

(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



(10) 国际公布号

WO 2018/188115 A1

(43) 国际公布日

2018 年 10 月 18 日 (18.10.2018)

WIPO | PCT

(51) 国际专利分类号:

G02F 1/1343 (2006.01) C01B 32/184 (2017.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2017/081721

(22) 国际申请日:

2017 年 4 月 24 日 (24.04.2017)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

201710231232.1 2017 年 4 月 10 日 (10.04.2017) 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: 王海军 (WANG, Haijun); 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: 广州三环专利商标代理有限公司 (SCIHEAD IP LAW FIRM); 中国广东省广州市越秀区先烈中路 80 号汇华商贸大厦 1508 室, Guangdong 510070 (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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: METHOD FOR PREPARING GRAPHENE ELECTRODE AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY PANEL

(54) 发明名称: 石墨烯电极制备方法及其液晶显示面板

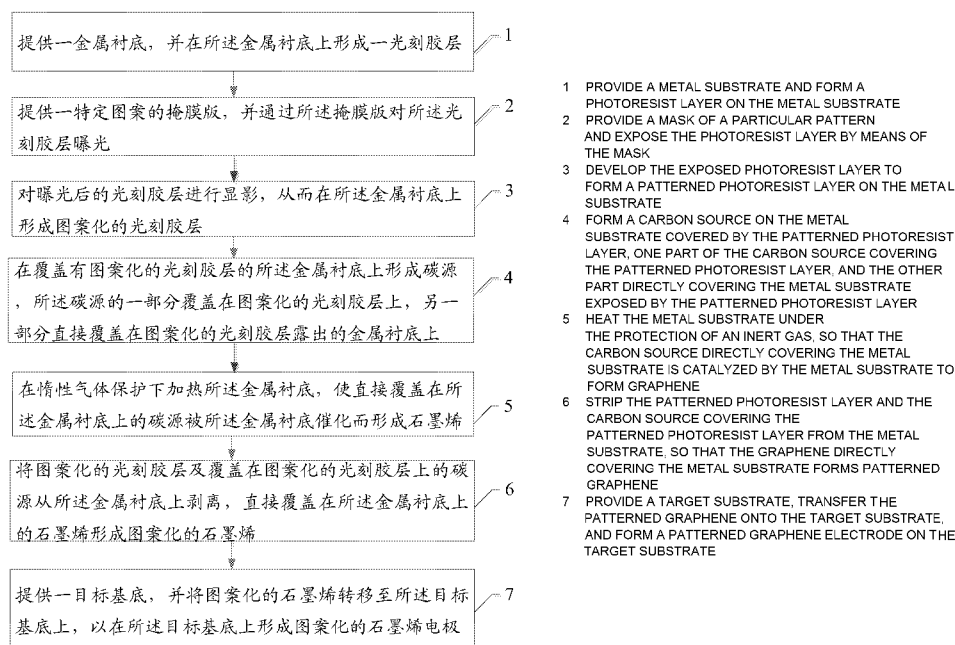


图 1

(57) Abstract: Disclosed is a method for preparing a graphene electrode. According to the preparation method of the present application, a patterned carbon source is formed from photoresist on a metal substrate, or a patterned metal layer is formed on the carbon source; the carbon source is catalyzed by the heated metal substrate or metal layer directly contacting with the carbon source to form graphene, so that patterned graphene is formed. The patterned graphene can be used as a patterned graphene electrode in a display device. Obviously, by means of the method for preparing a graphene electrode of the present invention, the preparation process can be simplified, the

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))。

patterning difficulty of the graphene electrode is lowered, and processing costs are reduced. Also disclosed is a liquid crystal display panel, comprising the graphene electrode prepared by the method.

(57) 摘要: 本发明公开了一种石墨烯电极制备方法, 在本发明的制备方法中, 通过光刻胶在金属衬底上形成图案化的碳源, 或者在碳源上形成图案化的金属层, 以通过加热后的金属衬底或者金属层将与其直接接触的碳源催化成石墨烯, 从而形成了图案化的石墨烯, 即可作为显示装置中的图案化的石墨烯电极使用。显然, 本发明的石墨烯电极制备方法, 可简化制备过程, 并降低石墨烯电极的图案化的难度, 降低加工成本。本发明还公开了一种液晶显示面板, 其包括由上述方法制备形成的石墨烯电极。

石墨烯电极制备方法及其液晶显示面板

本申请要求 2017 年 04 月 10 日递交的发明名称为“石墨烯电极制备方法及其液晶显示面板”的申请号为 201710231232.1 的在先申请优先权，上述在先申请的内容以引入的方式并入本文本中。

技术领域

本发明涉及一种电极的制备方法，尤其涉及一种石墨烯电极制备方法及其液晶显示面板。

背景技术

石墨烯(Graphene)是从石墨材料中剥离出来、并且由碳原子组成的只有一层原子厚度的二维晶体。石墨烯目前是自然界最薄、强度最高的材料，其具有极高导热系数，而优异的导热性能使得石墨烯有望作为未来超大规模纳米集成电路的散热材料。此外，石墨烯的稳定的晶格结构使其具有优秀的导电性。正是由于石墨烯具有优异的性能表现，使其在工业中得到了广泛的应用，例如，应用于显示装置中，作为石墨烯电极使用等。

目前，制备石墨烯电极主要是：利用转移法，具体为：将石墨烯转移到目标基底上，再利用微加工对石墨烯刻蚀，从而形成预设图案；或者，预先制备具有图案化的金属材料，利用化学气相沉积(Chemical Vapor Deposition, CVD)法在金属图案上形成石墨烯，进而转移到目标基底。虽然以上现有方法可制备出特定图案的石墨烯电极，但其制备过程复杂，石墨烯的质量较低，而且上述方法使得石墨烯电极图案化难度较大，成本较高。因此，需要开发一种新的石墨烯电极制备方法，使其在电子器件等领域的应用更加广泛。

发明内容

本发明实施例提供一种石墨烯电极制备方法，其可简化制备过程，并降低石墨烯电极的图案化的难度，从而进一步降低加工成本。

第一方面，本发明的实施例提供了一种石墨烯电极制备方法，其包括以下

步骤:

提供一金属衬底,并在所述金属衬底上形成一光刻胶层;

提供一掩膜版,并通过所述掩膜版对所述光刻胶层曝光;

对曝光后的光刻胶层进行显影,从而在所述金属衬底上形成图案化的光刻胶层;

在覆盖有图案化的光刻胶层的所述金属衬底上形成碳源,所述碳源的一部分覆盖在图案化的光刻胶层上,另一部分直接覆盖在图案化的光刻胶层露出的金属衬底上;

在惰性气体保护下加热所述金属衬底,使直接覆盖在所述金属衬底上的碳源被所述金属衬底催化而形成石墨烯;

将图案化的光刻胶层及覆盖在图案化的光刻胶层上的碳源从所述金属衬底上剥离,直接覆盖在所述金属衬底上的石墨烯形成图案化的石墨烯;

提供一目标基底,并将图案化的石墨烯转移至所述目标基底上,以在所述目标基底上形成图案化的石墨烯电极。

其中,在所述提供一金属衬底,并在所述金属衬底上形成一光刻胶层的步骤之前,还包括:去除所述金属衬底表面的氧化物。

其中,所述掩膜版的图案对应制备所述石墨烯电极所需的图案进行匹配设置;所述目标基底为聚对苯二甲酸乙二醇酯或者聚酰亚胺制备的柔性基板;所述金属衬底由铂、钨、钽、铜或镍制成。

其中,所述碳源至少包括以下一种:非晶碳、聚甲基丙烯酸甲酯、多环芳烃、鳞片石墨粉、C60和类石墨;在覆盖有图案化的光刻胶层的所述金属衬底上形成碳源的方法至少包括以下一种:磁控溅射法、化学气相沉积法、直接涂石墨粉法、涂覆含有碳原子的溶液法。

其中,所述提供一目标基底,并将图案化的石墨烯转移至所述目标基底上,以在所述目标基底上形成图案化的石墨烯电极的步骤,包括:

提供一目标基底,将所述目标基底贴合在图案化的石墨烯上,并加热加压而使所述目标基底与图案化的石墨烯相粘连;

去除所述金属衬底,图案化的石墨烯保持粘连于所述目标基底上以形成图案化的石墨烯电极。

第二方面，本发明的实施例还提供了一种石墨烯电极制备方法，其包括以下步骤：

提供一基底，并在所述基底上形成碳源；

在所述碳源上形成一层光刻胶层；

提供一掩膜版，并通过所述掩膜版对所述光刻胶层曝光；

对曝光后的光刻胶层进行显影，从而在所述碳源上形成图案化的光刻胶层；

在依次覆盖有所述碳源及图案化的光刻胶层的基底上形成金属层，所述金属层的一部分覆盖在图案化的光刻胶上，另一部分直接覆盖在图案化的光刻胶层所露出的碳源上；

将图案化的光刻胶层及覆盖在图案化的光刻胶上的金属层从所述碳源上剥离，直接覆盖在所述碳源上的金属层形成图案化的金属层；

在惰性气体保护下加热图案化的金属层，以通过图案化的金属层催化与其直接接触的碳源，从而在所述基底上形成了图案化的石墨烯；

去除图案化的金属层，图案化的石墨烯保留在所述基底上形成图案化的石墨烯电极。

其中，所述掩膜版的图案对应制备所述石墨烯电极所需的图案进行匹配设置；所述基底为聚对苯二甲酸乙二醇酯或者聚酰亚胺材料制备的柔性基板。

其中，所述碳源至少包括以下一种：非晶碳、聚甲基丙烯酸甲酯、多环芳烃、鳞片石墨粉、C60 和类石墨；在覆盖有图案化的光刻胶层的所述金属衬底上形成碳源的方法至少包括以下一种：磁控溅射法、化学气相沉积法、直接涂石墨粉法、涂覆含有碳原子的溶液法。

其中，在覆盖有图案化的光刻胶层的基底上形成金属层的方法至少包括以下一种：气相沉积法、蒸镀法、磁控溅射镀膜法；所述金属层的材料至少包括以下一种：铂、钌、铱、铜、镍。

第三方面，本发明的实施例还提供了一种液晶显示面板，包括石墨烯电极，并且所述石墨烯电极采用上述方法制备而成。

本发明实施例中提供的本发明的石墨烯电极制备方法及液晶显示面板，可简化制备过程，并降低石墨烯电极的图案化的难度，降低加工成本。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1为本发明第一实施例提供的石墨烯电极制备方法的流程图。

图2(a)-图2(h)为通过图1所示制备方法来制备石墨烯电极时各步骤的加工示意图。

图3为本发明第二实施例提供的石墨烯电极制备方法的流程图。

图4(a)-图4(h)为通过图3所示制备方法来制备石墨烯电极时各步骤的加工示意图。

具体实施方式

下面将结合本发明实施方式中的附图，对本发明实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施方式是本发明的一部分实施方式，而不是全部实施方式。基在本发明中的实施方式，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施方式，都应属在本发明保护的范围。

此外，以下各实施例的说明是参考附加的图示，用以例示本发明可用以实施的特定实施例。本发明中所提到的方向用语，例如，“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“内”、“外”、“侧面”等，仅是参考附加图式的方向，因此，使用的方向用语是为了更好、更清楚地说明及理解本发明，而不是指示或暗指所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸地连接，或者一体地连接；可以是机械连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员

而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

此外，在本发明的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上。若本说明书中出现“工序”的用语，其不仅是指独立的工序，在与其它工序无法明确区别时，只要能够实现所述工序所预期的作用则也包括在本用语中。另外，本说明书中用“~”表示的数值范围是指将“~”前后记载的数值分别作为最小值及最大值包括在内的范围。在附图中，结构相似或相同的单元用相同的标号表示。

本发明实施例提供了一种石墨烯电极制备方法及其液晶显示面板，其可简化制备过程，并降低石墨烯电极的图案化的难度，降低加工成本。以下分别进行详细说明。

请参阅图1，图1为本发明第一实施例提供的石墨烯电极制备方法的流程图，请一并参阅图2(a)-图2(h)，图2(a)-图2(h)为通过图1所示制备方法来制备石墨烯电极时各步骤的加工示意图。其中，图2(a)至图2(h)分别对应图1所示石墨烯电极制备方法的各个步骤。在本发明实施例中，所述石墨烯电极制备方法至少包括以下步骤。

步骤1、提供一金属衬底，并在所述金属衬底上形成一光刻胶层。

在本发明一实施方式中，所述金属衬底可为铂、钨、铌、铜或镍等金属制成的薄片或薄膜，该金属衬底用以作为催化剂使用，可将与所述金属衬底相接触的碳源催化形成石墨烯。

在本发明一实施方式中，所述光刻胶层的类型不限，可根据需要选用正型光刻胶、负型光刻胶等，本发明实施例中以负型光刻胶形成的光刻胶层为例进行说明。

在本发明一实施方式中，在所述金属衬底上形成光刻胶层之前还可包括以下步骤：去除所述金属衬底表面的氧化物的步骤。具体的操作如下：可以将所述金属衬底放置于丙酮、乳酸乙酯或者乙醇等溶液中进行超声清洗。

通过该步骤1形成的结构如图2(a)所示，所述金属衬底10上形成了一层光刻胶层20。

步骤2、提供一掩膜版，并通过所述掩膜版对所述光刻胶层曝光。

在本发明一实施方式中，所述掩膜板根据实际需要可预先设置为特定的图案，具体地，所述掩膜版的图案对应制备所述石墨烯电极所需的图案进行匹配设置。请一并参阅图2(b)，借助一与制备所述石墨烯电极所需的图案相匹配的掩膜版30对所述光刻胶层20曝光。

步骤3、对曝光后的光刻胶层进行显影，从而在所述金属衬底上形成图案化的光刻胶层。

请一并参阅图2(c)，光线透过所述掩膜板30照射至所述光刻胶层20上，由于本发明实施方式中的光刻胶层为负型光刻胶，因此，所述光刻胶层20受到透过掩膜板30的光线照射的部分发生固化，并在显影后保留在所述金属衬底10上；而所述光刻胶层20被所述掩膜版30遮挡的部分在显影之后被去除，从而在所述金属衬底10上仅保留有图案化的光刻胶层20。

步骤4、在覆盖有图案化的光刻胶层的所述金属衬底上形成碳源，所述碳源的一部分覆盖在所述图案化的光刻胶层上，另一部分直接覆盖在所述图案化的光刻胶层露出的金属衬底上。

在本发明一实施方式中，所述碳源种类不限，包括但不限于以下中的至少一种：非晶碳(a-C)、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethyl methacrylate, PMMA)、多环芳烃(polycyclic aromatic hydrocarbon, PAHs)、鳞片石墨粉、C60和类石墨。本发明中不对所述碳源的种类做具体限定。

在本发明一实施方式中，在所述金属衬底上形成所述碳源的方式包括但不限于以下几种：磁控溅射法、化学气相沉积法、直接涂石墨粉法、涂覆含有碳原子的溶液等方法，并且本发明中对于所述金属衬底上形成碳源的方法不做具体限定。

请一并参阅图2(d)，由于所述光刻胶层20图案化后，保留在所述金属衬底10上的图案化的光刻胶层20的表面与所述金属衬底10的表面存在断差，使得形成在所述金属衬底10上的所述碳源40也被所述断差分成两层，分别为覆盖在所述图案化的光刻胶层20表面的第一层碳源41，以及直接覆盖在所述金属衬底10上的第二层碳源42。并且该第一层碳源41与第二层碳源42之间也存在相同的断差，使得所述第一层碳源41与第二层碳源42之间互不相连。

步骤5、在惰性气体保护下加热所述金属衬底，使直接覆盖在所述金属衬

底上的碳源被所述金属衬底催化而形成石墨烯。

在本发明一实施方案中，将步骤4加工后的金属衬底放置于真空密闭的腔体中，并通入惰性气体(如氩气)，同时加热所述金属衬底，以通过加热后的金属衬底来催化与其接触的碳源，从而将与所述金属衬底直接接触的碳源转化成石墨烯。可以理解的是，选用不同种类金属衬底以及碳源，对应需要的加热温度、时长不同，在此不对所需加热的温度、时长等参数做具体限定。

在本发明一实施方式中，可以通过激光照射的方式加热所述金属衬底，并且，加热所述金属衬底的方式不限于此，在此不对加热所述金属衬底的方式做具体限定。

请一并参阅图2(e)，与所述金属衬底10直接接触的碳源，即直接覆盖在所述金属衬底10被图案化的光刻胶层20露出表面的碳源(即第二层碳源42)，在加热后的所述金属衬底10的催化作用下形成石墨烯50；而覆盖在所述图案化的光刻胶20上的碳源(即第一层碳源41)并未直接接触所述金属衬底10，因此无法被催化而仍然为碳源。

步骤6、将图案化的光刻胶层与其上的碳源一并从所述金属衬底上剥离，直接覆盖在所述金属衬底上的石墨烯形成图案化的石墨烯。

经过所述步骤5之后，所述金属衬底上不仅覆盖有被所述金属衬底催化形成的石墨烯，还有图案化的光刻胶层以及光刻胶层上方未被催化的碳源，因此，需要将所述图案化的光刻胶层及上方的碳源一并从金属衬底上去除，而仅保留石墨烯在所述金属衬底上，从而形成图案化的石墨烯。在本发明一实施方式中，可以通过刻蚀的方式将所述图案化的光刻胶层及其上的碳源从所述金属衬底上剥离，但将所述图案化的光刻胶层与其上的碳源从金属衬底上剥离方式并不限于此，对此不作具体限定。

通过该步骤6形成后的结构如图2(f)所示，将图案化的光刻胶层20从所述金属衬底10上剥离时，则图案化的光刻胶层20上未被催化的碳源将一同被剥离，从而，在所述金属衬底10上仅保留有石墨烯50，进而在所述金属衬底10上形成了图案化的石墨烯50。

步骤7、提供一目标基底，并将图案化的石墨烯转移至所述目标基底上，以在所述目标基底上形成图案化的石墨烯电极。

由于所述金属衬底仅用以将所述碳源催化成石墨烯,并不能作为显示装置中石墨烯电极的衬底,因此,形成图案化的石墨烯后,还需将该图案化的石墨烯转移至目标基底上并在该目标基底上形成图案化的石墨烯电极,才可将石墨烯电极应用于显示装置中,作为显示装置的电极使用。

请一并参阅图2(g)和图2(h),该步骤7包括以下两步骤:

步骤7-1、提供一目标基底,将所述目标基底贴合在图案化的石墨烯上,并加热加压而使所述目标基底与图案化的石墨烯相粘连。

在本发明一实施方式中,所述目标基底为显示装置中用以承载电极所需的基底,并通过加热加压的方式来增强所述目标基底与图案化的石墨烯之间的吸附力,从而使所述目标基底与图案化的石墨烯相粘连。通过该步骤7-1形成的结构如图2(g)所示,所述目标基底60粘连于所述图案化的石墨烯50上。

在本发明一实施方式中,所述目标基底可以为聚对苯二甲酸乙二醇酯(Polyethylene terephthalate, PET)或者聚酰亚胺(Polyimide, PI)等材料制备的柔性基板,但本实施例中不对所述目标基底的材质作具体的限定。

步骤7-2、去除所述金属衬底,图案化的石墨烯保持粘连于所述目标基底上以形成图案化的石墨烯电极。

由于所述金属衬底仅用于将与其接触所述碳源催化成石墨烯,因此,在将图案化的石墨烯转移至所述目标基底后,通过刻蚀的方式将所述金属衬底去除,而图案化的石墨烯仍保持粘连于所述目标基底上,从而形成图案化的石墨烯电极,即可作为显示装置中的电极使用。通过该步骤7-2形成的结构如图2(h)所示。

本实施例的石墨烯电极制备方法,借助光刻胶技术在所述金属衬底上形成图案化的碳源,以通过金属催化法将所述图案化的碳源催化形成图案化的石墨烯,并将该图案化的石墨烯转移至目标基底上,从而在所述目标基底上形成图案化的石墨烯电极,则图案化的石墨烯电极即可作为石墨烯电极应用于显示装置中。显然,本实施例的石墨烯电极制备方法,不仅简化了制备过程,还降低了石墨烯电极的图案化的难度,因此大大降低加工成本。

请参阅图3,图3为本发明第二实施例的石墨烯电极制备方法的流程图,请一并参阅图4(a)至图4(h),图4(a)至图4(h)为通过图3所示制备方法来制备石墨烯

电极时各步骤的加工示意图。其中，图4(a)至图4(h)分别对应图3所示石墨烯电极制备方法的各个步骤。在本发明实施例中，所述石墨烯电极制备方法至少包括以下步骤。

步骤31、提供一基底，并在所述基底上形成碳源。

在本发明一实施方式中，所述基底为显示装置中用以承载石墨烯电极所需的目标基底。所述基底可以为聚对苯二甲酸乙二醇酯（Polyethylene terephthalate, PET）或者聚酰亚胺（Polyimide, PI）等材料制备的柔性基板，但本发明中不对所述基底的材质作具体的限定。

在本发明一实施方式中，所述碳源种类不限，包括但不限于以下中的至少一种：非晶碳（a-C）、聚甲基丙烯酸甲酯（polymethyl methacrylate, PMMA）、多环芳烃（polycyclic aromatic hydrocarbon, PAHs）、鳞片石墨粉、C60和类石墨。本发明中不对所述碳源的种类做具体限定。

在本发明一实施方式中，在所述金属衬底上形成碳源的方式包括但不限于以下几种：磁控溅射法、化学气相沉积法、直接涂石墨粉法、涂覆含有碳原子的溶液等方法，并且本发明中对于在所述金属衬底上形成碳源的方法不做任何具体限定。

通过该步骤31形成的结构如图4(a)所示，在所述基底100上形成了一层碳源200。

步骤32、在所述碳源上形成一层光刻胶层。

在本实施方式中，所述光刻胶层类型不限，可根据需要选用正型光刻胶、负型光刻胶等，本发明实施例中以负型光刻胶形成所述光刻胶层为例进行说明。请一并参阅图4(b)，经过所述步骤32后的结构如图4(b)所示，在所述碳源200上形成一层光刻胶层300。

步骤33、提供一掩膜版，并通过所述掩膜版对所述光刻胶层曝光。

在本发明一实施方式中，所述掩膜版根据实际需要可预先设置为特定的图案，具体地，所述掩膜版的图案对应制备所述石墨烯电极所需的图案进行匹配设置。请一并参阅图4(c)，借助一与制备石墨烯电极所需图案相匹配的掩膜版400对所述光刻胶层300曝光。

步骤34、对曝光后的光刻胶层进行显影，从而在所述碳源上形成图案化的

光刻胶层。

请一并参阅图4(d)，光线透过所述掩模板400照射至所述光刻胶层300上，由于本发明实施方式中的光刻胶层为负型光刻胶层，因此，所述光刻胶层300受到透过掩模板400的光线照射的部分发生固化，并在显影后保留在所述碳源200上；而所述光刻胶层300被所述掩模板400遮挡的部分在显影之后被去除，并露出位于所述基底100上的碳源200，从而在所述碳源200上形成图案化的光刻胶层300。

步骤35、在依次覆盖有碳源及图案化的光刻胶层的基底上形成金属层，所述金属层的一部分覆盖在图案化的光刻胶上，另一部分直接覆盖在图案化的光刻胶层所露出的碳源上。

在本发明一实施方式中，所述金属层的材料包括但不限于以下的至少一种：铂、钨、钽、铜和镍等金属，该金属层用以作为催化剂使用，可在加热状态下将与该金属层直接接触的碳源催化形成石墨烯。本实施例中不对所述金属层的材料做具体限定。

在本发明一实施方式中，所述金属层可以采用气相沉积法、蒸镀法或者磁控溅射镀膜等方法形成，并且本发明中不对所述金属层的加工方法做具体限定。

请一并参阅图4(e)，由于所述光刻胶层300图案化后，保留在所述碳源200上的图案化的光刻胶层300的表面与所述碳源200的表面存在断差，使得形成在图案化的光刻胶层300上的所述金属层500也被所述断差分成两层，分别为覆盖在图案化的光刻胶层300表面的第一金属层510，以及直接覆盖在所述碳源200上的第二金属层520。并且该第一金属层510与第二金属层520之间也存在相同的断差，使得所述第一金属层510与第二金属层520之间互不相连。

步骤36、将图案化的光刻胶层及其上的金属层从所述碳源上剥离，直接覆盖在所述碳源上的金属层形成图案化的金属层。

经过所述步骤35之后，所述碳源上不仅覆盖有图案化的金属层（即第二金属层），还有图案化的光刻胶层及覆盖在图案化的光刻胶层表面的金属层（即第一金属层）。而由于所述碳源只有与金属直接接触的部分才能被催化成石墨烯，未能直接接触金属的部分将无法催化成石墨烯，因此，本发明一实施例的

制备方法中仅需保留与所述碳源直接接触的图案化的金属层，并将图案化的光刻胶层及图案化的光刻胶层表面的金属层去除，以通过保留的图案化的金属层将相接触的碳源催化成图案化的石墨烯。

在本发明一实施方式中，可以通过刻蚀的方式将图案化的光刻胶层以及其上的金属层从所述碳源上剥离，但将图案化的光刻胶层与金属层从所述碳源上剥离的方式不限于此，对此不作具体限定。

请一并参阅图4(f)，将图案化的光刻胶层300从所述碳源200上剥离时，图案化的光刻胶层300上的金属层（即第一金属层510）将一同被剥离，从而，在所述碳源200上仅保留有图案化的金属层（即第二金属层520）。

步骤37、在惰性气体保护下加热图案化的金属层，以通过图案化的金属层催化与其直接接触的碳源，从而在所述基底上形成了图案化的石墨烯。

在本发明一实施方案中，将步骤36加工后的基底整体放置于真空密闭的腔体中，并通入惰性气体(如氩气)，同时加热图案化的金属层，以通过图案化的金属层来催化与其直接接触的碳源，从而将与图案化的金属层直接接触的碳源转化成石墨烯，并且所述石墨烯的图案与图案化的金属层的图案相同，从而在所述基底上形成了图案化的石墨烯。可以理解的是，选用不同材质的金属层以及碳源，对应需要的加热温度、时长等参数不同，在此不对所需加热的温度、时长等参数做具体限定。

在本发明一实施方式中，可以通过激光照射的方式加热所述金属层，并且，加热所述金属层的方式不限于此，本发明实施例不对加热所述金属层的方式做具体限定。

请一并参阅图4(g)，覆盖在所述碳源200上的图案化的金属层（即第二金属层520）在加热作用下，将催化与其直接接触的碳源200，从而形成图案化的石墨烯600；而未被图案化的金属层510覆盖的碳源200，由于并未直接接触所述金属层500，因此无法被金属层催化而仍然为碳源，可作为绝缘层使用。

步骤38、去除图案化的金属层，图案化的石墨烯保留在所述基底上形成图案化的石墨烯电极。

由于图案化的金属层仅用于将所述碳源催化成石墨烯，因此，在催化形成图案化的石墨烯后，通过刻蚀的方式将图案化的金属层去除，使得图案化的石

墨烯保留于所述基底上，从而在所述基底上形成图案化的石墨烯电极，则图案化的石墨烯电极即可作为显示装置中的电极使用。通过该步骤38形成的结构如图4(h)所示，所述基底100上形成了图案化的石墨烯600，该图案化的石墨烯600即可作为显示装置中的图案化的石墨烯电极使用，未与金属层500接触的碳源200仍保留为不导电的碳源结构，用作绝缘层。

本实施例的石墨烯电极制备方法，借助光刻胶技术在所述碳源上形成图案化的金属层，以通过该图案化的金属层将与其直接接触的碳源催化成图案化的石墨烯，所述图案化的石墨烯即可承载于所述基底上，并作为图案化的石墨烯电极应用于显示装置中。显然，本实施例的石墨烯电极制备方法，不仅简化了制备过程，还降低了石墨烯电极的图案化的难度，因此大大降低加工成本。

本发明还提供了一种液晶显示面板，该液晶显示面板中的电极为石墨烯电极，并且所述石墨烯电极采用上述方法制备形成。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含在本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

以上对本发明实施例所提供的石墨烯电极制备方法及液晶显示面板进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

权利要求书

1. 一种石墨烯电极制备方法，其中，包括以下步骤：

提供一金属衬底，并在所述金属衬底上形成一光刻胶层；

提供一掩膜版，并通过所述掩膜版对所述光刻胶层曝光；

对曝光后的光刻胶层进行显影，从而在所述金属衬底上形成图案化的光刻胶层；

在覆盖有图案化的光刻胶层的所述金属衬底上形成碳源，所述碳源的一部分覆盖在图案化的光刻胶层上，另一部分直接覆盖在图案化的光刻胶层露出的金属衬底上；

在惰性气体保护下加热所述金属衬底，使直接覆盖在所述金属衬底上的碳源被所述金属衬底催化而形成石墨烯；

将图案化的光刻胶层及覆盖在图案化的光刻胶层上的碳源从所述金属衬底上剥离，直接覆盖在所述金属衬底上的石墨烯形成图案化的石墨烯；

提供一目标基底，并将图案化的石墨烯转移至所述目标基底上，以在所述目标基底上形成图案化的石墨烯电极。

2. 如权利要求1所述的石墨烯电极制备方法，其中，在所述提供一金属衬底，并在所述金属衬底上形成一光刻胶层的步骤之前，还包括：

去除所述金属衬底表面的氧化物。

3. 如权利要求1所述的石墨烯电极制备方法，其中，所述掩膜版的图案对应制备所述石墨烯电极所需的图案进行匹配设置；所述目标基底为聚对苯二甲酸乙二醇酯或者聚酰亚胺制备的柔性基板；所述金属衬底由铂、钌、铱、铜或镍制成。

4. 如权利要求1所述的石墨烯电极制备方法，其中，所述碳源至少包括以下一种：非晶碳、聚甲基丙烯酸甲酯、多环芳烃、鳞片石墨粉、C60和类石墨；在覆盖有图案化的光刻胶层的所述金属衬底上形成碳源的方法至少包括以下

一种：磁控溅射法、化学气相沉积法、直接涂石墨粉法、涂覆含有碳原子的溶液法。

5. 如权利要求1所述的石墨烯电极制备方法，其中，所述提供一目标基底，并将图案化的石墨烯转移至所述目标基底上，以在所述目标基底上形成图案化的石墨烯电极的步骤，包括：

提供一目标基底，将所述目标基底贴合在图案化的石墨烯上，并加热加压而使所述目标基底与图案化的石墨烯相粘连；

去除所述金属衬底，图案化的石墨烯保持粘连于所述目标基底上以形成图案化的石墨烯电极。

6. 如权利要求2所述的石墨烯电极制备方法，其中，所述提供一目标基底，并将图案化的石墨烯转移至所述目标基底上，以在所述目标基底上形成图案化的石墨烯电极的步骤，包括：

提供一目标基底，将所述目标基底贴合在图案化的石墨烯上，并加热加压而使所述目标基底与图案化的石墨烯相粘连；

去除所述金属衬底，图案化的石墨烯保持粘连于所述目标基底上以形成图案化的石墨烯电极。

7. 如权利要求3所述的石墨烯电极制备方法，其中，所述提供一目标基底，并将图案化的石墨烯转移至所述目标基底上，以在所述目标基底上形成图案化的石墨烯电极的步骤，包括：

提供一目标基底，将所述目标基底贴合在图案化的石墨烯上，并加热加压而使所述目标基底与图案化的石墨烯相粘连；

去除所述金属衬底，图案化的石墨烯保持粘连于所述目标基底上以形成图案化的石墨烯电极。

8. 如权利要求4所述的石墨烯电极制备方法，其中，所述提供一目标基底，并将图案化的石墨烯转移至所述目标基底上，以在所述目标基底上形成图案化

的石墨烯电极的步骤，包括：

提供一目标基底，将所述目标基底贴合在图案化的石墨烯上，并加热加压而使所述目标基底与图案化的石墨烯相粘连；

去除所述金属衬底，图案化的石墨烯保持粘连于所述目标基底上以形成图案化的石墨烯电极。

9. 一种石墨烯电极制备方法，其中，包括以下步骤：

提供一基底，并在所述基底上形成碳源；

在所述碳源上形成一层光刻胶层；

提供一掩膜版，并通过所述掩膜版对所述光刻胶层曝光；

对曝光后的光刻胶层进行显影，从而在所述碳源上形成图案化的光刻胶层；

在依次覆盖有所述碳源及图案化的光刻胶层的基底上形成金属层，所述金属层的一部分覆盖在图案化的光刻胶上，另一部分直接覆盖在图案化的光刻胶层所露出的碳源上；

将图案化的光刻胶层及覆盖在图案化的光刻胶上的金属层从所述碳源上剥离，直接覆盖在所述碳源上的金属层形成图案化的金属层；

在惰性气体保护下加热图案化的金属层，以通过图案化的金属层催化与其直接接触的碳源，从而在所述基底上形成了图案化的石墨烯；

去除图案化的金属层，图案化的石墨烯保留在所述基底上形成图案化的石墨烯电极。

10. 如权利要求9所述的石墨烯电极制备方法，其中，所述掩膜版的图案对应制备所述石墨烯电极所需的图案进行匹配设置；所述基底为聚对苯二甲酸乙二醇酯或者聚酰亚胺材料制备的柔性基板。

11. 如权利要求9所述的石墨烯电极制备方法，其中，所述碳源至少包括以下一种：非晶碳、聚甲基丙烯酸甲酯、多环芳烃、鳞片石墨粉、C60和类石墨；在覆盖有图案化的光刻胶层的所述金属衬底上形成碳源的方法至少包括以

下一种：磁控溅射法、化学气相沉积法、直接涂石墨粉法、涂覆含有碳原子的溶液法。

12. 如权利要求9所述的石墨烯电极制备方法，其中，在覆盖有图案化的光刻胶层的基底上形成金属层的方法至少包括以下一种：气相沉积法、蒸镀法、磁控溅射镀膜法；所述金属层的材料至少包括以下一种：铂、钌、铱、铜、镍。

13. 一种液晶显示面板，其包括石墨烯电极，其中，所述石墨烯电极采用一制备方法制备而成，所述制备方法包括：

提供一金属衬底，并在所述金属衬底上形成一光刻胶层；

提供一掩膜版，并通过所述掩膜版对所述光刻胶层曝光；

对曝光后的光刻胶层进行显影，从而在所述金属衬底上形成图案化的光刻胶层；

在覆盖有图案化的光刻胶层的所述金属衬底上形成碳源，所述碳源的一部分覆盖在图案化的光刻胶层上，另一部分直接覆盖在图案化的光刻胶层露出的金属衬底上；

在惰性气体保护下加热所述金属衬底，使直接覆盖在所述金属衬底上的碳源被所述金属衬底催化而形成石墨烯；

将图案化的光刻胶层及覆盖在图案化的光刻胶层上的碳源从所述金属衬底上剥离，直接覆盖在所述金属衬底上的石墨烯形成图案化的石墨烯；

提供一目标基底，并将图案化的石墨烯转移至所述目标基底上，以在所述目标基底上形成图案化的石墨烯电极。

14. 如权利要求13所述的液晶显示面板，其中，在所述提供一金属衬底，并在所述金属衬底上形成一光刻胶层的步骤之前，还包括：

去除所述金属衬底表面的氧化物。

15. 如权利要求13所述的液晶显示面板，其中，所述掩膜版的图案对应制备所述石墨烯电极所需的图案进行匹配设置；所述目标基底为聚对苯二甲酸乙

二醇酯或者聚酰亚胺制备的柔性基板；所述金属衬底由铂、钎、铌、铜或镍制成。

16. 如权利要求13所述的液晶显示面板，其中，所述碳源至少包括以下一种：非晶碳、聚甲基丙烯酸甲酯、多环芳烃、鳞片石墨粉、C60和类石墨；在覆盖有图案化的光刻胶层的所述金属衬底上形成碳源的方法至少包括以下一种：磁控溅射法、化学气相沉积法、直接涂石墨粉法、涂覆含有碳原子的溶液法。

17. 如权利要求13所述的液晶显示面板，其中，所述提供一目标基底，并将图案化的石墨烯转移至所述目标基底上，以在所述目标基底上形成图案化的石墨烯电极的步骤，包括：

提供一目标基底，将所述目标基底贴合在图案化的石墨烯上，并加热加压而使所述目标基底与图案化的石墨烯相粘连；

去除所述金属衬底，图案化的石墨烯保持粘连于所述目标基底上以形成图案化的石墨烯电极。

18. 如权利要求14所述的液晶显示面板，其中，所述提供一目标基底，并将图案化的石墨烯转移至所述目标基底上，以在所述目标基底上形成图案化的石墨烯电极的步骤，包括：

提供一目标基底，将所述目标基底贴合在图案化的石墨烯上，并加热加压而使所述目标基底与图案化的石墨烯相粘连；

去除所述金属衬底，图案化的石墨烯保持粘连于所述目标基底上以形成图案化的石墨烯电极。

19. 如权利要求15所述的液晶显示面板，其中，所述提供一目标基底，并将图案化的石墨烯转移至所述目标基底上，以在所述目标基底上形成图案化的石墨烯电极的步骤，包括：

提供一目标基底，将所述目标基底贴合在图案化的石墨烯上，并加热加压

而使所述目标基底与图案化的石墨烯相粘连；

去除所述金属衬底，图案化的石墨烯保持粘连于所述目标基底上以形成图案化的石墨烯电极。

20. 如权利要求16所述的液晶显示面板，其中，所述提供一目标基底，并将图案化的石墨烯转移至所述目标基底上，以在所述目标基底上形成图案化的石墨烯电极的步骤，包括：

提供一目标基底，将所述目标基底贴合在图案化的石墨烯上，并加热加压而使所述目标基底与图案化的石墨烯相粘连；

去除所述金属衬底，图案化的石墨烯保持粘连于所述目标基底上以形成图案化的石墨烯电极。

- 1/4 -

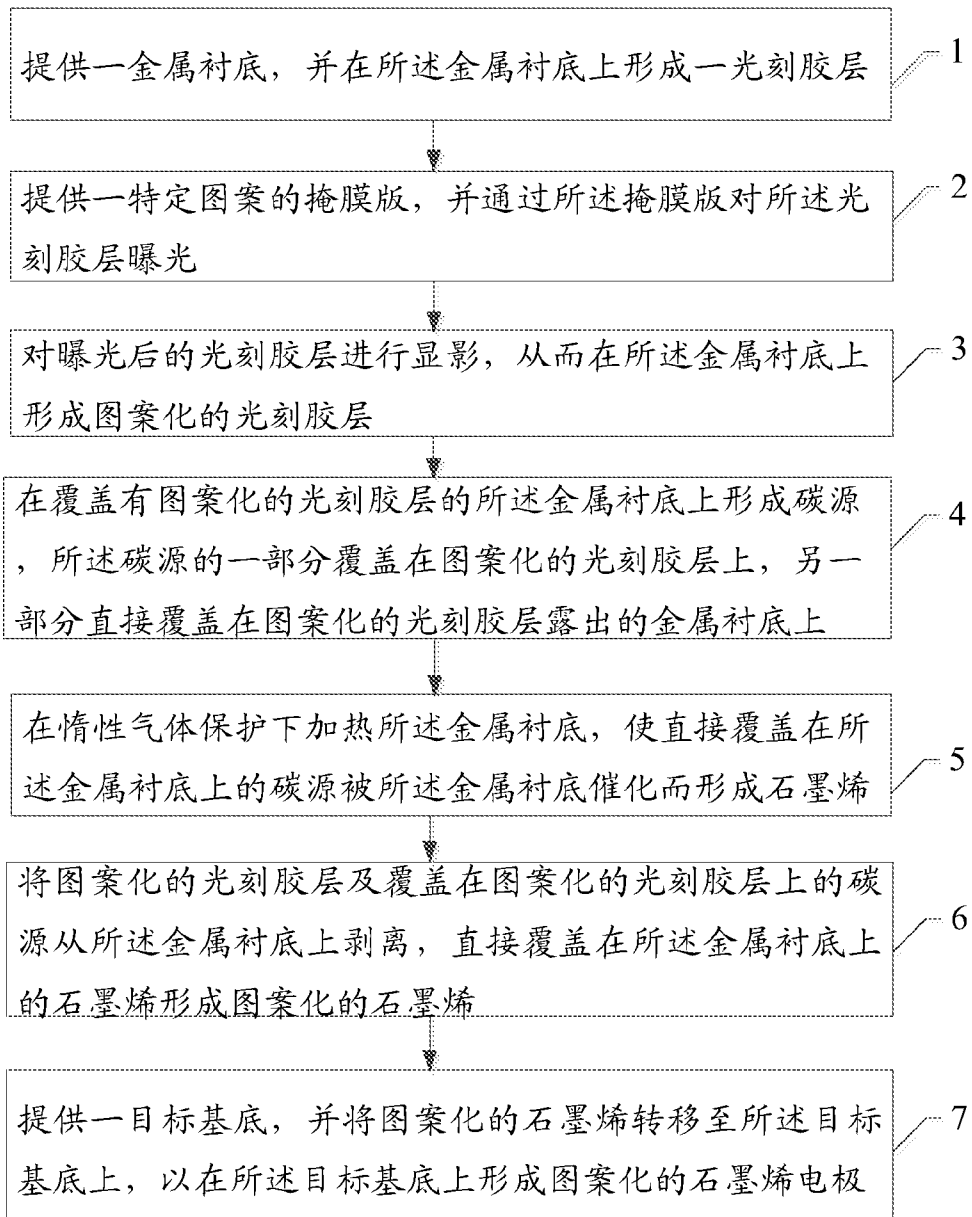


图 1



图 2(a)

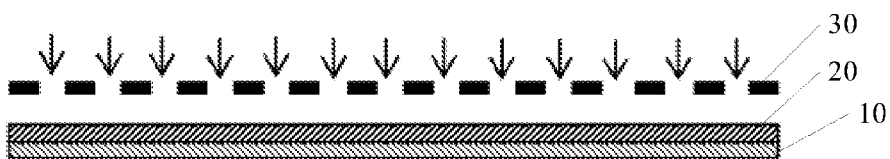


图 2(b)

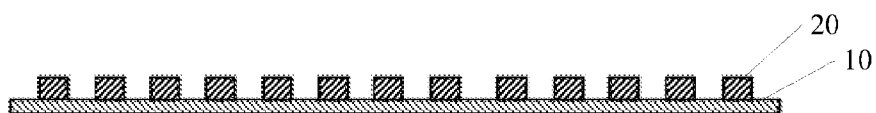


图 2(c)

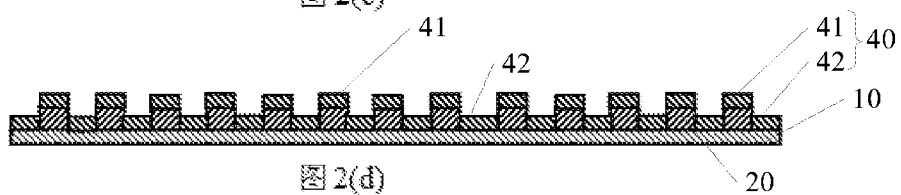


图 2(d)

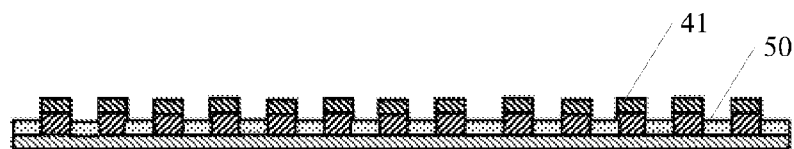


图 2(e)



图 2(f)



图 2(g)



图 2(h)

- 3/4 -

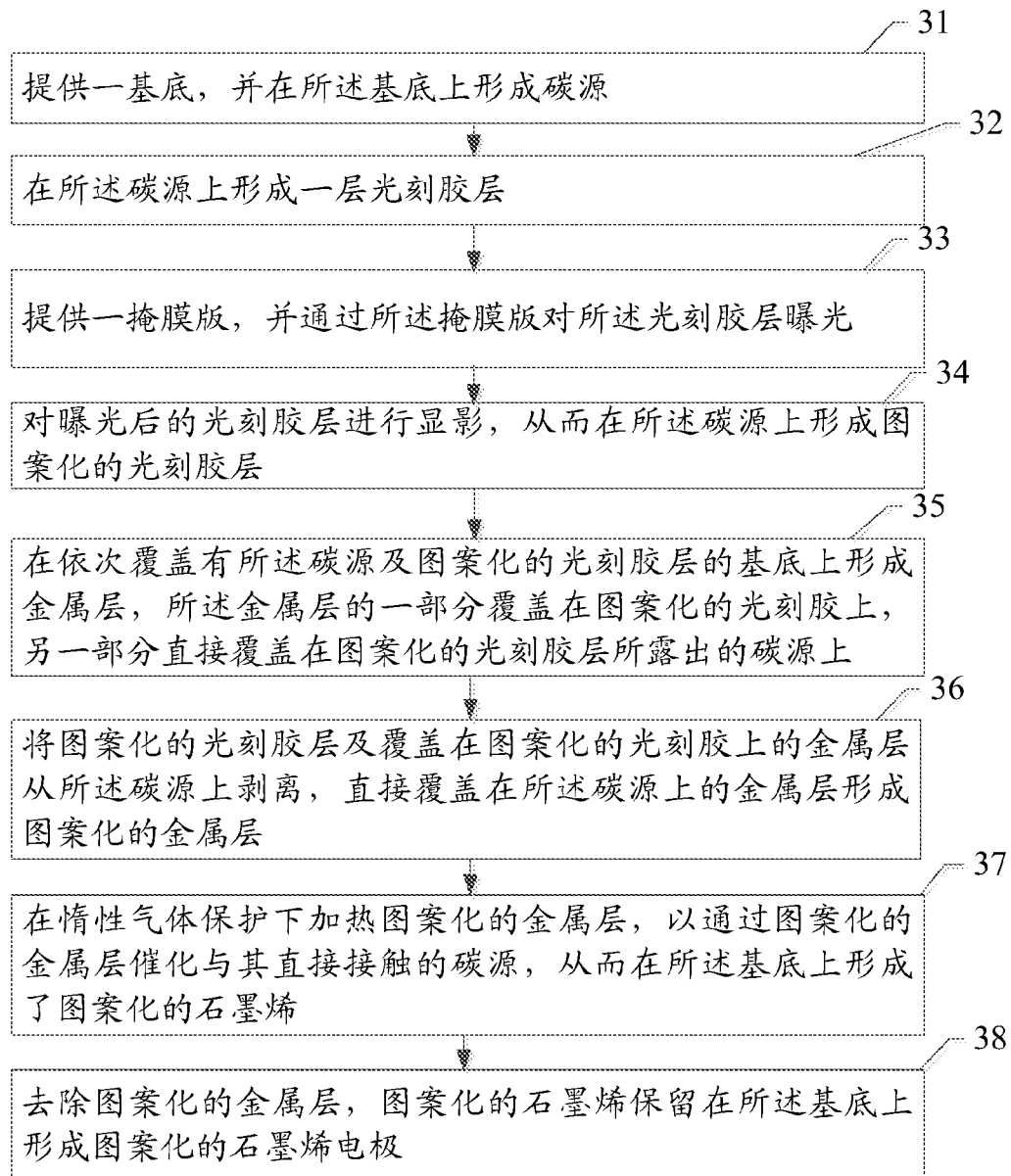


图 3



图 4(a)

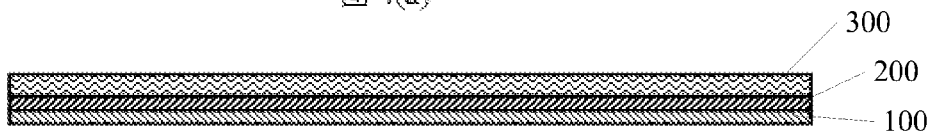


图 4(b)

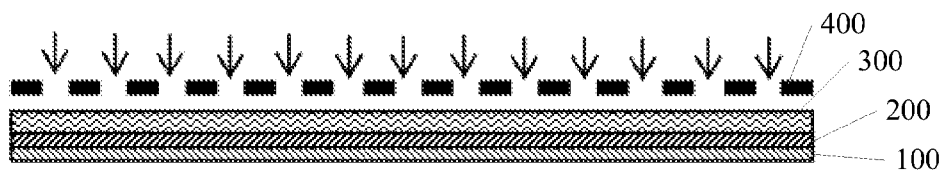


图 4(c)

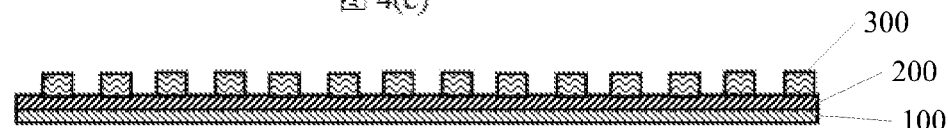


图 4(d)

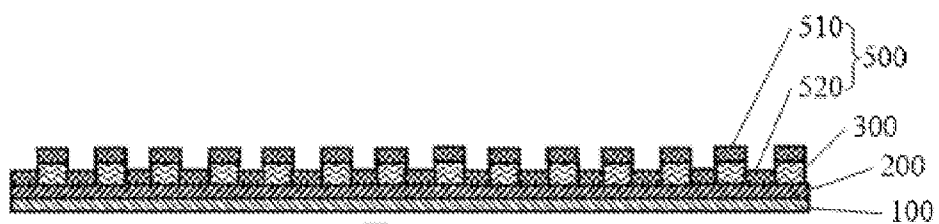


图 4(e)

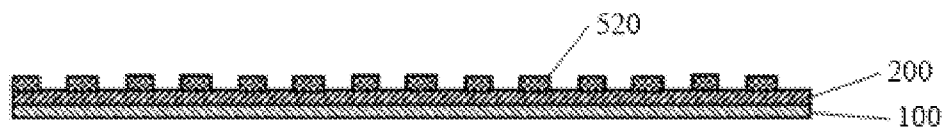


图 4(f)

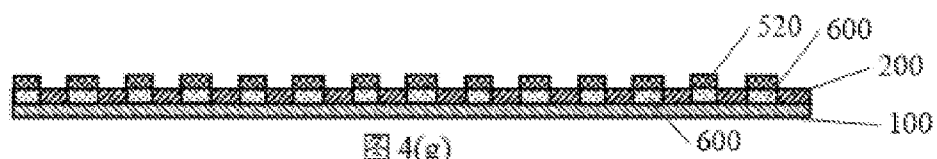


图 4(g)

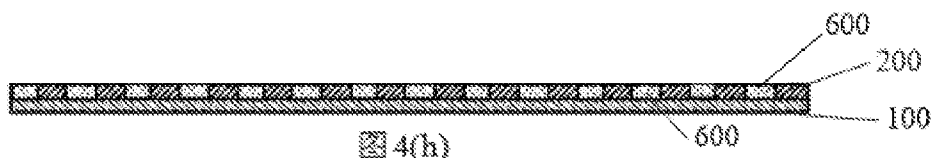


图 4(h)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/081721

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F 1/1343 (2006.01) i; C01B 32/184 (2017.01) 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, C01B

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, CNKI, VEN, DWPI: 石墨烯, 电极, 衬底, 金属, 光刻胶, 加热, 转移, GRAPHENE, ELECTRODE, SUBSTRATE, PHOTORESIST, TRANSFER, METAL, HEAT

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106409667 A (WUXI MINGSHENG STRONG BLOWER CO., LTD.) 15 February 2017 (15.02.2017), claim 1, and description, pages 1 and 2	1, 9, 13
A	CN 102719877 A (INSTITUTE OF METAL RESEARCH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 10 October 2012 (10.10.2012), entire document	1-20
A	US 2012241069 A1 (HOFMANN et al.) 27 September 2012 (27.09.2012), entire document	1-20
A	KR 20160101841 A (LEE YOUN TEK) 26 August 2016 (26.08.2016), entire document	1-20

☐ 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 16 December 2017	Date of mailing of the international search report 09 January 2018
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 XIE, Shaojun Telephone No. (86-10) 62411593

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/081721

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106409667 A	15 February 2017	CN 106409667	15 February 2017
CN 102719877 A	10 October 2012	EP 2719797 A4	26 November 2014
		US 9216559 B2	22 December 2015
		KR 101529012 B1	15 June 2015
		CN 102719877 B	03 September 2014
		KR 20140033489 A	18 March 2014
		EP 2719797 B1	16 March 2016
		US 2014130972 A1	15 May 2014
		JP 5840772 B2	06 January 2016
		JP 2014519469 A	14 August 2014
		ES 2571602 T3	26 May 2016
		EP 2719797 A1	16 April 2014
		WO 2012167738 A1	13 December 2012
US 2012241069 A1	27 September 2012	WO 2012170099 A2	13 December 2012
		WO 2012170099 A3	15 August 2013
KR 20160101841 A	26 August 2016	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/081721

A. 主题的分类 G02F 1/1343(2006.01)i; C01B 32/184(2017.01)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, C01B 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, CNKI, VEN, DWPI: 石墨烯, 电极, 衬底, 金属, 光刻胶, 加热, 转移, GRAPHENE, ELECTRODE, SUBSTRATE, PHOTORESIST, TRANSFER, METAL, HEAT		
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 106409667 A (无锡市明盛强力风机有限公司.) 2017年 2月 15日 (2017 - 02 - 15) 权利要求1, 说明书第1-2页	1, 9, 13
A	CN 102719877 A (中国科学院金属研究所) 2012年 10月 10日 (2012 - 10 - 10) 全文	1-20
A	US 2012241069 A1 (HOFMANN 等) 2012年 9月 27日 (2012 - 09 - 27) 全文	1-20
A	KR 20160101841 A (LEE YOUN TEK) 2016年 8月 26日 (2016 - 08 - 26) 全文	1-20
☐ 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 2017年 12月 16日		国际检索报告邮寄日期 2018年 1月 9日
ISA/CN的名称和邮寄地址 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		授权官员 谢绍俊 电话号码 (86-10)62411593

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/081721

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	106409667	A	2017年 2月 15日	CN	106409667		2017年 2月 15日
CN	102719877	A	2012年 10月 10日	EP	2719797	A4	2014年 11月 26日
				US	9216559	B2	2015年 12月 22日
				KR	101529012	B1	2015年 6月 15日
				CN	102719877	B	2014年 9月 3日
				KR	20140033489	A	2014年 3月 18日
				EP	2719797	B1	2016年 3月 16日
				US	2014130972	A1	2014年 5月 15日
				JP	5840772	B2	2016年 1月 6日
				JP	2014519469	A	2014年 8月 14日
				ES	2571602	T3	2016年 5月 26日
				EP	2719797	A1	2014年 4月 16日
				WO	2012167738	A1	2012年 12月 13日
US	2012241069	A1	2012年 9月 27日	WO	2012170099	A2	2012年 12月 13日
				WO	2012170099	A3	2013年 8月 15日
KR	20160101841	A	2016年 8月 26日	无			