

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 10 月 30 日 (30.10.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/172963 A1

(51) 国际专利分类号:

H01L 21/205 (2006.01) C30B 28/00 (2006.01)
H01L 21/20 (2006.01) C23C 16/24 (2006.01)
H01L 21/268 (2006.01) C30B 25/00 (2006.01)
C30B 29/06 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2013/076957

(22) 国际申请日: 2013 年 6 月 7 日 (07.06.2013)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

201310150809.8 2013 年 4 月 26 日 (26.04.2013) CN

(71) 申请人: 京东方科技集团股份有限公司 (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区酒仙桥路 10 号, Beijing 100015 (CN)。

(72) 发明人: 刘震 (LIU, Zhen); 中国北京市经济技术开发区地泽路 9 号, Beijing 100176 (CN)。

(74) 代理人: 北京市柳沈律师事务所 (LIU, SHEN & ASSOCIATES); 中国北京市朝阳区北辰东路 8 号汇宾大厦 A0601, Beijing 100101 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: LOW-TEMPERATURE POLYCRYSTALLINE SILICON THIN FILM, THIN FILM TRANSISTOR, PREPARATION METHOD THEREFOR, AND DISPLAY PANEL

(54) 发明名称: 低温多晶硅薄膜、薄膜晶体管、其制备方法及其显示面板

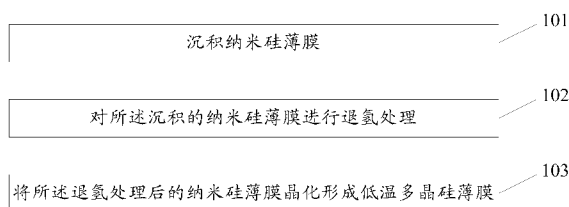


图 1 / FIG. 1

101 DEPOSIT A NANOMETER SILICON FILM
102 DEOXYGENATE THE DEPOSITED NANOMETER SILICON FILM
103 FORM A LOW-TEMPERATURE POLYCRYSTALLINE SILICON THIN FILM
BY CRYSTALLIZING THE DEOXYGENATED NANOMETER SILICON FILM

(57) Abstract: A low-temperature polycrystalline silicon thin film, a thin film transistor, a preparation method therefor, and a display panel. The method for preparing the low-temperature polycrystalline silicon thin film comprises: forming the low-temperature polycrystalline silicon thin film by crystallizing a nanometer silicon film.

(57) 摘要: 一种低温多晶硅薄膜及其制备方法、薄膜晶体管及其制备方法、显示面板。所述低温多晶硅薄膜的制备方法包括: 所述低温多晶硅薄膜由纳米硅薄膜晶化形成。



WO 2014/172963 A1

低温多晶硅薄膜、薄膜晶体管、其制备方法及显示面板

技术领域

- 5 本发明的实施例涉及一种低温多晶硅薄膜及其制备方法、薄膜晶体管及其制备方法和显示面板。

背景技术

- 低温多晶硅薄膜晶体管（LTPS-TFT）相较于非晶硅（a-Si）薄膜晶体管
10 具有更加优异的电学性能。LTPS-TFT 的尺寸可较 a-Si TFT 更小，因而可使光的穿透率提高，进而可减小液晶显示面板的背光模块的负荷，延长液晶显示面板的寿命。此外，由于低温多晶硅薄膜（LTPS）能够直接在基板上制成高速 CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor，互补金属氧化物半
15 导体）驱动电路系统，这样外部的印制电路板接脚亦较少，接线的连接点较少，使液晶显示面板产生缺陷的几率减小，增加了耐用度。

- 低温多晶硅薄膜晶体管中以多晶硅薄膜作为有源层。现有技术在形成多晶硅薄膜有源层的工艺过程中，首先沉积无定型非晶硅薄膜作为前驱薄膜，然后通过例如准分子激光退火法将前驱薄膜晶化为多晶硅薄膜。但是，在该方法中，准分子激光器产生的脉冲激光脉宽短、熔融时间仅数十纳秒，因此
20 晶化速率很快，导致生成的晶粒尺寸小，容易在沟道中产生较多的晶界，这降低了载流子迁移率，增加漏电流。另外由于使用无定型非晶硅薄膜为前驱薄膜，非晶硅熔点仍然较高，而激光晶化的能量是受一定的范围限制的，能量过低时所能完全熔融的非晶硅集中在表层，底层温度低于晶化硅的熔点，则呈现半熔融状态，晶化的方向将由为熔融的籽晶向上生长，多晶硅呈柱状的，所以这更影响了载流子迁移率的提高。但是，如果提高入射激光的能量
25 密度，则容易造成结晶颗粒不均匀，有明显的凸起，对后续薄膜的沉积产生不利的影响。

发明内容

- 30 本发明的实施例提供了一种低温多晶硅薄膜及其制备方法、薄膜晶体管

及其制备方法和显示面板，能够减少晶界及缺陷，提高薄膜晶体管质量。

本发明的一个方面提供了一种低温多晶硅薄膜的制备方法，所述低温多晶硅薄膜通过以纳米硅薄膜作为前驱体进行晶化而形成。

例如，所述方法包括下述步骤：沉积纳米硅薄膜；对所述沉积的纳米硅薄膜进行退氢处理；以及将所述退氢处理后的纳米硅薄膜晶化形成低温多晶硅薄膜。

例如，所述沉积的纳米硅薄膜包含的晶态的纳米硅晶粒的体积占所述沉积的纳米硅薄膜的体积的 50-60%。

例如，所述沉积纳米硅薄膜的步骤包括：采用等离子增强化学气相沉积法沉积纳米硅薄膜。

例如，在所述采用等离子增强化学气相沉积法沉积纳米硅薄膜的过程中，反应气体为 99.999% 的硅烷及 99.999% 的氢气的混合气体，其中，硅烷在所述混合气体中的质量百分含量为 0.1-10%，所述混合气体的流量为 100-1500sppm，工作气压为 10^{-2} - 10^3 Pa。

例如，在所述采用等离子增强化学气相沉积法沉积纳米硅薄膜的过程中，射频频率为 13.56MHz，射频功率为 30-500W。

例如，在所述采用等离子增强化学气相沉积法沉积纳米硅薄膜的过程中，沉积时间为 20 秒-30 分钟。

例如，所述沉积的纳米硅薄膜的厚度为 30-100nm。

例如，所述沉积的纳米硅薄膜中的纳米硅的粒度为 1-40nm，平均粒度为 1-20nm。

例如，所述将所述纳米硅薄膜晶化形成低温多晶硅薄膜的步骤包括：采用准分子激光退火法、固相晶化法或金属诱导横向晶化法将所述纳米硅薄膜晶化形成低温多晶硅薄膜。

例如，在所述将所述纳米硅薄膜晶化形成低温多晶硅薄膜的步骤为包括采用准分子激光脉冲退火法将所述纳米硅薄膜晶化形成低温多晶硅薄膜的情况下，其中，激光脉冲频率为 200-400Hz，激光能量密度为 240 - $250\text{mJ}/\text{cm}^2$ 。

本发明的另一个方面提供了一种薄膜晶体管的制备方法，包括采用本发明实施例提供的所述的低温多晶硅薄膜的制备方法制备作为有源层的低温多晶硅薄膜。

本发明的再一个方面提供了一种低温多晶硅薄膜，所述低温多晶硅薄膜为通过本发明实施例提供的方法制备而成的。

本发明的再一个方面提供了一种薄膜晶体管，所述薄膜晶体管包括本发明实施例提供的低温多晶硅薄膜。

5 本发明的再一个方面提供了一种显示面板，所述显示面板包括本发明实施例提供的所述的薄膜晶体管。

附图说明

10 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅涉及本发明的一些实施例，而非对本发明的限制。

图 1 为本发明实施例提供的一种低温多晶硅薄膜的制备方法的流程图；

图 2 为图 1 中的低温多晶硅薄膜的制备方法示意图；

图 3 为本发明实施例提供的一种薄膜晶体管的结构示意图。

15 附图标记

1: 玻璃基板； 2: 缓冲层 3: 多晶硅薄膜有源层
4: 栅极； 5: 栅极绝缘层 3a: 多晶硅薄膜有源层左侧的高
掺杂源区； 3b: 多晶硅薄膜有源层右侧的漏区
6: 源极 7: 漏极 8: 准分子激光器产生的激光
20 9: 激光的移动方向 10: 纳米硅薄膜层
11: 激光与纳米硅薄膜相作用发生晶化的区域

具体实施方式

25 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例的附图，对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例，本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

30 除非另作定义，此处使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。“一个”、“一”或者“该”

等类似词语也不表示数量限制，而是表示存在至少一个。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现在其前面的元件或者物件涵盖出现在其后面列举的元件或者物件及其等同，而不排除其他元件或者物件。“上”、“下”、

“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系，当被描述对象的绝对位置改变后，则该相对位置关系也可能相应地改变。

本发明实施例提供了一种低温多晶硅薄膜的制备方法，所述低温多晶硅薄膜通过以纳米硅薄膜作为前驱体进行晶化而形成，也即采用了纳米硅薄膜为多晶硅薄膜的前驱薄膜。

低温多晶硅薄膜（LTPS）是多晶硅薄膜的一个分支，除此之外还有高温多晶硅薄膜（HTPS）。高温多晶硅薄膜在制备工艺中需要 1000℃以上的高温退火技术方能将非晶硅结构特性转化为多晶硅结构。而低温多晶硅薄膜的制备工艺通常是在 600℃以下完成的，相比于高温多晶硅薄膜而言大大降低了能耗。

纳米硅薄膜是由大量纳米尺寸的硅微晶粒构成的一种低纤维材料，并含有一定量的晶态成分。例如，晶态成分（也即晶态的纳米硅晶粒）占纳米硅薄膜中体积 40-70%。当然该比例仅为举例说明，本领域技术人员可根据本说明书公开的原理选择具有其他含量晶态成分的纳米硅薄膜。

纳米硅薄膜可通过 PECVD（等离子增强化学气相沉积）方法沉积而成。可以理解的是，本领域技术人员还可以通过其他方法形成所述纳米硅薄膜，例如溅射（sputter）方法等。

在形成了具有一定量晶态成分的纳米硅薄膜后，可以采用 ELA（Excimer Laser Annealing，准分子激光退火）方法将该纳米硅薄膜晶化形成低温多晶硅薄膜。可以理解的是，本领域技术人员还可通过其他方法晶化形成多晶硅薄膜，例如通过 SPC（Solid Phase Crystallization，固相晶化）方法或者 MILC（Metal Induced Lateral Crystallization，金属诱导横向晶化）方法等。

在采用上述方法将纳米硅薄膜晶化成低温多晶硅薄膜的过程中，多晶硅薄膜能够以晶态的纳米硅晶粒为籽晶（seed）进行生长。因此，使得晶化形成的多晶硅薄膜中的晶粒尺寸较大，减少了沟道中产生的晶界，从而提高了载流子的迁移率，降低了漏电流，从而提高了多晶硅薄膜的质量。此外，以纳米硅薄膜作为前驱体进行晶化，克服了以非定型非晶硅薄膜为前驱薄膜时

对激光晶化能量的严格的范围限制,可在生产过程中较容易的控制反应条件。

本发明实施例提供了另一种低温多晶硅薄膜的制备方法,如图1所示,所示方法包括如下步骤101-103:

101、沉积纳米硅薄膜。

5 在本步骤中,优选的,如图2所示,采用PECVD方法沉积纳米硅薄膜10。在纳米硅薄膜10沉积的初期阶段,纳米硅中并没有形成晶相结构。纳米硅薄膜10中仅含有极少量的纳米级别小颗粒的非晶硅结构的纳米硅,也即此时纳米硅薄膜10中没有晶态成分存在。在沉积的过程中,随着纳米硅薄膜10的增厚,颗粒尺寸生长,逐步形成带有少量晶相的高度晶化的纳米硅晶粒。

10 此处PECVD方法采用硅烷(SiH_4)和氢气(H_2)的混合气体为反应气体。H基对纳米硅薄膜表面的弱的Si-Si键起到刻蚀作用,去掉了弱的Si-Si键,留下强的Si-Si键,使得纳米硅薄膜10的生长速度不至于过快,使其中键合良好的晶格结构得以保存下来,而无序网络成分降到最低,从而形成纳米硅晶粒。本步骤中形成的纳米硅晶粒占纳米硅薄膜体积的50-60%。

15 可以理解的是,在本步骤之前还可以包括在玻璃基板上沉积缓冲层的步骤,本发明对此不作具体限定,本领域技术人员可根据本领域公知常识或常用技术手段沉积所述缓冲层。如图2所示,首先在玻璃基板1上沉积缓冲层2,然后在缓冲层2上沉积纳米硅薄膜10。

102、对所述沉积的纳米硅薄膜进行退氢处理。

20 在本步骤中,例如350-550℃的温度下将沉积的纳米硅薄膜以退氢工艺处理50-120分钟。优选的,例如在450℃的温度下退火90分钟。

103、将所述退氢处理后的纳米硅薄膜晶化形成低温多晶硅薄膜。

在本步骤中,采用ELA方法将纳米硅薄膜晶化形成低温多晶硅薄膜。如图2所示,图中示出了准分子激光器产生的激光沿箭头示出的方向在纳米硅
25 薄膜10上方从右向左移动,以对其进行晶化的示意图。区域11为此时正在被晶化的纳米硅薄膜10的区域,在其右侧为已经晶化成的多晶硅薄膜有源层3。

本发明实施例提供的低温多晶硅薄膜的制备方法,采用PECVD方法沉积纳米硅薄膜,沉积的纳米硅薄膜中含有占纳米硅薄膜体积的50-60%的纳米
30 硅晶粒。然后,对纳米硅薄膜进行脱氢处理,最后将纳米硅薄膜晶化即形成

低温多晶硅薄膜。由于在纳米硅薄膜晶化成低温多晶硅薄膜的过程中，多晶硅薄膜能够以这些晶态的纳米硅晶粒为籽晶进行生长，因此，使得晶化形成的多晶硅薄膜中的晶粒尺寸较大，减少了沟道中产生的晶界，从而提高了载流子的迁移率，降低了漏电流，从而提高了多晶硅薄膜的质量。此外，以纳米硅薄膜作为前驱体进行晶化，克服了以非定型非晶硅薄膜为前驱薄膜时对激光晶化能量的严格的范围限制，可在生产过程中较容易的控制反应条件。

在形成纳米硅薄膜的过程中，最好选择合适的沉积工艺参数控制纳米硅薄膜的生长速率在适宜的范围内。

因此，在本发明提供的又一实施例中，步骤 101 中可以采取如下工艺参数沉积纳米硅薄膜。反应气体为 99.999% 的硅烷及 99.999% 的氢气的混合气体。硅烷在所述混合气体中的质量百分含量为 0.1-10%，所述混合气体的流量为 100-1500sppm，工作气压为 10^{-2} - 10^3 Pa。进一步优选的，例如硅烷在所述混合气体中的质量百分含量为 10%。进一步优选的，例如工作气压为 10^2 Pa。

优选的，为了进一步提高多晶硅薄膜的质量，在本发明提供的又一实施例中，步骤 101 中可以采取如下工艺参数沉积纳米硅薄膜。例如，射频频率为 13.56MHz，射频功率为 30-500W。进一步优选的，例如射频功率为 100W。

优选的，为了进一步提高多晶硅薄膜的质量，在本发明的又一实施例中，优选的，步骤 101 中可以采取如下工艺参数沉积纳米硅薄膜。例如，沉积时间为 20 秒-30 分钟。

优选的，为了进一步提高多晶硅薄膜的质量，在本发明提供的又一实施例中，步骤 101 中可以采取如下工艺参数沉积纳米硅薄膜。所述沉积的纳米硅薄膜的厚度例如为 30-100nm。进一步优选的，纳米硅薄膜的厚度例如为 50nm。

优选的，为了进一步提高多晶硅薄膜的质量，在本发明提供的又一实施例中，步骤 101 中可以采取如下工艺参数沉积纳米硅薄膜。所述沉积的纳米硅薄膜中的纳米硅的粒度例如为 1-40nm，平均粒度例如为 1-20nm。进一步优选的，例如纳米硅的粒度为 20nm。所述纳米硅包括形成晶态结构的纳米硅颗粒（晶粒）及未形成晶相结构的非晶硅颗粒。

优选的，为了进一步提高多晶硅薄膜的质量，在本发明提供的又一实施例中，步骤 103 中可采取如下工艺参数将所述纳米硅薄膜晶化形成低温多晶

硅薄膜。采用准分子激光退火法将所述纳米硅薄膜晶化形成低温多晶硅薄膜，例如激光脉冲频率为 200-400Hz，激光能量密度为 240-250mJ/cm²。

可以理解的是，可以将上述实施例中的沉积纳米硅薄膜的各个工艺参数组合应用，此处不再赘述。

5 与上述低温多晶硅薄膜的制备方法相对应的，本发明实施例还提供了一种薄膜晶体管的制备方法，所述制备方法包括本发明实施例提供的低温多晶硅薄膜的制备方法。本发明实施例提供的薄膜晶体管的制备方法，薄膜晶体管中作为有源层的低温多晶硅薄膜由纳米硅薄膜晶化而成，使得晶化形成的多晶硅薄膜中的晶粒尺寸较大，减少了有源层的沟道中产生的晶界，从而提高了载流子的迁移率，降低了漏电流，从而提高了多晶硅薄膜的质量。此外，
10 以纳米硅薄膜作为前驱体进行晶化，克服了以非定型非晶硅薄膜为前驱薄膜时对激光晶化能量的严格的范围限制，可在生产过程中较容易的控制反应条件。

与上述低温多晶硅薄膜制备方法相对应的，本发明实施例还提供了一种低温多晶硅薄膜，该低温多晶硅薄膜由本发明实施例提供的上述各低温多晶硅薄膜制备方法制备而成。如图 2 所示，层 3 即为通过上述实施例中的低温多晶硅薄膜制备方法制备而成的作为有源层的多晶硅薄膜。
15

本发明实施例提供的低温多晶硅薄膜，由纳米硅薄膜晶化而成，使得晶化形成的多晶硅薄膜中的晶粒尺寸较大，减少了沟道中产生的晶界，从而提高了载流子的迁移率，降低了漏电流，从而提高了多晶硅薄膜的质量。此外，
20 以纳米硅薄膜作为前驱体进行晶化，克服了以非定型非晶硅薄膜为前驱薄膜时对激光晶化能量的严格的范围限制，可在生产过程中较容易的控制反应条件。

与上述低温多晶硅薄膜相对应的，本发明实施例还提供了一种薄膜晶体管，该薄膜晶体管包括本发明实施例提供的上述各低温多晶硅薄膜。
25

如图 3 所示，为采用本发明实施例提供的低温多晶硅薄膜作为有源层的薄膜晶体管。该薄膜晶体管包括玻璃基板 1、缓冲层 2、多晶硅薄膜有源层 3、栅极 4、栅极绝缘层 5、多晶硅薄膜有源层左侧的高掺杂源区 3a、多晶硅薄膜有源层右侧的漏区 3b、源极 6 和漏极 7。可以理解的是，图 3 仅为本发明
30 实施例提供的薄膜晶体管的示意说明，本领域技术人员还可根据本领域的公知

常识或常用技术手段获得其他形式的包括本发明低温多晶硅薄膜的晶体管。玻璃基板例如可以使用塑料基板等代替。

5 本发明实施例提供的薄膜晶体管，采用了由纳米硅薄膜晶化而成的低温多晶硅薄膜作为有源层，使得晶化形成的多晶硅薄膜中的晶粒尺寸较大，减少了沟道中产生的晶界，从而提高了载流子的迁移率，降低了漏电流，从而提高了薄膜晶体管的质量。此外，以纳米硅薄膜作为前驱体进行晶化，克服了以非定型非晶硅薄膜为前驱薄膜时对激光晶化能量的严格的范围限制，可在生产过程中较容易的控制反应条件。

10 与上述薄膜晶体管相对应的，本发明实施例还提供了一种显示面板，所述显示面板包括本发明实施例提供的薄膜晶体管。本发明实施例提供的显示面板，其薄膜晶体管中低温多晶硅薄膜由纳米硅薄膜晶化而成，使得晶化形成的多晶硅薄膜中的晶粒尺寸较大，减少了沟道中产生的晶界，从而提高了载流子的迁移率，降低了漏电流，从而提高了多晶硅薄膜的质量。此外，以纳米硅薄膜作为前驱体进行晶化，克服了以非定型非晶硅薄膜为前驱薄膜时对激光晶化能量的严格的范围限制，可在生产过程中较容易的控制反应条件。

15 为了更好的说明上述低温多晶硅薄膜及其制备方法，下面以四个具体示例进行详细说明。

示例 1

20 在玻璃基板上使用 PECVD 工艺分别沉积 80nm 及 100nm 的 SiN_x 及 SiO_2 ，形成 SiN_x 及 SiO_2 双层缓冲层。

使用 PECVD 工艺在双缓冲层上沉积纳米硅薄膜层。工艺参数如下：反应气体为 99.999% 的硅烷 (SiH_4) 及 99.999% 的氢气 (H_2) 的混合气体，硅烷的含量为 1wt%；混合气体流量为 300sppm；射频频率为 13.56MHz；射频功率为 100W；工作气压为 100Pa；玻璃基板的温度为 180℃；沉积时间为 10 分钟。在上述工艺参数下沉积得到纳米硅薄膜层；经测试，所得到的纳米硅薄膜的厚度为 40nm，纳米硅的平均粒度为 15nm，晶态的纳米硅晶粒占纳米硅薄膜体积的 52%。

30 将纳米硅薄膜层经 450℃ 退氢工艺处理 90 分钟，然后将纳米硅薄膜层经 XeCl 准分子激光退火工艺进行处理。工艺参数如下：玻璃基板温度为 350℃，环境气氛为 20Pa 的氮气保护气氛，激光脉冲频率为 300Hz，激光能量密度为

250mJ/cm²。在上述工艺参数下，纳米硅薄膜层晶化为多晶硅薄膜层。

示例 2

在玻璃基板上使用 PECVD 工艺分别沉积 80nm 及 100nm 的 SiN_x 及 SiO₂，形成 SiN_x 及 SiO₂ 双层缓冲层。

- 5 使用 PECVD 工艺在双缓冲层上沉积纳米硅薄膜层。工艺参数如下：反应气体为 99.999% 的硅烷 (SiH₄) 及 99.999% 的氢气 (H₂) 的混合气体，硅烷的含量为 0.8wt%；混合气体流量为 250sppm；射频频率为 13.56MHz；射频功率为 150W；工作气压为 150Pa；玻璃基板的温度为 200℃；沉积时间为 12 分钟。在上述工艺参数下沉积得到纳米硅薄膜层；经测试，所得到的纳米
- 10 硅薄膜的厚度为 50nm，纳米硅的平均粒度为 18nm，晶态的纳米硅晶粒占纳米硅薄膜体积的 57%。

- 将纳米硅薄膜层经 450℃ 退氢工艺处理 90 分钟，然后将纳米硅薄膜层经 XeCl 准分子激光退火工艺进行处理。工艺参数如下：玻璃基板温度为 350℃，环境气氛为 10Pa 的氮气保护气氛，激光脉冲频率为 300Hz，激光能量密度为
- 15 240mJ/cm²。在上述工艺参数下，纳米硅薄膜层晶化为多晶硅薄膜层。

示例 3

在玻璃基板上使用 PECVD 工艺分别沉积 80nm 及 100nm 的 SiN_x 及 SiO₂，形成 SiN_x 及 SiO₂ 双层缓冲层。

- 使用 PECVD 工艺在双缓冲层上沉积纳米硅薄膜层。工艺参数如下：反
- 20 应气体为 99.999% 的硅烷 (SiH₄) 及 99.999% 的氢气 (H₂) 的混合气体，硅烷的含量为 1wt%；混合气体流量为 1300sppm；射频频率为 13.56MHz；射频功率为 200W；工作气压为 100Pa；玻璃基板的温度为 180℃；沉积时间为 10 分钟。在上述工艺参数下沉积得到纳米硅薄膜层；经测试，所得到的纳米硅薄膜的厚度为 70nm，纳米硅的平均粒度为 5nm，晶态的纳米硅晶粒占纳
- 25 米硅薄膜体积的 55%。

将纳米硅薄膜层经 480℃ 退氢工艺处理 85 分钟，然后将纳米硅薄膜层经 XeCl 准分子激光退火工艺进行处理。工艺参数如下：玻璃基板温度为 350℃，环境气氛为 20Pa 的氮气保护气氛，激光脉冲频率为 220Hz，激光能量密度为 250mJ/cm²。在上述工艺参数下，纳米硅薄膜层晶化为多晶硅薄膜层。

- 30 示例 4

在玻璃基板上使用 PECVD 工艺分别沉积 80nm 及 100nm 的 SiN_x 及 SiO_2 , 形成 SiN_x 及 SiO_2 双层缓冲层。

使用 PECVD 工艺在双缓冲层上沉积纳米硅薄膜层。工艺参数如下：反应气体为 99.999% 的硅烷 (SiH_4) 及 99.999% 的氢气 (H_2) 的混合气体，硅烷的含量为 1wt%；混合气体流量为 200sppm；射频频率为 13.56MHz；射频功率为 400W；工作气压为 100Pa；玻璃基板的温度为 180℃；沉积时间为 10 分钟。在上述工艺参数下沉积得到纳米硅薄膜层；经测试，所得到的纳米硅薄膜的厚度为 100nm，纳米硅的平均粒度为 12nm，晶态的纳米硅晶粒占纳米硅薄膜体积的 54%。

将纳米硅薄膜层经 320℃退氢工艺处理 110 分钟，然后将纳米硅薄膜层经 XeCl 准分子激光退火工艺进行处理。工艺参数如下：玻璃基板温度为 350℃，环境气氛为 20Pa 的氮气保护气氛，激光脉冲频率为 350Hz，激光能量密度为 250mJ/cm²。在上述工艺参数下，纳米硅薄膜层晶化为多晶硅薄膜层。

示例 5

在玻璃基板上使用 PECVD 工艺分别沉积 80nm 及 100nm 的 SiN_x 及 SiO_2 , 形成 SiN_x 及 SiO_2 双层缓冲层。

使用 PECVD 工艺在双缓冲层上沉积纳米硅薄膜层。工艺参数如下：反应气体为 99.999% 的硅烷 (SiH_4) 及 99.999% 的氢气 (H_2) 的混合气体，硅烷的含量为 1wt%；混合气体流量为 100sppm；射频频率为 13.56MHz；射频功率为 30W；工作气压为 10⁻²Pa；玻璃基板的温度为 180℃；沉积时间为 20 秒。在上述工艺参数下沉积得到纳米硅薄膜层；经测试，所得到的纳米硅薄膜的厚度为 30nm，纳米硅的平均粒度为 1nm，晶态的纳米硅晶粒占纳米硅薄膜体积的 50%。

将纳米硅薄膜层经 320℃退氢工艺处理 110 分钟，然后将纳米硅薄膜层经 XeCl 准分子激光退火工艺进行处理。工艺参数如下：玻璃基板温度为 350℃，环境气氛为 20Pa 的氮气保护气氛，激光脉冲频率为 200Hz，激光能量密度为 245mJ/cm²。在上述工艺参数下，纳米硅薄膜层晶化为多晶硅薄膜层。

示例 6

在玻璃基板上使用 PECVD 工艺分别沉积 80nm 及 100nm 的 SiN_x 及 SiO_2 , 形成 SiN_x 及 SiO_2 双层缓冲层。

5 使用 PECVD 工艺在双缓冲层上沉积纳米硅薄膜层。工艺参数如下：反应气体为 99.999% 的硅烷 (SiH_4) 及 99.999% 的氢气 (H_2) 的混合气体，硅烷的含量为 1wt%；混合气体流量为 1500sppm；射频频率为 13.56MHz；射频功率为 500W；工作气压为 1000Pa；玻璃基板的温度为 180℃；沉积时间为 30 分钟。在上述工艺参数下沉积得到纳米硅薄膜层；经测试，所得到的纳米硅薄膜的厚度为 90nm，纳米硅的平均粒度为 40nm，晶态的纳米硅晶粒占纳米硅薄膜体积的 60%。

10 将纳米硅薄膜层经 320℃退氢工艺处理 110 分钟，然后将纳米硅薄膜层经 XeCl 准分子激光退火工艺进行处理。工艺参数如下：玻璃基板温度为 350℃，环境气氛为 20Pa 的氮气保护气氛，激光脉冲频率为 400Hz，激光能量密度为 248mJ/cm²。在上述工艺参数下，纳米硅薄膜层晶化为多晶硅薄膜层。

15 以上所述仅是本发明的示范性实施方式，而非用于限制本发明的保护范围，本发明的保护范围由所附的权利要求确定。

权利要求书

1、一种低温多晶硅薄膜的制备方法，其中，所述低温多晶硅薄膜通过以纳米硅薄膜作为前驱体进行晶化而形成。

5 2、根据权利要求1所述的制备方法，包括下述步骤：

沉积纳米硅薄膜；

对所述沉积的纳米硅薄膜进行退氢处理；以及

将所述退氢处理后的纳米硅薄膜晶化形成低温多晶硅薄膜。

10 3、根据权利要求2所述的制备方法，其中，所述沉积的纳米硅薄膜包含的晶态的纳米硅晶粒的体积占所述沉积的纳米硅薄膜的体积的50-60%。

4、根据权利要求2或3所述的制备方法，其中，所述沉积纳米硅薄膜的步骤包括：采用等离子增强化学气相沉积法沉积纳米硅薄膜。

15 5、根据权利要求4所述的制备方法，其中，在所述采用等离子增强化学气相沉积法沉积纳米硅薄膜的过程中，反应气体为99.999%的硅烷及99.999%的氢气的混合气体，其中，硅烷在所述混合气体中的质量百分含量为0.1-10%，所述混合气体的流量为100-1500sppm，工作气压为 10^{-2} - 10^3 Pa。

6、根据权利要求4或5所述的制备方法，其中，在所述采用等离子增强化学气相沉积法沉积纳米硅薄膜的过程中，射频频率为13.56MHz，射频功率为30-500W。

20 7、根据权利要求4-6任一所述的制备方法，其中，在所述采用等离子增强化学气相沉积法沉积纳米硅薄膜的过程中，沉积时间为20秒-30分钟。

8、根据权利要求4-7任一所述的制备方法，其中，所述沉积的纳米硅薄膜的厚度为30-100nm。

25 9、根据权利要求4-8任一所述的制备方法，其中，所述沉积的纳米硅薄膜中的纳米硅的粒度为1-40nm，平均粒度为1-20nm。

10、根据权利要求1-9任一所述的制备方法，其中，所述将所述纳米硅薄膜晶化形成低温多晶硅薄膜的步骤包括：

采用准分子激光退火法、固相晶化法或金属诱导横向晶化法将所述纳米硅薄膜晶化形成低温多晶硅薄膜。

30 11、根据权利要求10所述的制备方法，其中，在所述将所述纳米硅薄膜

晶化形成低温多晶硅薄膜的步骤为采用准分子激光退火法将所述纳米硅薄膜晶化形成低温多晶硅薄膜的情况下，激光脉冲频率为 200-400Hz，激光能量密度为 240-250mJ/cm²。

12、一种薄膜晶体管的制备方法，包括采用如权利要求 1-11 任一项所述
5 的低温多晶硅薄膜的制备方法制备作为有源层的低温多晶硅薄膜。

13、一种低温多晶硅薄膜，通过权利要求 1-11 任一项所述的方法制备而成的。

14、一种薄膜晶体管，包括权利要求 13 所述的低温多晶硅薄膜。

15、一种显示面板，包括如权利要求 14 所述的薄膜晶体管。

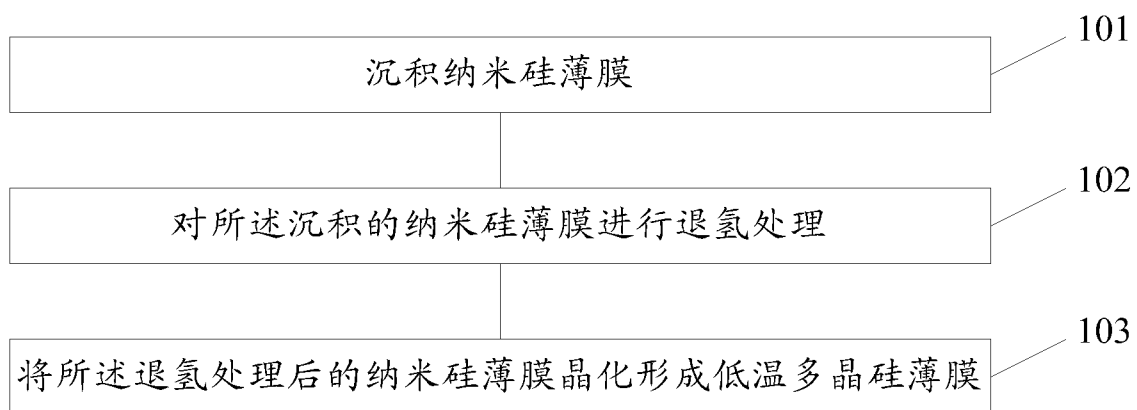


图 1

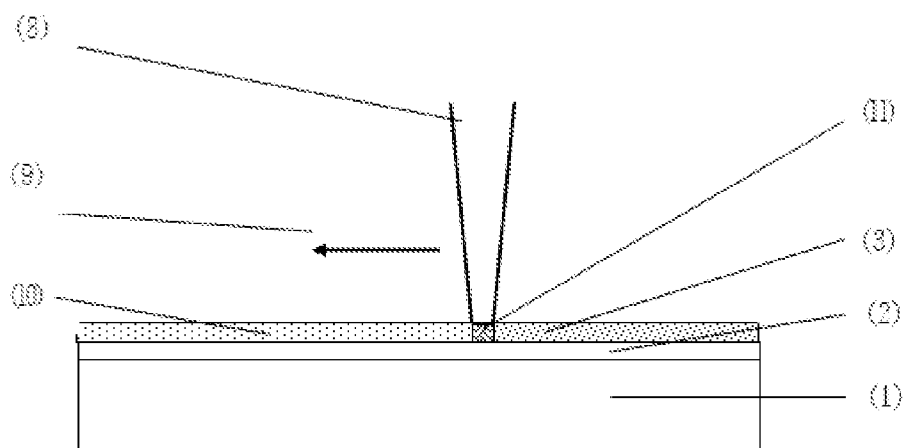


图 2

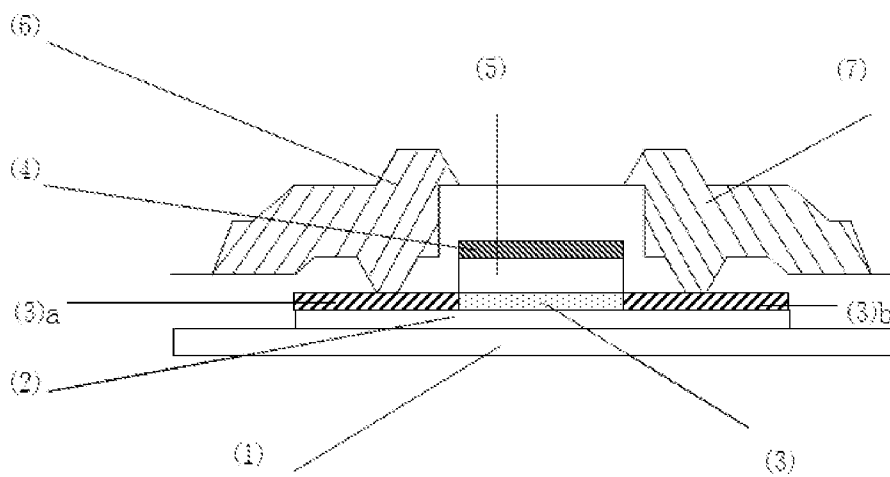


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/076957

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H01L 21/-; C30B; C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNTXT, WPI, EPODOC, CNKI, ISI: CVD OR PECVD, polycrystal+ 3d silicon, poly+ 3d crystal+ 3d silicon, LTPS, nanocrystal+ 3d silicon, nc 3D si, nano+ 5d silicon, anneal+, laser, crystalli+, ELA

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102263014 A (UNIV NANKAI) 30 November 2011 (30.11.2011) the abstract, claims 1-7, description, pages 1-3, and figure 1	1, 2, 4, 7-15
Y		3, 5, 6
X	FANG, Ru et al. Growth of Polycrystalline Si Layers by Plasma-Enhanced Annealing and Al-Induced Crystallization of Nanocrystalline Si Films, Chinese Journal of Vacuum Science and Technology, January 2013, vol. 33, no. 1, pages 68-72	1
Y	CN 101245488 A (BEIJING XINGZHE MULTIMEDIA SCI & TECH CO.) 20 August 2008 (20.08.2008) the abstract, description, pages 1-3	3, 5, 6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 10 January 2014 (10.01.2014)	Date of mailing of the international search report 30 January 2014 (30.01.2014)
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer WANG, Weiwei Telephone No. (86-10) 82245116

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/076957

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102709160 A (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 03 October 2012 (03.10.2012) the whole document	1-15
PA	WO 2013066669 A2 (NANOGRAM CORPORATION) 10 May 2013 (10.05.2013) the whole document	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/076957

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102263014 A	30.11.2011	None	
CN 101245488 A	20.08.2008	None	
CN 102709160 A	03.10.2012	WO 2013127223 A1	06.09.2013
WO 2013066669 A2	10.05.2013	TW 201334197 A	16.08.2013
		US 2013105806 A1	02.05.2013

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/076957

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/205 (2006.01) i

H01L 21/20 (2006.01) i

H01L 21/268 (2006.01) i

C30B 29/06 (2006.01) i

C30B 28/00 (2006.01) i

C23C 16/24 (2006.01) i

C30B 25/00 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2013/076957

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H01L21/-; C30B; C23C

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, CNTXT, WPI, EPODOC, CNKI, ISI: 多晶硅 OR LTPS, 纳米晶硅 OR 纳米硅 OR 微晶硅, 退火 OR 激光 OR 晶化, CVD OR PECVD, polycrystal+ 3d silicon, poly+ 3d crystal+ 3d silicon, LTPS, nanocrystal+ 3d silicon, nc 3D si, nano+ 5d silicon, anneal+, laser, crystalli+, ELA

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 102263014 A (南开大学) 30.11 月 2011(30.11.2011) 摘要、权利要求 1-7、说明书第 1-3 页、图 1	1-2, 4, 7-15
Y		3, 5-6
X	方茹, 等. 等离子体辅助铝诱导纳米硅制备多晶硅的研究. 真空科学与技术学报. 1 月 2013, 第 33 卷, 第 1 期, 第 68-72 页.	1
Y	CN 101245488 A (北京行者多媒体科技有限公司) 20.8 月 2008(20.08.2008) 摘要、说明书第 1-3 页	3, 5-6
A	CN 102709160 A (京东方科技集团股份有限公司) 03.10 月 2012(03.10.2012) 全文	1-15
PA	WO 2013066669 A2 (NANOGRAM CORPORATION) 10.5 月 2013(10.05.2013) 全文	1-15

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期
10.1 月 2014(10.01.2014)

国际检索报告邮寄日期
30.1 月 2014 (30.01.2014)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:
中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088
传真号: (86-10)62019451

受权官员

王玮玮
电话号码: (86-10) **82245116**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/076957

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 102263014 A	30.11.2011	无	
CN 101245488 A	20.08.2008	无	
CN 102709160 A	03.10.2012	WO 2013127223 A1	06.09.2013
WO 2013066669 A2	10.05.2013	TW 201334197 A	16.08.2013
		US 2013105806 A1	02.05.2013

A. 主题的分类

H01L 21/205 (2006.01) i

H01L 21/20 (2006.01) i

H01L 21/268 (2006.01) i

C30B 29/06 (2006.01) i

C30B 28/00 (2006.01) i

C23C 16/24 (2006.01) i

C30B 25/00 (2006.01) i