(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 9 月 21 日 (21.09.2017)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2017/156803 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 21/336 (2006.01) *H01L 29/16* (2006.01)
H01L 29/786 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/078391

(22) 国际申请日: 2016 年 4 月 1 日 (01.04.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610156131.8 2016 年 3 月 18 日 (18.03.2016) CN

(71) 申请人: **武汉华星光电技术有限公司 (WUHAN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD)** [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖开发区高新大道 666 号生物城 C5 栋丁珂, Hubei 430079 (CN)。

(72) 发明人: **王选芸 (WANG, Xuanyun)**; 中国湖北省武汉市东湖开发区高新大道 666 号生物城 C5 栋丁珂, Hubei 430079 (CN)。

(74) 代理人: **深圳翼盛智成知识产权事务所（普通合伙） (ESSEN PATENT&TRADEMARK AGENCY)**; 中国广东省深圳市福田区深南大道 6021 号喜年中心 A 座 1709-1711, Guangdong 518040 (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**: PREPARATION METHOD FOR GRAPHENE THIN FILM TRANSISTOR

(54) **发明名称**: 一种石墨烯薄膜晶体管的制备方法

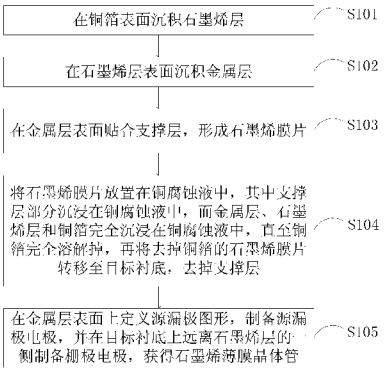


图 1

S101 Depositing a graphene layer on the surface of a copper foil
S102 Depositing a metal layer on the surface of the graphene layer
S103 Attaching a supporting layer on the surface of the metal layer to form a graphene film sheet
S104 Placing the graphene film sheet into a copper corrosive solution, wherein the supporting layer is partially immersed in the copper corrosive solution whereas the metal layer, the graphene layer and the copper foil are fully immersed in the copper corrosive solution until the copper coil is fully dissolved; then transferring the graphene film sheet from which the copper foil is removed to a target substrate, and removing the supporting layer
S105 Defining source and drain electrode patterns on the metal layer surface, preparing the source electrode and the drain electrode, and preparing a gate electrode on one side, away from the graphene layer, of the target substrate, to obtain a graphene thin film transistor

(57) **Abstract**: Provided is a preparation method for a graphene thin film transistor, comprising:depositing a graphene layer (22) on the surface of a copper foil (21);depositing a metal layer (23) on the surface of the graphene layer (22);attaching a supporting layer (24) on the surface of the metal layer (23) to form a graphene film sheet;placing the graphene film sheet into a corrosive solution until the copper foil (21) is fully dissolved, transferring the graphene film sheet to a target substrate, and removing the supporting layer (24); anddefining source and drain electrode patterns on the surface of the metal layer (23), preparing the source electrode and the drain electrode, and preparing a gate electrode on the target substrate.

(57) **摘要**: 提供一种石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其包括：在铜箔（21）表面沉积石墨烯层（22）；在石墨烯层（22）表面沉积金属层（23）；在金属层（23）表面贴合支撑层（24），形成石墨烯膜片；将石墨烯膜片放在腐蚀溶液中，直至铜箔（21）完全溶解掉，将石墨烯膜片转移至目标衬底，去掉支撑层（24）；在金属层（23）表面上定义源漏极图形，制备源漏极电极，在目标衬底上制备栅极电极。

WO 2017/156803 A1

说明书

发明名称: 一种石墨烯薄膜晶体管的制备方法

技术领域

[1] 本发明涉及薄膜领域，特别是涉及一种石墨烯薄膜晶体管的制备方法。

背景技术

[2] 石墨烯，是一种具有良好的电导性能和透光性能的新型材料，随着触摸屏、液晶显示等技术的发展，以及石墨烯表现出来的优秀的机械强度和柔韧性，使得其在薄膜晶体管上的应用逐渐成为人们研究的热点。

[3] 目前制作石墨烯薄膜晶体管的方法步骤主要包括：在铜箔表面生成石墨烯；在石墨烯表面涂覆有机高分子材料，例如聚甲基丙烯酸甲酯 (英文名称：Polymeric Methyl Methacrylate，简称：PMMA)；将PMMA、石墨烯和铜箔组成的膜片放在铜腐蚀液中腐蚀掉铜箔；再将PMMA溶掉，通过光刻等技术在石墨烯表面制作源漏极，从而形成一个完整的石墨烯薄膜晶体管。然而，在现有的制备石墨烯薄膜晶体管的方法中，由于PMMA以及光刻技术所采用的光刻胶均与石墨烯直接接触，在溶掉PMMA和光刻胶的时候，就会出现PMMA和光刻胶残留在石墨烯表面的问题，在后续制作源漏极的时候，由于残留的PMMA和光刻胶的存在，使得源漏极与石墨烯表面的接触不够完全，从而增加了源漏极与石墨烯的接触电阻，限制了电荷的传输，使得薄膜晶体管中的电流减小，导致驱动能力降低。

[4] 因此，有必要提供一种石墨烯薄膜晶体管的制备方法，以解决现有制备方法中因石墨烯表面残留有机高分子材料而导致的接触电阻增加的问题。

对发明的公开

技术问题

[5] 本发明实施例提供一种石墨烯薄膜晶体管的制备方法，以解决现有制备方法中因石墨烯表面残留有机高分子材料而导致的接触电阻增加的问题。

问题的解决方案

技术解决方案

[6] 本发明实施例提供一种石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其包括：

[7] S1、以甲烷作为碳源，采用化学气相沉积法，在铜箔表面沉积石墨烯层；

[8] S2、在所述石墨烯层表面沉积金属层；

[9] S3、在所述金属层表面贴合支撑层，从而形成石墨烯膜片；

[10] S4、将所述石墨烯膜片放置在铜腐蚀液中，其中所述支撑层部分沉浸在铜腐蚀液中，而所述金属层、石墨烯层和铜箔完全沉浸在铜腐蚀液中，直至所述铜箔完全溶解掉，再将去掉铜箔的石墨烯膜片转移至目标衬底，去掉所述支撑层；

[11] S5、在所述金属层表面上定义源漏极图形，制备源漏极电极，并在目标衬底上远离石墨烯层的一侧制备栅极电极，从而获得石墨烯薄膜晶体管。

[12] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，其中在S1之前，还包括：将所述铜箔依次在乙醇、丙酮、0.5mol/L的稀盐酸中进行清洗。

[13] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，其中所述金属层采用电子束蒸发或者磁控溅射技术沉积在所述石墨烯表面。

[14] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，其中所述金属层的厚度为5nm~50nm。

[15] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，其中所述金属层包括单层金属层或复合层金属层。

[16] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，其中当所述金属层为复合层金属层时，每种金属层的厚度相同。

[17] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，其中所述金属层采用的金属包括钛、金、镍、钯或铂。

[18] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，其中所述支撑层的密度小于所述铜腐蚀液的密度。

[19] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，其中所述支撑层为聚氨酯材料。

[20] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，其中所述目标衬底包括绝缘层，其中，绝缘层的材料包括二氧化硅、碳化硅、玻璃或蓝宝石。

[21] 本发明实施例提供一种石墨烯薄膜晶体管的制备方法，所述制备方法包括：

[22] S1、在铜箔表面沉积石墨烯层；

[23] S2、在石墨烯层表面沉积金属层；

[24] S3、在金属层表面贴合支撑层，从而形成石墨烯膜片；

[25] S4、将石墨烯膜片放置在铜腐蚀液中，其中支撑层部分沉浸在铜腐蚀液中，而金属层、石墨烯层和铜箔完全沉浸在铜腐蚀液中，直至铜箔完全溶解掉，再将去掉铜箔的石墨烯膜片转移至目标衬底，去掉支撑层；

[26] S5、在金属层表面上定义源漏极图形，制备源漏极电极，并在目标衬底上远离石墨烯层的一侧制备栅极电极，从而获得石墨烯薄膜晶体管。

[27] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，在S1之前，还包括：将铜箔依次在乙醇、丙酮、0.5mol/L的稀盐酸中进行清洗。

[28] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，石墨烯采用化学气相沉积法沉积在铜箔表面上。

[29] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，金属层采用电子束蒸发或者磁控溅射技术沉积在石墨烯表面。

[30] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，金属层的厚度为5nm~50nm。

[31] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，金属层包括单层金属层或复合层金属层。

[32] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，金属层采用的金属包括钛、金、镍、钯或铂。

[33] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，支撑层的密度小于所述铜腐蚀液的密度。

[34] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，支撑层为聚氨酯材料。

[35] 在本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，目标衬底包括绝缘层，其中，绝缘层的材料包括二氧化硅、碳化硅、玻璃或蓝宝石。

发明的有益效果

有益效果

[36] 与现有技术相比，本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，通过在石墨烯层表面沉积金属层，将石墨烯层保护起来，使得石墨烯层不与支撑层和光刻胶直接接触，从而避免石墨烯表面出现残留物的问题，使得源漏极电极与石墨烯层

可以完全接触，降低源漏极电极与石墨烯间的接触电阻，从而解决现有制备方法中，因石墨烯层表面残留PMMA和光刻胶而引起源漏极电极与石墨烯间的接触电阻增大的问题。

对附图的简要说明

附图说明

[37] 图1为本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法的优选实施例的流程图；

[38] 图2为本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中石墨烯膜片的结构示意图；

[39] 图3为根据本发明提供的制备方法制备出的石墨烯薄膜晶体管的背栅的转移曲线图。

实施该发明的最佳实施例

本发明的最佳实施方式

[40] 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，下面对实施例中所需要使用的附图作简单的介绍。下面描述中的附图仅为本发明的部分实施例，对于本领域普通技术人员而言，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获取其他的附图。

[41] 请参照图1，图1为本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法的优选实施例的流程图。该制备方法包括以下几个步骤：

[42] S101、在铜箔表面沉积石墨烯层；

[43] S102、在石墨烯层表面沉积金属层；

[44] S103、在金属层表面贴合支撑层，从而形成石墨烯膜片；

[45] S104、将石墨烯膜片放置在铜腐蚀液中，其中支撑层部分沉浸在铜腐蚀液中，而金属层、石墨烯层和铜箔完全沉浸在铜腐蚀液中，直至铜箔完全溶解掉，再将去掉铜箔的石墨烯膜片转移至目标衬底，去掉支撑层；

[46] S105、在金属层表面上定义源漏极图形，制备源漏极电极，并在目标衬底上远离石墨烯层的一侧制备栅极电极，从而获得石墨烯薄膜晶体管。

[47] 在S101中，在铜箔表面沉积石墨烯层之前，还需要对铜箔表面的油污、氧化物等杂质进行清洁操作，在本优选实施例中，所采用的清洁操作为：将铜箔依次在乙醇、丙酮、0.5mol/L的稀盐酸中进行清洗，直至铜箔表面的杂质去除干净为

止，从而使得铜箔表面达到生长石墨烯的工艺要求。

[48] 在本优选实施例中，将采用化学气相沉积法在铜箔表面沉积石墨烯层。化学气相沉积法制备的石墨烯具有质量高、生长面积大等优点，是目前制备高质量石墨烯的主要方法，其原理是将一种或多种气态物质导入到一个反应腔内发生化学反应，生成一种新的材料沉积在衬底表面。

[49] 在采用化学气相沉积法沉积石墨烯层时，我们选用氢气作为非氧化性气体通入到反应腔内，以去除反应腔内的氧化性气体，当然也可以采用氩气等其他气体作为非氧化性气体，在此不做具体限定。我们采用甲烷作为碳源，碳源也可以为其他含碳物质，如一氧化碳、乙炔等等，在此不做具体限制。在高温低压的环境下，完成在铜箔表面沉积石墨烯层的步骤。

[50] 在S102中，采用磁控溅射技术将金属沉积在石墨烯层表面，在石墨烯层表面形成金属层。在其他的实施例中，也可以采用电子束蒸发技术等其他技术将金属沉积在石墨烯层表面，在此不做具体限制。

[51] 在本优选实施例中，金属层为复合金属层，其包括两层金属层，其中靠近石墨烯层表面的一层金属层为钛金属层，远离石墨烯层表面的一层金属层为金金属层，将钛金属层设置在更靠近石墨烯层的好处是，钛金属与石墨烯之间容易发生键和，可进一步降低钛金属层与石墨烯层之间的接触电阻。

[52] 当然，在其他的实施例中，金属层可以为单层金属层，也可以为三层、四层等复合金属层，金属层的金属也可以为钛、金、镍、钯或铂中的一种或几种，在此不对金属层的层数以及金属的种类做具体限制。

[53] 在石墨烯层表面沉积金属层时，需要控制金属的注入量，即控制金属层的厚度，金属层的厚度过小，则对石墨烯层起不到很好的保护作用，金属层的厚度过大，则在后续溶解铜箔的过程会使得支撑层无法将金属层、石墨烯层和铜箔悬浮于铜腐蚀液中，即容易使得支撑层、金属层、石墨烯层和铜箔一起掉进铜腐蚀液中，对后续的工序造成不便，因此金属层的厚度要有一定的限制，一般金属层的厚度为5nm~50nm，在本优选实施例中，金属层的厚度优选为10nm，且钛金属层和金金属层的厚度各为5nm。

[54] 在S103中，在金属层的表面贴合一支撑层，且该支撑层的密度要小于铜腐蚀液

的密度，其中支撑层的密度与铜腐蚀液的密度相差的越大越好，其目的是利用支撑层与铜腐蚀液间的密度差，来使得支撑层漂浮在铜腐蚀液表面，即在后续溶解铜箔的步骤中，支撑层可以将金属层、石墨烯层以及铜箔悬浮在铜腐蚀液中，不让其掉入铜腐蚀液中。支撑层除了上述作用外，其还给后续将去掉铜箔的石墨烯膜片转移至目标衬底上提供方便。

[55] 在本优选实施例里，支撑层为聚氨酯材料，在其他实施例中，也可以为其他密度小于铜腐蚀液密度的材料，在此不做具体限定。

[56] 为了进一步清晰描述石墨烯膜片的结构，下面将给出石墨烯膜片的结构示意图，请参加图2，图2为本发明的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中石墨烯膜片的结构示意图。石墨烯膜片从下至上依次包括：铜箔21、石墨烯层22、金属层23和支撑层24。

[57] 在S104中，将石墨烯膜片放置在铜腐蚀液中，此时，由于支撑层的密度小于铜腐蚀液的密度，支撑层会漂浮在铜腐蚀液表面上，而金属层、石墨烯层以及铜箔将沉浸在铜腐蚀液中。当铜箔完全腐蚀掉后，将去掉铜箔的石墨烯膜片转移至目标衬底上，再将支撑层去掉。

[58] 在本优选实施例中，目标衬底包括绝缘层，根据公知常识可知，石墨烯膜片转移至目标衬底的绝缘层上。其中，绝缘层采用二氧化硅材料，当然也可以采用碳化硅、玻璃或蓝宝石材料，在此不做具体限定。

[59] 在S105中，在金属层表面上采用光刻技术定义源漏极图形，再通过磁控溅射技术或者电子束蒸发技术将金金属沉积到源漏极图形的相应位置，再采用干法刻蚀技术将沟道区域的金属层刻蚀掉，露出沟道区域的石墨烯层；同时，在目标衬底上远离石墨烯层的一侧制备栅极电极，由于制备源极、漏极和栅极电极所采用的方法步骤为现有技术，为本领域技术人员公知的常识，因此在本优选实施例中不再做赘述。完成S105步骤后，即可以得到具有低接触电阻的石墨烯薄膜晶体管。

[60] 在现有的制备石墨烯薄膜晶体管的方法中，采用光刻技术定义源漏极图形是在石墨烯层表面直接进行的，再通过磁控溅射技术或者电子束蒸发技术在源漏极图形的相应位置沉积一层薄的钛金属和一层厚的金金属，从而形成源漏极电极

，在整个过程中，石墨烯层与光刻技术所采用的光刻胶直接接触，在溶解光刻胶时，就会出现光刻胶残留在石墨烯层表面的问题，使得石墨烯层与源漏极电极的接触不完全，引起石墨烯层与源漏极电极的接触电阻变大。

[61] 而本优选实施例提供的制备方法中，采用光刻技术定义源漏极图形是在金属层表面进行的，这样石墨烯层与光刻胶不会接触，在溶解光刻胶时也不会出现光刻胶残留在石墨烯层表面的问题；同时，金属层采用了源漏极的目标金属钛金属和金金属，在后续采用磁控溅射技术或者电子束蒸发技术将金金属沉积到源漏极所对应的位置时，也不需要去除相应位置的金属层，因此，在整个制备石墨烯薄膜晶体管的过程中，石墨烯均受到金属层的保护，确保石墨烯层与源漏极电极充分地接触，降低石墨烯层与源漏极电极的接触电阻。

[62] 在制备完成石墨烯薄膜晶体管后，我们测试了石墨烯薄膜晶体管的背栅的转移曲线，请参见图3，图中纵坐标为漏极电流 ，单位为毫安，横坐标为栅极电压 ，单位为伏特，在测试背栅的转移曲线时，将源极接地。从图中可以看出，在不同的漏极电压 下，漏极电流最小值均出现在 等于0的位置，这说明石墨烯薄膜晶体管沟道区域的石墨烯没有掺杂，即在石墨烯层表面没有残留任何杂质，本征特性良好；而现有技术制备的石墨烯薄膜晶体管，其由于在石墨烯表面残留有PMMA和光刻胶等杂质，漏极电流的最小值将出现在0伏特的左侧或者右侧 ，即破坏了石墨烯场效应器件的双极对称性，使得石墨烯与源漏极间的接触电阻增大。从图中还可以看出，在 一定的情况下，漏极电压 以5mv的幅度不断地增加时，漏极电流 增加的幅度基本相同，即漏极电流 与漏极电压 成正比例关系 ，说明石墨烯薄膜晶体管的电学性能优良。

[63] 本优选实施例提供的石墨烯薄膜晶体管的制备方法中，通过在石墨烯层表面沉积10nm厚的金属层，使得石墨烯层与支撑层以及后续使用的光刻胶不接触，从而避免石墨烯表面出现残留物的问题，使得源漏极电极与石墨烯层可以完全接触，降低源漏极电极与石墨烯间的接触电阻，增加了石墨烯薄膜晶体管中的电流，解决了现有制备方法中，因石墨烯层表面残留PMMA和光刻胶而引起源漏极电极与石墨烯间的接触电阻增大的问题。

[64] 另外，根据本优选实施例提供的制备方法制备出的石墨烯薄膜晶体管中的石墨

烯层表面的起伏度小于0.1nm，远小于现有制备方法制备出的石墨烯薄膜晶体管中的石墨烯层表面起伏度1nm，可见本优选实施例制备方法制备出的石墨烯薄膜晶体管具有更好的电学性能。

[65] 综上所述，虽然本发明已以优选实施例揭露如上，但上述优选实施例并非用以限制本发明，本领域的普通技术人员，在不脱离本发明的精神和范围内，均可作各种更动与润饰，因此本发明的保护范围以权利要求界定的范围为准。

权利要求书

[权利要求 1] 一种石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其包括：

S1、以甲烷作为碳源，采用化学气相沉积法，在铜箔表面沉积石墨烯层；

S2、在所述石墨烯层表面沉积金属层；

S3、在所述金属层表面贴合支撑层，从而形成石墨烯膜片；

S4、将所述石墨烯膜片放置在铜腐蚀液中，其中所述支撑层部分沉浸在铜腐蚀液中，而所述金属层、石墨烯层和铜箔完全沉浸在铜腐蚀液中，直至所述铜箔完全溶解掉，再将去掉铜箔的石墨烯膜片转移至目标衬底，去掉所述支撑层；

S5、在所述金属层表面上定义源漏极图形，制备源漏极电极，并在目标衬底上远离石墨烯层的一侧制备栅极电极，从而获得石墨烯薄膜晶体管。

[权利要求 2] 根据权利要求1所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中在S1之前，还包括：将所述铜箔依次在乙醇、丙酮、0.5mol/L的稀盐酸中进行清洗。

[权利要求 3] 根据权利要求1所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中所述金属层采用电子束蒸发或者磁控溅射技术沉积在所述石墨烯表面。

[权利要求 4] 根据权利要求1所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中所述金属层的厚度为5nm~50nm。

[权利要求 5] 根据权利要求4所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中所述金属层包括单层金属层或复合层金属层。

[权利要求 6] 根据权利要求5所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中当所述金属层为复合层金属层时，每种金属层的厚度相同。

[权利要求 7] 根据权利要求5所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中所述金属层采用的金属包括钛、金、镍、钯或铂。

[权利要求 8] 根据权利要求1所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中所述支撑层的密度小于所述铜腐蚀液的密度。

[权利要求 9] 根据权利要求8所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中所述支撑层为聚氨酯材料。

[权利要求 10] 根据权利要求1所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中所述目标衬底包括绝缘层，其中，绝缘层的材料包括二氧化硅、碳化硅、玻璃或蓝宝石。

[权利要求 11] 一种石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其包括：

S1、在铜箔表面沉积石墨烯层；

S2、在所述石墨烯层表面沉积金属层；

S3、在所述金属层表面贴合支撑层，从而形成石墨烯膜片；

S4、将所述石墨烯膜片放置在铜腐蚀液中，其中所述支撑层部分沉浸在铜腐蚀液中，而所述金属层、石墨烯层和铜箔完全沉浸在铜腐蚀液中，直至所述铜箔完全溶解掉，再将去掉铜箔的石墨烯膜片转移至目标衬底，去掉所述支撑层；

S5、在所述金属层表面上定义源漏极图形，制备源漏极电极，并在目标衬底上远离石墨烯层的一侧制备栅极电极，从而获得石墨烯薄膜晶体管。

[权利要求 12] 根据权利要求11所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中在S1之前，还包括：将所述铜箔依次在乙醇、丙酮、0.5mol/L的稀盐酸中进行清洗。

[权利要求 13] 根据权利要求11所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中所述石墨烯采用化学气相沉积法沉积在所述铜箔表面上。

[权利要求 14] 根据权利要求11所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中所述金属层采用电子束蒸发或者磁控溅射技术沉积在所述石墨烯表面。

[权利要求 15] 根据权利要求11所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中所述金属层的厚度为5nm~50nm。

[权利要求 16] 根据权利要求15所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中所述金属层包括单层金属层或复合层金属层。

[权利要求 17] 根据权利要求16所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中所述金属层采用的金属包括钛、金、镍、钯或铂。

[权利要求 18] 根据权利要求11所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中所述支撑层的密度小于所述铜腐蚀液的密度。

[权利要求 19] 根据权利要求18所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中所述支撑层为聚氨酯材料。

[权利要求 20] 根据权利要求11所述的石墨烯薄膜晶体管的制备方法，其中所述目标衬底包括绝缘层，其中，绝缘层的材料包括二氧化硅、碳化硅、玻璃或蓝宝石。

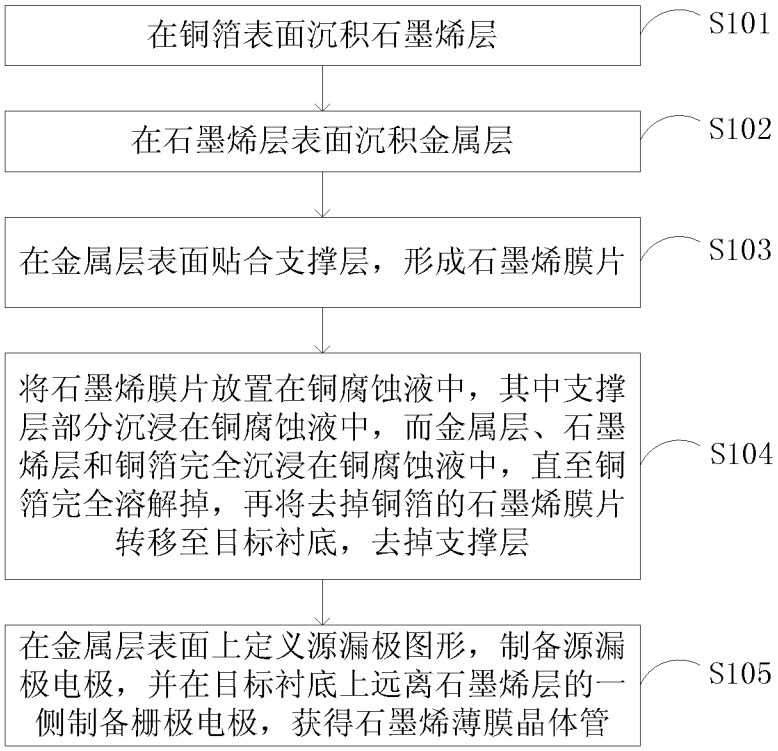

在铜箔表面沉积石墨烯层
S101
在石墨烯层表面沉积金属层
S102
在金属层表面贴合支撑层，形成石墨烯膜片
S103
将石墨烯膜片放置在铜腐蚀液中，其中支撑层部分沉浸在铜腐蚀液中，而金属层、石墨烯层和铜箔完全沉浸在铜腐蚀液中，直至铜箔完全溶解掉，再将去掉铜箔的石墨烯膜片转移至目标衬底，去掉支撑层
S104
在金属层表面上定义源漏极图形，制备源漏极电极，并在目标衬底上远离石墨烯层的一侧制备栅极电极，获得石墨烯薄膜晶体管
S105

图 1

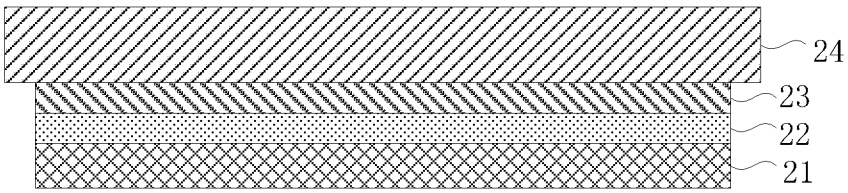

24
23
22
21

图 2

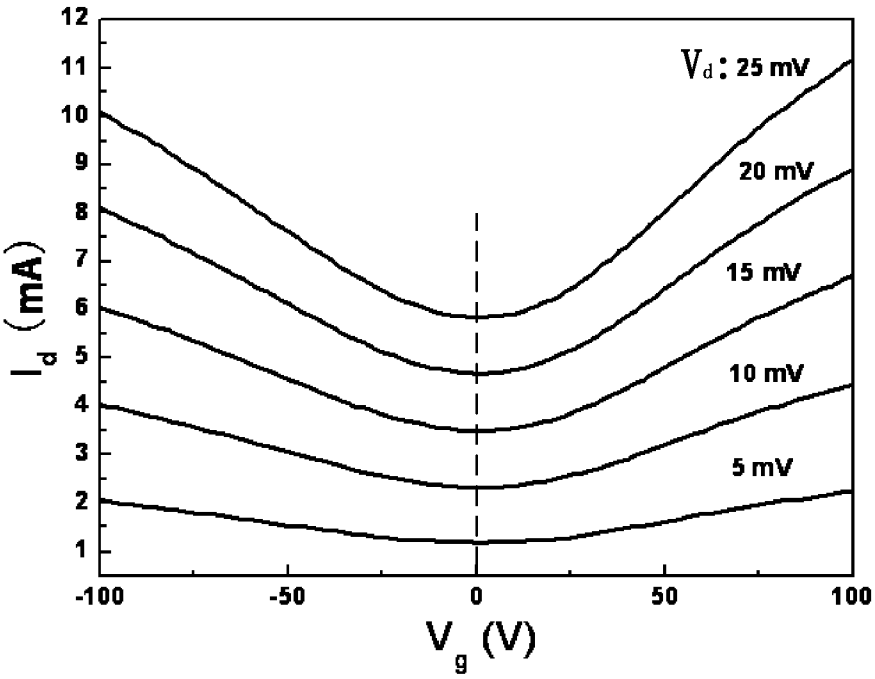

12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
I_d (mA)
V_d: 25 mV
20 mV
15 mV
10 mV
5 mV
-100
-50
0
50
100
V_g (V)

图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/078391

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/336 (2006.01) i; H01L 29/786 (2006.01) i; H01L 29/16 (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)

CNABS, CNTXT, SIPOABS, DWPI: graphene, thin film transistor, metal, protect, copper, transfer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102881654 A (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 16 January 2013 (16.01.2013) description, paragraphs [0051]-[0060], and figures 1-7	1-20
A	CN 104300008 A (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 21 January 2015 (21.01.2015) the whole document	1-20
A	CN 204927297 U (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 30 December 2015 (30.12.2015) the whole document	1-20
A	JP 2013058598 A (SUMITOMO CHEM CO., LTD. et al.) 28 March 2013 (28.03.2013) the whole document	1-20
A	CN 105304495 A (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 03 February 2016 (03.02.2016) the whole document	1-20

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14 December 2016	22 December 2016
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 SHANG, Jinan Telephone No. (86-10) 62411019

Form PCT/ISA /210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/078391

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103236443 A (GUANGZHOU NEW VISION OPTOELECTRONIC CO., LTD.) 07 August 2013 (07.08.2013) the whole document	1-20
A	CN 103606535 A (SHENZHEN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 26 February 2014 (26.02.2014) the whole document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/078391

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102881654 A	16 January 2013	CN 102881654 B	23 March 2016
		US 2014091280 A1	03 April 2014
		US 9024288 B2	05 May 2015
CN 104300008 A	21 January 2015	None	
CN 204927297 U	30 December 2015	None	
JP 2013058598 A	28 March 2013	None	
CN 105304495 A	03 February 2016	None	
CN 103236443 A	07 August 2013	CN 103236443 B	14 May 2014
		WO 2014183340 A1	20 November 2014
		US 2016133729 A1	12 May 2016
CN 103606535 A	26 February 2014	CN 103606535 B	06 January 2016
		WO 2015077970 A1	04 June 2015
		US 2016247933 A1	25 August 2016

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2016/078391

A. 主题的分类

H01L 21/336(2006.01)i；H01L 29/786(2006.01)i；H01L 29/16(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））

CNABS，CNTXT，SIPOABS，DWPI：石墨烯，薄膜晶体管，TFT，金属，保护，铜，转移，graphene，thin film transistor，metal，protect，copper，transfer

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
A	CN 102881654 A (京东方科技集团股份有限公司) 2013年 1月 16日 (2013-01-16) 说明书第[0051]-[0060]段，图1-7	1-20
A	CN 104300008 A (京东方科技集团股份有限公司) 2015年 1月 21日 (2015-01-21) 全文	1-20
A	CN 204927297 U (京东方科技集团股份有限公司) 2015年 12月 30日 (2015-12-30) 全文	1-20
A	JP 2013058598 A (SUMITOMO CHEM CO LTD等) 2013年 3月 28日 (2013-03-28) 全文	1-20
A	CN 105304495 A (京东方科技集团股份有限公司) 2016年 2月 3日 (2016-02-03) 全文	1-20
A	CN 103236443 A (广州新视界光电科技有限公司) 2013年 8月 7日 (2013-08-07) 全文	1-20
A	CN 103606535 A (深圳市华星光电技术有限公司) 2014年 2月 26日 (2014-02-26) 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	国际检索报告邮寄日期
2016年 12月 14日	2016年 12月 22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	商纪楠
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62411019

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2016/078391

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	102881654	A	2013年 1月 16日	CN	102881654	B	2016年 3月 23日
				US	2014091280	A1	2014年 4月 3日
				US	9024288	B2	2015年 5月 5日
CN	104300008	A	2015年 1月 21日		无		
CN	204927297	U	2015年 12月 30日		无		
JP	2013058598	A	2013年 3月 28日		无		
CN	105304495	A	2016年 2月 3日		无		
CN	103236443	A	2013年 8月 7日	CN	103236443	B	2014年 5月 14日
				WO	2014183340	A1	2014年 11月 20日
				US	2016133729	A1	2016年 5月 12日
CN	103606535	A	2014年 2月 26日	CN	103606535	B	2016年 1月 6日
				WO	2015077970	A1	2015年 6月 4日
				US	2016247933	A1	2016年 8月 25日