(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 2 月 18 日 (18.02.2021)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2021/027607 A1

(51) 国际专利分类号:
H01B 13/00 (2006.01) *C25D 3/58* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/106520

(22) 国际申请日: 2020 年 8 月 3 日 (03.08.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910732824.0 2019年8月9日 (09.08.2019) CN

(71) 申请人: 常州大学 (CHANGZHOU UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省常州市武进区滆湖路1号, Jiangsu 213164 (CN)。

(72) 发明人: 魏伟 (WEI, Wei); 中国江苏省常州市武进区滆湖路1号, Jiangsu 213164 (CN)。 贾飞龙 (JIA, Feilong); 中国江苏省常州市武进区滆湖路1号, Jiangsu 213164 (CN)。 储富强 (CHU, Fuqiang); 中国江苏省常州市武进区滆湖路1号, Jiangsu 213164 (CN)。 魏坤霞 (WEI, Kunxia); 中国江苏省常州市武进区滆湖路1号, Jiangsu 213164 (CN)。 杜庆柏 (DU, Qingbo); 中国江苏省常州市武进区滆湖路1号, Jiangsu 213164 (CN)。 胡静 (HU, Jing); 中国江苏省常州市武进区滆湖路1号, Jiangsu 213164 (CN)。

(74) 代理人: 常州市英诺创信专利代理事务所 (普通合伙) (CHANGZHOU INNOVATION PATENT AGENCY); 中国江苏省常州市武进区湖塘镇人民中路151号2号楼4楼谢新萍, Jiangsu 213161 (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, 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 HIGHLY CONDUCTIVE GRAPHENE COPPER/ALUMINIUM COMPOSITE WIRE

(54) 发明名称: 一种高导电石墨烯铜/铝复合导线的制备方法

(57) **Abstract:** A preparation method for a highly conductive graphene copper/aluminium composite wire. A deposition solution for said wire consists of, by mass percentage: 20 wt% of $CuSO_4$, 0.005 wt% to 0.020 wt% of benzylideneacetone, 2 wt% to 5 wt% of NaCl, 0.08 wt% to 0.05 wt% of graphene, 0.003 wt% to 0.016 wt% of N,N-dimethylformamide, and the balance of deionized water. The preparation method for said wire comprises electrodeposition, drawing and annealing. The wire obtained has excellent conductivity and tensile strength, being capable of effectively improving the power transmission efficiency and reducing the power consumption. The formulation of the electrodeposition solution and the preparation method above ensure the comprehensive performance and microscopic structure of a composite material by controlling process parameters, and a novel practical wire having a simple preparation method and high transmission efficiency is obtained.

(57) 摘要: 一种高导电石墨烯铜/铝复合导线的制备方法。该导线的沉积液按质量百分比的组成为: 20wt%的$CuSO_4$, 0.005wt%～0.020wt%的苄叉丙酮, 2wt%～5wt%的NaCl, 0.08wt%～0.5wt%的石墨烯, 0.003wt%～0.016wt%的N,N-二甲基甲酰胺, 余量为去离子水; 该导线的制备方法为: 电沉积、拉拔和退火; 所得导线具有优良的导电率和抗拉强度, 能够有效提高输电效率, 减少电力的损耗。上述电沉积液配方和制备方法, 通过工艺参数的控制, 保证了复合材料的综合性能和微观组织结构, 获得一种制备方法简单、传输效率高的新型实用导线。

WO 2021/027607 A1

一种高导电石墨烯铜/铝复合导线的制备方法

技术领域

本发明属于导线和电缆技术领域，具体涉及一种高导电石墨烯铜/铝复合导线的制备方法。

背景技术

长时间以来，金属在导线和电缆技术行业有着广泛的应用，承担着电力运输和信号传输的任务。近年来，一些新的材料的涌现有望打破现有的格局，石墨烯由于其优异的综合性能，成为当前迫切发展的新材料。

石墨烯是一种是由单层原子构成的六方蜂窝状的二维平面结构的材料，由 sp^2 杂化的碳原子构成，是组成石墨的结构单元。石墨烯具有众多优良的物理性能。超高的电子迁移率，达到 $2.5\times105cm2V^{-1}s^{-1}$；单层石墨烯杨氏模量达到130GPa，热导率达到5000W/m.K。这些优良的性能的存在，意味着石墨烯会是一种具有很大发展前景的材料。但由于石墨烯是二维材料，单独成型困难，所以将石墨烯和金属通过一定的方法制备出复合材料，是一个能有效提高材料性能的手段。

单一的导线只适用于普通频率的电力的传输，但对于高频电力以及电信号的输送和传导，传统的铜/铝、铜/钢、铝合金导线和电缆已经不适合，目前主要通过镀金/银或者添加半导体材料层的方式来解决这类问题，但镀金/银的利用本身成本高、污染高，具有很大的局限性。

另一方面，目前金属基石墨烯材料的制备有多种方法，主要有粉末冶金法、水热法、气相沉积法、电沉积法等多种方法。粉末冶金法可控性较差，局限性较多；水热法可控性强、材料纯度高，但技术难度大；气相沉积法虽然可控性

强、镀层致密均匀，但是一般镀层太薄，不利于实际应用；电沉积法是通过电化学氧化还原的方式、以配制的特定成分的镀液为中介制备快速生长的材料，具有工艺简单、镀层均匀且尺寸可控制等优点，缺点在于电沉积液的成分、基板材料的选用以及工艺参数的选择会直接影响制备的复合材料的组织和性能。例如，现有的石墨烯铜的电沉积液，制备出的复合材料的密度较差，晶粒较为粗大，性能相比纯铜来说并无明显的提升。

发明内容

为了解决上述的技术问题，本发明提供了一种具有高导电、高频传输性能的复合导线的制备方法。本发明的目的在于提供一种配比合理、绿色环保、节约成本、镀层厚度可控的铜基石墨烯复合材料的电镀溶液，以及所需要的工艺参数和工艺方法，获得一种性能优良的复合导线。

本发明的技术解决方案是：

电沉积制备石墨烯铜/铝（合金）复合导线，实施如下：

（1）配制铜基石墨烯复合材料的电沉积液，电沉积液按质量百分比的组成为：20wt%的 $CuSO_4$，0.005wt%~0.020wt%的苄叉丙酮，2wt%~5wt%的 NaCl，0.08wt%~0.5wt%的石墨烯，0.003wt%~0.016wt%的 DMF（N,N-二甲基甲酰胺），余量为去离子水。

其中，苄叉丙酮作为晶粒细化剂，在电沉积过程中影响着阴极过电位以及形核率，合适的苄叉丙酮加入量会使材料获得晶粒细小的组织，并伴随着高密度的孪晶；DMF 的加入则具有分散作用，它可以提高石墨烯的分散性，减少团聚，同时不会引入其他官能团，降低复合材料中的微观和宏观缺陷，提高材料的致密度。

（2）使用配置好的沉积液进行沉积，以铝（合金）为基材，采用脉冲电沉

积法，工艺参数为：脉冲宽度比为 2:1~5:1（正/反），脉冲电压为 2~3v/0.5~1v，脉冲电流频率为 400~800Hz，温度为 30℃，电镀时间为 1~4h。脉冲宽度、脉冲电压、频率、温度等参数的不同，会影响材料的沉积速率以及沉积层质量。

（3）对沉积好的石墨烯铜/铝（合金）复合导线进行拉拔工艺处理：对石墨烯铜/铝复合导线进行高温拉伸，拉伸温度 130℃~330℃，拉伸速度为 10~30mm/min，获得的导线直径为 0.8mm~1.4mm。

（4）对拉拔工艺处理后的导线进行退火处理，其工艺参数为：在退火炉中加氮气进行退火，退火温度为 30~130℃，处理时间为 2~4 小时。通过退火处理，改善复合材料性能，提高复合界面质量。

本发明所用的硫酸铜-石墨烯镀液无毒，镀液配比合理，可循环使用，不仅节约成本，而且绿色环保；用其制得的石墨烯铜镀层表面光亮，组织均匀致密。本发明制得的石墨烯铜/铝复合导线应用在导线和电缆技术领域，镀层的体积占比为 10%~30%。

添加剂能够提高形核率，阻碍晶体生长，适当的添加剂用量可以获得纳米级晶粒，材料的组织中具有大量的纳米级晶粒以及纳米孪晶，这能有效的提高材料的导电率和力学性能。

其作用机理为：纳米晶和孪晶可以有效降低晶界对能量的散射作用，减少能量在传输过程中的损耗，同时根据霍尔-佩奇公式，晶粒的减小会伴随着强度的提高；材料中石墨烯的存在有效提高材料的电子迁移率，促进高频信号的输送与传导效率。

本发明的有益效果：

（1）电沉积方法采用脉冲电沉积法，成本低，方法相对简单，镀层均匀且致密，表面光亮无粗糙凸起颗粒。微观组织结构中具有大量的纳米晶。

（2）本发明的沉积层具有优良的导电性能和力学性能，相比铝合金导线基体，强度提升了 30%以上，导电率也接近了标准退火纯铜。

（3）本发明的材料的导电率最高可以达到 90%IACS 以上，抗拉强度最高可以达到 490±10MPa。该沉积层会使材料的实用性以及适用性得到较大提升。

具体实施方式

本发明下面结合实施例作进一步详述：这些实施仅用于说明本发明而不用于限制本发明范围：本实施例电沉积工艺参数脉冲电压采用 2.5v/0.8v，电沉积频率为 500Hz 进行结果说明。

实施例 1

石墨烯铜电沉积液的质量成分配比为；20wt%的 $CuSO_4$, 0.005wt%的苄叉丙酮，2wt%的 NaCl，0.08wt%的少层石墨烯，0.003wt%的 DMF；工艺环境：温度为 30℃；工艺参数：脉冲宽度比为 2:1（正/反），脉冲电压为 2.5v/0.8v，脉冲电流频率为 500Hz，电沉积时间为 1h。

电沉积完成后进行拉拔工艺处理，对石墨烯铜/铝复合导线进行高温拉伸，拉伸温度 130℃，拉伸速度为 10mm/min，获得的导线直径为 1.4mm。

然后进行退火工艺处理，其工艺参数为：在退火炉中加氮气进行退火，退火温度为 30℃，处理时间为 2 小时。

这种情况以及该工艺条件下所沉积得的沉积层体积占比为 10%，沉积层与铝芯线结合性良好，所制备的材料的导电率可以达到 75.4%IACS，抗拉强度达到 410±10MPa。

实施例 2

石墨烯铜电沉积液的质量成分配比为；20wt%的 $CuSO_4$，0.010wt%的苄叉丙酮，3wt%的 NaCl，0.2wt%的少层石墨烯，0.008wt%的 DMF；工艺环境：温

度为30℃；工艺参数：脉冲宽度比为3:1（正/反），脉冲电压为2.5v/0.8v，脉冲电流频率为500Hz，电沉积时间为2h。

电沉积完成后进行拉拔工艺处理，对石墨烯铜/铝复合导线进行高温拉伸，拉伸温度230℃，拉伸速度为20mm/min，获得的导线直径为1.0mm。

然后进行退火工艺处理，其工艺参数为：在退火炉中加氮气进行退火，退火温度为80℃，处理时间为3小时。

这种情况以及该工艺条件下所沉积得的沉积层体积占比为 15%，沉积层与铝芯线结合性良好，所制备的材料的导电率可以达到 83.3%IACS，抗拉强度达到445±10MPa。

实施例3

石墨烯铜电沉积液的质量成分配比为；20wt%的 $CuSO_4$，0.015wt%的苄叉丙酮，3wt%的NaCl，0.4wt%的少层石墨烯，0.012wt%的DMF；工艺环境：温度为30℃；工艺参数：脉冲宽度比为5:1（正/反），脉冲电压为2.5v/0.8v，脉冲电流频率为500Hz，电沉积时间为4h。

电沉积完成后进行拉拔工艺处理，对石墨烯铜/铝复合导线进行高温拉伸，拉伸温度330℃，拉伸速度为30mm/min，获得的导线直径为0.8mm。

然后进行退火工艺处理，其工艺参数为：在退火炉中加氮气进行退火，退火温度为130℃，处理时间为3.5小时。

这种情况以及该工艺条件下所沉积得的沉积层体积占比为 30%，沉积层与铝芯线结合性良好，所制备的材料的导电率可以达到 90.2%IACS，抗拉强度达到490±10MPa。

实施例4

石墨烯铜电沉积液的质量成分配比为；20wt%的 $CuSO_4$，0.020wt%的苄叉

丙酮，4wt%的 NaCl， 0.5wt%的少层石墨烯，0.016wt%的 DMF；工艺环境：温度为 30℃；工艺参数：脉冲宽度为 5:1（正/反），脉冲电压为 2.5v/0.8v，脉冲电流频率为 500Hz，电沉积时间为 4h。

电沉积完成后进行拉拔工艺处理，对石墨烯铜/铝复合导线进行高温拉伸，拉伸温度 330℃，拉伸速度为 30mm/min，获得的导线直径为 0.9mm。

然后进行退火工艺处理，其工艺参数为：在退火炉中加氮气进行退火，退火温度为 130℃，处理时间为 4 小时。

这种情况以及该工艺条件下所沉积得的沉积层体积占比为 25%，沉积层与铝芯线结合性良好，所制备的材料的导电率可以达到 86.7%IACS，抗拉强度达到 465±10MPa。

对比实施例 1

石墨烯铜电沉积液的质量成分配比为；20wt%的 $CuSO_4$，0.015wt%的苄叉丙酮，3wt%的 NaCl， 0.4wt%的少层石墨烯，0.012wt%的 DMF；工艺环境：温度为 30℃；工艺参数：脉冲宽度比为 5:1（正/反），脉冲电压为 2.5v/0.8v，脉冲电流频率为 500Hz，电沉积时间为 4h。电沉积完成后，沉积层疏松不致密，与基体的结合力很差。

对比实施例 2

石墨烯铜电沉积液的质量成分配比为；20wt%的 $CuSO_4$，0.015wt%的苄叉丙酮，3wt%的 NaCl， 0.4wt%的少层石墨烯，0.012wt%的 DMF；工艺环境：温度为 30℃；工艺参数：脉冲宽度比为 5:1（正/反），脉冲电压为 2.5v/0.8v，脉冲电流频率为 500Hz，电沉积时间为 4h。

电沉积完成后进行拉拔工艺处理，对石墨烯铜/铝复合导线进行高温拉伸，拉伸温度 330℃，拉伸速度为 30mm/min，获得的导线直径为 0.8mm。

这种情况以及该工艺条件下所沉积得的沉积层体积占比为 30%，沉积层与铝芯线结合性良好，所制备的材料的导电率可以达到 86.2%IACS，抗拉强度达到 450±10MPa。

对比实施例 3

石墨烯铜电沉积液的质量成分配比为；20wt%的 $CuSO_4$，3wt%的 NaCl，0.4wt%的少层石墨烯，0.012wt%的 DMF；工艺环境：温度为 30℃；工艺参数：脉冲宽度比为 5:1（正/反），脉冲电压为 2.5v/0.8v，脉冲电流频率为 500Hz，电沉积时间为 4h。

电沉积完成后进行拉拔工艺处理，对石墨烯铜/铝复合导线进行高温拉伸，拉伸温度 330℃，拉伸速度为 30mm/min，获得的导线直径为 0.8mm。

然后进行退火工艺处理，其工艺参数为：在退火炉中加氮气进行退火，退火温度为 130℃，处理时间为 3.5 小时。

这种情况以及该工艺条件下所沉积得的沉积层体积占比为 28%，沉积层与铝芯线结合性一般，沉积层表面质量较差，所制备的材料的导电率可以达到 84.6%IACS，抗拉强度达到 440±10MPa。

所述实例皆为本发明优选的实施方式，但本发明并不限于上述实施方式，在不背离本发明的实质内容的情况下,本领域技术人员能够做出的任何显而易见的改进、替换或变型均属于本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1、一种高导电石墨烯铜/铝复合导线的制备方法，其特征在于：所述的制备方法步骤如下：

（1）配制铜基石墨烯复合材料的电沉积液；

（2）采用步骤（1）的电沉积液，对铝或铝合金导线进行电沉积，所采用的电沉积方法为脉冲电沉积；

（3）对步骤（2）得到的石墨烯铜/铝复合导线进行高温拉伸，获得的导线直径为0.8mm~1.4mm；

（4）在氮气气氛下，对步骤（3）得到的石墨烯铜/铝复合导线进行退火处理。

2、根据权利要求1所述的高导电石墨烯铜/铝复合导线的制备方法，其特征在于：步骤（1）所述的铜基石墨烯复合材料电沉积液按照质量百分比的组成为：20wt%的 $CuSO_4$，0.005wt%~0.020wt%的苄叉丙酮，2wt%~5wt%的 NaCl，0.08wt%~0.5wt%的石墨烯，0.003wt%~0.016wt%的N,N-二甲基甲酰胺（DMF），余量为去离子水。

3、根据权利要求1所述的高导电石墨烯铜/铝复合导线的制备方法，其特征在于：步骤（2）所述的电沉积过程中的正弦脉冲参数为：脉冲宽度比为2:1~5:1（正/反），脉冲电压为2~3v/0.5~1v，脉冲电流频率为400~800Hz。

4、根据权利要求1所述的高导电石墨烯铜/铝复合导线的制备方法，其特征在于：步骤（2）所述的所制得的石墨烯铜/铝复合材料导线，石墨烯铜的体积比为10%~30%。

5、根据权利要求1所述的高导电石墨烯铜/铝复合导线的制备方法，其特征在于：步骤（3）所述的高温拉伸，拉伸温度 130℃~330℃，拉伸速度为10~30mm/min。

6、根据权利要求 1 所述的高导电石墨烯铜/铝复合导线的制备方法，其特征在于：步骤（4）所述的退火温度 30~130℃，保温时间 2~4 小时。

7、一种根据权利要求 1 所述方法制得的高导电石墨烯铜/铝复合导线，其特征在于：所述复合导线的导电率不低于 75%IACS，抗拉强度达到 500MPa。

8、一种根据权利要求 1 所述方法制备的高导电石墨烯铜/铝复合导线的应用，其特征在于：所述的石墨烯铜/铝复合导线应用于导线与电缆技术领域。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/106520

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01B 13/00(2006.01)i; C25D 3/58(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)

H01B,C25D

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, 铜, Cu, 沉积, 镀, 拉, 伸, 拉拔, 退火, 铝, Al, 电解, 电沉积; graphene, copper, deposit +, aluminium, anneal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110428939 A (CHANGZHOU UNIVERSITY) 08 November 2019 (2019-11-08) claims 1-8, description, paragraphs 7-52	1-8
Y	CN 103943170 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 23 July 2014 (2014-07-23) description, paragraphs 7-17	1, 3-8
Y	CN 108396346 A (CHANGZHOU UNIVERSITY) 14 August 2018 (2018-08-14) description, paragraphs 6-22	1, 3-8
Y	CN 103887013 A (MEITE TECHNOLOGY SUZHOU CO., LTD.) 25 June 2014 (2014-06-25) description, paragraphs 7-14	1, 3-8
A	CN 103943281 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 23 July 2014 (2014-07-23) entire document	1-8
A	US 9892813 B1 (BARKOW, Thomas A.) 13 February 2018 (2018-02-13) entire document	1-8

☐ 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
15 October 2020	**28 October 2020**

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/106520

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110428939	A	08 November 2019	CN	110428939	B	30 June 2020
CN	103943170	A	23 July 2014	CN	103943170	B	02 March 2016
CN	108396346	A	14 August 2018	CN	108396346	B	14 February 2020
CN	103887013	A	25 June 2014		None		
CN	103943281	A	23 July 2014	CN	103943281	B	04 May 2016
US	9892813	B1	13 February 2018	US	10388421	B1	20 August 2019

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/106520

A. 主题的分类

H01B 13/00(2006.01)i; C25D 3/58(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)

H01B,C25D

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, EPODOC, CNKI: 石墨烯，铜，Cu，沉积，镀，拉，伸，拉拔，退火，铝，Al，电解，电沉积; graphene, copper, deposit+, aluminium, anneal

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 110428939 A (常州大学) 2019年 11月 8日 (2019-11-08) 权利要求1-8，说明书7-52段	1-8
Y	CN 103943170 A (浙江大学) 2014年 7月 23日 (2014-07-23) 说明书第7-17段	1,3-8
Y	CN 108396346 A (常州大学) 2018年 8月 14日 (2018-08-14) 说明书第6-22段	1,3-8
Y	CN 103887013 A (美特科技苏州有限公司) 2014年 6月 25日 (2014-06-25) 说明书第7-14段	1,3-8
A	CN 103943281 A (浙江大学) 2014年 7月 23日 (2014-07-23) 全文	1-8
A	US 9892813 B1 (BARKOW, Thomas A.) 2018年 2月 13日 (2018-02-13) 全文	1-8

☐ 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
2020年 10月 15日	2020年 10月 28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	罗慧晶
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(10)-53961204

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/106520

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	110428939	A	2019年 11月 8日	CN	110428939	B	2020年 6月 30日
CN	103943170	A	2014年 7月 23日	CN	103943170	B	2016年 3月 2日
CN	108396346	A	2018年 8月 14日	CN	108396346	B	2020年 2月 14日
CN	103887013	A	2014年 6月 25日		无		
CN	103943281	A	2014年 7月 23日	CN	103943281	B	2016年 5月 4日
US	9892813	B1	2018年 2月 13日	US	10388421	B1	2019年 8月 20日