

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

7₂

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2013 年 6 月 13 日 (13.06.2013)



W I P O | P C T



(10) 国际公布号

W O 2013/082823 A 1

- (51) 国际分类号 :
H01L 41/18 (2006.01) H01L 41/22 (2013.01)
- (21) 国际申请号 : PCT/CN201 1/083804
- (22) 国际申请日 : 2011 年 12 月 12 日 (12.12.2011)
- (25) 中 介 言 : 中文
- (26) 公布语言 : 中文
- (30) 优先权 :
201110404235.3 2011 年 12 月 7 日 (07.12.2011) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 中国鲜院微电子研 5% 所 (INSTITUTE OF MICROELECTRONICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区北土城西路 3#, Beijing 100029 (CN)。
- () 发明人 及
- () 发明人/申请人 (仅对美国): 万里兮 (WAN, Lixi) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区北土城西路 3#, Beijing 100029 (CN)。周静 (ZHOU, Jing) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区北土城西路 3#, Beijing 100029 (CN)。
- (74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司 (UNITALEN ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市朝

阳区建国门外大街 22 号赛特广场 7 层, Beijing 100004 (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, 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, ML, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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))。

(54) Title: LAMINATED STRUCTURE OF PIEZOELECTRIC NANOWIRE AND MANUFACTURING METHOD THERE - FORE

(54) 发明名称: 压电纳米线的叠层结构及其制造方法

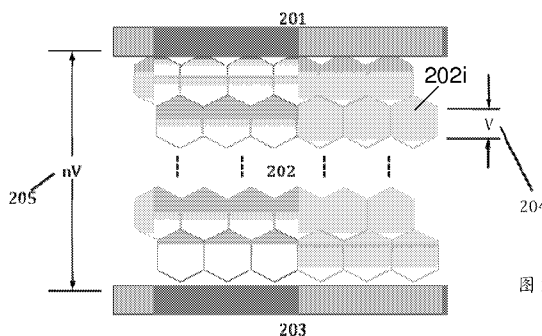


图 3 / Fig. 3

(57) Abstract: A laminated structure of a piezoelectric nanowire comprises: a first conductive layer (201); a piezoelectric layer (202) on the first conductive layer (201), the piezoelectric layer (202) comprising a stack formed by multiple piezoelectric nanowires (202i); and a second conductive layer (203) on the piezoelectric layer (202). Multiple piezoelectric nanowires are stacked to form the piezoelectric layer, so that a structure of piezoelectric nanowires connected in series is formed and outputs a higher voltage when being bent under pressure because voltages generated by the piezoelectric effect thereof are in a series connection. Further, the first conductive layer and the second conductive layer facilitate lead-out of piezoelectric signals, and protect the piezoelectric layer, thereby facilitating application of the laminated structure of the piezoelectric nanowire to the manufacturing of various devices.

(57) 摘要: 一种压电纳米线的叠层结构, 包括: 第一导电层 (201); 第一导电层 (201) 上压电层 (202), 所述压电层 (202) 包括由多条压电纳米线 (202i) 形成的堆叠; 压电层 (202) 上的第二导电层 (203)。通过将多条压电纳米线堆叠后形成压电层, 从而形成了压电纳米线自串联的结构, 在受到压力弯曲时, 其压电效应产生的电压串联, 因此输出了更高的电压, 此外, 第一导电层和第二导电层便于将压电信号引出, 并保护了压电层, 便于将压电纳米线叠层结构应用于各种器件的制造。



2013 082823 A1

压电纳米线的叠层结构及其制造方法

本申请要求于 2011 年 12 月 07 日提交中国专利局、申请号为 201110404235.3、发明名称为“压电纳米线的叠层结构及其制造方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5

技术领域

本发明涉及压电器件及制造技术，更具体地说，涉及一种压电纳米线的叠层结构及其制造方法。

10 背景技术

压电材料是受到压力作用时会在两端面间出现电势差的晶体材料，广泛应用于 MEMS (Micro Electromechanical System, 微电子机械系统) 领域，例如压力、震动传感器，甚至微型发电机等。

近年来的研究发现，垂直生长的压电材料氧化锌纳米棒 (或称氧化锌纳米线) 在受到侧向外力作用弯曲时具有压电特性。氧化锌纳米棒的横截面为正六边形，当纳米棒受力被压弯时，向外部分受到拉伸，向内部分受到挤压。由压电原理知道，拉伸和挤压将产生方向相反的电场，也就是沿轴向方向在中分面两侧将产生方向相反的两个电场。因此，无论向何方向弯曲，横截面上部始终为正电位，下部为负电位，中分面与生长衬底相连接为零电位，截面上部的正电位大小与纳米棒弯曲的程度成正比例，弯曲越大，电位越高。根据研究，长度在 1 微米左右，直径在 40 至 80 纳米的氧化锌纳米棒的电压在扣除由于接触生成的肖特基二极管上的正向压降外，输出电压在 5 至 50 微伏之间，内阻在几十到几百 kΩ 左右。

然而，单根纳米棒产生的电压一般为几十毫伏，电流在几皮安左右，电压和电流都太小，远不足以驱动通常的电子系统。一般地，通过纳米棒阵列并联的方法来扩大面积，增加参与的纳米棒数量，从而增加电流。而增加电压是十分困难的，需要将纳米棒串连起来，但纳米棒的尺度太小，现在工艺很难做得到。

—2—

因此，有必要提出一种具有大的压电电压纳米棒结构及其制造方法。

发明内容

5 本发明实施例提供了一种压电纳米线的叠层结构，具有大的压电电压，且易于实现。

为实现上述目的，本发明实施例提供了如下技术方案：

一种压电纳米线的叠层结构，包括：

第一导电层；

10 第一导电层上压电层，所述压电层包括由多条压电纳米线形成的堆叠；
压电层上的第二导电层。

可选地，所述压电纳米线的材料为氧化锌、二氧化硅或四氧化锡。

可选地，所述压电纳米线的直径为10nm-100um。

可选地，所述压电纳米线的长度为300nm-10mm。

可选地，所述压电层的厚度为500nm-10000um。

15 可选地，所述堆叠中的压电纳米线基本上有序或无序地平行于与第一导电面排列。

可选地，所述第一导电层和第二导电层的厚度为100nm-10mm。

此外，本发明还提供了一种压电纳米线的叠层结构的制造方法，包括：

提供衬底；

20 在所述衬底上生长压电纳米线；

将压电纳米线从衬底上剥离；

将多条压电纳米线堆叠后进行压合，以形成压电层；

在压电层相对的表面上分别形成第一导电层和第二导电层。

—3—

可选地，将多条压电纳米线堆叠后进行压合的步骤包括：

将剥离后的压电纳米线浸泡在挥发性液体中；

将包含多条压电纳米线的挥发性液体倒于第一衬垫片上，在挥发性液体挥发后，将第二衬垫片放置于压电纳米线之上；

5 从第一衬垫片及第二衬垫片施加压力进行压合，以形成由多条压电纳米线堆叠而成的压电层；

去除第一衬垫片及第二衬垫片。

可选地，将多条压电纳米线堆叠后进行压合的步骤包括：

将剥离后的压电纳米线浸泡在过滤液体中；

10 通过过滤膜将过滤液体去除；

从过滤膜上将压电纳米线剥离并将压电纳米线堆叠在第一衬垫片上，并将第二衬垫片放置于压电纳米线之上；

从第一衬垫片及第二衬垫片施加压力进行压合，以形成由多条压电纳米线堆叠而成的压电层；

15 去除第一衬垫片及第二衬垫片。

可选地，所述压电纳米线的材料为氧化锌、二氧化硅或四氧化锡。

与现有技术相比，上述技术方案具有以下优点：

20 本发明实施例的压电纳米线的叠层结构，通过将多条压电纳米线堆叠后形成压电层，从而形成了压电纳米线自串联的结构，在受到压力弯曲时，其压电效应产生的电压串联，因此输出了更高的电压，此外，第一导电层和第二导电层便于将压电信号引出，并保护了压电层，便于将压电纳米线的叠层结构应用于各种器件的制造。

附图说明

通过附图所示，本发明的上述及其它目的、特征和优势将更加清晰。在全部附图中相同的附图标记指示相同的部分。并未刻意按实际尺寸等比例缩放绘制附图，重点在于示出本发明的主旨。

5 图 1 为本发明的压电纳米线的叠层结构的结构示意图；

图 2 为压电纳米线的堆叠的升压原理图；

图 3 为本发明的压电纳米线的叠层结构的横截面的自升压原理图；

图 4 为根据本发明实施例定向输出电压的压电纳米线的叠层结构的形变状态示意图；

10 图 5 为根据本发明实施例无输出电压的压电纳米线的叠层结构的形变状态示意图；

图 6 为根据本发明实施例的全向输出电压的压电纳米线的叠层结构的结构示意图。

15 具体实施方式

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

20 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明，但是本发明还可以采用其他不同于在此描述的其它方式来实施，本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似推广，因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

其次，本发明结合示意图进行详细描述，在详述本发明实施例时，为便于说明，表示器件结构的剖面图会不依一般比例作局部放大，而且所述示意图只是示例，其在此不应限制本发明保护的范围。此外，在实际制作中应包含长度、25 宽度及深度的三维空间尺寸。

正如背景技术中的描述，单条的氧化锌纳米线产生的电压很小，不足以驱动电子器件工作，而将纳米线串联起来增大输出电压在工艺上很难实现。在本发明中，通过将压电纳米线的堆叠起来形成压电层，从而在截面上形成自串联

—5—

的层叠结构，从而提高输出电压，如图1所示，为本发明中的压电纳米线堆叠的升压原理图，图例中为压电纳米线101有序地堆叠在一起的理想情况，在压电纳米线101弯曲时，每一根压电纳米线101在轴向的上部都受到拉伸产生正电位，在轴向的下部都受到挤压产生负电位，由于压电纳米线101堆叠在一起而使压电纳米线的轴向的表面相互接触，从而使输出电压串联，若每条压电纳米线101的输出电压102为V，在堆叠的横截面上的输出电压103串联电压nV，从而通过这种自串联的方式实现了整体输出电压的升高。

基于上述原理，本发明提出了一种压电纳米线的叠层结构，通过将多条压电纳米线堆叠后形成压电层，从而形成了压电纳米线自串联的结构，并且在压电层的上下表面上分别形成导电层，通过导电层可以将输出电压信号引出，并保护了压电层，便于将压电纳米线的叠层结构应用于各种器件的制造。参考图2-5所示，该压电纳米线的叠层结构包括：

第一导电层201；

第一导电层201上压电层202，所述压电层包括由多条压电纳米线202i形成的堆叠；

压电层202上的第二导电层203。

在本发明中，所述压电纳米线也可称作压电纳米棒，为具有压电特性材料的纳米线，压电材料可以为氧化锌、二氧化硅、四氧硫化镓或其他具有压电特性的材料。通常地，纳米线或纳米棒为具有在径向上被限制在纳米尺度（长度没有限制）的一维结构，目前，典型的纳米线为直径在十几纳米到数百纳米、长度在数微米到几十微米或更长的一维材料。在本发明的实施例中，所述压电纳米线的直径可以为10nm-100um，压电纳米线可以为1um-10mm，或者其他合适的尺寸。

可选地，在压电纳米线之间还具有其他有机或无机材料，以提高该结构的性能或工艺过程中的可制造性，例如还可以具有各向异性导电胶，该各向异性导电胶即有粘接的作用，又有只在受压才表现出导电性的特性，使压电纳米线间接触更为紧密。

其中，压电纳米线具有基本一致的长度，其长度通常是越长越好，长的纳米线便于交织和堆叠，过短会造成非水平的堆叠而减少压电效应的输出效率，

—6—

在本发明的实施例中，压电纳米线的长度可以为 300nm-10mm，或其他合适的长度。

其中，所述第一导电层和第二导电层可以为相同或不同的导电材料，导电材料例如单金属材料、多金属复合材料、合金材料或导电有机材料等等，所述
5 第一导电层和第二导电层可以具有相同或不同的厚度，其厚度范围可以为 100nm-10mm。所述第一导电层和第二导电层分别形成在压电层相对的表面上，通过该第一和第二导电层将压电层的电压信号引出，并对压电层提供物理支撑，使整个压电层成型，便于后续应用于各种器件的制造，也为压电层提供了保护，使其不受外界污染和损坏等。

10 其中，参考图 4 所示，所述压电层可以为由所述压电纳米线基本上有序排列形成的堆叠。也就是说，在压电层中，压电纳米线 402 的径向取向基本一致，堆叠中至少大多数的压电纳米线有序地与第一导电面平行地排列，对于该纳米线有序排列的叠层结构，其输出电压为定向输出，也就是说输出电压与该结构的形变方向相关，输出电压的大小与形变大小有关，在该结构的形变面的
15 法向在纳米线 402 的径向与该结构未形变时的法向面内时，如图 4 所示，该结构的输出为最大；在该结构的形变面的法向在纳米线 502 的径向与该结构未形变时的法向相垂直的面内时，如图 5 所示，该结构无输出，其他任何位置的形变产生的输出介于这两者之间，与具体形变的方向有关。

其中，由压电纳米线堆叠形成的压电层的厚度为 500nm-10000um，或者
20 其他合适的厚度，可以根据具体的设计需要和制造工艺来确定所要形成的压电层的厚度。

参考图 6 所示，所述压电层可以为由所述压电纳米线基本无序排列形成的堆叠，也就是说，在压电层中，压电纳米线 602 的径向取向是杂乱的，堆叠中的至少大多数的压电纳米线无序地平行于第一导电层排列，对于该纳米线无序
25 排列的叠层结构，其输出电压为不定向输出，虽然纳米线为杂乱堆叠形成压电层的，但纳米线间仍然是接触的，仍可以通过自串联的方式实现整体结构输出电压的升高。对于该纳米线无序排列的叠层结构，其输出电压与形变方向无关，如图 6 所示。

需要说明的是，对于压电层中的压电纳米线，理想的状态为全部的压电纳

—7—

米线都平行于第一导电层排列并有序地堆叠形成压电层,而由于制造工艺的限制,该理想状态并不易实现,但大多数的压电纳米线平行于第一导电层排列并有序或无序地堆叠形成的压电层,同样可以达到本发明的目的。

以上对本发明的压电纳米线的叠层结构的技术方案和效果进行了详细的描述,此外,本发明还提供了上述结构的制造方法,该方法包括:

提供衬底;

在所述衬底上生长压电纳米线;

将压电纳米线从衬底上剥离;

将多条压电纳米线堆叠后进行压合,以形成压电层;

10 在压电层相对的表面上分别形成第一导电层和第二导电层。

为了更好地理解本发明,以下将根据该制造方法的流程对具体实施例的制造过程进行详细的描述。

在步骤 S01, 提供衬底。

在此实施例中,提供硅衬底,所述硅衬底为用于形成压电纳米线的基底,所述硅衬底已进行过清洗处理等前期操作。

在步骤 S102, 在所述衬底上生长压电纳米线。

可以通过任何合适的方法形成其他所需的压电纳米线。

在此实施例中,采用蒸发法在硅衬底上形成氧化锌的纳米线,氧化锌的纳米线的长度基本一致,在此实施例中,长度可以为 10um-100um。

20 在步骤 S103, 将压电纳米线从衬底上剥离。

在此实施例中,将氧化锌的纳米线从硅衬底上刮下。

在步骤 S104, 将多条压电纳米线堆叠后进行压合,以形成压电层。

具体地,在一个实施例中通过挥发法来制作压电层,具体地:

首先,将剥离后的压电纳米线浸泡在挥发性液体中。

25 在此实施例中,将刮下的氧化锌的纳米线浸泡在挥发性液体但不溶解氧化锌的液体中,例如酒精。

而后,将包含多条压电纳米线的挥发性液体倒于第一衬垫片上,使压电纳米线堆叠在一起,在挥发性液体挥发后,将第二衬垫片放置于压电纳米线的堆叠之上。

所述第一和第二衬垫片用于支撑多条压电纳米线的堆叠的基片,并用于后续压合工艺的衬垫。在此实施例中,所述第一和第二衬垫片为硅片,氧化锌纳米线杂乱地堆置在第一衬垫片上,第二衬垫片覆盖在氧化锌纳米线之上。

而后,从第一衬垫片及第二衬垫片施加压力进行压合,以形成由多条压电
5 纳米线堆叠而成的压电层。

可选地,在此步骤中,还可以采用过滤法来制作该压电层,具体地:

首先,将剥离后的压电纳米线浸泡在过滤液体中,过滤液体例如水,压电
纳米线例如氧化锌纳米线。

而后,通过过滤膜将过滤液体去除,这样,压电纳米线堆置在了过滤膜上。

10 而后,从过滤膜上将压电纳米线剥离并将压电纳米线堆叠在第一衬垫片
上,并将第二衬垫片放置于压电纳米线之上,第一和第二衬垫片例如硅片。

而后,同挥发法的制作步骤,从第一衬垫片及第二衬垫片施加压力进行压
合,以形成由多条压电纳米线堆叠而成的压电层,以及去除第一衬垫片及第二
衬垫片。

15 在此实施例中,可以将上述结构放置于高压设备中进行压合成膜工艺,压
合后的压电纳米线的堆叠紧集成在一起,形成压电纳米线堆叠而成的压电
层。根据需要,在压合工艺中,还可以进行抽真空或加热的操作,以更好地进
行压合。

而后,除去第一衬垫片和第二衬垫片。

20 在步骤 S105,在压电层相对的表面上分别形成第一导电层和第二导电层。

在此实施例中,可以对上述压电层进行两面金属溅射,在压电层相对的两
个表面上镀上金属,从而形成第一和第二导电层。

至此,形成了本发明实施例的压电纳米线的叠层结构。

以上为本发明的较佳实施例,本发明并不限于此。

25

虽然本发明已以较佳实施例披露如上,然而并非用以限定本发明。任何熟
悉本领域的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围情况下,都可利用上述揭
示的方法和技术内容对本发明技术方案作出许多可能的变动和修饰,或修改为
等同变化的等效实施例。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发

—9—

明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰，均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

-10-

权 利 要 求

1、一种压电纳米线的叠层结构，其特征在于，包括：

第一导电层；

第一导电层上压电层，所述压电层包括由多条压电纳米线形成的堆叠；

5 压电层上的第二导电层。

2、根据权利要求1所述的叠层结构，其特征在于，所述压电纳米线的材料为氧化锌、二氧化硅或四氧化三铁。

3、根据权利要求1所述的叠层结构，其特征在于，所述压电纳米线的直径为10^{nm}-100^{nm}。

10 4、根据权利要求1所述的叠层结构，其特征在于，所述压电纳米线的长度为300nm-10mm。

5、根据权利要求1所述的叠层结构，其特征在于，所述压电层的厚度为500nm-10000^{um}。

15 6、根据权利要求1-5中任一项所述的叠层结构，其特征在于，所述堆叠中的压电纳米线基本上有序或无序地平行于第一导电面排列。

7、根据权利要求1所述的叠层结构，其特征在于，所述第一导电层和第二导电层的厚度为100nm-10mm。

8、一种压电纳米线的叠层结构的制造方法，其特征在于，包括：

提供衬底；

20 在所述衬底上生长压电纳米线；

将多条压电纳米线从衬底上剥离；

将多条压电纳米线堆叠后进行压合，以形成压电层；

在压电层相对的表面上分别形成第一导电层和第二导电层。

-11-

9、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，将多条压电纳米线堆叠后进行压合的步骤包括：

将剥离后的压电纳米线浸泡在挥发性液体中；

5 将包含多条压电纳米线的挥发性液体倒于第一衬垫片上，在挥发性液体挥发后，将第二衬垫片放置于压电纳米线之上；

从第一衬垫片及第二衬垫片施加压力进行压合，以形成由多条压电纳米线堆叠而成的压电层；

去除第一衬垫片及第二衬垫片。

10 10、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，将多条压电纳米线堆叠后进行压合的步骤包括：

将剥离后的压电纳米线浸泡在过滤液体中；

通过过滤膜将过滤液体去除；

从过滤膜上将压电纳米线剥离并将压电纳米线堆叠在第一衬垫片上，并将第二衬垫片放置于压电纳米线之上；

15 从第一衬垫片及第二衬垫片施加压力进行压合，以形成由多条压电纳米线堆叠而成的压电层；

去除第一衬垫片及第二衬垫片。

11、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述压电纳米线的材料为氧化锌、二氧化硅或四氧化三铁。

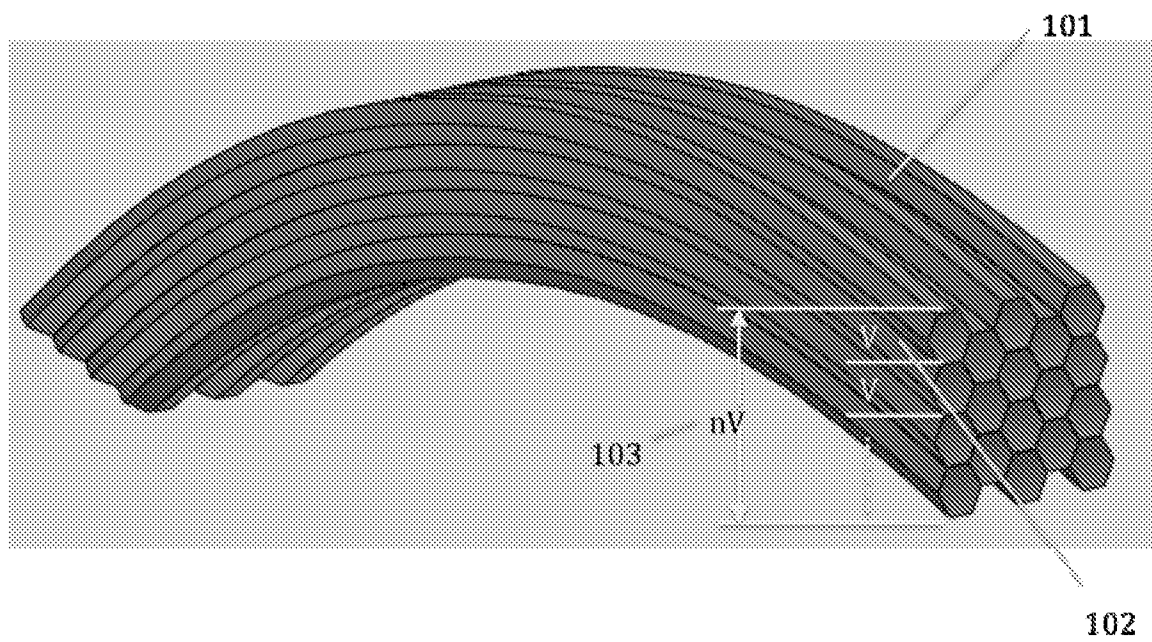


图 1

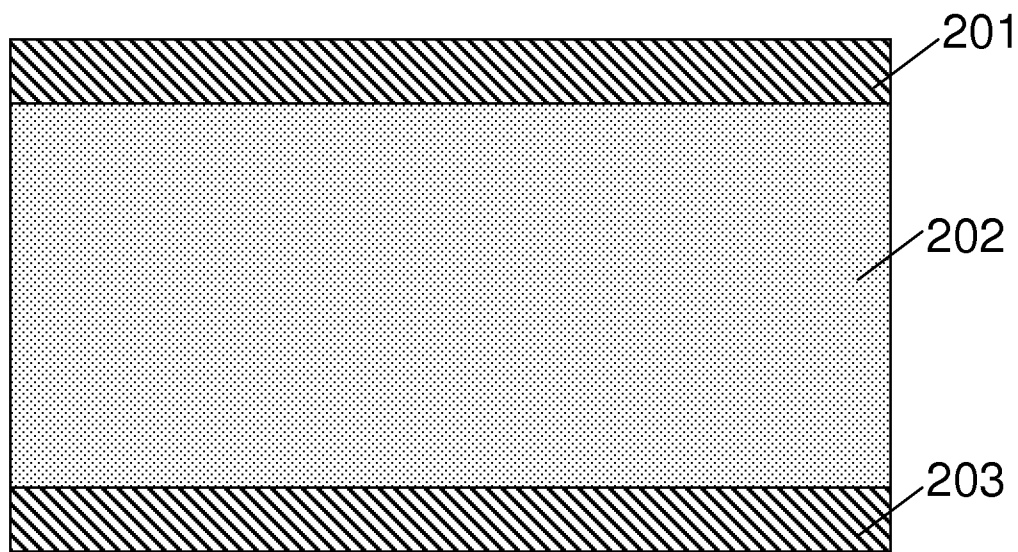


图 2

—2/3—

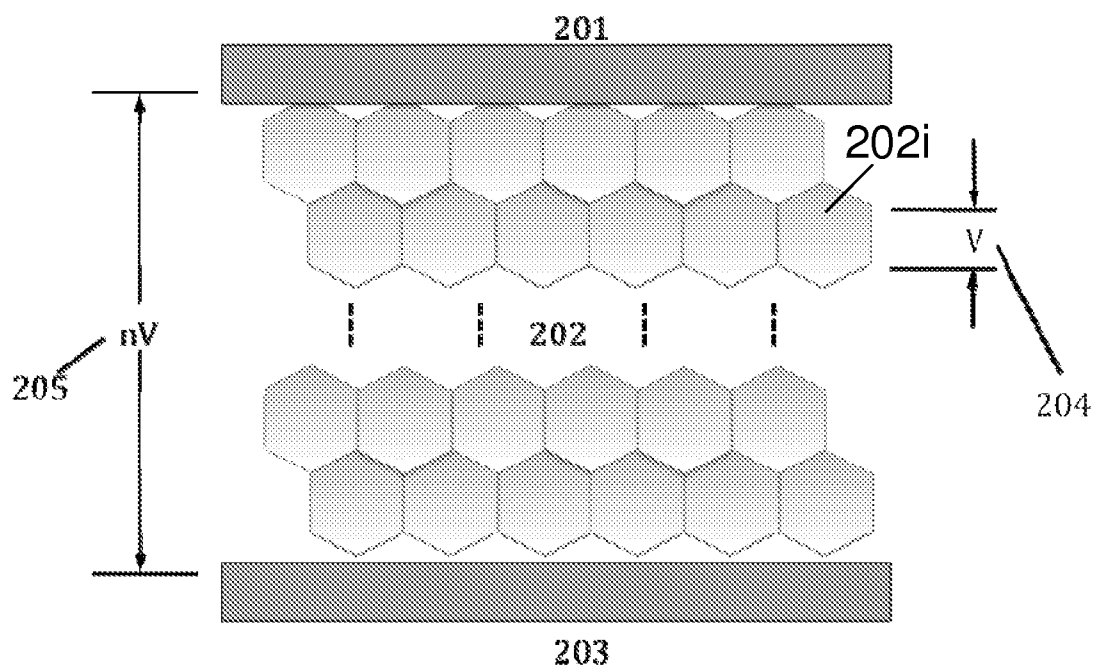


图 3

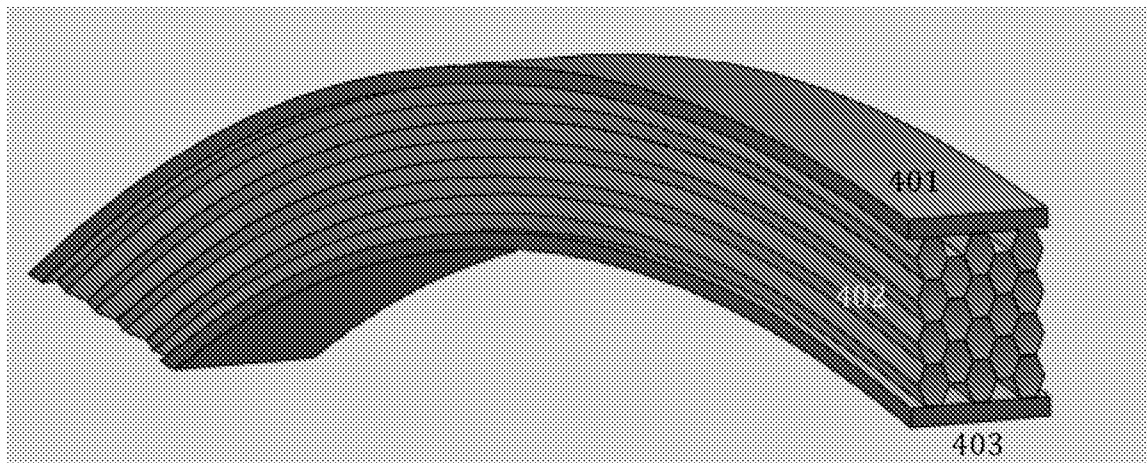


图 4

—3/3—

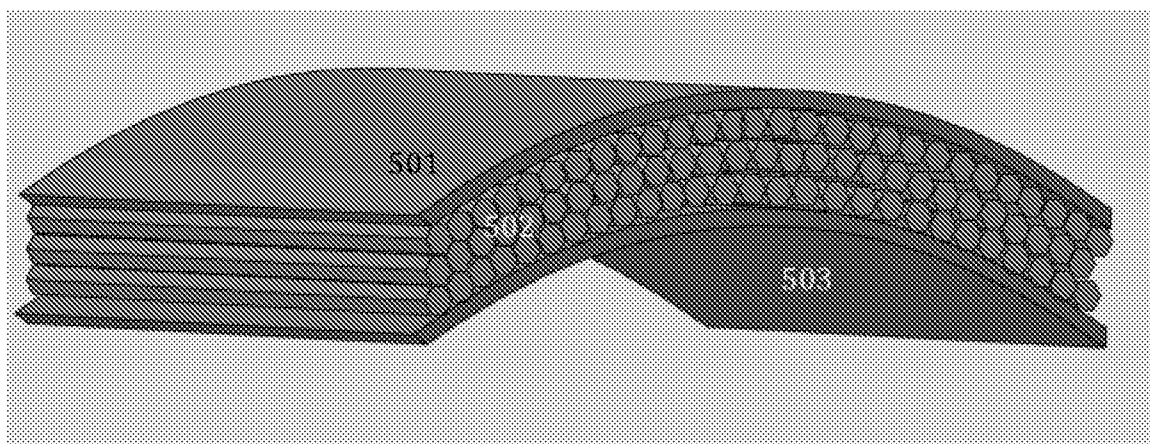


图 5

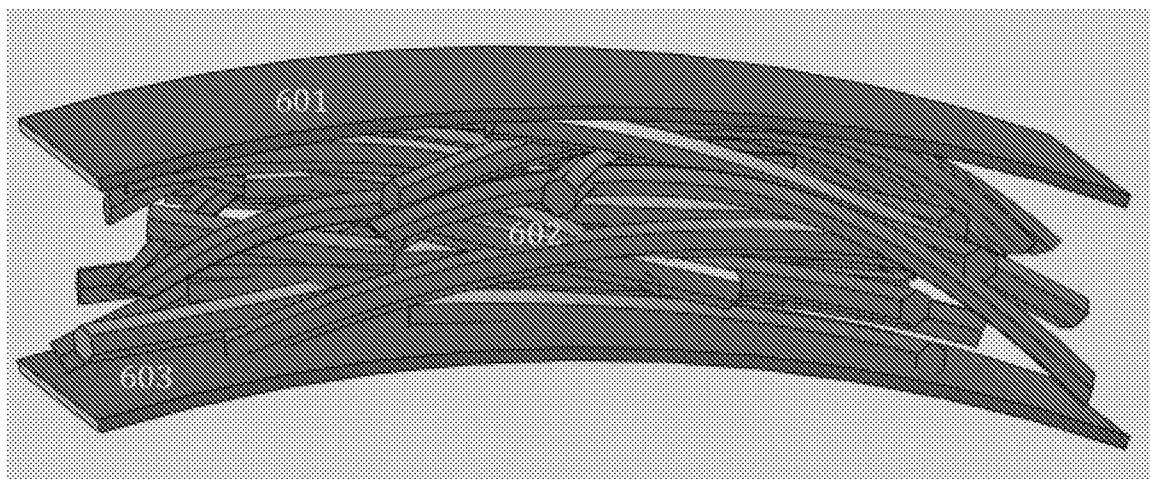


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2011/083804

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: H01L

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, CNKI, WPI, EPODOC, ISI: WAN, Lixi; ZHOU, Jing; nm, silica, quartz, sio, gallium sulfide tetraoxide, gaso?, conductivity, parallel, plane, horizontal, press fit, piezoelect+, nano+, nanowire?, nanorod?, nw?, nr?, nanobelt?, nanotube?, nb?, nt?, nanogenerator?, nanopower?, nanopiezotronic+, nano? generator, nano? dynamo, nano? alternator, generator, dynamo, alternator, zno, zinc oxide, stack+, array, electrode?, conductor

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WANG, Xudong et al., Direct-Cuttent Nanogenerator Driven by Ultrasonic Waves. SCIENCE. 06 April 2007, vol. 316, pages 102-105, ISSN 1095-9203	1-5, 7
X	CN 101859731 A (SUZHOU INSTITUTE OF NANO-TECH AND NANO-BIONICS (SINANO), CAS), 13 October 2010 (13.10.2010), claims 1-2, and description, paragraphs 32-44	8-11
A	US 2011107569 A I (GEORGIA TECH RESEARCH CORPORATION), 12 May 2011 (12.05.2011), the whole document	1-11
A	US 2010033059 A I (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. et al.), 11 February 2010 (11.02.2010), the whole document	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"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	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 20 August 2012 (20.08.2012)	Date of mailing of the international search report 27 September 2012 (27.09.2012)
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 WANG, Wenjie Telephone No.: (86-10) 62412092

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2011/083804

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101294844 A (WAN, Lixi), 29 October 2008 (29.10.2008), the whole document	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2011/083804

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101859731 A	13.10.2010	None	
U S 2011107569 A I	12.05.2011	W O 2012064571 A 2	18.05.2012
U S 2010033059 A I	11.02.2010	U S 7936111 B 2	03.05.2011
		U S 2011138610 A I	16.06.2011
		K R 20100019297 A	18.02.2010
CN 101294844 A	29.10.2008	None	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/083804

CONTINUATION A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER: According to International Patent Classification (IPC)

H01L 41/18 (2006.01) i

H01L 41/22 (2006.01) i

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:H01L

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,CNKI,WPI,EPODOC,ISI: 万里兮,周静,压电,纳米,奈米,nm, 纳米线 纳米棒,nw,nr, 氧化铟,ζηo, 二氧化硅,石英,sio, 四硫化铼,gaso?, 堆叠,层叠,叠+, 电极,导电,电导, 平行,平面,水平, 电机,压合 piezoelect+, nano+, nanowire?, nanorod?,nw?,nr?,nanobelt?,nanotube?,nb?,nt?,nanogenerator?,nanopower?,nanopiezotronic+,nano?generator,nano?dynam

o,nano?alternator,generator,dynamo,alternator,zno,zinc oxide, stack+, array, electrode?, conductor

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
X	Xudong Wang 等. Direct-Cuttent Nanogenerator Driven by Ultrasonic Waves. SCIENCE. 06. 4 月 2007,3 16 卷,第 102-105 页,ISSN1095-9203	1-5,7
X	CN10185973 1A (中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所) 13. 10 月 2010(13. 10.2010) 权利要求 1-2, 说明书第 32-44 段	8-1 1
A	US201 1107569 A I (Georgia Tech Research Corporation) 12.5 月 201 1(12.05.201 1)全文	1-1 1
A	US2010033059 A1(SAMSUNG ELECTRONICS CO.,LTD. 等) 11.2 月 2010(1 1.02.2010) 全文	1-1 1

因 其余文件在 c 栏的续页中列出。

因 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 3/4 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

20.8 月 2012 (20.08.2012)

国际检索报告邮寄日期

27.9 月 2012 (27.09.2012)

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

王文杰

电话号码: (86-10) 62412092

C(续). 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	CN10 1294844 A(万里兮)29. 10 月 2008(29. 10.2008) 全文	1-1 1

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN201 1/083804

检索报告中引用的 专利文件	公布 日期	同族 专利	公布 日期
CN10185973 1A	13. 10.2010	无	
US201 1107569 A 1	12.05.201 1	WO20 12064571 A 2	18.05.2012
US2010033059 A 1	11.02.2010	US79361 11 B 2	03.05.201 1
		US201 1138610 A 1	16.06.201 1
		KR20100019297 A	18.02.2010
CN101294844A	29. 10.2008	无	

续 A. 主题的分类 按照国际专利分类 (IPC)

H01L41/18 (2006.01) i,

H01L41/22 (2006.01) i