

(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 11 月 23 日 (23.11.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/197691 A1

(51) 国际专利分类号:
G02F 1/1337 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/085794

(22) 国际申请日: 2016 年 6 月 15 日 (15.06.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610340789.4 2016 年 5 月 20 日 (20.05.2016) 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: 李吉 (LI, Ji); 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: 深圳市德力知识产权代理事务所 (COMIPS INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国广东省深圳市福田区上步中路深勘大厦 15E, Guangdong 518028 (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,

(54) **Title:** LIQUID-CRYSTAL PANEL STRUCTURE CONTAINING FUNCTIONALIZED GRAPHENE LAYER, AND METHOD FOR FABRICATING FUNCTIONALIZED GRAPHENE FILM

(54) 发明名称: 含功能化石墨烯层的液晶面板结构及功能化石墨烯膜的制备方法

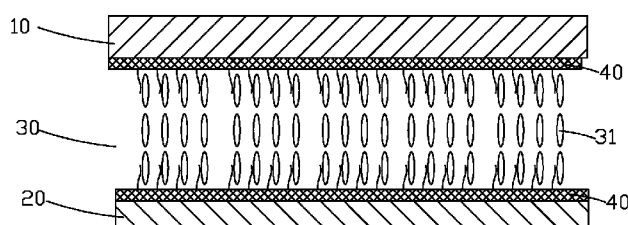


图 1

(57) **Abstract:** Provided are a liquid-crystal panel structure containing a functionalized graphene layer (40), and a method for fabricating a functionalized graphene film; said functionalized graphene layer (40) simultaneously performs the functions of transparent electrical conductivity and liquid-crystal alignment; it is subsequently unnecessary to use an alignment film material to conduct an alignment process, thus greatly simplifying the liquid-crystal panel fabrication process and the film layer structure. In the method for fabricating the functionalized graphene film, the advantage of transparent electrical conductivity of the graphene is fully utilized and the ability to modify the surface of the graphene is also fully utilized, such that the graphene performs the function of alignment of the liquid crystal molecules, and the functionalized graphene fabricated performs the functions of transparent electrical conductivity and alignment.

(57) **摘要:** 一种含功能化石墨烯层 (40) 的液晶面板结构及功能化石墨烯膜的制备方法, 该功能化石墨烯层 (40) 可以同时起到透明导电、及对液晶配向的作用, 后续不需要再使用配向膜材料进行配向制程, 大大简化了液晶面板的制作工艺及膜层结构。该功能化石墨烯膜的制备方法, 充分利用了石墨烯的透明导电优势, 并且充分利用了石墨烯的表面可修饰性, 赋予石墨烯对液晶分子的配向作用, 制备出的功能化石墨烯膜兼具透明导电、及配向功能。

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))。

含功能化石墨烯层的液晶面板结构及功能化石墨烯膜的制备方法

技术领域

5 本发明涉及显示技术领域，尤其涉及一种含功能化石墨烯层的液晶面板结构及功能化石墨烯膜的制备方法。

背景技术

薄膜晶体管液晶显示装置 (Liquid Crystal Display, LCD) 具有机身薄、省电、无辐射等众多优点，得到了广泛的应用。现有市场上的 LCD 大部分
10 为背光型液晶显示装置，其包括液晶显示面板及背光模组 (backlight module)。液晶显示面板的工作原理是在两片平行的玻璃基板当中放置液晶分子，通过玻璃基板通电与否来控制液晶分子改变方向，将背光模组的光线折射出来产生画面。

通常液晶显示面板由彩膜 (Color Filter, CF) 基板、薄膜晶体管 (Thin Film Transistor, TFT) 基板、夹于 CF 基板与 TFT 基板之间的液晶 (Liquid Crystal, LC) 层及密封胶框 (Sealant) 组成。在 TFT-LCD 显示器中，基于液晶的运作模式的分类有：相变 (phase change, PC)、扭转向列 (twisted nematic TN)、超扭转向列 (super twisted nematic STN)、垂直配向型 (Vertical Alignment, VA)、及横向电场切换型 (In plane Switching, IPS) 等。针对
15 常见的 VA 显示模式而言，需要在 CF 基板、TFT 基板面向液晶层的一侧上同时分别设置一层透明导电膜，该透明导电膜的主要作用是在 CF 基板和 TFT 基板之间形成电场，驱动液晶分子偏转，从而实现亮暗的显示。

目前，传统的透明导电膜是由物理气相溅射 (Physical Vapor Deposition, PVD) 的方法制备出的氧化铟锡 (Indium Tin Oxides, ITO) 薄膜。另外，TFT 基板及 CF 基板上 ITO 透明导电膜形成之后，通常会涂布或打印一层几十至几百纳米厚度的配向膜层，该配向膜与 LC 接触后，能够使得 LC 产生一定方向的预倾角，从而给液晶分子提供一个承载的角度 (预倾角的大小对 TFT-LCD 的驱动电压、对比度、响应时间、视角等具有重要影响)，配向膜的材料通常选用聚酰亚胺 (Polyimide, PI)
20 材料，主要分为摩擦配向型 PI 材料和光配向型 PI 材料，但是，无论哪种配向材料都有各自的缺点。

石墨烯具有优异的透明导电性能和机械性能，目前已有多篇专利报道使用石墨烯作为透明导电膜层。形成石墨性透明导电层的方法可以有直接

化学气相沉积 (Chemical Vapor Deposition, CVD) 成膜法、CVD 成膜-转印法、石墨烯溶液打印法、及氧化石墨烯溶液打印-还原法。然而, 在这些专利中, 石墨烯仅仅只作为透明电极膜层, 而后仍然需要进行配向膜层的材料和工艺。

5

发明内容

本发明的目的在于提供一种含功能化石墨烯层的液晶面板结构, 其功能化石墨烯层可以同时起到透明导电、及对液晶配向的作用, 后续不需要使用配向膜材料进行配向制程, 大大简化了液晶面板的制作工艺及膜层结构。

10

本发明的目的还在于提供一种功能化石墨烯膜的制备方法, 充分利用石墨烯的透明导电优势, 并且充分利用石墨烯的表面可修饰性, 赋予石墨烯对液晶分子的配向作用, 制备出的功能化石墨烯膜兼具透明导电、及配向功能。

15

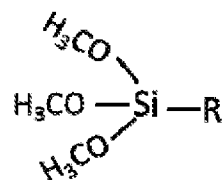
为实现上述目的, 本发明提供一种含功能化石墨烯层的液晶面板结构, 包括相对设置的上基板与下基板、及设于所述上基板与下基板之间的液晶层;

所述上基板靠近所述液晶层的一侧设有功能化石墨烯层;

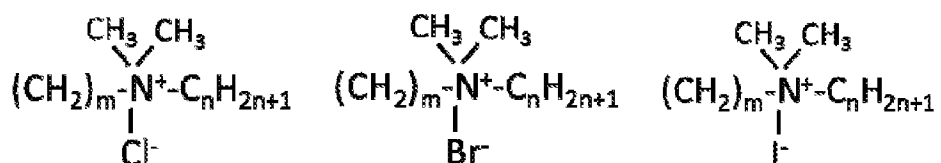
20

所述功能化石墨烯层为功能化石墨烯膜, 所述功能化石墨烯膜为石墨烯表面接枝液晶垂直配向分子膜;

所述液晶层的材料包含液晶分子, 所述功能化石墨烯层的材料中液晶垂直配向分子接枝在石墨烯表面, 以对所述液晶层中液晶分子进行垂直配向。

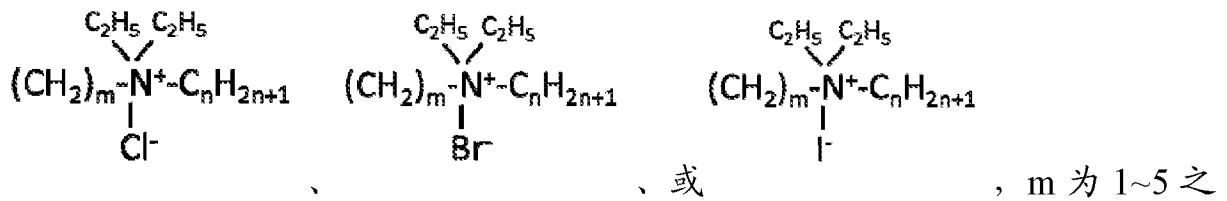


所述液晶垂直配向分子的分子结构式为 ,



25

其中, R 为



间的整数, n 为 15~30 之间的整数。

可选的, 所述下基板靠近所述液晶层的一侧设有功能化石墨烯层, 所述功能化石墨烯层靠近所述液晶层的一侧的表面经过摩擦处理, 以对液晶层中的液晶分子提供预倾角。

可选的, 所述下基板靠近所述液晶层的一侧由下至上依次设有 ITO 电极层、及配向膜层, 所述配向膜层对所述液晶层中的液晶分子提供预倾角。

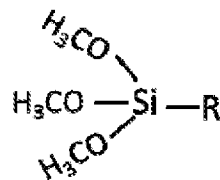
所述上基板为彩膜基板, 所述下基板为 TFT 阵列基板。

本发明还提供一种功能化石墨烯膜的制备方法, 包括以下步骤:

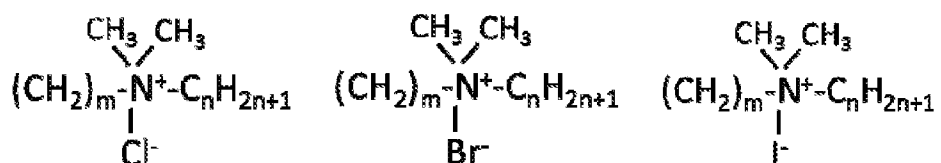
步骤 1、使氧化石墨烯功能化: 采用 Hummer's 法制备氧化石墨烯, 将得到的氧化石墨烯与具有液晶配向功能的液晶垂直配向分子反应, 使垂直配向分子接枝在氧化石墨烯表面, 得到功能化氧化石墨烯;

步骤 2、形成功能化氧化石墨烯膜: 提供溶剂, 将所述步骤 1 制得的功能化氧化石墨烯混合于溶剂中并通过超声波处理, 得到分散均匀的功能化氧化石墨烯分散液; 提供基板, 将该功能化氧化石墨烯分散液在所述基板上形成一层功能化氧化石墨烯膜;

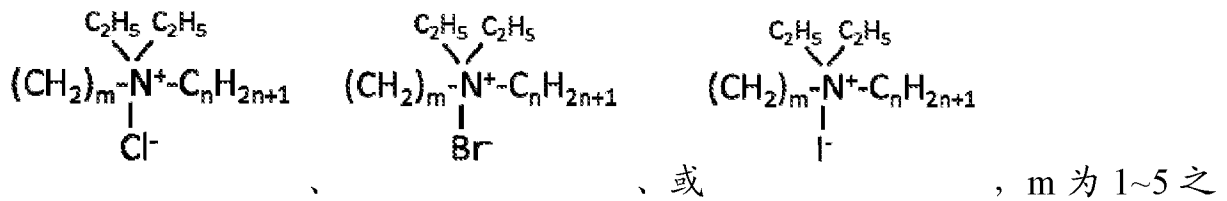
步骤 3、还原功能化氧化石墨烯: 将所述步骤 2 制得的功能化氧化石墨烯膜进行氢气还原处理, 得到材料为石墨烯表面接枝液晶垂直配向分子的功能化石墨烯膜。



所述液晶垂直配向分子的分子结构式为 ,



其中, R 为



间的整数, n 为 15~30 之间的整数。

所述步骤 2 中提供的溶剂为乙腈、丙酮、四氢呋喃、N-甲基吡咯烷酮、水、丙酮、乙醇、N,N-二甲基甲酰胺、二氯甲烷、三氯甲烷、丙醇、异丙醇、及乙二醇中的一种或多种混合溶剂。

所述步骤 3 还包括对得到的功能化石墨烯膜进行摩擦处理。

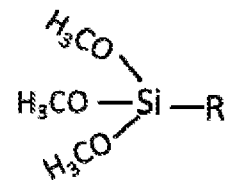
所述步骤 2 中通过喷墨打印或转印的方法将所述功能化氧化石墨烯分散液在基板上形成功能化氧化石墨烯膜。

本发明还提供一种功能化石墨烯膜的制备方法, 包括以下步骤:

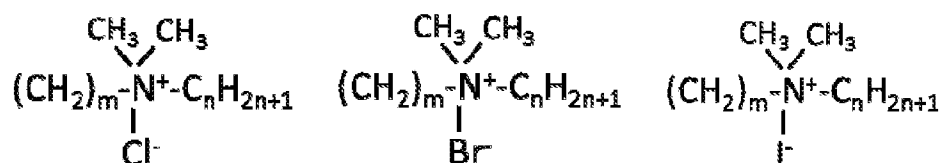
10 步骤 1、使氧化石墨烯功能化: 采用 Hummer's 法制备氧化石墨烯, 将得到的氧化石墨烯与具有液晶配向功能的液晶垂直配向分子反应, 使垂直配向分子接枝在氧化石墨烯表面, 得到功能化氧化石墨烯;

15 步骤 2、形成功能化氧化石墨烯膜: 提供溶剂, 将所述步骤 1 制得的功能化氧化石墨烯混合于溶剂中并通过超声波处理, 得到分散均匀的功能化氧化石墨烯分散液; 提供基板, 将该功能化氧化石墨烯分散液在所述基板上形成一层功能化氧化石墨烯膜;

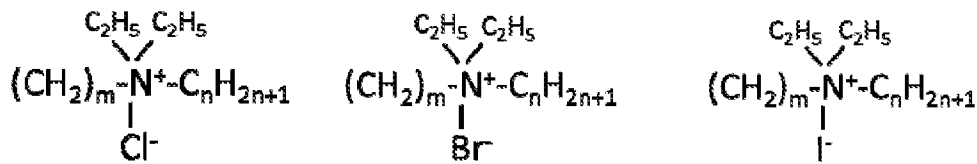
步骤 3、还原功能化氧化石墨烯: 将所述步骤 2 制得的功能化氧化石墨烯膜进行氢气还原处理, 得到材料为石墨烯表面接枝液晶垂直配向分子的功能化石墨烯膜;



20 其中, 所述液晶垂直配向分子的分子结构式为



其中, R 为



、或，m 为 1~5 之

间的整数，n 为 15~30 之间的整数；

其中，所述步骤 2 中提供的溶剂为乙腈、丙酮、四氢呋喃、N-甲基吡咯烷酮、水、丙酮、乙醇、N,N-二甲基甲酰胺、二氯甲烷、三氯甲烷、丙醇、异丙醇、及乙二醇中的一种或多种混合溶剂。

本发明的有益效果：本发明的含功能化石墨烯层的液晶面板结构，其功能化石墨烯层可以同时起到透明导电、及对液晶配向的作用，后续不需要再使用配向膜材料进行配向制程，大大简化了液晶面板的制作工艺及膜层结构。本发明的功能化石墨烯膜的制备方法，首先通过 Hummer's 法制备出氧化石墨烯，利用具有液晶配向功能的液晶垂直配向分子与氧化石墨烯表面上的官能团反应，得到功能化氧化石墨烯，然后将得到的功能化氧化石墨烯进行成膜得到功能化氧化石墨烯膜，再将功能化氧化石墨烯膜上其他含氧官能团还原掉，得到材料为石墨烯表面接枝液晶垂直配向分子的功能化石墨烯膜，该方法充分利用了石墨烯的透明导电优势，并且充分利用了石墨烯表面可修饰性，赋予石墨烯对液晶分子的配向作用，制备出的功能化石墨烯膜兼具透明、导电、及配向功能，在未来柔性显示、及透明显示等领域也将发挥更明显的优势。

附图说明

下面结合附图，通过对本发明的具体实施方式详细描述，将使本发明的技术方案及其它有益效果显而易见。

附图中，

图 1 为本发明的含功能化石墨烯层的液晶面板结构的第一实施例的结构示意图；

图 2 为本发明的含功能化石墨烯层的液晶面板结构的第二实施例的结构示意图；

图 3 为本发明的功能化石墨烯膜的制备方法的流程示意图；

图 4 为本发明的功能化石墨烯膜的制备方法的步骤 1 中氧化石墨烯功能化的反应示意图；

图 5 为本发明的功能化石墨烯膜的制备方法的步骤 3 中还原功能化氧

化石石墨烯的反应示意图。

具体实施方式

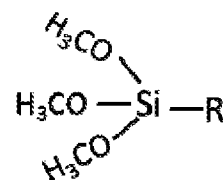
为更进一步阐述本发明所采取的技术手段极其效果，以下结合本发明的
5 的优选实施例及其附图进行详细描述。

请参阅图 1，为本发明含功能化石石墨烯层的液晶面板结构的第一实施例的结构示意图，本实施例的含功能化石石墨烯层的液晶面板结构包括，相对设置的上基板 10 与下基板 20、及设于所述上基板 10 与下基板 20 之间的液晶层 30。

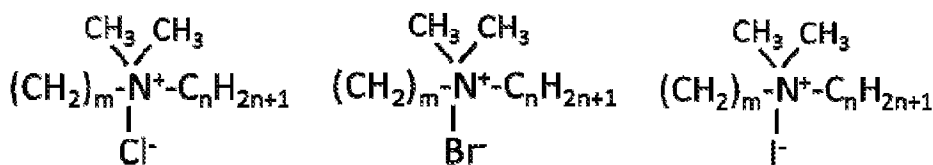
10 具体地，所述上基板 10 靠近所述液晶层 30 的一侧设有功能化石石墨烯层 40。

具体地，所述功能化石石墨烯层 40 为功能化石石墨烯膜，所述功能化石石墨烯膜为石墨烯表面接枝液晶垂直配向分子膜。

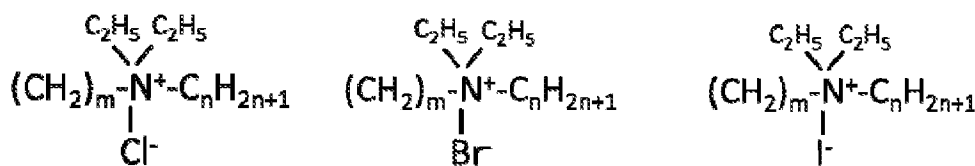
15 具体地，所述液晶层 30 的材料包含液晶分子 31，所述功能化石石墨烯层 40 的材料中液晶垂直配向分子接枝在石墨烯表面，以对所述液晶层 30 中液晶分子 31 进行垂直配向。



具体地，所述液晶垂直配向分子的分子结构式为



其中，R 为



20 间的整数 n 为 15~30 之间的整数 优选地 m 为 2~4 之间的整数 n 为 16~24 之间的整数。

具体地，所述功能化石石墨烯中液晶垂直配向分子通过与石墨烯之间形

成硅氧键 (Si-O) 而接枝在石墨烯表面。

具体地, 在本实施例中, 所述下基板 20 同所述上基板 10 一样, 靠近所述液晶层 30 的一侧也设有功能化石墨烯层 40, 且所述功能化石墨烯层 40 靠近所述液晶层 30 的一侧的表面经过摩擦 (rubbing) 处理, 以对液晶层 30 中的液晶分子 31 提供预倾角。

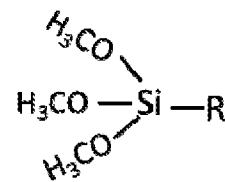
具体地, 所述上基板 10 为彩膜基板, 所述下基板 20 为 TFT 阵列基板。

请参阅图 2, 为本发明含功能化石墨烯层的液晶面板结构的第二实施例的结构示意图, 与上述第一实施例相比, 在本实施例中, 仅所述上基板 10 靠近所述液晶层 30 的一侧设有功能化石墨烯层 40, 而所述下基板 20 靠近所述液晶层 30 的一侧由下至上依次设有 ITO 电极层 51、及配向膜层 52, 所述配向膜层 52 对所述液晶层 30 中的液晶分子 31 提供预倾角。

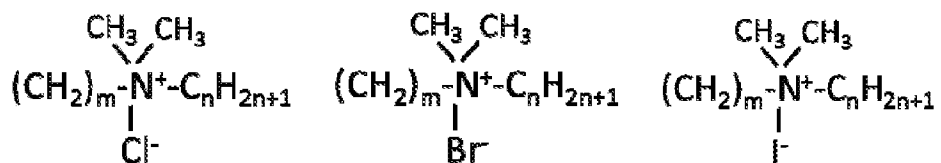
本发明的含功能化石墨烯层的液晶面板结构, 功能化石墨烯层 40 可以同时起到透明导电、及对液晶配向的作用, 后续不需要再使用配向膜材料进行配向制程, 大大简化了液晶面板的制作工艺及膜层结构。

请参阅图 3, 本发明还提供一种功能化石墨烯膜的制备方法, 包括以下步骤:

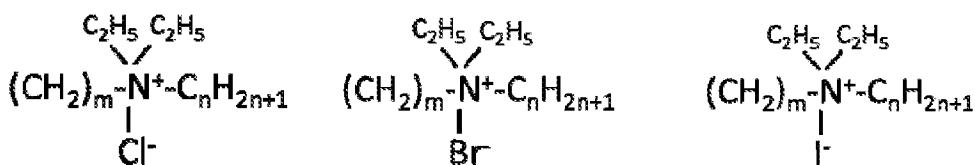
步骤 1、氧化石墨烯功能化: 通过 Hummer's 法制备得到氧化石墨烯, 将氧化石墨烯与具有液晶配向功能的液晶垂直配向分子反应, 使垂直配向分子接枝在氧化石墨烯表面, 得到功能化氧化石墨烯。



具体地, 所述液晶垂直配向分子的分子结构式为



其中, R 为



、或

, m 为 1~5 之

间的整数 n 为 15~30 之间的整数 优选地 m 为 2~4 之间的整数 n 为 16~24 之间的整数。

具体地, 如图 4 所示, 所述液晶垂直配向分子与氧化石墨烯反应, 垂直配向分子通过与氧化石墨烯之间形成硅氧键而接枝在氧化石墨烯表面, 得到功能化氧化石墨烯。

步骤 2、形成功能化氧化石墨烯膜: 提供溶剂, 将所述步骤 1 中制得的功能化石墨烯混合于溶剂中并通过超声波处理, 得到分散均匀的功能化氧化石墨烯分散液; 提供基板, 将该功能化氧化石墨烯分散液在所述基板上形成一层功能化氧化石墨烯膜。

具体地, 所述步骤 2 中提供的溶剂为乙腈、丙酮、四氢呋喃、N-甲基吡咯烷酮、水、丙酮、乙醇、N,N-二甲基甲酰胺、二氯甲烷、三氯甲烷、丙醇、异丙醇、及乙二醇中的一种或多种混合溶剂。

具体地, 所述步骤 2 中通过喷墨打印、或转印等成膜的方法将所述功能化氧化石墨烯分散液在基板上形成功能化氧化石墨烯膜。

优选地, 所述步骤 2 中通过喷墨打印的方法将所述功能化氧化石墨烯分散液在基板上形成功能化氧化石墨烯膜。

步骤 3、还原功能化氧化石墨烯: 将步骤 2 中制得的功能化氧化石墨烯膜经过氢气还原处理, 得到功能化石墨烯膜。

具体地, 如图 5 所示, 该步骤 3 中, 对功能化氧化石墨烯膜进行氢气还原处理, 使得功能化氧化石墨烯中氧化石墨烯上的羰基 (-CO)、羧基 (-COOH)、及羟基 (-OH) 被还原掉, 从而提供石墨烯更优异的导电性和透明性, 其中接枝的具有配向作用的垂直配向分子不能被氢气还原, 保留在石墨烯表面。

具体地, 所述步骤 3 还包括对得到的功能化石墨烯膜进行摩擦处理, 从而起到对液晶分子提供预倾角的作用。

本发明的功能化石墨烯膜的制备方法, 充分利用了石墨烯的透明导电优势, 并且充分利用了石墨烯表面可修饰性, 赋予石墨烯对液晶分子的配向作用, 制备出的功能化石墨烯膜兼具透明导电、及配向功能, 在未来柔性显示、及透明显示等领域也将发挥更明显的优势。

综上所述, 本发明的含功能化石墨烯层的液晶面板结构, 其功能化石墨烯层可以同时起到透明导电、及对液晶配向的作用, 后续不需要再使用配向膜材料进行配向制程, 大大简化了液晶面板的制作工艺及膜层结构。本发明的功能化石墨烯膜的制备方法, 首先通过 Hummer's 法制备出氧化石墨烯, 利用具有液晶配向功能的液晶垂直配向分子与氧化石墨烯表面上的

官能团反应，得到功能化氧化石墨烯，然后将得到的功能化氧化石墨烯进行成膜得到功能化氧化石墨烯膜，再将功能化氧化石墨烯膜上其他含氧官能团还原掉，得到材料为石墨烯表面接枝液晶垂直配向分子的功能化石墨烯膜，该方法充分利用了石墨烯的透明导电优势，并且充分利用了石墨烯表面可修饰性，赋予石墨烯对液晶分子的配向作用，制备出的功能化石墨烯膜兼具透明导电、及配向功能，在未来柔性显示、及透明显示等领域也将发挥更明显的优势。

以上所述，对于本领域的普通技术人员来说，可以根据本发明的技术方案和技术构思作出其他各种相应的改变和变形，而所有这些改变和变形都应属于本发明权利要求的保护范围。

权 利 要 求

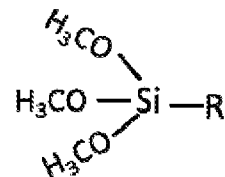
1、一种含功能化石墨烯层的液晶面板结构，包括相对设置的上基板与下基板、及设于所述上基板与下基板之间的液晶层；

5 所述上基板靠近所述液晶层的一侧设有功能化石墨烯层；

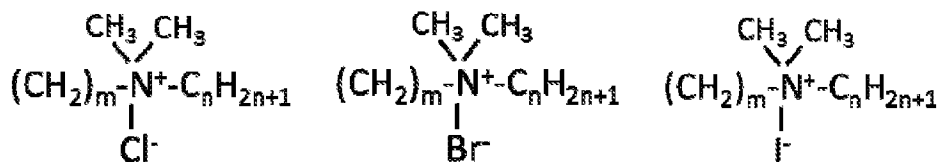
所述功能化石墨烯层为功能化石墨烯膜，所述功能化石墨烯膜为石墨烯表面接枝液晶垂直配向分子膜；

所述液晶层的材料包含液晶分子，所述功能化石墨烯层的材料中液晶垂直配向分子接枝在石墨烯表面，以对所述液晶层中液晶分子进行垂直配向。

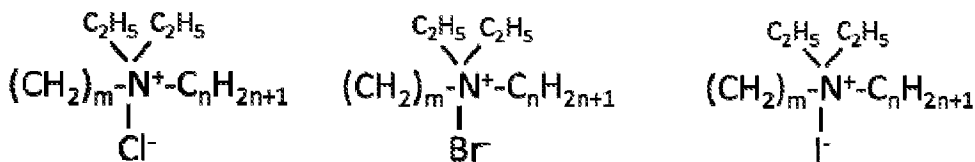
2、如权利要求 1 所述的含功能化石墨烯层的液晶面板结构，其中，所



述液晶垂直配向分子的分子结构式为



其中，R 为



、或

，m 为 1~5 之

15 间的整数，n 为 15~30 之间的整数。

3、如权利要求 1 所述的含功能化石墨烯层的液晶面板结构，其中，所述下基板靠近所述液晶层的一侧设有功能化石墨烯层，所述功能化石墨烯层靠近所述液晶层的一侧的表面经过摩擦处理，以对液晶层中的液晶分子提供预倾角。

20 4、如权利要求 1 所述的含功能化石墨烯层的液晶面板结构，其中，所述下基板靠近所述液晶层的一侧由下至上依次设有 ITO 电极层、及配向膜

层, 所述配向膜层对所述液晶层中的液晶分子提供预倾角。

5、如权利要求 1 所述的含功能化石墨烯层的液晶面板结构, 其中, 所述上基板为彩膜基板, 所述下基板为 TFT 阵列基板。

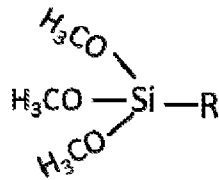
6、一种功能化石墨烯膜的制备方法, 包括以下步骤:

5 步骤 1、使氧化石墨烯功能化: 采用 Hummer's 法制备氧化石墨烯, 将得到的氧化石墨烯与具有液晶配向功能的液晶垂直配向分子反应, 使垂直配向分子接枝在氧化石墨烯表面, 得到功能化氧化石墨烯;

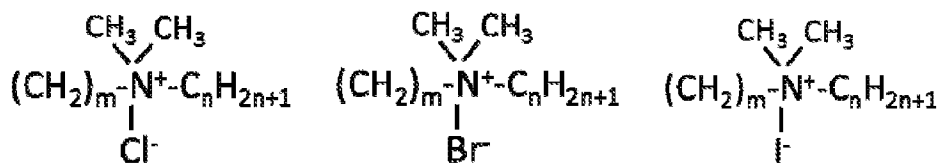
步骤 2、形成功能化氧化石墨烯膜: 提供溶剂, 将所述步骤 1 制得的功能化石墨烯混合于溶剂中并通过超声波处理, 得到分散均匀的功能化氧化石墨烯分散液; 提供基板, 将该功能化氧化石墨烯分散液在所述基板上形成一层功能化氧化石墨烯膜;

步骤 3、还原功能化氧化石墨烯: 将所述步骤 2 制得的功能化氧化石墨烯膜进行氢气还原处理, 得到材料为石墨烯表面接枝液晶垂直配向分子的功能化石墨烯膜。

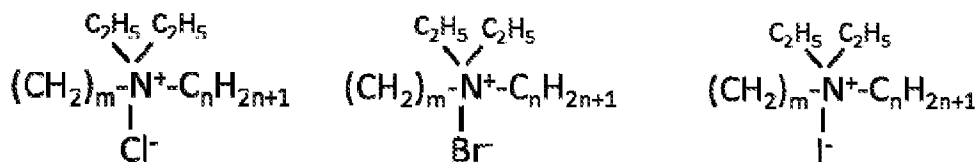
15 7、如权利要求 6 所述的功能化石墨烯膜的制备方法, 其中, 所述液晶



垂直配向分子的分子结构式为



其中, R 为



、或

, m 为 1~5 之

间的整数, n 为 15~30 之间的整数。

20 8、如权利要求 6 所述的功能化石墨烯膜的制备方法, 其中, 所述步骤 2 中提供的溶剂为乙腈、丙酮、四氢呋喃、N-甲基吡咯烷酮、水、丙酮、乙醇、N,N-二甲基甲酰胺、二氯甲烷、三氯甲烷、丙醇、异丙醇、及乙二醇

中的一种或多种混合溶剂。

9、如权利要求 6 所述的功能化石墨烯膜的制备方法，其中，所述步骤 3 还包括对得到的功能化石墨烯膜进行摩擦处理。

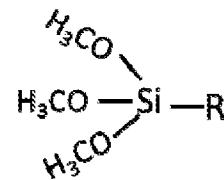
10、如权利要求 6 所述的功能化石墨烯膜的制备方法，其中，所述步骤 2 中通过喷墨打印或转印的方法将所述功能化氧化石墨烯分散液在基板上形成功能化氧化石墨烯膜。

11、一种功能化石墨烯膜的制备方法，包括以下步骤：

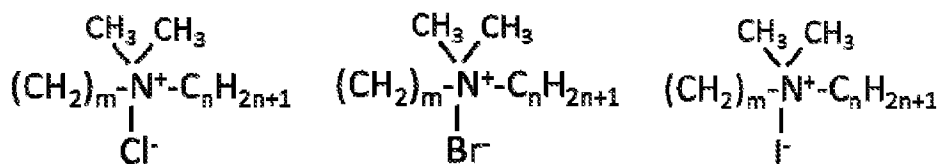
步骤 1、使氧化石墨烯功能化：采用 Hummer's 法制备氧化石墨烯，将得到的氧化石墨烯与具有液晶配向功能的液晶垂直配向分子反应，使垂直配向分子接枝在氧化石墨烯表面，得到功能化氧化石墨烯；

步骤 2、形成功能化氧化石墨烯膜：提供溶剂，将所述步骤 1 制得的功能化氧化石墨烯混合于溶剂中并通过超声波处理，得到分散均匀的功能化氧化石墨烯分散液；提供基板，将该功能化氧化石墨烯分散液在所述基板上形成一层功能化氧化石墨烯膜；

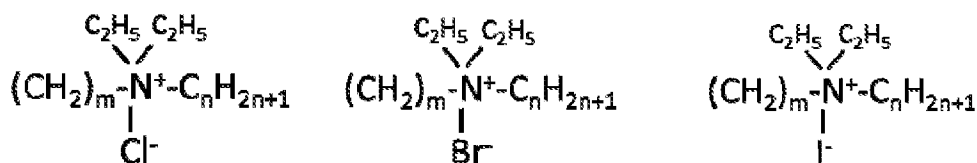
15 步骤 3、还原功能化氧化石墨烯：将所述步骤 2 制得的功能化氧化石墨烯膜进行氢气还原处理，得到材料为石墨烯表面接枝液晶垂直配向分子的功能化石墨烯膜；



其中，所述液晶垂直配向分子的分子结构式为



其中，R 为



20 、 或 ， m 为 1~5 之

间的整数，n 为 15~30 之间的整数；

其中，所述步骤 2 中提供的溶剂为乙腈、丙酮、四氢呋喃、N-甲基吡

咯烷酮、水、丙酮、乙醇、N,N-二甲基甲酰胺、二氯甲烷、三氯甲烷、丙醇、异丙醇、及乙二醇中的一种或多种混合溶剂。

12、如权利要求 11 所述的功能化石墨烯膜的制备方法，其中，所述步骤 3 还包括对得到的功能化石墨烯膜进行摩擦处理。

- 5 13、如权利要求 11 所述的功能化石墨烯膜的制备方法，其中，所述步骤 2 中通过喷墨打印或转印的方法将所述功能化氧化石墨烯分散液在基板上形成功能化氧化石墨烯膜。

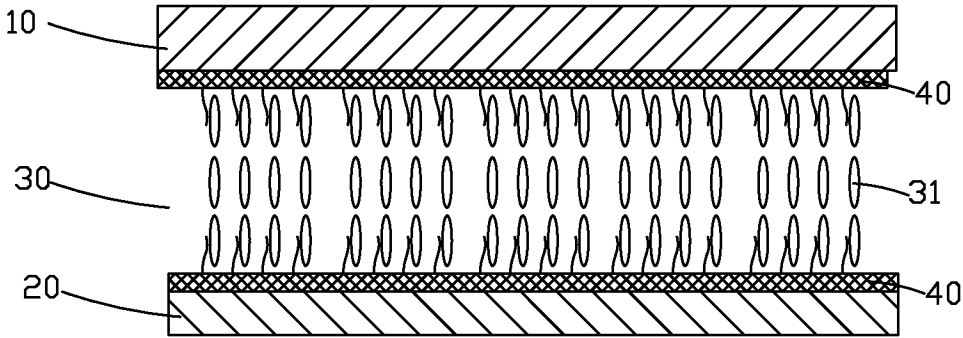


图1

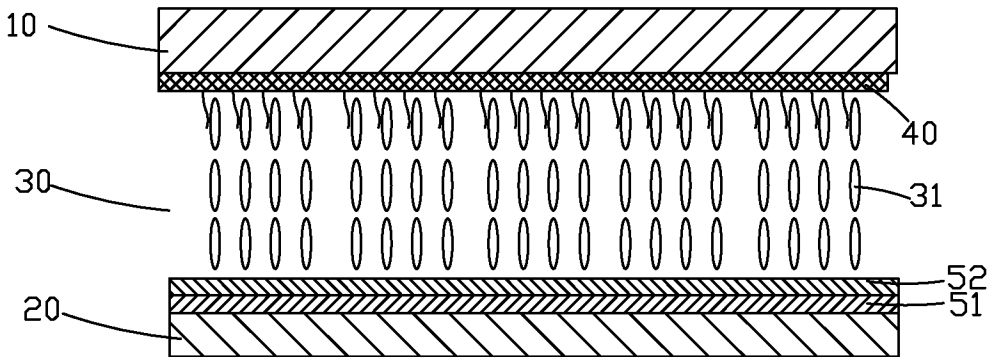


图2

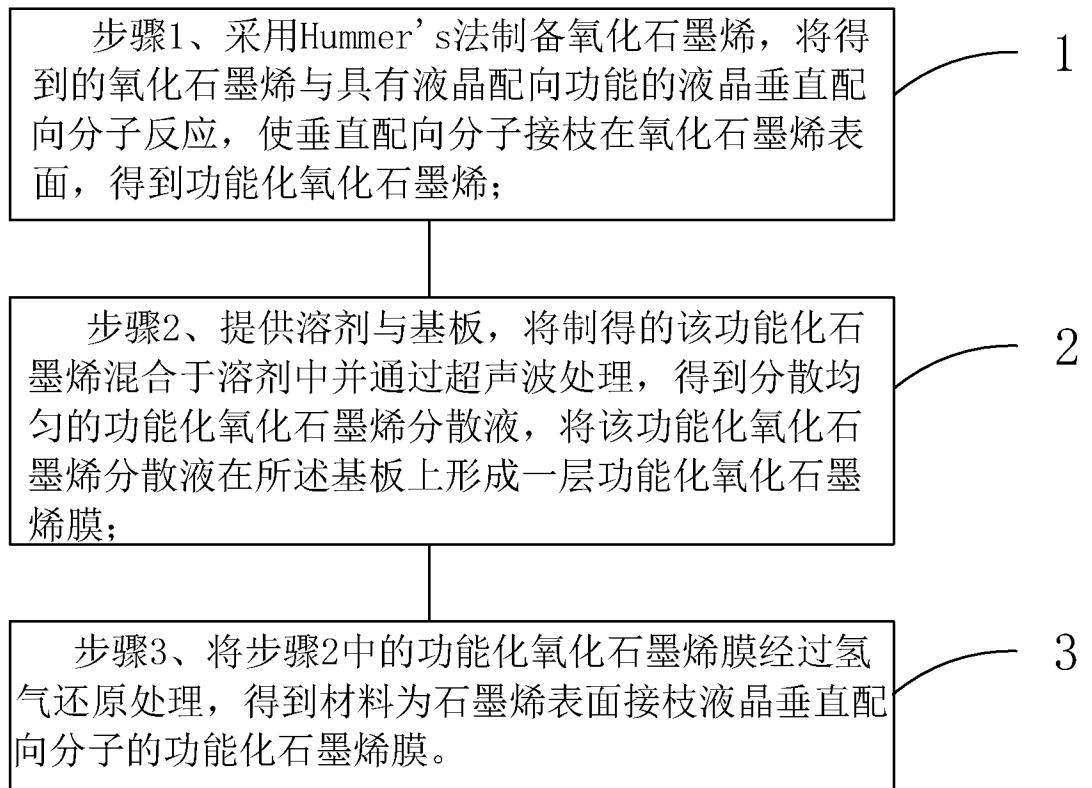


图3

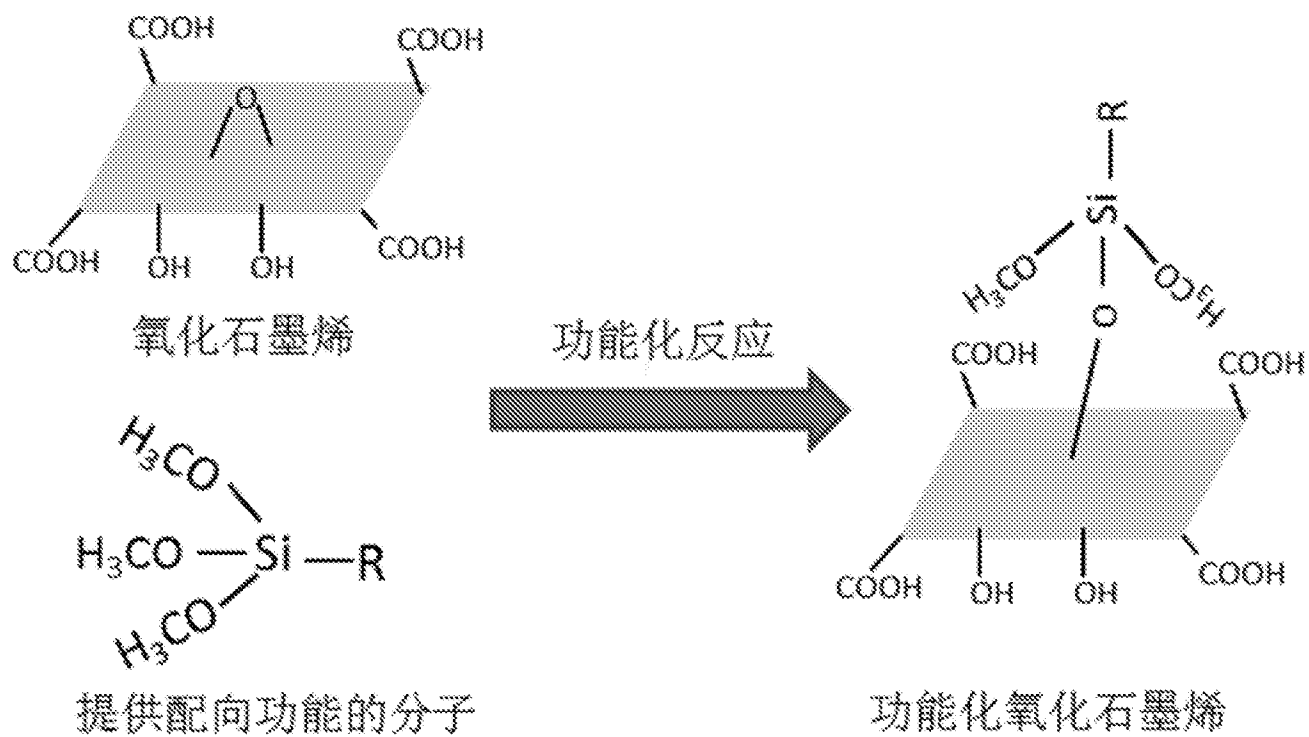


图4

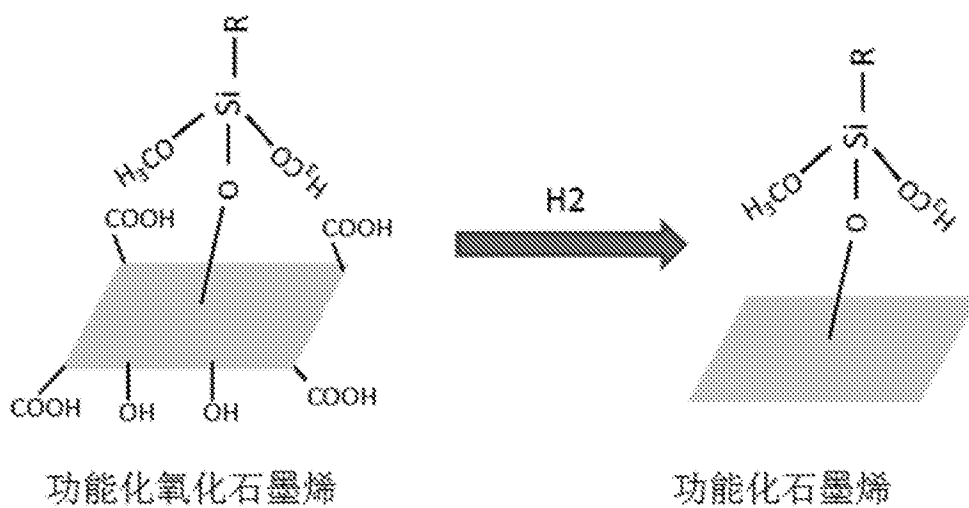


图5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/085794

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F 1/1337 (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)

G02F

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)

CNABS, CNTXT, VEN: liquid crystal, orientation, LCD, graphene, align+, molecule, sili +

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 103676331 A (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.), 26 March 2014 (26.03.2014), description, paragraphs 0062-0085, and figures 5-15	1-5
A	CN 103885639 A (CHONGQING INSTITUTE OF GREEN AND INTELLIGENT TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 25 June 2014 (25.06.2014), the whole document	1-13
A	CN 103728777 A (INNOCOM TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD. et al.), 16 April 2014 (16.04.2014), the whole document	1-13
A	CN 105242437 A (SHENZHEN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.), 13 January 2016 (13.01.2016), the whole document	1-13
A	KR 1504956 B1 (UNIV YONSEI IND ACADEMIC COOP FOUND), 23 March 2015 (23.03.2015), the whole document	1-13

☐ 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 17 February 2017 (17.02.2017)	Date of mailing of the international search report 24 February 2017 (24.02.2017)
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 LIU, Zhangpeng Telephone No.: (86-10) 62085125

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/085794

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103676331 A	26 March 2014	WO 2015096537 A1	02 July 2015
		US 2016004125 A1	07 January 2016
		CN 103676331 B	04 January 2017
		WO 2015096537 A9	30 June 2016
CN 103885639 A	25 June 2014	None	
CN 103728777 A	16 April 2014	None	
CN 105242437 A	13 January 2016	None	
KR 1504956 B1	23 March 2015	None	

A. 主题的分类 G02F 1/1337(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) G02F 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)) CNABS, CNTXT, VEN: 石墨烯, 液晶, 取向, 配向, 分子, 硅, LCD, graphene, align+, molecule, sili+																						
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 103676331 A (京东方科技集团股份有限公司) 2014年 3月 26日 (2014 - 03 - 26) 说明书第0062-0085段, 附图5-15</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103885639 A (中国科学院重庆绿色智能技术研究院) 2014年 6月 25日 (2014 - 06 - 25) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103728777 A (群康科技深圳有限公司等) 2014年 4月 16日 (2014 - 04 - 16) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105242437 A (深圳市华星光电技术有限公司) 2016年 1月 13日 (2016 - 01 - 13) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 1504956 B1 (UNIV YONSEI IND ACADEMIC COOP FOUND) 2015年 3月 23日 (2015 - 03 - 23) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table> ☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。 <table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 103676331 A (京东方科技集团股份有限公司) 2014年 3月 26日 (2014 - 03 - 26) 说明书第0062-0085段, 附图5-15	1-5	A	CN 103885639 A (中国科学院重庆绿色智能技术研究院) 2014年 6月 25日 (2014 - 06 - 25) 全文	1-13	A	CN 103728777 A (群康科技深圳有限公司等) 2014年 4月 16日 (2014 - 04 - 16) 全文	1-13	A	CN 105242437 A (深圳市华星光电技术有限公司) 2016年 1月 13日 (2016 - 01 - 13) 全文	1-13	A	KR 1504956 B1 (UNIV YONSEI IND ACADEMIC COOP FOUND) 2015年 3月 23日 (2015 - 03 - 23) 全文	1-13	* 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
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																				
X	CN 103676331 A (京东方科技集团股份有限公司) 2014年 3月 26日 (2014 - 03 - 26) 说明书第0062-0085段, 附图5-15	1-5																				
A	CN 103885639 A (中国科学院重庆绿色智能技术研究院) 2014年 6月 25日 (2014 - 06 - 25) 全文	1-13																				
A	CN 103728777 A (群康科技深圳有限公司等) 2014年 4月 16日 (2014 - 04 - 16) 全文	1-13																				
A	CN 105242437 A (深圳市华星光电技术有限公司) 2016年 1月 13日 (2016 - 01 - 13) 全文	1-13																				
A	KR 1504956 B1 (UNIV YONSEI IND ACADEMIC COOP FOUND) 2015年 3月 23日 (2015 - 03 - 23) 全文	1-13																				
* 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																					
2017年 2月 17日	2017年 2月 24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 传真号 (86-10)62019451	刘章鹏 电话号码 (86-10)62085125																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/085794

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	103676331	A	2014年 3月 26日	WO	2015096537	A1	2015年 7月 2日
				US	2016004125	A1	2016年 1月 7日
				CN	103676331	B	2017年 1月 4日
				WO	2015096537	A9	2016年 6月 30日
CN	103885639	A	2014年 6月 25日	无			
CN	103728777	A	2014年 4月 16日	无			
CN	105242437	A	2016年 1月 13日	无			
KR	1504956	B1	2015年 3月 23日	无			