

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 26/02

G02B 26/06



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410002005.4

[43] 公开日 2004年8月4日

[11] 公开号 CN 1517743A

[22] 申请日 2004.1.9

[21] 申请号 200410002005.4

[30] 优先权

[32] 2003.1.16 [33] JP [31] 2003-008766

[71] 申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 牧垣奉宏

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

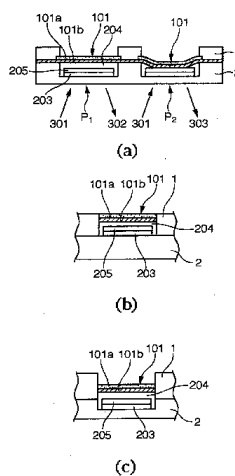
代理人 李香兰

权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 9 页

[54] 发明名称 光调制器、显示装置及其制造方法

[57] 摘要

本发明提供耐久性、显色性良好并且能够以简单的工序制造的光调制器、显示装置及它们的制造方法。具有通过施加静电力而发生摆动的可动反射膜(101)的第1基板(1)、被与第1基板(1)相对配置的并在对应于可动反射膜(101)的位置上形成了施加静电力的透明电极(203)的透光的第2基板(2)、由第1基板及第2基板所划定并限制可动反射膜的摆动范围的空洞部(204)。通过用基板的一部分形成可动反射膜,并由基板间的空隙来确定可动反射膜的摆动范围,获得高耐久性、高精度的光调制器。



ISSN 1008-4274

1. 一种光调制器，其特征是，包括：
5 具有通过施加静电力而发生摆动的可动反射膜的第1基板、
与所述第1基板相对配置并且在对应于所述可动反射膜的位置上形
成了施加所述静电力的透明电极的透光的第2基板、
由所述第1基板及第2基板所划定并限制所述可动反射膜的摆动范围
的空洞部。
- 10 2. 根据权利要求1所述的光调制器，其特征是，限制所述可动反射
膜的摆动范围的空洞部，由设于所述第2基板上的凹部或沟道部和所述第
1基板的平整面构成，在对应于所述第2基板的所述凹部或沟道部的开口
部的所述第1基板的部位上形成有所述可动反射膜。
- 15 3. 根据权利要求1所述的光调制器，其特征是，限制所述可动反射
膜的摆动范围的空洞部，由设于所述第1基板上的凹部或沟道部和所述第
2基板的平整面构成，在所述第1基板的所述凹部或沟道部的面上形成有
所述可动反射膜。
4. 一种光调制器，其特征是，包括：
在一侧的面上具有1个或多个在底面上形成了通过静电力发生摆动
20 的可动反射膜的第1沟道的第1基板、
与所述第1基板相对配置、在该相对面上具有1个或多个沿着与所述
第1沟道大致垂直相交的方向延伸并且在底面上形成了透明电极的第2沟
道的透光性的第2基板。
- 25 5. 根据权利要求1或4所述的光调制器，其特征是，所述可动反射
膜由导电体膜、掺杂了杂质的半导体膜及电介质膜中的任一种或使它们组
合而得的叠层膜形成。
6. 根据权利要求1或4所述的光调制器，其特征是，所述第1基
板由半导体基板形成。
- 30 7. 根据权利要求6所述的光调制器，其特征是，所述第1基板由一
侧极性的半导体基板形成，所述可动反射膜由另一侧极性的半导体膜形

成。

8. 根据权利要求6所述的光调制器,其特征是,所述半导体基板为硅基板。

5 9. 根据权利要求1或4所述的光调制器,其特征是,所述第1基板和所述第2基板被阳极接合。

10. 根据权利要求1或4所述的光调制器,其特征是,所述第2基板为硼硅酸盐玻璃。

11. 根据权利要求1或4所述的光调制器,其特征是,在所述透明电极的上表面形成光吸收体。

10 12. 一种显示装置,包含权利要求1或4所述的光调制器而形成。

13. 一种光调制器的制造方法,其特征是,包括:

形成具有通过施加静电力而发生摆动的可动反射膜的第1基板的第1基板形成工序、

15 形成含有用于施加所述静电力的透明电极的第2基板的第2基板形成工序、

使所述可动反射膜和所述透明电极以互相面对的方式相互对齐,并对所述第1及第2基板进行接合的接合工序。

14. 根据权利要求13所述的光调制器的制造方法,其特征是,所述第1基板形成工序包括:

20 在半导体基板的一面侧的应当形成所述可动反射膜的区域上掺杂杂质而形成蚀刻阻止膜的工序、

从所述半导体基板的另一面侧至所述蚀刻阻止膜,对所述半导体基板进行蚀刻,使所述蚀刻阻止膜可以摆动而形成可动反射膜的工序。

25 15. 根据权利要求14所述的光调制器的制造方法,其特征是,还含有在所述蚀刻阻止膜上形成绝缘膜的工序。

16. 根据权利要求13所述的光调制器的制造方法,其特征是,所述第2基板的形成工序包括:

与所述第1基板的可动反射膜的配置相对应地对透明基板进行图形化而形成凹部或沟道部的工序、

30 在所述透明基板的凹部或沟道部内形成透明电极膜的工序、

在所述透明基板的凹部或沟道部内的透明电极膜上形成用于在一定的条件下对入射光进行吸收的吸收体膜的工序。

光调制器、显示装置及其制造方法

5

技术领域

本发明涉及一种可以用于静止画面或运动画面的显示、其他各种显示的光调制器，特别涉及对使用了干涉性光调制的光调制器、显示装置的改良及它们的制造方法。

10

背景技术

光调制器根据调制信号，改变光学系统中的光的透过率、折光率、反射率、偏转度、干涉性等光学参数，以对通过光产生所需的光强或颜色等。

例如，利用了光的干涉的光调制器，根据调制信号使用位置有微小变化的反射膜，将光路径不同的2光波重叠，利用两波的干涉改变光的强度或颜色。在这样的干涉型光调制器中，有必要设置使反射膜在相距微小间隔的2个位置间正确地摆动的机构。

例如，在特表2000-500245号公报中记述的光调制器，使用半导体加工技术反复进行在基板上的成膜、图形化等工序，在基板上形成反射膜、感应吸收体等，得到反射膜在离间位置和感应吸收体密接位置上变化的构造。

但是，由于干涉型光调制器的制造工序中，要在一个基板上反复进行各种功能膜的成膜、刻蚀、图形化等，因此制造工序变得复杂，并且制造时间长，制造成本变高。另外，由于反射膜可以摆动的次数实际上决定了光调制器的寿命，因此希望可以制成可靠性更高的反射膜。

发明内容

所以，本发明的目的在于，提供制造工序更加简单的光调制器。

另外，本发明的目的在于，提供具有更高可靠性的反射膜的光调制器。

另外，本发明的目的在于，提供可以正确地确定反射膜的摆动范围的

光调制器。

为了达成所述目的，本发明的光调制器包括：

具有通过施加静电力而摆动的可动反射膜的第1基板、

与上述第1基板相对配置并且在对应于上述可动反射膜的位置上形
5 成了施加上述静电力的透明电极的透光的第2基板、

由上述第1基板及第2基板所划定并限制上述可动反射膜的摆动范围
的空洞部。

采用此构成时，由于利用第1基板和第2基板形成对可动反射膜的摆
动范围进行限制的空洞部，因此能够以良好的精度划定空洞部，并可以正
10 确地设定可动反射膜的摆动位置（范围）而改善显色。另外，当用基板
的一部分形成可动反射膜时，就可以获得比通过成膜而形成可动反射膜的情
况更具有耐久性的反射膜，还可以提供具有更高可靠性的反射膜的光调制
器。

对上述可动反射膜的摆动范围进行限制的空洞部，也可以由设于上述
15 第2基板上的凹部或沟道部和上述第1基板的平整面构成，在对应于上述
第2基板的上述凹部或沟道部的开口部的上述第1基板的部位上形成上述
可动反射膜。

另外，对上述可动反射膜的摆动范围进行限制的空洞部，也可以由设
于上述第1基板上的凹部或沟道部和上述第2基板的平整面构成，在上述
20 第1基板的上述凹部或沟道部的面上形成上述可动反射膜。

而且，对上述可动反射膜的摆动范围进行限制的空洞部，也可以由设
于上述第1基板上的凹部或沟道部和设于上述第2基板上的凹部或沟道部
构成，上述第1基板的上述凹部内的面为可动反射膜。

另外，本发明的光调制器包括：

25 在一侧的面上具有1个或多个在底面上形成了通过静电力发生摆动的
的可动反射膜的第1沟道的第1基板、

与上述第1基板相对配置并在该相对面上具有1个或多个沿着与上述
第1沟道大致垂直相交的方向延伸的在底面上形成了透明电极的第2沟道
的透光性的第2基板。

30 采用此构成时，由于利用第1基板和第2基板形成对可动反射膜的摆

动范围进行限制的空洞部，因此能够以良好的精度划定空洞部，并可以正确地设定可动反射膜的摆动位置（范围）而改善显色。另外，由于通过设置多个第1沟道和第2沟道而可以在第1沟道和第2沟道交叉的各交点上形成像素，因此能够以简单的方法同时地形成显色被改善的多个像素。

- 5 所述可动反射膜也可以由导电体膜、掺杂了杂质的半导体膜及电介质膜中的任一种或使它们组合而得的叠层膜形成。并由此可以获得所需特性的可动反射膜。

所述第1基板可以用半导体基板形成。另外，可以使用此半导体基板的一部分形成所述的可动反射膜。通过使用半导体基板，可以使用半导体制造工艺，另外还可以使加工容易性、耐久性提高。特别是，在使用了单晶硅基板的情况下，可以获得高质量的可动反射膜，并可以构成长寿命的调制器，因而是非常合适的。

可以用一侧极性的半导体基板形成所述第1基板，用另一侧极性的半导体膜形成所述可动反射膜。

- 15 当采用所述构成时，由于可以在第1基板和可动反射膜之间形成PN结，因此可以对基板和可动反射膜进行绝缘。这样，即使是在可动反射膜上施加了电压的情况下，也不会对可动反射膜以外的部分造成影响，从而可以对多个可动反射膜独立地进行驱动。

所述第1基板和所述第2基板最好被阳极接合。这样就可以不使用粘接剂等而进行接合。由于可以不考虑由粘接层的厚度造成的空洞部的高度的变化，因此具有可以对空洞部的高度精度更加优良地进行调整的优点。

所述第2基板最好为例如硼硅酸盐玻璃。硼硅酸盐玻璃不仅含有较多氢氧离子，适合阳极接合，而且由于热膨胀系数与硅基板基本一致，因此基板的接合面上的变形很少，从而可以使之可靠地接合。

- 25 在所述透明电极的上表面最好形成光吸收体。当光吸收体与可动反射膜紧密接触时，在穿过第1基板入射的光和从可动反射膜反射的光中，具有光吸收体特有的波长的光被吸收、衰减，由此形成低亮度状态，同时还可以对色调进行调整。

本发明的显示装置的特征是，包含作为显示部的所述光调制器。本发
30 明的显示装置，由于包含作为显示部的所述光调制器，因此可以提供更高

质量的图像。另外，还使产品寿命得到提高。

本发明的光调制器的制造方法包括：

形成具有通过施加静电力而发生摆动的可动反射膜的第1基板的第1基板形成工序、

5 形成含有用于施加所述静电力的透明电极的第2基板的第2基板形成工序、

使所述可动反射膜和所述透明电极以互相面对的方式相互对齐，并对所述第1及第2基板进行接合的接合工序。

10 这样，由于可以以另外的工序平行制作具有可动反射膜的第1基板和含有透明电极的第2基板，因此可以缩短制作时间。另外，由于可以不通过成膜而形成可动反射膜，因此可以利用简单的加工工序制造光调制装置。

另外，所述第1基板的形成工序最好包括：

15 在半导体基板的一面侧的应当形成所述可动反射膜的区域上掺杂杂质而形成蚀刻阻止膜的工序、

从所述半导体基板的另一面侧至所述蚀刻阻止膜，对所述半导体基板进行蚀刻，或者进行图形化，使所述蚀刻阻止膜可以摆动而形成可动反射膜的工序。

20 由于这样可以将蚀刻阻止膜作为可动反射膜使用，因此对可动反射膜的厚度进行精度优良地调整，并可以用简单的方法制造。另外，由于通过对杂质进行适当地选择，可以在可动反射膜和第1基板之间形成PN结而电绝缘，因此即使是在第1基板上形成多个可动反射膜的情况下，也能够制造可以互相不产生影响地各自独立驱动的光调制器。

25 另外，也可以包含在所述蚀刻阻止膜上形成绝缘膜的工序。这样即使可动反射膜与作为驱动电极的透明电极膜或光吸收体接触，也能够防止短路的发生。

所述第2基板的形成工序最好包括：

与所述第1基板的可动反射膜的配置相对应地对透明基板进行图形化而形成凹部或沟道部的工序、

30 在所述透明基板的凹部或沟道部内形成透明电极膜的工序、

在所述透明基板的凹部或沟道部内的透明电极膜上形成用于在一定的条件下对入射光进行吸收的吸收体膜的工序。

由于利用凹部或沟道部形成决定显色的精度的空洞部，因此与利用成膜形成的情况相比，形成精度更高，并可以进一步改善显色。

5

附图说明

图 1 是用于说明本发明的实施方式中的光调制器的图。

图 2 是用于说明由具有多个沟道的光调制器形成的本发明的显示装置的立体图。

10

图 3 是表示本发明的显示装置的剖面图。

图 4 是说明本发明的显示装置的动作机构的图。

图 5 是表示本发明的显示装置的电学等价电路图。

图 6 表示在硅基板侧端子 (S_1, S_2, S_3) 和玻璃基板端子 (G_1, G_2, G_3) 上所加电压的时序的时序图。

15

图 7 是表示构成本发明的光调制器的第 1 基板的制造工序的工序图。

图 8 是表示构成本发明的光调制器的第 2 基板的制造工序的工序图。

图 9 是表示本发明的光调制器的剖面图。

具体实施方式

20

图 1 是用于说明本发明的实施方式的光调制器的说明图。具体来说，图 1 (a) 是用于说明本实施方式的光调制器的构造及动作机构的剖面图，图 1 (b) 及 (c) 是用于示例光调制器的其他的实施方式的剖面图。

首先，参照图 1 (a) 对本实施方式的光调制器的构造及动作机构进行说明。

25

如同图中所示，光调制器是将第 1 基板 1 和第 2 基板 2 接合在一起而形成的，具有由第 1 基板 1 和第 2 基板 2 所划定的空洞部 204。在此空洞部 204 内形成透明电极 203 及光吸收体 205。

30

第 1 基板 1 例如由半导体基板形成，更具体来说，由 N 型硅基板形成，在此基板的一方的面上形成凹部或沟道部。该凹部或沟道部的底面成为利用静电力的赋予而摆动的可动反射膜 101。而且，第 1 基板 1 也可以

用例如 N 型硅以外的其他半导体基板等形成。在使用硅基板的情况下，可以使用例如结晶取向为 (110) 或 (100) 等的硅基板，特别是，从成形精度的观点出发，(110) 的硅基板更易于使用。特别是，在图像显示装置中使用光调制器的情况下，由于可以提高成形精度，因此可以提高像素密度。

可动反射膜 101 是将掺杂了例如 P 型杂质的硅膜等的半导体膜 101a 和电介质膜 101b 层叠而构成的。电介质膜 101b 可以使用例如 SiO_2 、 Si_3N_4 等。通过将电介质膜 101b 设置在硅膜 101a 上，可以确保电绝缘，从而防止硅膜 101a 和透明电极 203 间等的绝缘破坏或短路。另外，在电介质膜 101b 上，为了使反射率提高，还可以形成使用了诸如 Ag、Au、或 Pt 等金属等的电介质膜。而且，可动反射膜 101 由于是与第 2 基板 2 上的透明电极 203 或光吸收体 205 频繁地接触的部分，并进行机械性动作，因此，所述膜不仅有必要提高反射率，而且耐久性要高。从此种观点出发，优选单晶基板，例如硅单晶基板。而且，可动反射膜 101 的构成并不限于所述构成。因此，可动反射膜 101 也可以由导电体膜（金属膜）、掺杂了杂质的半导体膜及电介质膜的某一种或将它们组合后的叠层膜来形成。

在本实施方式中，如所述那样，第 1 基板 1 由 N 型硅形成，在硅膜 101a 中由于掺杂了 P 型杂质，因此在两者间形成 PN 结。所以，在对硅膜 101a 施加电压的情况下，如果形成对 PN 结的逆偏压，就可以将电流向硅膜 101a 以外的泄漏抑制在最小限度。而且，本实施方式虽然在由 N 型硅基板（半导体基板）形成的第 1 基板上设有掺杂了 P 型杂质的硅膜，但是在由 P 型硅基板形成的第 1 基板上，也可以设置掺杂了 N 型杂质的硅膜（半导体膜）。

第 2 基板 2 由可以透过光的透光性材料形成。可以使用例如玻璃、塑料等大致透明的构件作为此种材料。在第 2 基板 2 上的对应于可动反射膜 101 的位置上形成凹部或沟道部，在该凹部或沟道部的内侧的与可动反射膜 101 相对的位置上，隔着基于空洞部 204 间隙，形成有双层膜，以透明电极 203 作为下层，以光吸收体 205 作为其上层。可以使用例如 ITO（Indium Tin Oxide）膜等作为透明电极 203。光吸收体 205 在与可动反射膜 101 紧密接触的情况下会降低反射率，或者说吸收光吸收体特有的波长

的光而使之衰减。此种光吸收体 205 含有例如钨等的金属膜、半导体膜或
将它们组合后的叠层膜。另外，光吸收体 205 也可以还含有例如能够对可
动反射膜 101 和透明电极 203 的折射率的差进行调整的膜。

下面将对所述的光调制器的动作机构进行说明。

5 通过在透明电极 203 和可动反射膜 101 之间外加电压或解除(未外加)
电压，可动反射膜 101 就可以在空洞部的空隙(摆动范围)内摆动。即，
通过对透明电极 203 和可动反射膜 101 提供电位差，可动反射膜 101 就可
以被静电力拉近透明电极(相对电极) 203 而与相对电极 203 接触，当消
除电位差时，与相对电极 203 接触的可动反射膜 101 就被复原力送回原来
10 的位置。

但是，此种光调制器由于可动反射膜 101 和相对电极 203 每次提供或
消除电位差而反复进行接触，因此可以想象，可动反射膜和电极附着在一
起后很难分开。但是，当采用本发明时，可动反射膜的周围具有被基板支
撑的构造，可以利用基板的固定力回到原来的位置上。因此，可动反射膜
15 的可靠性更高，并可以经受长期的使用。

图 1(a) 中，象素(元件) P_1 、 P_2 表示未施加电压时和施加电压时各
个可动反射膜 101 的位置。

如同图中的象素 P_1 所示，在第 1 基板 1 上形成的可动反射膜 101 和
在第 2 基板 2 上的凹部或沟道部中形成的透明电极 203，通过空洞部 204
20 的空隙相面对。当对此空洞部 204 的空隙高度进行适当地设定，使之达到
与可视光波长相同程度的值时，从第 2 基板 2 底部外侧入射的入射光 301
(例如：白色光) 在第 2 基板 2 表面反射，另外在空洞部 204 内反复反射
后射出。由于这些光相互干涉并被变频，因此从外部可以观察到有色光
302。而且，这里，所谓空洞部 204 的空隙是指，静止的可动反射膜 101
25 和设于第 2 基板 2 的凹部或沟道部中的膜的最上层(本实施方式中为光吸
收体 205) 之间的距离。因此，具体来说，在想将反射光设定为例如蓝色、
绿色、红色及白色光的情况下，通过将各象素的该距离设定为 325nm、
435nm、230nm 及 700nm 左右，就可以显现各个颜色。该距离是由设于构
成空洞部 204 的第 2 基板 2 上的凹部或沟道部的深度和设于该凹部或沟道
30 部内的透明电极 203 及光吸收体 205 等所形成的膜的厚度所确定的。空洞

部 204 由于基本上由设于基板上的凹部或沟道部的形状来确定, 因此即使长期使用, 空洞部的空隙大致上也不会发生变化。另外, 由于可以用简单的工序精度优良地制成凹部或沟道部及透明电极等, 因此能够以更优良的精度显现所需的颜色。

5 另外, 入射光 301 并不限于能够达成本发明的目的的白色光, 可以使用满足了目的的任意光源颜色。

然后, 当在可动反射膜 101 和透明电极 203 之间外加电压时, 如同图中的象素 P_2 所示那样, 可动反射膜 101 被静电力拉近透明电极 203 并与之接触。此时, 可动反射膜 101 和透明电极 203 之间的空隙基本消失, 反射光 303 的干涉状态发生改变。因此, 所观察到的反射光 303 变成与施加电压前不同颜色的光, 例如, 与入射光不同的有色光或黑色或白色光等。像这样通过在可动反射膜 101 和透明电极 203 之间提供电位差, 就可以对第 2 基板 2 侧射出的光进行调制。

15 像这样决定所观察到的光的颜色的空洞部 204, 只要是被第 1 基板 1 和第 2 基板 2 所划定即可, 并不限定于所述形态。

例如, 如图 1 (b) 或 (c) 所示, 空洞部 204 即使是形成于第 1 基板 1 侧或横跨第 1 基板 1 和第 2 基板 2 的形式也可以。而且, 也可以从第 1 基板 1 的两面形成凹部或沟道部, 在凹部或沟道部的底面上形成可动反射膜 101, 再用第 2 基板 2 的平整面填塞一侧的凹部或沟道部而形成空洞部 204。而且, 此时, 在第 2 基板 2 上的对应于第 1 基板 1 的凹部或沟道部的位置上, 以透明电极 203 为下层, 以光吸收体 205 为上层, 形成双层膜。

另外, 也可以如图 1 (c) 所示, 从第 1 基板 1 的两面形成凹部或沟道部, 在凹部或沟道部的底面上形成反射膜 101, 通过在设于第 2 基板 2 上的凹部或沟道部的开口部和第 1 基板 1 一侧的面上的凹部或沟道部的开口部能够相对的位置上, 将第 1 基板 1 和第 2 基板 2 接合在一起而形成空洞部 204。而且, 此时, 在设于第 2 基板 2 上的凹部或沟道部的底面上, 可以用透明电极 203 作下层, 用光吸收体 205 作上层, 形成双层膜。

而且, 如图 1 所示, 在本实施方式中, 虽然在第 1 基板 1 和第 2 基板 2 上形成的凹部或沟道部的形状的剖面形状显示的是长方形的例子, 但是只要能够达成本发明的目的, 凹部或沟道部的形状并没有特别的限定。因

此，剖面形状（沟道部的情况下为沿长度方向垂直的剖面形状）也可以是长方形、正方形、梯形或 U 字形等。但是，当考虑到可动反射膜的摆动容易度时，剖面最好为长方形、正方形、梯形。对于凹部或沟道部内的侧面和底面的夹角，虽然只要能够达成本发明的目的，并没有特别的限定，
5 但是考虑到可动反射膜的摆动的容易度和成形的容易性等，最好形成直角或钝角。另外，凹部或沟道部也可以具有开放端。具体来说，沟道部的一端或两端为开放端都可以。

利用此种光调制器的机构，就可以通过将光调制器作为象素使用而形成显示装置。即，本发明的光调制器可以作为显示装置的一个或多个象素
10 而发挥作用。另外，在所述实施方式中，虽然对与一个象素对应的光调制器进行了示例，但是也可以对应多个象素。具体来说，可以构成含有以下两种基板的光调制器，即，在一侧的面上具有 1 个或多个在底面上形成由静电力摆动的可动反射膜的第 1 沟道的第 1 基板，和与所述第 1 基板相对配置，在此相对面上具有 1 个或多个沿与所述沟道 1 大致垂直相交的方向
15 延伸、并在底面上形成了透明电极的第 2 沟道的透光性的基板。这样，由于第 1 基板和第 2 基板通过具有多个第 1 沟道和多个第 2 沟道而能够将各交点作为象素发挥作用，因此就能够以简单的构造提供可以进行精度优良的光调制的多个象素（显示画面）。

下面将参照图 2 及图 3 对本发明的显示装置进行说明。

20 图 2 是用于说明由具有多个沟道的光调制器形成的本发明的显示装置的立体图。

如同图所示，本实施方式的显示装置具有例如由 N 型单晶硅基板形成的第 1 基板 1 和由透光性构件（如玻璃等）形成的第 2 基板 2。在基板 1 上的一侧的面上，设有多个第 1 沟道 102，在其底面上形成了由静电力
25 摆动的可动反射膜 101。另外，在第 2 基板 2 上，设有第 2 沟道 202，使得其与基板 1 相对配置，并在该相对面上沿着与沟道 102 大致垂直相交的方向延伸，在沟道 202 的底面上形成有透明电极 203 及光吸收体 205（参照图 3）。

多个沟道 102 和多个沟道 202 的各交点作为各个象素发挥作用。透明
30 电极 203 成为第 2 基板 2 的端部上的外部连接用布线端子 201。通过对这

些像素分别进行驱动，就可以显示图像或文字等。

图3(a)是表示图2的X-X方向的剖面图。在由N型单晶硅形成的第1基板1上所形成的沟道102的底部设有可动反射膜101。可动反射膜101由杂质扩散层101a和绝缘膜(电介质膜)101b形成。在杂质扩散层101a上以不侵入相邻的沟道102的底部的可动反射膜101的程度扩散有硼等P型杂质。由P型杂质的杂质扩散层101a和除此以外的基板部分形成PN结。在利用PN结向可动反射膜101施加电压时，可以防止电流从可动反射膜101向第1基板1泄漏。因此就可以形成多个可动反射膜101的电绝缘，而对各自进行独立地驱动。另外，可动反射膜101通过形成适当的图形，像图3(a)所示那样，连接在形成于第2基板2侧的连接端子部(硅基板侧端子)110上。

第1基板1的底面为了防止绝缘破坏或短路，被绝缘膜101b覆盖。可以使用例如氧化硅膜(SiO_2)作为此种膜101b。为了使硅基板侧端子110和P型杂质扩散部相连接，在连接部去除一部分电介质膜101b。

在形成于第2基板2上的多个沟道202和相对的第1基板1的底面之间，形成有空洞部204。在沟道202内配置有透明电极203及光吸收体205。在第1基板1的底部和光吸收体205之间设置有所需的空隙。

第2基板2的沟道的深度决定了可动反射膜的摆动范围，被设定为可以使入射光在由第2基板2的沟道和可动反射膜101构成的空洞部204内反射并干涉后射出的反射光成为所需的颜色。具体来说，在想将反射光设定为例如蓝色、绿色、红色及白色光的情况下，需要将沟道的深度设置为例如325nm、435nm、230nm及700nm左右。

如图3(b)所示，设于第2基板2上的沟道202为了在连接端子201侧与外界隔断，由密封材料206所密封。该密封材料206使用具有适度的弹性并且绝缘性良好的材料即可。例如可以使用环氧树脂等。在该沟道202的内部也可以封入空气、氮气等气体。

而且，在所述的例子中，虽然举出的是第1基板1由N型单晶硅形成的例子，但是并不限于于此。也可以使用例如多晶硅基板等其他硅基板、硅以外的其他半导体基板、甚至绝缘基板来作为第1基板。

另外，虽然在实施例中，使用N型单晶硅作为第1基板1，在第1沟

道底部扩散有 P 型杂质，但是即使使用 P 型单晶硅作为第 1 基板 1，在第 1 沟道底部扩散 N 型杂质，由于能够形成 PN 结，因此可以得到同样的效果。

5 这样，若根据所述实施例，通过使用半导体基板，由于能够在一个基板内的可动反射膜和可动反射膜以外的区域间形成 PN 结，因此可以防止由加在可动反射膜上的电压造成的影响波及到可动反射膜以外的其他区域。另外，可以将可动反射膜和除此以外的部分用一个硅基板形成，从而可以利用比较简单的工序制造具备了具有导电性膜的可动反射膜的第 1 基板。另外，由于可动反射膜与第一基板形成一体化，因此强度也优良。

10 图 4 是说明本发明的显示装置的动作机构的图。

图 4 (a) 是用于说明本发明的显示装置的动作机构的剖面立体图。如同图所示，当在第 1 基板 1 上的一个可动反射膜 101 和第 2 基板 2 上的一个透明电极 203 之间外加电压时，由于可以仅在施加了电压的可动反射膜 101 和透明电极 203 的交叉的位置（象素）上使可动反射膜 101 与透明电极 203 接触，因此可以仅对特定的象素进行独立的驱动。

图 4 (b) 是表示施加电压和可动反射膜的位移的磁滞现象的图。如同图所示，当将施加电压 V 从 V_1 依次增加到 V_2 、 V_3 时，可动反射膜 101 如接触曲线 A—B—C 所示那样发生位移。即，在施加电压超过 V_2 ，静电力变得比可动反射膜 101 的弹力（复原力）更大时的 B 点开始，可动反射膜 101 的位移也急速地变大。在电压 V_3 处，可动反射膜 101 和透明电极 203 完全地接触。与此相反，在施加电压下降的情况下，如脱离曲线 C—D—A 所示那样，由于电荷被保持在接触的电极间，电极间的距离也很小，因此静电力的影响很大，在电压 V_2 以下的比接触时更低的电压处，电极脱离（D 地点），从而成为脱离状态。这样，不能将可动反射膜 101 从脱离状态立即变成接触状态，将可以维持接触状态的电压设定为 V_2 。

图 5 表示本发明的显示装置的电等价电路图。从电学观点来看，可动反射膜 101 的 P 型杂质扩散部 101a，由于在 N 型硅基板和 P 型杂质扩散部的交界处形成 PN 结，因而此部分被看作是二极管。所以，同一基板内形成的 P 型杂质扩散部 101a 之间由于借助逆向的二极管而连接，因此相互之间形成绝缘的布线。同图中， S_1 ， S_2 ， S_3 表示由连接在硅基板 1 侧的

端子部 110 上的 P 型杂质扩散部 101a 形成的布线端子。 G_1 , G_2 , G_3 表示由连接在玻璃基板 2 侧的端子部 201 上的透明电极形成的布线 203 的端子。另外, 由于透明电极 203 和与该透明电极 203 交叉的可动反射膜的杂质扩散部 101a 在电学上被看作电容器, 因此在同图中, 被表示为电容器 C。

图 6 表示的是显示加在硅基板侧端子 (S_1 , S_2 , S_3) 和玻璃基板侧端子 (G_1 , G_2 , G_3) 上的电压的时序的时序图。将位于从同图中的 S_1 开始的布线和从 G_1 开始的布线的交叉点位置上的电容器设为 $C(S_1, G_1)$, 图 6 (g) 中表示了 S_1 和 G_1 间的电位差。对于 $C(S_2, G_2)$ 、 $C(S_3, G_2)$ 同样地各自表示在同图中的 (h)、(i) 中。

在图 6 中, 将硅基板侧端子 S_1 , S_2 , S_3 及玻璃基板侧端子 G_1 , G_2 , G_3 的初期状态都设为 V_2 (电位)。在此情况下, 各电容器的端子间电压为 0 伏。

在图 6 的时刻 t_1 处, 由于 S_1 的电位升至 V_3 , G_1 的电位降至 0V, 因此电容器 $C(S_1, G_1)$ 的电位差变成 V_3 , 可动反射膜与透明电极接触而变为驱动状态。而且, 由于 S_2 、 S_3 、 G_2 、 G_3 的电位仍为初期状态的 V_2 , 因此 $C(S_2, G_2)$ 、 $C(S_3, G_2)$ 的电位差仍为 0V, 未被驱动 (非驱动状态)。

在时刻 t_2 处, 由于 S_2 的电位升至 V_3 , G_2 的电位降至 0V, 因此电容器 $C(S_2, G_2)$ 的电位差变成 V_3 而变为驱动状态。而且, 由于其他的电位仍为初期状态的 V_2 , 因此 $C(S_1, G_1)$ 的电位差仍为 0V, 未被驱动。另外, 虽然 $C(S_3, G_2)$ 的电位差达到 V_2 , 但是由于还没有达到接触电位差 V_3 , 因此未被驱动。

在时刻 t_3 处, 同样地通过将 S_3 变为 V_3 伏, 将 G_2 变为 0 伏, $C(S_3, G_2)$ 达到驱动状态, 但是 $C(S_1, G_1)$ 及 $C(S_2, G_2)$ 仍为非驱动状态。

下面将参照图 7 至图 9 对本发明的光调制器的制造方法进行说明。

图 7 是表示本发明的构成光调制器的第 1 基板的制造工序的工序图, 图 8 是表示构成本发明的光调制器的第 2 基板的制造工序的工序图。另外, 图 9 是表示通过使由图 7 及图 8 的工序得到的第 1 基板和第 2 基板粘合在一起, 使得第 1 基板的底面和第 2 基板的形成了沟道的面相对而制造的本发明的光调制器的剖面图。

根据图 7 (a) 至图 7 (j) 对第 1 基板的制造工序进行说明。

(a) 首先, 对 N 型硅基板 1 的沟道形成侧面 11 和掺杂侧面 12 分别进行镜面研磨。

(b) 然后, 在 N 型硅基板 1 的表面上使用热氧化等处理形成氧化膜 (SiO₂) 13。具体来说, 例如将 N 型硅基板 1 设置于热氧化炉中, 通过在氧气及水蒸气气氛下实施氧化处理, 就可以在基板表面上形成所需的膜厚的热氧化膜 13。

(c) 在应当形成可动反射膜 (沟道的底部) 的掺杂侧面 12 上涂布抗蚀剂 14, 进行图形化。这样, 将使 P 型杂质扩散的部分的抗蚀剂除去, 除此以外的部分就被抗蚀剂所掩蔽。

(d) 将抗蚀剂 14 作为掩模, 对 SiO₂ 膜 (硅氧化膜) 13 用氟酸水溶液等蚀刻液进行蚀刻而露出基板 1。进而将涂覆的抗蚀剂 14 剥离。

(e) 将 SiO₂ 膜 13 作为掩模, 在基板 1 的掺杂侧面 12 上使 P 型杂质扩散。例如, 使之在基板 1 的露出部分上热扩散, 形成硼扩散层 101a。硼扩散层 101a 的深度采用大概与可动反射膜的厚度相同的程度, 扩散原子浓度采用 $1 \times 10^{18} \text{atom/cm}^3$ 以上的高浓度扩散。

(f) 此后, 从基板 1 上将 SiO₂ 膜 13 用例如氟酸水溶液等蚀刻液除去。

(g) 对基板 1 再次通过热氧化等用 SiO₂ 覆盖。

(h) 对此 SiO₂ 膜 13 进行图形化, 形成沟道的蚀刻掩模。

(i) 将涂布了掩模 13 的基板 1 浸入如氢氧化钾水溶液中, 将高浓度硼扩散层 101a 作为蚀刻阻止层进行蚀刻, 形成沟道 102。

(j) 此后, 使用氟酸水溶液等蚀刻液除去作为掩模使用的 SiO₂ 膜。进而在基板的掺杂侧面 12 上使用热氧化或 CVD 法等以特定的膜厚形成 SiO₂ 膜 101b。

而且, 也可以不使用 SiO₂, 而使用 Au 膜作为蚀刻保护膜。在使用 Au 膜的情况下, 为了提高 Au 膜的密接性, 也可以使用 Cr 作为基底。

另外, 在所述例中, 虽然蚀刻使用了湿法蚀刻, 但是并不限于此, 也可以使用干法蚀刻。

另外, 在所述例中, 虽然举出了使用 N 型硅基板, 在沟道底部使 P 型杂质扩散的光调制器的制造方法, 但是在使用 P 型硅基板的情况下, 也

可以利用同样的方法，制造在沟道底部使 N 型杂质扩散的光调制器。

下面将参照图 8 对第 2 基板的制造工序进行说明。

(a) 在玻璃基板 2 的上表面 21 上，通过溅射等方法形成 Au 膜，进行图形化，得到沟道形成用的掩模。

5 (b) 将 Au 膜 23 作为保护膜，用例如氟酸等对玻璃进行蚀刻，形成沟道 202，除去残留的 Au 膜 23。

(c) 在基板 2 的上表面 21 上，形成透明电极膜 24（例如 ITO），利用光刻法在沟道内的残留部分上对保护膜 25 进行图形化。

10 (d) 使用例如盐酸硝酸水溶液对 ITO 膜进行蚀刻，在沟道 202 内底部将 ITO 形成透明电极 203。

(e) 然后，形成吸收体膜 26（例如钨膜），使用光刻法对残留在沟道内的保护膜 25 进行图形化。

(f) 利用 CF_4 气体对吸收体膜 26 进行干法蚀刻，在 ITO 膜（透明电极 203）上的特定的部分上形成吸收体 205。

15 而且，蚀刻保护膜、蚀刻液、蚀刻气体并不限定于所述示例的内容。另外，湿法蚀刻及干法蚀刻各自可以替代。

利用以上的工序制造的第 1 基板和第 2 基板，如图 9 所示那样被对齐后接合在一起。对于此种基板的接合方法，从确保基板间的空隙的精度

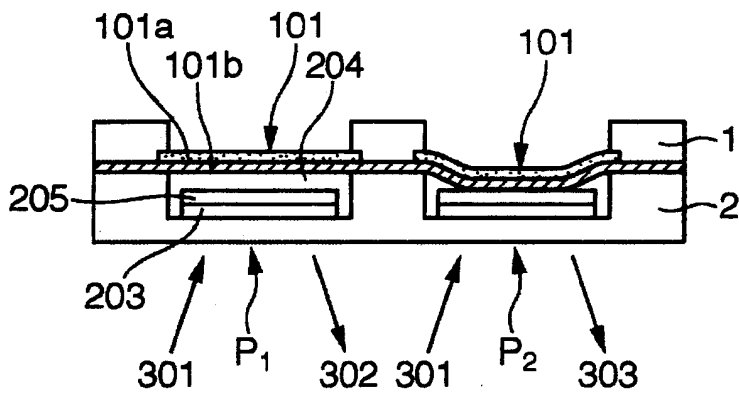
20 的观点出发，最好使用阳极接合或直接接合。但是，并不排除以往使用公知的粘接剂进行接合的方法。

在进行阳极接合的情况下，特别优选使用硼硅酸盐玻璃作为所述玻璃基板。这是因为硼硅酸盐玻璃含有较多的氢氧离子。另外，由于硼硅酸盐玻璃的热膨胀系数与硅基板基本相同，因此基板的接合面的变形小，从而可以可靠地接合。

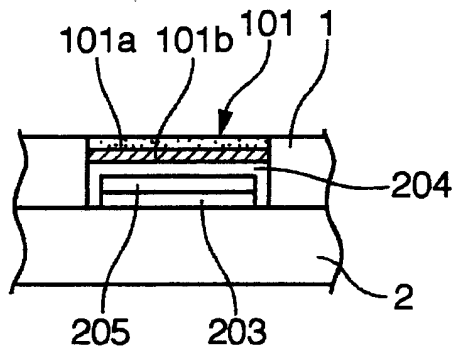
25 而且，在所述光调制器的制造方法中，各工序只要能够达成本发明的效果，也可以被替换为可以替代的以往公知的工序。

另外，对于本发明的显示装置也用与所述相同的工序进行制造。

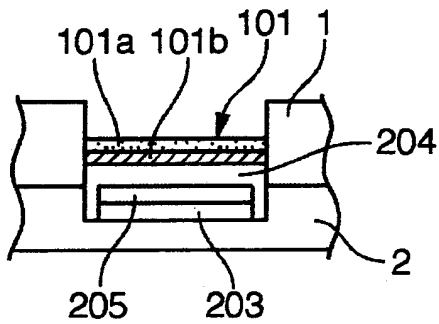
本发明的显示装置可以实现黑白图像、彩色图像的显示，例如，可以作为要求耗电量低的携带电话的显示面板等来理想地使用。



(a)



(b)



(c)

图 1

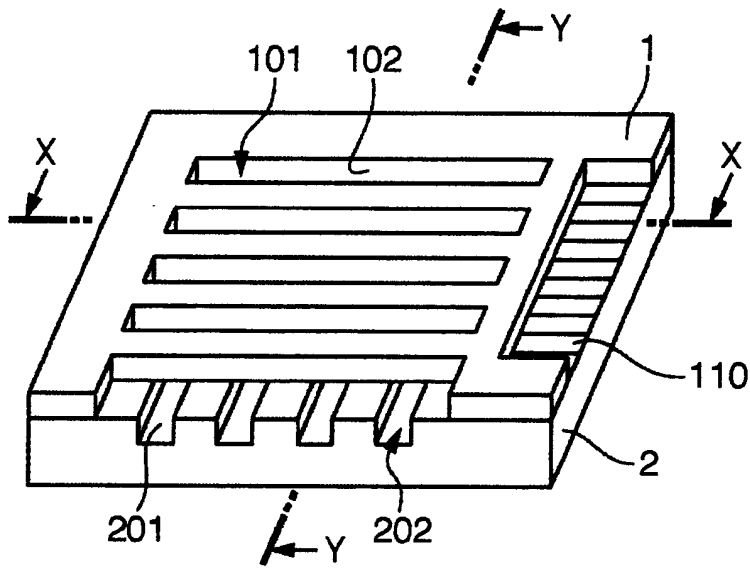
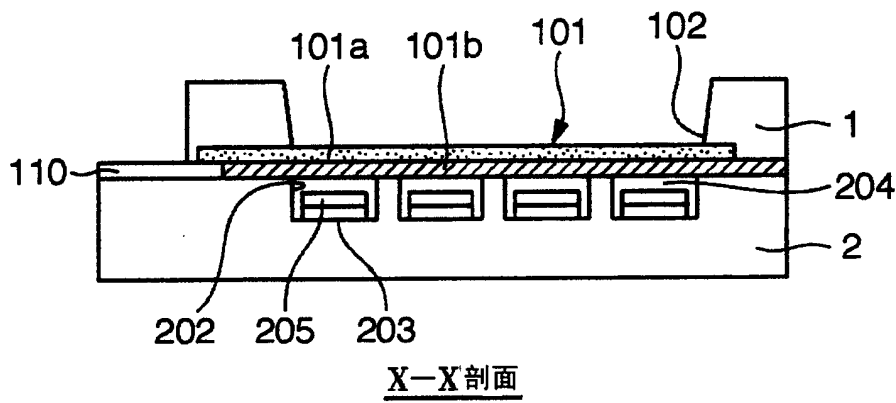
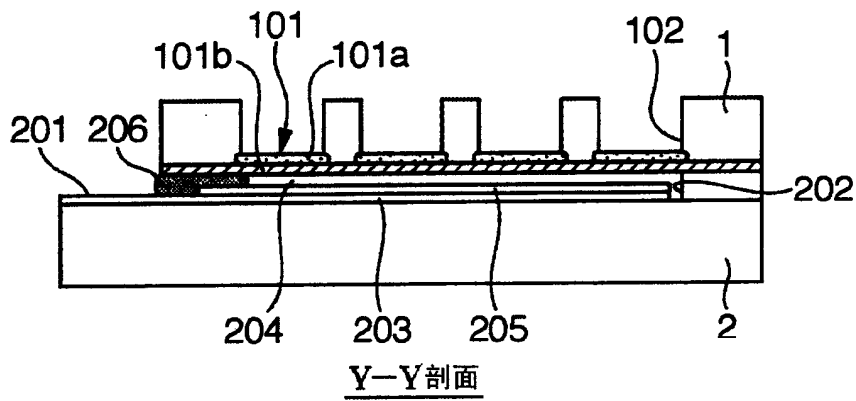


图 2

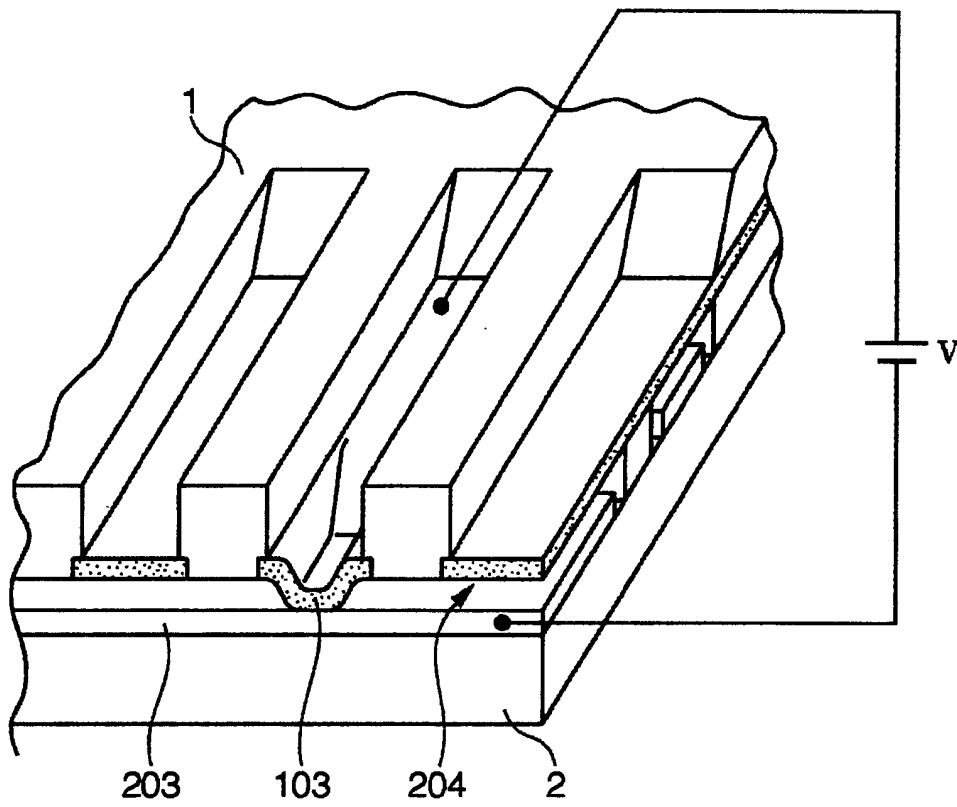


(a)

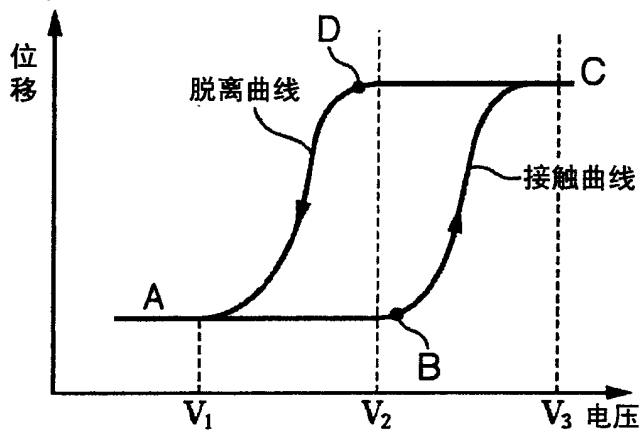


(b)

图 3



(a)



(b)

图 4

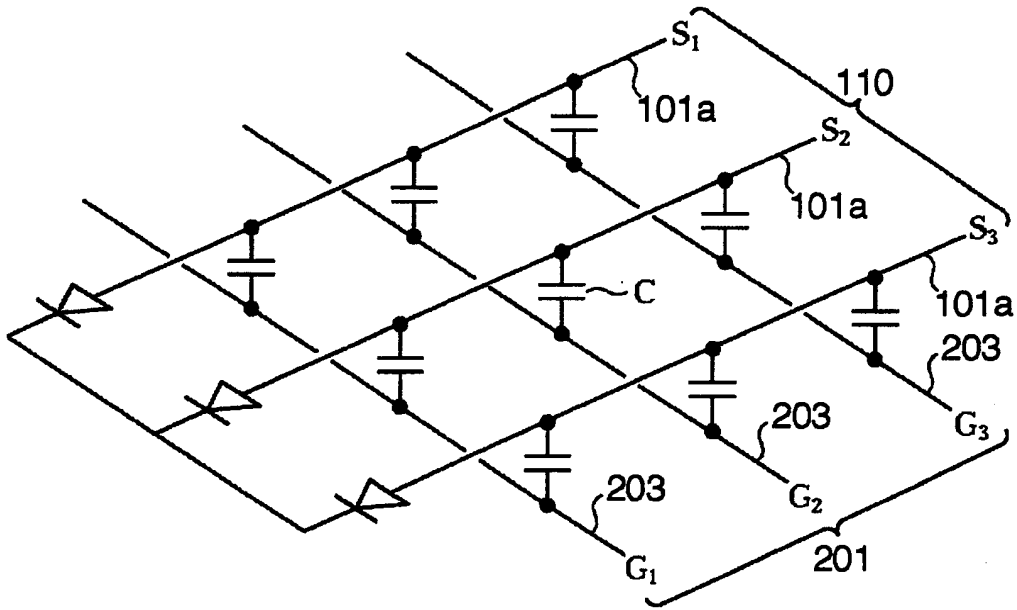


图 5

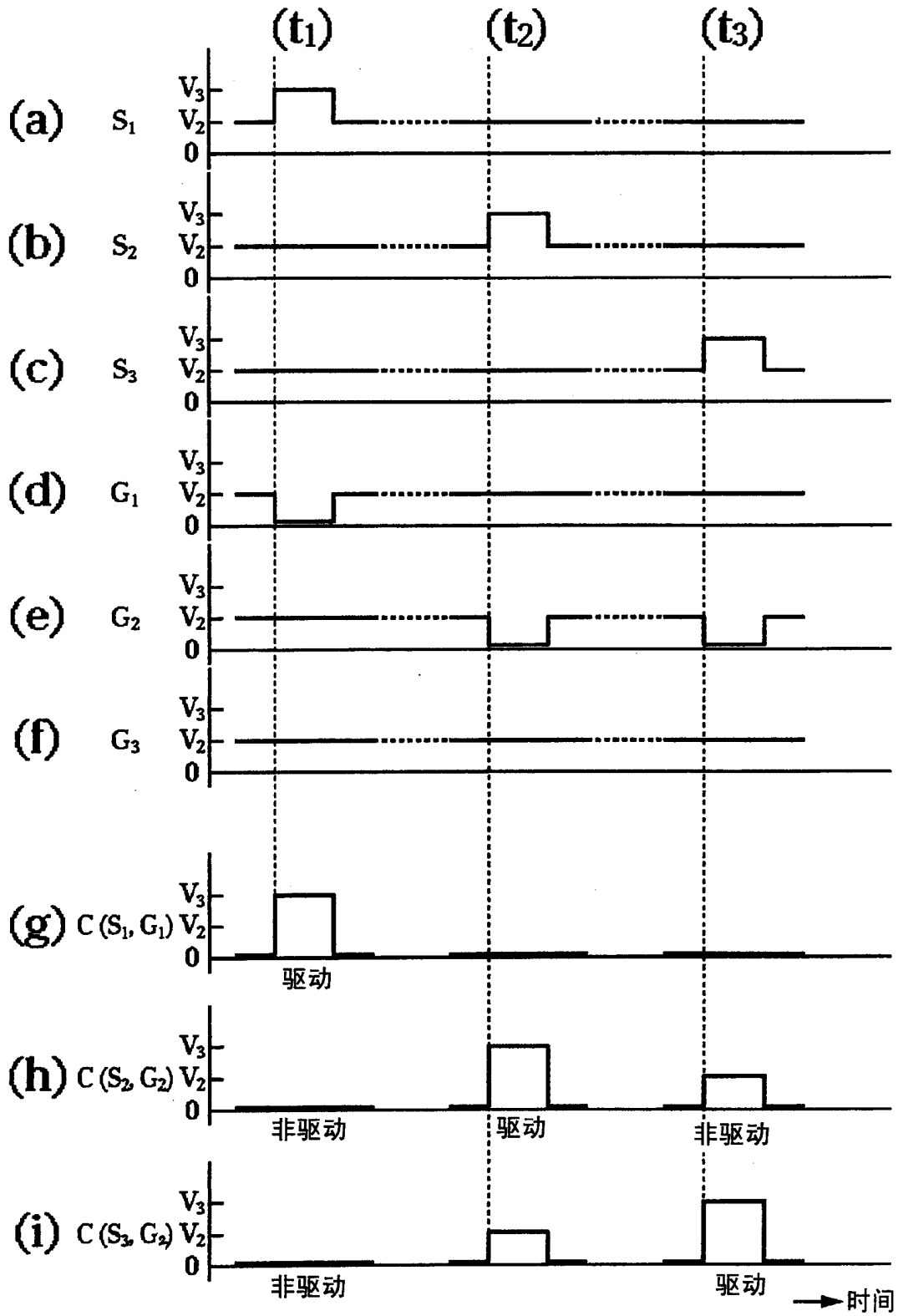


图 6

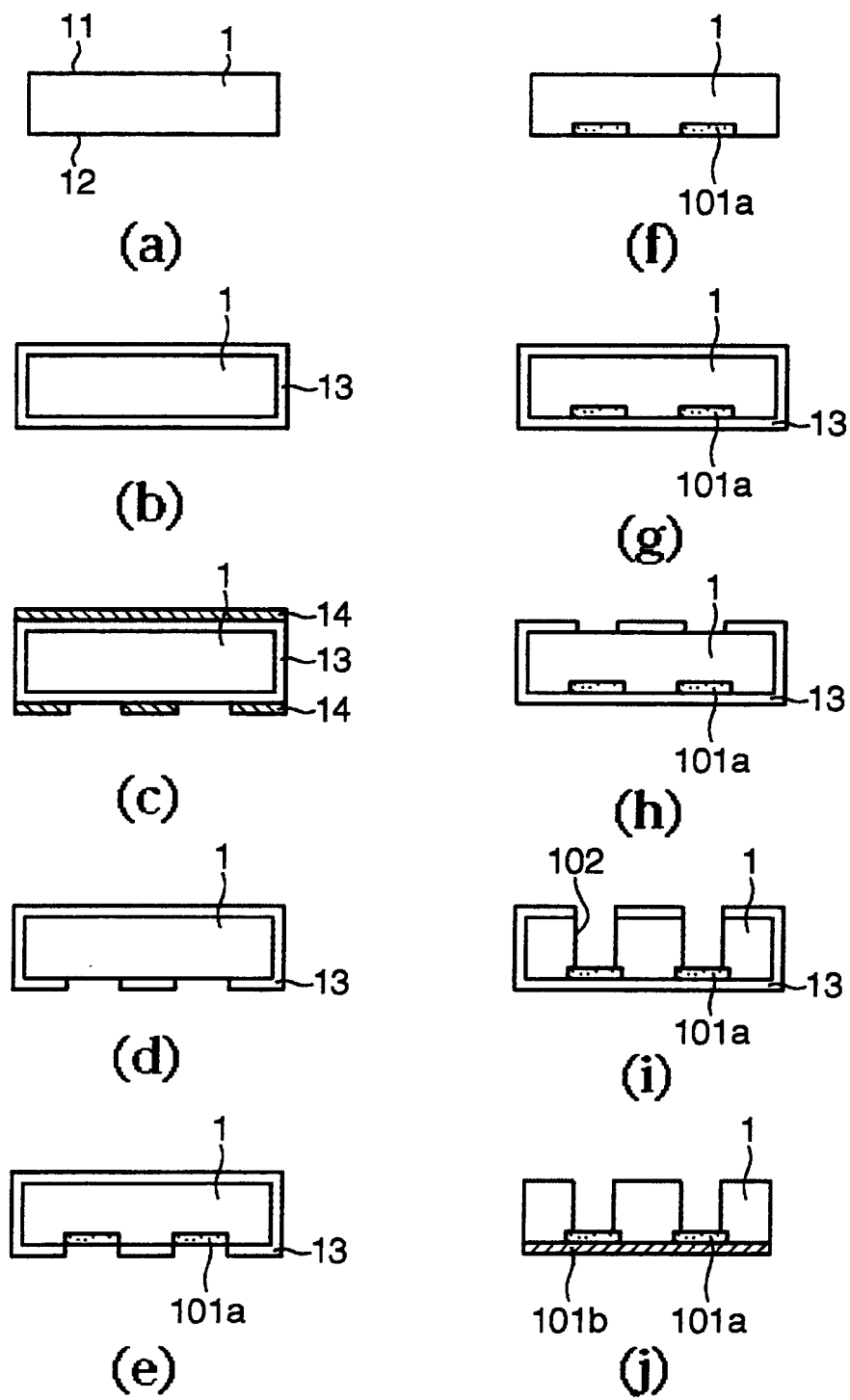


图 7

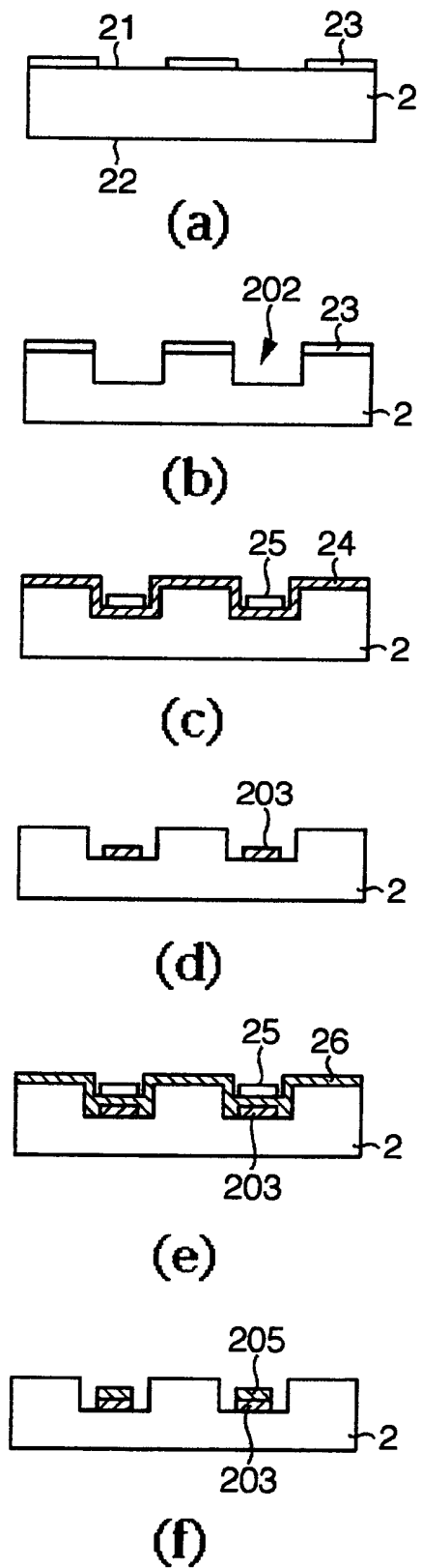


图 8

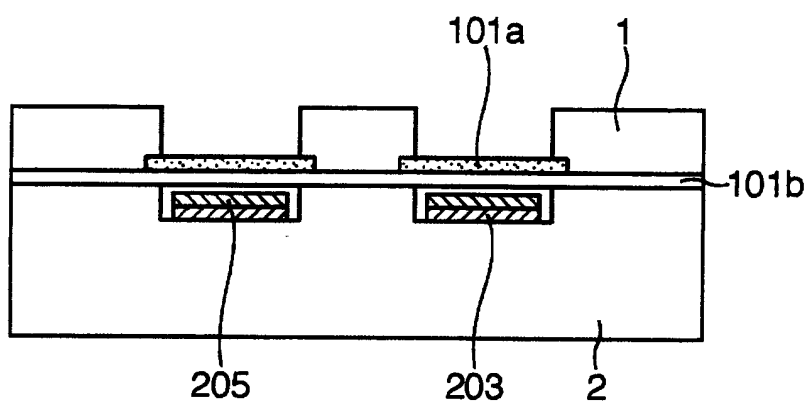


图 9