

(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
2021 年 9 月 23 日 (23.09.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/184451 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 51/00 (2006.01) *H01L 27/15* (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01) *G09F 9/30* (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/083539

(22) 国际申请日: 2020 年 4 月 7 日 (07.04.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010195541.X 2020 年 3 月 19 日 (19.03.2020) CN

(71) 申请人: **TCL 华星光电技术有限公司 (TCL 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: **查宝(ZHA, Bao)**; 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: 深圳紫藤知识产权代理有限公司 (**PURPLEVINE INTELLECTUAL PROPERTY (SHENZHEN) CO., LTD.**); 中国广东省深圳市南山区粤海街道高新区社区高新南一道 006 号 TCL 工业研究院大厦 A802, 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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,

(54) **Title:** FLEXIBLE SUBSTRATE MATERIAL, FLEXIBLE SUBSTRATE PREPARATION METHOD, AND FLEXIBLE DISPLAY PANEL

(54) 发明名称: 一种柔性衬底材料、柔性衬底制备方法及柔性显示面板

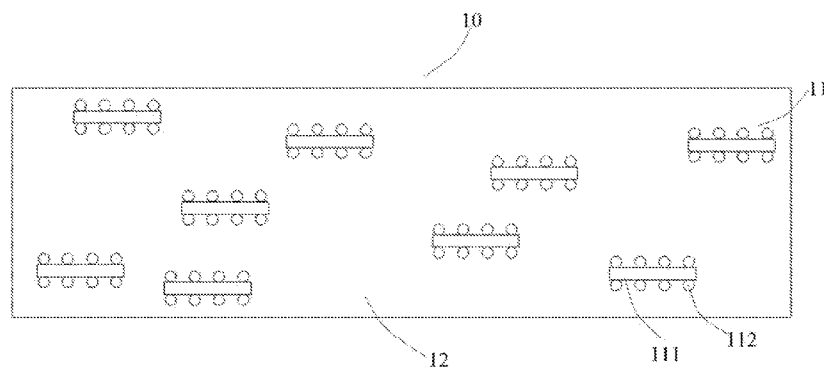


图 1

(57) **Abstract:** A flexible substrate material (10), comprising: a flexible substrate (12) and a graphene reinforcement (11) dispersed inside the flexible substrate (12). The graphene reinforcement (11) comprises a graphene substrate (111) and metal nano-particles (112), the graphene substrate (111) is of a lamellar structure, and the metal nano-particles (112) are distributed on the surface of the lamellar structure of the graphene substrate (111). A method for preparing the flexible substrate material (10) and a flexible display panel.

(57) **摘要:** 一种柔性衬底材料 (10), 包括: 柔性基体 (12) 以及分散于柔性基体 (12) 中的石墨烯增强体 (11), 石墨烯增强体 (11) 包括石墨烯基体 (111) 和金属纳米颗粒 (112), 石墨烯基体 (111) 为片层结构, 金属纳米颗粒 (112) 分布于石墨烯基体 (111) 的片层结构的表面上。一种柔性衬底材料 (10) 的制备方法以及柔性显示面板。



WO 2021/184451 A1

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))。

一种柔性衬底材料、柔性衬底制备方法及柔性显示面板技术领域

本发明涉及显示技术领域，尤其涉及一种柔性衬底材料、柔性衬底制备方法及柔性显示面板。

背景技术

随着显示技术的快速发展，有机发光二极管（Organic Light-Emitting Diode，OLED）显示技术和微发光二极管（Micro Light Emitting Diode，Micro-LED）显示技术由于具有低功耗、高亮度、超高分辨率与色彩饱和度、反应速度快等优点，以及无需背光源、能够自发光特性，所以被认为是取代液晶显示技术（Liquid Crystal Display，LCD）的新一代显示技术。

技术问题

目前，OLED显示技术和Micro-LED显示技术还有一些细节问题有待完善，这些细节问题制约了OLED显示技术和Micro-LED显示技术的广泛应用及发展。例如，OLED显示技术和Micro-LED显示技术均采用主动发光手段，随着解析度的提高，单位面积的色阻需求量就越多，使得单位面积产生的热量越多。为了保证显示装置正常工作，需要及时将产生的热量释放出去，以避免高温对显示装置的负面影响。现

有的 OLED 柔性显示面板和 Micro-LED 柔性显示面板一般采用聚酰亚胺作为柔性衬底材料，但聚酰亚胺柔性衬底的热传导性能有限。

因此，开发具有高热传导性能的柔性衬底材料，是拓宽 OLED 显示技术和 Micro-LED 显示技术应用范围的关键因素之一。

技术方案

本发明提供了一种柔性衬底材料、柔性衬底制备方法及柔性显示面板，通过对柔性衬底材料进行改性，在保证柔性衬底良好弯折特性和抗变形能力的同时，提高柔性衬底的热传导性能，从而提升柔性显示面板的散热性能。

第一方面，本发明实施例提供一种柔性衬底材料，包括：
柔性基体；以及

石墨烯增强体，分散于所述柔性基体中，与所述柔性基体通过化学键连接；每一所述石墨烯增强体包括石墨烯基体和金属纳米颗粒，所述石墨烯基体为片层结构，所述金属纳米颗粒分布于所述石墨烯基体的片层结构的表面上。

通过柔性基体中掺杂石墨烯增强体的方式来实现柔性衬底材料的改性，石墨烯基体具有良好的热传导性，热传导系数最高可达 $5000\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，从而有效提升柔性衬底的热传导

性能。此外，所述石墨烯基体采用片层结构，并且片层结构的表面上分布有金属纳米颗粒，以防止任两个或多个石墨烯基体的片层结构之间在柔性基体中出现团聚现象。

在一些实施例中，所述柔性基体的材料为聚醚砜、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚酰亚胺、多芳基化合物以及玻璃纤维增强塑料中的一种或多种。

在一些实施例中，所述柔性基体的材料为聚酰亚胺。

在一些实施例中，所述金属纳米颗粒的材料为银、铜、铁、钛、镍以及铂中的一种或多种。

在一些实施例中，所述金属纳米颗粒的材料为银。

在一些实施例中，所述石墨烯基体的片层结构为单一层体，所述金属纳米颗粒分布于所述单一层体的至少一表面上。

在一些实施例中，所述石墨烯基体的片层结构为复合层，所述金属纳米颗粒分布于所述复合层的上下两最外侧表面中的至少一表面上。

第二方面，本发明实施例提供了一种柔性衬底制备方法，包括以下步骤：

制备石墨烯增强体，每一所述石墨烯增强体包括石墨烯基体和金属纳米颗粒，所述石墨烯基体为片层结构，所述金属纳米颗粒分布于所述石墨烯基体的片层结构的表面上；

将所述石墨烯增强体与柔性基体的原料混合，以制备柔性衬底材料溶液；以及

将所述柔性衬底材料溶液通过静电纺丝方式成膜，以得到柔性衬底，在所述柔性衬底中，所述石墨烯增强体分散于所述柔性基体中。

在一些实施例中，制备所述石墨烯增强体的步骤包括：

将具有片层结构的氧化石墨烯与金属盐溶液混合，得到第一混合物；

向所述第一混合物中加入还原剂，以进行还原反应，得到第二混合物；以及

过滤所述第二混合物得到滤出物，所述滤出物即为所述石墨烯增强体。

在一些实施例中，所述金属盐溶液为硝酸银溶液，对应所述石墨烯增强体中的所述金属纳米颗粒为银纳米颗粒。

在一些实施例中，所述硝酸银溶液的浓度范围为 150~200g/mol。

在一些实施例中，所述具有片层结构的氧化石墨烯与所述硝酸银溶液之间的质量比为 50~60:1。

在一些实施例中，所述还原剂为 D-葡萄糖。

在一些实施例中，所述 D-葡萄糖与所述硝酸银溶液的摩

尔比为 1:1.2。

在一些实施例中，所述还原反应的反应温度为 100～120℃，避免高温对反应体系的破坏。

在一些实施例中，所述还原反应的反应时间为 10～12h，确保还原反应充分。

在一些实施例中，所述制备柔性衬底材料溶液，包括以下步骤：

将所述石墨烯增强体与分散溶液混合，以制备石墨烯分散溶液；以及

向所述石墨烯分散溶液中，加入用于制备所述柔性基体的原料，混合均匀以反应充分，得到柔性衬底材料溶液。

在一些实施例中，所述分散溶液为四氢呋喃，所述柔性基体的原料为二酸酐和二胺，对应制备所述柔性衬底材料溶液的步骤包括：

将所述石墨烯增强体均匀分散于四氢呋喃中，得到所述石墨烯分散溶液；以及

按照二酸酐和二胺 1:1 的质量比，加入至所述石墨烯分散溶液中，混合均匀以反应充分，得到所述柔性衬底材料溶液。

在一些实施例中，所述柔性衬底的厚度为 10～1000 微

米。

第三方面，本发明实施例提供了一种柔性显示面板，包括：采用第二方面中所述的柔性衬底制备方法所制得的柔性衬底。

有益效果

本发明提供的柔性衬底材料，是在柔性高分子材料中掺杂石墨烯增强体而得到的复合型材料。所述柔性衬底材料兼具良好的弯折特性、抗变形能力以及高热传导性能，从而极大地提升了柔性衬底的散热性能。由于石墨烯基体具有很强的 π - π 共轭键作用，在高分子材料中易发生团聚现象，所以难以在高分子材料中均匀分散。因此，本发明进一步在石墨烯基体的片层结构的表面上分布金属纳米颗粒，形成由点至面的分散效应(亦即，由金属纳米颗粒防止任两个或多个石墨烯基体的片层结构相互接触及聚集)，进而有效阻止团聚现象的发生。

本发明提供的柔性衬底制备方法，包括步骤：制备石墨烯增强体；制备柔性衬底材料溶液；将所述柔性衬底材料溶液通过静电纺丝方式成膜，得到柔性衬底。所述制备方法具有工序少、操作简单、易于控制、便于实现工业化生产等优点。

本发明提供的柔性显示面板，包括本发明提供的柔性衬底制备方法制得的柔性衬底，具有优越的散热性能，满足 OLED、Micro-LED 显示技术对散热性能的高要求，有利于拓宽 OLED、Micro-LED 显示技术的应用范围，促进 OLED、Micro-LED 显示技术的快速发展。

附图说明

图 1 是本发明实施例中柔性衬底材料的结构示意图。

图 2 是本发明实施例中柔性衬底制备方法的流程示意图。

图 3 是图 2 中步骤 S1 的流程示意图。

图 4 是图 2 中步骤 S2 的流程示意图。

本发明的实施方式

为了让本发明上述目的、特征及优点更明显易懂，下文特举本发明较佳实施例，并配合附图，作详细说明如下。再者，本发明所提到的方向用语，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，使用的方向用语是用以说明及理解本发明，而非用以限制本发明。

具体的，第一方面，本发明实施例提供了一种柔性衬底材料，包括：

一柔性基体；以及

多个石墨烯增强体，分散于所述柔性基体中，与所述柔性基体通过化学键连接；每一所述石墨烯增强体包括一石墨烯基体和多个金属纳米颗粒，所述石墨烯基体为一微小的片层结构，所述多个金属纳米颗粒分布于所述石墨烯基体的片层结构的至少一表面上。

具体的，本发明实施例提供的柔性衬底材料为一种复合型材料，通过对传统的柔性衬底材料（即为柔性基体）进行改性，在所述柔性基体中掺杂石墨烯增强体，从而极大地提升了柔性衬底材料的热传导性能。

具体的，所述石墨烯基体各具有一片层结构。由于石墨烯基体具有突出的导热性能与力学性能，所以将其掺杂于柔性基体中可大幅度地提升柔性衬底的热传导性能。

需要说明的是，由于石墨烯基体具有很强的 π - π 共轭键作用，在高分子材料（如：柔性基体）中多个石墨烯基体的片层结构之间易发生团聚现象，所以难以在高分子材料中均匀分散。因此，在每一所述石墨烯基体的片层结构的至少一表面上分布多个金属纳米颗粒以得到石墨烯增强体，可极大地弱化 π - π 共轭键作用力，形成由点至面的分散效应（亦即，由金属纳米颗粒防止任两个或多个石墨烯基体的片层结构相

互接触及聚集),进而促使所述石墨烯增强体均匀分散于所述柔性基体中。

在一些实施例中,所述石墨烯基体的片层结构的横向长度尺寸通常介于2至70微米之间,及厚度介于2至10纳米之间,且单一个石墨烯基体的片层结构可为单一层体形式存在,亦可为一复合层形式存在,所述复合层形式可能是由2、5、10、20或30个等多个单层叠加而成。当单一个石墨烯基体的片层结构以单一层体形式存在时,所述的多个金属纳米颗粒分布于所述单一层体的至少一表面上;当单一个石墨烯基体的片层结构以复合层形式存在时,所述的多个金属纳米颗粒分布于所述复合层的上下两最外侧表面中的至少一表面上,以防止任两相邻的片层结构相互接触及聚集。

在一些实施例中,所述柔性基体为聚酰亚胺、聚醚砜、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、多芳基化合物以及玻璃纤维增强塑料中的一种或多种。本发明实施例优选为聚酰亚胺,聚酰亚胺是重复单元以酰亚胺基为结构特征基团的一类聚合物,具有机械性能佳、绝缘性能高、耐高温、耐腐蚀、介电损耗小等优点,是综合性能理想的高分子材料之一。

在一些实施例中,所述金属纳米颗粒的材料为银、铜、

铁、钛、镍以及铂中的一种或多种。本发明实施例优选为银，纳米银颗粒具有稳定性好、成本较低、易获取、生产工艺简单的优点。

例如：一种柔性衬底材料 10，具体为掺杂有石墨烯增强体 11 的聚酰亚胺 12，所述石墨烯增强体 11 均匀分散于聚酰亚胺 12 中，并与聚酰亚胺 12 之间通过化学键连接。参阅图 1，每一所述石墨烯增强体 11 包括一石墨烯基体 111 和多个纳米银颗粒 112，所述石墨烯基体 111 为具有一微小的片层结构的石墨烯，所述多个纳米银颗粒 112 分布于所述石墨烯基体 111 的至少一表面上(例如上、下两个表面)。所述柔性衬底材料 10 可用于制备/作为有机发光二极管(OLED)柔性显示面板和/或微发光二极管(Micro-LED)柔性显示面板的柔性衬底，以提升柔性显示面板对于其上的有机发光二极管元件和微发光二极管元件的散热性能。

第二方面，本发明实施例提供了一种柔性衬底制备方法，所述柔性衬底的材料如第一方面中所述的柔性衬底材料，参阅图 2，包括以下步骤：

S1、制备石墨烯增强体。

具体的，每一所述石墨烯增强体包括石墨烯基体和金属纳米颗粒；所述石墨烯基体为至少一片层结构，所述金属纳

米颗粒分布于所述石墨烯基体的片层结构的表面上。

在一些实施例中，所述步骤 S1，参阅图 3，包括以下步骤：

S1.1、将具有片层结构的氧化石墨烯与金属盐溶液混合，得到第一混合物。

S1.2、向所述第一混合物中加入还原剂，以进行还原反应，得到第二混合物；

具体的，采用氧化还原反应法制备石墨烯增强体。制备所述石墨烯增强体的原料为氧化石墨烯和金属盐溶液，将两者混合得到第一混合物。氧化石墨烯为微小的片层结构，其独特的二维结构和丰富的含氧官能团使其能够均匀稳定地分散于所述金属盐溶液中，并且氧化石墨烯对金属盐溶液的金属阳离子具有强的吸附能力，促使金属盐溶液中的金属阳离子附着于氧化石墨烯上。然后，在还原剂的作用下，氧化石墨烯和金属盐溶液发生还原反应，使得石墨烯基体的片层结构的表面上均匀分布有金属纳米颗粒，因而生成掺有金属纳米颗粒的石墨烯增强体。

在一些实施例中，所述还原反应的反应温度为 100～120℃，反应时间为 10～12h，确保还原反应充分的同时，避免高温对反应体系的破坏。

S1.3、过滤所述第二混合物得到滤出物，所述滤出物即为所述的石墨烯增强体。

具体的，过滤所述第二混合物，取滤出物进行干燥处理，如进行烘干操作，得到所述的石墨烯增强体。

例如，当所述金属纳米颗粒为银纳米颗粒时，所述步骤S1，包括以下步骤：

S1.1、将具有片层结构的氧化石墨烯与硝酸银溶液混合，得到第一混合物。

具体的，所述具有片层结构的氧化石墨烯与硝酸银溶液是按照 50~60:1 的质量比进行混合，所述硝酸银溶液的浓度范围为 150~200g/mol。

S1.2、向所述第一混合物中逐滴加入具有还原性的 D-葡萄糖，在 120℃下反应 10h，得到第二混合物。

具体的，向所述第一混合物中逐滴加入 D-葡萄糖，直至反应体系中 D-葡萄糖与所述硝酸银溶液的摩尔比达到 1:1.2 后，停止加入 D-葡萄糖。

S1.3、过滤所述第二混合物，取滤出物进行干燥处理，得到石墨烯增强体。

S2、将所述石墨烯增强体与柔性基体的原料混合，以制备柔性衬底材料溶液。

具体的，所述柔性衬底材料溶液为掺杂有石墨烯增强体的柔性基体溶液，所述石墨烯增强体均匀分散于所述柔性基体中。

在一些实施例中，所述制备柔性衬底材料溶液，参阅图4，包括以下步骤：

S2.1、将所述石墨烯增强体与分散溶液混合，以制备石墨烯分散溶液。

S2.2、向所述石墨烯分散溶液中，加入用于制备所述柔性基体的原料，混合均匀以反应充分，得到柔性衬底材料溶液。

具体的，将石墨烯增强体均匀分散于特定分散溶液中，得到石墨烯分散溶液。所述特定分散溶液需满足条件：与石墨烯增强体的相溶性理想；不能与石墨烯增强体、柔性基体以及制备柔性基体的原料发生反应。

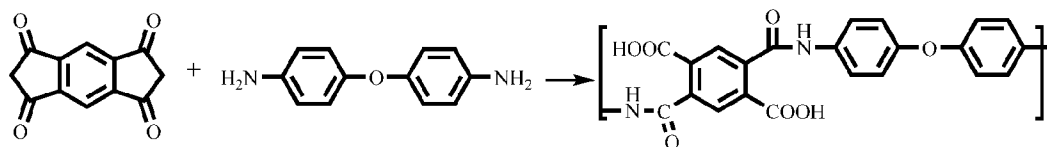
例如：所述分散溶液为四氢呋喃，所述柔性基体的原料为二酸酐和二胺(即所述柔性基体为聚酰亚胺)，则制备柔性衬底材料溶液的步骤，包括以下步骤：

S2.1、将所述石墨烯增强体均匀分散于四氢呋喃溶液中，得到所述石墨烯分散溶液。

S2.2、按照二酸酐和二胺 1：1 的质量比，将二酸酐和二

胺加入至所述石墨烯分散溶液中，混合均匀以反应充分，得到掺杂有石墨烯增强体的所述聚酰亚胺柔性衬底溶液。

具体的，二酸酐和二胺反应生成聚酰亚胺的化学反应式参阅下述反应式：



S3、将所述柔性衬底材料溶液通过静电纺丝方式成膜，以得到所述柔性衬底，在所述柔性衬底中，所述石墨烯增强体分散于所述柔性基体中。

具体的，所述静电纺丝方式是一种特殊的纤维制造工艺，聚合物溶液或熔体在强电场中进行喷射纺丝，生产出纳米级直径的聚合物细丝。所述静电纺丝方式是高分子流体静电雾化的特殊形式，在电场的作用下，针头处的液滴由球形变为圆锥形，并从圆锥尖端延伸得到纤维细丝，即：当电场力足够大时，聚合物液滴可克服表面张力形成喷射细流，带电的聚合物射流拉伸化，最终固化形成纤维。静电纺丝方式具有操作简单、成本较低、工艺可控的优点，制备的柔性衬底具有纤维直径分布均匀、比表面积大、孔隙率大的特性，从而有利于提升柔性衬底的散热效果。

需要说明的是，本发明实施例对静电纺丝方式的工艺参

数不作具体限定，可依据实际需求自行选择。

具体的，例如可将所述柔性衬底材料溶液通过静电纺丝方式成膜于一临时的承载基板上，以得到附着于所述承载基板上的柔性衬底，最后再将所述柔性衬底自所述承载基板上撕起备用。其中，所述临时的承载基板为可重复使用的刚性基板或柔性基板，用以提供一临时性的支撑表面，刚性基板可为玻璃、金属等材质，柔性基板可为塑料等材质但需具备足够支撑厚度，例如：本发明实施例优选承载基板为玻璃基板。

在一些实施例中，所述柔性衬底的厚度为 10~1000 微米，可作为 OLED 柔性显示面板和 Micro-LED 柔性显示面板的柔性衬底，其耐热性和热传导特性明显优越于传统的柔性衬底。

第三方面，本发明实施例提供了一种柔性显示面板，包括：采用第二方面中所述的柔性衬底制备方法所制得的柔性衬底。

例如，所述柔性显示面板可为 OLED 柔性显示面板，包括：由下而上依次层叠设置的一柔性衬底、一薄膜晶体管阵列层、多个 OLED 显示单元(如具有红色阻、绿色阻和蓝色阻的 OLED 显示单元)、一封装层和一保护盖板，所述柔性衬底

为采用本发明第二方面中所述柔性衬底制备方法所制得的柔性衬底，其他组成的层或部件均可采用现有技术产品。所述 OLED 柔性显示面板可根据实际需求设置其他功能层，如：偏光片、保护层和触控层等，上述功能层均可采用现有技术产品。

例如，所述柔性显示面板可为 Micro-LED 柔性显示面板，包括：由下而上依次层叠设置的一柔性衬底、一集成电路层和一 LED 矩阵层，所述柔性衬底为采用本发明第二方面中所述柔性衬底制备方法所制得的柔性衬底，其他组成的层或部件均可采用现有技术产品。

本发明第三方面提供的柔性显示面板可应用于多种显示装置中，具体的，所述显示装置可为手机、平板电脑、笔记本电脑、数码相机、数码摄像机、智能可穿戴设备、智能称重电子秤、车载显示器或电视机等任何具有显示功能的产品或部件。其中，所述智能可穿戴设备可为智能手环、智能手表或智能眼镜等。

本发明已由上述相关实施例加以描述，然而上述实施例仅为实施本发明的范例。必需指出的是，已公开的实施例并未限制本发明的范围。相反地，包含于权利要求书的精神及范围的修改及均等设置均包括于本发明的范围内。

权利要求书

1.一种柔性衬底材料，包括：

柔性基体；以及

石墨烯增强体，分散于所述柔性基体中，与所述柔性基体通过化学键连接；每一所述石墨烯增强体包括石墨烯基体和金属纳米颗粒，所述石墨烯基体为片层结构，所述金属纳米颗粒分布于所述石墨烯基体的片层结构的表面上。

2.根据权利要求 1 所述的柔性衬底材料，其中，所述柔性基体的材料为聚酰亚胺、聚醚砜、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、多芳基化合物以及玻璃纤维增强塑料中的一种或多种。

3.根据权利要求 2 所述的柔性衬底材料，其中，所述柔性基体的材料为聚酰亚胺。

4.根据权利要求 1 所述的柔性衬底材料，其中，所述金属纳米颗粒的材料为银、铜、铁、钛、镍以及铂中的一种或多种。

5.根据权利要求 1 所述的柔性衬底材料，其中，所述金属纳米颗粒的材料为银。

6.根据权利要求 1 所述的柔性衬底材料，其中，所述石墨烯基体的片层结构为单一层体，所述金属纳米颗粒分布于

所述单一层体的至少一表面上。

7.根据权利要求 1 所述的柔性衬底材料，其中，所述石墨烯基体的片层结构为复合层，所述金属纳米颗粒分布于所述复合层的上下两最外侧表面中的至少一表面上。

8.一种柔性衬底制备方法，其中，包括以下步骤：

制备石墨烯增强体，每一所述石墨烯增强体包括石墨烯基体和金属纳米颗粒，所述石墨烯基体为片层结构，所述金属纳米颗粒分布于所述石墨烯基体的片层结构的表面上；

将所述石墨烯增强体与柔性基体的原料混合，以制备柔性衬底材料溶液；以及

将所述柔性衬底材料溶液通过静电纺丝方式成膜，以得到柔性衬底，在所述柔性衬底中，所述石墨烯增强体分散于所述柔性基体中。

9.根据权利要求 8 所述的柔性衬底制备方法，其中，制备所述石墨烯增强体的步骤包括：

将具有片层结构的氧化石墨烯与金属盐溶液混合，得到第一混合物；

向所述第一混合物中加入还原剂，以进行还原反应，得到第二混合物；以及

过滤所述第二混合物得到滤出物，所述滤出物即为所述

石墨烯增强体。

10.根据权利要求 9 所述的柔性衬底制备方法，其中，所述金属盐溶液为硝酸银溶液，对应所述石墨烯增强体中的所述金属纳米颗粒为银纳米颗粒。

11.根据权利要求 10 所述的柔性衬底制备方法，其中，所述硝酸银溶液的浓度范围为 150~200g/mol。

12.根据权利要求 11 所述的柔性衬底制备方法，其中，所述具有片层结构的氧化石墨烯与所述硝酸银溶液之间的质量比为 50~60:1。

13.根据权利要求 10 所述的柔性衬底制备方法，其中，所述还原剂为 D-葡萄糖。

14.根据权利要求 13 所述的柔性衬底制备方法，其中，所述 D-葡萄糖与所述硝酸银溶液的摩尔比为 1:1.2。

15.根据权利要求 14 所述的柔性衬底制备方法，其中，所述还原反应的反应温度为 100~120℃。

16.权利要求 15 所述的柔性衬底制备方法，其中，所述还原反应的反应时间为 10~12h。

17.根据权利要求 8 所述的柔性衬底制备方法，其中，制备所述柔性衬底材料溶液的步骤包括：

将所述石墨烯增强体与分散溶液混合，以制备石墨烯分

散溶液；以及

向所述石墨烯分散溶液中，加入用于制备所述柔性基体的原料，混合均匀以反应充分，得到柔性衬底材料溶液。

18.根据权利要求 17 所述的柔性衬底制备方法，其中，所述分散溶液为四氢呋喃，所述柔性基体的原料为二酸酐和二胺，对应制备所述柔性衬底材料溶液的步骤包括：

将所述石墨烯增强体均匀分散于四氢呋喃中，得到所述石墨烯分散溶液；以及

按照二酸酐和二胺 1:1 的质量比，加入至所述石墨烯分散溶液中，混合均匀以反应充分，得到所述柔性衬底材料溶液。

19.根据权利要求 8 所述的柔性衬底制备方法，所述所述柔性衬底的厚度为 10~1000 微米。

20.一种柔性显示面板，其中，包括：柔性衬底，所述柔性衬底的材料包括：

柔性基体；以及

石墨烯增强体，分散于所述柔性基体中，与所述柔性基体通过化学键连接；每一所述石墨烯增强体包括石墨烯基体和金属纳米颗粒，所述石墨烯基体为片层结构，所述金属纳米颗粒分布于所述石墨烯基体的片层结构的表面上；

其中，所述柔性基体的材料为聚酰亚胺，所述金属纳米颗粒的材料为银，所述石墨烯基体的片层结构为单一层体或复合层，所述金属纳米颗粒分布于所述单一层体的至少一表面上，或者所述金属纳米颗粒分布于所述复合层的上下两最外侧表面中的至少一表面上。

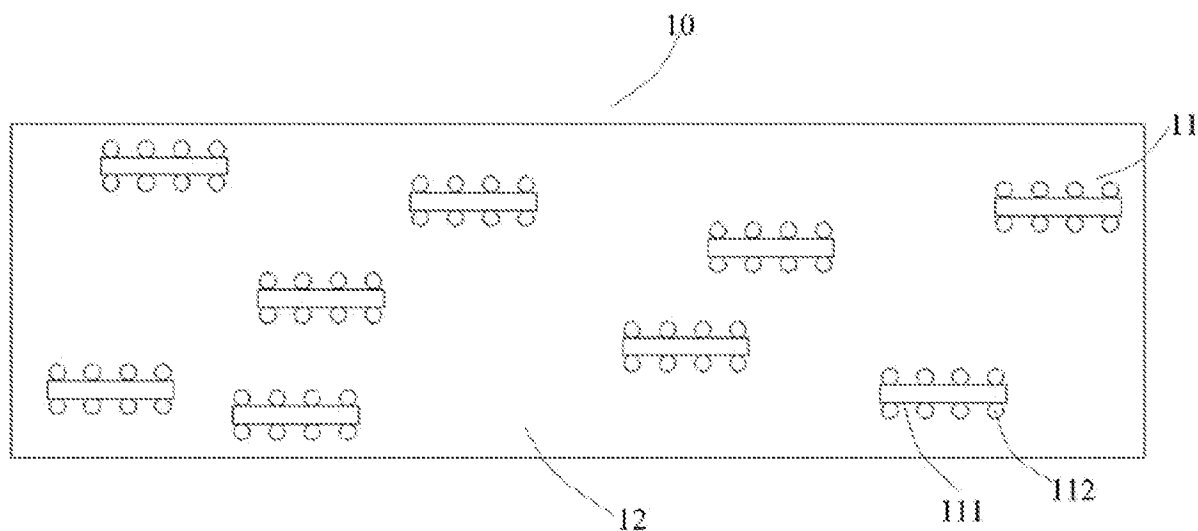


图 1

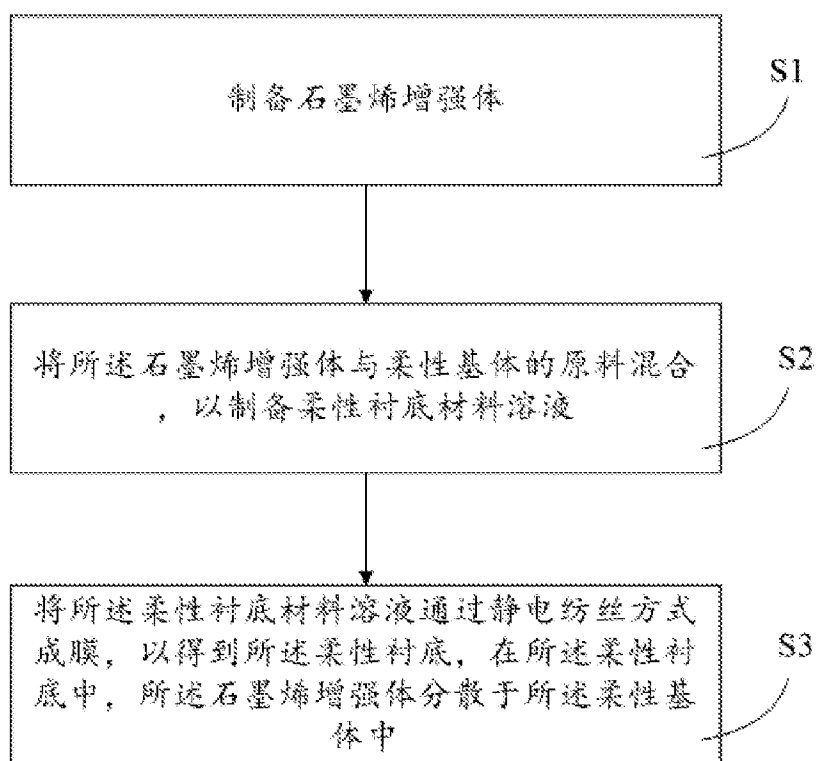


图 2

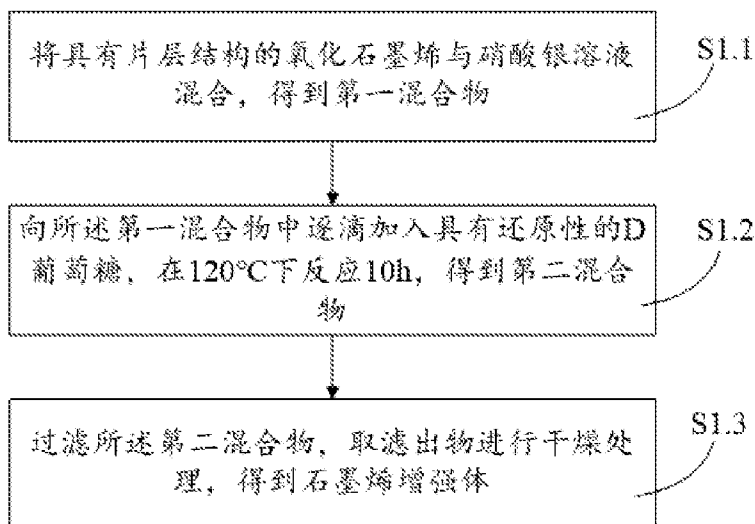


图 3

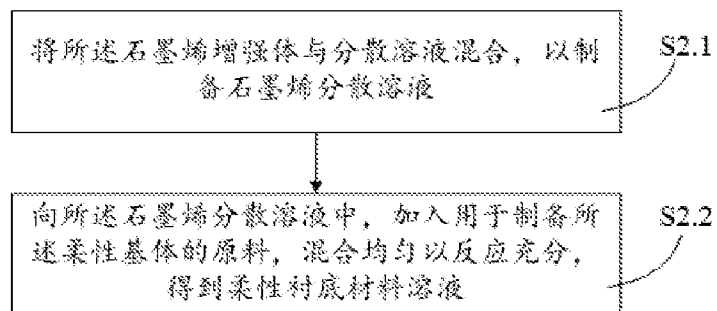


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/083539

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 51/00(2006.01)i; H01L 51/50(2006.01)i; H01L 27/32(2006.01)i; H01L 27/15(2006.01)i; G09F 9/30(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, G09F, C08L

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, WPI, EPODOC, CNKI: 石墨烯, 柔性, 软性, 挠性, 衬底, 基板, 基材, 基底, 金属, 银, 纳米, 颗粒, 粒子, 微粒, flexible, substrate, nano?particle?, metal, silver, graphene

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 110408204 A (SHENZHEN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 05 November 2019 (2019-11-05) description, paragraphs [0034]-[0043], and figure 1	1-7, 20
Y	CN 109097859 A (NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY et al.) 28 December 2018 (2018-12-28) description, paragraphs [0030]-[0090]	1-7, 20
X	CN 109097859 A (NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY et al.) 28 December 2018 (2018-12-28) description, paragraphs [0030]-[0090]	8-19
A	CN 107892784 A (NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY) 10 April 2018 (2018-04-10) entire document	1-20
A	US 2017058433 A1 (EGAN, Teague) 02 March 2017 (2017-03-02) entire document	1-20
A	JP 2014133783 A (NIPPON ZEON CO.) 24 July 2014 (2014-07-24) entire 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

05 November 2020

Date of mailing of the international search report

26 November 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/083539

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 107365456 A (XIAMEN WAEXIM RUBBER CO, LTD.) 21 November 2017 (2017-11-21) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/083539

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	110408204	A	05 November 2019	None	
CN	109097859	A	28 December 2018	None	
CN	107892784	A	10 April 2018	None	
US	2017058433	A1	02 March 2017	US 10337124 B2	02 July 2019
JP	2014133783	A	24 July 2014	None	
CN	107365456	A	21 November 2017	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/083539

A. 主题的分类

H01L 51/00(2006.01)i; H01L 51/50(2006.01)i; H01L 27/32(2006.01)i; H01L 27/15(2006.01)i; G09F 9/30(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, G09F, C08L

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, WPI, EPDOC, CNKI: 石墨烯, 柔性, 软性, 挠性, 衬底, 基板, 基材, 基底, 金属, 银, 纳米, 颗粒, 粒子, 微粒, flexible, substrate, nano?particle?, metal, silver, graphene

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
Y	CN 110408204 A (深圳市华星光电技术有限公司) 2019年 11月 5日 (2019 - 11 - 05) 说明书第[0034]-[0043]段、附图1	1-7, 20
Y	CN 109097859 A (西北工业大学 等) 2018年 12月 28日 (2018 - 12 - 28) 说明书第[0030]-[0090]段	1-7, 20
X	CN 109097859 A (西北工业大学 等) 2018年 12月 28日 (2018 - 12 - 28) 说明书第[0030]-[0090]段	8-19
A	CN 107892784 A (西北工业大学) 2018年 4月 10日 (2018 - 04 - 10) 全文	1-20
A	US 2017058433 A1 (EGAN, Teague) 2017年 3月 2日 (2017 - 03 - 02) 全文	1-20
A	JP 2014133783 A (NIPPON ZEON CO.) 2014年 7月 24日 (2014 - 07 - 24) 全文	1-20
A	CN 107365456 A (厦门万新橡胶有限公司) 2017年 11月 21日 (2017 - 11 - 21) 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

2020年 11月 5日

国际检索报告邮寄日期

2020年 11月 26日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(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

受权官员

安晶

电话号码 86-(10)-53962583

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/083539

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	110408204	A	2019年 11月 5日	无	
CN	109097859	A	2018年 12月 28日	无	
CN	107892784	A	2018年 4月 10日	无	
US	2017058433	A1	2017年 3月 2日	US 10337124 B2	2019年 7月 2日
JP	2014133783	A	2014年 7月 24日	无	
CN	107365456	A	2017年 11月 21日	无	