

(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 5 月 30 日 (30.05.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/079082 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01L 21/336 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2012/085393
- (22) 国际申请日: 2012 年 11 月 28 日 (28.11.2012)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210476822.8 2012 年 11 月 21 日 (21.11.2012) CN
- (71) 申请人: 深圳市华星光电技术有限公司 (SHENZHEN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市光明新区塘明大道 9-2 号, Guangdong 518132 (CN)。
- (72) 发明人: 阙祥灯 (QUE, Xiangdeng); 中国广东省深圳市光明新区塘明大道 9-2 号, Guangdong 518132 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳市威世博知识产权代理事务所 (普通合伙) (CHINA WISPRO INTELLECTUAL PROPERTY LLP.); 中国广东省深圳市南山区高新区粤兴三道 8 号中国地质大学产学研基地中地大楼 A806, Guangdong 518057 (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, KM, 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, 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: METHOD FOR MANUFACTURING SWITCH TUBE AND DEVICE FOR ETCHING SWITCH TUBE

(54) 发明名称: 开关管的制作方法以及开关管的蚀刻设备

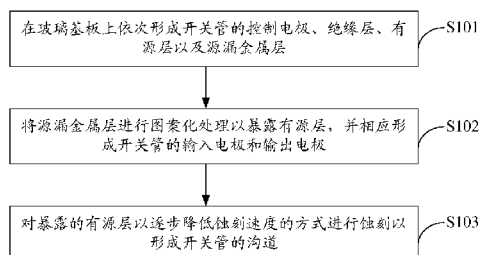


图 2 / Fig. 2

S101 SEQUENTIALLY FORMING A CONTROL ELECTRODE, AN INSULATION LAYER, AN ACTIVE LAYER AND A SOURCE AND DRAIN METAL LAYER OF A SWITCH TUBE ON A GLASS SUBSTRATE
S102 PERFORMING PATTERNING PROCESSING ON THE SOURCE AND DRAIN METAL LAYER TO EXPOSE THE ACTIVE LAYER, AND CORRESPONDINGLY FORMING AN INPUT ELECTRODE AND AN OUTPUT ELECTRODE OF THE SWITCH TUBE
S103 ETCHING THE EXPOSED ACTIVE LAYER IN A MANNER OF GRADUALLY REDUCING THE ETCHING RATE TO FORM A CHANNEL OF THE SWITCH TUBE

(57) Abstract: A method for manufacturing a switch tube, including sequentially forming a control electrode (11), an insulation layer (12), an active layer (13) and a source and drain metal layer (14) of the switch tube on a glass substrate, performing patterning processing on the source and drain metal layer (14) and exposing the active layer (13), and then etching the exposed active layer (13) in a manner of gradually reducing the etching rate to form a channel of the switch tube. A device for etching a switch tube used this way can reduce the damage to a channel of a switch tube, improving the reliability of the switch tube.

(57) 摘要: 一种开关管的制作方法, 包括在玻璃基板上依次形成开关管的控制电极 (11)、绝缘层 (12)、有源层 (13) 以及源漏金属层 (14), 对源漏金属层 (14) 进行图案化处理后暴露有源层 (13), 之后对暴露的有源层 (13) 以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻以形成开关管的沟道。一种开关管的蚀刻设备, 通过上述方式, 能够减小对开关管沟道的损伤, 提高开关管的可靠性。

WO 2014/079082 A1

说明书

发明名称: 开关管的制作方法及其蚀刻设备

[1] 【技术领域】

[2] 本发明涉及液晶显示技术领域，特别是涉及一种开关管的制作方法及其蚀刻设备。

[3] 【背景技术】

[4] 在TFT（Thin Film Transistor，薄膜晶体管）的制作工艺中，5次光刻工艺相对于7次光刻工艺而言，其生产周期更短，成品率更高，能够有效减少TFT阵列形成的曝光次数，因此，在现代TFT-LCD的生产过程中，通常采用5次光刻工艺来完成TFT的制作。5次光刻工艺一般分为背沟道蚀刻型（Back channel Etching TFT）和背沟道阻挡型（Etch Stop TFT），而背沟道蚀刻型相对背沟道阻挡型其制程更简单，更适合大批量生产。

[5] 如图1所示，采用背沟道蚀刻型工艺制作TFT的过程中，在玻璃基板1上依次形成TFT的栅极2、绝缘层3、a-Si层4、n+ a-Si层5以及源漏极6之后，对a-Si层4和n+ a-Si层5进行蚀刻以形成TFT的沟道7。

[6] 其中，在TFT的沟道7的蚀刻过程中，主要采用一步蚀刻的方法，使用同样的气体流量，同样的功率和同样的压力去蚀刻a-Si层4和n+ a-Si层5，即一步完成对a-Si层4和n+ a-Si层5的蚀刻，并且在过蚀刻时也采用同样的参数进行蚀刻，使得在整个沟道7的蚀刻过程中蚀刻的能量都较强劲，沟道7会受到干法蚀刻等离子体的轰击，a-Si层4容易受到破坏，进而导致TFT电性不良；其次，在形成沟道7后，沟道7是裸露在最外面的，在形成保护氮化硅CVD（Chemical Vapor Deposition，化学气相沉积）的过程中，由于沟道7的裸露，使得沟道7会受到来自CVD等离子体的轰击，进一步导致TFT电性性能更差。

[7] 【发明内容】

[8] 本发明主要解决的技术问题是提供一种开关管的制作方法及其蚀刻设备，能够减小对开关管的损伤，提高开关管的电性性能。

[9] 为解决上述技术问题，本发明采用的一个技术方案是：提供一种开关管的制作

方法，包括：在玻璃基板上依次形成开关管的控制电极、绝缘层、有源层以及源漏金属层；将源漏金属层进行图案化处理以暴露有源层，并相应形成开关管的输入电极和输出电极；对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻以形成开关管的沟道；其中，蚀刻为等离子体干蚀刻，开关管为薄膜晶体管，开关管的控制电极对应为薄膜晶体管的栅极，开关管的输入电极和输出电极分别对应为薄膜晶体管的源极和漏极。

[10] 其中，有源层包括邻近绝缘层的非晶硅层以及形成于非晶硅层之上的n+非晶硅层；将源漏金属层进行图案化处理以暴露有源层的步骤包括：将源漏金属层进行图案化处理以暴露n+非晶硅层。

[11] 其中，对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的步骤包括：使用具有第一能量的等离子体蚀刻暴露的n+非晶硅层以暴露非晶硅层；使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层以除去部分非晶硅层，第二能量小于第一能量，进而逐步降低蚀刻速度。

[12] 其中，使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层的步骤包括：减小产生等离子体所需的功率以使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层。

[13] 其中，对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的步骤包括：使用具有第一浓度的等离子体蚀刻暴露的n+非晶硅层以暴露非晶硅层；使用具有第二浓度的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层以除去部分非晶硅层，第二浓度小于第一浓度，进而逐步降低蚀刻速度。

[14] 其中，使用具有第二浓度的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层以除去部分非晶硅层的步骤包括：降低产生等离子体的蚀刻气体的气体流量以使用具有第二浓度的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层。

[15] 为解决上述技术问题，本发明采用的另一个技术方案是：提供一种开关管的制作方法，包括：在玻璃基板上依次形成开关管的控制电极、绝缘层、有源层以及源漏金属层；将源漏金属层进行图案化处理以暴露有源层，并相应形成开关管的输入电极和输出电极；对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻以形成开关管的沟道。

[16] 其中，有源层包括邻近绝缘层的非晶硅层以及形成于非晶硅层之上的n+非晶硅

层；将源漏金属层进行图案化处理以暴露有源层的步骤包括：将源漏金属层进行图案化处理以暴露n+非晶硅层。

[17] 其中，对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的步骤包括：使用具有第一能量的等离子体蚀刻暴露的n+非晶硅层以暴露非晶硅层；使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层以除去部分非晶硅层，第二能量小于第一能量，进而逐步降低蚀刻速度。

[18] 其中，使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层的步骤包括：减小产生等离子体所需的功率以使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层。

[19] 其中，对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的步骤包括：使用具有第一浓度的等离子体蚀刻暴露的n+非晶硅层以暴露非晶硅层；使用具有第二浓度的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层以除去部分非晶硅层，第二浓度小于第一浓度，进而逐步降低蚀刻速度。

[20] 其中，使用具有第二浓度的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层以除去部分非晶硅层的步骤包括：降低产生等离子体的蚀刻气体的气体流量以使用具有第二浓度的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层。

[21] 为解决上述技术问题，本发明采用的又一个技术方案是：提供一种开关管的蚀刻设备，蚀刻设备用于在开关管的制作过程中对开关管的有源层进行蚀刻，其中，包括：蚀刻装置，用于对开关管的有源层进行蚀刻以形成开关管的沟道；控制装置，用于控制蚀刻装置的蚀刻速度，以使蚀刻装置以逐步降低蚀刻速度的方式对有源层进行蚀刻。

[22] 其中，有源层包括非晶硅层以及形成于非晶硅层之上的n+非晶硅层；控制装置具体用于控制蚀刻装置产生具有第一能量的等离子体，以使用具有第一能量的等离子体蚀刻n+非晶硅层，以暴露非晶硅层；在暴露非晶硅层之后，控制装置具体用于控制蚀刻装置产生具有第二能量的等离子体，以使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层，以除去部分非晶硅层，第二能量小于第一能量，进而逐步降低蚀刻速度

[23] 其中，控制装置包括第一控制模块，第一控制模块用于控制蚀刻装置产生等离子体所需的功率，以使得蚀刻装置产生不同能量的等离子体。

[24] 其中，有源层包括非晶硅层以及形成于非晶硅层之上的n+非晶硅层；控制装置具体用于控制蚀刻装置产生具有第一浓度的等离子体，以使用具有第一浓度的等离子体蚀刻n+非晶硅层，以暴露非晶硅层；在暴露非晶硅层之后，控制装置具体用于控制蚀刻装置产生具有第二浓度的等离子体，以使用具有第二浓度的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层，以除去部分非晶硅层，第二浓度小于第一浓度，进而逐步降低蚀刻速度。

[25] 本发明的有益效果是：本发明开关管的制作方法中，在形成开关管的沟道的过程中，以逐步降低蚀刻速度的方式对有源层进行蚀刻，而不是一步完成蚀刻过程，在逐步减小蚀刻速度的过程中，使得对有源层的蚀刻强度也在逐渐变小，由此能够降低对沟道的损伤，提高开关管的电性性能和可靠性。

[26] **【附图说明】**

[27] 图1是现有技术中采用一步蚀刻的方法制作的TFT薄膜晶体管的结构示意图；

[28] 图2是本发明开关管的制作方法的一实施方式的流程图；

[29] 图3是本发明开关管的制作过程的一实施方式的示意图；

[30] 图4是图2中对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的一实施方式的流程图；

[31] 图5是本发明开关管的制作过程中对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的一实施方式的示意图；

[32] 图6是图2中对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的另一实施方式的流程图；

[33] 图7是图2中对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的又一实施方式的流程图；

[34] 图8是本发明开关管的制作过程中对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的另一实施方式的示意图；

[35] 图9是本发明开关管的蚀刻设备的一实施方式的结构示意图。

[36] **【具体实施方式】**

[37] 下面将结合附图和实施方式对本发明进行详细描述。

[38] 参阅图2和图3，本发明开关管的制作方法的一实施方式中，包括步骤：

- [39] 步骤101：在玻璃基板10上依次形成开关管的控制电极11、绝缘层12、有源层13以及源漏金属层14。
- [40] 开关管为三端式控制开关，为了清楚表述本发明开关管的制作过程，结合图3所示的制作过程示意图进行说明。如图3所示，子步骤S11中，首先将玻璃基板10清洗干净并烘干后，在玻璃基板10上溅射一金属层，将该金属进行图案化处理以形成开关管的控制电极11。之后，在控制电极11上依次形成绝缘层12、有源层13以及源漏金属层14。其中，绝缘层12一般采用氮化硅，用于阻隔有源层13和控制电极11，使得开关管具有较高的输入电阻；有源层13主要是用于实现开关管的通电导通而断电断开的控制作用；源漏金属层14用于形成开关管的输入电极和输出电极，其一般采用铝合金、金属铝或金属铬制作。
- [41] 步骤S102：将源漏金属层14进行图案化处理以暴露有源层13，并相应形成开关管的输入电极141和输出电极142。
- [42] 对应图3的子步骤S12中，对源漏金属层14进行涂布光刻胶、曝光、蚀刻、剥离光刻胶等图案化工艺制程后，以相应形成开关管的输入电极141和输出电极142，并暴露出部分有源层13。本实施方式的有源层13具体包括邻近绝缘层12的非晶硅层（a-Si层）131和形成于非晶硅层131之上的n+非晶硅层（n+a-Si层）132，其中，非晶硅层131是开关管的核心层，开关管的电学特性和功能主要由这一层的质量决定，n+非晶硅层132是为了提高和改善非晶硅层131与输入电极141、输出电极142之间的欧姆结合而制作的半导体掺杂层。形成开关管的输入电极141和输出电极142后暴露相应的部分n+非晶硅层132。
- [43] 其中，本实施方式的开关管可以是薄膜晶体管，开关管的控制电极11对应为薄膜晶体管的栅极，开关管的输入电极141和输出电极142对应为薄膜晶体管的源极和漏极。当然，开关管还可以是其他的三端式控制开关，如三极管等，此处不进行限定。
- [44] 步骤S103：对暴露的有源层13以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻以形成开关管的沟道15。
- [45] 对应于图3的子步骤S13，采用逐步降低蚀刻速度的方式对有源层13进行干法蚀刻，以形成开关管的沟道15。本实施方式中，采用等离子体干蚀刻方式对有源

层13进行蚀刻。等离子体干蚀刻是以物理溅射为主并兼有化学反应的过程，其主要是利用有化学反应性气体产生具有化学活性的等离子体，使经过电场加速的高能等离子体轰击被蚀刻材料，以除去不需要的材料。

[46] 具体地，本实施方式对有源层13的干法蚀刻分两步进行，并且通过逐步降低等离子体的能量的方式来逐步降低蚀刻速度，参阅图4和图5，对暴露的有源层13以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的具体步骤包括：

[47] 步骤S201：使用具有第一能量的等离子体蚀刻暴露的n+非晶硅层132以暴露非晶硅层131。

[48] 在步骤S102中对源漏金属层14进行图案化处理后暴露了有源层13中的n+非晶硅层132。对应于图5中的子步骤S21，本步骤S201为有源层13的第一次蚀刻，对暴露的n+非晶硅层132进行等离子体轰击以除去部分的n+非晶硅层132，从而暴露出位于对应除去的n+非晶硅层132之下的非晶硅层131。其中，除去n+非晶硅层132的等离子体具有第一能量。通过调整等离子体发生设备的相关参数，例如调整产生等离子体的功率密度参数，可使等离子体得到相应的轰击能量以蚀刻有源层13，而第一能量所对应的功率密度的范围可以为：上射频源（Source RF）功率密度范围在0.07~0.1W/cm²之间，例如可以是0.08W/cm²，而下射频源（Bias RF）功率密度范围在0.05~0.08W/cm²之间，例如可以是0.07W/cm²，具体地可根据实际需要进行调整，此处不进行限制。

[49] 步骤S202：使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层131以除去部分非晶硅层131，第二能量小于第一能量，进而逐步降低蚀刻速度。

[50] 在步骤S201中完成对有源层13的第一次蚀刻之后，暴露出位于n+非晶硅层132之下的非晶硅层131，开始进行有源层13的第二次蚀刻。参阅图5中的子步骤S22，通过调整产生等离子体所需的功率密度参数，使蚀刻用的等离子体得到第二能量以对暴露的非晶硅层131进行第二次蚀刻，以除去部分非晶硅层131，从而形成开关管的沟道15。具体地，第二能量所对应的功率密度的范围可以为：上射频源功率密度范围在0.05~0.07W/cm²之间，例如可以是0.05W/cm²，而下射频源功率密度范围在0.03~0.05W/cm²之间，例如可以是0.04W/cm²，具体地可根据实际需要进行调整。其中，第二能量小于第一次蚀刻时的第一能量，从而逐步

降低对有源层13的蚀刻速度，以避免第二次蚀刻时等离子体能量过高而对非晶硅层131造成损坏。而对于具有第二能量的等离子体，可通过减小等离子体发生设备在产生等离子体时所需的功率来获取。

[51] 举例而言，在对暴露的有源层13进行蚀刻之前，暴露的n+非晶硅层132的厚度为400埃，非晶硅层131的厚度为1300埃。等离子体发生设备为双射频源等离子体蚀刻设备。对有源层13进行第一次蚀刻时，即对暴露的n+非晶硅层132进行蚀刻，等离子体发生设备产生等离子体的上射频源功率为4000W，下射频源功率为3000W，从而使得产生的等离子体得到相应的第一能量，蚀刻时间设置为20秒，以保证n+非晶硅层132蚀刻干净，尽可能少的残留在非晶硅层131上。完成第一次蚀刻后，进行有源层13的第二次蚀刻，即蚀刻暴露的非晶硅层131。此时将等离子体发生设备产生等离子体的上射频源功率调整为3000W，下射频源功率调整为2500W，相对于第一次蚀刻时的功率有所减小，从而使得产生的等离子体的第二能量小于第一能量，进而使得第二次蚀刻的速度小于第一次蚀刻的速度。将第二次蚀刻的时间设置为15秒，在完成第二次蚀刻后，形成了开关管的沟道15，而残留的非晶硅层131的厚度也变为950埃左右。

[52] 当然，除了调整产生等离子体所需的功率参数以控制等离子体的能量外，还可以通过调整影响等离子体的能量的其他参数来控制等离子体能量，使等离子体的第二能量小于第一能量，具体的可根据实际情况进行选择。

[53] 通过上述方式，将有源层13的蚀刻分为两步进行，而不是一步完成，并且两步蚀刻中通过逐步减小产生等离子体所需的功率使第二次蚀刻的等离子体能量小于第一次蚀刻的等离子体能量，从而减小了第二次蚀刻时等离子体轰击非晶硅层131的能量，能够减少等离子体的能量过高而对非晶硅层131造成的损伤，提高了开关管的电性性能和可靠性。

[54] 此外，等离子体的浓度大小也会影响等离子体蚀刻的速度，对于逐步降低蚀刻速度，也可以采用逐步降低等离子体浓度的方式进行。具体为，参阅图6，并结合图5，对暴露的有源层13以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的具体步骤包括：

[55] 步骤S301：使用具有第一浓度的等离子体蚀刻暴露的n+非晶硅层以暴露非晶硅

层。

- [56] 此步骤为对有源层13进行的第一次蚀刻，蚀刻用的等离子体的浓度为第一浓度，以对暴露的n+非晶硅层132进行蚀刻。
- [57] 步骤S302：使用具有第二浓度的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层以除去部分非晶硅层，第二浓度小于第一浓度，进而逐步降低所述蚀刻速度。
- [58] 对有源层13进行第二次蚀刻，本实施方式中，降低等离子体的浓度，以使用比第一浓度更小的等离子体浓度蚀刻暴露的非晶硅层131。具体地，通过降低等离子体发生设备中产生等离子体的蚀刻气体的气体流量以此降低等离子体的浓度。等离子体的浓度降低，在进行有源层13的第二次蚀刻时，使得蚀刻速度比第一次蚀刻的蚀刻速度小。
- [59] 除了采用降低蚀刻气体的气体流量来降低等离子体浓度外，本实施方式还可以通过降低产生等离子体的腔体压力来降低等离子体的浓度，使第二浓度小于第一浓度，此处不进行具体限制。
- [60] 本实施方式在对有源层13进行两步蚀刻的过程中，通过降低蚀刻气体的气体流量来降低等离子体的浓度，使第二浓度小于第一浓度，以逐步降低蚀刻有源层13的速度，能够减小对非晶硅层131的损伤，提高开关管的电性性能。
- [61] 在上述实施方式中，对有源层13的干法蚀刻分两步进行，在这两步蚀刻步骤的过程中，在进行第二步蚀刻（即对有源层13的第二次蚀刻）可以通过降低等离子体的能量或降低等离子体的浓度来实现逐步降低蚀刻速度，也可以通过同时降低等离子体的能量和等离子体的浓度来实现，对此不进行具体限制。在另一实施方式中，也可以分三步步骤进行蚀刻。具体地，参阅图7和图8，在对暴露的有源层23以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的过程中，包括步骤：
- [62] 步骤S401：使用具有第一能量的等离子体蚀刻暴露的n+非晶硅层232以暴露非晶硅层231。
- [63] 此步骤为有源层23的第一次蚀刻，对应于图7的子步骤S31，主要是除去n+非晶硅层232，从而暴露出非晶硅层231。
- [64] 步骤S402：使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层231以除去部分非晶硅层231，第二能量小于第一能量。

- [65] 完成第一次蚀刻后，通过等离子体发生设备获得具有第二能量的等离子体对非晶硅层231进行蚀刻以除去部分的非晶硅层231，如图7中的子步骤S32所示一样。并且，调整等离子体发生设备的相关参数，减小产生等离子体所需的功率，使第二能量小于第一能量，以减小蚀刻速度。
- [66] 步骤S403：使用具有第三能量的等离子体蚀刻部分剩余的非晶硅层231以除去剩余的部分非晶硅层231，第三能量小于第二能量，进而逐步降低蚀刻速度。
- [67] 本步骤为对有源层23的第三蚀刻，对应于图7的子步骤S33，即过蚀刻剩余的非晶硅层231以除去剩余的部分非晶硅层231，从而形成开关管的沟道24。其中，本实施方式中，在完成步骤S302的第二次蚀刻之后，再次减小等离子体发生设备产生等离子体所需的功率，以获得具有第三能量的等离子体，使得第三能量小于第二能量，进而减小等离子体轰击剩余的非晶硅层231的能量，由此能够减小对非晶硅层231的损伤，提高开关管的可靠性。
- [68] 当然，在上述三个步骤中，也可以通过逐步降低等离子体的浓度以逐步降低蚀刻速度，每个步骤中采用的等离子体浓度不相同，且后一步骤中的等离子体浓度小于前一步骤中的等离子体浓度，具体的实现方式可参考上述实施方式进行，在此不进行一一赘述。
- [69] 此外，上述三个步骤中，也可以同时降低等离子体能量和等离子体浓度来逐步降低蚀刻速度，对此也不进行具体限制。
- [70] 参阅图9，本发明还提供开关管的蚀刻设备的一实施方式，其中，本实施方式的开关管为上述各实施方式所述的开关管，蚀刻设备用于在开关管的制作过程中对开关管的有源层进行蚀刻。
- [71] 具体地，结合图3所示的开关管，蚀刻设备包括蚀刻装置41和控制装置42。蚀刻装置41用于对开关管的有源层13进行蚀刻以形成开关管的沟道16，控制装置42用于控制蚀刻装置41的蚀刻速度，以使得蚀刻装置41以逐步降低蚀刻速度的方式对有源层13进行蚀刻。其中，有源层13包括非晶硅层131和n⁺非晶硅层132。控制装置42具体用于控制蚀刻装置41产生具有第一能量的等离子体，以使用具有第一能量的等离子体蚀刻n⁺非晶硅层132，从而暴露非晶硅层131。在暴露非晶硅层131之后，控制装置42具体用于控制蚀刻装置41产生具有第二能量的等离

子体，以使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层131，以除去部分非晶硅层。并且，使第二能量小于第一能量，进而逐步降低蚀刻速度。

[72] 进一步地，控制装置42包括第一控制模块421，第一控制模块421用于控制蚀刻装置41产生等离子体所需的功率。在蚀刻完n+非晶硅层132之后，第一控制模块421控制蚀刻装置41减小产生等离子体所需的功率，以使得蚀刻装置41产生具有第二能量的等离子体，并使得第二能量小于第一能量，从而降低蚀刻速度。

[73] 当然，还可以通过控制蚀刻装置41所产生的等离子体的浓度来逐步降低蚀刻速度。此时，控制装置42还包括第二控制模块422，第二控制模块422用于控制蚀刻装置41产生的等离子体的浓度。在蚀刻完n+非晶硅层132之后，第二控制模块422控制蚀刻装置41减小等离子体的浓度，以使得蚀刻装置41产生具有第二浓度的等离子体，并使得第二浓度小于第一浓度，从而降低蚀刻速度。

[74] 通过上述方式，本实施方式的开关管的蚀刻设备对开关管的有源层13以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻，能够降低对非晶硅层131的损伤，进而提高开关管的电性性能和可靠性。

[75] 以上所述仅为本发明的实施方式，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本发明的专利保护范围内。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种开关管的制作方法，其中，包括：
- 在玻璃基板上依次形成开关管的控制电极、绝缘层、有源层以及源漏金属层；
- 将所述源漏金属层进行图案化处理以暴露有源层，并相应形成所述开关管的输入电极和输出电极；
- 对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻以形成开关管的沟道；
- 其中，所述蚀刻为等离子体干蚀刻，所述开关管为薄膜晶体管，所述开关管的控制电极对应为薄膜晶体管的栅极，所述开关管的输入电极和输出电极分别对应为薄膜晶体管的源极和漏极。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的方法，其中，
- 所述有源层包括邻近所述绝缘层的非晶硅层以及形成于所述非晶硅层之上的n+非晶硅层；
- 所述将所述源漏金属层进行图案化处理以暴露有源层的步骤包括：
- 将所述源漏金属层进行图案化处理以暴露所述n+非晶硅层。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的方法，其中，
- 所述对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的步骤包括：
- 使用具有第一能量的等离子体蚀刻暴露的n+非晶硅层以暴露非晶硅层；
- 使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层以除去部分所述非晶硅层，所述第二能量小于第一能量，进而逐步降低所述蚀刻速度。
- [权利要求 4] 根据权利要求3所述的方法，其中，
- 所述使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层的步骤包括：

减小产生等离子体所需的功率以使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层。

[权利要求 5]

根据权利要求2所述的方法，其中，
所述对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的步骤包括：
使用具有第一浓度的等离子体蚀刻暴露的n+非晶硅层以暴露非晶硅层；
使用具有第二浓度的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层以除去部分所述非晶硅层，所述第二浓度小于第一浓度，进而逐步降低所述蚀刻速度。

[权利要求 6]

根据权利要求5所述的方法，其中，
所述使用具有第二浓度的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层以除去部分所述非晶硅层的步骤包括：
降低产生等离子体的蚀刻气体的气体流量以使用具有第二浓度的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层。

[权利要求 7]

一种开关管的制作方法，其中，包括：
在玻璃基板上依次形成开关管的控制电极、绝缘层、有源层以及源漏金属层；
将所述源漏金属层进行图案化处理以暴露有源层，并相应形成所述开关管的输入电极和输出电极；
对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻以形成开关管的沟道。

[权利要求 8]

根据权利要求7所述的方法，其中，
所述有源层包括邻近所述绝缘层的非晶硅层以及形成于所述非晶硅层之上的n+非晶硅层；
所述将所述源漏金属层进行图案化处理以暴露有源层的步骤包括：
将所述源漏金属层进行图案化处理以暴露所述n+非晶硅层。

- [权利要求 9] 根据权利要求8所述的方法，其中，
所述对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的步骤包括：
使用具有第一能量的等离子体蚀刻暴露的n+非晶硅层以暴露非晶硅层；
使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层以除去部分所述非晶硅层，所述第二能量小于第一能量，进而逐步降低所述蚀刻速度。
- [权利要求 10] 根据权利要求9所述的方法，其中，
所述使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层的步骤包括：
减小产生等离子体所需的功率以使用具有第二能量的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层。
- [权利要求 11] 根据权利要求8所述的方法，其中，
所述对暴露的有源层以逐步降低蚀刻速度的方式进行蚀刻的步骤包括：
使用具有第一浓度的等离子体蚀刻暴露的n+非晶硅层以暴露非晶硅层；
使用具有第二浓度的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层以除去部分所述非晶硅层，所述第二浓度小于第一浓度，进而逐步降低所述蚀刻速度。
- [权利要求 12] 根据权利要求11所述的方法，其中，
所述使用具有第二浓度的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层以除去部分所述非晶硅层的步骤包括：
降低产生等离子体的蚀刻气体的气体流量以使用具有第二浓度的等离子体蚀刻暴露的非晶硅层。
- [权利要求 13] 一种开关管的蚀刻设备，所述蚀刻设备用于在开关管的制作过程中对开关管的有源层进行蚀刻，其中，包括：

蚀刻装置，用于对开关管的有源层进行蚀刻以形成所述开关管的沟道；

控制装置，用于控制所述蚀刻装置的蚀刻速度，以使所述蚀刻装置以逐步降低蚀刻速度的方式对有源层进行蚀刻。

[权利要求 14]

根据权利要求13所述的设备，其中，

所述有源层包括非晶硅层以及形成于所述非晶硅层之上的n+非晶硅层；

所述控制装置具体用于控制所述蚀刻装置产生具有第一能量的等离子体，以使用所述具有第一能量的等离子体蚀刻n+非晶硅层，以暴露所述非晶硅层；

在暴露所述非晶硅层之后，所述控制装置具体用于控制所述蚀刻装置产生具有第二能量的等离子体，以使用所述具有第二能量的等离子体蚀刻所述暴露的非晶硅层，以除去部分非晶硅层，所述第二能量小于第一能量，进而逐步降低所述蚀刻速度。

[权利要求 15]

根据权利要求14所述的设备，其中，

所述控制装置包括第一控制模块，所述第一控制模块用于控制所述蚀刻装置产生等离子体所需的功率，以使得所述蚀刻装置产生不同能量的等离子体。

[权利要求 16]

根据权利要求13所述的设备，其中，

所述有源层包括非晶硅层以及形成于所述非晶硅层之上的n+非晶硅层；

所述控制装置具体用于控制所述蚀刻装置产生具有第一浓度的等离子体，以使用所述具有第一浓度的等离子体蚀刻n+非晶硅层，以暴露所述非晶硅层；

在暴露所述非晶硅层之后，所述控制装置具体用于控制所述蚀刻装置产生具有第二浓度的等离子体，以使用所述具有第二浓度的等离子体蚀刻所述暴露的非晶硅层，以除去部分非晶硅层，所述第二浓度小于第一浓度，进而逐步降低所述蚀刻速度。

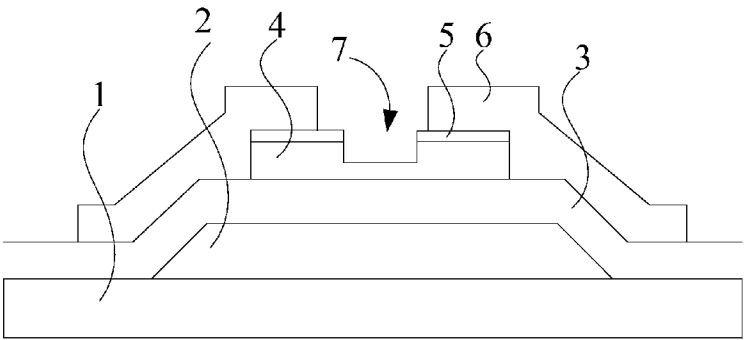


图 1

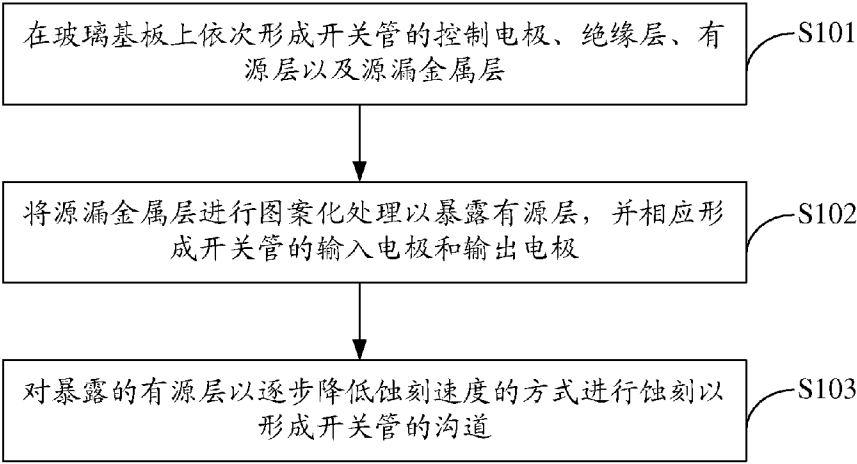


图 2

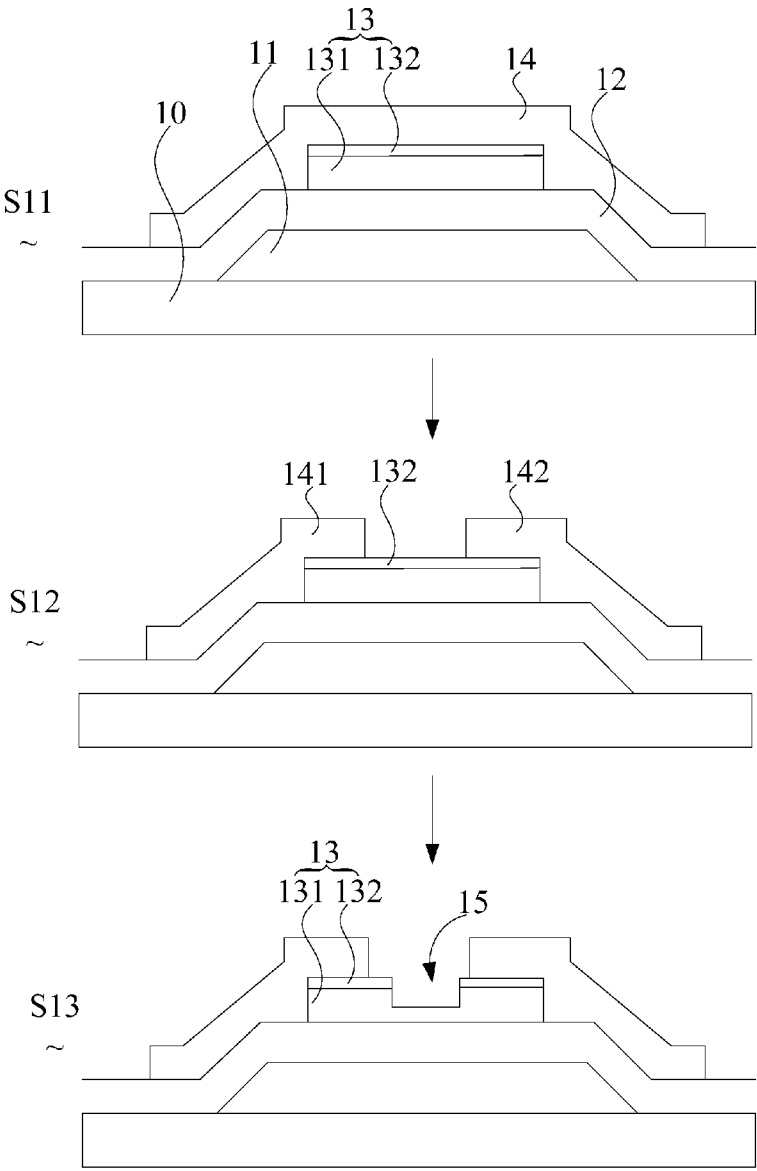


图 3

3/6

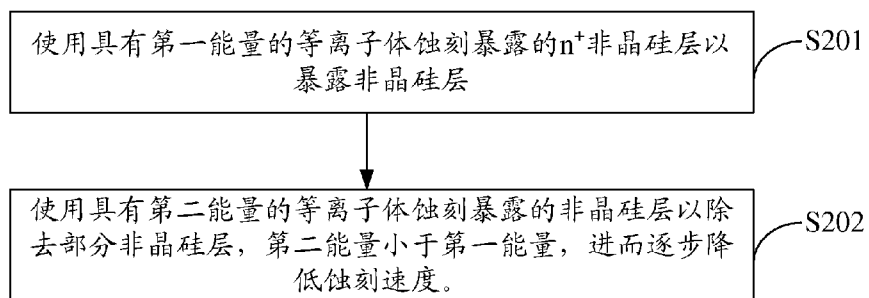


图 4

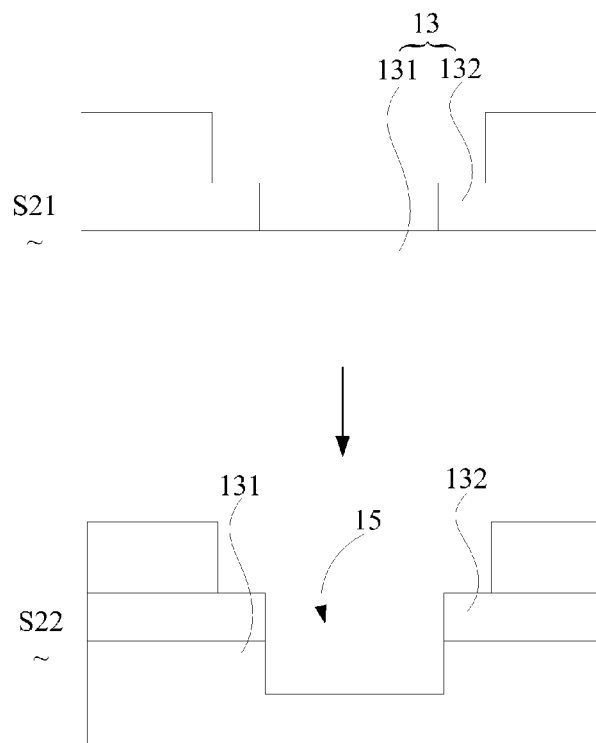


图 5

4/6

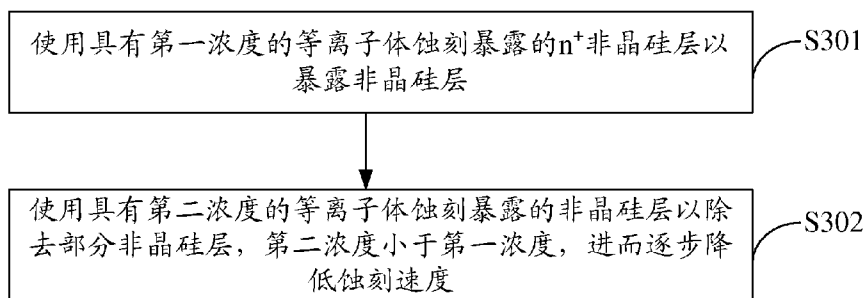


图 6

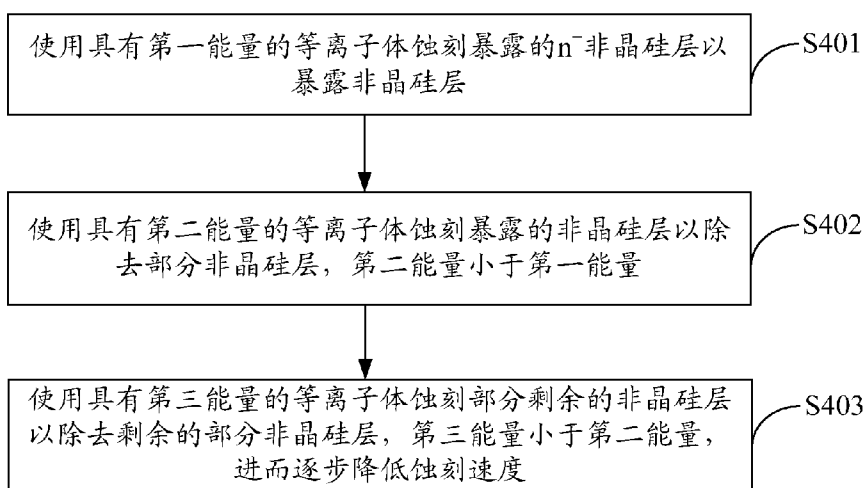


图 7

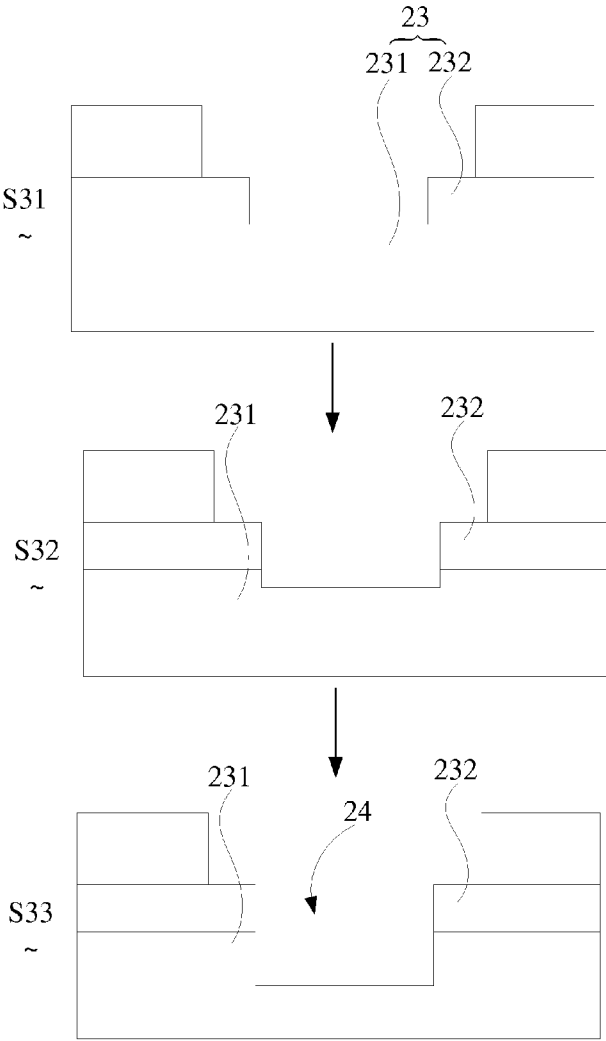


图 8

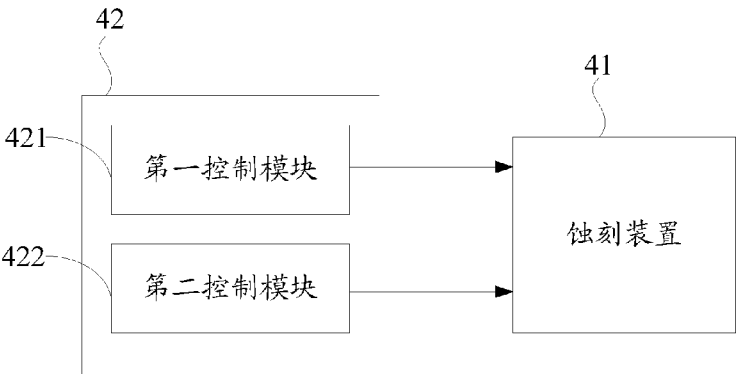


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/085393

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/-

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, CNKI, EPODOC, WPI: switch tube or transistor or TFT, speed or rate or energy or concentration, active layer or channel, two-step or multi-step or two-pass or multipass, plasma or dry etching, reduce or change or different, TFT or transistor+ or switch+, dry or plasma, etch???, active, speed+ or energy, reduce or change or small

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 101728277 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY), 09 June 2010 (09.06.2010), description, paragraphs 0065-0134, and figures 1-3	1-16
A	TW 201142937 A1 (SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.), 01 December 2011 (01.12.2011), the whole document	1-16
A	TW 201003775 A1 (SUMITOMO PRECISION PRODUCTS CO., LTD.), 16 January 2010 (16.01.2010), the whole document	1-16
A	JP 2007-59560 A (SHARP KK.), 08 March 2007 (08.03.2007), the whole document	1-16
A	JP 2009-64819 A (HITACHI DISPLAYS KK.), 26 March 2009 (26.03.2009), the whole document	1-16

☐ 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 02 August 2013(02.08.2013)	Date of mailing of the international search report 22 August 2013 (22.08.2013)
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 DA, Wenxin Telephone No.: (86-10) 82245280

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2012/085393

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101728277 A	09.06.2010	US 2010105163 A1	29.04.2010
		KR 20100045938 A	04.05.2010
		JP 2010123935 A	03.06.2010
		TW 201030857 A	16.08.2010
		KR 20120102558 A	18.09.2012
		JP 2012195621 A	11.10.2012
		TW 201250864 A	16.12.2012
		CN 102945862 A	27.02.2013
TW 201142937 A1	01.12.2011	WO 2011125514 A1	13.10.2011
		JP 2011216550 A	27.10.2011
		JP 4977230 B2	18.07.2012
		KR 20120127750 A	23.11.2012
		CN 102834902 A	19.12.2012
TW 201003775 A1	16.01.2010	WO 2009154034 A1	23.12.2009
		JP 2010003725 A	07.01.2010
		US 2011097903 A1	28.04.2011
JP 2007-59560 A	08.03.2007	None	
JP 2009-64819 A	26.03.2009	None	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/085393

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/336 (2006.01) i

H01L 21/3065 (2006.01) i

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/-

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,CNKI,EPODOC,WPI: 开关管 or 晶体管 or TFT, 蚀刻 or 刻蚀, 速度 or 速率 or 能量 or 浓度, 有源层 or 沟道, 两步 or 多步 or 两次 or 多次, 等离子 or 干蚀刻 or 干刻蚀 or 干法蚀刻 or 干法刻蚀 or 干式蚀刻, 降低 or 减小 or 变化 or 改变 or 不同, TFT or transistor+ or switch+, dry or plasma, etch???, active, speed+ or energy, reduce or change or small

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 101728277 A(株式会社半导体能源研究所)09.6 月 2010(09.06.2010) 说明书第 0065 段至 0134 段、图 1-3	1-16
A	TW 201142937 A1(积水化学工业股份有限公司) 01.12 月 2011(01.12.2011) 全文	1-16
A	TW 201003775 A1(住友精密工业股份有限公司) 16.1 月 2010(16.01.2010) 全文	1-16
A	JP 2007-59560 A(SHARP KK.)08.3 月 2007(08.03.2007) 全文	1-16
A	JP 2009-64819 A(HITACHI DISPLAYS KK.)26.3 月 2009(26.03.2009) 全文	1-16



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

02.8 月 2013(02.08.2013)

国际检索报告邮寄日期

22.8 月 2013 (22.08.2013)

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

达文欣

电话号码: (86-10) 82245280

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2012/085393

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 101728277 A	09.06.2010	US2010105163A1	29.04.2010
		KR20100045938A	04.05.2010
		JP2010123935A	03.06.2010
		TW201030857A	16.08.2010
		KR20120102558A	18.09.2012
		JP2012195621A	11.10.2012
		TW201250864A	16.12.2012
		CN102945862A	27.02.2013
TW 201142937 A1	01.12.2011	WO2011125514A1	13.10.2011
		JP2011216550A	27.10.2011
		JP4977230B2	18.07.2012
		KR20120127750A	23.11.2012
		CN102834902A	19.12.2012
TW 201003775 A1	16.01.2010	WO2009154034A1	23.12.2009
		JP2010003725A	07.01.2010
		US2011097903A1	28.04.2011
JP 2007-59560 A	08.03.2007	无	
JP 2009-64819 A	26.03.2009	无	

A. 主题的分类

H01L 21/336 (2006.01) i

H01L 21/3065(2006.01) i