

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

H01L 27/085

H01L 21/8232

G09G 3/18 G09G 3/36

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95108329.5

[45]授权公告日 1999 年 6 月 16 日

[11]授权公告号 CN 1043703C

[22]申请日 95.6.15 [24]颁证日 99.2.27

[21]申请号 95108329.5

[30]优先权

[32]94.6.15 [33]JP [31]132973/94

[73]专利权人 夏普公司

地址 日本大阪市

共同专利权人 株式会社半导体能源研究所

[72]发明人 香西孝真 牧田直树 高山彻

[56]参考文献

US5,147,826 1992. 9.15 H01L21/324

US5,826,620 1993. 1.26 H01L27/01

审查员 赵百令

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

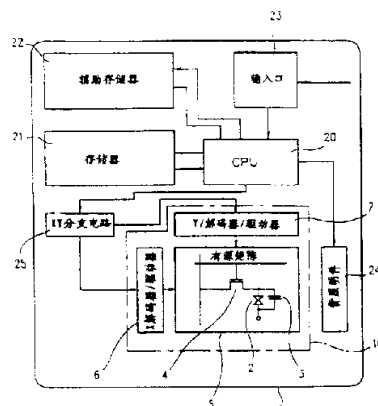
代理人 萧掬昌 张志醒

权利要求书 4 页 说明书 19 页 附图页数 10 页

[54]发明名称 半导体器件、其生产方法及其在液晶显示器的应用

[57]摘要

一种液晶显示器件包括:一包括液晶层的显示部分;一对夹持该液晶层的基片;许多位于这对基片之一上的以阵列方式分布的像素电极;许多分别连接到所述那些像素电极的第一薄膜晶体管,及被定位用于驱动所述显示部分的位于第一薄膜晶体管所在的基片上并有第二薄膜晶体管的外部驱动电路;各第一、二薄膜晶体管分别包括由第一、二晶体硅层构成的第一、二沟道层,包括促进结晶用的催化元素的第二晶体硅层比第一晶体硅层的迁移率更高。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种包括一个第一薄膜晶体管和一个第二薄膜晶体管的半导体器件，所述第一薄膜晶体管具有一个由第一晶体硅层构成的第一沟道层，而所述第二薄膜晶体管具有一个由第二晶体硅层构成的第二沟道层，其特征是：

上述第一晶体硅层和第二晶体硅层位于一单个基片上，且所述第一晶体硅层并不是通过采用催化元件以促进结晶而获得的，以及

上述第二晶体硅层包括一种用于促进结晶的催化元素，并具有比上述第一晶体硅层的迁移率更高的迁移率。

2. 如权利要求1所述的一种半导体器件，其特征在于，由于晶体从包括其中引入了上述催化元素的一个非晶硅层的一个区域沿基本上平行于所述基片表面的方向生长，所得到的一个横向生长区域构成了上述第二晶体硅层。

3. 如权利要求1所述的一种半导体器件，其特征在于，上述催化元素由下述这组材料中选取的至少一种材料构成，所述这种材料包括镍、铁、钴、钨、铂、锡、钼、铝、金、银、铋、铜、砷和磷。

4. 如权利要求2所述的一种半导体器件，其特征在于，上述催化元素由下述这组材料中选取的至少一种材料构成，所述这种材料包括镍、铁、钴、钨、铂、锡、钼、铝、金、银、铋、铜、砷及磷。

5. 一种用于生产如权利要求1所述的半导体器件的方法，此器件包括一个第一薄膜晶体管和一个第二薄膜晶体管，该第一薄膜晶体管具有一个

由第一晶体硅层构成的第一通沟层, 而该第二薄膜晶体管具有一个由第二晶体硅层构成的第二沟道层, 其特征在于, 所述方法包括如下步骤:

形成一个具有一选定区域的非晶硅层, 此选定区域包括一种引入其中的催化元素, 用于晶体在一个具有一绝缘表面的基片上生长;

进行第一次退火, 以在上述非晶硅层的选定区域中产生晶核, 由此使该选定的区域结晶, 并继续导致晶体生长从上述选定的区域在横向进行, 以形成第二晶体硅层; 以及

进行第二次退火, 以使在第一次退火后留下的保持在非晶态的非晶硅层结晶, 由此形成第一晶体硅层。

6. 如权利要求5所述的一种方法, 其特征在于, 第二次退火在比第一次退火更高的温度下进行。

7. 如权利要求5所述的一种方法, 其特征在于, 所述催化元素由下述这组材料中选取的至少一种材料构成, 所述这组材料包括镍、铁、钴、钨、铂、锡、钨、铝、金、银、铟、铜、砷和磷。

8. 如权利要求6所述的一种方法, 其特征在于, 所述催化元素由下述这组材料中选取的至少一种材料构成, 所述这组材料包括镍、铁、钴、钨、铂、锡、钨、铝、金、银、铟、铜、砷和磷。

9. 一种具有权利要求1的半导体器件的液晶显示器件, 包括:

一个包括一个液晶层的显示部分, 一对夹持该液晶层的基片, 许多位于所述这对基片之一上的以阵列方式分布的象素电极, 以及许多分别连接到所述那些象素电极的第一薄膜晶体管, 以及

一个被定位用于驱动上述显示部分的外部驱动电路, 此外部驱动电路位于上述基片上, 上述第一薄膜晶体管位于此基片上,

该外部驱动电路具有第二薄膜晶体管，其特征在于：

每个第一薄膜晶体管包括一个由第一晶体硅层构成的第一沟道层，而所述第二薄膜晶体管包括由第二晶体硅层构成的一个第二通沟层，此第二晶体硅层具有比上述第一晶体硅层的迁移率更高的迁移率，以及

上述第二晶体硅层包括一种用于促进结晶的催化元素。

10. 如权利要求9所述的一种液晶显示器件，其特征在于，由于晶体从含有其中引入了上述催化元素的非晶硅层的一个选定区域沿基本上平行于上述基片的方向生长，所得到的一横向生长区域构成了上述晶体硅层。

11. 如权利要求10所述的一种液晶显示器件，其特征在于，上述第二薄膜晶体管被这样定位，以便基本上在晶体生长方向上移动载流子。

12. 如权利要求9所述的一种液晶显示器件，其特征在于，由在低于600°C的温度进行结晶而形成所述第二晶体硅层，以及由在不低于600°C的温度进行结晶而形成所述第一晶体硅层。

13. 如权利要求9所述的一种液晶显示器件，其特征在于，所述催化元素是由从下述这组材料中选取的至少一种材料构成，所述这组材料包括镍、铁、钴、钨、钼、锡、铟、铝、金、银、铋、铜、砷及磷。

14. 如权利要求10所述的一种液晶显示器件，其特征在于，所述催化元素是由从下述这组材料中选取的至少一种材料构成，所述这组材料包括镍、铁、钴、钨、钼、锡、铟、铝、金、银、铋、铜、砷及磷。

15. 如权利要求11所述的一种液晶显示器件,其特征在于,所述催化元素是由从下述这组材料中选取的至少一种材料构成, 所述这组材料包括镍、铁、钴、钨、铂、锡、铟、铝、金、银、铋、铜、砷及磷。

16. 如权利要求12所述的一种液晶显示器件,其特征在于,所述催化元素是由从下述这组材料中选取的至少一种材料构成, 所述这组材料包括镍、铁、钴、钨、铂、锡、铟、铝、金、银、铋、铜、砷及磷。

17. 如权利要求10所述的一种液晶显示器件,其特征在于,引入到用于形成上述第二晶体硅层的非晶硅层的所述催化元素的浓度不大于 5.0×10^{13} 原子/平方厘米。

半导体器件、其生产方法及
其在液晶显示器的应用

本发明涉及包括彼此具有两种不同性质的两种类型的薄膜晶体管的半导体器件，并涉及生产该器件的方法。本发明还涉及包括晶体管的有源矩阵液晶显示器，用于开关许多配置在位于一绝缘基片上的阵列中的象素电极，该基片由与玻璃同类的东西构成。更具体地说，本发明涉及一种包括一显示部份而且还包括一外部驱动电路的驱动级单块类型的有源矩阵液晶显示器，所述显示部分具有象素电极及晶体管，而所述外部驱动电路具有用于驱动该显示部分的晶体管。

包括许多作为用于象素电极的开关器件的薄膜晶体管(以后叫作“TFT”)的有源矩阵液晶显示器(以后叫作“LCDs”)作为上述类型的液晶显示器是已知的。这样的LCDs今天广泛用于电视、数据处理装置及测量装置。

一般说来，TFT用由硅构成的薄的半导体薄膜作为它的有源层。这样一种薄的半导体薄膜主要由非晶硅或晶体硅构成。极为广泛采用的是由非晶硅构成的半导体薄膜，这薄膜比较易于用汽相沉积方法在低温下生产，而这样就适于成批生产。包括由晶体硅构成的半导体薄膜的TFT对于大电流有足够的驱动能力，以实现高

速运行，而且进一步还允许LCD的外部驱动电路与在同一个单个基片上的显示部分形成为一体。由于这些原因，今天注意力就集中到包括晶体硅层的TFT上。

作为晶体硅用于有源矩阵LCD，已知有多晶硅、微晶硅、具有在晶体硅和非晶硅之间的中间态的半非晶硅。

公开号为5-218156 的日本专利已提出一种用于形成晶体硅的半导体薄膜的方法。在这方法中，在事先形成的非晶硅层中引入微量用于促进结晶的杂质元素，例如镍，起到结晶核的作用。（在本说明书中，用于促进结晶的元素将叫作“催化元素”。）在600℃或更低的温度使最终的层退火约四小时，这使得能用便宜的玻璃基片；由此形成一个结晶度达到足够水平的层。用这样的方法，可以明显改进在初始结晶阶段期间的核生成率及此后的核生长率。相应地可降低用于固相结晶所需的温度，而且还可缩短退火周期。况且，可以使晶界对器件工作的影响减至最少。尽管并未搞清结晶机制，还是假定由催化元素（例如镍）形成的晶核在初始阶段产生，此后，通过催化元素（例如镍），使晶体生长急速进行。

在这方法中，通过选择性地把催化元素引入到在基片上的非晶硅区域，可以在同一单独基片上形成一个有晶体硅区域和非晶硅区域的层，就如公开号为2-61032的日本专利所提出的那样，这一点通过采用激光的结晶过程来实现。在引入催化元素后，通过连续进行退火，由形成在下述区域中的晶核生长晶体，催化元素已引入到所述这个区域周围的区域，以进一步实现非晶硅在这样的周围区域结晶。这样的晶体生长在横向进行，即在平行于基片表面的方向进行。以这种方法延伸了已从非晶硅层转变成晶体硅

层的区域。此后，已出现晶体生长的区域将叫作“横向生长区域”。在横向生长区域中，类似针状或类似柱状的晶体在横向生长，而且没有晶界横跨过晶体生长方向形成。由于没有晶界，可以利用横向生长区域作为沟道区域产生具有高迁移率的高性能TFT。

参照图6，将说明上述用于形成横向生长区域并用该横向生长区域产生TFT的方法。图6是具有用横向生长区域来产生的TFT的基片的一幅平面图。

首先，在整个基片上形成一层非晶硅，并在这非晶硅层上形成一层二氧化硅或类似的东西的掩膜层。在掩膜层的催化元素引入区域300中形成一个孔，并通过这个孔把一种催化元素(例如镍)引入到非晶硅层。

其次，在约550°C使最后得到的叠层退火约4小时。通过这样的退火使相应于催化元素引入区域的非晶硅层的区域晶体化，而其它区域保持在非晶状态。

在同样的温度，使最后得到的叠层再退火约8小时。然后，如箭头301所示，晶体生长从催化元素引入区域300横向进行，由此形成一横向生长区域302。此后，箭头301所示的方向将称为“晶体生长方向”。

下一步，用已知的方法由横向生长区域产生TFT。如图6所示，产生TFT使得一个源区域303、一个沟道区域304及一个漏极区域305相对于横向生长区域302定位。通过这样一种布置，载流子沿与晶体生长方向301相同的方向移动。这样，由于没有晶界横跨过载流子移动方向而形成，最终的TFT具有高的迁移率。

通过采用具有高迁移率的最终的高性能的TFT作为位于显示部

分外边的外部驱动电路的驱动器件， 可以实现对这样的—个外部电路所要求的高频运行。

这样的一种TFT具体按下述方式产生。

在由玻璃或类似的东西构成的—个绝缘基片上形成—层非晶硅。例如， 确定LCD的布局， 这使得外部驱动电路环绕显示部分。把—种催化元素(例如镍) 引入到指定为外部驱动电路的所选定的非晶硅层的区域， 由此， 形成横向生长区域302。

然后， 在横向生长区域302中， 沿平行于晶体生长方向301 形成源/漏极区域。在指定为显示部分的非晶硅层的—个区域中， 沿垂直于晶体生长方向301形成源/漏极区域。 以这种方法分别形成用于外部驱动电路的—个TFT和用于象素电极的—个TFT。

分别形成两种类型的TFT的优点如下： —个用于外部驱动电路的TFT需要有高迁移率， 以便于在高频范围工作。 这样—种TFT需要—个大的“启动”电流通过。用于象素电极的TFT 不需要有极高的迁移率， 这是为了改进电荷保留比， 但需要把“关闭”电流限制在—个低水平上。 “关闭”电流是当—个门被提供反向偏压时的源区域和漏极区域之间流动的漏电流。

用于外部驱动电路的TFT需要这样—种结构， 其中载流子在源区域和漏极区域之间移动时并不受晶界的影响， 以便具有高迁移率。用于象素电极的TFT需要有这样—种结构， 其中载流子横跨过晶界在源区域和漏极区域之间移动， 以便在源区域和漏极区域之间提供大的电阻， 而这样就提供了小的“关闭”电流。 公开号为5-213155的日本专利中说明了对所述这两种TFT的上述要求。

用上述方法产生的用于外部驱动电路的TFT有下述—些问题：

在源区域和漏极区域之间的晶体生长区域中，引入一种催化元素（例如镍），以促进晶体生长，引入的这种催化元素沿着晶界被严重隔离，并因此形成载流子的陷阱能级。结果，通过催化元素产生的“关闭”电流增大到不能不加以考虑的极高程度，所述催化元素被隔离在源区域附近和漏极区域附近。进一步用于像素电极的TFT不能充分减小“关闭”电流，尽管在该结构中载流子横跨过晶界在源区域和漏极区域之间移动。

图7是显示在用通常的方法所形成的TFT中漏极电流对栅电压的依赖关系的一个曲线图。图7中的实线代表用通常的固相晶体生长方法而没有引入催化元素所形成的一个TFT的这样一种依赖关系；而虚线代表引入一种催化元素所形成的一个TFT的这样一种依赖关系，其中载流子横跨过晶界在源区域和漏极区域之间移动。如从图7中所看到的，后一个TFT的“关闭”电流的大小高于前一个TFT一个或多个数量级。

本发明的一个方面是一种半导体器件包括一个具有由第一晶体硅层构成的第一沟道层的第一薄膜晶体管以及一个具有由第二晶体硅层构成的第二沟道层的第二薄膜晶体管。第一晶体硅层和第二晶体硅层位于一单个基片上。第二晶体硅层包括一种用于促进晶体化的催化元素并具有比第一晶体硅层的迁移率更高的迁移率。

本发明的一个实施例中，由于晶体从含有其中引入了催化元素的非晶硅层的一个区域沿着基本上平行于基片的表面的方向生长所形成的一个横向生长区域构成第二晶体硅层。

本发明的一个实施例中，催化元素由从下述这组材料中所选

取的至少一种材料组成，这组材料包括镍、铁、钴、钼、铂、锡、铟、铝、金、银、镓、铜、砷以及磷。

本发明的另一个方面是一种生产半导体器件的方法，此器件包括一个具有由第一晶体硅层构成的第一沟道层的第一薄膜晶体管和一个具有由第二晶体硅层构成的第二沟道层的第二薄膜晶体管，该方法包括下述这些步骤：形成具有一个选定区域的一层非晶硅，此选定区域包括引入其中的一种催化元素，以便在有一个绝缘表面的一个基片上生长晶体；进行第一次退火，以在所选定的非晶硅层区域中产生一个晶核，由此使所选定的区域晶体化，并不断引起晶体从所选定的区域沿横向进行生长，以形成第二晶体硅层；以及进行第二次退火，以使在第一次退火后剩下的保持在非晶态的非晶硅层结晶，由此形成第一晶体硅层。

本发明的一个实施例中，在比第一次退火更高的温度进行第二次退火

本发明还有另一方面，一种液晶显示器件包括一个含有一液晶层的显示部分、一对夹持液晶层的基片、许多位于在所述那对基片之一上的一个阵列形式的象素电极、以及许多分别连接到那些象素电极上的第一薄膜晶体管、还有被定位用于驱动显示部分的一个外部驱动电路，这外部驱动电路位于第一薄膜晶体管所在的那个基片上并具有一个第二薄膜晶体管。每一个第一薄膜晶体管包括一个由第一晶体硅层构成的第一沟道层，而第二薄膜晶体管包括一个由第二晶体硅层构成的第二沟道层，这第二晶体硅层具有比第一晶体硅层的迁移率更高的迁移率，而第二晶体管层包括一种用于促进结晶的催化元素。

在本发明的一个实施例中，由于晶体从含有其中引入催化元素的非晶硅层的一个选定区域沿基本上平行于基片的一个表面生长，所形成的一个横向生长区域构成第二晶体硅层。

在本发明的一个实施例中，定位第二薄膜晶体管，以便沿基本上为晶体生长的方向移动载流子。

在本发明的一个实施例中，由在低于600°C的温度下完成结晶过程而形成第二晶体硅层，而且由在不低于600°C的温度下完成结晶过程而形成第一晶体硅层。

在本发明的一个实施例中，催化元素引入到用于形成第二晶体硅层的非晶硅层，浓度不高于 5.0×10^{13} 原子/平方厘米。

这样，此处所述的本发明可有下列优点：(1)提供包含具有彼此不同性质的TFT的半导体器件，以及提供生产该器件的方法，(2)提供包含用于一像素电极的一种TFT和一种用于一外部驱动电路的TFT的LCD，这外部驱动电路形成在同一单个基片上并具有各个目的所要求的性质。

当阅读并了解下面的详细说明并参照附图时，本发明的这些和其它一些优点对本领域普通技术人员来说将变得显而易见。

图1是一个包括一个本发明的LCD和一个装在一单个基片上的电光装置的电子器件的方块图；

图2A至图2I是说明在本发明的方法中用于形成在LCD的有源矩阵基片上的一外部驱动电路的TFT的生产步骤的剖面图；

图3A至3G是说明在本发明的方法中用于形成在LCD的有源矩阵基片上的一像素电极的TFT的生产步骤的剖面图；

图4是图2I中所示的叠层的一幅平面图；

图5A和5B是说明在本发明的另一个方法中用于形成在LCD的有源矩阵基片上的一外部驱动电路的一个TFT的生产步骤的剖面图；

图6是说明在通常方法中引入一种催化元素和横向晶体生长的一幅图；

图7是说明用通常的方法所形成的TFT 中漏极电流对栅电压的依赖关系的一幅图；

图8是说明横向生长区域的长度对单位面积的催化元素浓度的依赖关系的一幅图。

本发明的发明人已作出如下发现。

在催化元素(例如镍)未被引入的非晶硅层的一个区域中， 当这非晶硅层在低于 600°C 退火时没有晶核产生。只有使这样的—个区域在 600°C 或更高的温度退火，才能产生用于结晶过程的晶核并出现结晶过程。利用这样一种现象， 通过使非晶硅层退火而同时把一种催化元素(例如镍) 引入到这非晶硅层的一个选定的区域中并进一步采用两个退火温度(一个低于 600°C 而另一个是 600°C 或更高)，可以在同一单个基片上形成两种类型的硅层。一个硅层形成已经引入催化元素的区域中， 并具有基本一致的晶体生长方向。这样一种硅层适用于具有比较大的“关闭”电流但具有高迁移率的TFT。形成在不含催化元素的非晶硅层的剩下的区域中的另一硅层具有适于形成有低迁移率但把“关闭”电流限制在低水平的TFT的结晶度水平。前一种TFT用于外部驱动电路，而后一种TFT 用于驱动显示部分中的一像素电极。此后，指定用于例如LCD的显示部分的非晶硅层或晶体硅层的区域将叫作“显示区域”； 而指定用于例如LCD的外部驱动电路的非晶硅层或晶体硅层的区域将叫作“

外部驱动电路区域”。

将更详细地说明本发明。在实施本发明时，并非绝对必须通过一定区域(如以后将要说明的区域100；相应于图6中催化元素引入区域300)引入催化元素。

首先说明晶体硅层和通过把一种催化元素引入到非晶硅层的整个外围驱动电路区域而形成的TFT。

这样一种晶体硅层包括每个都有许多类似柱状晶体的晶粒，每个晶粒约10nm宽。每个晶粒大约成 10° 角延伸。因此，即使每个类似柱状的晶体具有令人满意的结晶度水平，晶体硅层还是有比较高密度的晶体缺陷(错位)。

晶粒尺寸 $30\mu\text{m}$ 到 $40\mu\text{m}$ ，这比用通常的固相晶体生长方法而不引入催化元素所形成的多晶硅薄膜的尺寸大。如果用有这样一个范围的晶粒尺寸的晶体硅层来形成具有这样的尺寸(例如， L (沟道长度)/ W (沟道宽度) $=10\mu\text{m}/10\mu\text{m}$)的TFT，由于在沟道区域中基本一致的晶体取向，就得到比较高的迁移率，但阈值电压和“关闭”电流的水平由于高密度的晶体缺陷而难以降低。

为了降低在这样的一个TFT中的阈值电压和“关闭”电流的电平，相应于催化元素引入区域300的一个区域(以后说明为区域100)优选地用于把该催化元素引入到非晶硅层的外部驱动电路的一个选定区域。以这种方法，可以得到具有单个晶体生长方向(基本上平行于基片的表面)而且还有极低密度的晶体缺陷的晶体硅层。通过把一种催化元素引入到整个外部驱动电路区域的方法并不能得到高水平的结晶度。

用晶体硅产生用于一象素电极的TFT，这晶体硅层通过通常的

固相晶体生长方法不引入催化元素而形成。用这种方法产生的TFT把“关闭”电流限制在一个低水平。

在固相晶体生长方法中，当把非晶硅层在低于600°C的温度下退火作为第一次退火时，只是通过在外部驱动电路区域中的催化元素的效应产生晶核。不同于采用通常的固相晶体生长方法的情况，完全不出现晶核的自然生长。因此，得到极高水平的结晶度。

下一步，最终得到的层进一步在600°C或更高的温度退火作为第二次退火。通过在一个这样的温度退火，进一步改进了含有催化元素的外部驱动电路区域的结晶度。残留在非晶态的显示区域中出现晶核的自然生长。结果，整个层结晶。

为了使催化元素作为杂质对用于外部驱动电路的影响最小，优选地以 5.0×10^{13} 原子/平方厘米或更低的浓度引入催化元素。由图8中可看出其中的原因。

图8示出了横向生长区域的长度对于每单位面积的作为催化元素的镍的浓度的依赖关系。垂直轴代表横向生长区域的长度，而水平轴代表镍的浓度。如从图8所见到的那样，横向生长区域的长度与镍的浓度成正比增加，直到镍的浓度变为 5.0×10^{13} 原子/平方厘米(横向生长区域: 90 μ m)，但当镍的浓度超过 5.0×10^{13} 原子/平方厘米时，横向生长区域的长度并不进一步显著增加。

由于上述两阶段退火，可以在同一单个基片上形成适用于具有外部电路所需要的高迁移率的TFT的硅层和适用于像素电极所需要的把“关闭”电流限制在低水平的TFT的硅层。特别是，载流子沿晶体生长方向移动的晶体硅层在显著改进TFT的迁移率方面是有效的。

催化元素优选地由下述这组材料中选取的至少一种材料构成，这组材料包括镍(Ni)、铁(Fe)、钴(Co)、钯(Pd)、铂(Pt)、锡(Sn)、铟(In)、铝(Al)、金(Au)、银(Ag)、锑(Sb)、铜(Cu)、砷(As)以及磷(P)。采用这样的一种催化元素实现了均匀结晶、显示部分的扩大以及生产能力的改进。用通常的激光退火方法并不能实现这些优点，这种通常的激光退火方法是把非晶硅结晶成晶体硅的那些方法之一。可以认为用于在低温使用催化元素把非晶硅结晶成晶体硅的技术是一种新技术，这种技术完全不同于通常的结晶技术，例如，激光退火方法。

将参考图1和图5说明本发明的一个例子。

图1是一个含有一个LCD10 和一个电光装置的电子器件的方块图，LCD10和电光装置都装在一个单个绝缘基片上。除LCD10外，该电子器件包括一个CPU20、一个存储器21、一个辅助存储器22、一个输入电信号的输入口23、一个背照明件24以及一个XY分支电路25。CPU20、存储器21、辅助存储器22以及XY分支电路25都由薄膜晶体管构成。由含有一对彼此相对的基片和一个夹在其中的液晶层的叠层得到LCD10。LCD10包括许多象素电容2、许多辅助电容3以及许多象素开关器件4，每个器件4用于把相应的象素电容2 开至导通状态或关闭至关闭状态。象素电容2、辅助电容3 及象素开关器件4配置在LCD10的显示部分中的一个矩阵中。LCD10进一步包括在外部部分中的一个X解码器/驱动器6及一个Y解码器/驱动器7。

以下面的方式生产用于LCD10中的TFT。

首先，使非晶硅层形成在整个基片上。将形成显示部分的非晶硅层的显示区域用一保护层覆盖，并把一种催化元素(在这个例

子中是镍)引入到将形成一外部电路(例如一个驱动电路)的驱动电路区域中。含镍的外部驱动电路区域在低于 600°C 的温度退火少于24小时作为第一次退火,由此导致晶体生长。结果,外部驱动电路区域结晶成晶体硅层,而显示区域保持在非晶态。然后,含有显示区域的整个层在 600°C 或更高的温度退火24小时或更长,由此使显示区域中的非晶硅结晶为晶体硅。

图2A至2I是说明用于形成一种NTFT和一种作为包含在外部电路(例如,驱动电路)中附加的TFT的PTFT的方法的每一步骤的剖面图。图3A至3G是说明用于形成包含在显示部分中的NTFT的方法的每一步骤的剖面图。图2A至2I中所说明的那些步骤和图3A至3G中所说明的那些步骤在同一单个基片上进行。彼此对应的那些步骤同时进行。图2A至2D中所示的步骤对应于图3A和3B中所示的步骤。图2E至2G中所示的步骤对应于图3C至3E中所示的步骤。图2H和2I中所示的步骤对应于图3F和3G中所示的步骤。

首先,如图2A和3A所示,在由玻璃或类似的东西(例如,由Corning公司所生产的7059)所构成的一个绝缘基片101上,用溅射法形成一厚度为20nm到100nm的基层102。

其次,一个金属掩膜的掩膜103、一个氧化硅层或类似的东西形成在基层102上,以便暴露基层102的一个类似缝的区域100。

如图2B所示,在掩膜103上,用溅射法形成厚度为0.1nm到20nm(例如,2nm)的镍层。

如图2C所示,去掉掩膜103,由此仅在区域100上剩下镍层。换句话说,引入到区域100的镍是微量的。

如图2D和3B所示,作为本征半导体的非晶硅层104形成的厚度

为30nm至200nm(例如, 100nm) 覆盖基层102, 这是用等离子CVD法或低压CVD法形成的。

最终获得的叠层在低于600°C的温度, 在氢减少的环境中(优选地, 具有0.1至1个大气压的氢分压)或惰性气体环境中(一个大气压)退火少于24小时, 由此使非晶硅层104结晶。例如, 上述退火在550°C进行16小时。在形成镍层的区域100中, 沿垂直于基片101的表面的方向出现结晶。在环绕区域100的区域中, 晶体生长从区域100沿平行于基片101的表面的方向横向进行(如图2D中的箭头105所示), 由此, 形成横向生长区域。结果, 得到晶体生长方向基本一致的高质量的晶体硅层(也用参考标号104表示)。如以后所述, 在用于图2I中所示的外部驱动电路的TFT中, 沿着晶体生长方向安置源/漏极区域。在图2D中的105 方向上的晶体生长区域的长度为40 μm 至90 μm 。

在上述例子中, 在结晶之前, 形成镍层元素后, 去除掩膜103。即使不去除掩膜, 结晶也以同样方式出现。对于在500°C 和600°C之间的温度退火进行10小时或更长时间的情况, 掩膜103 的厚度优选为50nm或更厚。例如, 如果用厚度小于50nm的掩膜103在550°C进行退火16小时或更长的时间, 在掩膜103 上的镍热扩散进掩膜103, 并进一步进入非晶硅层104, 而这样, 在区域100以外的其它区域中的位置处会出现并非所需的晶体生长。

如上所述, 在550°C下退火16小时以后, 非晶硅层104 的显示区域保持在非晶态。

然后, 在600°C或更高的温度下进行退火24小时或更长的时间。利用这样的退火, 整个层都变成晶体硅层。

如图2E所示, 进行隔离, 并去除晶体硅层104的不需要的区域, 由此在周围区域中形成用于PTFT和NTFT的区域。如图3C所示, 还是在显示区域中, 去除晶体硅层104的不需要的区域, 由此形成用于NTFT的区域。隔离后镍最好不留在用于PTFT和用于NTFT 的两个区域之间。以这种方式, 只是横向生长区域用来形成TFT, 而这样就更有效地降低了“关闭”电流水平。

如图2F和3D所示, 然后用溅射法形成一层厚度100nm的氧化硅层106作为栅绝缘层。用氧化硅的靶, 在200°C至400°C(例如350°C)的基片温度下, 在氩/氧比为0至0.5或更低(例如0.1)的氧气和氩气的环境中进行溅射。

如图2G和3E所示, 用溅射法形成一层厚度为600nm至800nm(例如600nm)的铝层(含硅的比率为0.1%至2%)。最好连续进行形成氧化硅层106和形成铝层。给铝层上形成图形, 由此形成栅电极107和109。

下一步, 使栅电极107和109阳极氧化, 以形成氧化层108 和110。在含1%至5%的比率的酒石酸的乙二醇溶液中进行阳极氧化。氧化物层108和110每一个的厚度为200nm。氧化物层108和110用于形成在随后的离子掺杂中的补偿门区域。即在阳极氧化期间可以确定补偿门区域的长度。

其次, 采用栅电极107和109以及氧化物层108和110作为掩膜, 通过离子掺杂, 把金属元素(在此例中是磷和硼) 作为杂质掺入到活性区域。用磷化氢(PH_3)和乙硼烷(B_2H_6)作为掺杂气体。当把磷化氢用作掺杂气体时, 加速电压是60KV到90KV(例如, 80KV)。 当用乙硼烷时, 加速电压是40KV至80KV(例如, 65KV)。 掺入杂质的

范围是 1×10^{15} 至 $8 \times 10^{15} \text{cm}^{-2}$ (例如, 磷为 $2 \times 10^{15} \text{cm}^{-2}$, 而硼为 $5 \times 10^{15} \text{cm}^{-2}$)。通过覆盖不需要用光敏抗蚀剂掺杂的区域, 每种元素被掺入到活性区域的各自的部分。结果, 如图2H和3F所示, 形成n型杂质区域114和116(源/漏极区域)以及P型杂质区域111和113(源/漏极区域)。在n型杂质区域114和116之间的区域115, 以及在P型杂质区域111和113之间的区域112, 起沟道区域的作用。以这种方式, 每个具有P型沟道区域的许多PTFT和每个具有n型沟道区域的许多NTFT形成在外部驱动电路区域中(图2H)。NTFT形成在显示区域中(图3F)。

然后, 用激光照射最终获得的叠层, 以进行退火(激光退火), 由此激活用离子掺杂所掺入的杂质。作为激光, 使用波长为248nm和脉冲宽度为20nsec的KrF激发物激光。也可用其它类型的激光。激光照射的能量密度为 $200 \text{mJ}/\text{cm}^2$ 至 $400 \text{mJ}/\text{cm}^2$ (例如, $250 \text{mJ}/\text{cm}^2$), 每个要被照射的位置照射二至十次(例如, 二次)。在激光照射前, 要求基片加热到约 200°C 至 450°C 。在激光退火前在结晶的区域中扩散镍。因此, 用激光退火使结晶易于在这样的区域中进行。这样, 可以易于激活掺有P型杂质的杂质区域111和113以及掺有n型杂质的杂质区域114和116。

如图2I所示, 在外部驱动电路区域中, 用等离子CVD法形成一层厚度为600nm的氧化硅层118作为中间(interlevel)绝缘层。在氧化硅层118中形成接触孔, 而用沉积和刻蚀氮化钛层和铝层的方法形成用于TFT的电极和电线117、119和121。如图3G所示, 在显示区域中, 形成氧化硅的一个中间绝缘层211。在中间绝缘层211中形成一些接触孔后, 形成起像素电极作用的一个ITO电极, 并形

成金属线213和214。

在350°C的温度下，在一个大气压的氢气环境中，使最终获得的叠层退火30分钟，由此完成用于外部电路的TFT和用于象素电极的TFT。

图4是图2I所示的叠层的一幅平面图。引入微量镍到区域100，而晶体生长沿箭头105所示的方向横向进行。在这样一个横向生长区域中，形成用于PTFT的源/漏极区域111和113以及沟道区域112。进一步，源/漏极区域114和116以及沟道区域115 也形成在这样一个区域中，用于NTFT。在图2I和4所示的外部驱动电路区域中，载流子沿晶体生长方向105移动。由于载流子基本上并不横跨晶界移动，最终获得的TFT有高的迁移率。

在上述例子中，通过非晶硅层104下面的基层102 的一个选定区域上形成一薄层镍(由于它极薄，因而这层镍作为一层难以观察到)并导致从这选定的区域生长晶体，来引入镍。在一可供选择的方法中，在形成非晶硅层104后，引入微量的镍到非晶硅层104的顶部表面的一个选定的区域中。不管是在非晶硅层104的顶部还是在下面出现晶体生长都会得到同样的结果。

参考图5A和5B，将说明用于导致晶体在非晶硅层104 的顶部生长的方法。

首先，如图5A 所示，用溅射法在绝缘基片101 上(例如，Corning 公司生产的7059)形成厚度为20 至100nm 的氧化硅基层102。

然后，用等离子CVD或低压CVD法形成厚度为30nm至200nm(例如，100nm)的本征半导体的一层非晶硅104。

金属掩膜103、氧化硅层或类似的东西形成在非晶硅层104上，以便非晶硅层104暴露一个类似缝的区域100。

然后，用溅射法形成一层厚度为0.5至20nm的镍层(未示出)，例如，2nm的镍层。

在低于600°C的温度，使最终的叠层退火少于24小时，例如，在550°C下退火16小时，退火是在减少氢的环境(优选地，具有0.1至1大气压的氢分压)或一个大气压的惰性气体环境中进行的。如图5B所示，在区域100中，在垂直于基片101的表面的方向出现晶体生长，在环绕区域100的一个区域中，如箭头105所示，晶体在平行于基片101的方向上呈现生长。结果，得到晶体生长基本均匀一致的高质量晶体硅层(还用参考标号104表示)。

除了用上述退火方法外，也能用激光能量来使非晶硅层结晶成晶体硅。对于这样的激光退火，还需要提供两个退火温度：一个低于600°C，而另一个高于600°C。

在本发明的一个可供选择的方法中，在形成非晶硅层104后，用离子掺杂法把镍离子注入到非晶硅层104的一个选定区域中。在这样一种情况下，可以以比较高的精度控制镍的浓度。

在本发明的一个可供选择的方法中，用等离子工艺，采用镍电极引入微量的镍，而不是形成一个薄的镍层。还可以通过施加一种含水溶液或者硝酸镍的酒精溶液或醋酸镍的酒精溶液，来引入微量的镍。

通过使用下述这些元素作为促进结晶的催化元素得到同样的效果，所述这些元素是铁(Fe)、钴(Co)、钯(Pd)、铂(Pt)、锡(Sn)、铟(In)、铝(Al)、金(Au)、银(Ag)、锑(Sb)、铜(Cu)、砷

(As)、或磷(P)。无需说，可以单独地使用这些材料或者以两种或多种材料的组合方式来使用这些材料。

在上述这些例子中，通过区域100把催化元素引入非晶硅层104。在一种可供选择的方法中，催化元素引入到整个外部驱动电路区域。

例如，本发明可应用于接触型图象传感器、含有内装驱动器的热头部、光学书写装置或者含有内装驱动器并使用了由有机材料构成的发光元件(例如EL器件)的显示装置、除了LCD的有源矩阵基片外的三维IC。

采用本发明的半导体器件改进了上述装置的性能。例如，增加了工作速度并提高了图象分辨率。本发明可广泛用于整个半导体制作领域，例如，除了构成上述的MOS晶体管外还构成使用晶体半导体材料的二极管晶体管和静电感应晶体管。

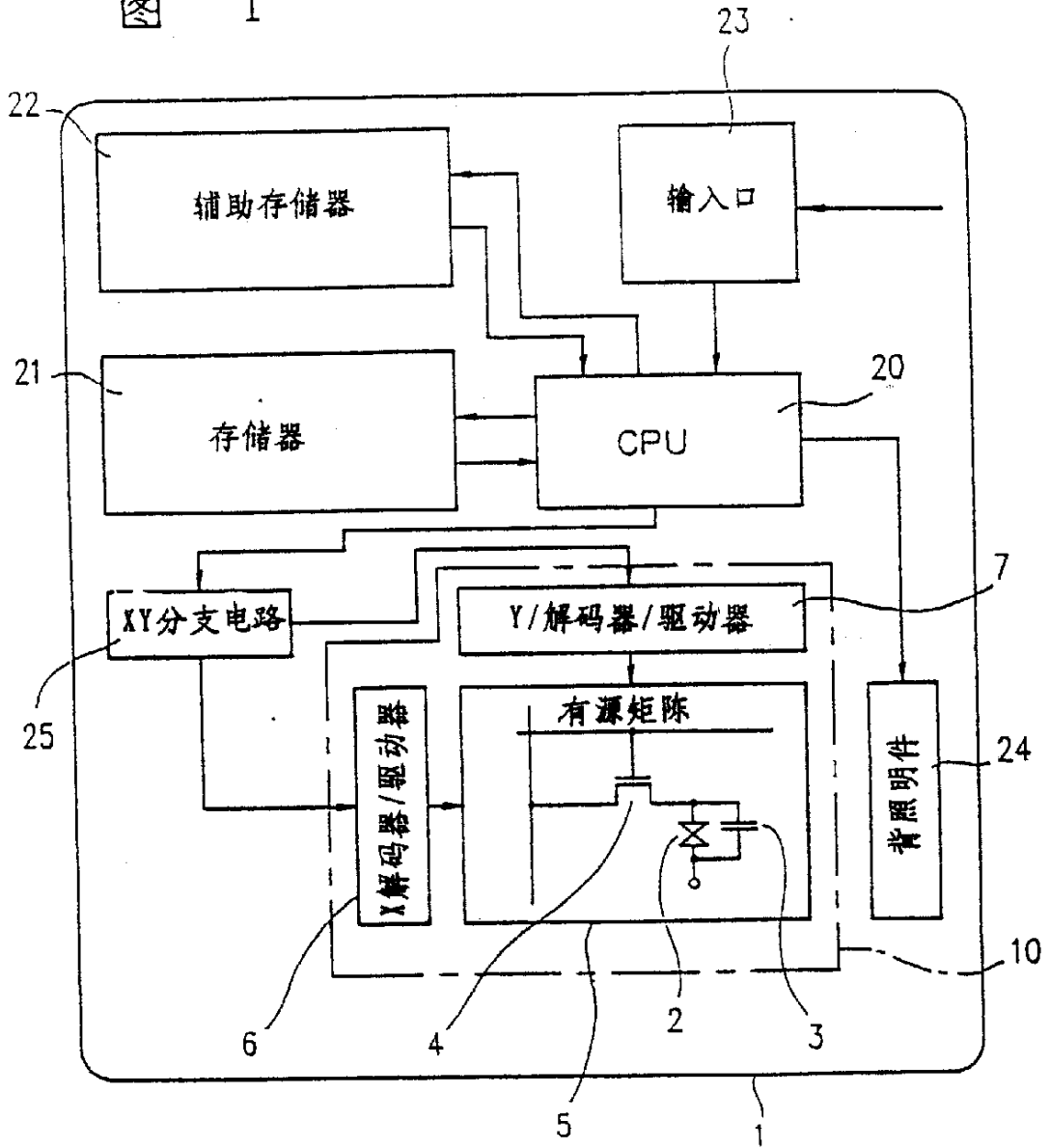
按照本发明，如已经详细说明过的那样，采用催化元素(例如镍)及两步退火实现了在由玻璃或类似的东西所构成的同一单个基片上形成两种类型的具有不同的电学性质的TFT。因此，易于生产驱动器单片类型的有源矩阵LCD，使图象显示部分和外部驱动电路在同一单个基片上。

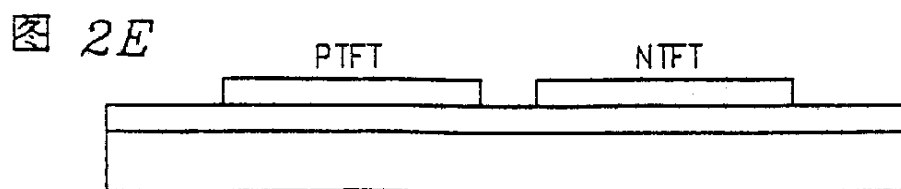
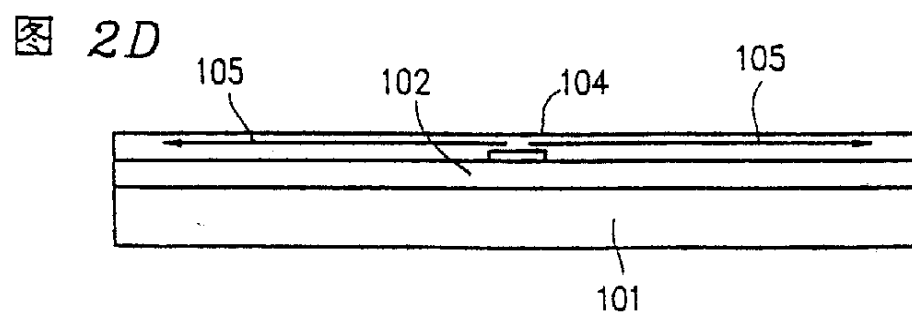
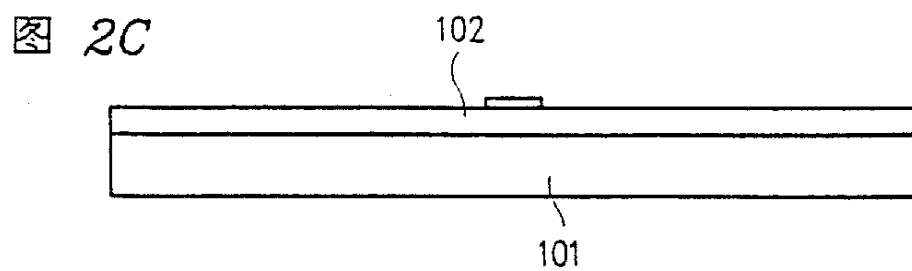
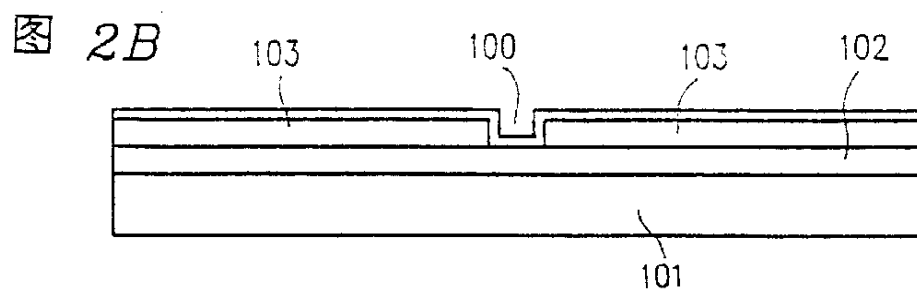
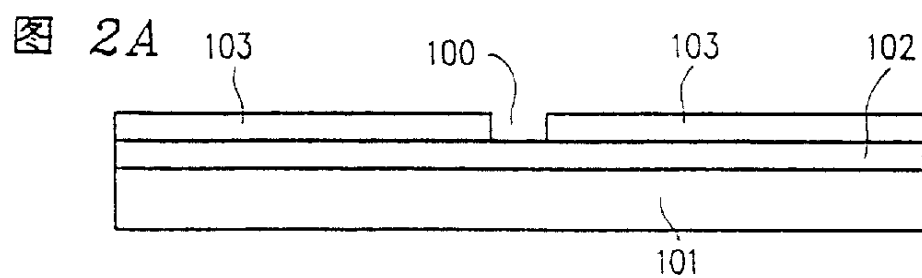
还是根据本发明，用催化元素(例如镍)，只是第一次结晶成晶体硅层的非晶硅层的一个选定区域用来形成用于外部驱动电路的TFT。通过这样一种方法，可以由具有基本均匀的晶体生长及极低晶体缺陷密度(错位)的晶体硅层来构成用于外部驱动电路的TFT。由这样的一层所构成的TFT具有高的迁移率并防止了“关闭”电流的过多增加。由于将形成用于象素电极的TFT所在的显示区域中没

有引入催化元素，可以使“关闭”电流保持在低水平。把催化元素只引入到一个选定区域，而不是错误地引入到未被选定的区域，利用掩膜或类似的东西可易于完成。由于引入催化元素的区域的晶体生长方向可以用掩膜的图案来调整，可以容易形成用于外部驱动电路的任何结构的TFT。

本领域普通技术人员将会明显看出各种其它改进并能在不背离本发明的范围和精神的情况下作出这些改进。因此，并不打算使此处所附的权利要求书的范围局限于这里所作的说明，而是打算广泛地解释权利要求书。

图 1





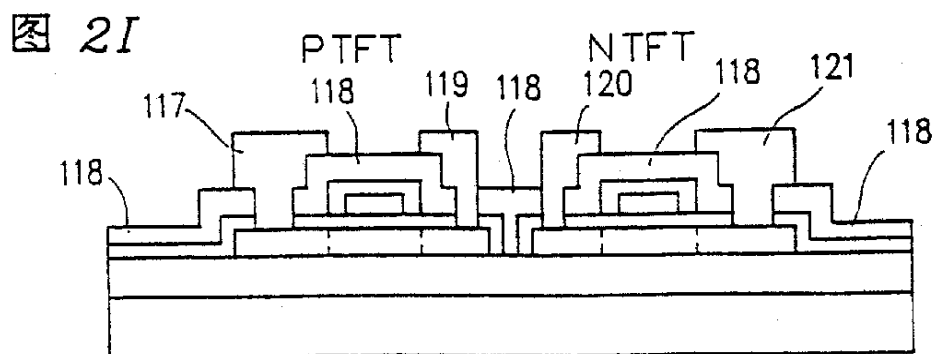
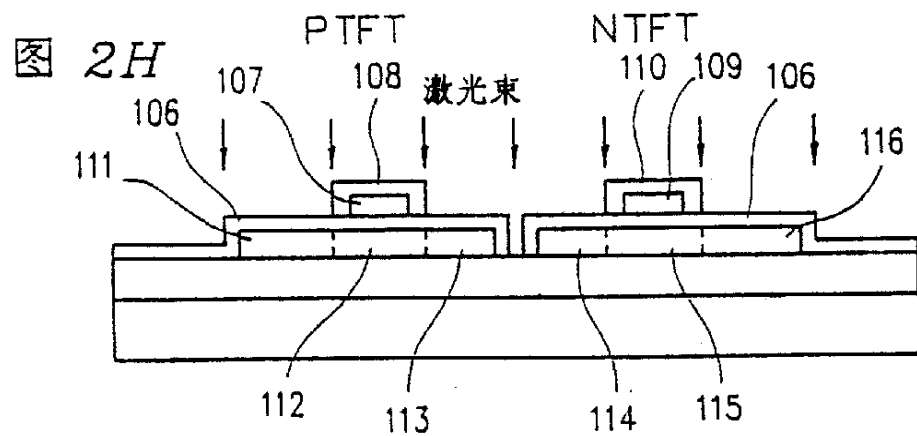
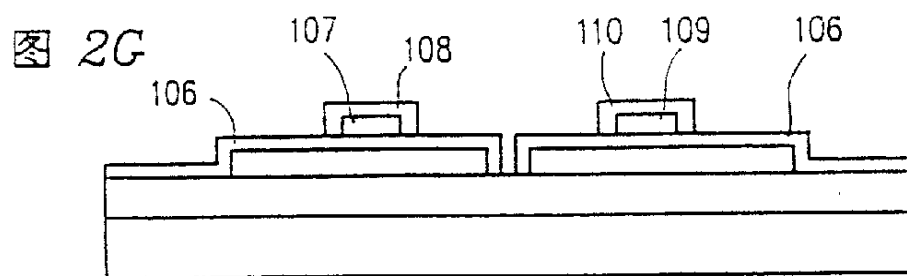
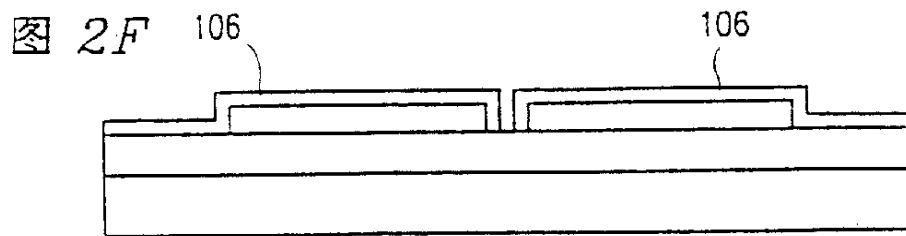


图 3A

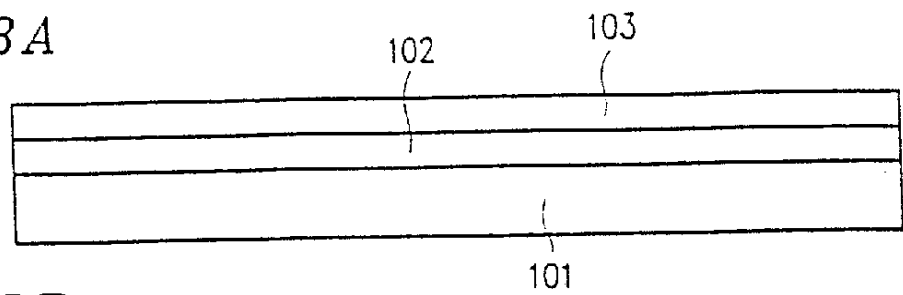


图 3B

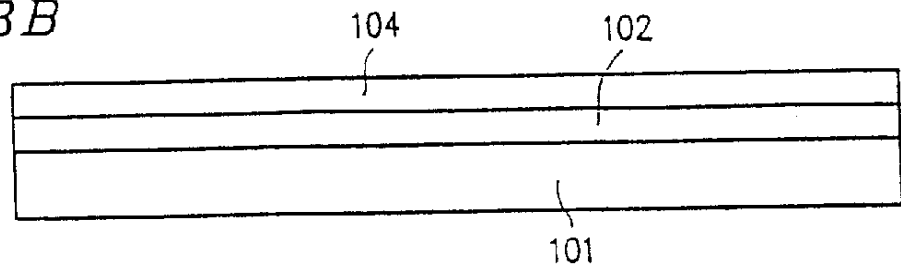


图 3C

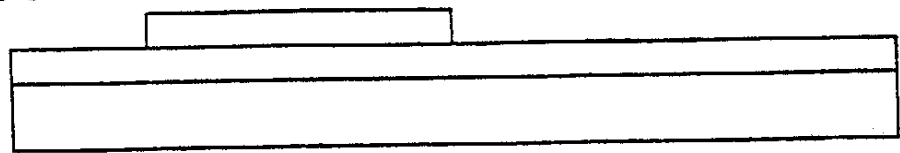
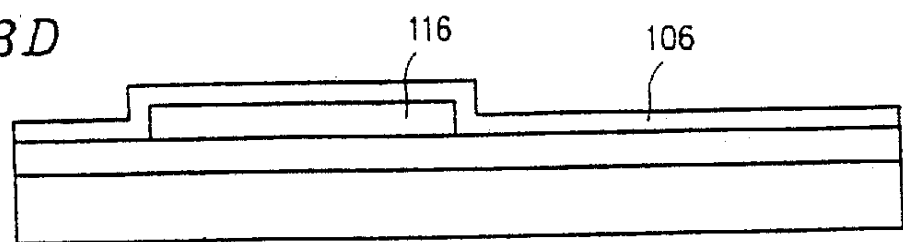


图 3D



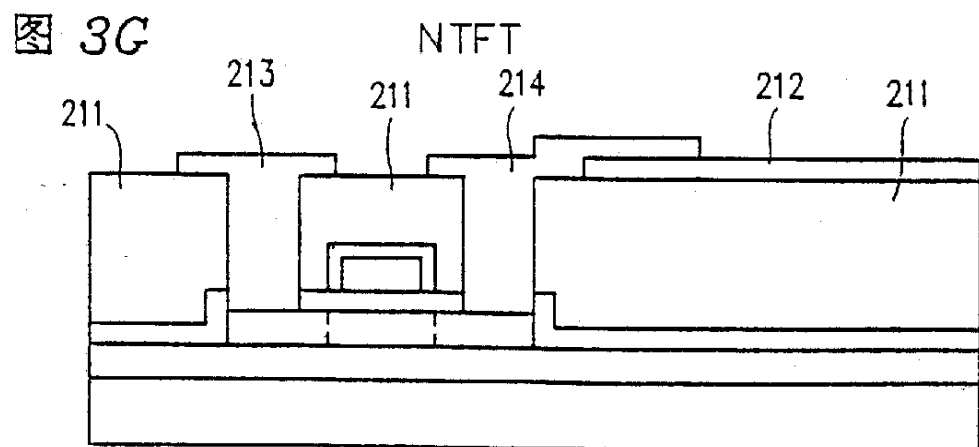
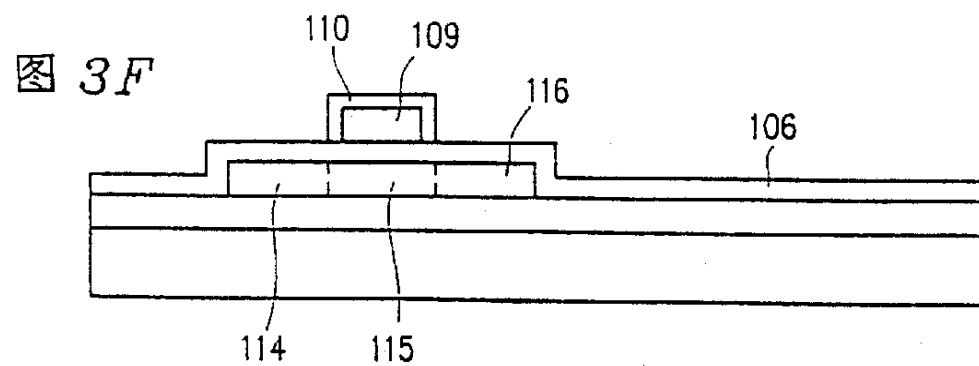
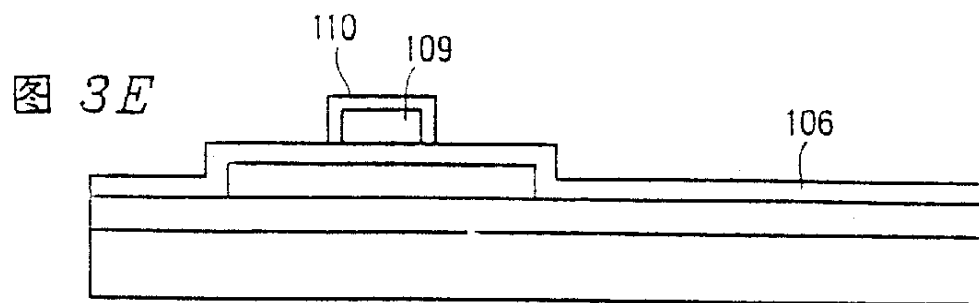


图 4

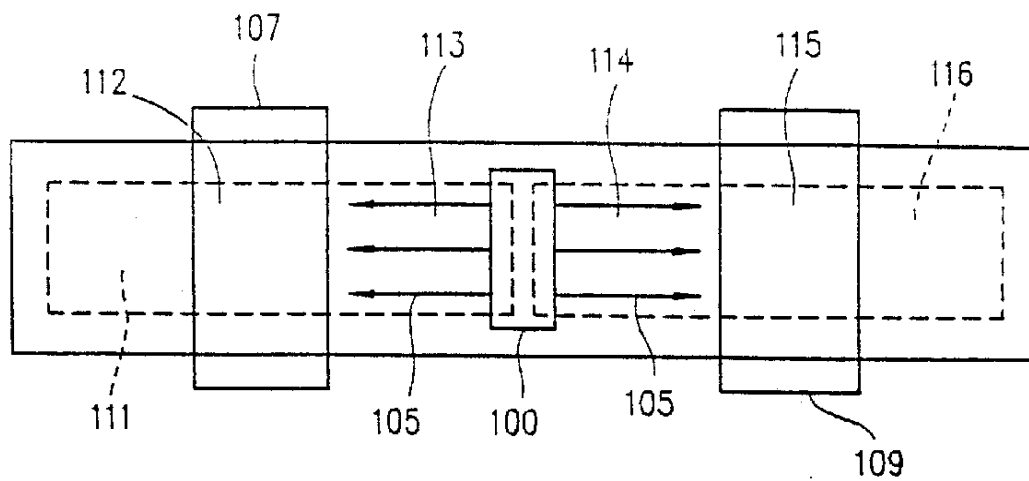


图 5A

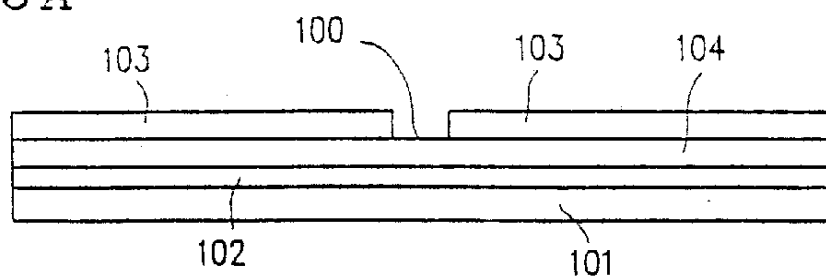


图 5B

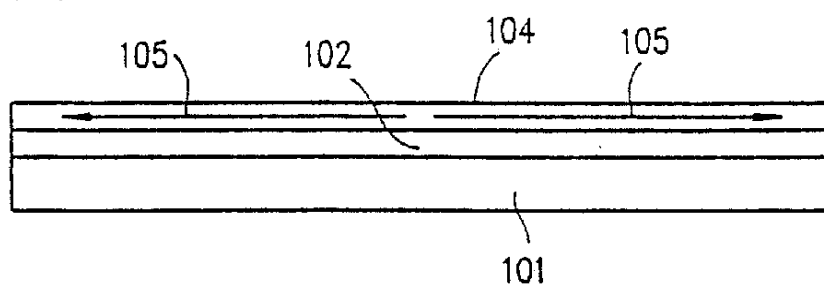


图 6

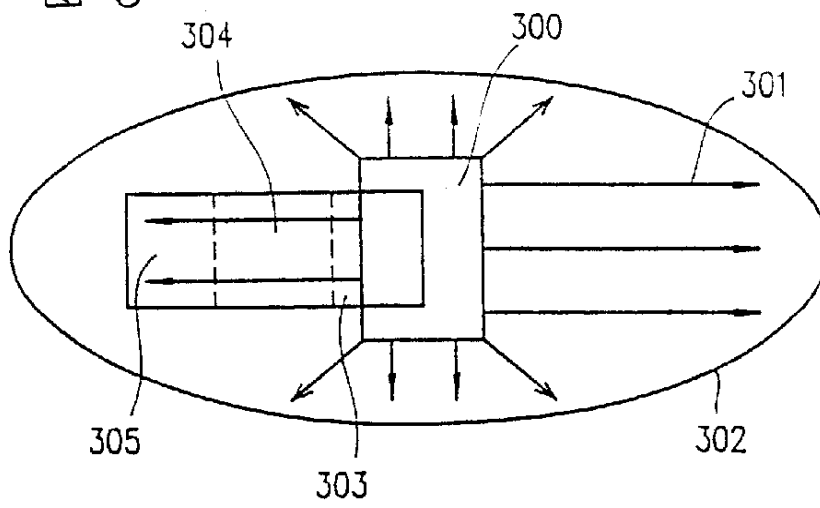


图 7

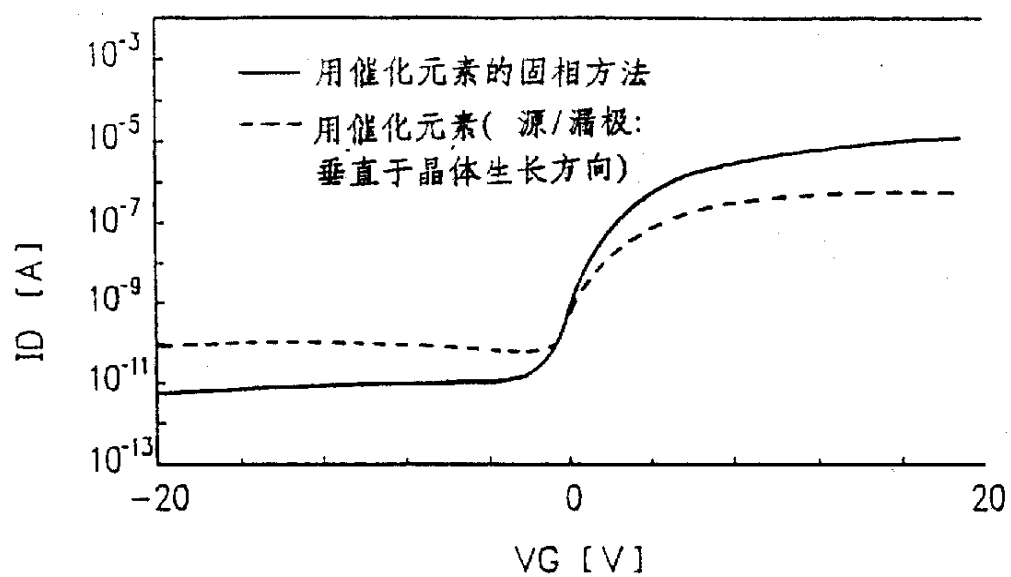


图 8

