

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410043289.1

[51] Int. Cl.

H01L 21/324 (2006.01)

H01L 21/336 (2006.01)

H01L 21/84 (2006.01)

G02F 1/136 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 1 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 100359651C

[22] 申请日 2004.5.17

[21] 申请号 200410043289.1

[73] 专利权人 统宝光电股份有限公司

地址 台湾省新竹科学工业区苗栗县

[72] 发明人 柯明道 邓至刚 曾当贵 石 安

[56] 参考文献

CN1058583C 2000.11.15

US200101272A1 2001.8.9

CN1050221C 2000.3.8

审查员 戴永超

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 陶凤波 侯 宇

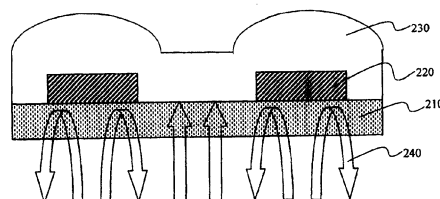
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

[54] 发明名称

应用于高效能薄膜晶体管的多晶硅退火结构及其方法

[57] 摘要

一种应用于高效能薄膜晶体管的多晶硅退火结构及其方法，于玻璃基板预定形成源极和漏极处先镀上金属图案再覆以非晶硅膜，使源极和漏极中间的预定栅极区域形成诱发侧向结晶生长区域，以形成多晶硅退火结构；并进一步结合准分子激光退火，准分子激光由另一表面穿透玻璃基板使非晶硅膜吸收准分子激光束的能量以形成熔融状态，而镀有金属层的区域则反射大部分准分子激光束，使非晶硅膜产生温度梯度，以诱发侧向结晶生长，在有源区域内形成优选的结晶结构，提升薄膜晶体管的性能。



1. 一种应用于薄膜晶体管的多晶硅退火方法, 其步骤包括:
提供一基板;
于该基板的一表面形成一金属图案, 并预定该金属图案为形成薄膜晶体管的源极和漏极的位置;
披覆一非晶硅膜于该基板, 同时覆盖该金属图案;
提供一准分子激光束以投射于该基板的另一表面, 并穿透该基板使该非晶硅膜吸收该准分子激光束的能量以形成熔融状态, 其中镀有该金属图案的区域则反射大部分准分子激光束; 及
再结晶该非晶硅膜以形成一多晶硅薄膜, 该金属图案的间隙的非晶硅膜形成一温度梯度诱发侧向结晶生长区域, 该温度梯度诱发侧向结晶生长区域缓慢地降温, 以使该非晶硅膜由接近该金属图案之处成核, 并向该温度梯度诱发侧向结晶生长区域持续进行侧向结晶至完成该多晶硅薄膜。
2. 如权利要求1所述的应用于薄膜晶体管的多晶硅退火方法, 其中该准分子激光束为一氟化氬激光束。
3. 如权利要求1所述的应用于薄膜晶体管的多晶硅退火方法, 其中该准分子激光束为一氟化氬激光束。
4. 如权利要求1所述的应用于高效能薄膜晶体管的多晶硅退火方法, 其中该准分子激光束为可为硅薄膜所吸收的一等效激光束。
5. 如权利要求1所述的应用于薄膜晶体管的多晶硅退火方法, 其中该金属图案为一铝金属图案。
6. 如权利要求1所述的应用于薄膜晶体管的多晶硅退火方法, 其中该温度梯度诱发侧向结晶生长区域为形成薄膜晶体管的栅极的位置。
7. 一种应用于薄膜晶体管的多晶硅退火结构, 应用于进行非晶质硅退火制造工艺以形成多晶硅, 其包括:
一基板;
一金属图案, 形成于该基板的一表面, 并预定该金属图案为形成薄膜晶体管的源极和漏极的位置; 及
一非晶硅膜, 披覆于该基板, 并同时覆盖该金属图案。
8. 如权利要求7所述的应用于薄膜晶体管的多晶硅退火结构, 其中该

金属图案为一铝金属图案。

9. 如权利要求7所述的应用于薄膜晶体管的多晶硅退火结构,其中该金属图案的间隙为形成薄膜晶体管的栅极的位置。

应用于高效能薄膜晶体管的多晶硅退火结构及其方法

技术领域

本发明涉及一种多晶硅退火结构及其方法，特别是涉及一种应用于高效能薄膜晶体管的多晶硅退火结构及其方法。

背景技术

薄膜晶体管(thin-film transistors, TFT)可应用于液晶显示器(liquid crystal display, LCD)的驱动元件，由于非晶硅(amorphous silicon, α -Si)薄膜晶体管可于 200-300℃低温制造，因此被广泛使用于 LCD 当中。目前市面上常见的薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD)几乎都是使用非晶硅(α -Si)薄膜晶体管做为像素(pixel)区域的开关元件。但非晶硅的电子迁移率(electron mobility)低，不超过 $1\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ，但若整合驱动电路在玻璃基板上，非晶硅(α -Si)薄膜晶体管已不敷目前高速元件应用的需求。而多晶硅(poly-Si)薄膜晶体管具有高载子移动率、低温敏感性(low temperature sensitivity)与优选的驱动能力，因此更适用于发展高速元件。以多晶硅薄膜晶体管做为开关元件的液晶显示器，显示画面的速度快而且亮度高，同时外围的驱动元件与控制电路也可制作于同一基板上，能提升可靠性与压低制造成本，因此成为今后薄膜晶体管液晶显示器的发展主流。

液晶显示器(LCD)为了要达到画质高亮度高分辨率水准，例如现在投影机、数字相机使用的 LCD，薄膜晶体管制造工艺温度需达到摄氏 1200 度到 1400 度的高温，所以必需使用石英(quartz)材料作为基板。但石英基板的价格昂贵，于是，为了降低生产成本，趋向使用玻璃基板代替石英基板，但玻璃基板能承受的制造工艺温度必须在摄氏 600 度以下，所以发展低温多晶硅的薄膜晶体管是必然的趋势。而现今大多数液晶屏幕所使用的是传统非晶硅制造工艺，其退火温度仍需高达摄氏 500 度以上高温，使用耐高温的玻璃仍是成本的一大考量。于是，相应产生许多降低多晶硅制造工艺温度的方法，其中，由于准分子激光诱发结晶(eximer laser-induced crystalline, ELC)法和金属诱发侧向结晶(metal induced lateral crystallization, MILC)法，均可应用以生

长高品质及低缺陷密度(low defect density)的多晶硅, 而受到瞩目。

以准分子激光(excimer laser)退火的方式, 是将激光光经过投射系统后, 产生能量均匀分布的激光束, 投射于非晶硅结构的玻璃基板上, 当玻璃基板上的非晶硅膜吸收准分子激光的特定波长能量后会瞬间熔融, 然后再结晶转变成成为多晶硅结构, 而玻璃基板对此特定波长并不会吸收能量, 不会产生热破坏。因为准分子激光退火的方式, 整体制造工艺都是在低温以下完成, 所以一般玻璃基板皆可适用。

其中, 多晶硅薄膜晶体管的临界电压(threshold voltage)、场效迁移率(field-effect mobility)和驱动电流(driving current)的优劣取决于多晶硅的晶粒尺寸与结构。使用准分子激光退火的低温制造工艺形成多晶硅时, 准分子激光的激光脉冲时间仅数十纳秒(ns, 10^{-9} second), 无法提供硅原子足够的时间进行具有方向性的重新排列, 以形成较大、较均匀的多晶硅结晶颗粒, 使得以准分子激光退火制造工艺形成多晶硅的制造工艺无法广为利用。而金属诱发侧向结晶法为侧向生长法, 亦可得到较大的硅结晶晶粒。于元件应用时, 金属可镀于源极/漏极(source/drain)处, 于形成金属诱发侧向结晶生长的同时, 亦形成金属硅化物接触(contacts)。因此, 为了能提高低温多晶硅薄膜晶体管的效能, 逐渐发展出上述两者技术的制造工艺。

请参考图 1A, 其为现有的非晶硅退火结构剖面示意图。如图 1A 所示, 先利用光微影技术将条纹状金属层 11 镀于非晶硅层 10 表面, 非晶硅层下方为氧化硅层 12。再进行准分子激光退火。由于镀有条纹状金属层 11 的部分可反射约 95%的激光能量, 而不为金属层 11 所覆盖的非晶硅部分, 吸收准分子激光束 13 固定波长的能量后则产生熔融现象。如图 1B 所示, 其为现有的非晶硅退火结构上视示意图。以激光束投射于非晶硅层 10 时, 镀有条纹状金属层 11 的部分可藉由金属层 11 来散热与熔融的部分产生温度梯度, 使得非晶硅层 10 产生侧向的热梯度; 因此熔融的非晶硅层部分由镀有条纹状金属层 11 的非晶硅边缘开始成核, 然后再结晶转变成成为多晶硅薄膜 14。然后需再去除条纹状金属层 11, 才能完成后续的多晶硅薄膜晶体管的制作。

另一种方法请参考图 2, 其为现有的非晶硅退火结构剖面示意图。如图 2 所示, 非晶硅层 20 的上下皆具有隔离的氧化层 22, 于非晶硅层 20 所预定的栅极区域的底层与缓冲层 23 之间形成一层空气间隙 21 (air gap), 激光束 13 由上方投射于非晶硅层 10, 使空气间隙区域的热传导速率慢于两侧预定

为源极/漏极(source/drain)处。进行准分子激光退火,使栅极部分的熔融非晶硅由源极/漏极(source/drain)的边缘开始成核,并产生侧向结晶转变成为多晶硅结构。由上述技术可知,如何增加多晶硅的结晶尺寸以提高薄膜晶体管的效能,成为目前发展的重要目标。

除此之外,为形成优选的多晶硅结构,更发展出连续侧向固化法(Sequential Lateral Solidification, SLS)、相位偏移光掩模(Phase Shift Mask)和非晶硅平坦化(floating α -Si layer)等制造工艺。但是,利用这些方法需另外增加一些设备,增加了制造工艺的设备成本,也较不易整合至现有制造工艺。

发明内容

本发明的目的提供一种应用于高效能薄膜晶体管的多晶硅退火结构及其方法,从而增加多晶硅的结晶尺寸以形成高效能的薄膜晶体管。

本发明所提供的应用于高效能薄膜晶体管的多晶硅退火结构及其方法,于玻璃基板预定形成源极/漏极(source/drain)处先镀上金属层再覆以非晶硅膜,使源极和漏极中间预定出栅极有源区域位置,并使用准分子激光退火,使镀有金属层的区域与预定栅极区域产生温度梯度,使熔融的非晶硅膜由温度低的金属层上方区域开始成核。并且,由于栅极区域的温度较高使非晶硅膜能有足够的时间有方向性的结晶以形成优选的结晶结构。

为达成本发明的应用于高效能薄膜晶体管的多晶硅退火方法,本发明还包括应用于高效能薄膜晶体管的多晶硅退火结构,由玻璃基板、金属图案与非晶硅膜所组成;金属图案镀于玻璃基板的一表面,并预定此金属图案为形成薄膜晶体管的源极和漏极的位置,非晶硅膜披覆于玻璃基板,并同时覆盖住金属图案。由于在进行多晶硅退火时,准分子激光由背向穿透玻璃基板使非晶硅膜吸收准分子激光束的能量以形成熔融状态,而镀有金属层的区域则反射大部分的准分子激光束。让有金属图案区域和有源区域的非晶硅膜产生温度梯度,诱发侧向成长机制;并且此特定波长的准分子激光束能量不会被玻璃所吸收,所以可让非晶硅膜瞬间加热至熔融状而不致对玻璃基板造成损害。

由于本发明于薄膜晶体管的预定源极和漏极的位置形成金属图案,于退火制造工艺完成之后,并不需要去除金属图案,可将其作为一种良好的金属接触界面。此外,此多晶硅退火结构制作成为薄膜晶体管后,在晶体管操

作的情形下可分散漏极端的高电场效应，以提升薄膜晶体管的效能。

为使对本发明的目的、构造特征及其功能有进一步的了解，兹配合附图作详细说明。

附图说明

图 1A 为现有的非晶硅退火结构剖面示意图；

图 1B 为现有的非晶硅退火结构上视示意图；

图 2 为另一现有的非晶硅退火结构剖面示意图；

图 3 为本发明的应用于高效能薄膜晶体管的多晶硅退火方法的实施步骤流程图；

图 4 为本发明实施例的高效能薄膜晶体管的多晶硅结构的侧视示意图；
及

图 5 为本发明实施例的高效能薄膜晶体管的多晶硅结构的下视示意图。

简单符号说明

210	玻璃基板
220	铝金属图案
230	非晶硅膜
240	准分子激光束

具体实施方式

本发明所揭露的应用于高效能薄膜晶体管的多晶硅退火结构及其方法，将于非晶硅膜和玻璃基板之间制作金属图案的多晶硅退火结构，应用于进行非晶质硅退火制造工艺以形成具有优选晶粒尺寸的多晶硅。

为更详细说明本发明，请参考图 3，其为本发明的应用于高效能薄膜晶体管的多晶硅退火方法的实施步骤流程图，其实施步骤包括：提供一玻璃基板(步骤 110)；于玻璃基板的表面镀上铝金属图案，并预定铝金属图案为形成薄膜晶体管的源极和漏极的位置(步骤 120)；披覆非晶硅膜于玻璃基板，同时覆盖铝金属图案(步骤 130)；提供准分子激光束以投射于玻璃基板的另一表面(步骤 140)，使准分子激光束穿透玻璃基板使非晶硅膜吸收准分子激光束的能量以形成熔融状态，而镀有铝金属图案的区域则反射大部分准分子激光束；使非晶硅膜由接近铝金属图案之处成核，并向中央区域持续进

行侧向结晶以形成多晶硅薄膜(步骤 150)。

由上述流程可知,本发明方法需配合应用于高效能薄膜晶体管的多晶硅结构,由玻璃基板、铝金属图案与非晶硅膜所组成。请参考图 4,其为本发明实施例的侧视示意图;铝金属图案 220 镀于玻璃基板 210 的一表面,并预定此铝金属图案 220 为形成薄膜晶体管的源极和漏极的位置,非晶硅膜 230 披覆于玻璃基板 210,并同时覆盖住铝金属图案 220。在进行多晶硅退火时,准分子激光束 240 由另一表面穿透玻璃基板 210,使非晶硅膜 230 吸收准分子激光束 240 的能量以形成熔融状态,同时,镀有铝金属图案 220 的区域则反射大部分的激光束。熔融状态的非晶硅膜 230 由接近铝金属图案 220 之处开始成核,铝金属图案 220 间隙的非晶硅膜 230 形成温度梯度诱发侧向结晶生长区域,温度梯度诱发侧向结晶生长区域降温较为缓慢,能使硅原子有足够的时间有序排列,产生较大的硅结晶尺寸。其结晶结果请参考图 5,其为本发明实施例的下视示意图;由于接近铝金属图案 220 之处温度较低即成为成核起始处,然后由于温度梯度诱发侧向结晶生长区域降温较为缓慢,则使非晶硅膜 230 逐渐结晶至形成较大的晶粒尺寸。铝金属图案 220 为形成薄膜晶体管的源极和漏极的位置,其诱发侧向结晶生长区域为建立薄膜晶体管的栅极的位置。

由于铝金属图案间隙的非晶硅膜其上方的空气间隔形成良好的隔热区,同时,其铝金属图案可反射大部分的准分子激光束,使得镀有金属图案和金属图案间隙的非晶硅膜的温度梯度更大;而有效形成温度梯度诱发侧向结晶生长区域。同时,相比于前案本发明不需要去除铝金属图案和增加其它的制造工艺设备,可节省制造工艺步骤和制作成本。其中,本发明所使用的准分子激光束为氯化氙(XeCl)激光束或氟化氙(KrF)激光束等。

虽然本发明以优选实施例揭露如上,然而其并非用以限定本发明,本领域的技术人员在不脱离本发明的精神和范围内,可作些许的更动与润饰,因此本发明的保护范围应当以后附的权利要求所界定者为准。

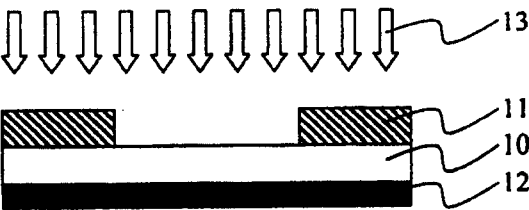


图 1A

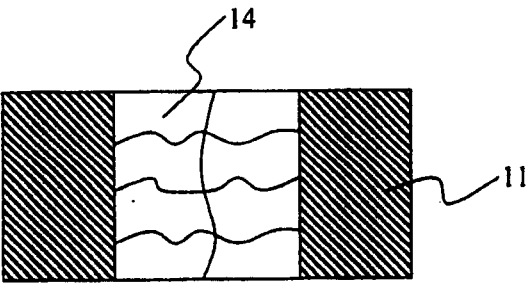


图 1B

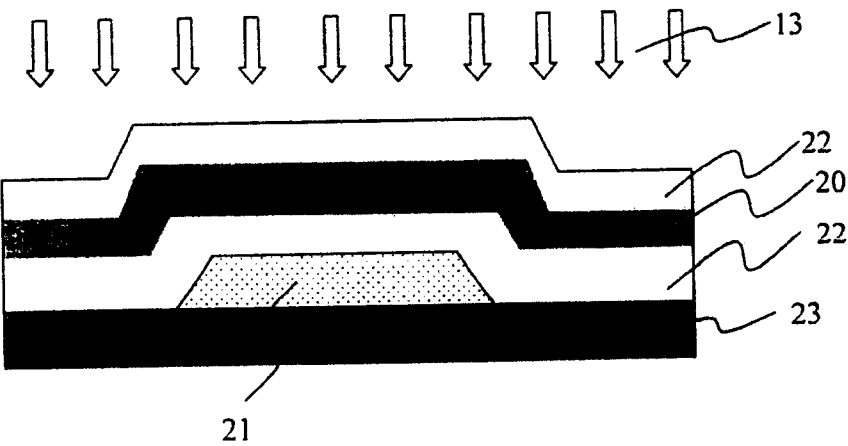


图 2

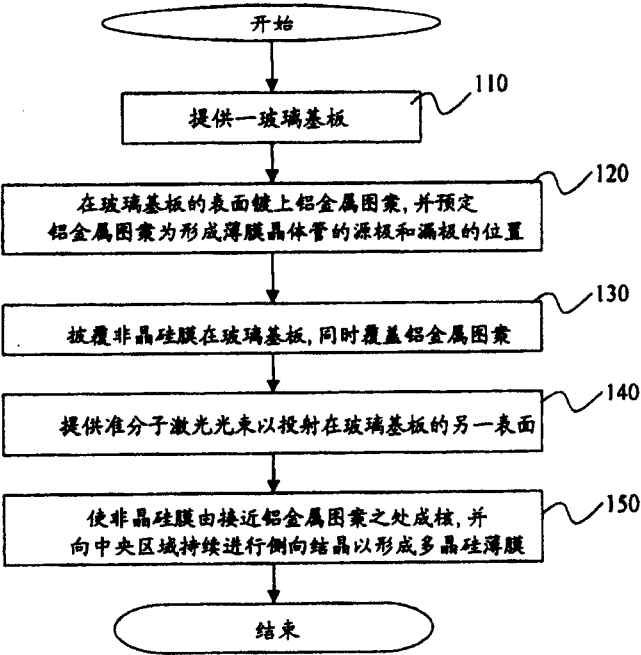


图 3

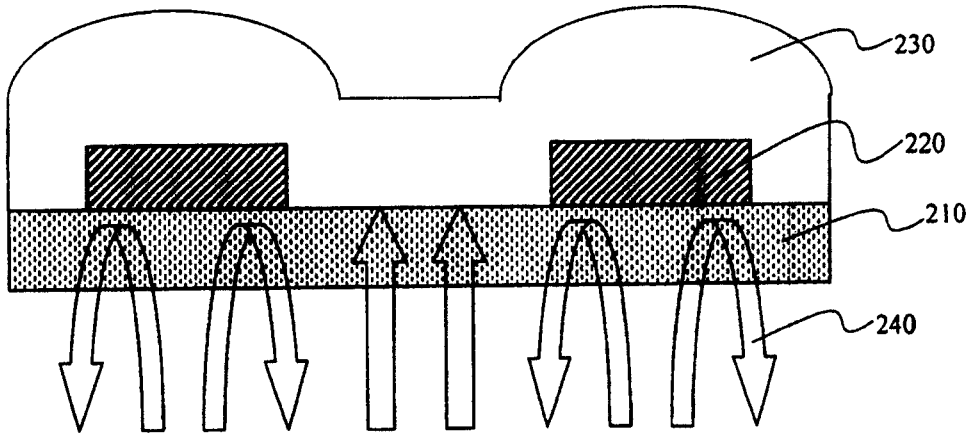


图 4

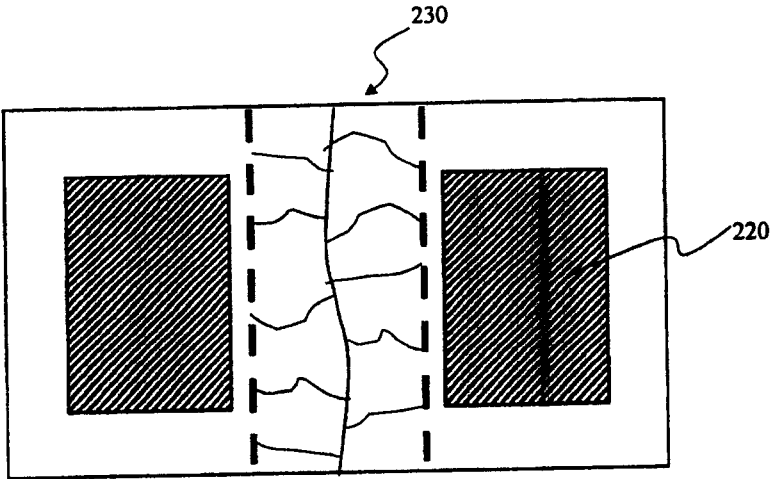


图 5