(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
2022 年 2 月 17 日 (17.02.2022)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2022/033600 A1

(51) 国际专利分类号:
C08L 33/12 (2006.01) *C08L 33/14* (2006.01)
C08L 33/08 (2006.01) *C08L 75/14* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/115949

(22) 国际申请日: 2021 年 9 月 1 日 (01.09.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010802097.3 2020年8月11日 (11.08.2020) CN

(71) 申请人: 五邑大学 (WUYI UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国广东省江门市蓬江区东成村 22 号, Guangdong 529000 (CN)。

(72) 发明人: 曹明轩 (CAO, Mingxuan); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。 张彦军 (ZHANG, Yanjun); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。 王颖 (WANG, Ying); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。 王志文 (WANG, Zhiwen); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。 杜大明 (DU, Daming); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。 乐庆胜 (YUE, Qingsheng); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。

(74) 代理人: 广州嘉权专利商标事务所有限公司 (JIAQUAN IP LAW); 中国广东省广州市天河区黄埔大道西100号富力盈泰广场A栋910, Guangdong 510627 (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, IT, 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, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,

(54) **Title:** POLYMER CO-DOPED WITH GRAPHENE AND QUANTUM DOTS, PREPARATION METHOD THEREFOR AND USE THEREOF

(54) 发明名称: 一种石墨烯与量子点共掺杂的聚合物和制备方法以及应用

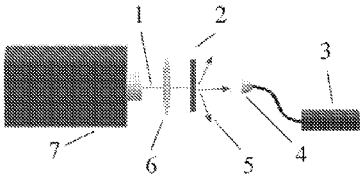

图 4

(57) **Abstract:** The present invention relates to a polymer co-doped with graphene and quantum dots and a preparation method therefor. The polymer co-doped with graphene and quantum dots is prepared from the following components in parts by weight: 1-3 parts of graphene, 5-15 parts of semiconductor quantum dots, 20-74 parts of a photosensitive polymer, and 1-5 parts of a photoinitiator. The present invention further relates to a method for preparing the polymer co-doped with graphene and quantum dots and the use of the polymer co-doped with graphene and quantum dots in a random laser. The polymer co-doped with graphene and quantum dots of the present invention is applicable to a random laser, has the advantages of a relatively good light stability, an easy-to-regulate emission waveband, a low laser emission threshold, a small full width at half maximum, a simple and easy synthesis process, a short production period, and a low cost, and also has broad commercialization prospects.

(57) 摘要: 本发明涉及一种石墨烯与量子点共掺杂的聚合物及其制备方法，由以下成分制得：石墨烯1-3份；半导体量子点5-15份；光敏聚合物20-74份；光引发剂1-5份。本发明还涉及石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的制备方法，以及在随机激光器中的应用。本发明的石墨烯与量子点共掺杂的聚合物应用于随机激光器，具有较好光稳定性且发射波段容易调节；激光发射阈值低且半峰全宽小；合成工艺简易、生产周期短且费用低的优点，具有广阔的商业化前景。

WO 2022/033600 A1

[见续页]

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)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

— 包括关于请求恢复一项或多项优先权要求的信息(细则26之二.3和48.2(b)(vii))。

一种石墨烯与量子点共掺杂的聚合物和制备方法以及应用

技术领域

本发明属于量子点领域，具体涉及一种石墨烯与量子点共掺杂的聚合物和制备方法以及应用。

背景技术

激光技术已经在工业，医疗和通信等众多领域取得了广泛应用。随机激光器核心部件包括泵浦源，工作介质和谐振腔三要素。由谐振腔选择频率一定、方向一致的光作最优先的放大，而抑制其他频率和方向的光，形成驻波振荡，最终以激光的形式出射。随机激光器以强散射的、无序的、非周期性的介质作为谐振腔，具有阈值低、尺寸小、无谐振腔结构、工艺简单、制备周期短以及造价低廉等特点，使其在光子集成、光学传感、光纤通信、肿瘤检测、可穿戴器件等方面具有广阔的应用前景。

聚合物分散液晶，是通过一定方法使得液晶以微滴的形式均匀的分散在预聚物网络或者聚合物基体中，利用液晶分子的介电各向异性获得具有电光响应特性的材料，常应用于随机激光器中，称为聚合物分散液晶随机激光器。现有的聚合物结构随机激光器一般是利用聚合物作为激光散射介质、特定材料作为激光增益介质（工作介质）进行工作。

基于石墨烯的随机激光的最新发展，凸显了石墨烯在实现适用于设计高性能光电和纳米电子器件的新型随机激光中的作用。石墨烯是 sp^2 杂化的碳原子的二维蜂窝状晶格，其出众的性能是众所周知的，可以通过化学掺杂，外部磁场和施加的电压进行调整。在最近对石墨烯的随机激光的研究中，高度多孔的垂直石墨烯壁网络被用来散射钙钛矿纳米晶体的发射光，并为实现随机激光作用和超低阈值能量密度提供重要的光学反馈。

另一方面，考虑到相关生物成像和生物传感应用的不断发展，需要开发低毒且光稳定性更高的量子点。这样，石墨烯量子点是新兴的基于碳的量子点，因其独特的性能和广泛的应用而受到了广泛的关注。它们比传统的一些散射体更具光稳定性，生物相容性和环境友好性。由于其出色的性能，在许多应用中，包括发光二极管、太阳能电池、生物成像、生物传感和光催化中，可以视为重金属量子点有希望的替代品。

染料是常见的激光增益介质，染料掺杂聚合物的随机激光器缺点在于：激光发射阈值高、且半峰全宽大；光稳定性差且发光波段不易变化；合成工艺复杂、生产周期长且费用高。因此亟需找到一种能克服上述随机激光器缺陷的新的技术。

发明内容

本发明旨在改进现有技术的缺陷，提供了石墨烯与量子点共掺杂的聚合物，这里的量子点选取钙钛矿量子点与半导体量子点。所述聚合物应用于随机激光器，具有的优点包括：较好光稳定性且发射波段容易调节；激光发射阈值低且半峰全宽小；合成工艺简易、生产周期短且费用低，具有广阔的商业化前景。

本发明的一个目的为提供石墨烯与量子点共掺杂的聚合物，通过以下技术得以实现。

一种石墨烯与量子点共掺杂的聚合物，其由以下成分制得：

石墨烯	1-3 份
半导体量子点	5-15 份
光敏聚合物	20-74 份
光引发剂	1-5 份。

进一步地，所述半导体量子点选自 ZnCdSeS/ZnS 量子点或钙钛矿量子点，

所述钙钛矿量子点为 $CsPbX_3$ 钙钛矿量子点，X 选自 Cl、Br 或 I；

进一步地，所述光敏聚合物选自聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯酸甲酯、聚丙烯酸乙酯、聚氨基丙烯酸酯、聚羟丙基丙烯酸酯或聚氨酯丙烯酸酯；

进一步地，所述光引发剂选自苯基双(2,4,6-三甲基苯甲酰基)氧化膦、2-羟基-甲基苯基丙烷-1 酮、1-羟基环己基苯基酮、安息香双甲醚、2-苯基苄-2-二甲基胺-1-（4-吗啉苄苯基）丁酮或 2-异丙基硫杂蒽酮的一种或几种。

本发明的另一个目的为提供上述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的制备方法，其通过以下技术得以实现，其包括如下步骤：

（1）将光敏聚合物与光引发剂共混形成混合溶液；

（2）将半导体量子点加入混合溶液中，进行搅拌，得到溶液 A；

（3）将石墨烯加入混合溶液 A 中，进行搅拌，得到溶液 B；

（4）用紫外光对溶液 B 进行紫外光固化。

进一步地，所述（2）和（3）中，搅拌的方法为：先进行超声，然后再进行机械搅拌。

进一步地，所述超声的时间为 1-4 h，所述机械搅拌的时间为 2-5 h。

进一步地，所述紫外光的波长为 200-365 nm。

进一步地，所述紫外光固化时间≥5 秒。

进一步地，所述（1）-（4）步骤在避光下进行。

本发明的另一个目的为提供上述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物在随机激光器中的应

用。

本发明具有以下有益效果：

1.本发明提供了一种石墨烯与量子点共掺杂的聚合物及其制备方法，所采用的原料为常见化学品，简单易得；制备工艺简单，成本低廉；要求的制备条件不苛刻，因此具有广阔的商业化前景。

2.本发明提供了一种含有上述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的随机激光器，克服了一般染料掺杂聚合物的随机激光器光激光发射阈值高，半峰全宽大的问题；本发明公开的随机激光器，具有的优点包括：较好光稳定性且发射波段容易调节；激光发射阈值低且半峰全宽小；合成工艺简易、生产周期短且费用低，具有广阔的商业化前景。

附图说明

图 1 为实施例 1 中，石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的光学显微镜图。

图 2 为实施例 2 中，石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的光学显微镜图。

图 3 为实施例 3 中，石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的光学显微镜图。

图 4 为实施例 4 中，石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的随机激光器的结构示意图。

附图中的标号所对应的结构为：

1-泵浦激光；2-工作介质和谐振腔；3-光谱仪；4-光谱仪探头；5-随机激光；6-聚焦透镜；7-泵浦源。

具体实施方式

以下结合具体实施例对本发明中石墨烯与量子点共掺杂的聚合物及其制备方法，以及相关随机激光器结构作具体说明。但本发明所要求的保护范围并不局限于本发明实施例所涉及的范围。除非特别提及，否则本专利公开的实施例中所提及的溶剂和测试方法均为本领域技术人员所知的常规方法。

本发明所述实施例中，石墨烯采购自先丰纳米，型号为 XF002-2。

ZnCdSeS/ZnS 半导体量子点与 $CsPbBr_3$ 钙钛矿半导体量子点均采购自广东普加福光电科技有限公司。

实施例 1

一种石墨烯与量子点共掺杂的聚合物，由以下成分制得：

石墨烯	1 份
ZnCdSeS/ZnS 量子点	5 份
聚甲基丙烯酸甲酯	20 份

苯基双(2,4,6-三甲基苯甲酰基)氧化膦 1 份，

上述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物是通过以下方法制备而成的：

（1）按上述质量份数，将聚甲基丙烯酸甲酯与聚甲基丙烯酸甲酯共混形成混合溶液；

（2）将质量份数为 5 份的 ZnCdSeS/ZnS 量子点加入混合溶液中，搅拌均匀，得到溶液 A；

（3）将石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的掺杂浓度为：1 份加入混合溶液 A 中，进行搅拌，得到溶液 B；

（4）用 200 nm 紫外光对溶液 B 进行紫外光固化，时间为 6 秒。

上述步骤（2）和（3）的搅拌方法具体为：先用超声仪超声 4 h，然后再用机械搅拌的方式搅拌 5 h。

上述步骤（1）-（4）全程避光。

图 1 示出了石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的光学显微镜图，其表明了在用紫外光固化后，石墨烯分散的比较好，没有出现团簇现象。

实施例 2

一种石墨烯与量子点共掺杂的聚合物，由以下成分制得：

石墨烯	2 份
$CsPbBr_3$ 钙钛矿量子点	15 份
聚丙烯酸甲酯	74 份
2-羟基-甲基苯基丙烷-1 酮	5 份;

上述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物是通过以下方法制备而成的：

（1）按上述质量份数，将聚丙烯酸甲酯与 2-羟基-甲基苯基丙烷-1 酮共混形成混合溶液；

（2）将质量份数为 15 份的 $CsPbBr_3$ 钙钛矿量子点加入混合溶液中，搅拌均匀，得到溶液 A；

（3）将石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的掺杂浓度为：2 份加入混合溶液 A 中，进行搅拌，得到溶液 B；

（4）用 365 nm 紫外光对溶液 B 进行紫外光固化，时间为 5 秒。

上述步骤（2）和（3）的搅拌方法具体为：先用超声仪超声 1 h，然后再用机械搅拌的方式搅拌 2 h。

上述步骤（1）-（4）全程避光。

图 2 示出了石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的光学显微镜图，其表明了石墨烯与量子点共掺杂形成的结构是比较好的，但是图中出现了石墨烯团簇现象，这是因为石墨烯的加入稍

微过量的缘故。

实施例 3

一种石墨烯与量子点共掺杂的聚合物，由以下成分制得：

石墨烯	3 份
ZnCdSeS/ZnS 量子点	10 份
聚氨基丙烯酸酯	60 份
安息香双甲醚	3 份

上述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物是通过以下方法制备而成的：

（1）按上述质量份数，将聚氨基丙烯酸酯与安息香双甲醚共混形成混合溶液；

（2）将质量份数为 5 份的 ZnCdSeS/ZnS 量子点加入混合溶液中，搅拌均匀，得到溶液 A；

（3）将石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的掺杂浓度为：3 份加入混合溶液 A 中，进行搅拌，得到溶液 B；

（4）用 300 nm 紫外光对溶液 B 进行紫外光固化，时间为 7 秒。

上述步骤（2）和（3）的搅拌方法具体为：先用超声仪超声 2 h，然后再用机械搅拌的方式搅拌 3 h。

上述步骤（1）-（4）全程避光。

图 3 示出了石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的光学显微镜图，其表明了此时石墨烯与量子点共掺杂的聚合物结构开始变得不规则，这是因为当石墨烯的量加入量过多时，石墨烯与量子点共掺杂的聚合物结构中形成较多的团簇。

实施例 4

本实施例涉及一种石墨烯与量子点共掺杂的聚合物在随机激光器中的应用。

图 4 示出了石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的随机激光器的结构。所述随机激光器组成部件及各个部件作用如下所述：

泵浦出射激光（1）：提供泵浦样品所需的能量。

工作介质和谐振腔（2）：激光的产生必须选择合适的工作介质，可以是气体、液体、固体或半导体。在这种介质中可以实现粒子数反转，以制造获得激光的必要条件。在此处用量子点作为工作介质。

石墨烯与量子点共掺杂的聚合物作为谐振腔。

光谱仪（3）和光谱仪探头（4）：采集出射激光的光谱信息。

样品出射光（5）：光谱仪收集的光源。

聚焦透镜（6）：其作用为聚焦发射光斑，使得照射到石墨烯与量子点共掺杂的聚合物表面的光能量更集中。

泵浦源（7）：泵浦源使工作介质中出现粒子数反转，必须用一定的方法去激励原子体系，使处于上能级的粒子数增加，产生激光辐射。这里使用脉冲光源作为泵浦源来照射工作介质，泵浦过程又称“抽运”。脉冲激光器就起到了泵浦源的作用。

随机激光器工作原理为：泵浦激光源为紫外脉冲激光器，脉冲频率为 1 Hz-1000 Hz，脉冲能量>1 μJ。通过泵浦激光的抽运作用，半导体量子点发出荧光。荧光经过聚合物的强烈散射，形成随机的闭合谐振腔，达到激光阈值后，产生随机激光辐射。石墨烯作为散射体，增强随机激光辐射强度。

相关测试

测试原理为：泵浦源出射的激光经过聚焦透镜后，能量更加集中，然后照射到样品上使工作介质中出现粒子数反转，产生激光辐射，经过光谱仪采集数据就可以进行数据分析，得到测试数据。

利用图 4 出的随机激光测试器分别对实施例 1 的样品、ZnCdSeS/ZnS 半导体量子点掺杂聚合物（对比样品 1）、染料掺杂聚合物（对比样品 2）和钙钛矿量子点掺杂聚合物（对比样品 3）的四个样品进行测试。

其中，对比样品 1 和实施例 1 的成分种类、成分的质量份数和制备方法均相同，唯一区别在于，对比样品 1 中不含有实施例 1 所述的石墨烯。

对比样品 2 和实施例 1 的成分种类、成分的质量份数和制备方法均相同，唯一区别在于，对比样品 2 中以等质量份数的染料 R6G 替代实施例 1 所述的 ZnCdSeS/ZnS 量子点，并且不含有石墨烯。

对比样品 3 和实施例 2 的成分种类、成分的质量份数和制备方法均相同，唯一区别在于，对比样品 3 中不含有实施例 2 所述的石墨烯。

表 1 示出了四个样品的随机激光阈值和发射光强度数据。

表 1 四个样品的随机激光阈值和发射光强度数据

	随机激光阈值（mJ/cm^2）	发射光强度
实施例 1	0.32	46000
对比样品 1	无随机激光产生	15000
对比样品 2	无随机激光产生	18000
对比样品 3	无随机激光产生	23000

权 利 要 求 书

1. 一种石墨烯与量子点共掺杂的聚合物，其特征在于，所述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物由以下成分制得：

石墨烯	1-3 份
半导体量子点	5-15 份
光敏聚合物	20-74 份
光引发剂	1-5 份。

2. 根据权利要求 1 所述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物，其特征在于，所述半导体量子点选自 ZnCdSeS/ZnS 量子点或 $CsPbX_3$ 钙钛矿量子点，

所述 $CsPbX_3$ 钙钛矿量子点，X 选自 Cl、Br 或 I。

3. 根据权利要求 1 所述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物，其特征在于，所述光敏聚合物选自聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯酸甲酯、聚丙烯酸乙酯、聚氨基丙烯酸酯、聚羟丙基丙烯酸酯或聚氨酯丙烯酸酯；

所述光引发剂选自苯基双(2,4,6-三甲基苯甲酰基)氧化膦、2-羟基-甲基苯基丙烷-1 酮、1-羟基环已基苯基酮、安息香双甲醚、2-苯基苄-2-二甲基胺-1-（4-吗啉苄苯基）丁酮或 2-异丙基硫杂蒽酮的一种或几种。

4. 根据权利要求 1-3 任一项所述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的制备方法，其特征在于，包括如下步骤：

（1）将光敏聚合物与光引发剂共混形成混合溶液；

（2）将半导体量子点加入混合溶液中，进行搅拌，得到溶液 A；

（3）将石墨烯加入混合溶液 A 中，进行搅拌，得到溶液 B；

（4）用紫外光对溶液 B 进行紫外光固化。

5. 根据权利要求 4 所述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的制备方法，其特征在于，所述（2）和（3）中，搅拌的方法为：先进行超声，然后再进行机械搅拌。

6. 根据权利要求 5 所述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的制备方法，其特征在于，所述超声的时间为 1-4 h，所述机械搅拌的时间为 2-5 h。

7. 根据权利要求 4 所述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的制备方法，其特征在于，所述紫外光的波长为 200-365 nm。

8. 根据权利要求 4 所述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的制备方法，其特征在于，所述紫外光固化时间≥5 秒。

9. 根据权利要求 4 所述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物的制备方法，其特征在于，所述步骤（1）-（4）在避光下进行。

10. 根据权利要求 1-3 任一项所述石墨烯与量子点共掺杂的聚合物在随机激光器中的应用。

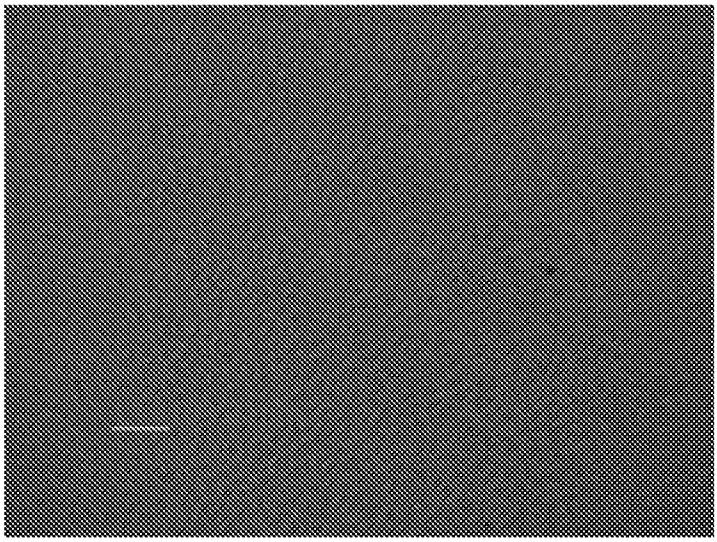

图 1

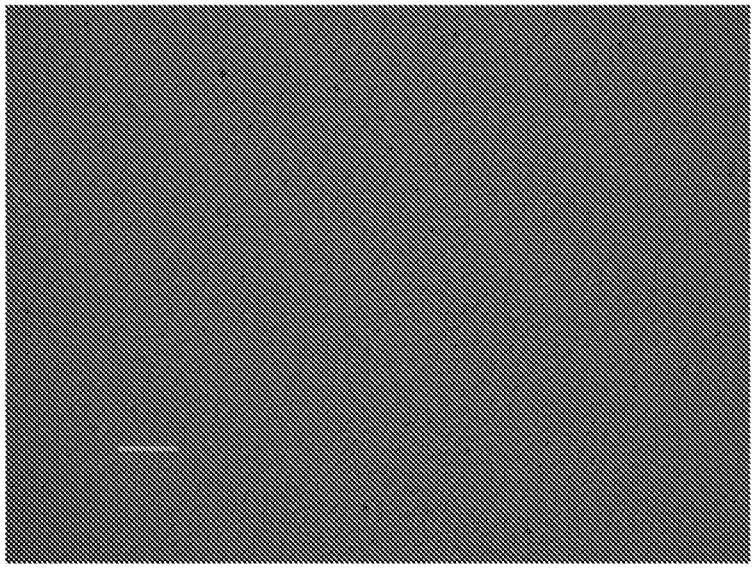

图 2

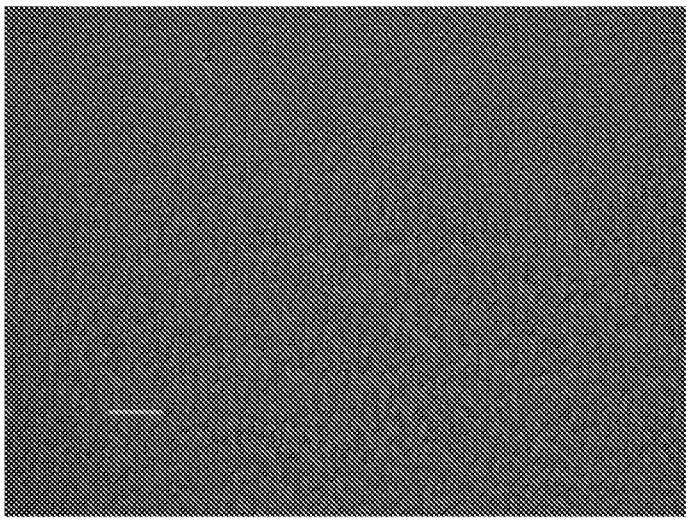

图 3

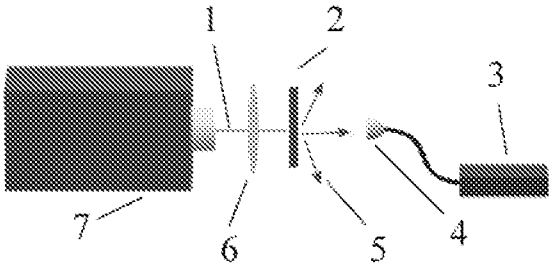

图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/115949

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C08L 33/12(2006.01)i; C08L 33/08(2006.01)i; C08L 33/14(2006.01)i; C08L 75/14(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)

C08L; C08K

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; VEN; CNTXT; USTXT; EPTXT; JPTXT; CNKI; Web of Science; 万方: 曹明轩, 五邑大学, 量子点, 纳米晶, 石墨烯, PMMA, 聚甲基丙烯酸甲酯, 聚丙烯酸甲酯, 聚丙烯酸乙酯, 聚氨基丙烯酸酯, 聚羟丙基丙烯酸酯, 聚氨酯丙烯酸酯, 光敏, 聚合物, 光引发, 随机激光, ZnS, CdS, CsPbBr+, graphene, quantum dot+, nanocrystal+, PMMA, acrylic acid, methacrylate, acrylate, random, laser+, UV curing

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111995836 A (WUYI UNIVERSITY) 27 November 2020 (2020-11-27) claims 1-10	1-10
PX	CN 113105708 A (WUYI UNIVERSITY) 13 July 2021 (2021-07-13) claims 1-10	1-10
PX	CN 113105707 A (WUYI UNIVERSITY) 13 July 2021 (2021-07-13) claims 1-10	1-10
PX	CN 113234433 A (WUYI UNIVERSITY) 10 August 2021 (2021-08-10) claims 1-10	1-10
A	CN 110932083 A (WUYI UNIVERSITY) 27 March 2020 (2020-03-27) claim 1	1-10
A	CN 110077110 A (QINGDAO UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 02 August 2019 (2019-08-02) claims 1 and 2	1-10
A	CN 111321519 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 23 June 2020 (2020-06-23) description, paragraph [0045]	1-10

☑ 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
02 November 2021	**18 November 2021**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/115949

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108384439 A (HEFEI VIGON MATERIAL TECHNOLOGIES CO., LTD.) 10 August 2018 (2018-08-10) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/115949

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 111995836 A	27 November 2020	None	
CN 113105708 A	13 July 2021	None	
CN 113105707 A	13 July 2021	None	
CN 113234433 A	10 August 2021	None	
CN 110932083 A	27 March 2020	CN 110932083 B	17 August 2021
CN 110077110 A	02 August 2019	CN 110077110 B	07 July 2020
CN 111321519 A	23 June 2020	None	
CN 108384439 A	10 August 2018	CN 108384439 B	17 March 2020

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/115949

A. 主题的分类

C08L 33/12(2006.01)i; C08L 33/08(2006.01)i; C08L 33/14(2006.01)i; C08L 75/14(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)

C08L; C08K

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;VEN;CNTXT;USTXT;EPTXT;JPTXT;CNKI;Web of Science;万方: 曹明轩，五邑大学，量子点，纳米晶，石墨烯，PMMA，聚甲基丙烯酸甲酯，聚丙烯酸甲酯，聚丙烯酸乙酯，聚氨基丙烯酸酯，聚羟丙基丙烯酸酯，聚氨酯丙烯酸酯，光敏，聚合物，光引发，随机激光，ZnS，CdS，CsPbBr+，graphene，quantum dot+，nanocrystal+，PMMA，acrylic acid，methacrylate，acrylate，random，laser+，UV curing

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 111995836 A (五邑大学) 2020年 11月 27日 (2020-11-27) 权利要求1-10	1-10
PX	CN 113105708 A (五邑大学) 2021年 7月 13日 (2021-07-13) 权利要求1-10	1-10
PX	CN 113105707 A (五邑大学) 2021年 7月 13日 (2021-07-13) 权利要求1-10	1-10
PX	CN 113234433 A (五邑大学) 2021年 8月 10日 (2021-08-10) 权利要求1-10	1-10
A	CN 110932083 A (五邑大学) 2020年 3月 27日 (2020-03-27) 权利要求1	1-10
A	CN 110077110 A (青岛科技大学) 2019年 8月 2日 (2019-08-02) 权利要求1-2	1-10
A	CN 111321519 A (清华大学) 2020年 6月 23日 (2020-06-23) 说明书[0045]段	1-10

☑ 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
2021年 11月 2日	2021年 11月 18日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
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	张亚平
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-512)88996898

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/115949

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 108384439 A（合肥微晶材料科技有限公司）2018年 8月 10日（2018 - 08 - 10） 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/115949

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	111995836	A	2020年 11月 27日	无			
CN	113105708	A	2021年 7月 13日	无			
CN	113105707	A	2021年 7月 13日	无			
CN	113234433	A	2021年 8月 10日	无			
CN	110932083	A	2020年 3月 27日	CN	110932083	B	2021年 8月 17日
CN	110077110	A	2019年 8月 2日	CN	110077110	B	2020年 7月 7日
CN	111321519	A	2020年 6月 23日	无			
CN	108384439	A	2018年 8月 10日	CN	108384439	B	2020年 3月 17日