(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
2014 年 4 月 3 日 (03.04.2014)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2014/048038 A1

(51) 国际专利分类号:
H01B 9/00 (2006.01) *H01B 1/04* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2012/086365

(22) 国际申请日: 2012 年 12 月 11 日 (11.12.2012)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201210367402.6 2012 年 9 月 28 日 (28.09.2012) CN

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **中国电力科学研究院 (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 **国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA)** [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。

(72) 发明人; 及
(71) 申请人 (仅对美国): **朱宽军 (ZHU, Kuanjun)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 **李新民 (LI, Xinmin)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 **司佳钧 (SI, Jiajun)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。

(74) 代理人: **北京安博达知识产权代理有限公司 (AMBOYNA INTELLECTUAL PROPERTY AGENT LTD.)**; 中国北京市海淀区大钟寺 13 号院 1 号楼华杰大厦 B215 号, Beijing 100098 (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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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,

[见续页]

(54) **Title**: CONDUCTING WIRE BASED ON GRAPHENE NANOMATERIAL

(54) **发明名称** : 一种基于石墨烯纳米材料的导线

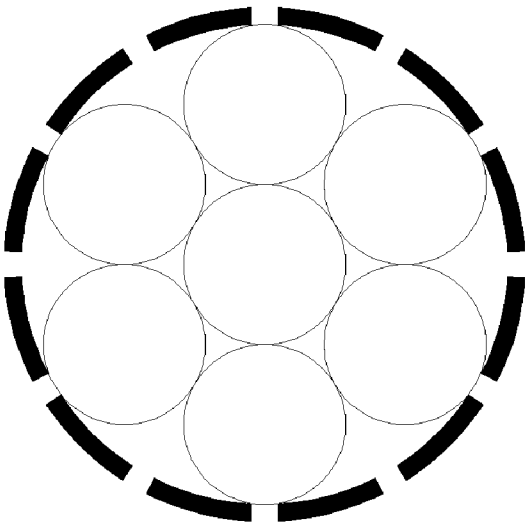


图 1 / **Fig. 1**

(57) **Abstract**: Provided in the present invention is a conducting wire based on graphene nanomaterial, which belongs to the technical field of conducting wires used for an overhead power transmission line, so as to solve the problems that the improvement of the electric conductivity of traditional metal materials such as aluminum and copper is limited and the transmission capacity of an overhead power transmission line is limited. The conducting wire comprises two structures; form I: the conducting wire comprises an inner layer and an outer layer, the inner layer is formed by twisting the monofilaments of steel or carbon fiber and the nanotube monofilaments or composite monofilaments of graphene nanomaterial, and the outer layer is formed by twisting circular arc type graphene nanomaterial sheets; form II: the conducting wire is formed by twisting the nanotube monofilaments or composite monofilaments of circular wire type graphene nanomaterials; the monofilaments are attached to each other tightly to form a regular tubular structure; wherein a circular cross-section of the composite monofilament is a carbon fibre composite material; and the interior of the circular cross-section is graphene nanomaterial. The conducting wire of the present invention can effectively reduce line loss, improve the transmission power of the overhead power transmission line; and the allowable current-carrying capacity of the graphene conducting wire is 10 times that of an ordinary conducting wire under the same external conditions.

(57) **摘要**:

[见续页]

WO 2014/048038 A1

RW, SD, SL, 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, 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))。

本发明提供一种基于石墨烯纳米材料的导线，属于架空输电线路用导线技术领域，解决铝铜等传统金属材料导电率提高有限，架空输电线路输送容量有限的问题。导线包括两种结构，形式一：导线包括内层和外层，内层由钢或碳纤维的单丝、石墨烯纳米材料的纳米管单丝或复合式单丝绞绕而成，外层由圆弧型石墨烯纳米材料薄片绞绕而成；形式二：导线由圆线型石墨烯纳米材料的纳米管单丝或复合式单丝绞绕而成，单丝之间相互紧贴，形成规整的管型结构，其中，复合式单丝的圆形截面为碳纤维复合材料，圆形截面内部为石墨烯纳米材料。本发明导线能有效降低线路损耗，提高架空输电线路的输送功率，外界条件相同情况下石墨烯导线的允许载流量为普通导线的 10 倍。

一种基于石墨烯纳米材料的导线

技术领域

本发明属于架空输电线路导线技术领域，具体涉及一种基于石墨烯纳米材料的导线。

背景技术

输电线路的损耗主要取决于导线的电阻，应用高导电率导线不但可以显著降低输电线路损耗，还能增加输送能力，降低全寿命周期成本，实现节能减排。

近年来国内陆续研发了的高导电率导线，主要从金属材料成分方面提高导线的导电率，这些导线仍采用传统的金属材料，导电能力提高有限。

如申请号为CN200810194862.7，发明名称为一种高导电率软铝线及其制造方法的发明专利，公开了一种高导电率软铝线及制造方法，软铝线的成分包括：Si≤0.08％；Fe≤0.20％，Cu≤0.005％；0.07－0.15％的硼，余为铝；单位为重量百分数。其利用软铝线降低输电线路损耗，从而有效降低运行费用。其改进主要是传统铝导线的成分，改进效果有限。

又如申请号为CN200610002114.5，发明名称为铜合金导体及其架空导线、电缆以及铜合金导体的制造方法的发明专利，是对传统铜合金材料的成分进行的改进。其技术方案为：铜合金导体是由在含有氧0.001～0.1重量％(10～1000 重量ppm)的铜母材中含有0.15～0.70重量％(不包括 0.15 重量％)Sn 的铜合金所构成，构成结晶组织的晶粒的平均粒径小于等于100μm，并且在结晶组织基体中弥散分布的 Sn 的氧化物的 80％或以上是平均粒径小于等于1μm的微小氧化物。

同时，也有从导体材料的制备工艺方面进行改进的专利技术，如申请号为CN201210073600.1，发明名称为节能高强度铝合金线及其制造方法的发明专利申请，专利申请通过熔炼、调配铝合金、净化、炉前快速分析、细化晶体、除气、保温过滤、水平浇铸、进轧控制和铝杆轧制、铝线拉拔和实效退火制备出产品铝合金线。铝合金线导电率在53.5%IACS 以上，强度≥325MPa，其余性能满足《架空导线用铝-镁-硅合金圆线》中 LHA1的技术要求。

石墨烯材料具有优异的电气和机械性能，导电率约是铝的3倍，铜的1.85倍，材料导电性能稳定。同时，石墨烯材料是最薄、最坚硬的纳米材料，具有极强的抗拉能力（约100GPa）。

新型纳米材料石墨烯的研究历史较短，由于其优异的材料特性，国内外在制备及应用研究方面，开展了大量的研究工作，取得了突破性的研究成果。

石墨烯材料制备方面，韩国科学家发现制备大尺寸、高质量石墨烯薄膜的方法；美国研究人员开发了制造石墨烯和碳纳米管混合材料的新方法，为石墨烯纳米材料的工业化应用奠定了坚实的基础。

石墨烯材料性能研究方面，国内外研究人员在材料的导电性、导热性，以及应用研究等领域研究开展了大量的研究工作，为石墨烯纳米材料的应用研究提供了理论和工程应用依据。

石墨烯材料应用研究方面，IBM 公司研制出运行速度最快的石墨烯晶体管，此外，光子传感器、纳米电子器件、太阳能电池、增强复合材料等，也都是目前石墨烯应用研究领域的热点。在电力传输领域，美国科研人员利用石墨烯设计出了简便、快速的纳米电线制造方法，能够调谐石墨烯的电学特征，但其应用主要集中在微电子领域，石墨烯材料在架空输电线路用导线领域的应用研究仍属空白。

发明内容

本发明目的在于提供一种基于石墨烯纳米材料的导线，解决铝铜等传统金属材料导电率提高有限，进而架空输电线路输送容量有限的问题，石墨烯纳米材料的导线能有效降低线路损耗，提高架空输电线路的输送功率。

为实现上述发明目的，本发明采取的技术方案为：

一种基于石墨烯纳米材料的导线，其改进之处在于所述导线的结构为：

形式一：所述导线包括内层和外层，所述内层由圆线型单丝绞绕而成，单丝之间相互紧贴，形成规整的管型结构，所述外层设置于内层的外围，所述外层的横截面为圆形结构；

所述内层由钢或碳纤维的单丝、石墨烯纳米材料的纳米管单丝或复合式单丝绞绕而成，所述外层由石墨烯纳米材料薄片绞绕而成；

所述石墨烯纳米材料薄片为圆弧形结构，圆弧角 a 取值范围 $25°<a<30°$；

形式二：所述导线由圆线型单丝绞绕而成，单丝之间相互紧贴，形成规整的管型结构；

所述单丝为石墨烯纳米材料的纳米管单丝或复合式单丝绞绕而成；

其中，所述复合式单丝的圆形截面为碳纤维复合材料，圆形截面内部为石墨烯纳米材料。

本发明的另一优选技术方案为：所述石墨烯纳米材料薄片沿其圆周方向均匀分布。

本发明的再一优选技术方案为：所述石墨烯纳米材料薄片之间设有间隙。

本发明的又一优选技术方案为：所述石墨烯纳米材料薄片构成的圆环与所述导线同圆心。

本发明的再一优选技术方案为：所述相邻层的绞绕方向相反。

本发明的又一优选技术方案为：所述单丝绞绕成 n 层结构，n 为大于 1 的自然数。

本发明的再一优选技术方案为：位于同一层的所述单丝沿其圆周方向均匀分布。

由于采用了上述技术方案，与现有技术相比，本发明的有益效果包括：

1) 输电线路电损降低

本发明导线采用石墨烯纳米材料作为导电部分，导电率比铝和铜等传统金属材料提高 3 倍以上，在其他外界条件相同的情况下，相同导电截面的石墨烯导线的允许载流量为普通导线的 10 倍；因此石墨烯纳米材料导线能显著降低线路损耗，同时提高导线拉重比，改善导线弧垂性能，降低杆塔高度，增大线路档距，节省线路投资；

2) 输电线路输送功率提高

石墨烯纳米材料导线能大幅提高输送功率，输电线路输送容量增大；

3) 输电线路抗拉能力提高

由于石墨烯纳米材料具有极强的抗拉能力，作为导线的承力部分或导电部分，均能显著提高导线的抗拉能力。

4) 导线通用性能良好

本发明的基于石墨烯纳米材料导线具有不同结构型式，能够满足不同输送功率要求和不同线路运行要求，适用能力较好。

附图说明

下面结合附图对本发明进一步说明。

图 1 是附着式石墨烯纳米材料导线；

图 2 是纳米管式石墨烯纳米材料导线；

图 3 是复合式石墨烯纳米材料导线；

图 4 是附着纳米管式石墨烯导线；

图 5 是附着复合式石墨烯导线。

具体实施方式

下面结合实例对本发明进行详细的说明。

本发明提供了一种基于石墨烯纳米材料的导线应用于架空输电线路，导线具有优异的导电性能，能够显著降低输电线路的电损，提高输电线路的输送功率。导线具有不同的结构形式，具体结构如下。

结构型式一：附着式石墨烯纳米材料新型导线

如附图 1 所示，内层为钢或碳纤维等复合材料绞制而成，主要作为承力作用，以及石墨烯纳米材料新型导线的基底，外层为石墨烯纳米材料薄片绞制而成，是架空用输电线路导线的导电部分。其中内层的钢芯或碳纤维复合芯的层数，以及外层石墨烯纳米材料的片数，可根据线路实际输送容量及线路运行要求设计。

钢或碳纤维材料制备成圆线型单丝，单丝之间相互紧贴，绞绕成规则管型结构作为导线的内层，在导线内层的外围设置由石墨烯纳米材料薄片，石墨烯纳米材料薄片构成横截面积为圆形的外层，石墨烯纳米材料薄片沿其圆周方向均匀的分布在外层，石墨烯纳米材料薄片等间距放置。石墨烯纳米材料薄片为圆弧结构，根据目前型线设计方法，本专利中石墨烯纳米材料薄片取 12~15 片，相应的圆弧角 a 的取值范围为 $25°<a<30°$。

结构型式二：纳米管式石墨烯纳米材料新型导线

如附图 2 所示，石墨烯材料既作为导线结构，也作为承力和基底结构，由不同直径及数量的石墨烯材料纳米管绞制而成。其中石墨烯材料纳米管的直径及数量根据线路设计输送容量及线路运行要求设计。

石墨烯材料纳米管作为单丝，绞绕成规则的管型结构，单丝之间相互紧贴，位于同一层单丝的中心轴线构成圆形。

结构型式三：复合式石墨烯纳米材料新型导线

如图 3 所示，圆形截面部分为基底材料，可选用碳纤维等能满足导线制造和运输要求的复合材料，石墨烯纳米材料作为导线部分，与碳纤维等材料复合成单丝，进而根据需要绞制成满足工程需要的导线。其中复合式石墨烯材料直径及根数根据线路设计输送容量及线路运行要求设计。

复合式石墨烯材料作为单丝，绞绕成规则的管型结构，单丝之间相互紧贴，位于同一层单丝的中心轴线构成圆形。

结构型式四：组合式石墨烯纳米材料新型导线

即以上三种型式的组合型式，即附着纳米管式新型石墨烯导线、附着复合式新型石墨烯导线等结构形式。

如图 4 所述为附着纳米管式新型石墨烯导线，即以石墨烯纳米管作为单丝，绞绕成规则的管型结构作为内层，单丝之间相互紧贴；在导线内层的外围设置由石墨烯纳米材料薄片，石墨烯纳米材料薄片构成横截面积为圆形的外层，石墨烯纳米材料薄片沿其圆周方向均匀的分布在外层。石墨烯纳米材料薄片为圆弧结构，圆弧角 a 的取值范围同结构型式一。

图 5 所示为附着复合式新型石墨烯导线，即以结构形式三所述的复合式石墨烯，石墨烯纳米材料作为导线部分，与碳纤维等材料复合成单丝，然后将单丝绞绕成规则的管型结构作

为内层，单丝之间相互紧贴；在导线内层的外围设置由石墨烯纳米材料薄片，石墨烯纳米材料薄片构成横截面积为圆形的外层，石墨烯纳米材料薄片沿其圆周方向均匀的分布在外层。石墨烯纳米材料薄片为圆弧结构，圆弧角 a 的取值范围同结构型式一。

在其他外界条件相同的情况下，本发明石墨烯纳米材料新型导线载流量，是相同导电截面普通导线载流量的 10 倍。其中导线载流量的计算依据我国现行标准，具体采用的计算公式如下：

式中：

为导线的载流温升，℃；

为风速，m/s；

为导线外径，m；

为导线表面的辐射系数；

为斯蒂芬-包尔茨曼常数，5.67×10^{-8}W/m2；

为环境温度，℃；

为导线吸热系数；

为 t℃时的交直流电阻比；

为 t℃时直流电阻；

为日光对导线的日照强度，W/m^2。

石墨烯材料的电阻率只约 $10^{-6}\Omega\cdot cm$，为目前世上电阻率最小的材料，在其他外界条件相同的情况下，假设普通铝导线的允许温度为 90℃，相同导电截面的石墨烯导线的允许温度为 120℃时，石墨烯导线的允许载流量为普通铝导线的 10 倍。

此处已经根据特定的示例性实施例对本发明进行了描述。对本领域的技术人员来说在不脱离本发明的范围下进行适当的替换或修改将是显而易见的。示例性的实施例仅仅是例证性的，而不是对本发明的范围的限制，本发明的范围由所附的权利要求定义。

权 利 要 求

1、一种基于石墨烯纳米材料的导线，其特征在于所述导线的结构为：

形式一：所述导线包括内层和外层，所述内层由圆线型单丝绞绕而成，单丝之间相互紧贴，形成规整的管型结构，所述外层设置于内层的外围，所述外层的横截面为圆形结构；

所述内层由钢或碳纤维的单丝、石墨烯纳米材料的纳米管单丝或复合式单丝绞绕而成，所述外层由石墨烯纳米材料薄片绞绕而成；

所述石墨烯纳米材料薄片为圆弧形结构，根据目前型线设计方法，本专利中石墨烯纳米材料薄片取 12~15 片，相应的圆弧角 a 取值范围为 25°<a<30°；

形式二：所述导线由圆线型单丝绞绕而成，单丝之间相互紧贴，形成规整的管型结构；

所述单丝为石墨烯纳米材料的纳米管单丝或复合式单丝绞绕而成；

其中，所述复合式单丝的圆形截面为碳纤维复合材料，圆形截面内部为石墨烯纳米材料。

2、如权利要求 1 所述的一种基于石墨烯纳米材料的导线，其特征在于所述石墨烯纳米材料薄片沿其圆周方向均匀分布。

3、如权利要求 1 所述的一种基于石墨烯纳米材料的导线，其特征在于所述石墨烯纳米材料薄片之间设有间隙。

4、如权利要求 1 所述的一种基于石墨烯纳米材料的导线，其特征在于所述石墨烯纳米材料薄片构成的圆环与所述导线同圆心。

5、如权利要求 1 所述的一种基于石墨烯纳米材料的导线，其特征在于所述相邻层的绞绕方向相反。

6、如权利要求 1 所述的一种基于石墨烯纳米材料的导线，其特征在于所述单丝绞绕成 n 层结构，n 为大于 1 的自然数。

7、如权利要求 1 所述的一种基于石墨烯纳米材料的导线，其特征在于位于同一层的所述单丝沿其圆周方向均匀分布。

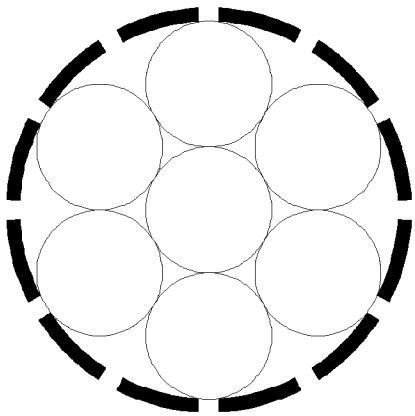


图 1

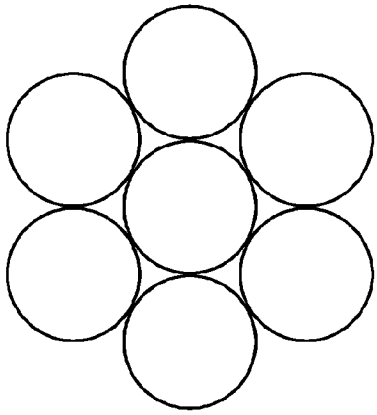


图 2

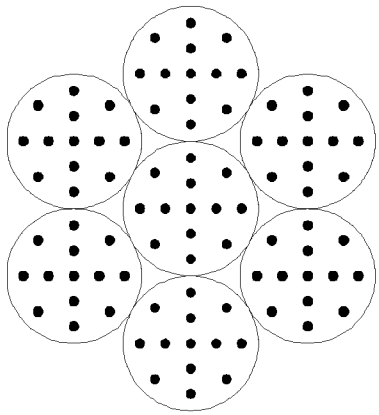


图 3

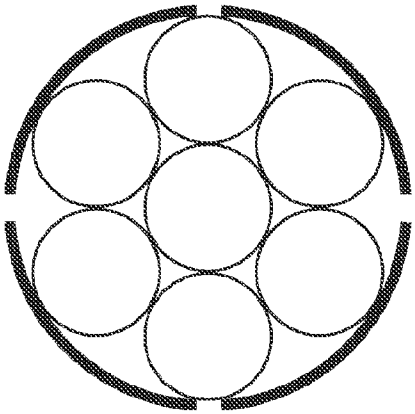


图 4

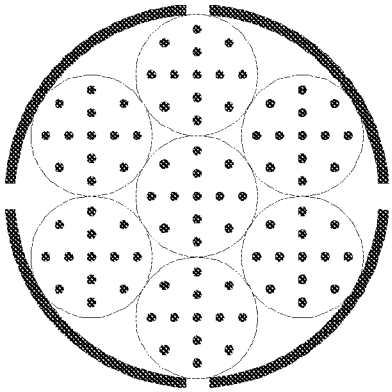


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2012/086365

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet
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)

IPC: H01B

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)

WPI EPODOC CNKI CNPAT cable conductor graphene

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 202307250 U (JIANGSU ZHONGCHAO CABLE CORP.) 04 July 2012 (04.07.2012) the whole document	1-7
A	US 2011024158 A1 (BOEING CO) 03 February 2011 (03.02.2011) the whole document	1-7
A	CN 102683578 A (SHEN,Zhenxin) 19 September 2012 (19.09.2012) the whole document	1-7

☐ 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
24 June 2013 (24.06.2013)	11 July 2013 (11.07.2013)
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 LI, Sujuan Telephone No. (86-10) 62411774

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2012/086365

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 202307250 U	04.07.2012	None	
US 2011024158 A1	03.02.2011	US 8313660 B1	20.11.2012
		US 7897876 B2	01.03.2011
		US 2010170695 A1	08.07.2010
		US 7875802 B2	25.01.2011
CN 102683578 A	19.09.2012	None	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2012/086365

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01B 9/00 (2006.01) i

H01B 1/04 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2012/086365

A. 主题的分类

参见附加页

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)

IPC：H01B

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）)

WPI EPODCO CNKI CNPAT: 电缆 导线 导体 石墨烯 cable conductor 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
A	CN202307250U（江苏中超电缆股份有限公司）04.7 月 2012（04.07.2012）全文	1-7
A	US2011024158 A1（BOEING CO）03.2 月 2011(03.02.2011)全文	1-7
A	CN102683578A（沈震新）19.9 月 2012（19.09.2012）全文	1-7

☐ 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
24.6 月 2013(24.06.2013)	**11.7 月 2013 (11.07.2013)**
ISA/CN 的名称和邮寄地址： 中华人民共和国国家知识产权局 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 李素娟 电话号码：(86-10) **62411774**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2012/086365

检索报告中引用的专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN202307250U	04.07.2012	无	
US2011024158 A1	03.02.2011	US8313660 B1	20.11.2012
		US7897876 B2	01.03.2011
		US2010170695 A1	08.07.2010
		US7875802 B2	25.01.2011
CN102683578A	19.09.2012	无	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2012/086365

主题的分类：

H01B 9/00(2006.01)i

H01B 1/04(2006.01)i