



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110905723 A

(43)申请公布日 2020.03.24

(21)申请号 201911128453.1

(22)申请日 2019.11.18

(71)申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 林时胜 余旭涛 陆阳华

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

代理人 万尾甜 韩介梅

(51) Int. Cl.

F03D 9/11(2016.01)

H02N 11/00(2006.01)

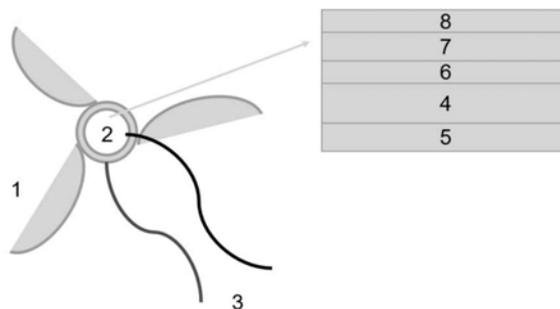
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种具有分形界面结构的新型风力发电机

(57)摘要

本发明涉及绿色、环保、可再生能源获取技术领域,公开了一种具有分形界面结构的新型风力发电机,包括风车传动系统、发电单元、电能储存设备;所述的发电单元包括相互接触的转子和定子,转子上设有第一电极,定子上设有第二电极,在接触面上,转子表面为第一种半导体材料,且布满分形结构,定子表面为第二种半导体材料或金属,且布满分形结构,转子、定子二者所用表面材料的费米能级不同,转子由风车传动系统驱动可相对定子进行旋转,使转子定子接触面相对滑动形成直流发电,通过第一、第二电极接入电能储存设备。本发明的发电机与传统的电磁发电机相比,不需要冗长的线圈,且不需要外加整流电路就能输出直流电信号,成本更低。



1. 一种具有分形界面结构的新型风力发电机,其特征在於,包括风车传动系统(1)、发电单元(2)、电能储存设备(3);所述的发电单元包括相互接触的转子(4)和定子(7),转子(4)上设有第一电极(5),定子(7)上设有第二电极(8),在接触面上,转子表面为第一种半导体材料,且布满分形结构,定子表面为第二种半导体材料或金属,且布满分形结构,转子、定子二者所用表面材料的费米能级不同,转子(4)由风车传动系统(1)驱动可相对定子(7)进行旋转,使转子定子接触面相对滑动形成直流发电,通过第一、第二电极接入电能储存设备(3)。

2. 根据权利要求1所述的具有分形界面结构的新型风力发电机,其特征在於,在转子(4)表面还设有一层绝缘层(6),转子(4)旋转时定子与绝缘层(6)相互接触并相对滑动。

3. 根据权利要求2所述的具有分形界面结构的新型风力发电机,其特征在於,所述的绝缘层(6)选自二氧化硅、氮化硅、氧化铝、氮化硼、氮化铝、氧化铪。

4. 根据权利要求2所述的具有分形界面结构的新型风力发电机,其特征在於,所述的绝缘层(6)厚度不超过100nm。

5. 根据权利要求1所述的具有分形界面结构的新型风力发电机,其特征在於,所述的分形结构为树状、网格状、雪花状、同心圆等形状中的一种。

6. 根据权利要求1所述的具有分形界面结构的新型风力发电机,其特征在於,所述的第一种半导体及第二种半导体均选自硅、砷化镓、镉镓砷、二硫化钼、黑磷、氧化锌、锗、氮化硅、碲化镉、氮化镓、磷化铟、石墨烯。

7. 根据权利要求1所述的具有分形界面结构的新型风力发电机,其特征在於,所述的金属为金、铁、钯、铜、银、钛、铬、镍、铂、铝中的一种。

8. 根据权利要求1所述的具有分形界面结构的新型风力发电机,其特征在於,所述的第一电极(5)与第二电极(8)均选自金、钯、铜、银、钛、铬、镍、铂和铝中的一种或者几种的复合电极。

一种具有分形界面结构的新型风力发电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有分形界面结构的新型风力发电机,属于新型绿色环保可再生能源获取技术领域。

背景技术

[0002] 在人类社会快速发展,化石能源日益枯竭,21世纪的能源危机已经引起越来越多的国家和科学家的重视,解决能源危机迫在眉睫。电能,作为日常生活和社会发展所利用最广泛的便捷能源,绝大部分都是以燃烧化石燃料产生,但所带来的经济效益相对较差,环境污染严重等问题较为突出,为解决这一问题,寻找绿色清洁能源显得尤为重要。科学家经过长时间的努力,对风能、太阳能等绿色清洁能源进行开发、利用,已取得初步成果,但能源供给还远远不能满足社会生产发展。在风能的开发利用中,以巨型风车利用风力推动风叶带动巨型的电磁线圈发电机组转动转化为电能的模式,虽已初步商业化,但面临成本高、设备体积重量庞大,运输及装配困难、发电效率相对较低等实际问题。为解决传统风力发电的一系列问题,需要寻找一种新型的风力发电机,通过优化风车发电装置,达到减小整个风力发电系统的体积和重量,同时达到降低成本、提高整个风能转化效率的目的,来更好地利用风能这一绿色、环保、可持续的能源,有效地缓解能源危机。

[0003] 近来,我们发现两种半导体或者半导体/金属间相对滑动,由于两者材料的费米能级不同,在两种材料接触表面,由于相对滑动,内部扩散电流与漂移电流平衡被打破,在内部电场作用下,从而输出电压和电流。这为开发新型发电机装置提供了新的思路。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种具有分形界面结构的新型风力发电机。该发电机具有极高的电流密度和发电电压,不需要外加整流电路即可输出直流电信号,且工作稳定。

[0005] 本发明的一种具有分形界面结构的新型风力发电机,包括风车传动系统、发电单元、电能储存设备;所述的发电单元包括相互接触的转子和定子,转子上设有第一电极,定子上设有第二电极,在接触面上,转子表面为第一种半导体材料,且布满分形结构,定子表面为第二种半导体材料或金属,且布满分形结构,转子、定子二者所用表面材料的费米能级不同,转子由风车传动系统驱动可相对定子进行旋转,使转子定子接触面相对滑动形成直流发电,通过第一、第二电极接入电能储存设备。

[0006] 所述的新型风力发电机可运用于远海、近海岸和西北地区等强风地带,也可运用于中部等弱风地区运用小型化风车集成和阵列设计进行风力发电。

[0007] 上述技术方案中,在转子表面还可以设有一层绝缘层,转子旋转时定子与绝缘层相互接触并相对滑动。所述的绝缘层是二氧化硅、氮化硅、氧化铝、氮化硼、氮化铝、氧化铅等绝缘材料中的一种;绝缘层的厚度优选不超过100nm。

[0008] 所述的第一电极与第二电极均选自金、钯、银、铜、钛、铬、镍、铂和铝中的一种或者几种的复合电极。

[0009] 所述的第一种半导体以及第二种半导体均选自硅、砷化镓、铟镓砷、二硫化钼、黑磷、氧化锌、锗、氮化硅、碲化镉、氮化镓、磷化铟、石墨烯；

[0010] 所述的金属通常为金、铁、钨、铜、银、钛、铬、镍、铂和铝中的一种。

[0011] 所述的分形结构为树状、网格状、雪花状、同心圆等形状中的一种，产生的电信号为直流电信号，且电流密度极高，比其他纳米发电机高几个数量级，且可减少传统风车发电的机舱、电磁线圈发电机等笨重的结构等。

[0012] 制备上述新型风力发电机的方法，其制备过程可以包括如下步骤：

- 1) 在第一种半导体材质的转子背面制作第一电极；
- 2) 在转子正面制备分形界面结构并生长一层绝缘层；
- 3) 在以第二种半导体或金属为材质的定子背面制作第二电极，正面制备分形界面结构；
- 4) 将定子正面与转子的绝缘层形成可滑动的接触，利用风叶固定转子，在风叶轴心上固定定子，转子可随风叶相对定子转动从而形成风力发电系统，利用风吹动叶片，即可产生直流电能源输出；

5) 将产生的电能通过电能储存系统进行存储或者直接给智能电子设备持续供电；

所述的分形结构的制备可以采用液压、对辊热压、纳米压印技术、光刻腐蚀或者其他任意已报道的方法。

[0013] 本发明与现有技术相比具有的有益效果是：

本发明的风力发电系统中，采用半导体表面且布满分形结构的转子、以及采用半导体或金属表面且布满分形结构的定子，其利用的发电原理与结构上属于首创，该结构不受位移电流的限制，具有先进性：在转子和定子相对转动过程中，由于有一个动态平衡的耗尽层和周期性变化的内建电场的存在，使得电子空穴向两端电极运动并被收集，从而可以实现机械能转换为电能，但是由于该转换为电能的效果仅在两材料接触面边界处达到最佳，对于连续大面积接触的转子和定子而言，其实际输出效果难以达到应用要求，通过对半导体界面进行分形结构设计，可以有效加剧界面载流子反弹，大大提高输出电流与输出功率，使发电机具有极高的电流密度。此外，通过进一步加入绝缘层，对界面的能级进行调控，增加势垒高度，加强内建电场，可以极大提高电压输出，实现不使用外部电路即可直接给电子设备供电。本发明基于半导体转子和定子结构的风力发电系统，与传统的巨型风车发电系统相比，不需要外加整流电流即可得到直流电，可以直接给外部电路供电，且工作稳定，其制备工艺步骤和系统结构均简单很多，减少了传统风车发电的机舱和电磁线圈发电机等结构，可实现减小风叶大小同时达到同样的发电效果，有效降低了成本。

附图说明

[0014] 图1为本发明基于分形界面结构的新型风力发电系统的结构示意图；

图2为基于分形界面结构的半导体转子和半导体定子(P型硅/石墨烯)的新型风力发电系统的一种具体结构示意图；

图3为基于P型硅/石墨烯的风力发电系统的I-V曲线图；

图4为基于P型硅/石墨烯的风力发电系统所产生的电压图；

图5为基于P型硅/10nm氮化铝/二硫化钼的风力发电系统的I-V曲线图；

图6为P型硅/10nm氮化铝/二硫化钼异质结的风力发电系统连续电压发电图；
图7为P型硅/10nm氮化铝/二硫化钼异质结的风力发电系统连续电流发电图；
图8为P型硅/铝风力发电系统产生的电压图；
图9为P型硅/铝风力发电系统产生的电流图；

具体实施方式

[0015] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步说明。

[0016] 参照图1,本发明的一种具有分形界面结构的新型风力发电机,包括风车传动系统1、发电单元2、电能储存设备3;所述的发电单元包括相互接触的转子4和定子7,转子4上设有第一电极5,定子7上设有第二电极8,在接触面上,转子表面为第一种半导体材料,且布满分形结构,定子表面为第二种半导体材料或金属,且布满分形结构,转子、定子二者所用表面材料的费米能级不同,转子4由风车传动系统1驱动可相对定子7进行旋转,使转子定子接触面相对滑动形成直流发电,通过第一、第二电极接入电能储存设备3。本发明利用风车传动系统带动风叶转子转动,与风车中定子形成相对滑动,构成直流发电系统,可以将外界的机械能直接转换为直流电能,并通过电能储存系统,将电能进行收集、利用,为社会发展和生产生活提供可再生、清洁的能源。该发电系统中通过对转子定子界面的分形结构设计,可以有效加剧界面载流子反弹,在结区极强的内建电场的作用下得到极高的电流密度;此外可设置绝缘层作为界面阻挡层,增加势垒高度,加强内建电场,从而可提高发电电压。该结构不需要外加整流电路即可输出直流电信号,且工作稳定,只需在转子、定子表面进行新型材料的生长及分形结构的制备,并使二者形成接触即可,工艺步骤和器件结构简单、制备成本低,可以进行大面积的集成运用,可以对传统风车发电的系统进行优化以更好地开发利用风能。

[0017] 实施例1:

1) 选取直径为50mm的硅棒,在P型掺杂的硅棒上的横截面制作电极,材质为100nm钛/金电极,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;

2) 在P型掺杂的硅棒的侧表面上进行树状分形结构制备,并在表面生长绝缘层,将处理好的硅棒进一步固定于风叶中心处,形成可与风叶一起转动的形式,作为转子结构;

3) 将生长好的石墨烯进行湿法转移,并在去离子水中清洗,去除石墨烯薄膜表面离子,并在石墨烯薄膜背面进行Ag电极制备,表面进行网格状分形结构制备。

4) 将石墨烯薄膜片转移至风叶轴心,完好包裹于轴心表面形成定子,与风叶上的半导体转子紧密接触并形成相对滑动;在风力作用下,风叶带动半导体转子转动,与定子相对旋转滑动,即可得到一个基于半导体转子和半导体定子结构的直流发电系统,产生直流电信号;

5) 整个风力发电机结构图,如图1所示。在传统的风力发电机转子上利用硅棒代替,在定子周围一圈铺上大面积的石墨烯薄膜形成半导体定子,通过风叶带动转子进行旋转运动,使硅棒与定子的石墨烯薄膜形成相对旋转滑动,产生电信号,实现基于半导体转子和半导体定子的新型风力发电机的整体框架,如图2所示;

6) 利用电极收集导出电信号,在电能储存系统上进行收集、储存。

所述的基于P型硅/石墨烯分形结构的新型风力发电机,是将石墨烯转移并包裹在定子结构表面,与半导体转子硅棒结构接触并相互旋转滑动,即得到一个直流发电机。P型硅/石墨烯的直流发电机的I-V曲线图如图3所示,具有整流特性,相互接触即形成一个内建电场。利用风能使得风力传动系统运转,测得石墨烯在P型硅表面旋转滑动,电极两端即可得到电信号,如图4所示,产生的电压大小约为0.4V。

[0018] 实施例2:

1) 在P型掺杂的硅棒上的截面制作电极,材质为200nm钛/金电极,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;

2) 在P型掺杂的硅棒上的表面制备雪花状分形结构,并在表面生长一层10nm的氮化铝;

3) 在二硫化钼晶体上的背面制作电极,材质为50nm铬/金电极,正面制备树状分形界面结构;

4) 将二硫化钼晶体作为定子,生长了一层10nm氮化铝的P型硅片作为转子,利用风能使得风叶转动带动转子转动,转子与定子接触并可相对滑动即可得到一个基于半导体转子和定子结构的直流发电系统,产生电信号;

5) 利用电极收集导出电信号,在电能储存系统上进行收集、储存。

所述的P型硅/氮化铝/二硫化钼新型直流发电机,将二硫化钼压在生长了一层10nm氮化铝的P型硅片上,接触并相对滑动即可输出电信号。P型硅/10nm氮化铝/二硫化钼异质结的直流发电机的I-V曲线图如图5所示,相互接触即形成一个内建电场,具有更好整流特性。与P型硅/二硫化钼异质结相比,势垒高度提高,从而提升了输出电压。将二硫化钼在P型硅表面滑动,电极两端即可得到电信号,产生电压大小大约为4V,如图6所示,产生的电流大小约为8 μ A,如图7所示,产生的电能可以进行收集储存。

[0019] 实施例3:

1) 在P型掺杂的硅片上的背面制作电极,材质为100nm钛/金电极,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;

2) 在P型掺杂的硅片上的正面制备同心圆状分形结构并在表面生长绝缘层;

3) 在薄金属铝片上的背面制作电极,材质为100nm银电极,正面制备网格状分形界面结构;

4) 将上述硅片作为转子表面,上述铝片作为定子表面,二者相互接触并可相互滑动即可得到一个基于半导体转子和定子结构的直流发电机,产生的电压如图8所示,产生的电流如图9所示,产生电信号。

5) 利用电极收集导出电信号,在电能储存系统上进行收集储存。

[0020] 实施例4:

1) 在N型掺杂的氮化镓片上的背面制作电极,材质为70nm铬/金电极,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;

2) 在N型掺杂的氮化镓片的正面制备树状分形结构并在表面生长一层50nm的氧化铝;

3) 在黑磷块体上的背面制作电极,材质为70nm银电极,正面制备雪花状分形界面结构;

4) 以上述生长了一层50nm氧化铝的N型掺杂的氮化镓作为转子表面,以上述黑磷晶体作为定子,二者相互接触并相互移动即可得到一个基于半导体转子和定子的新型直流发电机,产生电信号;

5) 利用电极收集导出电信号,在电能储存系统上进行收集储存。

[0021] 实施例5:

1) 在N型掺杂的砷化镓片上的背面制作电极,材质为80nm钛/金电极,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;

2) 在N型掺杂的砷化镓片的正面制备网格状分形结构并在表面生长一层20nm的氮化硅;

3) 在金片上的背面制作电极,材质为80nm钛/金电极,正面制备树状分形界面结构;

4) 以生长了一层20nm氮化硅的N型砷化镓片作为转子,以上述金片作为定子,使二者相互接触并相互移动即可得到一个基于半导体转子和定子结构的新型直流发电机,产生电信号;

5) 利用电极收集导出电信号,在电能储存系统上进行收集储存。

经大量实验研究发现,本发明的直流发电机中通过对界面采用分形结构设计可以有利于得到极高的电流密度,且设置的绝缘层的厚度最佳范围为100nm以下,当绝缘层厚度过厚时载流子无法通过,绝缘层太薄则势垒高度增加有限。适当的绝缘层厚度可以大大提高发电机的输出电压,并且有限降低电流输出。Si材料输出电流密度高,电压相对较低;而砷化镓材料的输出电流密度较低,但电压较高。

与传统的电磁发电机相比,本发明的发电机不需要冗长的线圈,摩擦阻力小,可以进行小型化集成与阵列设计;本发电机电流密度极高,通过运用新材料,可将电能进行储存或者微型智能电子设备的直接供电;本发电机所需材料简单且不需要外加整流电路就能输出直流电信号,所需成本更低,可以广泛适用于海上风力发电、内陆风力发电,甚至弱风带地区的风力发电。

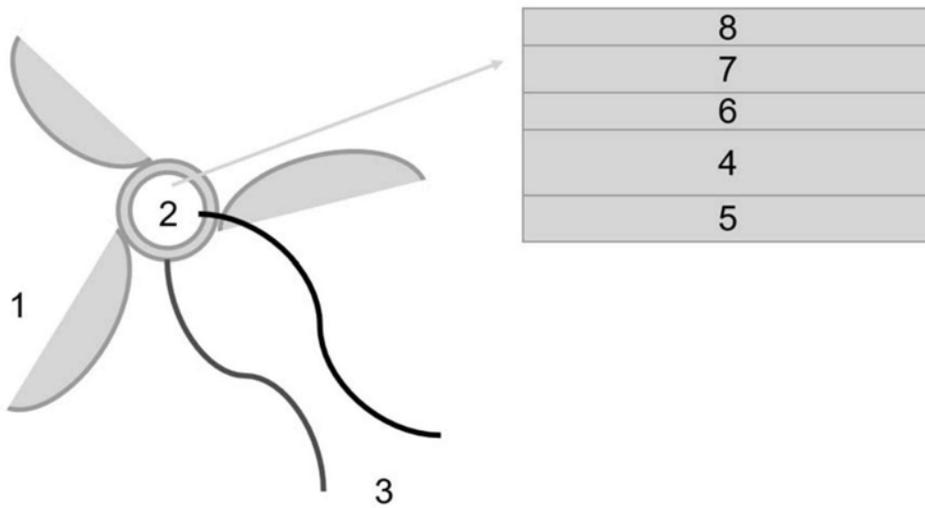


图1

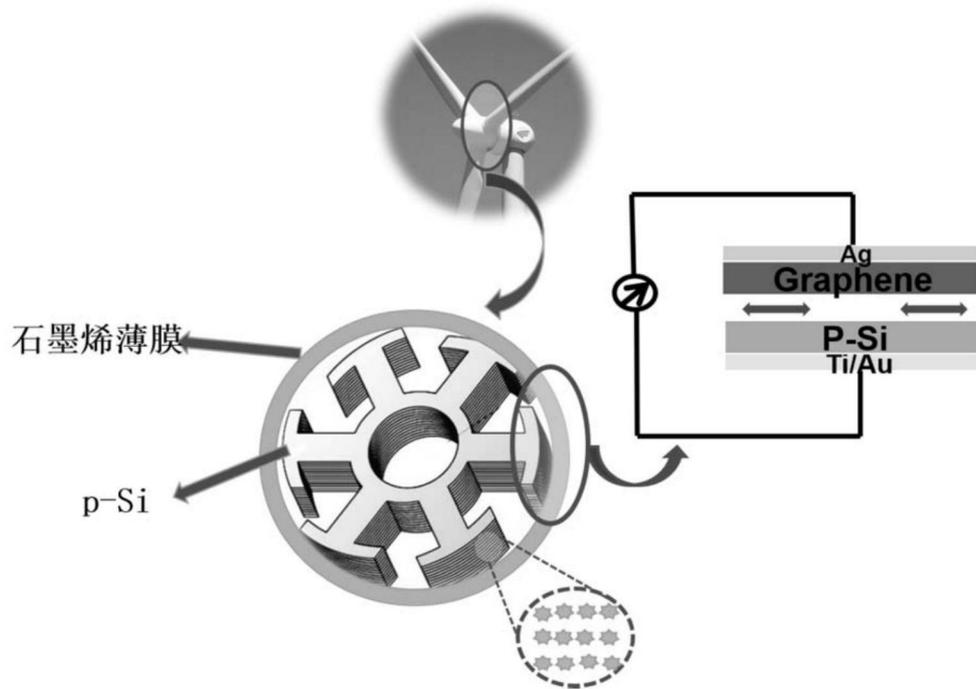


图2

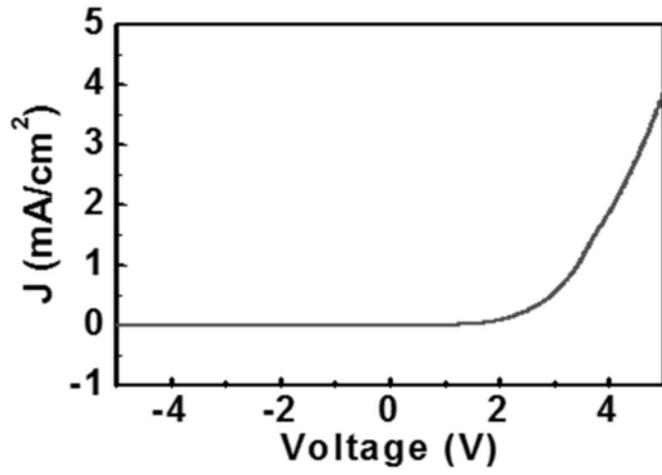


图3

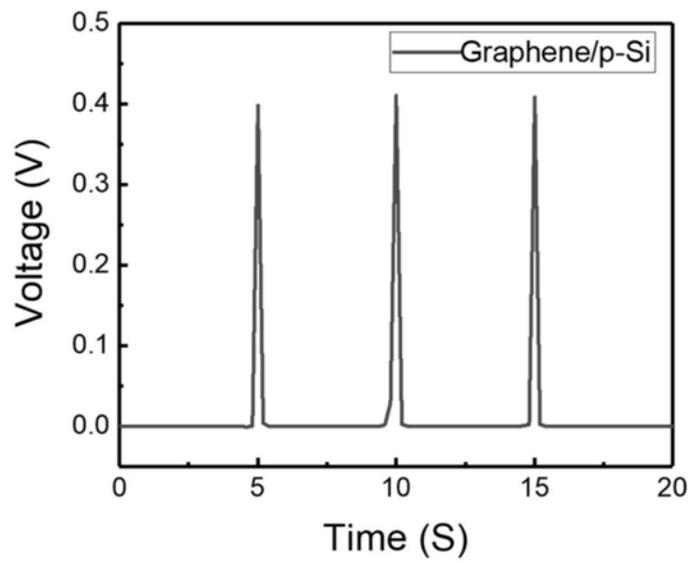


图4

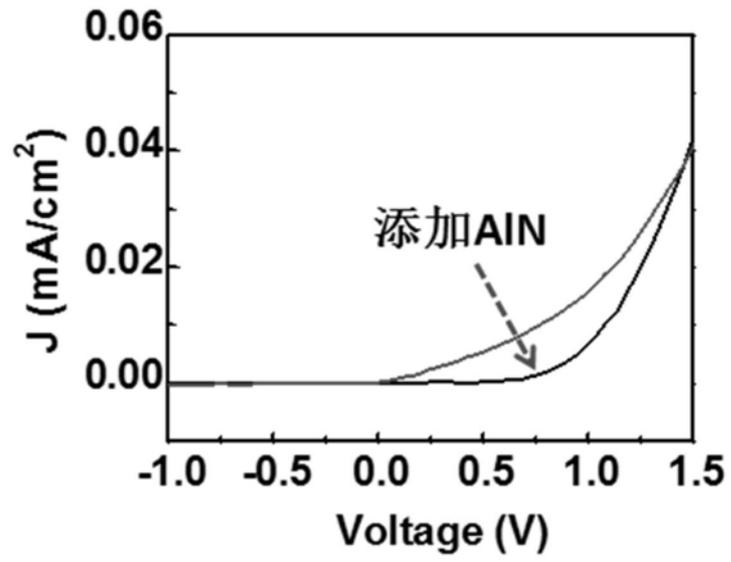


图5

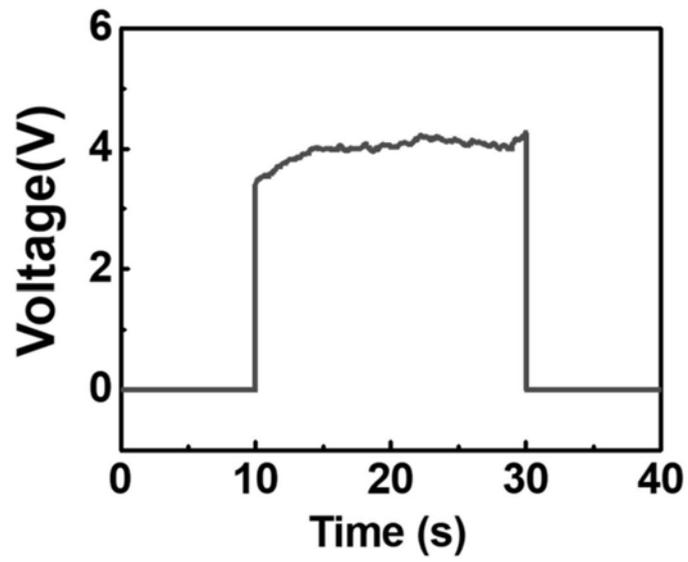


图6

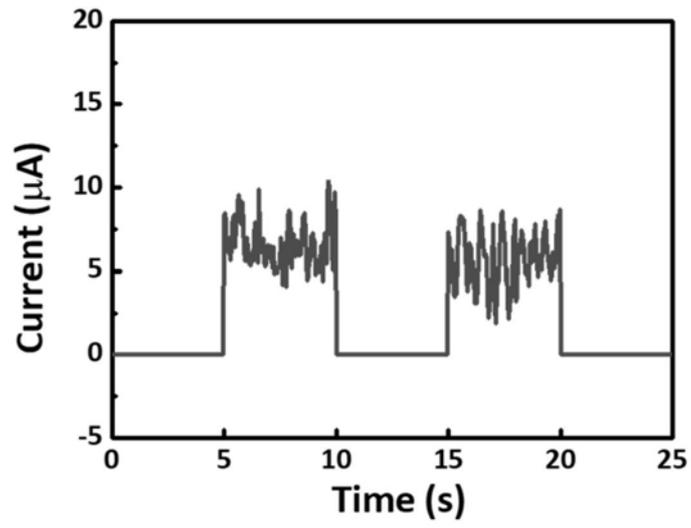


图7

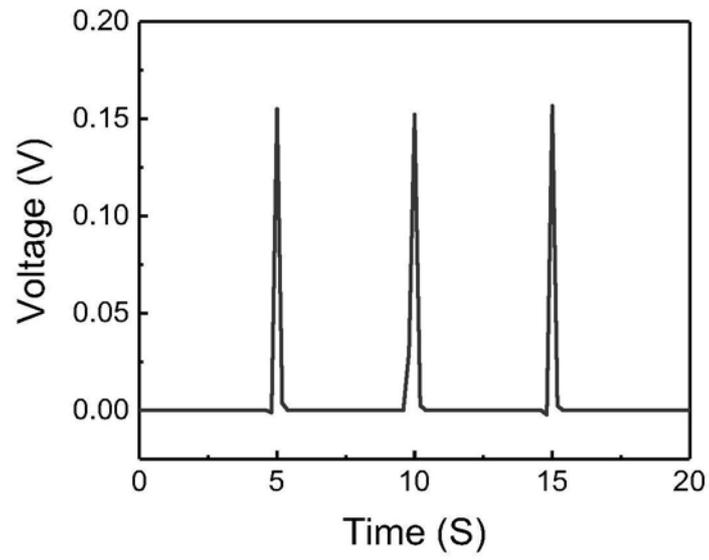


图8

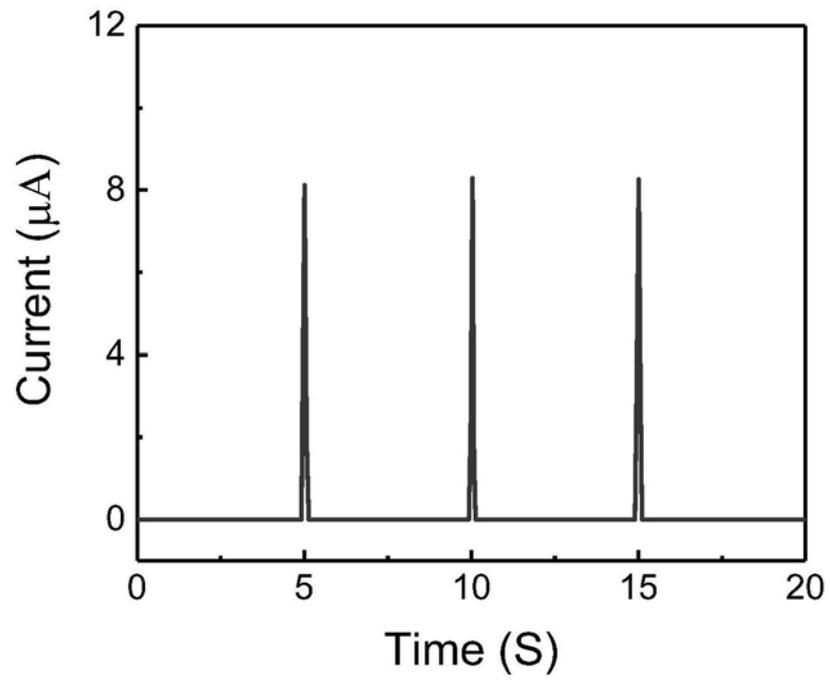


图9