27 的各端部的左右两侧分别设有与固定电极 30 导通的固定电极焊盘 33。在基板 25 上表面的 1 个角部设有可动电极焊盘 34。突起 32 的大小在数百~数千 Å 左右, 但图 9 为了方便说明, 对突起 32 的直径和突出高度的描述均比实际相对尺寸有所夸大。
20

可动基板 23 由 Si 形成、具有导电性, 在形成于大致中央处的可动接点区域 35 的两侧, 通过弹性支撑部件 36 形成有可动电极 38, 在各可动电极 38 通过弹性弯曲部件 40 设有固定块 42。在可动接点区域 35 的下表面, 通过由氧化膜 (SiO₂) 和氮化膜 (SiN) 组成的绝缘层 44, 设有由金属等导电性材料构成的可动接点 45。可动基板 23 通过利用阳极接合等把固定块 42 固定到固定基板 22 上, 并被有弹性地支撑在固定基板 22 的上方, 可动电极 38 通过绝缘膜 31, 和固定电极 30 对置, 可动接点 45 跨越两固定接点 28、29 间而对置。通过把可动基板 23 固定在固定基板 22 上面, 使之和可动电极焊盘 34 电连接。
25
30

护罩 24 由玻璃等形成，在下面形成有凹部 46。护罩 24 从与固定基板 22 的上表面接合的可动基板 23 的上方盖到固定基板 22 的上面，使用低熔点玻璃等密封部件把下面外周部接合到固定基板 22 的上表面。其结果，可动基板 23、固定接点 28、29、固定电极 30 等被气密密封在护罩 24 的凹部 46 内。

图 10 是表示用于防止固定电极 30 和可动电极 38 间短路的绝缘膜 31 的结构。绝缘膜 31 具有多层结构，从电极侧起由氧化膜 (SiO_2) 48、氮化膜 (SiN) 47、氧化膜 (SiO_2) 39 构成。该绝缘膜 31 通过减薄与电极接近的氧化膜 48 的膜厚来极力减少因离子产生的带电量，通过较大地加厚不易带电的氮化膜 47 的厚度来确保耐压特性等，通过用氧化膜 39 覆盖氮化膜 47 来确保形成绝缘膜 31 时的工艺性。

上述的静电驱动器 21 向固定电极 30 和可动电极 38 间施加接通电压以上的驱动电压 V_{drive} ，使产生静电引力。利用两电极间的静电引力吸引可动电极 38 时，可动基板 23 的弹性弯曲部件 40 发生弯曲，可动电极 38 向固定电极 30 侧移动。可动电极 38 向固定电极 30 侧一移动，可动接点 45 接触固定接点 28、29，使固定接点 28、29 间闭合，使 2 根信号线 26、27 电导通。可动接点 45 接触固定接点 28、29 后，可动电极 38 进一步被固定电极 30 吸引，通过绝缘膜 31 吸附到固定电极 30 上。这样，可动接点 45 借助弹性支撑部件 36 的弹性力被压接到固定接点 28、29 上。通过去除驱动电压 V_{drive} ，使静电引力消失，利用弹力使可动电极 38 恢复原状并使从其固定电极 30 离开，同时使可动接点 45 从固定接点 28、29 离开，把信号线 26、27 间电断开。在打开固定接点 28、29 间时，通过弹性支撑部件 36 的弹性力使接点离开力加强，固定接点 28、29 间当即断开。

该静电驱动器 21 在绝缘膜 31 的表面形成有微小突起 32，所以驱动静电驱动器 21，使可动电极 38 通过绝缘膜 31 吸附到固定电极 30 上

时，可动电极 38 和绝缘膜 31 不是全面密接，而是在突起 32 以外不接触的结构。如前所述，正偏移是以可动电极 38 和绝缘膜 31 间的电荷移动为起因产生的，所以如图 11 所示，由于设在绝缘膜 31 上的突起 32 的面积使因电荷移动产生的正带电量发生变化。因此，通过调整突起 32 的总面积（突起 32 的个数和各个的面积），可以控制可动电极 38 和绝缘膜 31 间的带电量，能够调整正偏移的程度。例如，通过减小因突起 32 所致的绝缘膜 31 和可动电极 38 的接触面积，来抑制电荷移动，从而抑制因正偏移产生的带电。

另外，负偏移是以前述氧化膜 48 内的离子偏离为起因的，所以通过调整氧化膜 48 的厚度可以控制负偏移。特别是，通过减薄氧化膜 48 的厚度可以减小因负偏移产生的带电量。但是，氧化膜 48（绝缘膜 31）的厚度一变薄，会降低可动电极 38 和固定电极 30 间的耐压。因此，该静电驱动器 21 在绝缘膜 31 内设置使离子不易通过的氮化膜 47 层，如图 12 所示，通过相应地减小氧化膜 48 的厚度，在维持耐压特性的状态下减小阳离子 p 和阴离子 n 的偏离，抑制负偏移。

所以，根据该静电驱动器 21，可以控制正偏移和负偏移，改善静电驱动器 21 的 CV 特性，控制因正偏移和负偏移等产生的带电现象。结果，例如静电继电器等的场合，可以抑制接通电压和断开电压等工作电压特性，减小其变动。但是，通过突起 32 对正偏移的控制和通过氧化膜 48 的厚度对负偏移的控制，均不意味着减小因正偏移产生的绝缘膜 31 的带电量和因负偏移产生的绝缘膜 31 的带电量。即，即使是不减小因正偏移产生的带电量和因负偏移产生的带电量的场合，通过控制正偏移和负偏移中的至少一个，使因正偏移产生的带电量和因负偏移产生的带电量相互抵消成为正负为零，可以从整体上使绝缘膜 31 的带电量为零。具体讲，正偏移是以突起 32 和可动电极 38 的接触面积的总和为主因而决定的，所以通过调整突起 32 的个数及其接触面积，可以控制正偏移，另外，负偏移是由绝缘膜 31 的总膜厚决定的，特别是最接近电极的氧化膜 48 的膜厚是主要因素，所以通过调整氧化膜 48

的膜厚可以控制负偏移。因此，可以通过突起 32 调整正偏移，通过氧化膜 48 的膜厚调整负偏移，使因正偏移产生的带电量 and 因负偏移产生的带电量相互抵消，使两者之和为零。或者，也可以使因正偏移带电产生的电位差和因负偏移带电产生的电位差相互抵消。直接实施这些方法有困难时，也可以利用热耐久试验后的 CV 特性，使正偏移和负偏移抵消，从而消除 CV 特性的中心值的偏移。

上述实施方式是在固定电极 30 设置绝缘膜 31，如图 13 所示，也可以在可动电极 38 设置绝缘膜 31。另外，如图 14 所示，也可以在固定电极 30 和可动电极 38 双方设置绝缘膜 31（例如，在可动电极 38 设置氮化膜 47，在固定电极 30 设置氧化膜 48），此时可以在任一个形成突起 32。此外，如图 15 所示，也可以把绝缘膜 31 和突起 32 分离，在固定电极 30 和可动电极 38 中的一个设置绝缘膜 31，在另一个设置突起 32。

15

（第 2 实施方式）

根据设计，也可以假定正偏移和负偏移中只一个产生偏移的静电驱动器。例如，接触面积为零的静电驱动器（例如，有弹性弯曲部件的弹性大、可动电极不接触固定电极和绝缘膜的静电驱动器。但是，因这样的静电驱动器的尺寸变大、或驱动力（扭矩）降低，有为获得相同驱动力必须加大电极尺寸的问题），不产生因电荷移动造成的正偏移。

20

这样只一个产生偏移时，与此相对应，也可以只使用绝缘膜 31 的突起 32 和绝缘膜 31 的氧化膜 48 中的任一个的带电量控制装置。

25

因此，以下将对控制正偏移的装置和控制负偏移的装置分开说明，首先说明作为控制负偏移的装置的绝缘膜 31 的各种形式。

本发明作为通过（隔着）绝缘膜使固定电极和可动电极对置的静

30

电驱动器可以广泛使用，并不限于图 7～图 9 所示的静电驱动器。图 7～图 9 所示的静电驱动器表示的是适用于静电微动继电器的结构，本发明的静电驱动器一般不需要固定接点和可动接点。在以下说明中使用和图 7～图 9 等的静电驱动器相同的标号进行说明，但适用对象并不限于图 7～图 9 等所示的静电驱动器。

图 16 所示的静电驱动器，在固定电极 30 上从下面侧层积氧化膜 48 和氮化膜 47，以形成绝缘膜 31。图 17 所示的绝缘膜 31 是在固定电极 30 上从下面侧层积氮化膜 47 和氧化膜 48 而形成的。图 18 所示的绝缘膜 31 是在固定电极 30 上从下面侧层积氮化膜 47、氧化膜 48 和氮化膜 47 而形成的。另外，如图 19 所示，也可以在固定电极 30 上，按任意顺序层积氧化膜 48 和氮化膜 47，在其上面层积除氮化膜 47、氧化膜 48 以外的第 3 绝缘膜 49。或者，也可以是未图示的由含有氮化膜和氧化膜的 4 层以上构成的绝缘膜。

如果对氧化膜和氮化膜的带电容易度进行比较，会发现氧化膜的带电容易度在 100 倍以上。但是，可动电极 38 和固定电极 30 的接触面积明显小时（例如，图 27 所示突起是圆锥状等时），正偏移量变小。需要使总带电量为零时，也有必要减小负偏移量，其方法之一是减薄氧化膜 48，但是因氧化膜 48 容易带电，所以作成薄膜时，又产生不能保持因正偏移产生的带电量和因负偏移产生的带电量的平衡的问题。因此，这种场合时，可以采用图 16～图 19 所示实施方式，使不易带电的氮化膜 47 接近电极，以控制带电量。

这里说明的是在固定电极 30 上设置绝缘膜 31 的情况，自然也可以在可动电极 38 上设置绝缘膜 31。另外，第 1 实施方式和第 2 实施方式说明的是由氮化膜和氧化膜构成的绝缘膜，设置在电极上的绝缘膜的材质并不限于氮化膜和氧化膜。绝缘膜 31 的带电量主要是由氧化膜 48 的膜厚决定的，氮化膜 47 是为确保耐压特性等所需的必要膜厚而使用的，只要是能维持这些机能的材质，对氮化膜 47 和氧化膜 48 的种

类没有特别限制。

但是，根据氧化膜（ SiO_2 ）和氮化膜（ SiN ）的组合，具有控制负偏移的效果，同时可以实现工艺最佳化，制作容易且成品率高的静电驱动器。即，前者效果的负偏移的控制是通过控制接近电极侧的氧化膜 48 的膜厚来实现的，通过减薄氧化膜 48 的膜厚可以制作不容易包含离子的产品。后者的高成品率特征是利用氧化膜 39 来弥补加工困难的氮化膜 47 的特性的效果。氮化膜在腐蚀时玻璃和硅的选择比低、没有有效的湿法腐蚀剂而成了加工上的障碍，所以如果绝缘膜 31 全部用氮化膜 47 构成，会使由玻璃构成的基板 25 和其他金属层的过量腐蚀变大，带来了不必要的损伤，并伴随有加工精度的劣化。其解决对策之一是，采用氮化膜 47 不直接接触玻璃和其他金属的结构，作为其缓冲层，使用加工容易并且具有必要的介电常数和绝缘性的氧化膜 39 覆盖氮化膜 47 的表面来解决。

（第 3 实施方式）

作为控制正偏移的装置，下面说明突起 32 的各种形式。突起 32 可以设在固定电极 30 和可动电极 38 中和绝缘膜 31 相同的一侧，也可以设在反对侧。把突起 32 设在和绝缘膜 31 的相同侧时，可以和绝缘膜 31 形成一体，也可以另外形成。突起 32 可以使用和绝缘膜 31 的构成材料相同的材料，例如可以用氧化物（ SiO_2 ）和氮化物（ SiN ）形成，也可以使用和绝缘膜 31 不同的材料，例如可以用金属形成。特别是设在和绝缘膜 31 的不同的一侧时，例如在可动电极 38 上设置突起 32 时，也可以通过电极材料在电极（例如，可动电极 38）的表面形成突起 32。

如果用具体事例进行说明，就是图 20 所示的静电驱动器中，在固定电极 30 和可动电极 38 中的一个设置绝缘膜 31，在绝缘膜 31 上表面利用和绝缘膜 31（最上层）相同的材料和绝缘膜 31 一体形成突起 32。图 21 所示的是，在绝缘膜 31 上表面利用和绝缘膜 31（最上层）不同的绝缘材料单独形成突起 32。图 22 所示的是，在绝缘膜 31 上表面利

用导电性膜形成突起 32。另外，图 23 所示的是，在固定电极 30 和可动电极 38 中的一个设置绝缘膜 31，在另一电极的对置面利用和该电极相同的材料，和该电极一体形成突起 32。图 24 所示的是，在和固定电极 30 与可动电极 38 中设置有绝缘膜 31 的电极不同的电极的对置面，利用绝缘材料形成突起 32。图 25 所示的是，在和固定电极 30 与可动电极 38 中设置有绝缘膜 31 的电极不同的电极的对置面，利用和该电极材料不同的导电性材料形成突起 32。图 20~图 25 中，绝缘膜 31 位于固定电极侧，也可以是绝缘膜 31 位于可动电极侧，使固定电极 30 和可动电极 38 调换的构成。

10

下面，研究突起 32 的形状。图 26 (a) 表示的是圆筒状突起 32，图 27 (a) 表示的是圆锥状突起 32，图 28 (a) 表示的是表面是球面状的突起 32。在图 26 (a) 所示的圆筒状突起 32 的情况下，如图 26 (b) 所示，电极间的空间填充率高，但和可动电极 38 的接触面积变大，会减小正偏移的抑制效果。在图 27 (a) 所示的圆锥状突起 32 的情况下，如图 27 (b) 所示，和可动电极 38 的接触面积变小，但会降低电极间的空间填充率。这样，如果空间填充率低，会降低静电驱动器中的可动电极 38 的吸引力。与此相比，图 28 (a) 所示的是表面是球面状的突起 32，如图 28 (b) 所示，接触面积是顶点的微小区域 α ，而且，电极间的空间填充率大，可以说是理想的突起 32。另外，图 29 (a) (b) 所示的均是呈球面状的突起 32 的变形例。即，图 29 (a) 是在绝缘膜 31 上形成圆柱状的底柱 32a，在其上面滴下未硬化的突起材料，借助于表面张力形成球面状弯曲部 32b，由底柱 32a 和弯曲部 32b 形成突起 32。另外，图 29 (b) 是在绝缘膜 31 上形成圆柱状的底柱 32a，从其上面通过溅射等在绝缘膜 31 上淀积突起材料以便形成弯曲部 32b，由底柱 32a 和弯曲部 32b 形成突起 32。根据这些变形例，空间填充率进一步变大。

15

20

25

图 30 (a) (b) (c) 说明的是图 29 (b) 所示结构的制作方法的剖视图。该制作方法通过第一次溅射在固定电极 30 上形成氧化膜 48，

30

在其上形成氮化膜 47，进一步在其上形成氧化膜 50（图 30（a））。然后，通过腐蚀等加工上面的氧化膜 50，在氮化膜 47 上设置呈圆柱状的多个底柱 32a（图 30（b））。之后，通过第二次溅射，从底柱 32a 上方在氮化膜 47 的上表面淀积氧化膜，使形成弯曲部 32b，在底柱 32a 处的弯曲部 32b 的表面近似球面状，实现图 29（b）所示结构。

图 31（a）（b）（c）说明的是与图 29（b）所示结构类似的结构的制作方法的剖视图。该制作方法通过第一次溅射在固定电极 30 上形成氧化膜 50（图 31（a））。然后，通过腐蚀等加工氧化膜 50，在固定电极 30 上设置呈圆柱状的多个底柱 32a（图 31（b））。之后，通过第二次溅射，从底柱 32a 上方在固定电极 30 的上表面淀积氧化膜，使形成弯曲部 32b，在底柱 32a 处的弯曲部 32b 的表面近似球面状，实现类似图 29（b）所示结构。如图 31（a）（b）（c）所示，由底柱 32a 及其上面的氧化膜（弯曲部 32b）制作的突起 32，和底柱 32a 间的氧化膜不是形成于绝缘膜 31 上的，底柱 32a 和氧化膜自身兼备绝缘膜 31 的机能。

图 32、图 33 所示的是突起 32 自身是绝缘膜 31 的构成。即，图 32 所示突起 32 用氧化物等绝缘材料形成于固定电极 30 上，突起 32 兼作绝缘膜 31。图 33 所示突起 32 通过在固定电极 30 上层积氧化膜 48、氮化膜 47 及氧化膜 39 而形成，突起 32 兼作绝缘膜 31。

第 2 及第 3 实施方式是把绝缘膜 31 和突起 32 分别说明，在绝缘膜 31 上设置氮化膜 47 的同时形成突起 32 时，可以把这里说明的（也包含说明外的）绝缘膜的结构和突起结构进行任意组合。

第 2 实施方式说明的包含氮化膜 47 的绝缘膜 31，和第 3 实施方式说明的突起 32 可以分别单独使用。即，在不产生正偏移的结构的静电驱动器的情况下，可以通过减薄氧化膜 48 的膜厚来降低负偏移。即使是产生正偏移和负偏移的场合，也可以通过减薄氧化膜 48 的膜厚来

只控制因负偏移产生的带电量，利用所控制的负偏移产生的带电量来抵消未控制的正偏移产生的带电量，从而使正负为零。另外，也可以通过此时不易带电的氮化膜 47 来控制绝缘膜 31 的总膜厚。同样，在不产生负偏移的结构静电驱动器的情况下，可以通过设置突起 32 来降低正偏移。即使是产生正偏移和负偏移的场合，也可以通过突起 32 的接触面积来只控制因正偏移产生的带电量，利用所控制的正偏移产生的带电量来抵消未控制的负偏移产生的带电量，从而使正负为零。

图 34 表示的是对静电驱动器进行热耐久试验前后的 CV 特性变化示意图，确认了突起 32 的效果。即，如图 35 所示，制作了固定电极上形成由氧化膜（ SiO_2 ）构成的绝缘膜 31，在绝缘膜 31 上形成由相同氧化膜（ SiO_2 ）构成的突起 32 的静电驱动器。这里，绝缘膜 31 的厚度 T 是 $2000 \sim 2500 \text{ \AA}$ ，突起 32 的高度 H 是 $400 \sim 600 \text{ \AA}$ ，突起 32 的直径 D 是 $25 \sim 35 \mu\text{m}$ ，按 $100 \sim 110 \mu\text{m}$ 的节距 P 形成了多个突起 32。在向该测量对象的静电驱动器的固定电极和可动电极间，施加额定电压的驱动电压的状态下，在 85°C 氛围下保持 1000 小时后，在标准状态下放置了 2 小时。对经过这种热耐久试验后的静电驱动器的 CV 特性进行了测试，其结果如图 34 的曲线图所示。

图 34 中，用虚线及菱形点表示静电驱动器的 CV 初期特性 F_0 。另外，图 34 中用实线表示的 CV 特性中，用实线及方点表示的 F_+ 表示产生正偏移的静电驱动器的 CV 特性，用实线及三角点表示的 F_- 表示产生负偏移的静电驱动器的 CV 特性。对比图 34 的 CV 特性和图 6 所示的 CV 特性，图 34 的 CV 特性中 F_+ 、 F_- 的偏移量极小，设置突起的效果明显。

（第 4 实施方式）

图 36、图 37 表示的是根据本发明的另外其他实施方式的静电驱动器中的固定电极 30 和可动电极 38 部分。该实施方式通过使固定电极 30 和可动电极 38 中的至少一个的电极发生弯曲，来减小绝缘膜 31

和电极的接触面积，以便能够控制正偏移。

首先说明图 36。该图所示是在平坦的固定电极 30 上形成含有氮
化膜 47 的绝缘膜 31，把可动电极 38 弯曲成槽状乃至球面状，以使中
5 央部朝向固定电极 30 侧突出。该实施方式的可动电极 38 是弯曲的，
所以可动电极 38 和绝缘膜 31 的接触面积变小，从而可以抑制正偏移，
通过减薄氧化膜 48 的膜厚，抑制负偏移。同样，图 37 所示的实施方
式把固定电极 30 弯曲成槽状乃至球面状，以使朝向可动电极 38 侧突
出，在固定电极 30 上形成含有氮化膜 47 的绝缘膜 31。该实施方式的
10 固定电极 30 及绝缘膜 31 是弯曲的，所以可动电极 38 和绝缘膜 31 的
接触面积变小，从而可以抑制正偏移，通过减薄氧化膜 48 的膜厚，抑
制负偏移。

如图 36 的实施方式所示，也可以不从开始弯曲可动电极 38，例
15 如，可以通过使被双支撑的可动电极 38 吸引到固定电极侧使产生弹性
变形，并弯曲成槽状乃至球面状。或者，虽未图示，也可以把可动电
极 38 单侧支撑着，通过将可动电极 38 吸引到固定电极 30 侧，使可动
电极 38 产生倾斜，并使可动电极 38 以小接触面积接触固定电极 30 乃
至绝缘膜 31。

20

（第 5 实施方式）

图 38 是根据本发明的另外其他实施方式的静电驱动器的结构剖
视图。该静电驱动器在玻璃基板等基板 25 的上面，设置多个相互隔开
间隔分离的、呈柱状或线状的固定电极 30，在固定电极 30 的上面形成
25 绝缘膜 31 以覆盖固定电极 30 整体。另外，在可动电极 38 的下面，设
置和固定电极 30 非对置的多个呈柱状或线状的突起 32。如果固定电极
30 和突起 32 不对置重叠，固定电极 30 和突起 32 中的一个也可以形成
格子状或网纹状。

30 该实施方式中，产生于固定电极 30 和可动电极 38 间的电场，只

存在于设有固定电极 30 的部位，在电极相互间的接触部位，即突起 32 和绝缘膜 31 接触的部位不产生大的电场。因此，根据该结构不易产生因电荷移动造成的带电，可以降低因电荷移动产生的正偏移的带电量。

5 图 39 是根据本发明的另外其他实施方式的静电驱动器的结构剖视图。该静电驱动器在玻璃基板等基板 25 的上面，设置多个相互隔开间隔分离的、呈柱状或线状的固定电极 30，用绝缘膜 31 覆盖在基板 25 的上表面以覆盖固定电极 30 整体。另外，在绝缘膜 31 的上面，设置和固定电极 30 非对置的多个呈柱状或线状的突起 32。如果固定电极 10 30 和突起 32 不对置重叠，固定电极 30 和突起 32 中的一个也可以形成格子状或网纹状。

该实施方式中，产生于固定电极 30 和可动电极 38 间的电场，只存在于设有固定电极 30 的部位，在电极相互间的接触部位，即突起 32 15 和绝缘膜 31 接触的部位不产生大的电场。因此，根据该结构不易产生因电荷移动造成的带电，可以降低因电荷移动产生的正偏移的带电量。

图 38、图 39 所示实施方式，使固定电极 30 和部分形成的突起 32 不重叠，但也可以使可动电极 38 和部分形成的突起 32 不重叠（未图 20 示）。

（第 6 实施方式）

图 40 是根据本发明的另外其他实施方式的静电驱动器的结构剖视图。该静电驱动器中，利用框架 51 支撑 2 片振动膜状的可动部 52， 25 在两可动部 52 的对置面分别设置可动电极 38，用绝缘膜 31 覆盖至少一个的可动电极 38 的表面。该图表示的是没有固定电极的静电驱动器的事例。该实施方式也可以在绝缘膜 31 上，或与绝缘膜 31 对置地设置突起。

30 （第 7 实施方式）

下面，说明使用图 7～图 9 所示结构的静电微动继电器的设备。

图 41 是使用本发明涉及的静电微动继电器 62 的无线装置 61 的概略示意图。在该无线装置 61 中，静电微动继电器 62 连接在内部电路 63 和天线 64 间，通过静电微动继电器 62 的接通和断开，把内部电路 63 切换为通过天线 64 可以接收或发送的状态和不能接收或发送的状态。

图 42 表示的是使用本发明涉及的静电微动继电器 62 的测量装置 65 的概略示意图。在该测量装置 65 中，静电微动继电器 62 被连接在从内部电路 66 到测量对象物（未图示）的各信号线 67 的中途，通过各静电微动继电器 62 的接通和断开，切换测量对象物。

图 43 表示的是使用本发明涉及的静电微动继电器 62 的温度管理装置（温度传感器）68 的概略示意图。该温度管理装置 68 被安装在对电源、控制设备等的温度要求安全机能的装置 69 上，监视对象装置 69 的温度，以使该对象装置 69 的电路 70 接通、断开。例如，对象装置 69 的使用界限是 100℃ 以上 1 小时，温度管理装置 68 测量对象装置 69 的温度，检测到装置 69 在 100℃ 以上工作 1 小时后，温度管理装置 68 内的静电微动继电器 62 强制使电路 70 断开。

图 44 表示的是使用本发明涉及的静电微动继电器 62 的手机及其他便携终端装置 71 的概略示意图。该便携终端装置 71 使用了 2 个静电微动继电器 62a、62b。一个的静电微动继电器 62a 的作用是切换内部天线 72 和外部天线 73，另一个的静电微动继电器 62b 把信号的传递切换到发送电路侧的功率放大器 74 和接收电路侧的低噪声放大器 75。

本发明涉及的静电微动继电器可以低损失地通过从直流电流到高频信号，而且还能长期维持稳定特性，所以通过采用上述的无线装置 61 和测量装置 65 可以持续抑制用于内部电路的放大器等的负担，能够长时间高精度地传输信号。另外，也可做到设备小型化，减少消耗电力，特别是在电池驱动的无线装置等和使用多个静电微动继电器的测

量装置中发挥着很好的效果。

5 另外，低电位驱动型零部件的场合，由于绝缘膜所带的电荷使在施加电压和驱动电压间产生分离，使得施加到可动电极和固定电极间的施加电压和从外部施加的驱动电压 V_{drive} 变得不一致。这种现象通常被识别为只是静电驱动器的问题，但这种现象，如果利用本发明也可以转化为静电驱动器的优点。作为其第 1 实例是，在只能准备 3 伏施加电压的电路内，有时装配 10 伏驱动的静电继电器。根据电荷控制技术，如果是因带电而在可动电极和固定电极间储蓄 +7 伏电位的设计，
10 虽只是 3 伏的驱动电压，但也可以获得 10 伏的施加电压，在这种场合时可以使静电继电器正常工作。或者反之，对设计成按 10 伏施加电压工作的基板，装配 3 伏驱动的静电继电器时，如果是因带电而在可动电极和固定电极间储蓄 -7 伏电位的设计，外观上看和使用 10 伏驱动的静电继电器时相同。这种使用方法不仅仅是静电继电器，也可以
15 应用于开关和静电电容式传感器等方面。

发明效果

根据本发明的静电驱动器，利用其带电量控制结构可以控制绝缘膜内的正负带电量。例如，可以减小因电荷移动等产生的正或负带电量，
20 或者，可以减小因离子性带电等产生的正或负带电量。

另外，通过分别控制向第 1 电极和第 2 电极间施加电压时产生于前述绝缘膜内的正负带电量，可以任意控制前述绝缘膜内的带电量的总和，所以通过使正带电量 and 负带电量相互抵消，可以控制产生于绝缘膜的整体带电量（总量）。特别是，没必要减小正带电量和负带电量，
25 通过使正带电量和负带电量相互抵消，就可以减小产生于绝缘膜的整体带电量，例如，可以把带电量控制到正负为零。

图5

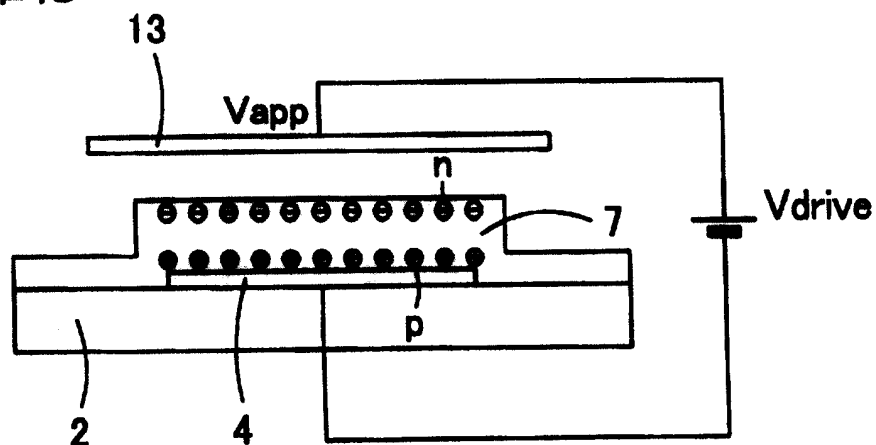


图6

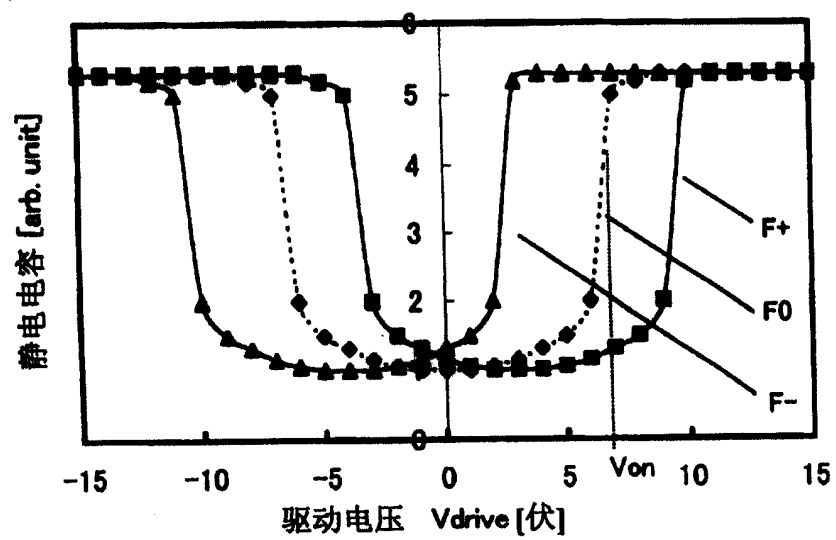


图7

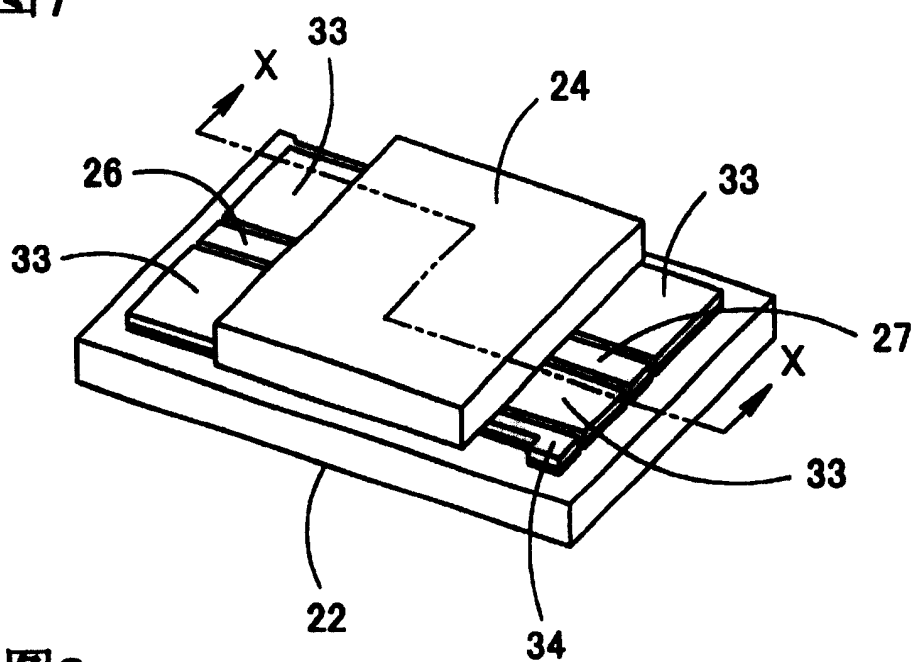


图8

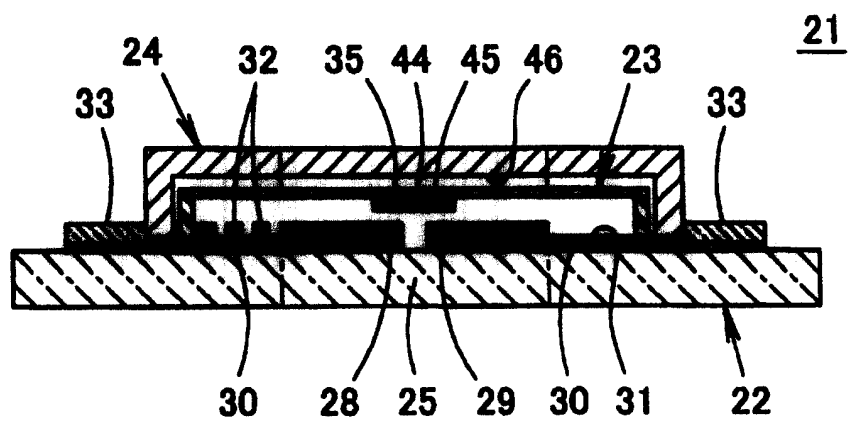
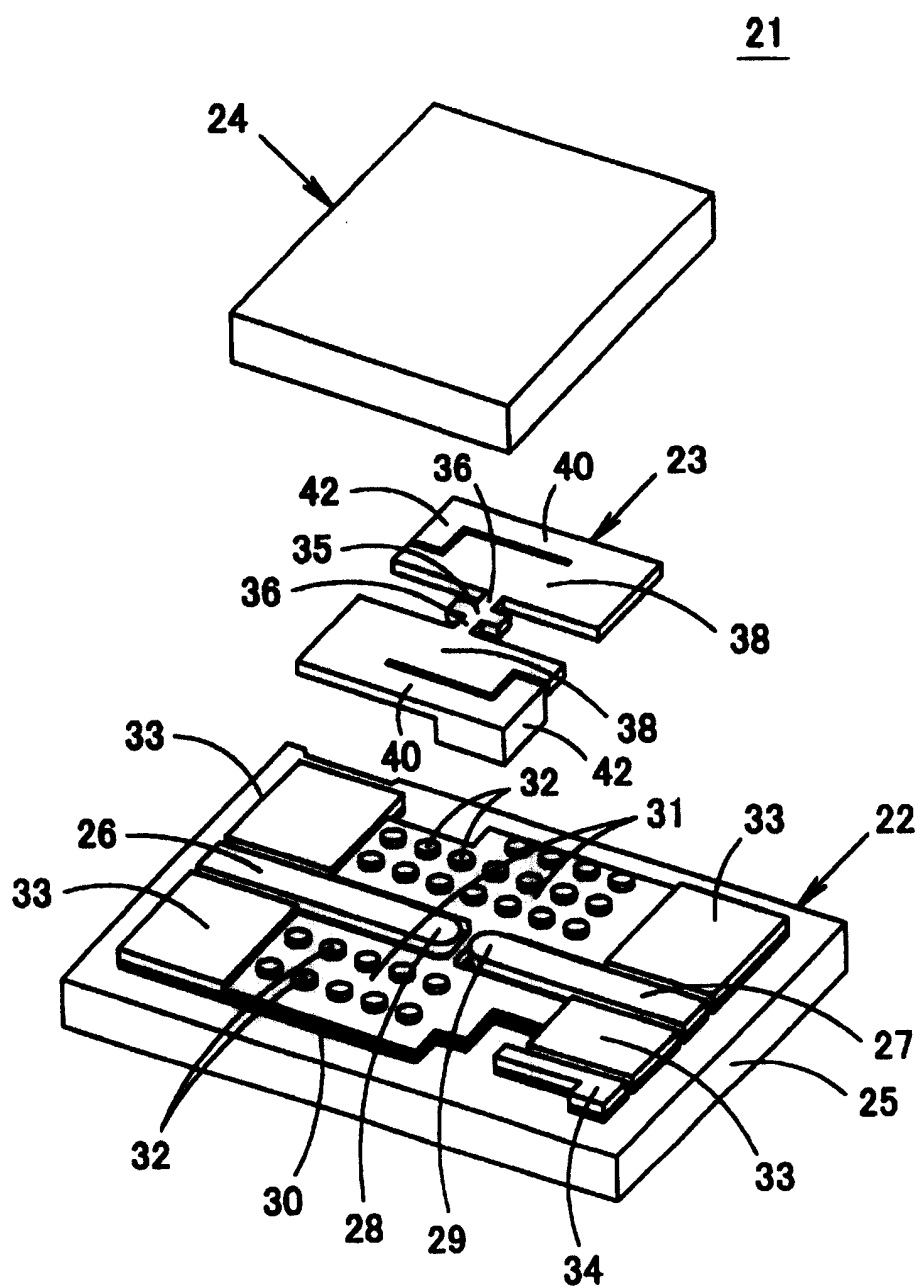


图9



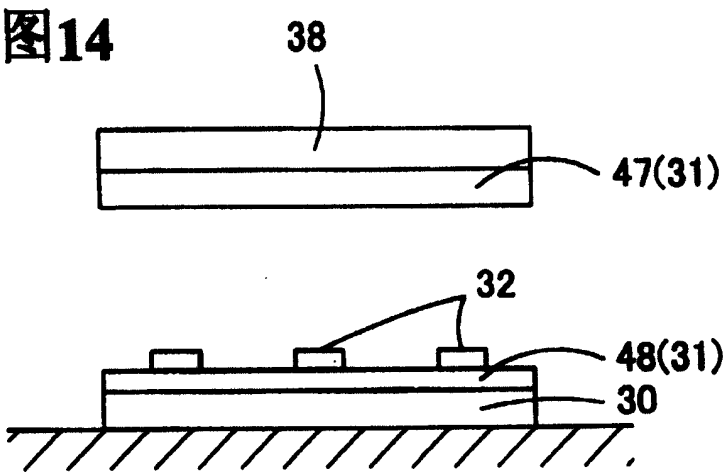
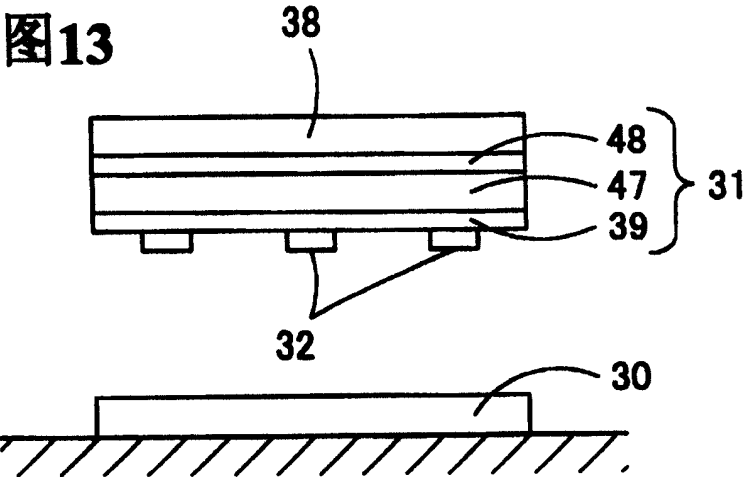


图15

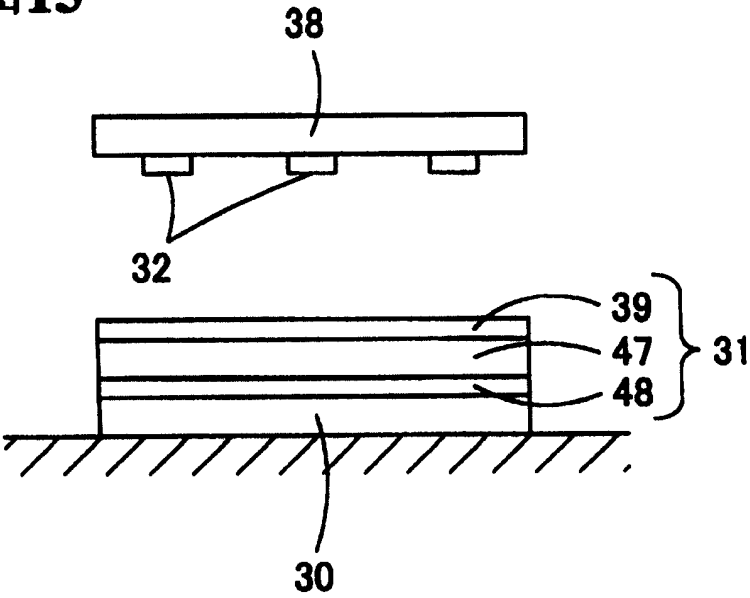


图16

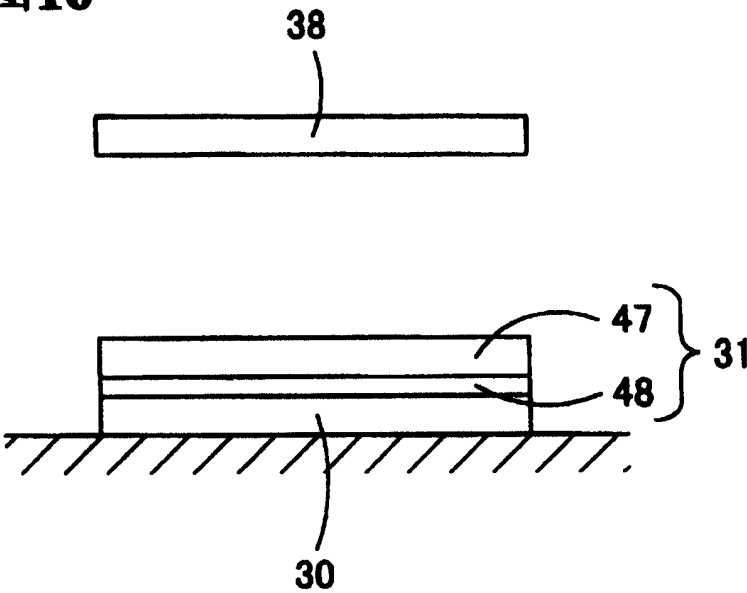


图17

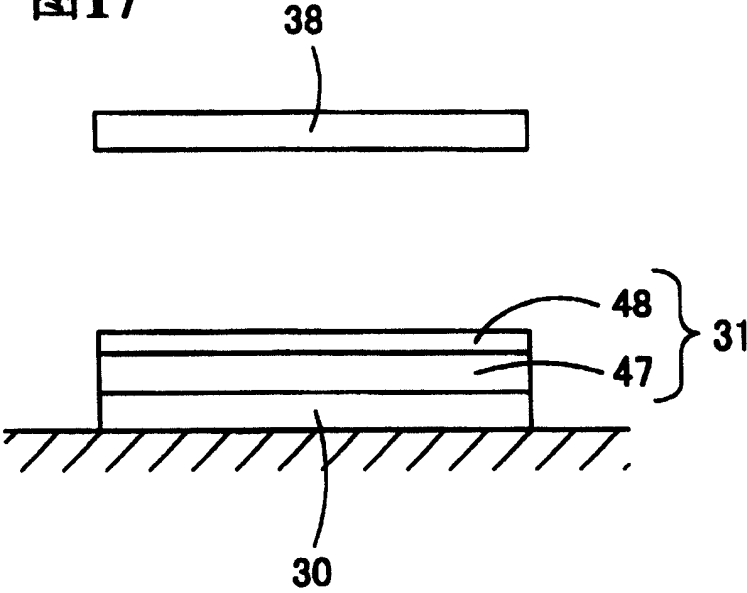


图18

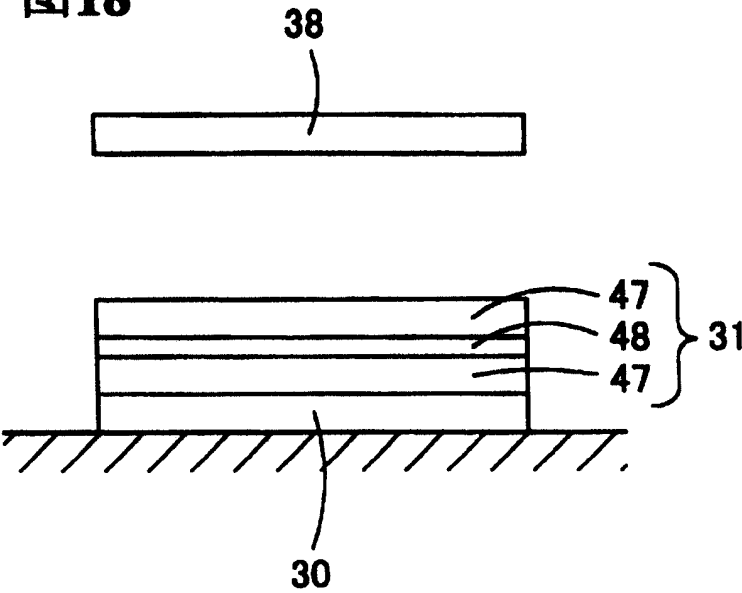


图19

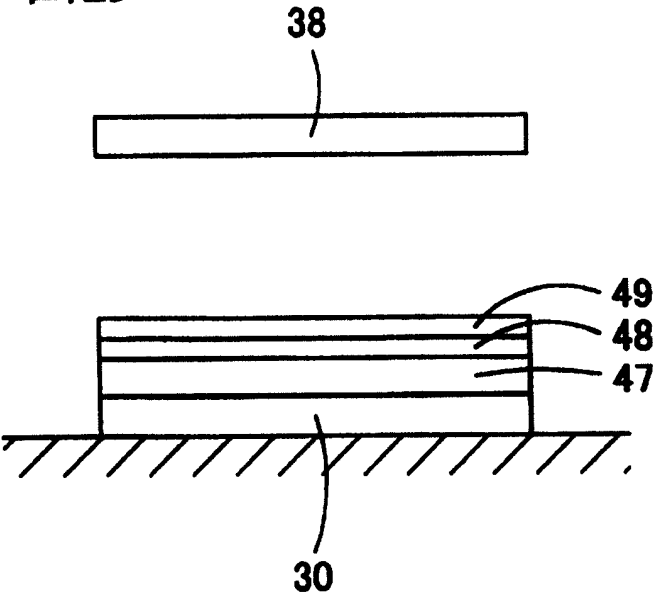


图20

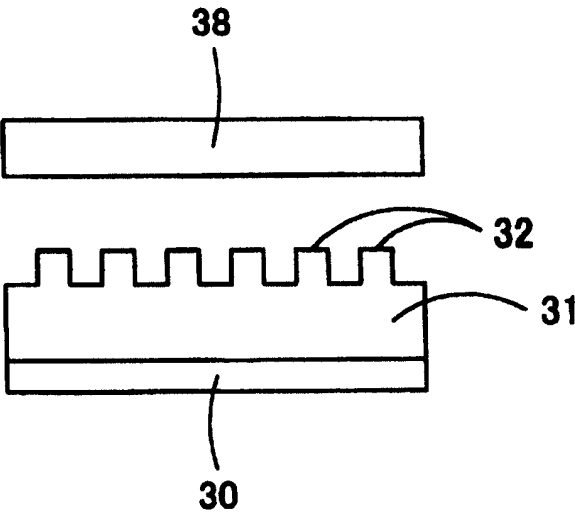


图21

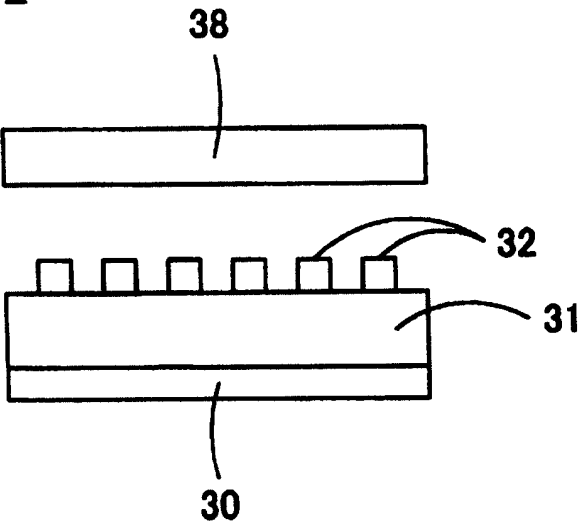


图22

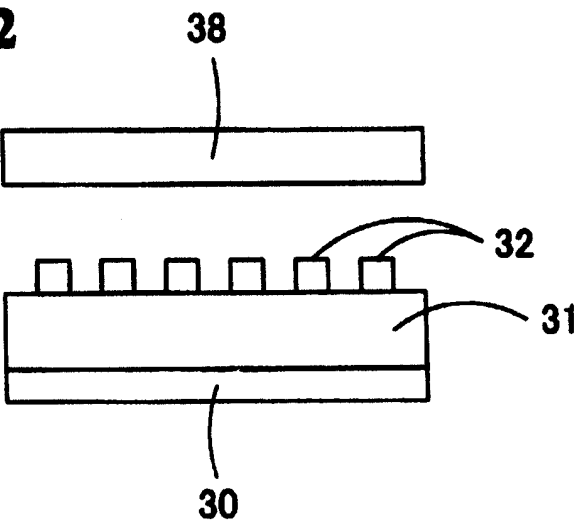


图23

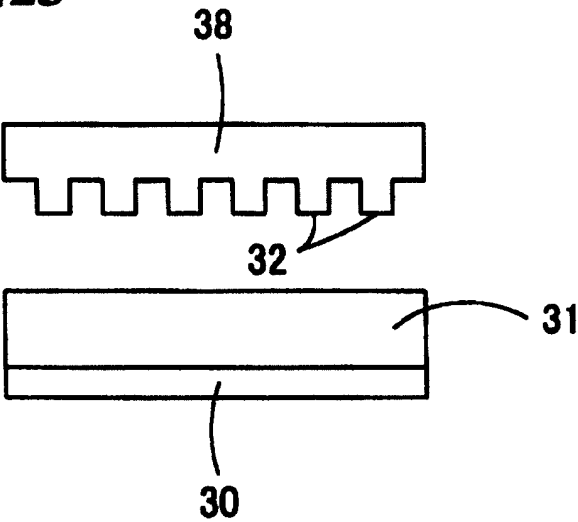


图24

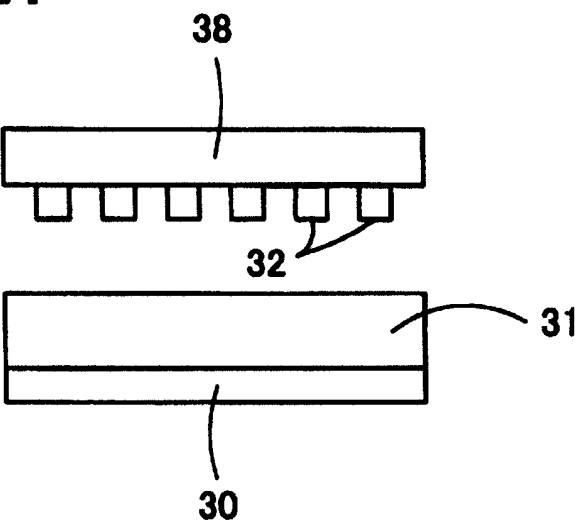


图25

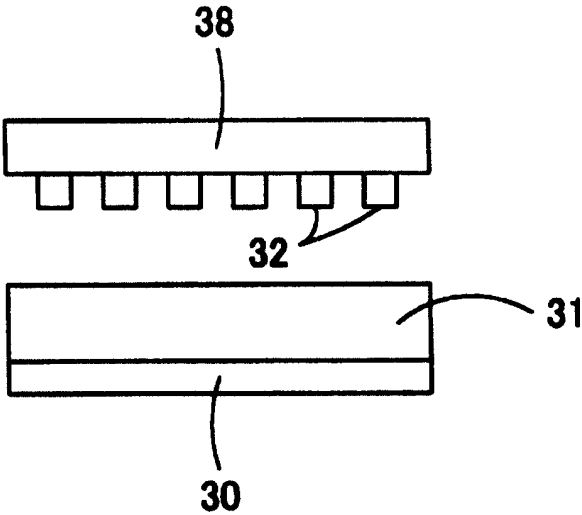


图26

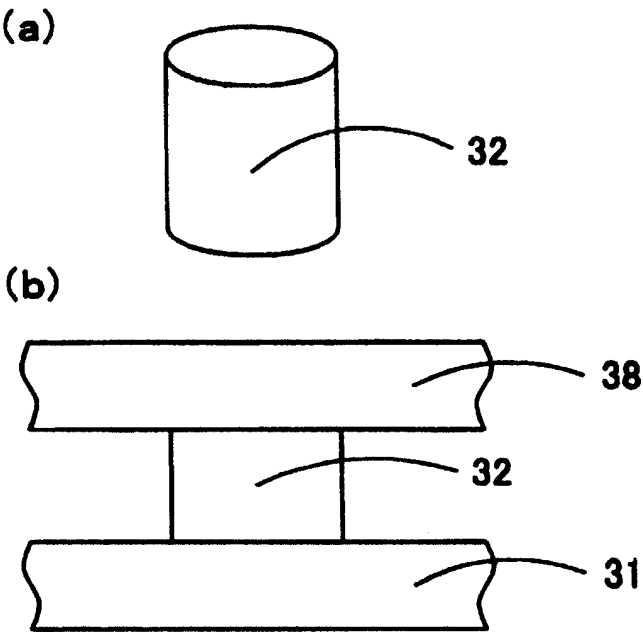
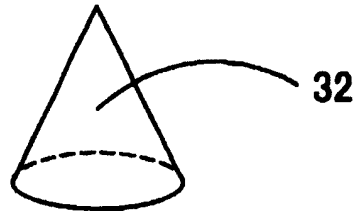
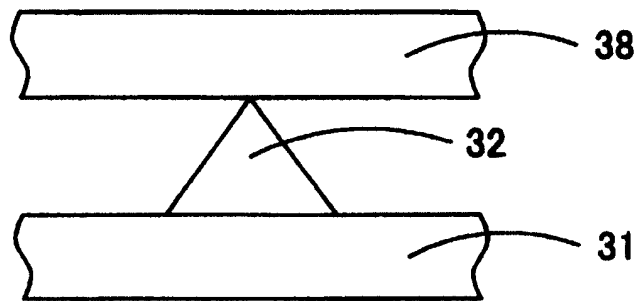


图27

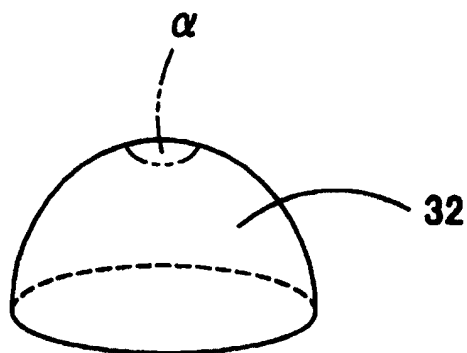
(a)



(b)

**图28**

(a)



(b)

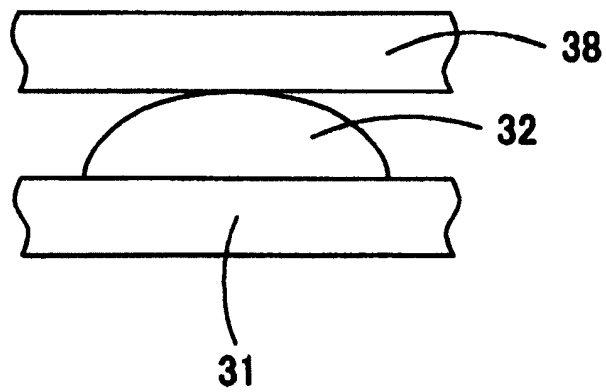


图29

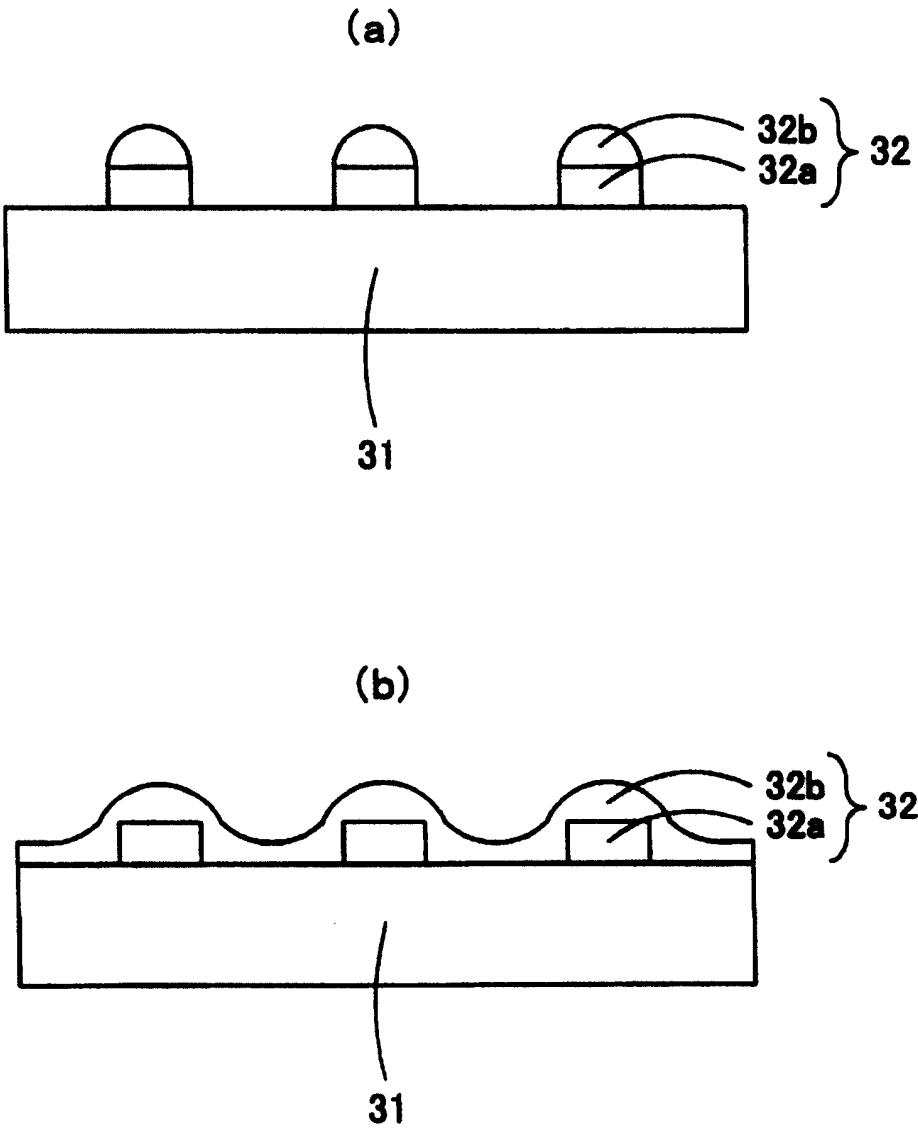


图30

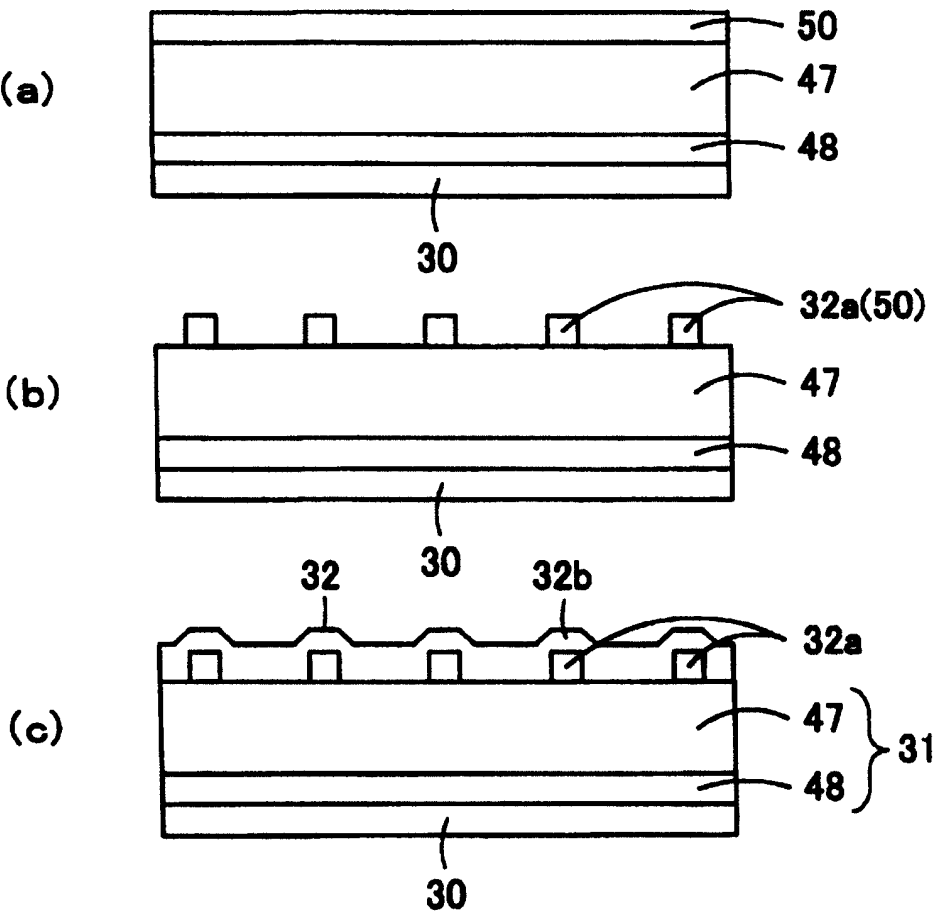


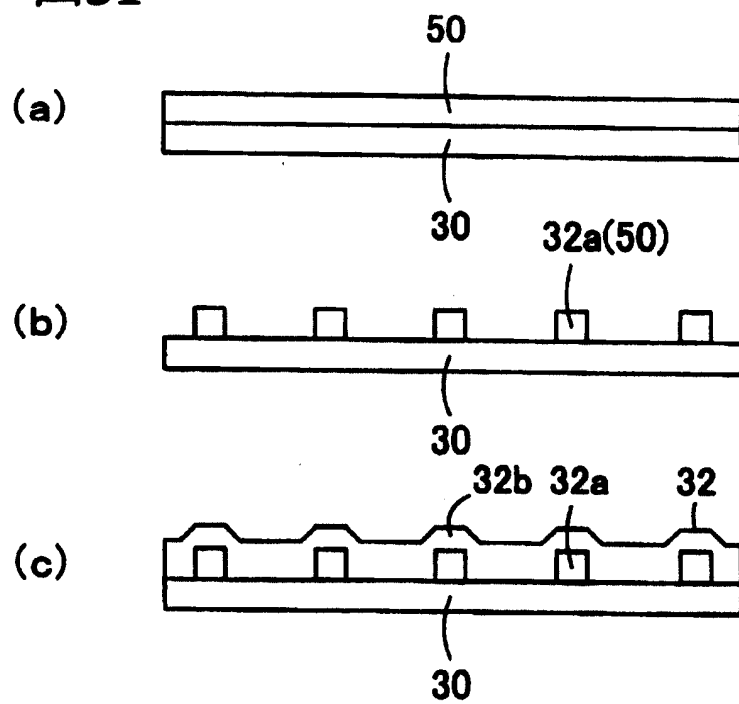
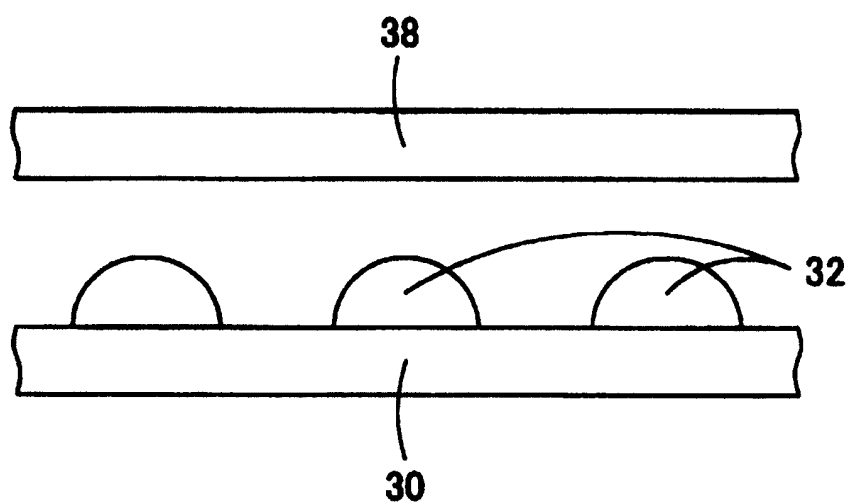
图31**图32**

图33

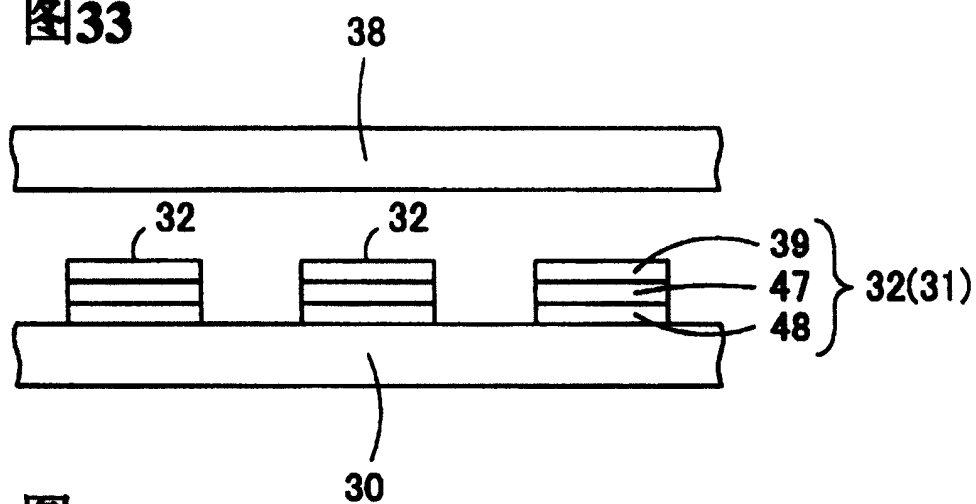


图34

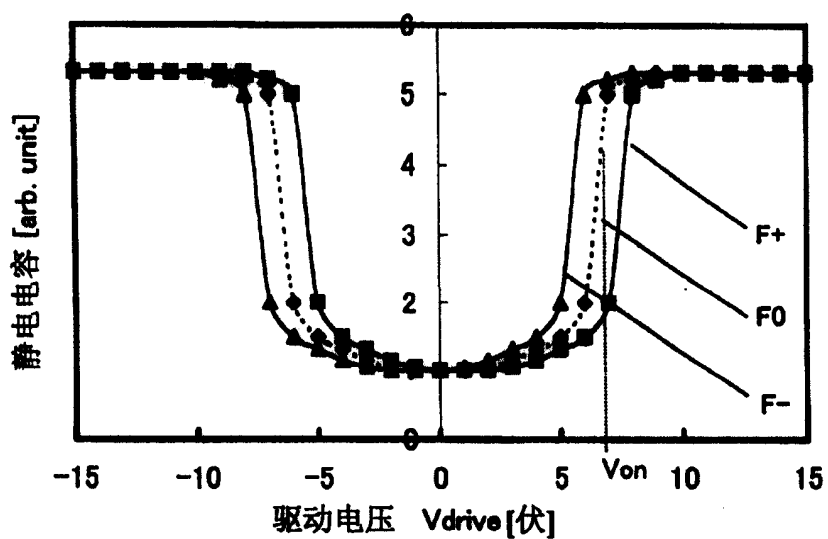


图35

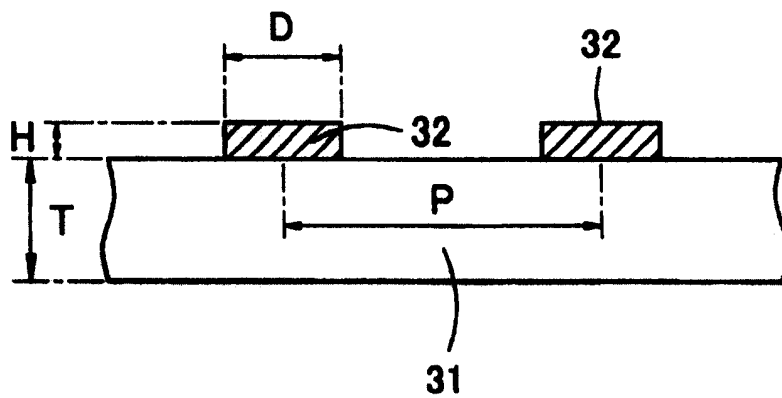


图36

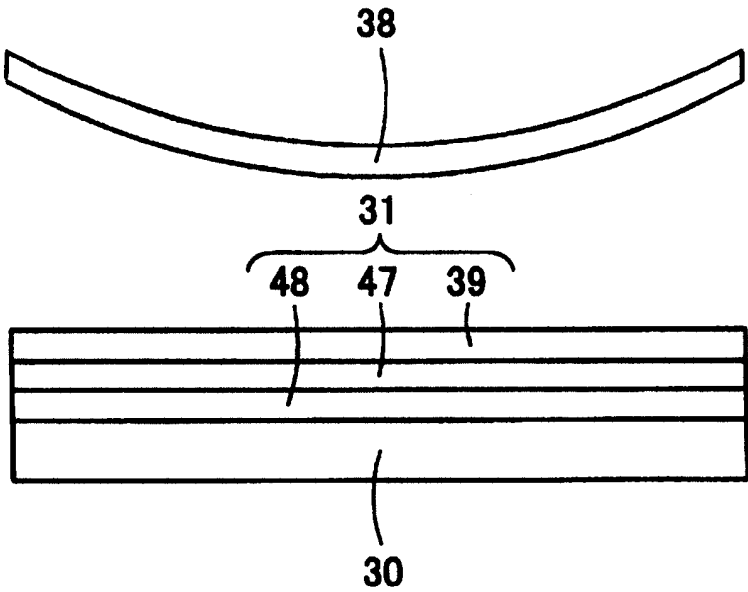
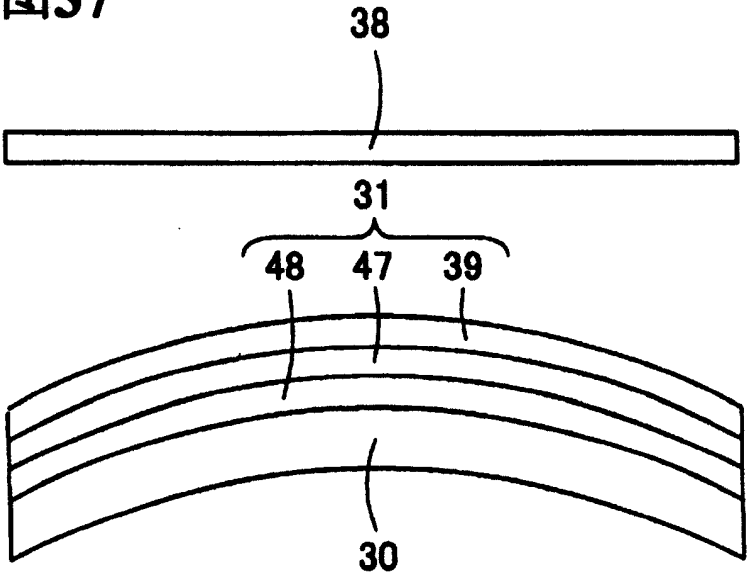


图37



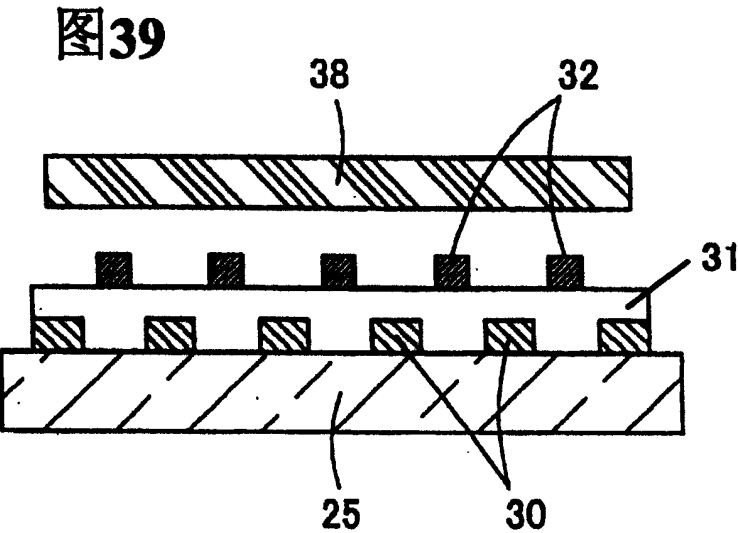
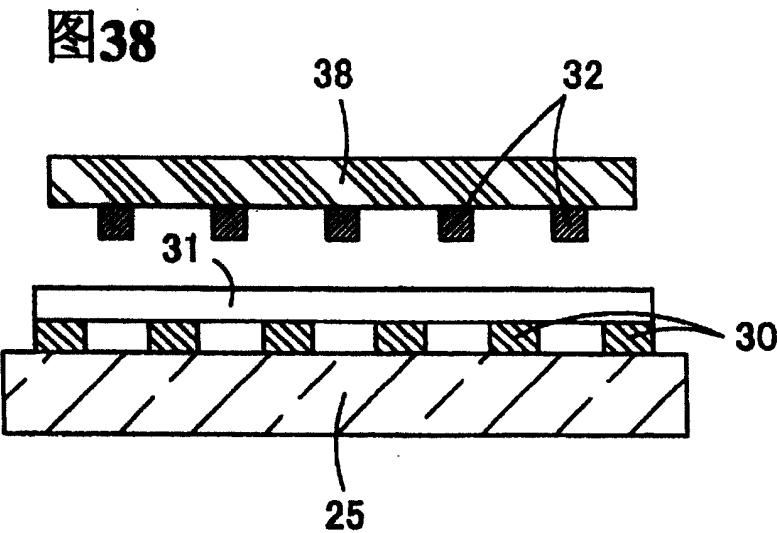


图40

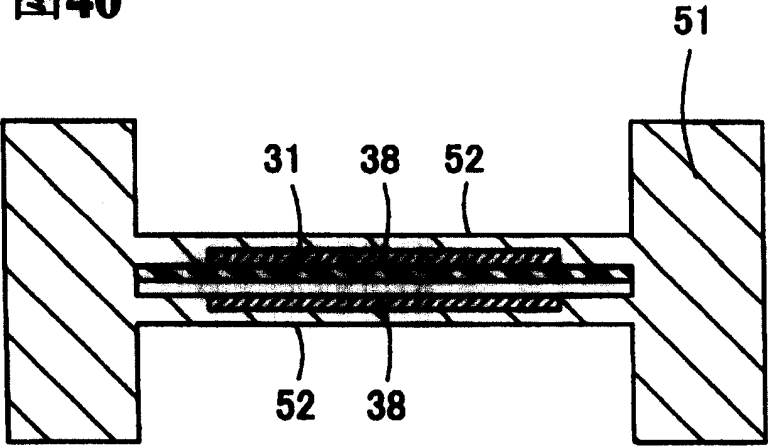
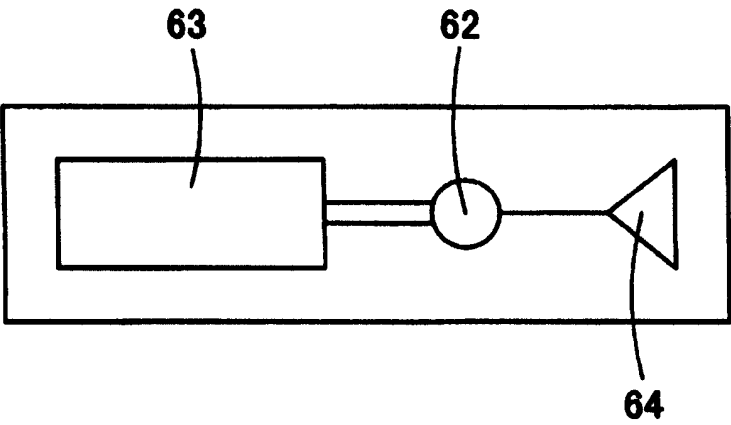


图41

61



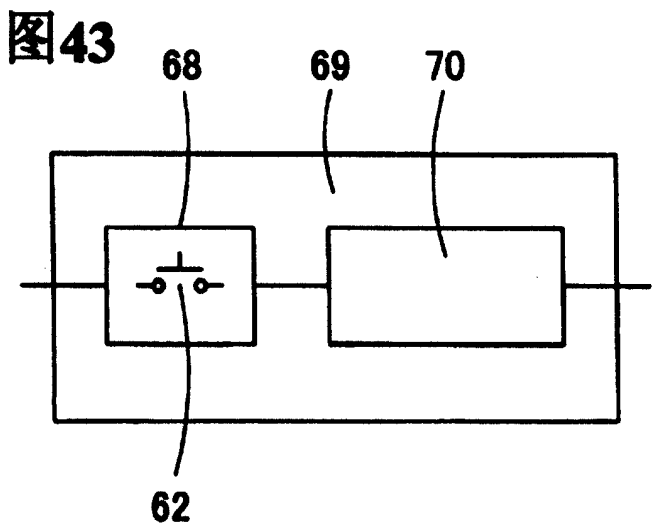
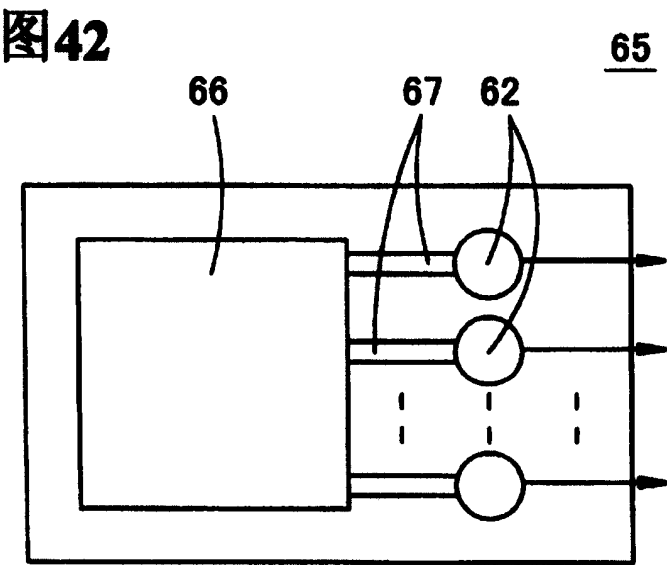


图44

