

可在极端低温下工作的动态二极管发电机及其制备方法

申请人：浙江大学

发明人：郑浩男，斯佳祺，林时胜，陆阳华，余旭涛

说明书摘要

本发明涉及电子信息以及新型绿色可再生能源获取技术领域，公开了一种可在极端低温下工作的动态二极管发电机及其制备方法，该动态二极管主要包括具有不同费米能级的半导体和金属材料，两者中间添加一层水或者冰，金属和半导体层在垂直方向上相互接触、分离即可得到电信号输出，且在低温下能进一步提升输出电压。该动态二极管发电机区别于传统的动态二极管发电机，在低温下发电电压增强，尤其在 300K 至 77K 范围内温度越低发电电压越大，可以应用于寒冷地区如北极南极外太空等进行发电。且由于该动态二极管的特性，其可应用于压力、温度的传感领域。本发明工艺简单、成本低，在智能可穿戴设备、物联网等电子器件集成式原位能源供应上也有着广阔的应用前景。

权 利 要 求 书

1. 一种可在极端低温下工作的动态二极管发电机，其特征在于，该发电机包括三部分，第一部分为半导体层(1)，在其背面设有电极(2)；第二部分为一层水或者冰(4)，附在半导体层(1)的正面；第三部分为金属层(3)，与半导体层(1)具有不同费米能级，控制金属层在垂直方向上与半导体层的正面进行接触与分离即可产生电信号输出。
2. 根据权利要求1所述的一种可在极端低温下工作的动态二极管发电机，其特征在于，所述的半导体层(1)选自硅、砷化镓、铟镓砷、氧化锌、锗、碲化镉、氮化镓、磷化铟、二硫化钼、黑磷、二硒化钨、二碲化钼、二硒化钼、二硫化钨中的一种。
3. 根据权利要求1所述的一种可在极端低温下工作的动态二极管发电机，其特征在于，所述的金属层(3)选自铜、金、铂、钛、锌、铁、铝、镍中的一种，与半导体层(1)具有不同的费米能级。
4. 根据权利要求1所述的一种可在极端低温下工作的动态二极管发电机，其特征在于，所述的电极(2)选自金、钼、铜、银、钛、铬、镍、铂和铝中的一种或者几种的复合电极，厚度为1-500nm。
5. 根据权利要求1所述的一种可在极端低温下工作的动态二极管发电机，其特征在于，该发电机基于动态二极管结构，金属层(3)与半导体层(1)正面的一次接触与分离会产生正负交替的电压。
6. 根据权利要求1所述的一种可在极端低温下工作的动态二极管发

电机，其特征在于，该发电机在液氮冷却的极端低温环境时输出电压会有极大提升，在 300K 至 77K 范围内温度越低发电电压越高。

7. 制备如权利要求 1-6 任一项所述的一种可在极端低温下工作的动态二极管发电机的方法，其特征在于，制备过程包括如下步骤：

1) 在半导体层（1）背面制作电极（2）；

2) 将得到的半导体层浸入丙酮，进行正面的清洗处理，再取出用去离子水清洗后；再将半导体层浸入异丙醇，洗去正面残留的丙酮，最后取出去离子水清洗后吹干；

3) 在半导体层（1）正面附一层水或者冰（4）；

4) 将金属层（3）在垂直方向上与半导体层（1）的正面上不停进行接触与分离，所述金属层（3）作为另一电极，得到基于动态二极管的发电机；

5) 利用液氮冷却所述金属层（3），将金属层（3）在垂直方向上与半导体层（1）的正面上不停进行接触与分离，相对于 4) 可以极大程度提升输出电压。

说明书

可在极端低温下工作的动态二极管发电机及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种可在极端低温下工作的动态二极管发电机及其制备方法，属于电子信息及新型绿色可再生能源获取技术领域。

背景技术

[0002] 近年来随着物联网、可穿戴电子设备、微纳器件等快速发展，能源需求越来越广泛，对于应用场合也提出了更高的要求。在一些极端低温地区例如南极、北极、外太空等，没有光照，传统的太阳能电池就无法使用；电磁发电机受限于大体积的线圈，不便于携带，在这些地区会增加负重；而锂电池等化学电池则需要定期更换，一旦耗尽则无法继续供电。因而我们需要寻找一种在极端低温环境下也能正常工作的发电机，且具备轻质化、微型化、可持续供应电能的特点。

[0003] 在本发明中，我们利用两片具有不同费米能级的金属和半导体，中间添加一层水，制备了一种可在极端低温下工作的动态二极管发电机，金属片与半导体片在垂直方向上进行不停接触分离即可产生电能输出，可为各种电子设备和产品提供可再生、清洁能源。且本发明的发电机在极端低温环境下，可以极大程度提升发电电压，可以作为在南极、北极以及外太空等极端低温地区的发电方式。作为一种动态二极管，它可以感受外界压力的变化，也可感知温度的变化，可应用于传感器领域。器件结构和工艺流程简单、成本低，不受低温环境的限制，在智能可穿戴设备、物联网等的电子器件的集成式原位能源供应上也有着广阔的发展前景。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种可在极端低温下工作的动态二极管发电机及其制备方法。

[0005] 本发明的一种可在极端低温下工作的动态二极管发电机，包括三部分，第一部分为半导体层，在其背面设有电极；第二部分为一层水或者冰，附在半导体层的正面；第三部分为金属层，与半导体层具有不同费米能级，控制金属层在垂直方向上与半导体层的正面接触与分离即可产生电信号输出。

[0006] 上述技术方案中，所述的半导体层为硅、砷化镓、铟镓砷、氧化锌、锗、碲化镉、氮化镓、磷化铟、二硫化钼、黑磷、二硒化钨、二碲化钼、二硒化钼、二硫化钨等半导体材料中的一种。

[0007] 所述的金属层是铜、金、铂、钛、锌、铁、铝、镍等金属材料中的一种。

[0008] 所述的电极选自金、钯、银、铜、钛、铬、镍、铂和铝中的一种或者几种的复合电极，厚度为 1-500nm。

[0009] 所述的一种可在极端低温下工作的动态二极管发电机，金属层与半导体层正面的一次接触分离会产生正负交替的电压脉冲。

[0010] 所述的基于动态二极管的发电机，在液氮冷却低温环境下输出电压会有较大提升，且在 300K 至 77K 温度范围内温度越低发电电压越高。

[0011] 制备上述的一种可在极端低温下工作的动态二极管发电机的方法，包括如下步骤：

- 1) 在半导体层背面制作第一电极；
- 2) 将得到的半导体层浸入丙酮，进行正面的清洗处理，再取出用去离子水清洗后；再将半导体层浸入异丙醇，洗去正面残留的丙酮，最后取出去离子水清洗后吹干
- 3) 在半导体层正面附一层水或者冰；
- 4) 将金属层在垂直方向上与半导体层的正面上不停接触与分离，金属层作为另一电极，得到基于动态二极管的发电机。
- 5) 利用液氮冷却金属层，将其在垂直方向上与半导体层的正面上不停接触与分离，可以极大程度提升输出电压。

[0012] 本发明与现有技术相比具有的有益效果是：

本发明的一种可在极端低温下工作的垂直动态二极管可作为发电机提供电能供电，也可感知温度的变化作为一种传感器工作。该发电机在低温环境下发电电压增强，且在 300K 至 77K 范围内温度越低发电电压越大，可以应用于一些寒冷地区例如北极、南极、外太空等的发电。在这些低温地区，传统的太阳能电池发电受到限制，传统的电磁发电机受限于体积重量也不便于携带，而本发明的发电机在极端低温地区的发电效果反而会增强。本发明的发电器件结构和工艺流程简单、成本低，可以微型化和集成化，易于携带。原理与结构上属于首创，具

有先进性，克服了低温环境的限制。

[0013] 附图说明

图 1 为本发明的一种可在极端低温下工作的动态二极管发电机的结构示意图；
图 2 为基于 N 型硅/Water/Cu 动态二极管的发电机室温下的输出电压图；
图 3 为基于 N 型硅/Water/Cu 动态二极管的发电机低温下的输出电压图；
图 4 为基于 N 型硅/ Water/Au 动态二极管的发电机室温下的输出电压图；
图 5 为基于 N 型硅/ Water/Au 动态二极管的发电机低温下的输出电压图；
图 6 为基于 N 型硅/ Water/Pt 动态二极管的发电机在室温和低温下的输出电压对比图；

具体实施方式

[0014] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步说明。

[0015] 参照图 1，本发明的可在极端低温下工作的动态二极管发电机，是先在半导体材料层 1 背面制作第一电极 2；将一滴水或一层冰 4 附在半导体的正面上；将金属材料层 3 在垂直方向上与半导体材料层 1 正面不停接触分离，即得到基于动态二极管的发电机。其中半导体材料层 1 与金属材料层 3 具有不同的费米能级。进一步通过液氮冷却创造低温环境，能极大程度提升输出电压，更好地实现对电子器件的供能。

[0016] 实施例 1:

- 1) 在 N 型掺杂的硅片(电阻率 1Ω.cm)上的背面制作电极，材质为 20nm 钛/50nm 金电极；
- 2) 然后将得到的样品依次浸入丙酮和异丙醇中，进行表面清洗处理，用去离子水清洗后取出吹干；将一滴水或者一层冰附在硅片的正面；
- 3) 将铜 (Cu) 金属片在垂直方向上与 N 型硅片的正面进行接触分离，即可得到一个基于动态二极管的发电机，产生电信号。

本例所述的基于动态二极管的发电机，在N型硅和金属片之间添加一层水后，输出电信号如图2所示，产生的电压峰值大小可达0.4V左右。

[0017] 实施例 2:

- 1) 在 N 型掺杂的硅片(电阻率 1Ω.cm)上的背面制作电极，材质为 20nm 钛/50nm 金电极；

- 2) 然后将得到的样品依次浸入丙酮和异丙醇中，进行表面清洗处理，用去离子水清洗后取出吹干；将一滴水或者一层冰附在硅片的正面；
- 3) 用液氮将铜（Cu）金属片冷却，保持低温环境，在垂直方向上与 N 型硅片的正面进行接触分离，即可得到一个可在极端低温下工作的动态二极管发电机，产生电信号。在低温环境下，输出的电压峰值较室温下有非常明显的提升，如图 3 所示，能达到 0.8V。

[0018] 实施例 3:

- 1) 在 N 型掺杂的硅片（电阻率 $1\Omega\cdot\text{cm}$ ）上的背面制作电极，材质为 20nm 钛/50nm 金电极；
- 2) 然后将得到的样品依次浸入丙酮和异丙醇中，进行表面清洗处理，用去离子水清洗后取出吹干；将一滴水或者一层冰附在硅片的正面；
- 3) 将金（Au）金属片在垂直方向上与 N 型硅片的正面进行接触分离，即可得到一个基于动态二极管的发电机，产生的电压信号如图 4 所示；
- 4) 用液氮将金（Au）金属片冷却，保持低温环境，在垂直方向上与 N 型硅片的正面进行接触分离，即可得到一个可在极端低温下工作的动态二极管发电机，输出电压如图 5 所示，能达到 0.9V，较室温下有非常明显的提升。

[0019] 实施例 4:

- 1) 在 N 型掺杂的硅片（电阻率 $1\Omega\cdot\text{cm}$ ）上的背面制作电极，材质为 20nm 钛/50nm 金电极；
- 2) 然后将得到的样品依次浸入丙酮和异丙醇中，进行表面清洗处理，用去离子水清洗后取出吹干；将一滴水或者一层冰附在硅片的正面；
- 3) 用液氮将铂（Pt）金属片冷却，保持低温环境，在垂直方向上与 N 型硅片的正面进行接触分离，即可得到一个可在极端低温下工作的动态二极管发电机，低温环境下较室温下输出电压峰值有非常明显的提升，对比如图 6 所示

经过大量实验发现，采用不同金属层（金、铜、钛、铂等），本发明的一种可在极端低温下工作的动态二极管发电机，在低温环境下较室温环境下输出电压峰值均有非常明显的提升。可以应用在一些极端低温地区例如南北极、外太空等地的发电。

说明书附图

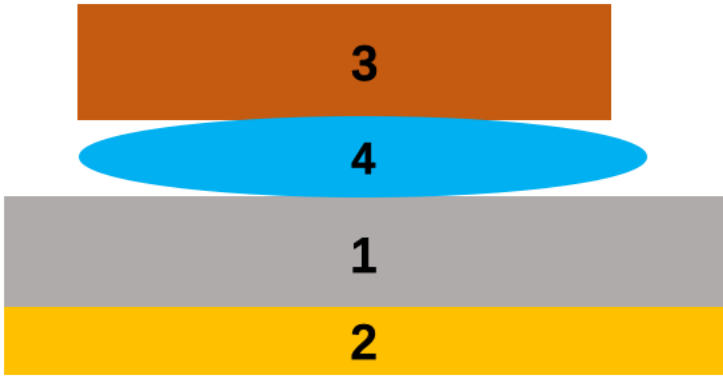


图 1

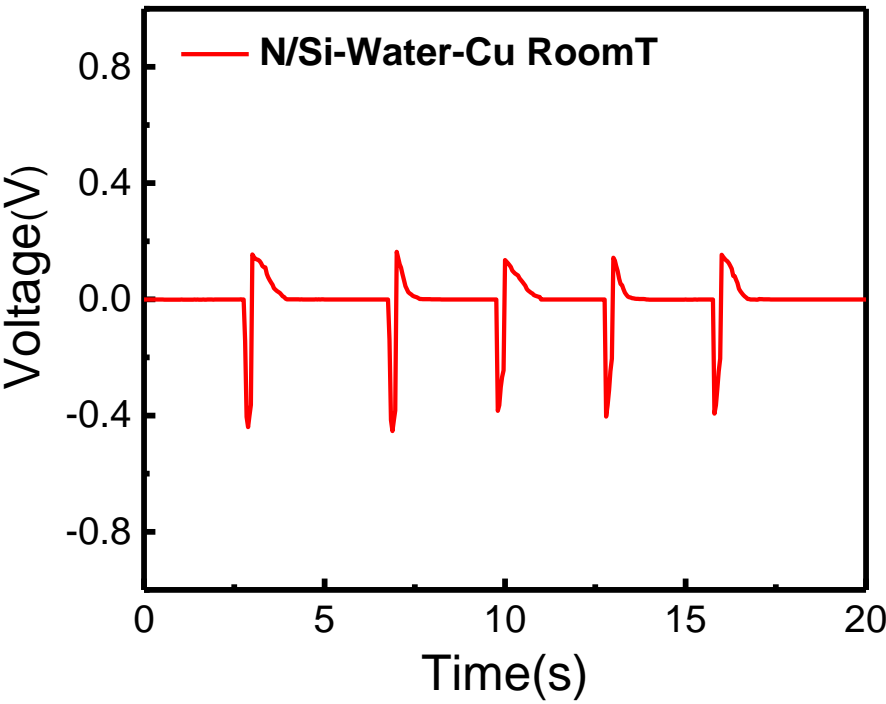


图 2

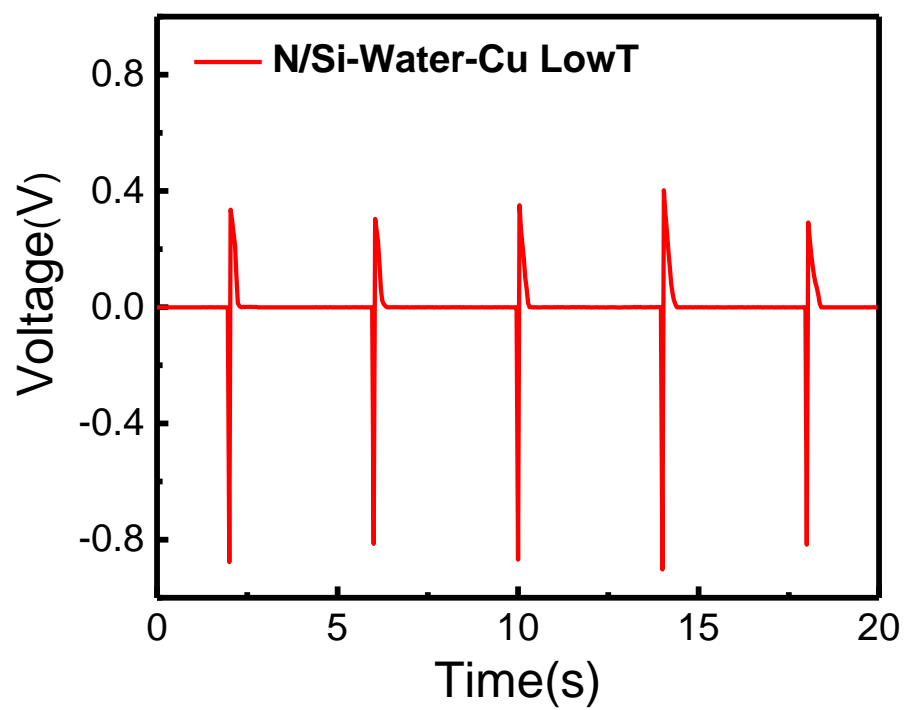


图 3

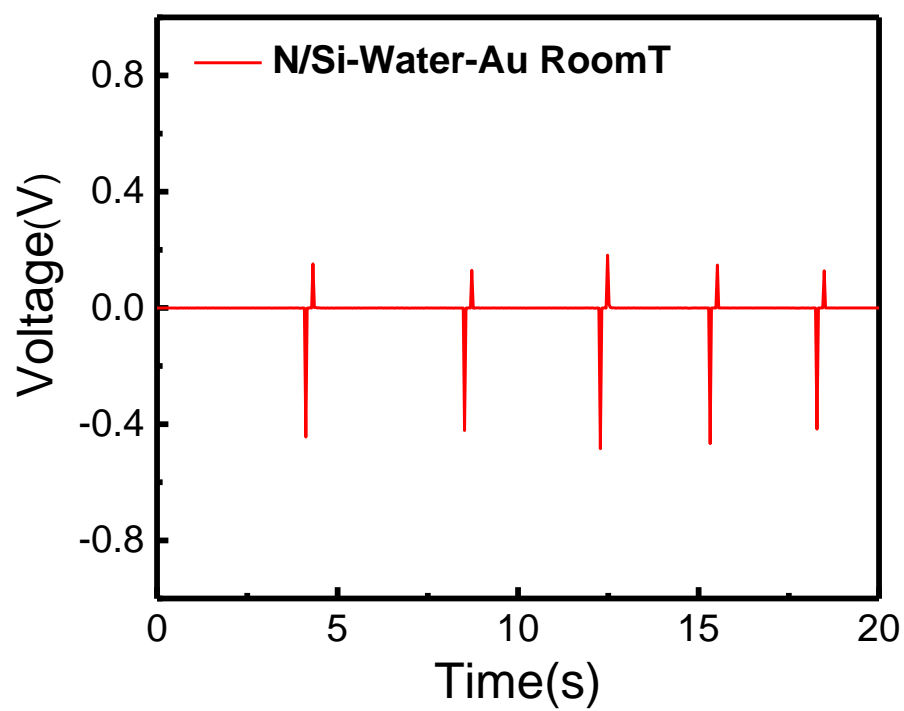


图 4

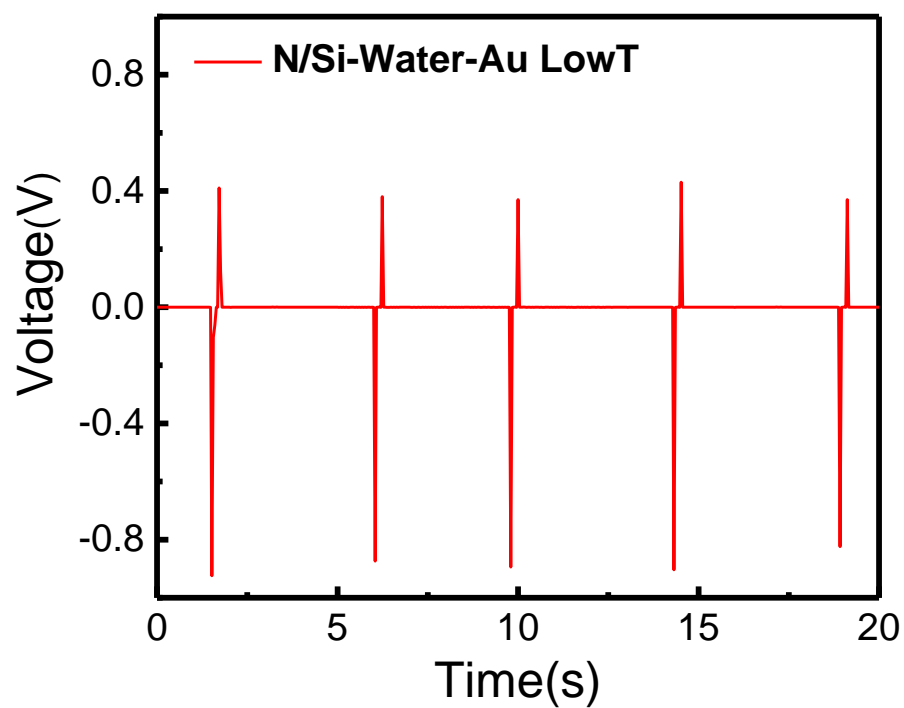


图 5

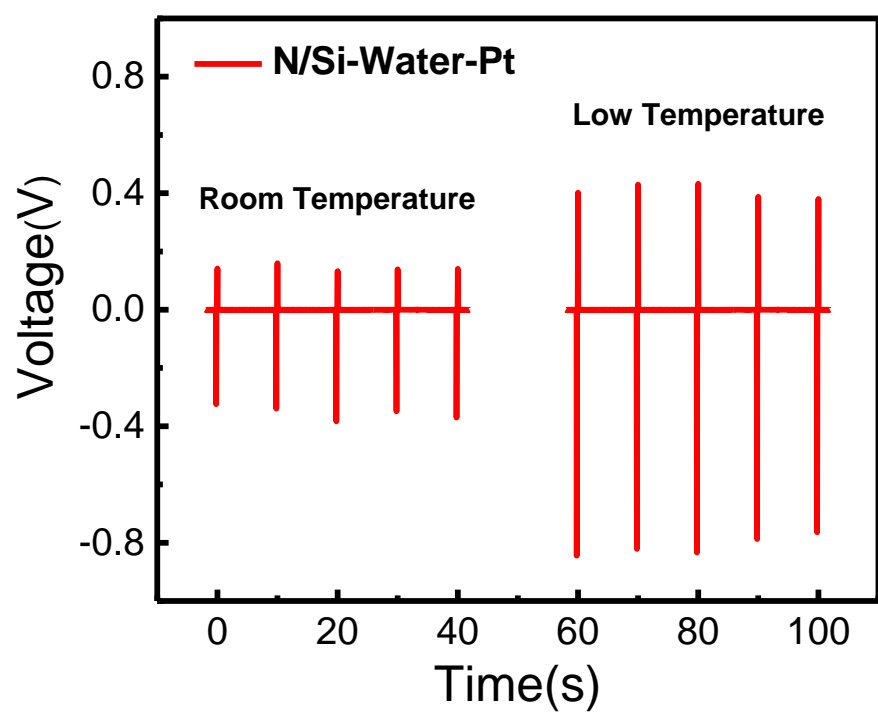


图 6



国家知识产权局

310013

浙江省杭州市西湖区玉古路 147 号黄鸿年科技综合大楼 215 室
杭州求是专利事务所有限公司 万尾甜(057187911326-819),韩介梅
(057187911326-819)

发文日:

2020 年 08 月 26 日



申请号或专利号: 202010870116.6

发文序号: 2020082602179520

专 利 申 请 受 理 通 知 书

根据专利法第 28 条及其实施细则第 38 条、第 39 条的规定,申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 202010870116.6

申请日: 2020 年 08 月 26 日

申请人: 浙江大学

发明创造名称: 可在极端低温下工作的动态二极管发电机及其制备方法

经核实,国家知识产权局确认收到文件如下:

实质审查请求书 每份页数:1 页 文件份数:1 份

说明书 每份页数:4 页 文件份数:1 份

说明书附图 每份页数:3 页 文件份数:1 份

权利要求书 每份页数:2 页 文件份数:1 份 权利要求项数: 7 项

发明专利请求书 每份页数:5 页 文件份数:1 份

说明书摘要 每份页数:1 页 文件份数:1 份

专利代理委托书 每份页数:2 页 文件份数:1 份

提示:

1. 申请人收到专利申请受理通知书之后,认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时,可以向国家知识产权局请求更正。
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后,再向国家知识产权局办理各种手续时,均应当准确、清晰地写明申请号。
3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后,依据专利法实施细则第 9 条予以审查。

审 查 员: 自动受理

审查部门: 专利局初审及流程管理部

200101
2019. 11

纸件申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 国家知识产权局受理处收
电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。