

(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
2017 年 8 月 24 日 (24.08.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/140036 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01L 29/786 (2006.01) H01L 21/336 (2006.01)
H01L 27/12 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/081074
- (22) 国际申请日: 2016 年 5 月 5 日 (05.05.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201610094823.4 2016 年 2 月 19 日 (19.02.2016) 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: 李金明 (LI, Jinming); 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: 深圳市铭粤知识产权代理有限公司 (MING & YUE INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国广东省深圳市南山区登良路 21 号南油第二工业区 206 栋 6 层 611 室 (恒裕中心 B 座), Guangdong 518054 (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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, 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, POLYSILICON THIN FILM TRANSISTOR AND MANUFACTURING METHOD THERE-OF

(54) 发明名称: 低温多晶硅薄膜晶体管及其制备方法

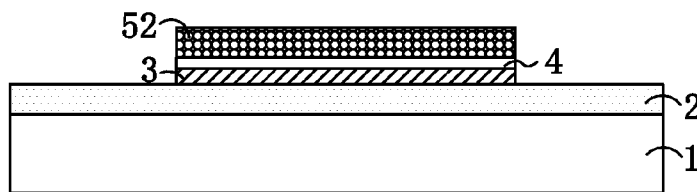


图 7

(57) Abstract: Provided are a low temperature, polysilicon thin film transistor and a manufacturing method thereof. The thin film transistor comprises a substrate (1), a metal induction layer (3) formed on the substrate (1), a barrier layer (4) formed on the metal induction layer (3), and an amorphous silicon film (51) formed on the barrier layer (4). The amorphous silicon film (51) is induced by the metal induction layer (3) to convert into a polysilicon film, the polysilicon film being an active layer (52). Although the active layer (52) is obtained by metal-induced crystallization, the metal induction layer (3) is disposed below the amorphous silicon film (51), and the barrier layer (4) is disposed between the metal induction layer (3) and the amorphous silicon film (51). By utilizing a metal induction layer (3), the present invention can induce recrystallization of amorphous silicon such that the amorphous silicon is converted into polysilicon, and by utilizing a barrier layer (4), the present invention can effectively control the number of metal ions entering an amorphous silicon film (51) and reduce the amount of metal ions remaining in the polysilicon film after induction.

(57) 摘要: 提供了一种低温多晶硅薄膜晶体管及其制备方法, 包括基板 (1)、形成于基板 (1) 上的金属诱导层 (3)、形成于金属诱导层 (3) 上的阻挡层 (4) 以及形成于阻挡层 (4) 上的非晶硅膜层 (51), 非晶硅膜层 (51) 经过金属诱导层 (3) 的诱导作用转化为多晶硅膜层, 多晶硅膜层为有源层 (52)。虽然有源层 (52) 是利用金属诱导法得到的, 但金属诱导层 (3) 是设置在非晶硅膜层 (51) 下方的, 且金属诱导层 (3) 与非晶硅膜层 (51) 之间还设有阻挡层 (4)。利用金属诱导层 (3) 可实现对非晶硅的诱导, 使其重结晶转变为多晶硅; 利用阻挡层 (4) 可有效控制进入非晶硅膜层 (51) 中的金属离子的含量, 降低诱导后在多晶硅膜层中残留金属离子的含量。

WO 2017/140036 A1

说明书

低温多晶硅薄膜晶体管及其制造方法

技术领域

本发明涉及晶圆制造领域及显示技术领域，具体是一种低温多晶硅薄膜晶体管及其制备方法。

背景技术

薄膜晶体管（TFT、Thin Film Transistor）在液晶显示装置中作为开关元件使用，其具有较低的电源消耗、较小的体积和较低的驱动电压等特点，非常适用于电脑、笔记本及其它装置的显示设备。目前的液晶显示装置中，薄膜晶体管的活性层主要采用非晶硅（amorphous silicon、a-Si），但是采用非晶硅作为活性层的薄膜晶体管迁移率很低，难以满足外围电路的驱动要求，因此采用低温多晶硅（Low Temperature Poly-silicon、LTPS）代替非晶硅的技术应运而生。

由于低温多晶硅薄膜的原子排列规则、载流子迁移率高($10\text{-}300\text{cm}^2/\text{Vs}$)，故具有较高的驱动电流，可加快液晶分子的反应时间、缩小薄膜晶体管的体积、增加像素单元中的透过面积，使显示装置具有更高的亮度和分辨率，因此在薄膜晶体管中的应用比非晶硅材料更加有优势。

在现有技术中，低温多晶硅薄膜的制备方法主要有直接生长法、准分子激光退火法(简称 ELA)以及金属诱导法。

其中，直接生长法主要是利用超高真空化学气相沉积(简称 CVD) 等设备在缓冲层上直接生长低温多晶硅薄膜，该方法的优点是不需要退火工艺，节约工艺时间，但是制备出的低温多晶硅薄膜表面较粗糙，显著减低了低温多晶硅

薄膜的载流子迁移率及各项性能的稳定性。

准分子激光退火法主要是利用激光退火使得非晶硅晶化转变为低温多晶硅，该方法的优点是制备出的低温多晶硅薄膜具有较高的载流子迁移率，但是由于受激光影响，该方法的重复性差，制备出的低温多晶硅薄膜均匀性欠佳，难以实现大面积晶化，且该方法所采用的设备昂贵，工艺制程温度高，不适用于普通的衬底基板。

金属诱导法主要是向非晶硅中加入一些金属离子（如 Al 离子、Cu 离子、Au 离子、Ag 离子等）或者在非晶硅表面形成一层金属诱导层（如 Al 等），利用金属离子的诱导作用降低非晶硅向多晶硅转变时的相变能量，实现非晶硅向多晶硅的快速转变。但是利用该方法制备低温多晶硅薄膜晶体管时，会有一些的金属离子残留在薄膜晶体管内部，导致薄膜晶体管的关态电流较高，影响薄膜晶体管的性能。因此实有必要对利用金属诱导法制备低温多晶硅薄膜晶体管的相关技术和器件结构进行优化或改善，以解决金属离子残留在低温多晶硅薄膜晶体管内部的问题。

发明内容

为克服现有技术的不足，本发明的目的在于提供一种低温多晶硅薄膜晶体管及其制备方法，通过对薄膜晶体管结构的优化、制备方法条件的改善来解决金属离子残留问题。

本发明包括两个方面，第一个方面，本发明提供一种低温多晶硅薄膜晶体管，包括：

基板；

形成于所述基板上的金属诱导层；

形成于所述金属诱导层上的阻挡层；

形成于所述阻挡层上的非晶硅膜层，所述非晶硅膜层在所述金属诱导层的诱导作用下转化为多晶硅膜层，所述多晶硅膜层为有源层。

进一步地，所述非晶硅膜层在所述金属诱导层的诱导作用下转化为多晶硅膜层是采用快速热退火工艺使所述金属诱导层的金属离子扩散到所述非晶硅膜层中，通过所述金属离子的诱导使所述非晶硅膜层转化为所述多晶硅膜层。

其中，金属诱导层的诱导作用更具体是：通过在快速热退火工艺中控制升温曲线来控制金属诱导层中的金属离子扩散到非晶硅膜层中的含量，进而在高温的作用下，使得由下至上进入非晶硅膜层中的金属离子与 Si 相互作用形成金属硅化物。由于形成金属硅化物的过程会释放热能，再加上 a-Si 与金属硅化物相接触的界面处的晶格位置有变化差异，从而使得 a-Si 原子在界面处重结晶形成 p-Si，而金属硅化物遭到分离，金属离子会继续向未结晶的 a-Si 扩散，重复上述过程，最终形成多晶硅层。

其中，快速热退火是指 Rapid thermal annealing，简称 RTA。

【金属诱导层-遮光层】进一步地，在本发明所述的低温多晶硅薄膜晶体管中，对所述金属诱导层进行图形化处理，得到图形化的金属诱导层。

进一步地，对所述金属诱导层进行图形化处理包括对所述金属诱导层进行涂布光刻胶、曝光、显影、刻蚀。

【金属诱导层-材料】进一步地，在本发明所述的低温多晶硅薄膜晶体管中，所述金属诱导层选用的材料为金属镍或硅镍合金中的一种。

【金属诱导层-含量】进一步地，在本发明所述的低温多晶硅薄膜晶体管中，所述金属诱导层选用的材料为硅镍合金，且在所述金属诱导层的顶部中，金属镍在硅镍合金中的质量百分数为 1-15%。其中，质量百分数为 1-15% 包括了该数值范围内的任一点值，例如质量百分数为 1%、2%、3%、4%、5%、6%、8%、

10%、12%、13%或15%。

其中，所述金属诱导层的顶部是指所述金属诱导层中靠近所述阻挡层和/或与所述阻挡层相接触的部分。

优选地，在所述金属诱导层的顶部中，金属镍在硅镍合金中的质量百分数为1-10%。

【金属诱导层-厚度】进一步地，在本发明所述的低温多晶硅薄膜晶体管中，所述金属诱导层的厚度为200-1200 Å。其中，所述金属诱导层的厚度为200-1200 Å包括了该数值范围内的任一点值，例如所述金属诱导层的厚度为200 Å、300 Å、400 Å、500 Å、600 Å、800 Å、1000 Å或1200 Å。

优选地，所述金属诱导层的厚度为300-1000 Å。

【金属诱导层-工艺】进一步地，在本发明所述的低温多晶硅薄膜晶体管中，所述金属诱导层是通过物理沉积工艺沉积得到的。

【阻挡层-材料】进一步地，在本发明所述的低温多晶硅薄膜晶体管中，所述阻挡层选用的材料为SiO_x。

【阻挡层-厚度】进一步地，在本发明所述的低温多晶硅薄膜晶体管中，所述阻挡层的厚度为10-200 Å。其中，所述阻挡层的厚度为20-200 Å包括了该数值范围内的任一点值，例如所述阻挡层的厚度为10 Å、20 Å、30 Å、50 Å、60 Å、80 Å、100 Å、120 Å、150 Å、160 Å、180 Å或200 Å。

在本发明中，阻挡层的作用是在非晶硅膜层转化为多晶硅膜层的过程中，在开始阶段能够使金属诱导层中的金属离子穿过阻挡层进入非晶硅膜层，并随着转化过程的进行，阻挡层逐渐形成致密的膜层结构以阻挡过多的金属离子进入到非晶硅膜层中，以免造成大量的金属离子残留。为此，阻挡层的厚度不宜过厚或者过薄。如果阻挡层过厚，会阻挡金属诱导层中金属离子的扩散，进而

影响非晶硅膜层转化为多晶硅膜层时的结晶效果，造成结晶晶粒过小。如果阻挡层过薄，则在转化过程的后期阶段中，难以形成有效的致密膜层结构来阻挡过多金属离子进入非晶硅膜层。

优选地，所述阻挡层的厚度为 20-200Å。

更优选地，所述阻挡层的厚度为 30-50Å。

【阻挡层-工艺】进一步地，在本发明所述的低温多晶硅薄膜晶体管中，所述阻挡层是采用等离子增强化学气相沉积工艺沉积形成的。

【非晶硅膜层-厚度】进一步地，在本发明所述的低温多晶硅薄膜晶体管中，所述非晶硅膜层的厚度为 300-800Å。其中，所述非晶硅膜层的厚度为 300-800 Å 包括了该数值范围内的任一点值，例如所述非晶硅膜层的厚度为 300 Å、400 Å、500 Å、600 Å、700 Å 或 800 Å。

【非晶硅膜层-工艺】进一步地，在本发明所述的低温多晶硅薄膜晶体管中，所述非晶硅膜层是采用等离子增强化学气相沉积工艺沉积形成的。

【热退火-温度】进一步地，在本发明所述的低温多晶硅薄膜晶体管中，所述快速热退火工艺的加热温度为 400-800℃。其中，所述加热温度为 400-800℃ 包括了该数值范围内的任一点值，例如加热温度为 400℃、500℃、550℃、600℃、650℃、700℃ 或 800℃。

优选地，所述快速热退火工艺的加热温度为 500-700 °C。

【除去有源层顶部和四周的残余金属离子】进一步地，在本发明所述的低温多晶硅薄膜晶体管中，形成所述有源层后，除去所述有源层的上表面膜层；对所述有源层进行光刻、刻蚀，得到图形化的有源层。

在本发明中，利用金属诱导层的诱导作用使非晶硅膜层转化为多晶硅膜层（即有源层）时，由于金属诱导层位于非晶硅膜层下方，因此在形成有源层的

过程中，金属诱导层中的金属离子进入非晶硅膜层后的扩散方向是由下向上、向四周扩散的，故形成所述有源层后，即便有源层中存在金属离子的残留也仅是存在于有源层的上表面膜层以及有源层的四周。因此本发明制备方法采用上述步骤，在形成所述有源层后除去其上表面膜层，并对有源层进行图形化处理，将位于四周区域的非图形化的有源层刻蚀掉，从而将存在有源层上表面膜层和有源层四周的残留金属离子全部除去。

更进一步地，采用氢氟酸清洗剂（HF Cleaner）除去所述有源层的上表面膜层。

【缓冲层】 进一步地，在本发明所述的低温多晶硅薄膜晶体管中，在所述基板和所述金属诱导层之间还形成有缓冲层。

【缓冲层-工艺】 更进一步地，所述缓冲层是在所述基板上采用化学气相沉积工艺沉积得到的。

【GI 等结构】 进一步地，本发明所述的低温多晶硅薄膜晶体管还包括：

形成于所述有源层上的栅极绝缘层；

形成于所述栅极绝缘层上的栅极；

形成于所述栅极上的介电层，在所述介电层设有使所述有源层部分暴露的源极接触孔和漏极接触孔；

形成于所述源极接触孔中的源极，所述源极通过所述源极接触孔与所述有源层相接触；形成于所述漏极接触孔中的漏极，所述漏极通过所述漏极接触孔与所述有源层相接触；

形成于所述介电层上的钝化层，所述钝化层对应于所述漏极的区域设有使所述漏极金属层部分暴露的开孔；

所述低温多晶硅薄膜晶体管还包括像素电极，所述像素电极通过所述开孔

与所述漏极相接触。

进一步地，所述栅极采用的材料为金属钼。

第二个方面，本发明提供一种上述低温多晶硅薄膜晶体管的制备方法，包括以下步骤：

提供一基板；

在所述基板上形成金属诱导层；

在所述金属诱导层上形成阻挡层；

在所述阻挡层上形成非晶硅膜层，利用所述金属诱导层的诱导作用使所述非晶硅膜层转化为多晶硅膜层，所述多晶硅膜层为有源层。

进一步地，利用所述金属诱导层的诱导作用使所述非晶硅膜层转化为多晶硅膜层是采用快速热退火工艺使所述金属诱导层中的金属离子扩散到所述非晶硅膜层中，通过所述金属离子的诱导作用使所述非晶硅膜层转化为所述多晶硅膜层。

其中，金属诱导层的诱导作用具体是：通过在快速热退火工艺中控制升温曲线来控制金属诱导层中的金属离子扩散到非晶硅膜层中的含量，进而在高温的作用下，使得由下至上进入非晶硅膜层中的金属离子与 Si 相互作用形成金属硅化物。由于形成金属硅化物的过程会释放热能，再加上 a-Si 与金属硅化物相接触的界面处的晶格位置有变化差异，从而使得 a-Si 原子在界面处重结晶形成 p-Si，而金属硅化物遭到分离，金属离子会继续向未结晶的 a-Si 扩散，重复上述过程，最终形成多晶硅层。

其中，快速热退火是指 Rapid thermal annealing，简称 RTA。

进一步地，在本发明所述的制备方法中，在所述基板上形成所述金属诱导层的步骤之后，对所述金属诱导层进行图形化处理，得到图形化的金属诱导层。

进一步地, 对所述金属诱导层进行图形化处理包括对所述金属诱导层进行涂布光刻胶、曝光、显影、刻蚀。

进一步地, 在本发明所述的制备方法中, 所述金属诱导层选用的材料为金属镍或硅镍合金中的一种。

进一步地, 在本发明所述的制备方法中, 所述金属诱导层选用的材料为硅镍合金, 且在所述金属诱导层的顶部中, 金属镍在硅镍合金中的质量百分数为 1-15%。其中, 质量百分数为 1-15% 包括了该数值范围内的任一点值, 例如质量百分数为 1%、2%、3%、4%、5%、6%、8%、10%、12%、13% 或 15%。

其中, 所述金属诱导层的顶部是指所述金属诱导层中靠近所述阻挡层或者与所述阻挡层相接触的部分。

优选地, 在所述金属诱导层的顶部中, 金属镍在硅镍合金中的质量百分数为 1-10%。

进一步地, 在本发明所述的制备方法中, 所述金属诱导层的厚度为 200-1200 Å。其中, 所述金属诱导层的厚度为 200-1200 Å 包括了该数值范围内的任一点值, 例如所述金属诱导层的厚度为 200 Å、300 Å、400 Å、500 Å、600 Å、800 Å、1000 Å 或 1200 Å。

优选地, 所述金属诱导层的厚度为 300-1000 Å。

进一步地, 在本发明所述的制备方法中, 所述金属诱导层是通过物理沉积工艺沉积得到的。

进一步地, 在本发明所述的制备方法中, 所述阻挡层选用的材料为 SiO_x 。

进一步地, 在本发明所述的制备方法中, 所述阻挡层的厚度为 10-200 Å。其中, 所述阻挡层的厚度为 20-200 Å 包括了该数值范围内的任一点值, 例如所述阻挡层的厚度为 10 Å、20 Å、30 Å、50 Å、60 Å、80 Å、100 Å、120 Å、150 Å、160 Å、

180 Å或 200 Å。

在本发明中，阻挡层的作用是在非晶硅膜层转化为多晶硅膜层的过程中，在开始阶段能够使金属诱导层中的金属离子穿过阻挡层进入非晶硅膜层，并随着转化过程的进行，阻挡层逐渐形成致密的膜层结构以阻挡过多的金属离子进入到非晶硅膜层中，以免造成大量的金属离子残留，也避免在后续其他制程中金属离子会继续扩散至有源层中。为此，阻挡层的厚度不宜过厚或者过薄。如果阻挡层过厚，会阻挡金属诱导层中金属离子的扩散，进而影响非晶硅膜层转化为多晶硅膜层时的结晶效果，造成结晶晶粒过小。如果阻挡层过薄，则在转化过程的后期阶段中，难以形成有效的致密膜层结构来阻挡过多金属离子进入非晶硅膜层。

优选地，所述阻挡层的厚度为 20-200Å。更优选地，所述阻挡层的厚度为 30-50Å。进一步地，在本发明所述的制备方法中，所述阻挡层是采用等离子增强化学气相沉积工艺沉积形成的。

进一步地，在本发明所述的制备方法中，所述非晶硅膜层的厚度为 300-800Å。其中，所述非晶硅膜层的厚度为 300-800 Å包括了该数值范围内的任一点值，例如所述非晶硅膜层的厚度为 300 Å、400 Å、500 Å、600 Å、700 Å或 800 Å。

进一步地，在本发明所述的制备方法中，在所述阻挡层上形成非晶硅膜层的步骤是采用等离子增强化学气相沉积工艺在所述阻挡层上沉积形成所述非晶硅膜层。

进一步地，在本发明所述的制备方法中，所述快速热退火工艺的加热温度为 400-800 °C。其中，所述加热温度为 400-800°C包括了该数值范围内的任一点值，例如加热温度为 400°C、500°C、550°C、600°C、650°C、700°C或 800°C。

优选地，所述快速热退火工艺的加热温度为 500-700 °C。

进一步地，在本发明所述的制备方法中，形成所述有源层后，除去所述有源层的上表面膜层；对所述有源层进行光刻、刻蚀，得到图形化的有源层。

在本发明的制备方法中，利用金属诱导层的诱导作用使非晶硅膜层转化为多晶硅膜层（即有源层）时，由于金属诱导层位于非晶硅膜层下方，因此在形成有源层的过程中，金属诱导层中的金属离子进入非晶硅膜层后的扩散方向是由下向上、向四周扩散的，故形成所述有源层后，即便有源层中存在金属离子的残留也仅是存在于有源层的上表面膜层以及有源层的四周。因此本发明制备方法采用上述步骤，在形成所述有源层后除去其上表面膜层，并对有源层进行图形化处理，将位于四周区域的非图形化的有源层刻蚀掉，从而将存在有源层上表面膜层和有源层四周的残留金属离子全部除去。

更进一步地，采用氢氟酸清洗剂（HF Cleaner）除去所述有源层的上表面膜层。

进一步地，在本发明所述的制备方法中，在所述基板和所述金属诱导层之间还形成有**缓冲层**。

进一步地，在本发明所述的制备方法中，所述缓冲层是在所述基板上采用化学气相沉积工艺沉积得到的。

进一步地，在本发明所述的制备方法中，还包括以下步骤：

在所述有源层上形成栅极绝缘层；

在所述栅极绝缘层上形成栅极；

在所述栅极上形成介电层，在所述介电层中形成使所述有源层部分暴露的源极接触孔和漏极接触孔；

在所述源极接触孔中形成源极，所述源极通过所述源极接触孔与所述有源

层相接触；在所述漏极接触孔中形成漏极，所述漏极通过所述漏极接触孔与所述有源层相接触；

在所述介电层上形成钝化层，所述钝化层对应于所述漏极的区域内形成使所述漏极金属层部分暴露的开孔；

形成像素电极，通过所述开孔使所述像素电极与所述漏极金属层相接触。

进一步地，所述栅极采用的材料为金属钼。

与现有技术相比，本发明的有益效果如下：

在本发明制备的低温多晶硅薄膜晶体管中，虽然有源层是利用金属诱导法得到的，但是在本发明中金属诱导层是设置在非晶硅膜层下方的，且金属诱导层与非晶硅膜层之间还设有阻挡层。在诱导过程的前期，金属诱导层中的离子能够顺利进入非晶硅膜层进行重结晶的诱导，而随着重结晶过程的进行，阻挡层将有效阻挡金属诱导层中的金属离子继续向上进入非晶硅膜层，从而可有效控制进入非晶硅膜层中的金属离子的含量，进而降低非晶硅膜层转化为多晶硅膜层后，在多晶硅膜层中残留金属离子的含量。

另外，由于本发明中的金属诱导层是设置在非晶硅膜层下方，故金属诱导层中的金属离子进入到非晶硅膜层中进行重结晶的诱导时，其扩散方向是向上和向四周，即当非晶硅膜层转化为多晶硅膜层后，金属离子仅残留在多晶硅膜层（即有源层）的上表面处和四周处，上表面处的残留金属离子通过清洗剂除去，四周处的残留金属离子则在后续的光刻、刻蚀等制程中被除去。由此，可大大降低残留于多晶硅膜层中的金属离子含量。

附图说明

图 1 至图 7 是本发明实施例低温多晶硅薄膜晶体管的制备方法的工艺流程。

具体实施方式

实施例

本实施例提供一种低温多晶硅薄膜晶体管，如图 7 所示为该低温多晶硅薄膜晶体管的剖面结构示意图，其包括：基板 1、形成于基板 1 上的缓冲层 2、形成于缓冲层 2 上的金属诱导层 3、形成于金属诱导层 3 上的阻挡层 4、形成于阻挡层 4 上的有源层 52。

其中，缓冲层 2 是利用化学气相沉积工艺在该基板 1 上沉积形成的。

其中，金属诱导层 3 是利用物理沉积工艺在缓冲层 2 上沉积形成的，之后在该金属诱导层 3 进行图形化处理，采用涂布光刻胶、曝光、显影、刻蚀工艺，使其成为图形化的金属诱导层 3，该图形化的金属诱导层也是本实施例低温多晶硅薄膜晶体管的遮光层。在本实施例中，金属诱导层的厚度为 300-1000Å，优选金属诱导层的厚度为 450Å，其采用硅镍合金材料，且在金属诱导层顶部中，金属镍在硅镍合金中的质量百分数为 1-10%，优选质量分数为 5%。

其中，阻挡层 4 是利用等离子增强气相沉积工艺在图形化的金属诱导层 3 上形成的。在本实施例中，阻挡层的作用是在非晶硅膜层转化为多晶硅膜层的过程中，在开始阶段能够使金属诱导层中的金属离子穿过阻挡层进入非晶硅膜层，并随着转化过程的进行，阻挡层逐渐形成致密的膜层结构以阻挡过多的金属离子进入到非晶硅膜层中，以免造成大量的金属离子残留，也避免在后续其他制程中金属离子会继续扩散至有源层中。为此，阻挡层的厚度不宜过厚或者过薄。如果阻挡层过厚，会阻挡金属诱导层中金属离子的扩散，进而影响非晶硅膜层转化为多晶硅膜层时的结晶效果，造成结晶晶粒过小。如果阻挡层过薄，则在转化过程的后期阶段中，难以形成有效的致密膜层结构来阻挡过多金属离子进入非晶硅膜层。在本实施例中，阻挡层 4 的厚度为 20-200Å，优选阻挡层的厚度为 40Å，其所选用的材料是 SiO_x ， SiO_x 中的 O 可与金属诱导层中的 Si 形成

致密的氧化硅膜层结构。

其中，有源层 52 的形成过程如下：利用等离子增强气相沉积工艺在阻挡层 4 上沉积形成非晶硅膜层，该非晶硅膜层的厚度只要能满足量产要求即可，例如本实施例中非晶硅膜层的厚度为 300–800Å，优选地，非晶硅膜层的厚度为 500Å。然后，在形成非晶硅膜层 51 后，利用金属诱导层的诱导作用，采用快速热退火工艺，在 500–700℃ 的温度条件下，对其进行加热，然后快速冷却，使非晶硅膜层转化为多晶硅膜层，该多晶硅膜层即为有源层 52。

在上述非晶硅膜层转化为多晶硅膜层的过程中，由于金属诱导层是设置非晶硅膜层下方的，因此金属诱导层中的镍离子在非晶硅膜层中的扩散是朝上、朝四周进行的。最终在非晶硅膜层转变为多晶硅膜层之后，如图 6 所示，在有源层 52 的上表面形成残留有金属镍离子的上表面膜层 53，在有源层 52 的四周（由于图 6 为剖面图，故在图 6 中仅显示出有源层的左右两侧）形成残留有金属镍离子的周边膜层 54。

因此，在本实施例中，如图 7 所示，利用氢氟酸清洗剂将上表面膜层除去；之后，对有源层 52 进行光刻、干法刻蚀工艺，得到图形化的有源层 52。在此过程中，由于周边膜层为非图形化区域中的有源层，因此在图形化处理的过程中被去掉。通过上述对上表面膜层和周边膜层的处理，可有效地将残留在有源层中的金属离子除去。

接着，在图形化的有源层上形成有栅极绝缘层、栅极、介电层，在介电层中设有能够使有源层部分暴露的源极接触孔和漏极接触孔，并在源极接触孔中形成有源极，该源极通过源极接触孔与有源层相接触，在漏极接触孔中形成有漏极，该漏极通过漏极接触孔与有源层相接触。在介电层上还设有钝化层，该钝化层在对应于漏极的区域内形成了使漏极部分暴露的开孔；本实施例的低温

多晶硅薄膜晶体管还形成有像素电极，像素电极通过开孔与漏极相接触。可以理解的是，在得到图形化的有源层之后，再依次形成栅极绝缘层、栅极、介电层、源极、漏极、钝化层、像素电极等结构的技术为本领域的现有技术，故在此不再详细叙述。

本实施例提供一种上述低温多晶硅薄膜晶体管的制造方法，该制造方法包括以下步骤：

如图 1 所示，提供一基板 1，并利用化学气相沉积工艺在该基板 1 上沉积形成缓冲层 2。

如图 2 所示，利用物理沉积工艺在缓冲层 2 上沉积形成金属诱导层 3，并对该金属诱导层 3 进行图形化处理，采用涂布光刻胶、曝光、显影、刻蚀工艺，使其成为如图 3 所示的图形化的金属诱导层 3，该图形化的金属诱导层也是本实施例低温多晶硅薄膜晶体管的遮光层。在本实施例中，金属诱导层的厚度为 300-1000Å，优选金属诱导层的厚度为 450Å，其采用硅镍合金材料，且在金属诱导层顶部中，金属镍在硅镍合金中的质量百分数为 1-10%，优选质量分数为 5%。

如图 4 所示，利用等离子增强气相沉积工艺在图形化的金属诱导层 3 上形成阻挡层 4，该阻挡层 4 的厚度为 20-200Å，优选阻挡层的厚度为 40Å，其所选用的材料是 SiO_x 。

如图 5 所示，利用等离子增强气相沉积工艺在阻挡层 4 上沉积形成非晶硅膜层 51，该非晶硅膜层的厚度只要能满足量产要求即可，例如本实施例中非晶硅膜层的厚度为 300-800Å，优选地，非晶硅膜层的厚度 500Å。

如图 6 所示，利用金属诱导层的诱导作用将非晶硅膜层转化为多晶硅膜层。具体为：利用快速热退火工艺，在 500-700℃ 的温度条件下，对非晶硅膜层 51

进行加热，使金属诱导层 3 中的镍离子扩散到非晶硅膜层 51 中，通过镍离子的诱导使非晶硅膜层 51 转化为多晶硅膜层，该多晶硅膜层即为有源层 52。

在上述非晶硅膜层转化为多晶硅膜层的过程中，由于金属诱导层是设置在非晶硅膜层下方的，因此金属诱导层中的镍离子在非晶硅膜层中的扩散是朝上、朝四周进行的。最终在非晶硅膜层转变为多晶硅膜层之后，如图 6 所示，在有源层 52 的上表面形成残留有金属镍离子的上表面膜层 53，在有源层 52 的四周（由于图 6 为剖面图，故在图 6 中仅显示出有源层的左右两侧）形成残留有金属镍离子的周边膜层 54。

因此，在本实施例中，如图 7 所示，利用氢氟酸清洗剂将上表面膜层 53 除去；之后，对有源层 52 进行光刻、干法刻蚀工艺，得到图形化的有源层 52。在此过程中，由于周边膜层 54 为非图形化区域中的有源层，因此在图形化处理的过程中被去掉。通过上述对上表面膜层和周边膜层的处理，可有效地将残留在有源层中的金属离子除去。

接着，在图形化的有源层上依次沉积形成栅极绝缘层、栅极、介电层，在介电层中形成有能够使有源层部分暴露的源极接触孔和漏极接触孔，并在源极接触孔中形成源极，该源极通过源极接触孔与有源层相接触，在漏极接触孔中形成漏极，该漏极通过漏极接触孔与有源层相接触。在介电层上还沉积形成钝化层该钝化层在对应于漏极的区域内形成了使漏极部分暴露的开孔；本实施例的低温多晶硅薄膜晶体管还形成了像素电极，像素电极通过开孔与漏极相接触。可以理解的是，在得到图形化的有源层之后，再依次形成栅极绝缘层、栅极、介电层、源极、漏极、钝化层、像素电极等结构的技术为本领域的现有技术，故在此不再详细叙述。

下面对于本实施例能够有效解决有源层中金属离子残留问题的原理进行说

明。

首先，本实施例利用金属诱导层诱导非晶硅膜层转变为多晶硅膜层的原理如下：在高温作用下，金属诱导层中的 Ni 离子与非晶硅膜层相接触，形成接触的界面，且 Ni 会与 Si 相互作用生成 Ni_ySi 化合物（即金属硅化物）；在形成 Ni_ySi 化合物的过程中，由于热能的释放、a-Si 在界面处晶格位置的变化差异，会使得 a-Si 原子在界面处重结晶形成 p-Si，进而导致 Ni_ySi 化合物遭到破坏，Ni 离子继续向未结晶的 a-Si 中扩散，重复形成 Ni_ySi 化合物、a-Si 重结晶形成 p-Si、 Ni_ySi 化合物被破坏的过程，直到 a-Si 全部转化为 p-Si（即多晶硅膜层）。

其次，阻挡层的作用原理如下：本实施例中阻挡层选用的材料为 SiO_x ，且膜层厚度较薄。在金属诱导的过程中，前期为升温加热过程，此阶段中由于 SiO_x 结构中 Si-O 键的键长较长，故位于阻挡层下方的金属诱导层中的 Ni 离子能够迅速穿过阻挡层进入 a-Si 层进行诱导；但是随着温度的升高、诱导过程的进行，金属诱导层中剩下的 Si 会与阻挡层中的 O 进行结合，形成热氧化的致密的氧化硅， SiO_x 的键节逐渐变小，使得金属诱导层中的 Ni 离子难以再穿过阻挡层进入到非晶硅膜层中。由此，阻挡层可实现对进入非晶硅膜层中金属离子的含量的控制，起到阻挡作用。

可以理解的是，以上仅对低温多晶硅薄膜晶体管的主体结构进行了说明，该低温多晶硅薄膜晶体管还可以包括其它常规的功能结构，在本发明中不再一一赘述。

以上所述为本发明的具体实施方式，其目的是为了清楚说明本发明而作的举例，并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说，在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

权利要求书

1、一种低温多晶硅薄膜晶体管，包括基板和形成于所述基板上的金属诱导层，其中：所述低温多晶硅薄膜晶体管还包括形成于所述金属诱导层上的阻挡层以及形成于所述阻挡层上的非晶硅膜层，所述非晶硅膜层在所述金属诱导层的诱导作用下转化为多晶硅膜层，所述多晶硅膜层为有源层。

2、如权利要求1所述的低温多晶硅薄膜晶体管，其中：对所述金属诱导层进行图形化处理，得到图形化的金属诱导层。

3、如权利要求1所述的低温多晶硅薄膜晶体管，其中：所述金属诱导层选用的材料为金属镍或硅镍合金中的一种。

4、如权利要求3所述的低温多晶硅薄膜晶体管，其中：所述金属诱导层选用的材料为硅镍合金，且在所述金属诱导层的顶部中，金属镍在硅镍合金中的质量百分数为1-15%。

5、如权利要求1所述的低温多晶硅薄膜晶体管，其中：所述金属诱导层的厚度为200-1200 Å。

6、如权利要求1所述的低温多晶硅薄膜晶体管，其中：所述阻挡层选用的材料为SiO_x。

7、如权利要求2所述的低温多晶硅薄膜晶体管，其中：所述阻挡层选用的材料为SiO_x。

8、如权利要求3所述的低温多晶硅薄膜晶体管，其中：所述阻挡层选用的材料为SiO_x。

9、如权利要求4所述的低温多晶硅薄膜晶体管，其中：所述阻挡层选用的

材料为 SiO_x 。

10、如权利要求 5 所述的低温多晶硅薄膜晶体管，其中：所述阻挡层选用的材料为 SiO_x 。

11、如权利要求 1 所述的低温多晶硅薄膜晶体管，其中：所述阻挡层的厚度为 20-200Å。

12、如权利要求 2 所述的低温多晶硅薄膜晶体管，其中：所述阻挡层的厚度为 20-200Å。

13、如权利要求 3 所述的低温多晶硅薄膜晶体管，其中：所述阻挡层的厚度为 20-200Å。

14、如权利要求 4 所述的低温多晶硅薄膜晶体管，其中：所述阻挡层的厚度为 20-200Å。

15、如权利要求 5 所述的低温多晶硅薄膜晶体管，其中：所述阻挡层的厚度为 20-200Å。

16、一种低温多晶硅薄膜晶体管的制备方法，其中，包括以下步骤：提供一基板；在所述基板上形成金属诱导层；在所述金属诱导层上形成阻挡层；在所述阻挡层上形成非晶硅膜层，利用所述金属诱导层的诱导作用使所述非晶硅膜层转化为多晶硅膜层，所述多晶硅膜层为有源层。

17、如权利要求 16 所述的制备方法，其中：
形成所述有源层后，除去所述有源层的上表面膜层；
对所述有源层进行光刻、刻蚀，得到图形化的有源层。

18、如权利要求 16 所述的制备方法，其中：利用所述金属诱导层的诱导作用使所述非晶硅膜层转化为多晶硅膜层是采用快速热退火工艺使所述金属诱导层中的金属离子扩散到所述非晶硅膜层中，通过所述金属离子的诱导使所述

非晶硅膜层转化为所述多晶硅膜层。

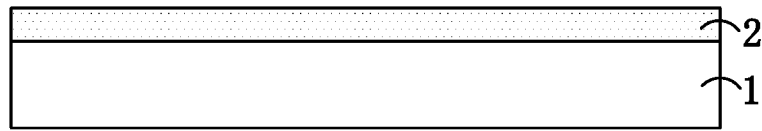


图 1

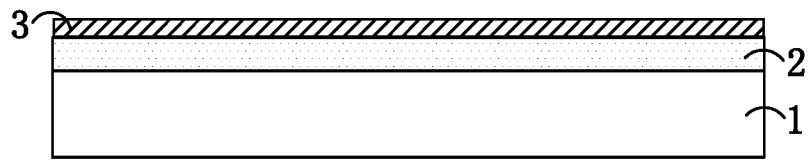


图 2

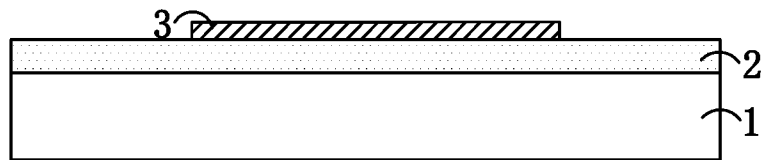


图 3

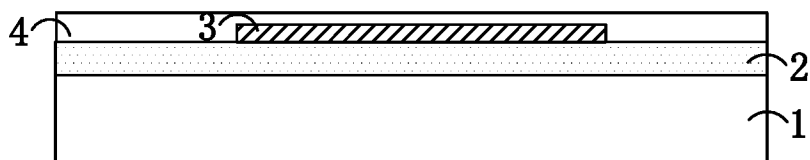


图 4

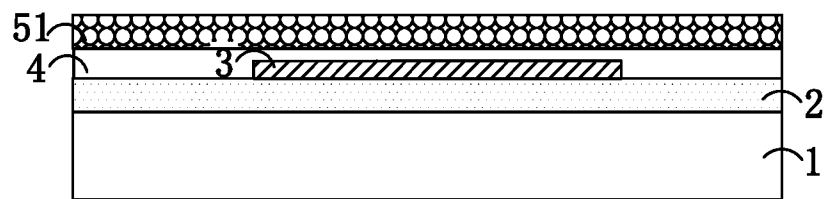


图 5

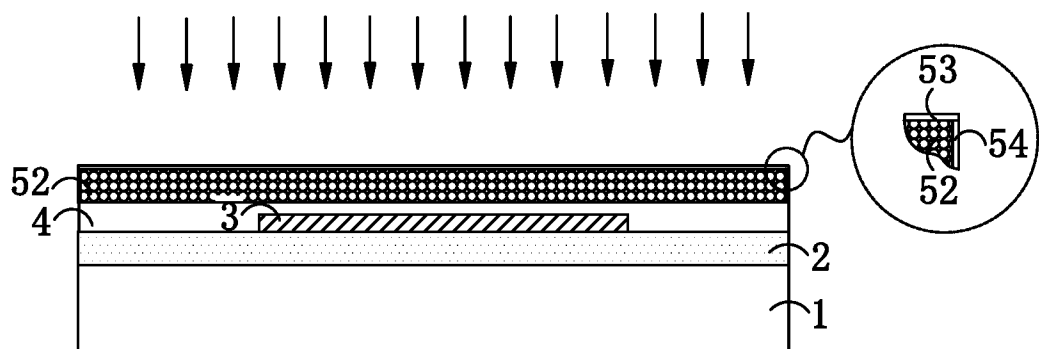


图 6

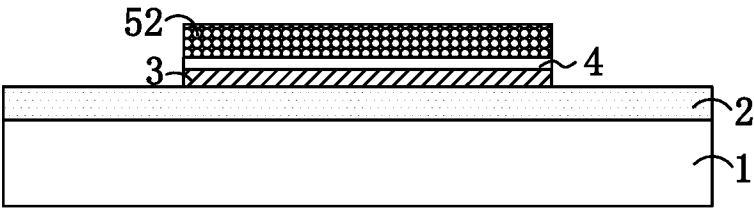


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/081074

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 29/786 (2006.01) i; H01L 27/12 (2006.01) i; H01L 21/336 (2006.01) i

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)

H01L

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)

DWPI, CNTXT: thin film transistor, amorphous silicon, rapid thermal annealing, tft, metal, induce, amorphous, polysilicon, nickel, RTA, rapid, thermal, annealing

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105470312 A (SHENZHEN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.), 06 April 2016 (06.04.2016), the whole document	1-18
X	CN 101834124 A (GUANGDONG SINODISPLAY TECHNOLOGY CO., LTD.), 15 September 2010 (15.09.2010), description, paragraphs 0055-0056, and figure 3a	1-18
A	CN 101834211 A (GUANGDONG SINODISPLAY TECHNOLOGY CO., LTD.), 15 September 2010 (15.09.2010), the whole document	1-18
A	CN 101494242 A (SAMSUNG MOBILE DISPLAY CO., LTD.), 29 July 2009 (29.07.2009), the whole document	1-18

☐ 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 04 November 2016 (04.11.2016)	Date of mailing of the international search report 23 November 2016 (23.11.2016)
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 WANG, Yibing Telephone No.: (86-10) 62411584

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/081074

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105470312 A	06 April 2016	None	
CN 101834124 A	15 September 2010	CN 101834124 B	31 October 2012
CN 101834211 A	15 September 2010	None	
CN 101494242 A	29 July 2009	US 2009189160 A1	30 July 2009
		JP 2009177120 A	06 August 2009
		CN 101494242 B	19 December 2012
		US 7999261 B2	16 August 2011
		KR 20090081965 A	29 July 2009
		JP 5166152 B2	21 March 2013
		EP 2083440 A2	29 July 2009
		KR 100965260 B1	22 June 2010

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/081074

A. 主题的分类		
H01L 29/786(2006.01)i; H01L 27/12(2006.01)i; H01L 21/336(2006.01)i		
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)		
H01L		
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))		
DWPI, CNTXT: 薄膜晶体管, 金属, 诱导, 非晶硅, 多晶硅, 镍, 快速热退火, tft, metal, induce, amorphous, polysilicon, nickel, RTA, rapid, thermal, annealing		
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
PX	CN 105470312 A (深圳市华星光电技术有限公司) 2016年 4月 6日 (2016 - 04 - 06) 全文	1-18
X	CN 101834124 A (广东中显科技有限公司) 2010年 9月 15日 (2010 - 09 - 15) 说明书第0055段至第0056段, 附图3a	1-18
A	CN 101834211 A (广东中显科技有限公司) 2010年 9月 15日 (2010 - 09 - 15) 全文	1-18
A	CN 101494242 A (三星移动显示器株式会社) 2009年 7月 29日 (2009 - 07 - 29) 全文	1-18
☐ 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		国际检索报告邮寄日期
2016年 11月 4日		2016年 11月 23日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088		王毅冰
传真号 (86-10)62019451		电话号码 (86-10)62411584

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/081074

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	105470312	A	2016年 4月 6日	无			
CN	101834124	A	2010年 9月 15日	CN	101834124	B	2012年 10月 31日
CN	101834211	A	2010年 9月 15日	无			
CN	101494242	A	2009年 7月 29日	US	2009189160	A1	2009年 7月 30日
				JP	2009177120	A	2009年 8月 6日
				CN	101494242	B	2012年 12月 19日
				US	7999261	B2	2011年 8月 16日
				KR	20090081965	A	2009年 7月 29日
				JP	5166152	B2	2013年 3月 21日
				EP	2083440	A2	2009年 7月 29日
				KR	100965260	B1	2010年 6月 22日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)