

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610103856.7

H01L 21/20 (2006.01)

H01L 21/268 (2006.01)

H01L 21/336 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 10 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 100555570C

[22] 申请日 2006.8.4

[21] 申请号 200610103856.7

[30] 优先权

[32] 2005.8.19 [33] KR [31] 10-2005-0076347

[73] 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 金东范 郑世镇

[56] 参考文献

US2002119644A1 2002.8.29

JP2005-085886A 2005.3.31

审查员 王 欣

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司

代理人 李 伟

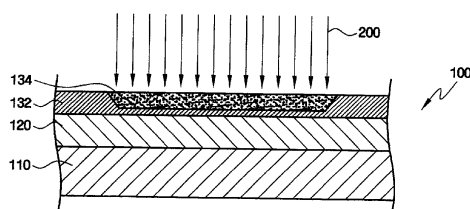
权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图 8 页

[54] 发明名称

形成多晶硅薄膜的方法及用该方法制造薄膜晶体管的方法

[57] 摘要

为了提高多晶硅薄膜晶体管的电特性，本发明提供了一种形成具有改进电特性的多晶硅薄膜的方法，以及一种使用该形成多晶硅薄膜的方法制造薄膜晶体管的方法。该方法包括：在基板上形成非晶硅薄膜；通过用具有低能量密度的激光束照射非晶硅薄膜的一部分，部分熔化非晶硅薄膜的一部分；通过非晶硅薄膜的部分熔化的部分结晶，形成具有预定晶体排列的多晶硅晶粒；在重复移动基板预定距离的同时，通过具有高能量密度的激光束的照射，完全熔化多晶硅晶粒的一部分和非晶硅薄膜的一部分；以及通过完全熔化的硅以预定晶体排列均匀结晶，使多晶硅晶粒生长。通过本发明的方法可制造具有改善电特性的多晶硅薄膜和包括该多晶硅薄膜的薄膜晶体管。



1. 一种形成多晶硅薄膜的方法，所述方法包括：

在基板上形成非晶硅薄膜；

通过用具有第一能量密度的激光束照射所述非晶硅薄膜的一区域，在该区域中部分熔化所述非晶硅薄膜的一部分，从而在部分已熔化非晶硅薄膜的所述区域中形成具有预定晶体排列的多晶硅晶粒；

通过具有高于所述第一能量密度的第二能量密度的激光束的照射，完全熔化所述区域内所述多晶硅晶粒的一部分和临近所述区域的所述非晶硅薄膜的一部分。

2. 根据权利要求1所述的方法，其中，在所述部分熔化中，所述激光束具有 $300\text{-}500\text{ mJ/cm}^2$ 的能量密度。
3. 根据权利要求2所述的方法，其中，在所述部分熔化中，所述激光束的脉冲宽度大约是 $20\text{-}300\text{ ns}$ ，并且用 80 或更多脉冲的激光束照射所述非晶硅薄膜的所述部分。
4. 根据权利要求1所述的方法，其中，在所述部分熔化中，所述多晶硅晶粒具有{100}织构。
5. 根据权利要求4所述的方法，其中，所述多晶硅晶粒的所述{100}织构比大约为 50%或更多。
6. 根据权利要求4所述的方法，所述部分熔化是通过 80 或更多脉冲的激光束完成的。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,在所述完全熔化中,所述激光束具有 $600\text{-}900\text{ mJ/cm}^2$ 的能量密度。
8. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述完全熔化仅通过单个脉冲的激光束完成的。
9. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述多晶硅晶粒通过横向生长而形成。
10. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述多晶硅晶粒经历大约 $1\text{ }\mu\text{m}$ 至 $10\text{ }\mu\text{m}$ 范围内的横向生长。
11. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述激光束为矩形且长度大于宽度。
12. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述激光束的宽度在 $2\text{ }\mu\text{m}$ 至 $20\text{ }\mu\text{m}$ 范围内。
13. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述基板或所述激光束在所述激光束的宽度方向上移动距离不大于所述激光束的所述宽度的一半。
14. 根据权利要求13所述的方法,其中,所述基板或所述激光束在所述激光束的宽度方向上的所述移动距离在 $1\text{ }\mu\text{m}$ 至 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的范围内。
15. 根据权利要求1所述的方法,其中,两相邻激光照射区域之间的重叠面积为所述两激光照射区域总面积的 90%或更小。
16. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述激光束由准分子激光器产生。

17. 根据权利要求16所述的方法, 其中, 所述激光束具有200 nm至400 nm范围内的波长。
18. 根据权利要求16所述的方法, 其中, 所述激光束具有300至6000 Hz范围内的频率。
19. 一种制造薄膜晶体管的方法, 所述方法包括:
 - 在基板上形成非晶硅薄膜;
 - 通过用激光束照射所述非晶硅薄膜而形成多晶硅薄膜;
 - 通过图案化所述多晶硅薄膜而形成多晶硅图案;
 - 在所述多晶硅图案上形成绝缘膜;
 - 在所述绝缘膜上形成栅电极; 以及
 - 在所述多晶硅图案的部分上形成源电极和漏电极, 所述源电极和漏电极彼此隔开, 并电连接至所述多晶硅图案的所述部分;
 - 其中, 形成所述多晶硅薄膜的所述步骤包括:
 - 形成非晶硅薄膜;
 - 在一区域中通过用具有第一能量密度的激光束照射所述非晶硅薄膜的所述区域, 部分熔化所述非晶硅薄膜的一部分, 从而在部分已熔化非晶硅薄膜的所述区域中形成具有预定晶体排列的多晶硅晶粒;
 - 通过具有高于所述第一能量密度的第二能量密度的激光束的照射, 完全熔化所述区域内所述多晶硅颗粒的一部分和邻近所述区域的所述非晶硅薄膜的一部分。
20. 根据权利要求19所述的方法, 其中, 在所述部分熔化中, 所述激光束具有300-500 mJ/cm²的能量密度。

-
21. 根据权利要求 20 所述的方法, 其中, 在所述部分熔化中, 所述激光束的脉冲宽度大约是 20-300 ns, 并且用 80 或更多脉冲的激光束照射所述非晶硅薄膜的所述部分。
 22. 根据权利要求 19 所述的方法, 其中, 在所述部分熔化中, 所述多晶硅晶粒具有{100}织构, 并且所述多晶硅晶粒的{100}织构比大约为 50%或更多。
 23. 根据权利要求 19 所述的方法, 其中, 在所述完全熔化中, 所述激光束具有 $600-900 \text{ mJ/cm}^2$ 的能量密度。
 24. 根据权利要求 23 所述的方法, 其中, 所述完全熔化仅通过单个脉冲激光束来完成。

形成多晶硅薄膜的方法及 用该方法制造薄膜晶体管的方法

技术领域

本发明涉及一种形成具有改进电特性的多晶硅薄膜的方法以及一种使用该方法制造薄膜晶体管的方法。

背景技术

普通的液晶显示器使用非晶硅薄膜晶体管 (a-Si TFT) 作为开关元件。近年来, 随着对高清晰显示质量 LCDs 的需求, 驱动速度快的多晶硅薄膜晶体管 (poly-Si TFT) 得到了广泛应用。

在 poly-Si TFT 中, 众所周知有多种形成 poly-Si 薄膜的方法。在 poly-Si 的不同类型的形成方法中, poly-Si 薄膜可直接形成在诸如玻璃制成的基板上。其次, 通过形成非晶硅 (a-Si) 薄膜并对其退火可形成 poly-Si 薄膜。

通常, LCD 中使用的玻璃基板在大约 600°C 下的常规退火处理过程中可能发生变形。因此, 为了对 a-Si 薄膜进行退火, 已经提出了准分子激光退火 (excimer laser annealing, ELA) 过程。根据 ELA 过程, 将具有高能量的激光束照射在 a-Si 薄膜上。即, a-Si 薄膜瞬间熔化几纳秒 (nanoseconds) (ns) 的时间, 然后再结晶, 而不会对玻璃基板造成损坏。

此外,ELA 过程提供了具有相对高电子迁移率的 Si 薄膜,从而当 a-Si 薄膜熔化成液相然后固化时, Si 原子重新排列,形成具有高结晶度的晶粒。

在作为传统液晶显示器(LCDs)的开关装置使用的非晶硅薄膜晶体管(a-Si TFTs)中,非晶硅薄膜通过传统的准分子激光退火结晶成多晶硅薄膜。然而,多晶硅薄膜由具有所有晶面取向,即没有规则的晶面取向的晶粒组成。

通常,已经知道,多晶硅的{110}或{111}晶面呈现出大约 $300\text{-}400\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 的电子迁移率,而多晶硅的{100}晶面呈现出大约 $600\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 的电子迁移率。举例来说,当多晶硅薄膜具有主要在{100}晶面方向取向的晶粒时,电子迁移率可以提高大约 1.5-2 倍。

因此,为了提高多晶硅薄膜晶体管的电特性,需要形成具有选择性特定晶面取向的晶粒。

发明内容

本发明提供了一种形成具有改进电特性的多晶硅薄膜的方法。

本发明还提供了一种使用形成多晶硅薄膜的方法制造薄膜晶体管的方法。

根据下面的描述,本发明的上述特征和优点对于本领域技术人员将变得显而易见。

根据本发明的一方面,提供了一种形成多晶硅薄膜的方法。该方法包括:形成非晶硅薄膜;通过用具有第一能量密度的激光束照射非晶硅薄膜的一区域,在该区域中部分熔化非晶硅薄膜的一部

分，从而在部分熔化的非晶硅薄膜区域中形成具有预定晶体排列的多晶硅晶粒；以及通过具有高于第一能量密度的第二能量密度的激光束的照射，完全熔化该区域内的多晶硅晶粒的一部分和临近该区域的非晶硅薄膜的一部分。

根据本发明的另一方面，提供了一种制造薄膜晶体管的方法。该方法包括：在基板上形成非晶硅薄膜；通过用激光束照射非晶硅薄膜而形成多晶硅薄膜；通过图案化多晶硅薄膜而形成多晶硅图案；在多晶硅图案上形成绝缘膜；在绝缘膜上形成栅电极；以及多晶硅图案部分上形成源电极和漏电极，所述源电极和漏电极彼此隔开，并电连接至多晶硅图案的该部分，其中，形成多晶硅薄膜的步骤包括：形成非晶硅薄膜；在一区域中通过用具有第一能量密度的激光束照射非晶硅薄膜的该区域，部分熔化非晶硅薄膜的一部分，从而在部分熔化的非晶硅薄膜区域中形成具有预定晶体排列的多晶硅晶粒；通过具有高于第一能量密度的第二能量密度的激光束的照射，完全熔化该区域内的多晶硅晶粒的一部分和临近该区域的非晶硅薄膜的一部分。

附图说明

根据下面参照附图对示例性实施例的详细描述，本发明的上述和其他特征和优点将会更显而易见，附图中：

图1是示出了根据本发明的一个实施例的形成多晶硅薄膜的方法中所使用的装置的侧视图；

图2是示出了根据本发明的一个实施例的形成多晶硅薄膜的方法的平面视图；

图3是图1中A部分的放大截面视图；

图 4A 至图 4F 是示出了根据图 2 所示方法的多晶硅薄膜生长过程的截面视图；

图 5 是示出了从部分熔化的硅中结晶出的多晶硅晶粒的{100}织构比（texture ratio）相对于照射到非晶硅上的激光束的脉冲循环数的曲线图；

图 6A 至图 6D 是示出了根据本发明的一个实施例的多晶硅薄膜的形成方法中多晶硅薄膜生长过程的平面示意图；以及

图 7A 至图 7D 是示出了根据本发明的一个实施例的制造薄膜晶体管的方法的顺次截面视图。

具体实施方式

下面将参照示出了本发明优选实施例的附图，更详细地描述本发明。参照下面对优选实施例的详细描述以及附图，可以更容易理解本发明的优点和特征及其实现方法。然而，本发明可以以多种不同形式来实施，而并不局限于这里所述的实施例。当然，提供这些实施例，是为了使本公开全面和完整，能够向本领域技术人员充分转达本发明的原理，而且，本发明仅由所附权利要求来限定。整个说明书中，相同的附图标号表示相同的元件。

图 1 是示出了在根据本发明实施例的形成多晶硅薄膜的方法中所使用的装置的侧视图。图 2 是示出了根据本发明实施例的形成多晶硅薄膜的方法的平面视图，而图 3 是图 1 中“A”部分的放大截面视图。

参照图 1 至图 3，用于形成多晶硅薄膜 140 的装置包括激光器 10、XY-工作台 20、和基板 100。

这里，激光器 10 间断地产生激光束 200，该激光束照射到基板 100 上。优选地，激光器 10 是产生短波长、高能量和高效率激光束的准分子激光器。该准分子激光器可以包括，例如，惰性气体、惰性气体的卤化物、卤化汞、惰性气体的酸性化合物、多元素准分子（multi-element excimer）等。惰性气体的例子包括：Ar₂、Kr₂、和 Xe₂。惰性气体卤化物的例子包括：ArF、ArCl、KrF、KrCl、XeF、以及 XeCl。卤化汞的例子包括：HgCl、HgBr、和 HgI。惰性气体酸性化合物的例子包括：ArO、KrO、和 XeO。多元素准分子的例子包括：Kr₂F、和 Xe₂F。

由准分子激光器产生的激光束具有 200 nm 至 400 nm 的波长，优选地，是 250 nm 或 308 nm。也就是说，由于固相 a-Si 薄膜 132 用作 poly-Si 薄膜 142 晶粒生长的晶核，因此，poly-Si 薄膜 142 从其任意一侧横向生长至激光束 200 宽度的一半。这里，poly-Si 薄膜 142 横向生长长度达 1 μm 至 10 μm，通常为 2 μm 至 4 μm。

这里，激光束 200 为脉冲形式。脉冲宽度在 20 ns 至 300 ns 范围内，优选地，大约是 240 纳秒(ns)。激光束 200 的频率在 300 至 6000 Hz 范围内，优选地，在 4000 至 6000 Hz。

此外，激光器 10 可以是能够在短时间内从微型装置中产生高能量脉冲激光束的固态激光器。固态激光以波长为 694.3 nm 的红宝石激光、波长为 1064 nm 的 Nd: YAG 激光、波长为 1064 nm 的 Nd: 玻璃激光等等为例。为方便描述，以下根据准分子激光描述本发明。

XY-工作台 20 支承基板 100，并逐渐移动基板 100 一预定距离。举例来说，XY-工作台 20 从右向左逐渐移动基板 100 一预定距离。

当基板 100 通过 XY-工作台 20 逐渐移动时，由激光器 10 产生的激光束 200 照射到基板 100 上，同时从基板 100 的第一端 102 向

基板 100 的第二端 104 相对逐渐移动。这里, 基板 100 的第一端 102 指基板 100 的左侧, 而基板 100 的第二端 104 指基板 100 的右侧。反之, XY-工作台 20 也可以从左向右逐移动基板 100 一预定距离。

基板 100 设置在 XY-工作台 20 上, 并且包括透明基板 110、氧化层 120、和非晶硅薄膜 130。基板 100 的尺寸可以根据使用用途而改变。

透明基板 110 设置在 XY-工作台 20 上, 并由玻璃或石英制成使光能够穿过。氧化层 120 设置在透明基板 110 上, 以改善透明基板 110 与非晶硅薄膜 130 之间的界面特性。a-Si 薄膜 130 通过化学气相沉积 (chemical vapor deposition) (CVD) 形成在氧化层 120 上, 并由非晶硅制成。

由激光器 10 产生的激光束 200 照射到非晶硅薄膜 130 上, 并且瞬间熔化非晶硅薄膜 130 的一部分。非晶硅薄膜 130 的熔化部分快速地进行固相结晶, 从而形成由多晶硅 (p-Si) 制成的多晶硅薄膜 140。

图 4A 至图 4F 是示出了根据图 2 所示方法多晶硅薄膜的生长过程的截面视图。具体地说, 图 4A 示出了由于初始激光束照射造成的非晶硅薄膜的部分熔化。图 4B 示出了多晶硅的横向生长, 图 4C 示出了在多晶硅横向生长长度的中央突出部 146 的形成, 图 4D 示出了由于激光照射造成的突出部 146 的熔化, 图 4E 示出了多晶硅的横向生长, 而图 4F 示出了在多晶硅横向生长长度的中央的突出部 146 的形成。

参照图 1 和图 4A, 首先, 准备其上具有非晶硅薄膜 132 的基板 100 和产生激光束 200 的激光器 10。基板 100 设置在 XY-工作台 20 上, 而激光束 200 具有较窄的宽度和较长的长度。优选地, 激光

束 **200** 的长度大体上与基板 **100** 一侧的长度相同，而激光束 **200** 的宽度是硅晶粒横向生长长度的两倍。举例来说，激光束 **200** 的宽度可在 $2\ \mu\text{m}$ 至 $20\ \mu\text{m}$ 范围内，更优选地，在 $4\ \mu\text{m}$ 至 $8\ \mu\text{m}$ 范围内。

然后，由激光器 **10** 产生的激光束 **200** 照射到在基板 **100** 第一端上形成的非晶硅薄膜 **132** 的一部分上。经激光束 **200** 照射的非晶硅薄膜 **132** 的该部分通过熔化相转变 (phase - transform) 成液相硅 **134**，而没有经激光束 **200** 照射的非晶硅薄膜 **132** 的其他部分保持为固相非晶硅而不熔化。

这里，由于激光束 **200** 的能量密度不足，非晶硅薄膜 **132** 的非晶硅没有完全熔化，所以，固相非晶硅和液相硅同时存在。固相非晶硅和液相硅同时存在的区域称为“部分熔化区”。

这里，激光束 **200** 具有较低的能量密度，即，大约是 $300\text{-}500\ \text{mJ}/\text{cm}^2$ ，优选地，大约是 $400\ \text{mJ}/\text{cm}^2$ 。此外，激光束 **200** 为脉冲准分子，且其宽度在 $20\ \text{ns}$ 至 $300\ \text{ns}$ 范围内，优选地，大约是 $240\ \text{ns}$ 。激光束 **200** 的频率在 $300\ \text{Hz}$ 至 $6000\ \text{Hz}$ 范围内，优选地在 $4000\ \text{Hz}$ 至 $6000\ \text{Hz}$ 范围内。

非晶硅甚至可以仅通过激光束 **200** 的单脉冲而部分熔化。然而，为了通过减少结晶硅晶粒的缺陷来提高结晶度并获得主要为 $\{100\}$ 晶面取向的 poly-Si 薄膜，用激光束 **200** 的 80 或更多脉冲连续照射非晶硅薄膜 **132**。其详细描述将在后文提供。

参照图 4B，液相硅 **134** 从液相硅 **134** 的两侧向中部横向结晶，从而形成多晶硅 **142**。这里，固相非晶硅薄膜 **132** 作为多晶硅 **142** 生长的硅晶粒核心。也就是说，由于固相 a-Si 薄膜 **132** 作为 poly-Si 薄膜 **142** 生长的晶核，所以 poly-Si 薄膜 **142** 从其任意一侧横向生

长至激光束 200 宽度的一半。这里, poly-Si 薄膜 142 横向生长长度达 $1\text{ }\mu\text{m}$ 至 $10\text{ }\mu\text{m}$, 通常为 $2\text{ }\mu\text{m}$ 至 $4\text{ }\mu\text{m}$ 。

参照图 5 来评价多晶硅 142 的织构特性。图 5 是示出了从部分熔化的硅中结晶出的多晶硅晶粒的{100}织构比相对于照射到非晶硅上的激光束的脉冲循环数的曲线图。如图 5 所示, 随着激光束的脉冲循环数的增加, {100}织构比增加。即, 随着用于形成图 4A 和图 4B 所示的液相硅 134 的激光束 200 的脉冲循环数的增加, 构成多晶硅 142 的硅晶粒的{100}织构比增加。这是由于当硅晶粒具有{100}晶面时, 多晶硅 142 与其下面的氧化层 120 之间的界面能量减少, 这使得在部分熔化区处主要产生{100}织构。

为提高硅晶粒的电子迁移率, 优选地, {100}织构比大约是 50% 或更多。因此, 优选地, 以激光束 200 的大约 80 或更多脉冲照射非晶硅薄膜 132。当以激光束 200 的大约 150 或更多脉冲照射非晶硅薄膜 132 时, 大约 90% 或更多的结晶晶粒具有{100}织构。

通常, 已知多晶硅薄膜的{110}或{111}晶面呈现出大约 $300\text{--}400\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 的电子迁移率, 而{100}晶面呈现出大约 $600\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 的电子迁移率。在这点上, 本发明中, 通过具有相对低能量密度的激光束 200 的重复照射可以获得主要为{100}织构的多晶硅 142。因此, 可以提高电子迁移率, 这使得制造具有改进电特性的多晶硅薄膜晶体管成为可能。

参照图 4C, 在多晶硅 142 横向生长长度的中央形成预定高度的突出部 146。该突出部 146 是在从液相硅 134 两侧延伸的横向生长在中部相遇时产生的, 其降低了多晶硅 142 的电子迁移率。在这点上, 优选地, 在需要高电子迁移率的硅薄膜中就除去突出部 146。

参照图 4D, 在基板从第一端(参照图 2 的 102)向第二端(参照图 2 的 104)移动一预定距离之后, 以具有高能量密度的激光束 200' 照射基板 100, 以熔化并除去突出部 146。即, 当用激光束 200' 照射基板 100 时, 突出部 146、多晶硅 142 的一部分、以及非晶硅薄膜 132 的一部分完全熔化, 以再次形成液相硅 134。优选地, 基板 100 移动的距离使得突出部 146 可以完全熔化。

也就是说, 激光束 200' 的移动距离可以小于液相硅 134 的横向生长长度, 优选地, 小于激光束 200' 宽度的一半, 更优选地, 在 $1\ \mu\text{m}$ 至 $10\ \mu\text{m}$ 范围内。

激光束 200' 具有高能量密度, 因此, 能够完全熔化由激光束 200' 照射的非晶硅薄膜 132 的一部分和多晶硅 142 的一部分。多晶硅 142 和非晶硅薄膜 132 完全熔化的区域称之为“完全熔化区”。图 4A 中的激光束 200 和图 4D 中的激光束 200' 除了能量密度不同外大体上相同。也就是说, 激光束 200' 具有高能量密度, 即大约是 $600\text{--}900\ \text{mJ}/\text{cm}^2$, 优选地, 大约是 $800\ \text{mJ}/\text{cm}^2$ 。激光束 200' 甚至仅通过单脉冲就能够完全熔化非晶硅薄膜 132。在某些情况下, 也可能需要激光束 200' 的几个脉冲照射。

参照图 4E, 图 4D 的液相硅 134 从液相硅 134 的两侧向中部横向结晶。在第二次固相结晶期间, 位于液相硅 134 左侧的多晶硅 142 吸收液相硅 134 并向右侧延伸, 而位于液相硅 134 右侧的非晶硅薄膜 132 向左侧生长至激光束 200' 宽度的一半。此时, 从第一次固相结晶形成的晶核生长成第二次固相结晶形成的多晶硅 142 的左部, 多晶硅的左部主要长成 $\{100\}$ 织构晶粒。因此, 在随后的继续固相结晶过程中, 多晶硅 142 主要由 $\{100\}$ 织构晶粒组成。

参照图 4F, 在多晶硅 142 横向生长长度的中央再次形成预定高度的突出部 146。当再次形成突出部 146 时, 基板 100 移动预定的距离, 以通过激光束 200' 熔化突出部 146。通过熔化突出部 146 得到的液相硅(未示出)再次进行横向结晶。上述熔化和横向生长的重复循环形成了具有较高电子迁移率的多晶硅薄膜。

图 6A 至图 6C 是示出了在根据本发明实施例的形成多晶硅薄膜的方法中多晶硅薄膜的生长过程的平面示意图。具体地说, 图 6A 是用第一次激光束照射的 poly-Si 薄膜的平面视图。图 6B 是用第二次激光束照射的 poly-Si 薄膜的平面视图, 图 6C 是用第三次激光束照射的 poly-Si 薄膜的平面视图, 而图 6D 是用激光束照射几次而完成结晶之后形成的 poly-Si 薄膜的平面视图。

参照图 6A, 将具有低能量密度的激光束 200 的第一次照射施加于非晶体硅薄膜的一部分。受激光束 200 影响的部分非晶薄膜部分熔化, 转变成液相硅。该液相硅通过在液相硅两侧处的固相非晶硅薄膜的横向生长进行固相结晶, 从而形成多晶硅 150。在多晶硅 150 的横向生长期间, 液相硅两侧处的固相非晶硅薄膜作为多晶硅 150 的多个硅晶粒 148 生长的核心。硅晶粒 148 生长并相遇以在硅晶粒 148 间形成硅晶粒边界 144。

此外, 作为硅晶粒 148 横向生长的结果, 在横向生长长度的中央形成预定高度的突出部 146。突出部 146 沿着对应于激光束 200 宽度的一半的横向生长长度的中部几乎形成一条直线。

参照图 6B, 在基板(未示出)移动预定距离之后, 用激光束 200 再次照射多晶硅 150 的一部分和非晶硅薄膜的一部分, 但是这次的激光束具有高能量密度。此时, 优选地, 基板的第一移动距离 D1 等于或小于激光束 200 短轴方向宽度的一半, 以熔化并除去突

出部 **146**。举例来说，基板的第一移动距离在 $1\ \mu\text{m}$ 至 $10\ \mu\text{m}$ 的范围内。

此外，如果用激光束 **200** 过度照射非晶硅薄膜，其可能被激光束 **200** 剥落。为防止非晶硅薄膜的脱落，优选地，两相邻激光照射区之间的重叠面积为两个激光照射区总面积的 90% 或更小。

激光束 **200** 的第二次照射熔化突出部 **146**、多晶硅 **150** 的一部分，以及非晶硅薄膜的一部分，从而再次形成液相硅。通过激光束 **200** 第一次照射形成的多晶硅 **150** 位于液相硅的一侧，而现有的固相非晶硅薄膜位于液相硅的另一侧。

此时，多晶硅 **150** 的硅晶粒 **148** 吸收液相硅并在一个方向上延伸，而固相非晶硅薄膜吸收液相硅并在另一方向上生长新的硅晶粒 **148**。作为硅晶粒 **148** 横向生长的结果，在横向生长长度的中央形成预定高度的新突出部 **146**。

参照图 6C，基板再次移动预定距离之后，将具有高能量密度的激光束 **200** 的第三次照射应用于多晶硅 **150** 的一部分和非晶硅薄膜的一部分。此时，优选地，基板的第二移动距离 D_2 与基板的第一移动距离 D_1 相等，即，基板的第二移动距离 D_2 等于或小于激光束 **200** 短轴方向宽度的一半，以熔化并除去新形成的突出部 **146**。

受激光束 **200** 第三次照射影响的部分多晶硅 **150** 和部分非晶硅薄膜熔化以再次形成液相硅。此时，液相硅一侧的多晶硅 **150** 的硅晶粒 **148** 吸收液相硅并在一方向上向远处延伸，而液相硅另一侧的固相非晶硅薄膜吸收液相硅并在另一方向上生长新的硅晶粒 **148**。作为硅晶粒 **148** 横向生长的结果，在横向生长长度的中央再次形成预定高度的新突出部 **146**。

如上所述,通过重复形成和除去突出部 **146**,硅晶粒 **148** 横向生长,从而形成具有高电子迁移率的多晶硅 **150**,如图 **6D** 所示。

这样完成的多晶硅 **150** 由多个硅晶粒 **148** 和多个硅晶粒边界 **144** 组成。硅晶粒 **148** 互相平行地生长。因此,硅晶粒边界 **144** 也互相平行地生长。所以,多晶硅 **150** 从一侧向另一侧呈现出高电子迁移率。

根据上述实施例,由于随着基板移动预定距离用激光束重复照射非晶硅薄膜,因此,可以形成包括大尺寸硅晶粒的多晶硅薄膜。

以下,参照图 **7A** 至图 **7D**,描述使用参照图 **1** 至图 **6D** 所示的形成多晶硅薄膜的方法制造薄膜晶体管的方法。图 **7A** 至图 **7D** 是示出了根据本发明实施例的制造薄膜晶体管的方法的顺次截面视图。具体来说,图 **7A** 示出了在基板上形成 poly-Si 图案,图 **7B** 示出了在 poly-Si 图案上形成绝缘层和漏电极,图 **7C** 示出了在漏电极上形成绝缘层和接触孔,以及图 **7D** 示出了通过接触孔形成源电极和漏电极。为简便起见,将省略对形成多晶硅薄膜方法的描述。

参照图 **7A**,在透明基板 **310** 上形成氧化层 **320**,而在氧化层 **320** 上形成非晶硅薄膜(未示出)。接着,非晶硅薄膜通过激光束的照射相转变成多晶硅薄膜(未示出)。使用上述方法可以形成多晶硅薄膜。图案化该多晶硅薄膜以形成多晶硅图案 **330**。

参照图 **7B**,以绝缘膜 **340** 覆盖多晶硅图案 **330** 以保护多晶硅图案 **330**。绝缘膜 **340** 可以通过诸如 PECVD(等离子体增强化学气相沉积)而形成。

然后，在绝缘膜 340 上形成栅电极 G。优选地，栅电极 G 位于多晶硅图案 330 的中间部分。例如，栅电极 G 可以通过在绝缘膜 340 上沉积金属材料并蚀刻所沉积的金属膜而形成。

参照图 7C，形成绝缘层 350，以覆盖栅电极 G 和绝缘膜 340。绝缘层 350 可以通过诸如 PECVD 而形成，优选地，为了确保 TFT 的优良可靠性并防止色度亮度干扰，绝缘层具有不小于预定标准的厚度。例如，绝缘层 350 的厚度可以为 6000 Å 或更大。

然后，蚀刻绝缘膜 340 的一部分和绝缘层 350 的一部分，以形成接触孔。接触孔包括：第一接触孔 352，与栅电极 G 的一侧隔开预定距离以露出多晶硅图案 330 的一部分；以及第二接触孔 354，与栅电极 G 的另一侧隔开预定距离以露出多晶硅图案 330 的一部分。

参照图 7D，通过第一接触孔 352 和第二接触孔 354 分别形成与多晶硅图案 330 电连接的源电极 S 和漏电极 D。此处，源电极 S 通过第一接触孔 352 与 poly-Si 图案 330 电连接，而漏电极 D 通过第二接触孔 354 与 poly-Si 图案 330 电连接。

然后，在绝缘层 350 上形成覆盖源电极 S 和漏电极 D 的保护层 360，以保护源电极 S 和漏电极 D。接着，蚀刻绝缘层 350 的一部分以形成像素接触孔 362。以这种方式在保护层 360 上形成透明的像素电极 370，使其通过像素接触孔 362 与漏电极 D 电连接。

根据该实施例，通过激光束照射形成的多晶硅图案 330 呈现出高电子迁移率，这使得制造具有改善电特性的薄膜晶体管成为可能。

图 7A 至图 7D 所示的实施例示出了顶端栅极模式薄膜晶体管，但本发明并不局限于此。本发明也适用于底部栅极模式薄膜晶体管。

如上所述，根据本发明，在形成具有改进电特性的多晶硅薄膜的方法中，以及在使用根据本发明的形成多晶硅薄膜的方法制造薄膜晶体管的方法中，通过具有低能量密度的激光束的第一次照射主要形成{100}织构晶粒，并通过具有高能量密度的激光束的随后照射而生长，从而形成具有主要为{100}织构和较大晶粒尺寸的硅晶粒。因此，可以形成具有诸如改进电子迁移率等的改进电特性的多晶硅薄膜和包括该多晶硅薄膜的薄膜晶体管。

本领域技术人员将认识到，在不违背本发明原则的前提下，可以对优选实施例进行各种更改和变化。因此，本发明所公开的优选实施例仅用于一般的描述性说明，并不限制本发明。



图1

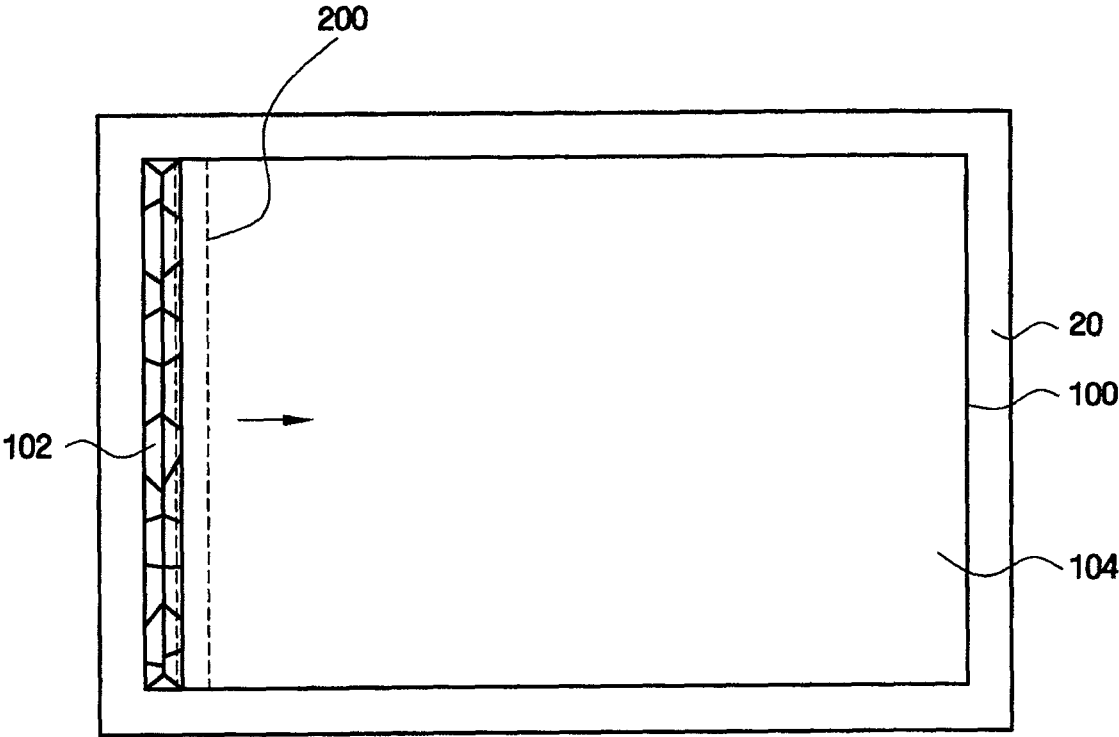


图2

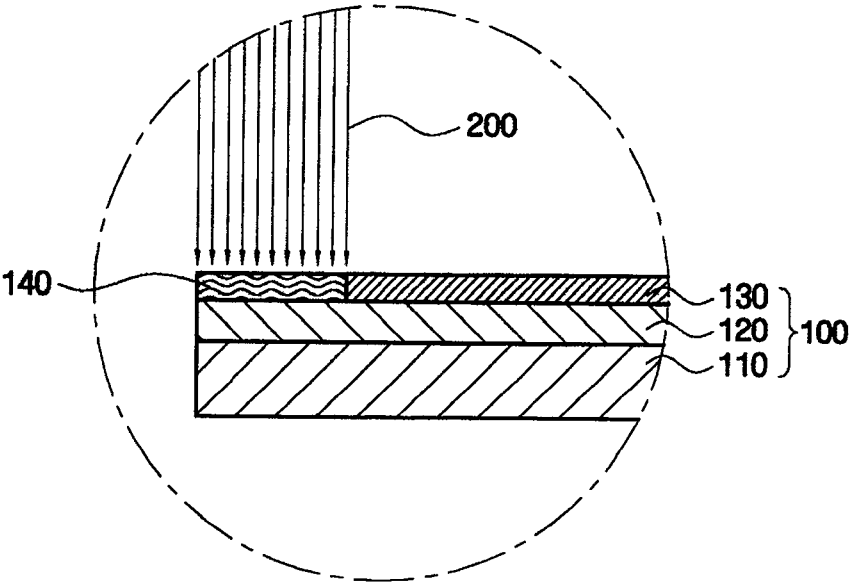


图3

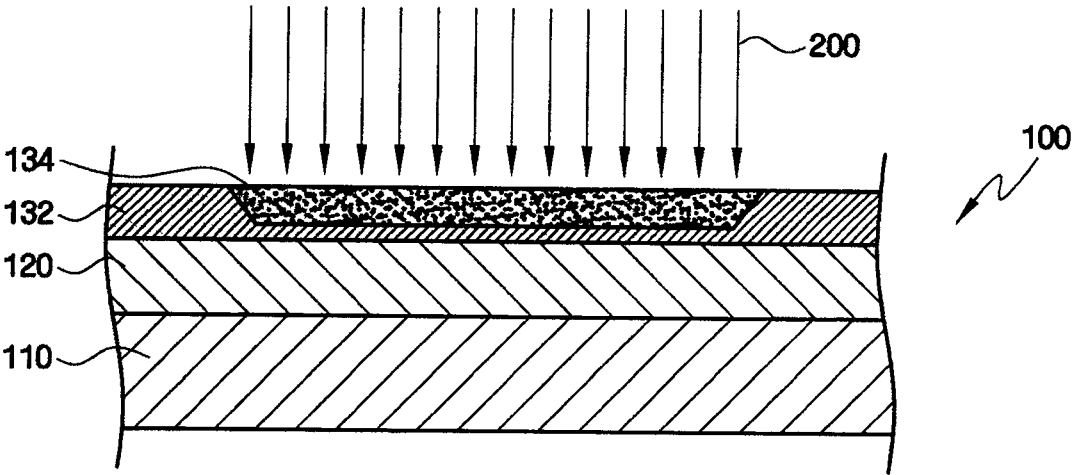


图4A

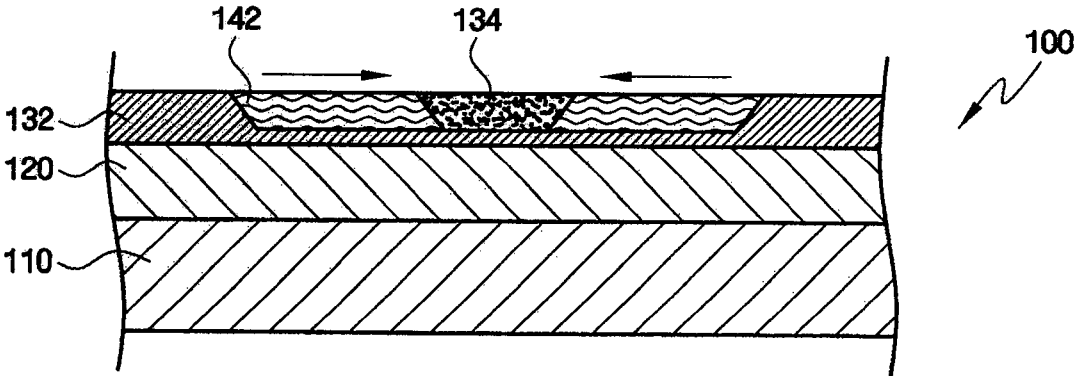


图4B

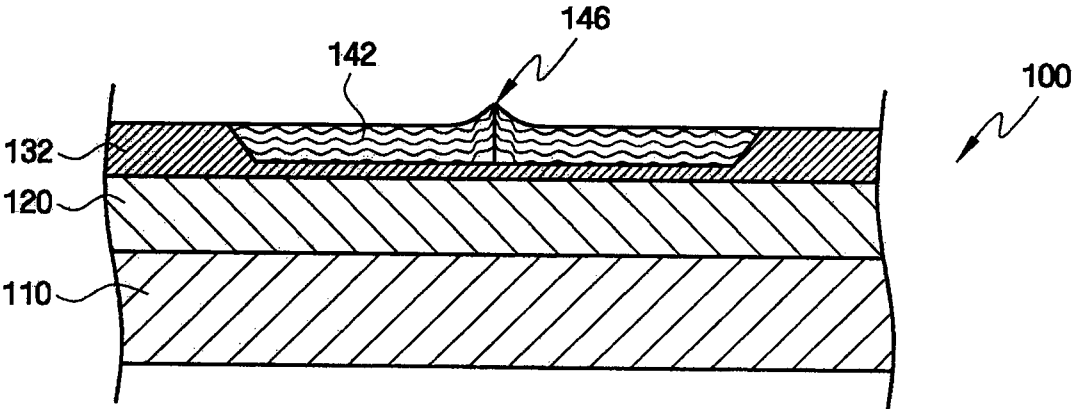


图4C

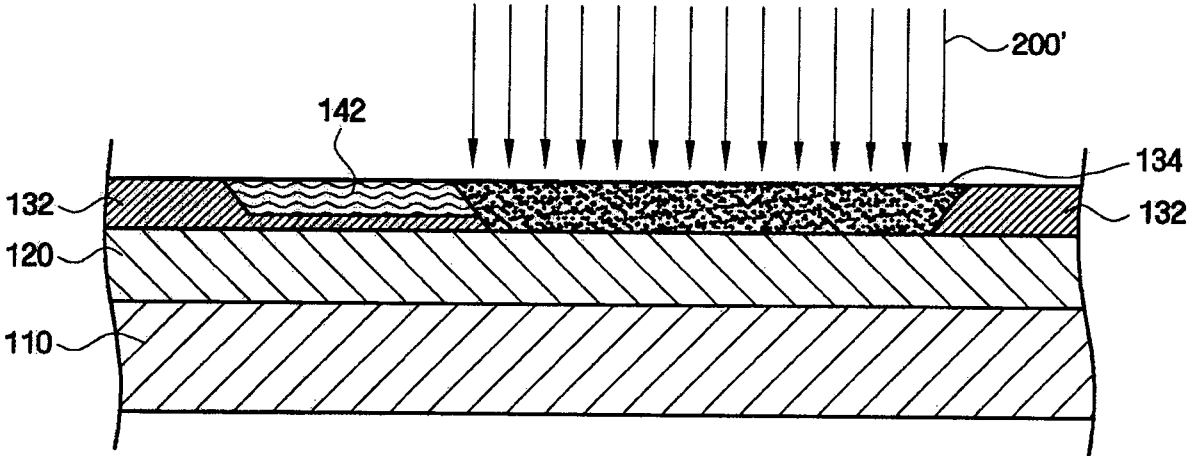


图4D

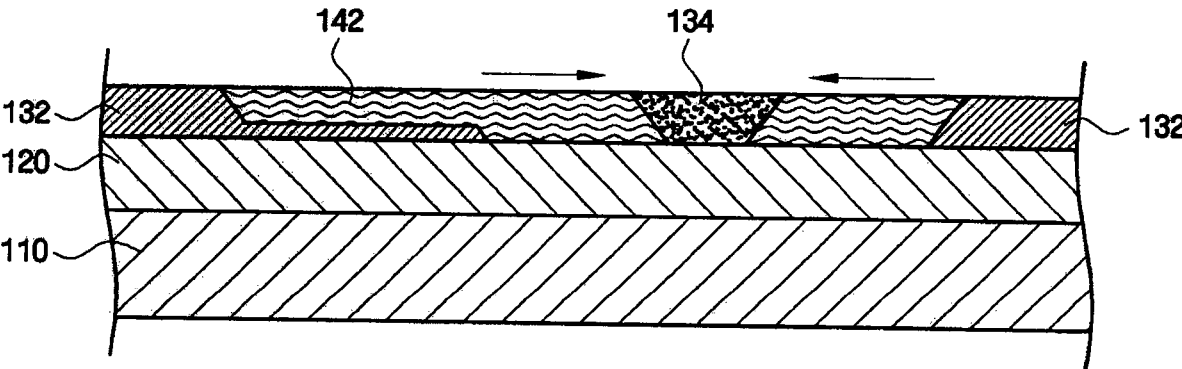


图4E

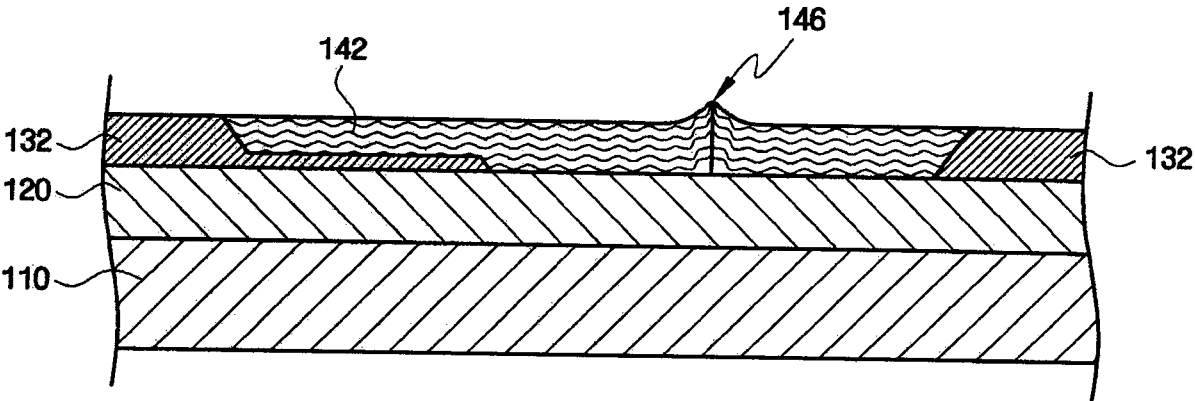


图4F

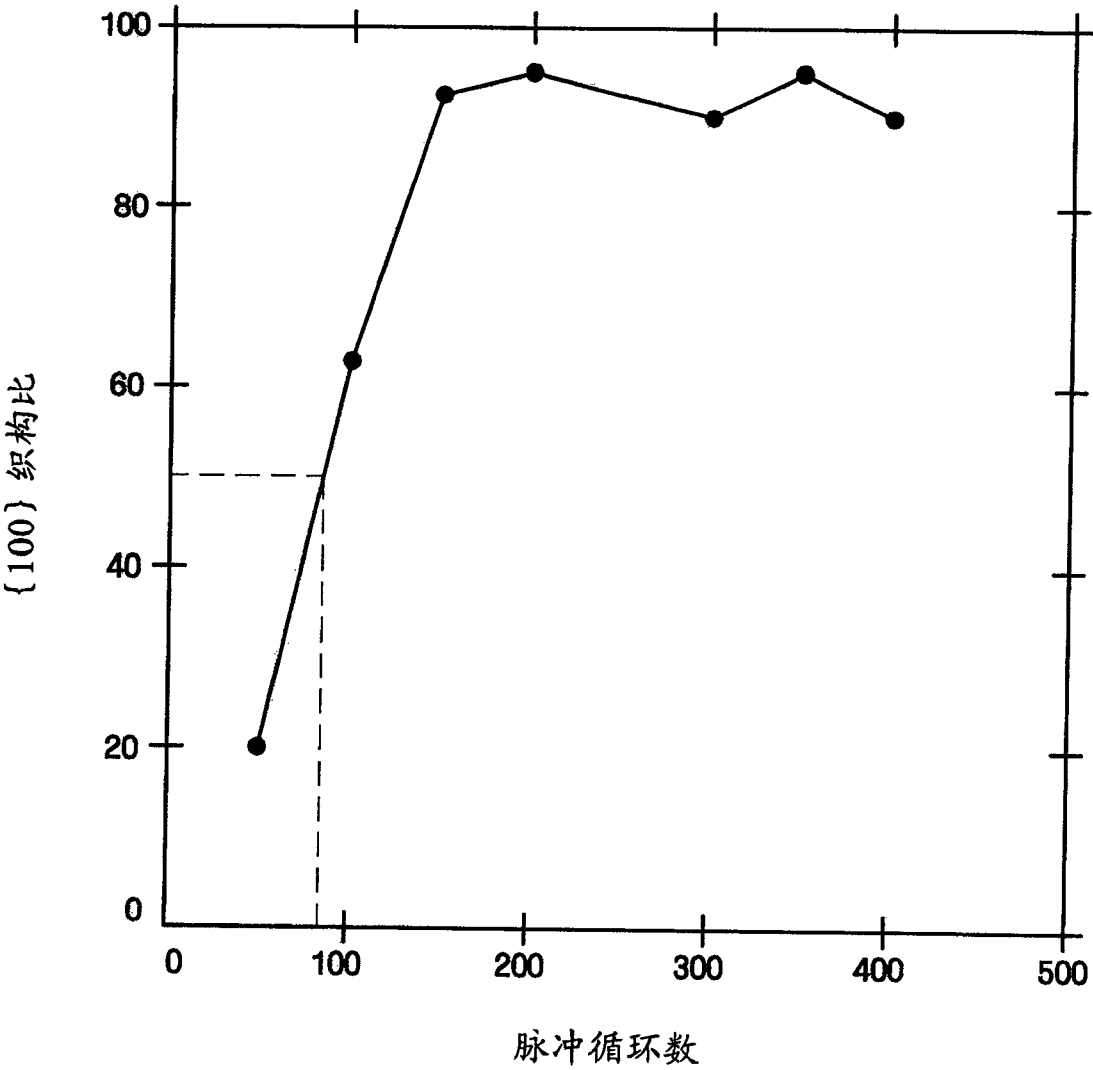


图5

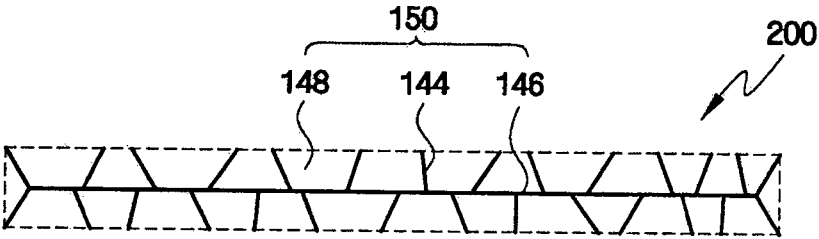


图6A

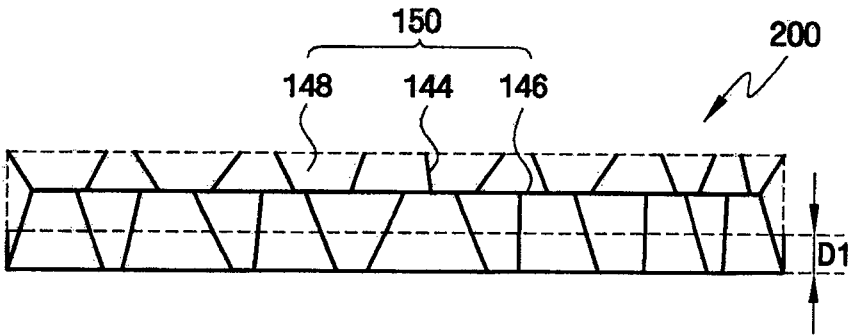


图6B

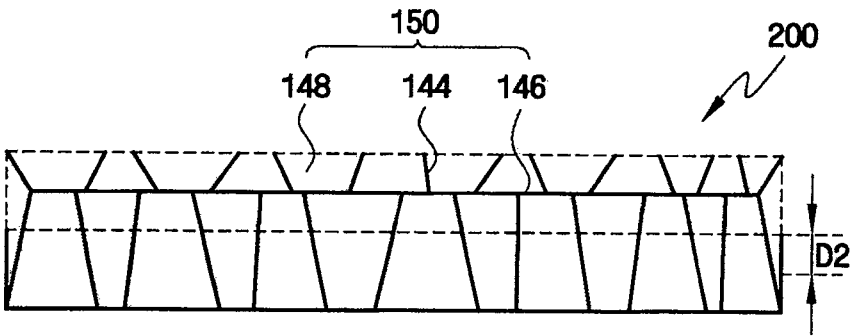


图6C

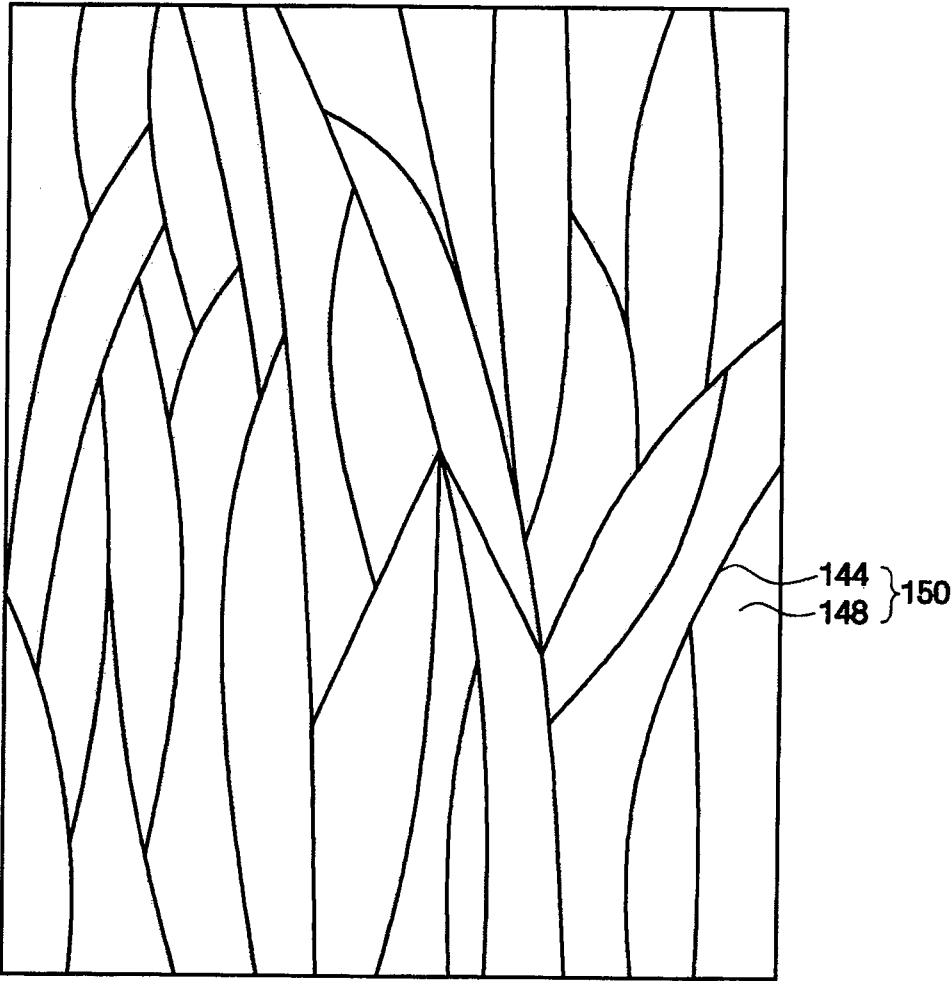


图6D

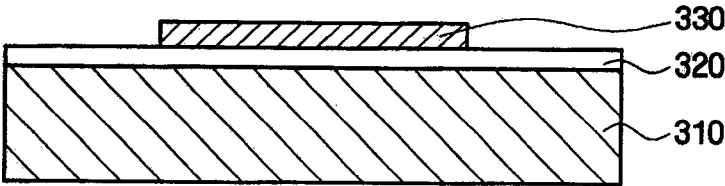


图7A

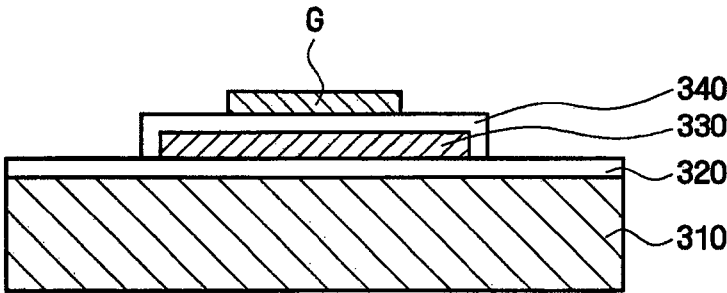


图7B

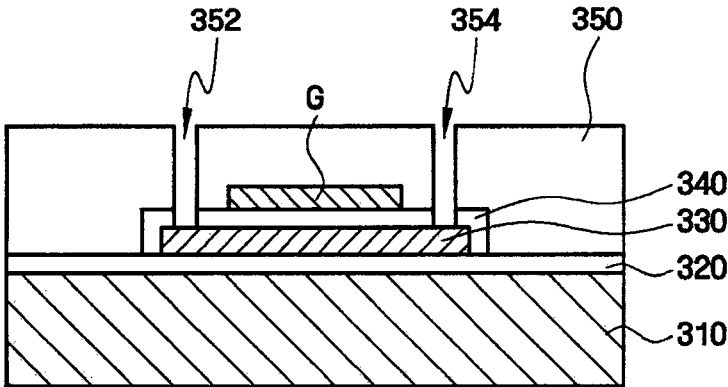


图7C

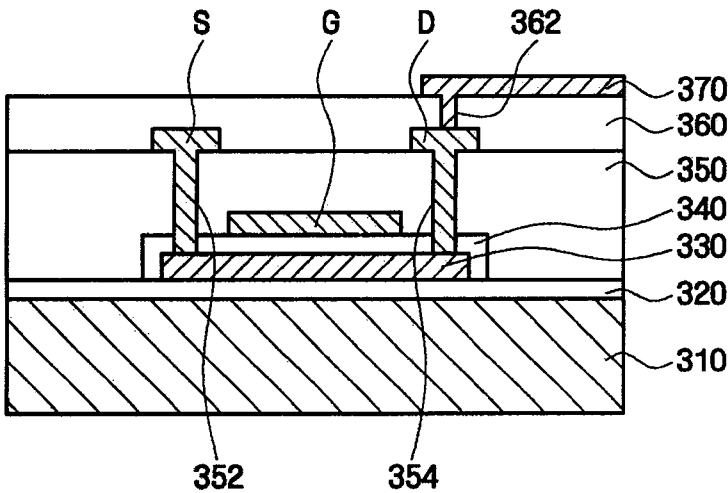


图7D