



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97102282.8

[45] 授权公告日 2005 年 6 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 1206738C

[22] 申请日 1997.1.20 [21] 申请号 97102282.8

[30] 优先权

[32] 1996. 1. 19 [33] JP [31] 26210/1996

[32] 1996. 1. 20 [33] JP [31] 26037/1996

[32] 1996. 1. 26 [33] JP [31] 32874/1996

[32] 1996. 1. 26 [33] JP [31] 32875/1996

[32] 1996. 1. 27 [33] JP [31] 32981/1996

[32] 1996. 2. 20 [33] JP [31] 58334/1996

[32] 1996. 3. 17 [33] JP [31] 88759/1996

[32] 1996. 11. 21 [33] JP [31] 326068/1996

[71] 专利权人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 山崎舜平 寺本聪 小山润 尾形靖

早川昌彦 纳光明 大谷久

滨谷敏次

审查员 吴晓达

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

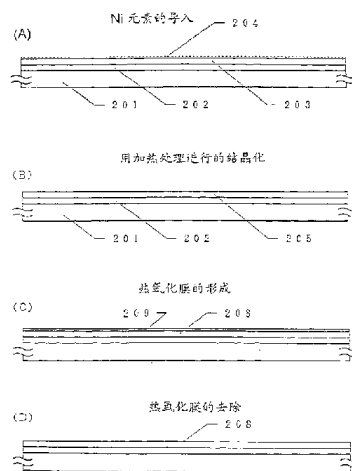
代理人 董巍 叶恺东

权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 9 页

[54] 发明名称 半导体器件及其制作方法

[57] 摘要

本发明目的是获得具有良好的特性的薄膜晶体管。使镍元素与非晶质膜 203 的特定的区域 205 保持选择性地接连。采用施行加热处理的办法使之结晶化,再在含卤族元素的氧化性气氛中施行加热处理的办法形成热氧化膜。这时进行结晶性的改善和镍元素的吸杂。这种结晶性硅膜将变成具有从多点放射状地进行了结晶生长的那样的构造。于是可得到具有良好的特性的 TFT。



1. 一种制造半导体器件的方法，其特征在于该方法包括以下步骤：
骤：

在一绝缘表面上形成一非晶硅膜；

5 通过促进硅的结晶过程的一种金属元素的作用使所述非晶硅膜结晶，从而获得一结晶硅膜，

在含有卤素元素的氧化环境、800-1100℃的条件下进行热处理，以在所述结晶硅膜的表面上形成第一热氧化膜；

除去所述第一热氧化膜；和

10 在所述结晶硅膜的表面上形成第二热氧化膜，从而获得最终的含有从多个点放射状生长的晶体的结晶硅膜。

2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述第一和第二热氧化膜的总厚度大于所述最终结晶硅膜的厚度。

3. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，镍被用以作为所述促进硅的结晶过程的金属元素。

4. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述金属元素是从含有Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Cu和Au的元素群中选取的一种或多种元素。

5. 一种半导体材料，由多个遍布整个半导体材料的半导体元素晶体组成，各所述晶体从各多个遍布整个所述半导体材料的点放射状生长；

其特征在于，所述半导体材料的厚度为100至700埃。

6. 如权利要求5所述的材料，其特征在于，所述半导体元素为硅。

7. 如权利要求5所述的材料，其特征在于，所述半导体材料装在一个有源矩阵液晶显示器件中。

8. 如权利要求5所述的材料，其特征在于，所述半导体材料装在选自下列装置组成的装置群的一个电光装置中：便携式智能终端，头戴式显示器，汽车导航系统，流动电话机，手提摄像机和投射式显示装置。

9. 如权利要求5所述的材料，其中所述半导体元素是硅，并且各所述晶体沿从各所述多个点到晶粒边界的所有方向呈辐射状延伸开。

10. 如权利要求5所述的材料，其中各所述晶体的晶格在放射状

晶体生长的方向保持连续。

11. 如权利要求 5 所述的材料, 其中所述半导体材料含有加到整个半导体材料上供促进所述半导体元素结晶的催化剂。

12. 如权利要求 5 所述的材料, 其中所述半导体元素是硅, 并且所述半导体材料提供在选自下列衬底组成的组的衬底上: 玻璃衬底, 石英衬底, 和半导体衬底。

13. 一种半导体器件, 包括:
一个衬底, 其表面绝缘; 和
多个在所述衬底上的薄膜晶体管, 各薄膜晶体管的有源层由 100 至 700 埃厚的半导体层构成;

其特征在于, 所述半导体层由多个遍布整个半导体层的硅晶体组成, 各所述晶体从各多个遍布整个所述半导体层的点放射状生长。

14. 如权利要求 13 所述的器件, 其特征在于, 所述半导体层含有选自下列元素组成的元素群的一种催化剂: Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Cu 和 Au。

15. 如权利要求 13 所述的器件, 其特征在于, 所述半导体器件为有源矩阵液晶显示器件。

16. 如权利要求 13 所述的器件, 其特征在于, 所述半导体器件装在选自下列装置组成的装置群的一个电光装置中: 便携式智能终端, 头戴式显示器, 汽车导航系统, 流动电话机, 手提摄像机和投射式显示装置。

17. 如权利要求 13 所述的器件, 其中所述衬底选自下列衬底组成的衬底群: 玻璃衬底, 石英衬底和半导体衬底。

18. 如权利要求 13 所述的器件, 其中所述各薄膜晶体管有在所述有源层上的所述有源层的热氧化膜, 热氧化膜上有化学汽相沉积法形成的绝缘膜。

半导体器件及其制作方法

技术领域

5 本发明涉及具有结晶性的薄膜半导体。此外还涉及该薄膜半导体的制作方法。还涉及利用了该薄膜半导体的半导体器件以及该半导体器件的制作方法。

背景技术

10 人们都知道一种先在玻璃基板和石英基板上形成具有结晶性的硅膜，再用该硅膜来制作薄膜晶体管（以下称之为 TFT）的技术。

该薄膜晶体管被称之为高温多晶硅 TFT 和低温多晶硅 TFT。

高温多晶硅 TFT 是把 800℃ 或 900℃ 以上这样的比较高温的加热处理用作结晶性硅膜的制作方法的技术。可以说该技术是利用了单晶硅圆片的 IC 制作工艺的派生技术。

15 当然，作为制作高温多晶硅 TFT 的基板，通常利用能耐上述加热温度的石英基板。

另一方面，低温多晶硅 TFT，利用便宜的玻璃基板作为基板（当然，耐热性不如石英基板）。

20 在构成低温多晶硅 TFT 的结晶性硅膜的制作中，利用玻璃基板可以耐受 600℃ 以下的加热和对玻璃基板几乎没有热损伤的激光退火技术。

高温多晶硅 TFT 的特征是可在基板上集成特性一致的 TFT。

另一方面，低温多晶硅 TFT 的特征是可以利用便宜且易于大面积化的玻璃基板作为基板。

25 此外，在现有技术中，不论是高温多晶硅 TFT 还是低温多晶硅 TFT 其特性没什么大的不同，硬要说出不同之处的话，在生产成品率和基板面内的特性的均一性这一点上高温多晶硅比较出色，而在生产性和生产成本这一点上低温多晶硅有优势。

作为特性，两者都可以得出迁移率约 50~100(cm^2/Vs)、S 值为 200~400 (mV/dec) ($V_D = 1\text{V}$) 的 TFT。

30 如果将这一特性与以非晶硅为样品的 TFT 比较，虽然可以进行约两个数量级的高速工作，但和利用了单晶硅圆片的 MOS 型晶体管的特性相比，则大为逊色。一般地说，利用了单晶硅圆片的 MOS 型晶体管的 S 值

约为 60~70 (mV/dec)。其工作频率也以高温多晶硅 TFT 和低温多晶硅 TFT 的约 1~2 个数量级高的值工作。

在现状情况下, TFT 被利用来在同一块基板上集成有源矩阵式液晶显示装置的有源矩阵电路和周边驱动电路。即, 可把有源矩阵电路和周边
5 驱动电路用 TFT 制作在同一块基板上。

在这样的构成中, 要求周边驱动电路的源驱动器电路工作在十几 MHz 以上。但是, 用现有的高温多晶硅 TFT 和低温 TFT 构成的电路其工作速度的容许范围只能达到约几个 MHz。

因而现状是进行工作分割 (叫做分割驱动) 等等以构成液晶显示。
10 但是, 这种方法, 存在着因为分割的定时的微妙的偏离而在画面上出现条纹之类的问题。

此外, 作为今后的技术, 人们认为除了周边驱动电路 (由移位寄存器电路和缓冲器电路构成) 之外, 还要把振荡电路、D/A 变换器、A/D 变换器以及进行各种图象处理的数字电路也集成在同一基板上。

15 但是, 上述振荡电路、D/A 变换器、A/D 变换器以及进行各种图象处理的数字电路都必须工作在比周边驱动电路还要高的频率上。

因此, 用现有技术所能得到的高温多晶硅 TFT 或低温多晶硅 TFT 来构成这些电路实质上是不可能的。

还有, 用利用了单晶硅圆片的 MOS 晶体管构成的集成电路, 使之在
20 100MHz 以上工作也已实用化。

在本申请书中所提出的发明, 目的是制得可以构成要求上述那样的高速工作 (一般要求十几 MHz 以上的工作进度) 的电路的薄膜晶体管。

此外, 还以提供一种可以得到与利用单晶硅圆片制成的 MOS 型晶体管相比拟的那种特性的薄膜晶体管为目的。本发明的另一个目的是提供
25 上述晶体管的制作装置。再一个目的是用具有上述那样的高特性的薄膜晶体管提供一种具有必要功能的半导体器件。

发明内容

本申请书中所公开的发明之一的特征是: 具有在带有绝缘表面的基板上制作多个薄膜晶体管的构成;

30 构成上述多个薄膜晶体管的有源层的结晶性硅膜利用从多个点放射状地进行单晶生长的结晶性硅膜构成。

上述构成是在用具有示于图 3 或图 6 的那样的结晶生长形态的结晶

性硅膜已构成了薄膜晶体管的情况下制得的。

作为具有绝缘表面的基板，可以举出玻璃基板（但是要求对工艺温度的耐热性）、石英基板和已在表面上形成了绝缘膜的半导体基板的例子。

- 5 从上述多点放射状地进行结晶生长的结晶性硅膜，如后所述，可采用先利用以镍为代表的助长硅的结晶化的金属元素的加热处理使之结晶化，再经在含卤族元素的氧化性气氛中进行的热氧化膜的形成，该热氧化膜的除去等工序的办法来制得。

另一发明的构成的特征是：

- 10 具有在带有绝缘表面的基板上边已制作多个薄膜晶体管的构成；

构成上述多个薄膜晶体管的有源层的结晶性硅膜由在特定的方向上进行结晶生长后的宽度为从大约等于膜厚 \sim 约 2000\AA 的细长的多个结构体构成；

上述特定的方向在各个薄膜晶体管中各不相同。

- 15 上述的构成，在已制作成了使用了具有示于图3或图6的结晶生长形态的结晶性硅膜的多个薄膜晶体管的情况下，规定在构成各薄膜晶体管的有源层中的结晶生长方向（结晶结构的各向异性的方向）将变成分别不同的方向。

- 20 当然，也将形成多个用具有相同结晶生长方向的有源层构成的薄膜晶体管，但大部分将按照上述构成。

例如，在用具有图3所示的那种结晶生长形态的结晶性硅膜构成有源矩阵电路的情况下，以几百 \times 几百的数目排列成矩阵状的多个薄膜晶体管将变成满足上述构成的晶体管。

- 25 公开于本申请书中的发明的结晶性硅膜，已成为在示于图8的那样的特定的方向上结晶结构连续延伸的硅膜结构体。这种结晶结构连续延伸的细长的构造体，宽度约为与膜厚相等 $\sim 2000\text{\AA}$ 左右，并已变成成为通过结晶晶粒边界大约平行排列的状态。

另外，更为宏观地来看的话，则已变成成为示于图7或图6的那样地放射性地延续存在构造体。

- 30 另一发明的构成的特征是，

具备有：

在绝缘表面上形成非晶硅膜的工序；

借助于助长硅结晶化的金属元素的作用使上述非晶硅膜结晶化以得到结晶性硅膜的工序；

借助于在含卤族元素的氧化性气氛中在 800 是 ~1100℃ 下的加热处理，在上述结晶性硅膜的表面上形成第 1 热氧化膜的工序；

5 除掉上述第 1 热氧化膜的工序；

在上述结晶硅膜的表面上形成第 2 热氧化膜的工序，并将得到从多数点放射状地进行结晶生长的硅膜。

在上述构成中，要想提高所得到的结晶性硅膜的膜质，重要的是要把第 1 和第 2 热氧化膜的合计厚度做得比最终要得到的结晶性硅膜的厚度厚。

这是因为借助于热氧化膜的形成将极大地改善结晶性硅膜的膜质。

作为助长硅的结晶化的金属元素，在重复性和效果这一点上极为理想的是镍。一般来说作为这种金属元素，可以利用从 Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Au 中选出的一种或多种金属。

15 在利用镍元素的情况下，最终残留于硅膜中的镍的浓度约为 1×10^{14} 个原子/cm³ ~ 5×10^{18} 个原子/cm³。如果满足热氧化膜的吸杂条件，则该浓度的上限可以减至 5×10^{17} 个原子/cm³ 的程度。该浓度的测量可以用 SIMS（二次离子分析方法）来测量。

20 一般说来，上述镍浓度的下限约为 1×10^{16} 个原子/cm³。这是因为在考虑到与价格的平衡的情况下，要排除附着于基板或装置上的镍元素的影响通常是很困难的，因而残留下这种程度的镍元素。但是，借助于继续进行装置的洗净的程度和制作工序的完善，还可进一步降低其残留度。

25 这样一来，在遵循一般的制作工序的情况下，残留镍元素的浓度将变成 1×10^{16} 个原子/cm³ ~ 5×10^{17} 个原子/cm³。

另外，在热氧化膜的制作工序中，由于该金属元素在热氧化膜中进行移动的关系，在所得到的结晶性硅膜的厚度方向上的镍元素的浓度分布中将会产生梯度分布。

30 一般说观察到结晶性硅膜中的该金属元素的浓度向着形成热氧化膜的界面该金属元素的浓度变高的趋势。此外，在有的条件下，还观察到该金属元素的浓度向着基板或衬底膜即向着背面一侧的界面变高的趋势。

此外，形成热氧化膜时在气氛中含有卤族元素的情况下，该卤族元素也将变成显示与上述金属元素同样的浓度分布。即，将变成显示含有浓度向着结晶性硅膜的表面和/或背面变高的浓度分布。

5 本申请书中所公布的发明中的结晶性硅膜，理想的是把其最终膜厚作成为 $100 \text{ \AA} \sim 750 \text{ \AA}$ ，更为理想的是作成为 $150 \text{ \AA} \sim 450 \text{ \AA}$ 。采用使之成为这种膜厚的办法，就可以重复性更为显著地好地得到图 6~图 8 所示的那样的晶体构造。

这种最终的结晶性硅膜的膜厚，需要考虑根据热氧化膜的膜形成引起的膜厚的减小来决定。

10 通过采用上述那样的工序，就可以得到在本申请书中所公开的结晶性硅膜，进而可以得到利用其结晶构造的独特性的 MOS 型薄膜晶体管。

作为金属元素的导入法可以举出下述方法，它们是：涂敷含有有关金属元素溶液的方法，用 CVD 的导入的方法，应用溅射法或蒸镀法的方法，用利用含有有关金属的电极进行等离子体处理的方法和气体吸附法等方法。

作为导入卤族元素的方法，可以利用在氧化性气氛中（例如氧气气氛中）含 HCl 、 HF 、 HBr 、 Cl_2 、 F_2 、 Br_2 和 CF_4 等等的方法。

另外，向形成非氧化膜时的整个气氛中同时导入氢气来利用湿氧化作用也是有效的。

20 用来形成热氧化膜的温度是极其重要的。如果是要想得到用下边要讲的单个器件可在几十 MHz 以上进行工作、且 S 值小于 100 (mV/dec) 这样的 TFT，则必须把热氧化膜形成时的加热温度优选地设定为 800°C 以上，更为理想的是设定为 900°C 以上。

25 另外，把这一加热温度的上限定为本身即是石英基板的耐热温度的上限的 1100°C 左右是适当的。

在借助于加热使非晶硅结晶化以获得结晶性硅膜的技术中，通过使镍元素保持与非晶硅膜的表面接连的状态下施行加热处理的办法，可以得到结晶性硅膜，再在其表面上形成氧化膜。该氧化膜采用在含卤族元素的氧化性气氛中施行 $800^\circ\text{C} \sim 1100^\circ\text{C}$ 的加热处理的办法形成。

30 这样一来，就可得到具有图 6~图 8 所示的那样的独特的结晶状态的结晶性硅膜。

在把利用本申请书所公开的发明制得的 PTFT 和 NTFT 组合起来构成

9 级的环形振荡器的情况下，可以使之进行 400MHz 以上的振荡。

一般说，当考虑用环形振荡器的振荡频率的 10% 左右来设计实际的电路时，结果就变成可以用上述的 TFT 构成在 40MHz 左右的频率下工作的电路。

5 倘像以上那样地利用本发明，则可以得到可以构成高速工作所要求（一般要求几十 MHz 以上的工作速度）的薄膜晶体管。

因此，比如说就可以把有源矩阵式的液晶显示装置的周边电路一体化于同一块基板上而无需进行分割驱动。

10 另外，关于 S 值，可以得到与利用 100 (mV/dec) 以下这样的单晶硅圆片制成的 MOS 型晶体管比拟的特性。

倘采用本发明，则可以提供一种把各种高速工作所要求的电路用 TFT 集成化于同一基板上的构成。另外，还可以提供其制作方法。

附图说明

下面简单地说明附图。

15 图 1 示出了薄膜晶体管的制作工序。

图 2 示出了薄膜晶体管的制作工序。

图 3 的模式图示出了晶体生长状态的要点。

图 4 示出了薄膜晶体管的制作工序。

图 5 示出了薄膜晶体管的制作工序。

20 图 6 的电子显微镜照片照的是硅薄膜。

图 7 的电子显微镜照片照的是硅薄膜。

图 8 的电子显微镜照片照的是硅薄膜。

图 9 示出了利用了本发明的半导体器件的概要。

具体实施方式

25 实施例 1

在本实施例中，涉及采用向非晶硅膜的整个表面选择性地导入助长硅的结晶化的金属元素的方法，得到具有图 6 所示的那样的独特的晶体生长状态的结晶性硅膜的方法。

30 图 1 示出了本实施例的制作工序。首先，在石英基板 201 的上边形成厚度为 3000 Å 的氧化硅膜作为衬底膜 202。另外，如果石英基板的表面的平滑性良好且清洗得很充分的话，该衬底膜 202 也可以不要。

还有，把石英基板用作基板在现有状况下是理想的选择，但只要

可承受加热处理温度的基板，也不受限于石英。比如说也可以利用已在其表面上形成了氧化膜的半导体基板。

其次，用减压 CVD 法形成厚度为 500 \AA 的将成为结晶性硅膜的起始膜的非晶硅膜 203。

接下来，涂敷含有换算成重量为 10ppm 的镍元素的醋酸镍溶液。接着，用没有画出来的甩干机进行甩干除掉多余的溶液。

这样一来，就得到了镍元素在用图 1 (A) 的虚线 204 所示的那种状态下存在的状态。在该状态下，可以得到镍元素在开口 205 的底部保持与非晶硅膜的一部分有选择地连接的状态。

作为镍的导入方法，应用上述溶液的方法在导入量的控制和重复性这些点上出色的。但是也可以利用 CVD 法，溅射法，蒸镀法，等离子处理和气体吸附法等等导入以镍为代表的助长硅的结晶化的金属元素。

其次，在已含有 3% 氢的、尽可能不含氧气的氦气氛中，进行 $600 \text{ }^\circ\text{C}$ 8 个小时的加热处理。在该热处理中进行结晶化，得到示于图 1 (B) 中的结晶硅膜 205。

用于这种晶体生长的加热处理可以在 $450 \text{ }^\circ\text{C} \sim 1100 \text{ }^\circ\text{C}$ (上限受基板的耐热性限制) 下进行。倘要确保某种程序的横生长距离，把加热处理的温度定为 $600 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上是理想的。但是，采用使温度超过 $600 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上所产生的晶体生长距离和结晶性的提高并不那么大。

也可在用该加热而导致的结晶化之后进行激光照射。即，也可用激光照射进一步助长结晶化。这种激光照射，具有使存在于膜中的镍元素的结块分散开来，之后易于除去镍元素的效果。另外，即使在这一阶段进行激光照射，也不会进一步进行横向生长。

作为激光，可以利用具有紫外波段的波长的准分子激光。例如，可以利用 KrF 准分子激光(波长 248nm)或 XeCl 准分子激光(波长 308nm)。

当用于结晶化的加热处理结束之后，接着在含有 3% 体积的 HCl 的氧气气氛中进行 $950 \text{ }^\circ\text{C}$ 的加热处理。在该工序中，在结晶性硅膜 205 的表面上形成厚度 200 \AA 的热氧化膜 209 (图 1 (C))。

随着该热氧化膜的形成，结晶性硅膜 208 的厚度减少约 100 \AA 。即硅膜的膜厚将变成约 400 \AA 。

在该工序中，随着热氧化膜的形成，把膜中的具有不稳定的结合状

态的硅元素用于热氧化膜的形成。这样一来，就可以减少膜中的缺陷，就可得到更高的结晶性。

另外，借助于热氧化膜的形成和氯的作用可同时进行从膜中对镍元素的吸杂作用。

- 5 当然，对于用该工序形成膜的热氧化膜 209 中来说，结果将变成为可用比较高的浓度引入镍元素。这样一来，硅膜 208 中的镍元素的浓度相对地减少了。

形成了热氧化膜 209 之后，除掉该热氧化膜 209。这样一来，就得到了使镍元素的含有浓度减少后的结晶性硅膜 208（图 1（D））。

- 10 经这样地处理所得出的结晶硅膜，如图 6 所示，具有从多个局部区域（多个点）开始放射状地进行结晶生长的状态。图 6 是用光学显微镜拍摄的放大像的照片。

图 7 示出了把图 6 的一部分进一步放大后的图象。图 7 的照片是用 TEM（透射电子显微镜）拍摄的。

- 15 这种结晶构造的结晶晶粒边界放射状地向结晶生长的方向延伸，而且在该方向上已变成为结晶构造连续延伸的结构。在该结构构造连续延伸的方向上，已被确认结晶晶格的连续性大体上已被保持。

- 20 图 8 是把图 7 的一部分再次扩大后的图象。图 8 的照片所拍摄的也是用 TEM 所观察到的图象。此外，示于图 3 的是模式性地示出了在整个膜中的结晶生长状态的模式图。

这样得到的结晶性硅膜如图 6 或图 7 所示具有在一个方向上结晶构造延续存在（该方向与结晶方向一致）的结构。即，具有细长的柱状的结晶体借助于在多个方向上延续存在的结晶晶粒边界多个平行地排列起来的那样的构造。

- 25 在这种特定的方向上结晶构造延续存在的柱状晶体的宽度具有从约等于膜厚到 2000 \AA 左右的范围。这样一来，这些结晶构造就变成了以在特定的方向（该方向大体上与上述结晶构造的连续延伸方向一致）上延续存在的晶粒边界为界微观地看来多个平行排列起来的构造。

- 30 在完成了热氧化膜 209 的除去并如图 1（D）所示得到了结晶硅 208 之后，接着采用图形刻蚀的办法，形成用横向生长区域构成的图形 302。这种岛状的区域 302 以后将成为 TFT 的有源层。

接下来，如图 2（A）所示，在形成了由 302 构成的图形之后，用等

离子体 CVD 法, 形成厚度为 1000 \AA 的氧化硅膜 304, 该氧化硅膜 304 以后起栅极绝缘膜的作用。

在形成了氧化膜 304 之后, 采用在含 3% HCl 的氧气氛中进行 950°C 加热处理的办法, 形成厚度为 300 \AA 的热氧化膜 303. 该热氧化膜如图 2(A) 所示。被形成于将成为有源层的图形 302 的表面上。

归因于形成热氧化膜 211, 将成为有源层的图形 302 的膜厚变成 250 \AA 。

要想得到具有更高性能的 TFT, 理想的是把热氧化膜 303 的膜厚作得比构成有源层的结晶性硅膜的膜厚要厚。

一般说, 把热氧化膜 209 与热氧化膜 303 合起来的膜厚作成为比最终要得到的有源层的膜厚还厚是一个重要的关键因素。

该热氧化膜 211 将构成栅极绝缘膜的一部分。这样一来, 就得到了示于图 2(A) 的状态。

其次, 用溅射法, 形成厚度为 4000 \AA 的用于形成栅电极的铝极。在该铝膜中含有 0.2 重量%的钪 (Scandium)。

之所以使铝膜中含有钪 (Scandium), 是由于要在以后的工序中抑制突起或金属须的发生的缘故。所说的突起或金属须指的是起因于加热时铝的异常生长的针状或刺状的突起部分。

在形成了铝膜之后, 形成没有画出来的致密的阳极氧化膜。该阳极氧化膜以含有 3% 的酒石酸的乙(撑)二醇溶液为电解溶液, 以铝膜为阴极, 由金为阴极来形成。在这一工序中, 在铝膜上边形成膜厚为 100 \AA 的具有致密的膜质的阳极氧化膜。

这一没有画出来的阳极氧化膜起着改善与后边要形成的光刻胶掩模的密接性的作用。

该阳极氧化膜的膜厚可以用阳极氧化时的所加电压进行控制。

其次形成光刻胶掩模 306。接着, 利用该光刻胶掩模对铝膜进行图形刻蚀使之成为 305 所示的图形。这样就得到了图 2(B) 所示的状态。

在这里再次进行阳极氧化。在这里, 把 3% 的草酸水溶液用作电解溶液。在该电解溶液中, 采用把铝图形 305 作为阳极的阳极氧化的办法, 就可以形成用 308 表示的多孔质状的阳极氧化膜。

在这一工序中, 由于在上部存在密接性高的光刻胶掩模 306 的关系, 放在铝图形的侧面上选择性地形成了阳极氧化膜 308。

该阳极氧化膜的膜厚可生长到几个 μm 。在这里把该膜厚定为 6000 Å。另外，其生长距离可以用阳极氧化时间进行控制。

接着去除光刻胶掩模 306。接下来再次进行致密的阳极氧化膜的形成。即，再次进行以上边说过的含有 3% 的酒石酸的乙(撑)二醇溶液为
5 电解溶液的阳极氧化。

在这一工序中，由于电解溶液将进入到多孔质状的阳极氧化膜 308 中去的关系，如用 308 所表示的那样，可形成具有致密的膜质的阳极氧化膜。

把该致密阳极氧化膜 309 的膜厚作成为 1000 Å。该膜厚可用所加电
10 压进行控制。

其次刻蚀去掉已露出来的氧化硅膜 304。同时，刻蚀热氧化膜 303。这种刻蚀利用干法刻蚀。

其中，310 是剩下来的用 CVD 法形成膜的氧化硅膜。变成为在该剩下来的氧化硅膜下边残留下同样形状的热氧化膜的状态。

这样一来就得到了示于图 2 (c) 的状态。其次，用把醋酸、硝酸和磷酸混合起来的混合酸去除多孔质状的阳极氧化膜 308。于是得到示于图
15 2 (D) 的状态。

得到图 2 (D) 所示的状态之后，就进行杂质离子的注入。在这里，为了要制作 N 沟型的薄膜晶体管，故用等离子体掺杂法注入 P(磷)离子。

在这一工序中，将形成进行重掺杂的 311 和 315 区和进行轻掺杂的
20 312 和 314 区。这是因为剩下来的氧化硅膜 310 起着半透过掩模的作用，并在该处把所注入的离子的一部分屏蔽起来的缘故。

接着，采用激光(或者应用灯泡的强光)照射的办法，使已注入了杂质离子的区域活性化。这样一来，就可以以自对准方式形成源极区
25 311、沟道形成区 313、漏极区 315、低浓度杂质区 312 和 314。

其中，用 314 表示的是被称之为 LDD(轻掺杂漏极区)区的区域。

此外，在已把致密阳极氧化膜 309 的膜厚作成厚达 2000 Å 以上的情况下，可以用该膜厚在沟道形成区 313 的外侧形成补偿(offset)栅极区。

虽然在实施例中也已形成了补偿栅极区，但由于其尺寸小，故因其存在而形成的影响不大，而且由于图面将会变得复杂，故图中没有画上。

还有，由于要形成厚达 2000 Å 以上的具有致密的膜质的阳极氧化膜

需要加上 200V 以上的电压, 涉及重复性和安全性, 故必须多加注意。

在得到图 2 (D) 所示的状态后, 作为层间绝缘膜用等离子体 CVD 法形成氮化硅膜 300, 再用旋转涂敷法形成聚酰亚胺树脂膜 316。

接下来形成接触孔, 并进行源极电极 317 和漏极电极 318 的形成。

5 这样就完成了图 2 (E) 所示的 TFT。

本实施例中所示的 TFT, 作为其特性可以得到以往不曾有过的极其高的特性。

例如, 在 NTFT (N 沟 TFT) 中, 可以得到迁移率为 $200 \sim 300 (\text{cm}^2/\text{Vs})$, S 值为 $75 \sim 90 (\text{mV}/\text{dec})$ ($V_D = 1\text{V}$) 这么高性能的晶体管。在 PTFT (P 沟 TFT) 中, 可以得到迁移率为 $120 \sim 180 (\text{cm}^2/\text{Vs})$ 、S 值为 $75 \sim 100$
10 (mV/dec) ($V_D = 1\text{V}$) 这么高性能的晶体管。

应理解为降低一倍的结果, 特别是 S 值, 和现有的高温多晶硅 TFT 及低温多晶硅 TFT 的值相比, 是一个小于 1/2 的这么一个令人惊异的值。

利用这样的 TFT, 可以在石英基板上边形成运放、存储电路, 各种延
15 在电路和放大器。

实施例 2

本实施例示出了有源矩阵型液晶显示装置的有源矩阵电路部分的制作工序。

图 4 示出了本实施例的制作工序的概况。先按照实施例 1 中所示的
20 制作工序制得结晶硅膜。再按照示于图 1 和图 2 所示的制作工序得到图 2 (D) (图 4 (A)) 所示的状态。

得到示于 4 (A) 的状态之后, 作为第 1 层间绝缘膜, 用等离子体 CVD 法形成厚度为 2000 \AA 的氮化硅膜 401。再用旋转涂敷法形成聚酰亚胺树脂膜 402。这样就得到了图 4 (B) 的状态。此外, 作为树脂材料, 除了
25 聚酰亚胺之外, 还可以利用聚酰胺和聚酰亚胺胺化物 (polyimideamide)。

其次, 形成到达源极区域 311 和漏极区域 315 的接触孔、形成源极电极 403 和漏极电极 403。这些电极用钛膜和铝膜和钛膜的叠层形成。此外, 源极电极 403 被形成为从源极线延伸出来的电极 (图 4 (C))。

30 漏极电极 403 可把其一部分用作用于形成辅助电容的电极。

在形成源极和漏极电极之后, 形成聚酰亚胺树脂膜 404 作为第 2 层间绝缘膜。这样就得到了图 4 (C) 的状态。

其次，在树脂层间绝缘膜 404 上形成开口，再形成由钛膜和铝膜的叠层膜构成的黑色矩阵 (BM) 405。该黑色矩阵 405，除了原有的作为遮光膜的功能之外，还起着用来形成辅助电容的电极的作用。

在形成了黑色矩阵 405 之后，作为第 3 层间绝缘膜，形成聚酰亚胺树脂膜 406。接着形成通往漏极电极 403 的接触孔、形成由 ITO 构成的图象电极 407。

在这里，黑色矩阵 405 的图形和图象电极 407 的图形借助于聚酰亚胺树脂膜 406 重叠在一起的区域将变成辅助电容。

实施例 3

本实施例是在实施例 1 所示的构成中，相对于栅极电极或从栅极电极延伸出来的栅极布线的接触的形成的作法进行探讨的例子。

在示于实施例 1 的构成中，栅极电极的侧面和上表面都变成了被具有致密的膜质的阳极氧化膜覆盖了起来的状态。

这样的构造在形成以铝为材料的电极的情况下，在抑制突起、抑制布线之间的短路这些方面具有很大的效果。

但是，由于该膜质很坚固，故存在着比较难于形成接触的问题。

本实施例涉及解决这一问题的构成。图 5 示出了本实施例的制作工序。与别的实施例相同的标号、部位、详细的制作条件等等，与别的实施例相同。

首先，如图 5 (A) 所示，制得由结晶性硅膜构成的有源层图形 210。接着，得到由热氧化膜 211 和 CVD 氧化膜 304 叠层起来的状态。

在这里首先形成 CVD 膜，然后采用形成热氧化膜的工序。

在得到示于图 5 (A) 的状态之后，就形成铝膜，再形成厚度为 500 Å 的氮化硅膜。接下来，用光刻胶膜 306 施行图形刻蚀，得到已形成了用 305 表示的铝图形和在其上边的氮化硅膜 501 的状态 (图 5 (B))。

得到了示于图 5 (B) 的状态之后，先在已配置的光刻胶掩模 306 的状态下形成多孔质状的阳极氧化膜 308，然后再形成具有致密的膜质的阳极氧化膜 309。

这些阳极氧化膜，仅仅在将成为栅极电极的铝图形 307 的侧面上选择性地形成。这是因为在铝图形的上表面上已存在着氮化硅膜 501 的缘故。

在阳极氧化膜的形成结束之后，除掉光刻胶掩模 306。接着再除掉已

露了出来的氧化硅膜 304, 还要除掉热氧化膜 211 的一部分。

这样就得到了图 5 (C) 所示的状态。得出示于图 5 (C) 的状态之后。先除掉光刻胶掩模 306, 再除掉多孔质状的阳极氧化膜 308。

接着再除掉氮化硅膜 501。这样就得出示于图 5 (D) 的状态。在
5 该状态下, 应用等离子体掺杂法进行赋与导电类型的杂质的掺杂。

其结果是以自对准方式形成源极区 311、低浓度杂质区 312 和 314、
沟道区 313 和漏极区 315。

在杂质掺杂结束后, 采用进行激光照射的办法, 进行掺杂时所产生的
操作的退火和已掺杂的杂质的活性化。

这样就得到了示于图 5 (D) 的状态。其次形成层间绝缘膜 502。接着
10 进行接触孔的形成、形成源极电极 317、栅极引出电极 503 和漏极电
极 318, 得到示于图 5 (E) 的状态。

在这一工序中, 由于在栅极电极的上表面上不存在阳极氧化膜的关系,
故通往栅极 307 的接触孔的形成得以比较容易地进行。

另外在图中, 虽然叙述为使源/漏极电极与栅极电极已形成于同一断
15 面上, 但是实际上栅极引出电极形成于从栅极电极 307 延伸出来的部分
上。

实施例 4

本实施例是对示于图 3 的构成进一步加以改良的实施例。在本实施
20 例中, 作为这样的构成: 先在构成栅极电极的铝膜上边形成钛膜, 再
在其上边形成氮化硅膜。

即, 在示于图 5 (B) 的构成中, 把用 501 所表示的膜作为钛膜与
氮化硅膜的叠层膜。这样一来, 在以后的工序中, 就可以抑制在铝电极
的上表面上产生突起。

25 实施例 5

本实施例是在示于实施例 1 的构成中把玻璃基板用作基板时的例
子。

在本实施例中, 把变形点为 667℃ 的康宁 1737 玻璃基板用作基板。
接着进行用于结晶化的加热处理, 条件是 600℃, 4 个小时。

用于形成热氧化膜的加热处理在含有 3 体积% 的 HCl 的氧气氛中,
30 在 640℃ 的条件下进行。在这种情况下, 被形成的热氧化膜的膜厚在处理
时间为 2 小时期间将变成约 30 Å。这种情况与实施例 1 中所示的那种进

行 950℃加热处理的情况相比，其效果将变小。

实施例 6

本实施例是在实施例 1 所示的构成中，在热氧化膜的形成时的气氛中不含 HCl 的情况的例子。这时，与在气氛中含有 HCl 的情况相比，镍的吸杂效果变小。

实施例 7

本实施例是在示于实施例 1 的构成中，在形成热氧化膜之后进行激光照射的情况的例子。这样的话，还可进一步助长结晶化。

实施例 8

本实施例示出的是利用了 TFT 的半导体器件的例子。图 9 示出了各种半导体器件的例子。

示于图 9 (A) 的是被称之为携带式信息终端的装置，可以从内部的存储装置中调出所需要的信息在主机 2001 中具备的有源矩阵式液晶显示装置 2005 上进行显示，或者利用电话线路显示已访问的信息。

作为显示装置的形态，也可以考虑使用有源矩阵式的 EL 显示装置。在与构成显示装置的有源矩阵电路的同一块基板上，作为集成化电路 2006 利用 TFT 已集成了各种信息处理电路和存储电路。

另外，在主机 2001 中已备有摄像部分 2002，借助于对操作开关 2004 进行操作，就可摄入所需的图象信息。被摄像机部分 2002 摄入的图象，被从图象接收部分引入装置内部。

示于图 9 (B) 的是被称之为头戴式显示器的装置。该装置把主机 2101 装到头部上，并具有用 2 个有源矩阵式的液晶显示器 2102 在眼睛前近数 cm 的地方显示图象的功能。这种装置可以虚拟现实地看到图象。

示于图 9 (C) 的是车辆导航系统。该装置具有用由天线 2204 接收到的来自人造卫星的信号测量位置的功能，并在有源矩阵式液晶显示装置 2202 上边显示所测到的位置。另外，显示信息的选择由操作开关 2203 进行。

另外，还可不用液晶显示装置而代之以利用有源矩阵式 EL 显示装置。

示于图 9 (D) 的是携带式电话的例子。该装置在主机 2301 中备有天线 2306，还备有声音输入部分 2303 和声音输出部分 2302。

在要打电话的时候用对操作键开关 2305 进行操作的办法进行。此外

在显示装置 2304 上显示各种图象信息。作为显示装置，可以利用有源矩阵式液晶显示装置和有源矩阵式 EL 显示装置。

示于图 9 (E) 的，是携带式视频录相机。该装置具备有把从图象接受部分 2406 中摄入的图象存储于已装于主机 2401 内的磁带上去的功
5 能。

在集成化电路 2407 中对于图象施行各种数字处理。该集成电路 2407 既可以由把以往一直利用的 IC 芯片组合起来的部件构成，也可以用本申请书中所公开的 TFT 来构成，还可以用它们的组合来构成。

由图象接受部分所接受到的图象或已存储于内部的磁带上的图象在
10 有源矩阵式显示装置 2402 上显示。装置的操作可由操作开关 2404 进行。另外，装置由电池 2405 供电。

示于图 9 (F) 的是投影式显示装置。该装置具有在屏幕上边显示由主机 2501 投影的图象的功能。

在主机 2501 中，具备有光源 2502 和把来自该光源的光进行光学调
15 制形成图象的有源矩阵式液晶显示装置 2503 及用于对图象进行投影的光学系统 2504。

此外，作为液晶显示装置的形式，除去示于 (B) 的装置之外，还可以利用透射式或反射式的形式中的任一种形式。

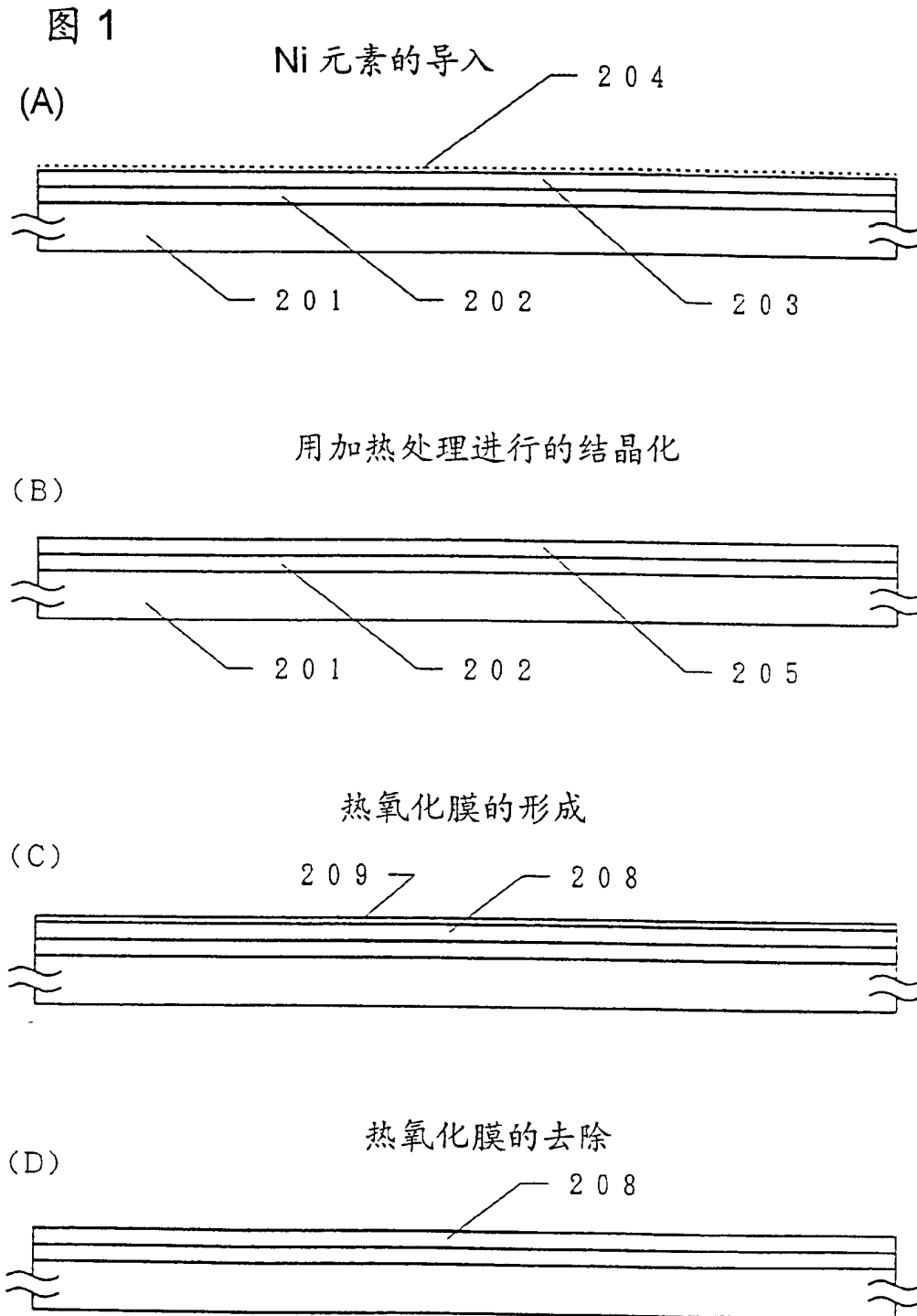
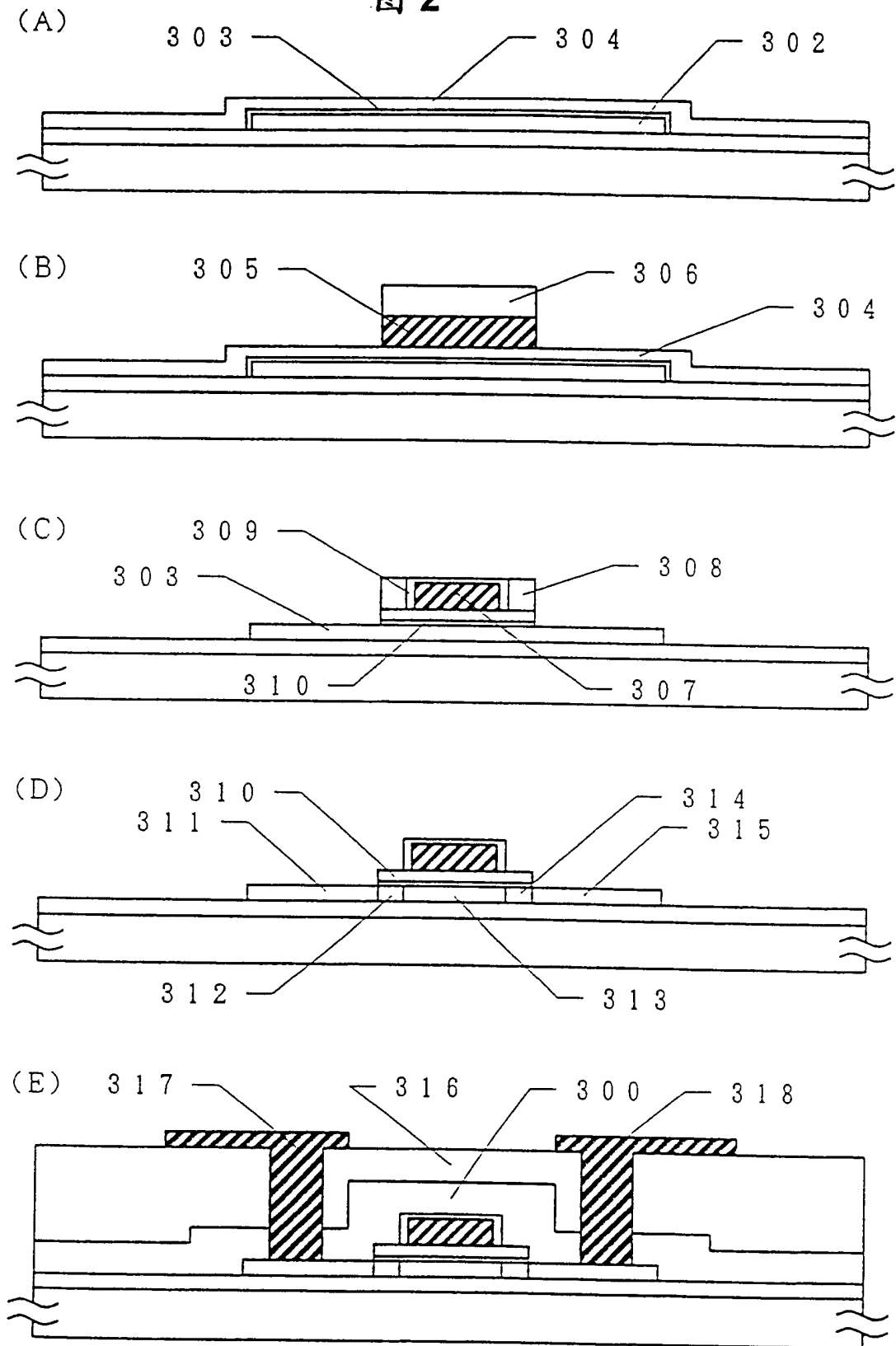


图 2



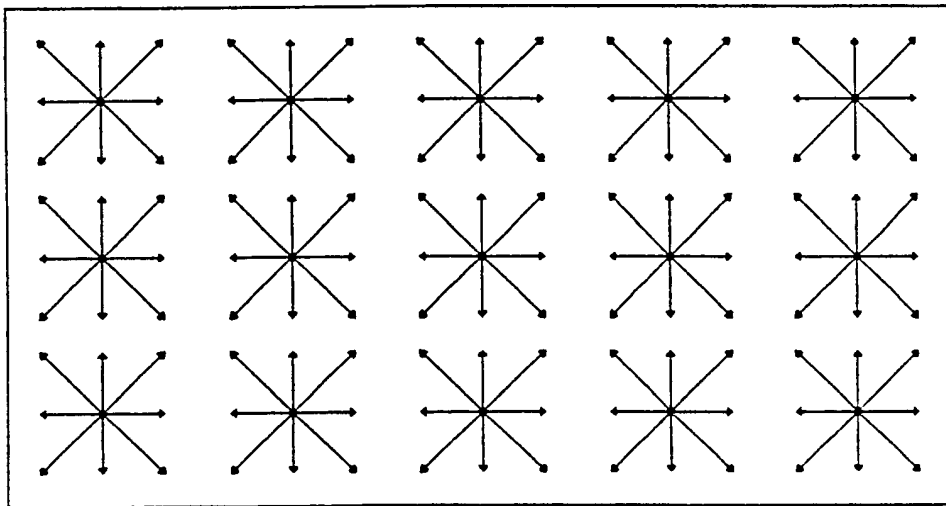


图 3

图 4

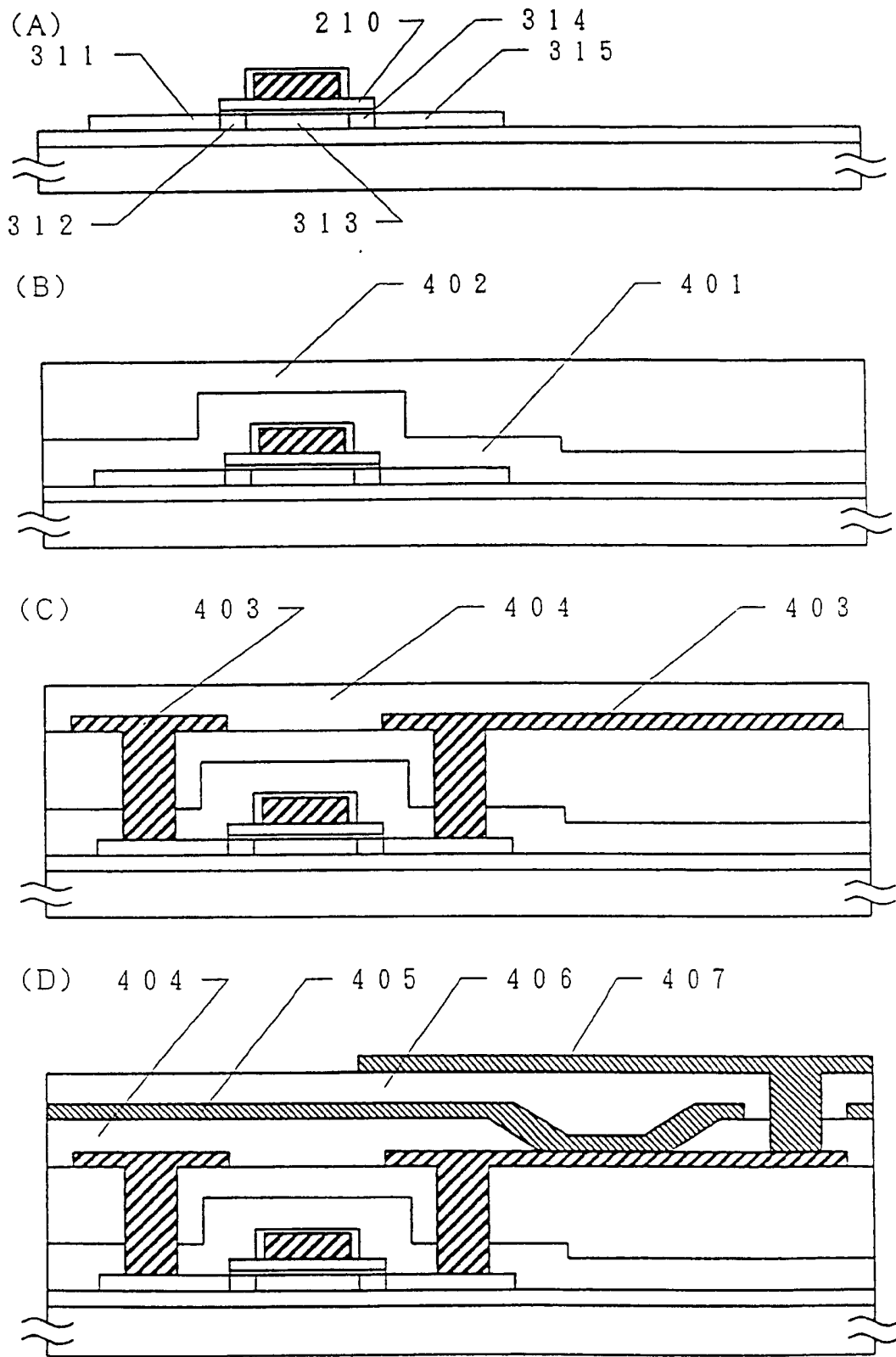
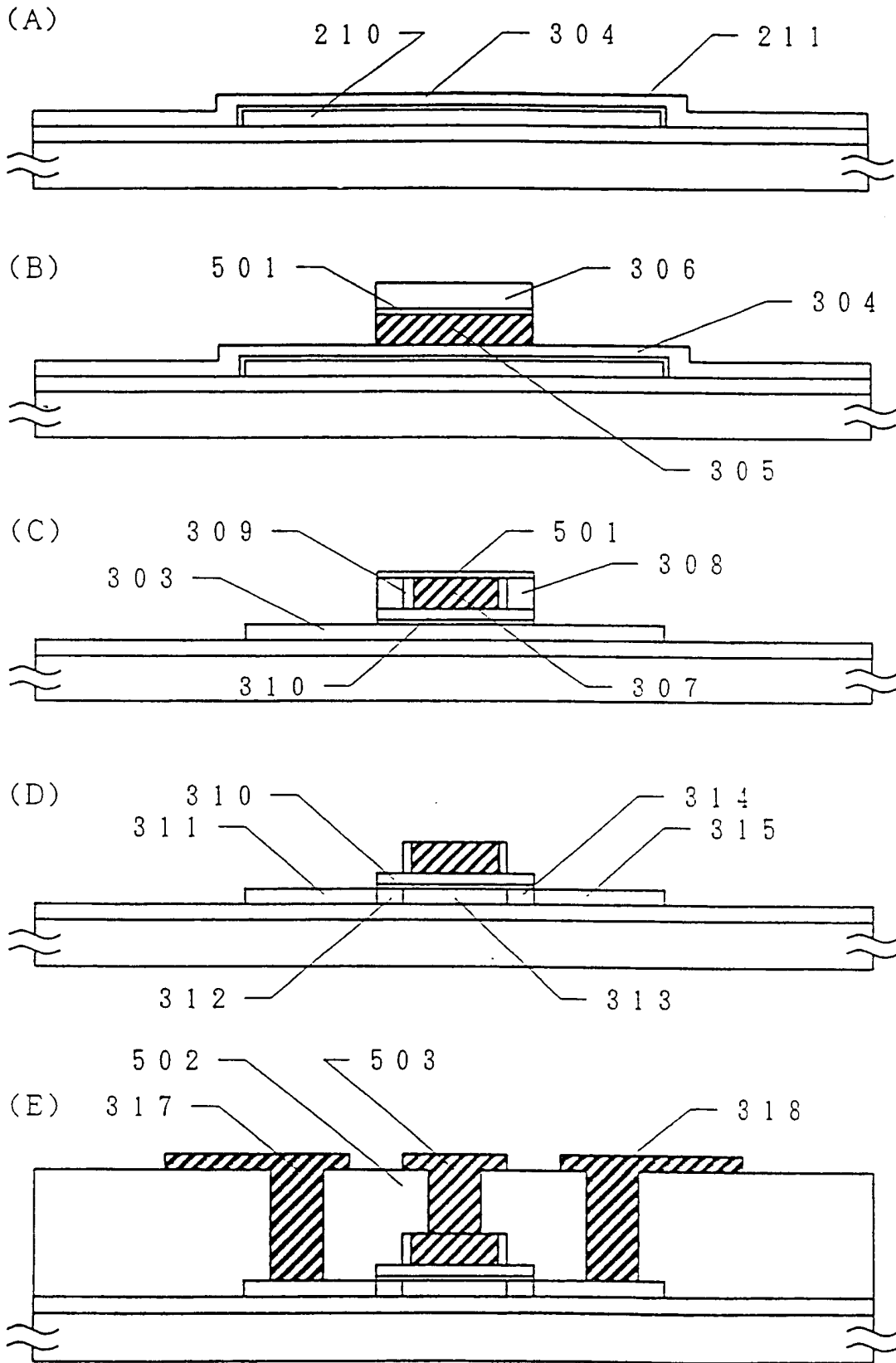


图 5





↔
100 μm

图 6



图7



图 8

图 9

