

(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
2020 年 7 月 16 日 (16.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/143355 A1

(51) 国际专利分类号:
A61F 2/00 (2006.01) *B81C 1/00* (2006.01)
B81B 7/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/122088

(22) 国际申请日: 2019 年 11 月 29 日 (29.11.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910025937.7 2019 年 1 月 11 日 (11.01.2019) CN

(71) 申请人: 清华大学 (TSINGHUA UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园,
Beijing 100084 (CN)。

(72) 发明人: 杨兴 (YANG, Xing); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。 姚嘉林 (YAO, Jialin); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084

(CN)。 王博 (WANG, Bo); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。

(74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼 301 室, Beijing 100084 (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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: IMPLANTABLE SENSOR/ACTUATOR HAVING MOVABLE STRUCTURE AND PACKAGING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种具有可动结构的植入式传感器/执行器及其封装方法

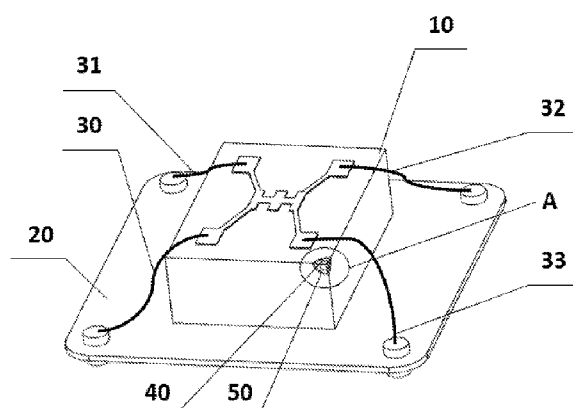


图 1

(57) Abstract: An implantable sensor or actuator having a movable structure and a packaging method therefor. The implantable sensor or actuator having a movable structure comprises a sensor or actuator body and a packaging structure provided on the outer surface of the sensor or actuator body; the packaging structure comprises a first protection layer (40) covering the outer surface of the sensor or actuator body and a second protection layer (50) located on the outer surface of the first protection layer (40); one of the first protection layer (40) and the second protection layer (50) is a dense nano-scale coating, and the other one of the first protection layer (40) and the second protection layer (50) is a micro-scale coating. The packaging method comprises: sequentially forming the first protection layer (40) and the second protection layer (50) on the outer surface of the sensor or actuator body. The synergistic effect of the nano-scale coating and the micro-scale coating achieves double protection against the influence from gas or liquid, and simultaneously reduces the packaging size.

(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))。

(57) 摘要: 一种具有可动结构的植入式传感器或执行器及其封装方法。具有可动结构的植入式传感器或执行器包括传感器或执行器本体和设置在传感器或执行器本体外表面上的封装结构, 封装结构包括包覆在传感器或执行器本体外表面上的第一保护层(40)和位于第一保护层(40)外表面上的第二保护层(50), 其中, 第一保护层(40)和第二保护层(50)中的一者为致密的纳米级涂层, 第一保护层(40)和第二保护层(50)中的另一者为微米级涂层。其封装方法为: 在所述传感器或执行器本体的外表面上依次形成第一保护层(40)和第二保护层(50)。纳米级涂层和微米级涂层的协同作用, 起到双重防止气体或液体影响的保护, 同时减小封装尺寸。

一种具有可动结构的植入式传感器/执行器及其封装方法

优先权信息

本申请要求于 2019 年 01 月 11 日提交的申请号为 201910025937.7 的中国专利申请的
5 的优先权权益，并将其全部引入本文。

技术领域

本申请涉及微纳制造技术领域，具体涉及一种具有可动结构的植入式传感器或执行器
及其封装方法。

10

背景技术

封装技术在植入式传感器或执行器技术领域起着举足轻重的作用，甚至可以说，没有适当的封装技术，就不会有临床应用的植入式传感器或执行器。在所有的植入式传感器或执行器中，包括一大类具有可动结构的植入式传感器或执行器，如机械量传感器、执行器等，因具有可动结构，其可动部件在工作时会受到循环载荷的作用而反复变形，进而带动防护涂层材料一起反复变形，从而使得防护涂层材料容易产生分层、疲劳失效等问题，使得这一大类植入式传感器或执行器对于封装技术提出了更高的要求。

以植入式眼压传感器为例，其封装需要同时满足至少两个条件，其一是封装后的眼压传感器需满足高精度、小尺寸、高灵敏度等要求，其中，高精度和高灵敏度要求的主要保证条件在于在封装结构不能对传感器内起到传感作用的可动结构的运动产生较大影响；其二是眼压传感器的封装结构必须满足长期植入的稳定性要求（尤其是防止气体或液体影响的长期稳定性）。

相关技术中，已有采用聚对二甲苯等微米厚度的聚合物材料进行植入式传感器或执行器的封装，但由于聚合物材料的致密性比较一般，要实现较好的防气体或液体侵入效果需要较大的厚度，此外这种方法仅对大分子团状态的气体或液体的防护效果较好，难以阻挡小分子状态的团气体或液体的侵入。近年也有采用原子层沉积工艺制作纳米厚度的致密氧化物、氮化物、氟化物、金属、碳化物、硫化物等材料进行传感器或执行器的防水封装，这种方法虽然对小分子团状态的气体或液体的防护效果较好，但对大分子团状态的气体或液体的防护效果不好，并且致密的氧化物等材料的杨氏模量和硬度较大，对带有可运动结构的微传感器或执行器的灵敏度等性能具有较大的影响。

同时，由于在植入式传感器或执行器在工作过程中会受到外界环境的温度、湿度、腐蚀气体或液体、振动等因素的影响，因此如果不进行合适的封装和防护，将对传感器或执行器的精度指标造成较大的影响。

因此，若能将上述两种封装方法相结合，分别发挥微米涂层和纳米涂层的优势，为植入式传感器或执行器（尤其是具有可动结构的植入式传感器或执行器，如植入式眼压传感器等）提供一种合适的封装结构和封装工艺，实现一种防护气体或液体效果好、超薄尺寸、

对具有可动结构的传感器或执行器性能影响小的新型植入式封装方法，同时使得在封装后不仅可弥补传感器或执行器中间隙、迟滞等缺陷，还能减小外界环境对传感器或执行器精度的影响，从而提高具有可动结构的传感器或执行器的精度，这对具有可动结构的植入式传感器或执行器的研究和应用都具有重要的意义。

5

申请内容

基于上述现状，本申请的主要目的在于为具有可动结构的植入式传感器或执行器提供一种至少双层的封装方法，能够满足封装尺寸小和防止气体或液体影响的长期稳定性两方面需求，同时对具有可动结构的植入式传感器或执行器的灵敏度等指标影响很小，并可以提高具有可动结构的传感器或执行器的精度。

10

上述目的通过以下技术方案实现：

15

根据本申请的第一方面，本申请提供了一种具有可动结构的植入式传感器或执行器，用于植入生物体内，其中，所述具有可动结构的植入式传感器或执行器包括传感器或执行器本体和设置在所述传感器或执行器本体外表面上的封装结构，其中，所述封装结构包括包覆在所述传感器或执行器本体外表面上的第一保护层和位于所述第一保护层外表面上的第二保护层，并且，所述第一保护层和所述第二保护层中的一者为致密的纳米级涂层，所述第一保护层和所述第二保护层中的另一者为微米级防止气体或影响的涂层。

本申请的一些具体实施例中，所述第一保护层为致密的纳米级涂层，所述第二保护层为微米级涂层。

20

本申请的一些具体实施例中，所述第一保护层为微米级涂层，所述第二保护层为纳米级涂层，且所述第二保护层的至少一部分填充在所述第一保护层的微孔中。

本申请的一些具体实施例中，所述第二保护层的外表面上还设置有至少一个第三保护层，所述第三保护层为所述纳米级涂层或所述微米级涂层。

25

本申请的一些具体实施例中，所述第一保护层和所述第二保护层各自独立的包括多个子层，且多个所述子层满足以下条件的至少一种：多个所述子层的材料不完全相同；多个所述子层的形成方法不完全相同。

30

本申请的一些具体实施例中，该具有可动结构的植入式传感器或执行器满足以下条件的至少之一：所述传感器或执行器本体的外表面和所述第一保护层的外表面中的至少之一上具有可以增加表面积的微纳结构；所述传感器或执行器本体与所述第一保护层之间具有第一偶联剂层；所述第一保护层与所述第二保护层之间具有第二偶联剂层。

本申请的一些具体实施例中，所述致密的纳米级涂层为原子层沉积层或气相沉积层。

本申请的一些具体实施例中，所述微米级涂层为气相沉积层、蒸镀沉积层、溅射沉积层或喷涂沉积层。

35

本申请的一些具体实施例中，所述具有可动结构的植入式传感器或执行器具体可以为植入式压力敏感传感器或执行器，更具体可以为植入式眼压传感器。

本申请的一些具体实施例中，所述致密的纳米级涂层的厚度在 0.1~1000 纳米之间。本

申请的一些具体实施例中所述微米级涂层的厚度在 0.1~3000 微米之间。

本申请的一些具体实施例中，所述封装结构中，至少所述第二保护层由生物相容性材料形成。

根据本申请的第二方面，本申请提供了一种用于前面所述的具有可动结构的植入式传感器或执行器的封装方法，其包括步骤：

S40、在所述传感器或执行器本体的外表面形成所述第一保护层；

S50、在所述第一保护层的外表面形成所述第二保护层。

本申请的一些具体实施例中，该方法还包括以下步骤的至少之一：对所述传感器或执行器本体的外表面进行等离子体表面改性处理或者偶联剂表面改性处理；对所述第一保护层的外表面进行所述等离子体表面改性处理或者所述偶联剂表面改性处理。

本申请的一些具体实施例中，所述具有可动结构的植入式传感器或执行器包括芯片和用于贴装所述芯片的基板，在步骤 S40 之前，还包括步骤：

S10、对所述芯片进行清洗；

S20、将清洗后的芯片贴于所述基板上；

S30、将所述芯片与所述基板进行引线键合，形成所述传感器或执行器本体。

本申请的一些具体实施例中，采用原子层沉积技术或气相沉积技术在所述传感器或执行器本体的外表面上形成所述致密的纳米级涂层。

本申请的一些具体实施例中，采用气相沉积技术、蒸镀技术、溅射技术、喷涂技术形成所述微米级涂层。

本申请的一些具体实施例中，采用氧化物、氮化物、氟化物、金属、碳化物、硫化物和聚合物中的一种或多种形成所述致密的纳米级涂层。

本申请的一些具体实施例中，采用聚合物、氧化物、硫化物、氮化物、碳化物和陶瓷中的一种或多种形成所述微米级涂层。

本申请的具有可动结构的植入式传感器或执行器及其封装方法能够同时满足传感器或执行器封装尺寸小和防止气体或液体影响的长期稳定性两方面需求，从而可满足具有可动结构的传感器或执行器长期植入并正常工作的要求。

特别地，本申请的具有可动结构的植入式传感器或执行器利用致密的纳米级涂层（如原子层沉积层、气相沉积层）和微米级涂层（诸如化学气相沉积层等）的协同作用，使相应的具有可动结构的传感器或执行器具有良好的防止气体或液体影响的稳定性，其中微米级涂层可防止气体或液体的较大分子（如多于 10 个气体或液体分子组成的大分子团）的侵蚀，致密的纳米级涂层可防止气体分子或少于 10 个气体或液体分子组成的小分子团的侵蚀，从而对具有可动结构的植入式传感器或执行器起到双重防止气体或液体影响的保护，同时显著减小具有可动结构的植入式传感器或执行器的封装尺寸。

特别地，对于具有可动结构的植入式传感器或执行器而言，本申请所提供的封装结构不仅可弥补传感器或执行器中间隙、迟滞等缺陷，还能隔绝外界环境中对传感器或执行器精度有影响的有害介质，从而提高了具有可动结构的传感器或执行器的精度。此外，本申

请所提供的封装结构对其可动结构的运动影响很小，从而能够很大程度地保证具有可动结构的传感器或执行器的高灵敏度。

附图说明

5 以下将参照附图对根据本申请的具有可动结构的植入式传感器或执行器及其封装方法的优选实施方式进行描述。图中：

图 1 为本申请的一种优选实施方式的具有可动结构的植入式传感器或执行器的外形示意图，其中 A 区域做局部剖视处理；

图 2 为图 1 中 A 区域的局部放大示意图；

10 图 3 为本申请的一种优选实施方式的具有可动结构的植入式传感器或执行器的优选封装方法的流程图；

图 4 为本申请的一种优选实施方式中所涉及的芯片的外形示意图；

图 5 为图 4 的芯片贴于基板上的外形示意图；

图 6 为芯片与基板进行引线键合后形成的芯片基板组件的外形示意图；

15 图 7 为图 6 的芯片基板组件在形成第一保护层后的外形示意图，其中 B 区域做局部剖视处理；

图 8 为图 7 中 B 区域的局部放大示意图。

附图标记：10-芯片，20-基板，30、31、32、33-金属引线，40-第一保护层，50-第二保护层。

20

具体实施方式

为保证具有可动结构的植入式传感器或执行器防止气体或液体影响的能力，同时提高传感器或执行器精度，减小具有可动结构的植入式传感器或执行器的封装体积，本申请摒弃了相关技术中所采用的金属、陶瓷或玻璃等封装外壳，而代之以防止气体或液体影响的保护层结构，由此形成全新的封装结构和封装方法。

根据本申请的第一方面，提供了一种具有可动结构的植入式传感器或执行器，其用于植入生物（例如人）体内。如图 1 和图 2 所示，所述具有可动结构的植入式传感器或执行器包括传感器或执行器本体和设置在所述传感器或执行器本体外表面（或称外围，本文中
30 外表面和外围可以互换使用）的封装结构。在图示的实施方式中，所述具有可动结构的植入式传感器或执行器包括芯片 10 和用于贴装所述芯片 10 的基板 20，因而所述传感器或执行器本体为芯片基板组件，即芯片 10 与基板 20 贴合组装后形成的组件。所述封装结构包括包覆在所述传感器或执行器本体外表面上的第一保护层 40 和位于所述第一保护层 40 外表面上的第二保护层 50，其中，所述第一保护层 40 和所述第二保护层 50 中的一者为致密的纳米级涂层，另一者为微米级涂层。

35 本申请的一些具体实施例中，第一保护层 40 为致密的纳米级涂层，第二保护层 50 为微米级涂层。本申请的另一一些具体实施例中第一保护层 40 为微米级涂层，第二保护层 50

为致密的纳米级涂层。

本申请的一些具体实施例中，该植入式传感器或执行器满足以下条件的至少之一：所述传感器或执行器本体的外表面和所述第一保护层的外表面中的至少之一上具有可以增加表面积

- 5 所述第一保护层与所述第二保护层之间具有第二偶联剂层。具体的，上述可以增加表面积
的微纳结构，可以形成多个锚点，以使得涂层更好的附着，提高涂层的附着力，而偶联剂
层（包括第一偶联剂层和第二偶联剂层）可以通过分子间作用力、氢键、化学键等作用增
强涂层的附着力，满足可动部件对于涂层变形、疲劳等各方面的使用要求。

- 10 本申请的一些具体实施例中，所述第二保护层的外表面上还设置有至少一个第三保护
层，所述第三保护层为所述纳米级涂层或所述微米级涂层。具体来说，具有可动结构的传
感器或执行器的表面上可以形成多层纳米级涂层和微米级涂层，且具体的层叠顺序没有特
别限制，可以自由叠加组合，具体如，纳米级涂层为 A 层，微米级涂层为 B 层，则可以在
具有可动结构的传感器或执行器的表面上设置 ABA、ABB、BAB、BAA、ABAA、ABAB、
BAAA、BABA 等等层叠顺序的保护层，在此不再一一详述。

- 15 相关技术中，用于生物医学装置的接触面的防止气体或液体影响的生物相容涂层主要
是聚合物涂层，其作用是改善相应的生物医学装置与生物体内器官的界面相容性。相关技
术的涂层法之所以不能在长时间内保持传感器或执行器的防止气体或液体影响的效果的有
效性，主要原因在于：目前的涂层法主要是采用单一的涂层作为传感器或执行器的防护层，
而单一的涂层由于其自身材料性能等限制，防护气体或液体影响的效果有限。如单一的聚
20 对二甲苯等微米级聚合物涂层对气体或液体中的大分子的防护较好，但对气体或液体中的
小分子的防护较差；单一的纳米级氧化物等涂层虽然结构致密可以较好地防护气体或液体
中的小分子，但对气体或液体中大分子的防护较差，并且由于其杨氏模量和硬度较高，对
具有可动结构的传感器或执行器的敏感或运动部分的性能会有较大的影响。另外，可动部
件在工作时会受到循环载荷的作用而反复变形，进而带动防护涂层材料一起反复变形，从
25 而使得防护涂层材料容易产生分层、疲劳失效等问题。

- 然而，自然界（包括生物体内）的水往往并不是以单一水分子的形式存在的，而是由
若干水分子通过氢键作用而聚合在一起形成水分子簇，俗称“水分子团”的形式存在。通常，
由多于 10 个水分子组成的水分子团称为大分子团，其活性较差，无法突破上述聚合物涂层
的保护，这种大分子团在生物体内大量存在，占生物体内的水的绝大多数；而由少于 10 个
30 水分子组成的水分子团称为小分子团，其活性大、体积小，尽管在生物体内仅少量存在，
但由于这些小分子团能够通过聚合物的多孔结构，经过长年累月地积累，会慢慢渗透到聚
合物涂层的内部。因此，若将这种聚合物涂层直接应用到本申请的具有可动结构的植入式
传感器或执行器，则由于缺少相关技术采用的封装外壳，一部分气体或液体的小分子团会
逐渐渗透到聚合物涂层的内部，当达到一定的量时，就会对具有可动结构的传感器或执行
35 器造成损坏，例如损坏芯片的电路等，因而使得相应的具有可动结构的植入式传感器或执
行器难以满足长期植入防止气体或液体影响的稳定性要求。

本申请中的致密的纳米级涂层为厚度在纳米级的致密涂层，其能够阻挡小分子团的渗透；微米级涂层为厚度在微米级的防止气体或液体影响的涂层，其致密度低于致密的纳米级涂层，相对于小分子团的渗透的阻挡能力有限，但能够有效阻挡大分子团的渗透。此外，本申请中的封装结构不仅可弥补具有可动结构的传感器或执行器中间隙、迟滞等缺陷，还能隔绝外界环境中对具有可动结构的传感器或执行器精度有影响的有害介质，从而提高了具有可动结构的传感器或执行器的精度。

因此，本申请在传感器或执行器本体的外表面上设置有第一保护层和第二保护层，并且在一种具体实施方式中，第一保护层是致密的纳米级涂层，第二保护层是微米级涂层，其中，微米级涂层用于阻挡大分子团（绝大多数的水分子团为大分子团）的渗透，致密的纳米级涂层用于阻挡小分子团的渗透，因此，在植入体内后的长期工作过程中，纵使有少量小分子团渗透到作为第一道防线的微米级涂层的内部，但由于作为第二道防线的致密的纳米级涂层的存在，这些小分子团将难以突破到芯片表面。

而在另一种具体实施方式中，第一保护层是微米级涂层，第二保护层是致密的纳米级涂层，其中，致密的纳米级涂层在外围充当第一道防线，用于同时阻挡小分子团和大分子团的渗透，微米级涂层在内部充当第二道防线，用于在第一道防线局部失效的情况下继续阻挡大分子团的渗透，因此，在植入体内的长期工作过程中，如果外围的致密的纳米级涂层经过长时间工作后发生局部失效，则由于微米级涂层的存在，纵使有少量的小分子团有可能经局部失效处渗透至微米级涂层处，也仍将需要较长的时间方有可能突破到芯片表面。特别需要说明的是，第一保护层是微米级涂层，第二保护层是致密的纳米级涂层时，致密的纳米级涂层在形成过程中能够渗透到微米级涂层的微孔中，从而形成一种立体的第二保护层，此时，即使作为第一道防线的致密的纳米级涂层表面上在局部发生失效，但小分子团实际上仍难以渗透到微米级涂层的内部，具有可动结构的植入式传感器或执行器的长期工作稳定性和可靠性能够得到保证。

因此，本申请提出的这种具有可动结构的植入式传感器或执行器的封装结构能够经受住长期植入的防止气体或液体影响的考验，从而满足稳定性要求。此外，本申请中的封装结构不仅可弥补具有可动结构的传感器或执行器中间隙、迟滞等缺陷，还能隔绝外界环境中对具有可动结构的传感器或执行器精度有影响的有害介质，从而提高了具有可动结构的传感器或执行器的精度。

另一方面，由于本申请提出的这种具有可动结构的植入式传感器或执行器的封装结构可以仅包括两层分别为微米级和纳米级的超薄涂层，因此相对于相关技术中采用外壳等植入式封装传感器或执行器在尺寸上会显著减小，这对于具有可动结构的植入式传感器或执行器的应用非常重要。

由此可见，本申请的具有可动结构的植入式传感器或执行器能够同时满足封装尺寸小和防止气体或液体影响的长期稳定性两方面需求，可满足具有可动结构的植入式传感器或执行器，如压力敏感传感器或执行器，特别是眼压传感器等，长期植入并正常工作的要求。

特别地，对于具有可动结构的植入式传感器或执行器而言，其灵敏度取决于其可动结

构动作时（例如压敏膜片发生变形时）的灵敏程度，显然，可动结构外部的封装不应阻碍可动结构自身的运动。本申请中，致密的纳米级涂层和微米级涂层可以直接涂覆在相应的可动结构的表面，由于这两个防止气体或液体影响的涂层的厚度很薄，其对可动结构的动作的阻碍很小，因而只会对传感器或执行器的灵敏度产生很小的影响。且由于传感器或执行器具有可动结构，对涂层的附着力要求也较高，在传感器或执行器动作过程中涂层不能分层、开裂和脱落等，而本申请的具有可动结构的植入式传感器或执行器，致密的纳米级涂层和微米级涂层可以牢固的附着在传感器或执行器本体的表面，不会在传感器或执行器动作过程中产生分层、开裂和脱落、破损等不良。其本申请的封装结构不仅可弥补具有可动结构的传感器或执行器中间隙、迟滞等缺陷，还能隔绝外界环境中对具有可动结构的传感器或执行器精度有影响的有害介质，从而提高了具有可动结构的传感器或执行器的精度。

本申请的一些具体实施例中，所述致密的纳米级涂层可以为原子层沉积层或气相沉积层，但不限于原子层沉积层或气相沉积层；所述微米级涂层可以为化学气相沉积层、蒸镀沉积层、溅射沉积层或喷涂沉积层，但不限于所列举的这几种沉积层。

原子层沉积技术是一种可以将物质以单原子膜形式一层一层地沉积在基底表面的方法。在原子层沉积过程中，新一层原子膜的化学反应是直接与之前一层相关联的，这种方式使每次反应只沉积一层原子。通过精确控制沉积涂层的厚度，便可以得到防止气体或液体影响的符合要求的保护涂层。一些具体实施例中，致密的纳米级涂层（具体可以为原子层沉积层）的厚度在 0.1~1000 纳米之间，具体可以为 0.5~400 纳米，例如为 300 纳米。原子层沉积层的致密度能够很好地保证其对小分子团的阻挡。

本申请的一些具体实施例中，形成所述致密的纳米级涂层（具体可以为原子层沉积层）所用的材料可以是任何防止气体或液体影响的材料，如氧化物，氮化物，氟化物，金属，碳化物，硫化物或它们的组合等。

本申请的一些具体实施例中，形成所述微米级涂层所用的材料可以是任何防止气体或液体影响的材料，如聚合物，氧化物、硫化物、氮化物、碳化物、陶瓷或它们的组合等。

本申请的一些具体实施例中，所述第一保护层和所述第二保护层各自独立的包括多个子层，且多个所述子层满足以下条件的至少一种：多个所述子层的材料不完全相同；多个所述子层的形成方法不完全相同。具体的，可采用不同的材料和/或不同的工艺形成所述致密的纳米级涂层，同样，也可以采用不同的材料和/或不同的工艺形成所述微米级涂层。以微米级涂层为例，微米级涂层自身在厚度方向上可以具有不同的材料和/或性能。例如，可以采用同一种材料、不同的工艺来形成该微米级涂层，还可以采用不同材料、分别用不同的工艺来形成该微米级涂层，或者还可以用不同的材料、同一种工艺来形成该微米级涂层，从而充分利用不同材料和/或不同工艺方法的优势。

例如，在一个具体实施例中，可以先采用碳化硅沉积一层例如厚度为 2 微米的防止气体或液体影响的涂层，再采用聚对二甲苯沉积一层例如厚度为 2 微米的防止气体或液体影响的涂层，这两个防止气体或液体影响的涂层共同构成本申请中所述的微米级涂层。如此一来，既能提高防止气体或液体影响的涂层的致密性和稳定性，又能利用聚对二甲苯的疏

水性进一步提高涂层的防止气体或液体影响的能力。

本申请的一些具体实施例中，微米级涂层（具体可以为第二保护层 50，如化学气相沉积层、蒸镀沉积层或溅射沉积层）的厚度在 0.1~3000 微米之间，具体可以在 1~100 微米之间，例如 4 微米。

5 如前所述，本申请的具有可动结构的植入式传感器或执行器可以是任何种类的植入式传感器或执行器。具体地，具有可动结构的植入式传感器或执行器例如包括植入式机械量传感器和植入式执行器。

其中，机械量传感器例如包括压力传感器、触觉传感器、加速度传感器、陀螺仪（或称为角速度传感器）、流量传感器等，其工作时利用其可动结构将力学量转换为可动结构的
10 应力、变形或者谐振频率等参数的改变，再将这些改变转换为电学量。例如，作为压力敏感传感器或执行器的一种，压阻式压力传感器包括承载被测压力的硅膜片和膜片表面的压阻，硅膜片充当换能元件，在被测压力的作用下发生变形，产生应力和应变；而压阻将应变的变化转换为阻值的变化，通过电路测量电阻的变化实现对压力的测量。眼压传感器便属于压力敏感传感器或执行器的一个典型种类。

15 其中，执行器也称为驱动器或致动器，例如微泵、微阀、微马达、微开关等，其工作时是将控制信号和能量转换为可动结构的可控运动和功率输出，从而使执行器在控制信号的作用下对外做功。

本申请的具有可动结构的植入式传感器或执行器中，通过在传感器或执行器本体外表面上设置一体化的涂层，使封装后的机械量传感器或执行器的传感器或执行器本体表面沉
20 积上一层致密、轻薄、可靠的防止气体或液体影响的涂层，封装涂层结构不仅能满足防止气体或液体影响的能力，又不会影响传感器或执行器的指标（如灵敏度、稳定性等）。此外，还可弥补传感器或执行器中间隙、迟滞等缺陷，还能隔绝外界环境中对传感器或执行器精度有影响的有害介质，从而提高了传感器或执行器的精度。

特别地，对于植入式眼压传感器而言，其理想的尺寸应该是在毫米量级以内。相关技
25 术的封装方法得到的传感器或执行器的尺寸一般都在毫米级及毫米级以上，主要原因是现有的封装结构尺寸过大，例如陶瓷或玻璃封装外壳过厚。而本申请的植入式眼压传感器的封装结构尺寸很小，例如仅借助于纳米级到微米级（如 100 纳米~4000 微米）的涂层就能完成封装，满足长期植入的防止气体或液体影响的能力，使得封装后的眼压传感器的总体尺寸几乎不变。

30 本申请的一些具体实施例中，至少所述第二保护层 50 由生物相容性材料形成；具体的，所述第一保护层 40 和所述第二保护层 50 均由生物相容性材料形成。从而，第二保护层 50 的外表面无需再做生物相容性处理，以降低成本、缩短封装过程中所用的时间。

容易想到的是，在第二保护层 50 不采用生物相容性材料形成的前提下，也可以在封装结构的最外层（即第二保护层 50 的外表面）再设置生物相容性材料涂层，以便满足植入生
35 物体内的生物相容性要求。

综上，本申请的具有可动结构的植入式传感器或执行器利用致密的纳米级涂层（如气

相沉积层、原子层沉积层)和微米级涂层(诸如化学气相沉积层等)的协同作用,使相应的具有可动结构的植入式传感器或执行器具有良好的防止气体或液体影响的能力和体内植入的稳定性,其中微米级涂层可防止气体或液体分子(如多于 10 个水分子组成的大分子团)的侵蚀,致密的纳米级涂层可防止水气分子或少于 10 个水分子组成的小分子团的侵蚀,从而对具有可动结构的植入式传感器或执行器起到双重防止气体或液体影响的保护,同时显著减小具有可动结构的植入式传感器或执行器的封装尺寸。

根据本申请的第二方面,还提供了一种用于前面所述的具有可动结构的植入式传感器或执行器的封装方法,如图 3 所示,其包括步骤:

S40、在所述传感器或执行器本体的外表面上形成第一保护层 40,具体可以采用原子层沉积技术在所述传感器或执行器本体上形成原子层沉积层,即致密的纳米级涂层,得到如图 7 和图 8 所示的结构;

S50、在所述第一保护层 40 的外外表面上形成第二保护层 50,具体可以采用化学气相沉积技术、蒸镀沉积技术、溅射沉积技术或喷涂技术等,在所述第一保护层 40 的外表面上形成所述第二保护层 50,即微米级涂层,得到如图 1 和图 2 所示的结构。具体的,本步骤结束后便已完成对所述植入式传感器或执行器的封装。

可见,本申请的封装方法主要通过原子层沉积和化学气相沉积(或蒸镀沉积、或溅射沉积、或喷涂等)两个步骤即可完成,相比于相关技术中采用玻璃、陶瓷、金属等封装外壳的封装方法,具有封装效率高、成本低、以及封装后尺寸小的优点。

示例性地,步骤 S40 中,可将具有可动结构的植入式传感器或执行器(如植入式眼压传感器)的传感器或执行器本体放置在原子层沉积室内,将防止气体或液体影响的涂层以单原子膜的形式一层一层地沉积在所述传感器或执行器本体的表面上。

具体的,步骤 S40 中,可采用任何防止气体或液体影响的材料,如氧化物、氮化物、氟化物、金属、碳化物和硫化物中的一种或多种(如前述材料的组合)形成所述第一保护层(如原子层沉积层)。

在原子层沉积的一个示例性实施方式中,例如可以采用氧化钽材料,例如将传感器或执行器本体放置在原子层沉积室内,将氧化钽涂层以单原子膜的形式一层一层地沉积在传感器或执行器本体的表面上,具体参数例如包括:3000 个循环,厚度 300 nm,等等。

一些具体实施例中,在进行步骤 S40 之前,该方法还包括:对传感器或执行器本体的外表面进行等离子体表面改性处理或者偶联剂表面改性处理。具体的,可以采用等离子体处理传感器或执行器本体的表面,一方面可以在传感器或执行器本体的表面形成可以增加表面积的微纳结构,另一方面可以对传感器或执行器本体的表面起到活化作用,以使得形成的第一保护层可以与传感器或执行器本体的表面之间形成氢键、化学键等键合作用,以提高第一保护层与传感器或执行器本体之间的附着力。其中,等离子体表面改性处理可以为等离子体清洗步骤,也可以单独进行等离子体处理步骤。另一些具体示例中,可以通过沉积、喷涂、涂覆等方法在传感器或执行器本体的表面形成偶联剂(具体如硅烷偶联剂)层,以提高第一保护层与传感器或执行器本体之间的附着力。

示例性地，步骤 S50 中，可以把一种或几种含有构成薄膜元素的化合物、单质气体等通入放置有步骤 S40 处理后的具有可动结构的植入式传感器或执行器（如植入式眼压传感器）的反应室，借助空间气相化学反应在步骤 S40 处理后的具有可动结构的植入式传感器或执行器（如植入式眼压传感器）表面上沉积防止气体或液体影响的薄膜。

5 具体的，步骤 S50 中，可采用任何防止气体或液体影响的材料，如聚合物、氧化物、硫化物、氮化物、碳化物和陶瓷中的一种或多种（如前述材料的组合）形成所述第二保护层（如化学气相沉积层）。

在化学气相沉积的一个示例性实施方式中，例如可以采用聚对二甲苯材料，例如将步骤 S40 处理后的传感器或执行器本体放置在沉积室内，将聚对二甲苯涂层均匀地沉积在步
10 骤 S40 处理后的传感器或执行器本体表面上（例如在第一保护层的外表面上），具体参数例如包括：沉积温度为室温，厚度 40 微米，沉积时间约 10 小时，等等。

一些具体实施例中，在进行步骤 S40 之后，且在进行步骤 S50 之前，该方法还包括：对第一保护层的表面进行等离子体表面改性处理或者偶联剂表面改性处理。具体的，可以采用等离子体处理第一保护层的表面，一方面可以在第一保护层的表面形成可以增加表面
15 积的微纳结构，另一方面可以对第一保护层的表面起到活化作用，以使得形成的第二保护层可以与第一保护层的表面之间形成氢键、化学键等键合作用，以提高第二保护层与第一保护层之间的附着力。其中，等离子体表面改性处理可以为等离子体清洗步骤，也可以单独进行等离子体处理步骤。另一些具体示例中，可以通过沉积、喷涂、涂覆等方法在第一保护层的表面形成偶联剂（具体如硅烷偶联剂）层，以提高第二保护层与第一保护层之间的
20 附着力。

具体的，所述具有可动结构的植入式传感器或执行器包括芯片 10 和用于贴装所述芯片 10 的基板 20，如图 3 所示，在步骤 S40 之前，还可包括步骤：

S10、清洗：即对所述芯片 10 进行清洗；

S20、贴片：即将清洗后的芯片 10 贴于基板 20 上，如图 5 所示；

25 S30、引线键合：即将所述芯片 10 与所述基板 20 进行引线键合，例如通过金属引线 30、31、32、33 实现引线键合，如图 6 所示，本步骤完成后即得到本申请所称的传感器或执行器本体。

示例性地，芯片 10 的外形结构如图 4 所示。

其中，步骤 S10 的主要目的是将芯片 10 的表面清洗干净，例如，可以先将芯片浸入
30 丙酮溶液中超声清洗数分钟至数十分钟（如 20 分钟），之后再将芯片浸入异丙醇溶液中超声清洗数分钟至数十分钟（如 20 分钟），或者直接用等离子清洗等方式进行清洗。

步骤 S20 中，具体可通过胶粘贴片、导电胶粘接、Au—Si 合金共熔法、Pb—Sn 合金贴片等方法将清洗后的芯片 10 贴于基板 20 上。

步骤 S30 中，具体可以采用金属丝将芯片 10 上的电极引线衬垫与基板 20 底座外引线
35 衬垫连接在一起，通常可采用热压、热超声和超声等方法将芯片 10 和基板 20 做引线键合。

一些具体实施例中，在步骤 S30 之后还可以包括涂胶保护的步骤：即在所述传感器或

执行器本体的至少各金属引线的外围涂布保护胶层，以保护芯片 10 及各金属引线 30、31、32、33 在测压过程中不受损坏。本步骤中所用的保护胶可以是任何合适的胶类材料或聚合物材料，如聚对二甲苯、硅酮、PET、PVC 或它们的组合等。

5 综上，本申请采用直接对传感器或执行器本体做表面处理的方式实现对具有可动结构的植入式传感器或执行器的封装，一方面可显著减小封装尺度和封装厚度，另一方面还减少了工艺步骤，并且同时还容易获得良好的生物兼容性和长期植入体内防止气体或液体影响的稳定性，此外，对于内部带有可动部件的压力敏感等传感器或执行器，超薄的涂层不会对灵敏度等传感器特性产生较大的影响，从而可满足传感器或执行器（如眼压传感器）长期植入并正常工作的要求。此外，使得在封装后不仅可弥补传感器或执行器中间隙、迟滞等缺陷，还能隔绝外界环境中对传感器或执行器精度有影响的有害介质，从而提高了具
10 有可动结构的传感器或执行器的精度。

本领域的技术人员容易理解的是，在不冲突的前提下，上述各具体方案可以自由地组合、叠加（比如由纳米级涂层和微米级涂层组合的两层以上的复合结构及其表面防护方法）。

应当理解，上述的实施方式仅是示例性的，而非限制性的，在不偏离本申请的基本
15 原理的情况下，本领域的技术人员可以针对上述细节做出的各种明显的或等同的修改或替换，都将包含于本申请的权利要求范围内。

权利要求书

1. 一种具有可动结构的植入式传感器或执行器，用于植入生物体内，其特征在于，所述具有可动结构的植入式传感器或执行器包括传感器或执行器本体和设置在所述传感器或执行器本体外表面的封装结构，所述封装结构包括包覆在所述传感器或执行器本体外表面上的第一保护层和位于所述第一保护层外表面上的第二保护层，其中，所述第一保护层和所述第二保护层中的一者为纳米级涂层，所述第一保护层和所述第二保护层中的另一者为微米级涂层。

2. 根据权利要求1所述的植入式传感器或执行器，其特征在于，所述第一保护层为纳米级涂层，所述第二保护层为微米级涂层。

3. 根据权利要求1所述的植入式传感器或执行器，其特征在于，所述第一保护层为微米级涂层，所述第二保护层为纳米级涂层，且所述第二保护层的至少一部分填充在所述第一保护层的微孔中。

4. 根据权利要求2或3所述的植入式传感器或执行器，其特征在于，所述第二保护层的外表面上还设置有至少一个第三保护层，所述第三保护层为所述纳米级涂层或所述微米级涂层。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述的植入式传感器或执行器，其特征在于，所述第一保护层和所述第二保护层各自独立的包括多个子层，且多个所述子层满足以下条件的至少一种：

多个所述子层的材料不完全相同；多个所述子层的形成方法不完全相同。

6. 根据权利要求1-5中任一项所述的植入式传感器或执行器，其特征在于，满足以下条件的至少之一：

所述传感器或执行器本体的外表面和所述第一保护层的外表面中的至少之一上具有可以增加表面积的微纳结构；

所述传感器或执行器本体与所述第一保护层之间具有第一偶联剂层；

所述第一保护层与所述第二保护层之间具有第二偶联剂层。

7. 根据权利要求1-6中任一项所述的植入式传感器或执行器，其特征在于，所述纳米级涂层为原子层沉积层或气相沉积层。

8. 根据权利要求1-7中任一项所述的植入式传感器或执行器，其特征在于，所述微米级涂层为气相沉积层、蒸镀沉积层、溅射沉积层或喷涂沉积层。

9. 根据权利要求1-8中任一项所述的植入式传感器或执行器，其特征在于，为植入式压力敏感传感器或执行器。

10. 根据权利要求9所述的植入式传感器或执行器，其特征在于，所述植入式传感器或执行器为植入式眼压传感器。

11. 根据权利要求1-10中任一项所述的植入式传感器或执行器，其特征在于，所述纳米级涂层的厚度在0.1~1000纳米之间。

12. 根据权利要求1-11中任一项所述的植入式传感器或执行器，其特征在于，所述微

米级涂层的厚度在 0.1~3000 微米之间。

13. 根据权利要求 1-12 中任一项所述的植入式传感器或执行器，其特征在于，所述封装结构中，至少所述第二保护层由生物相容性材料形成。

5 14. 一种用于权利要求 1-13 中任一项所述的植入式传感器或执行器的封装方法，其特征在于，包括步骤：

S40、在所述传感器或执行器本体的外表面上形成所述第一保护层；

S50、在所述第一保护层的外表面上形成所述第二保护层。

15. 根据权利要求 14 所述的封装方法，其特征在于，还包括以下步骤的至少之一：

10 对所述传感器或执行器本体的外表面进行等离子体表面改性处理或者偶联剂表面改性处理；

对所述第一保护层的外表面进行所述等离子体表面改性处理或者所述偶联剂表面改性处理。

16. 根据权利要求 14 或 15 所述的封装方法，其特征在于，所述植入式传感器或执行器包括芯片和用于贴装所述芯片的基板，在步骤 S40 之前，还包括步骤：

15 S10、对所述芯片进行清洗；

S20、将清洗后的所述芯片贴于所述基板上；

S30、将所述芯片与所述基板进行引线键合，形成所述传感器或执行器本体。

17. 根据权利要求 14-16 中任一项所述的封装方法，其特征在于，采用原子层沉积技术或气相沉积技术在所述传感器或执行器本体的外表面上形成所述纳米级涂层。

20 18. 根据权利要求 14-17 中任一项所述的封装方法，其特征在于，采用气相沉积技术、蒸镀技术、溅射技术或喷涂技术形成所述微米级涂层。

19. 根据权利要求 14-18 中任一项所述的封装方法，其特征在于，采用氧化物、氮化物、氟化物、金属、碳化物、硫化物和聚合物中的一种或多种形成所述纳米级涂层。

25 20. 根据权利要求 14-19 中任一项所述的封装方法，其特征在于，采用聚合物、氧化物、硫化物、氮化物、碳化物、陶瓷中的一种或多种形成所述微米级涂层。

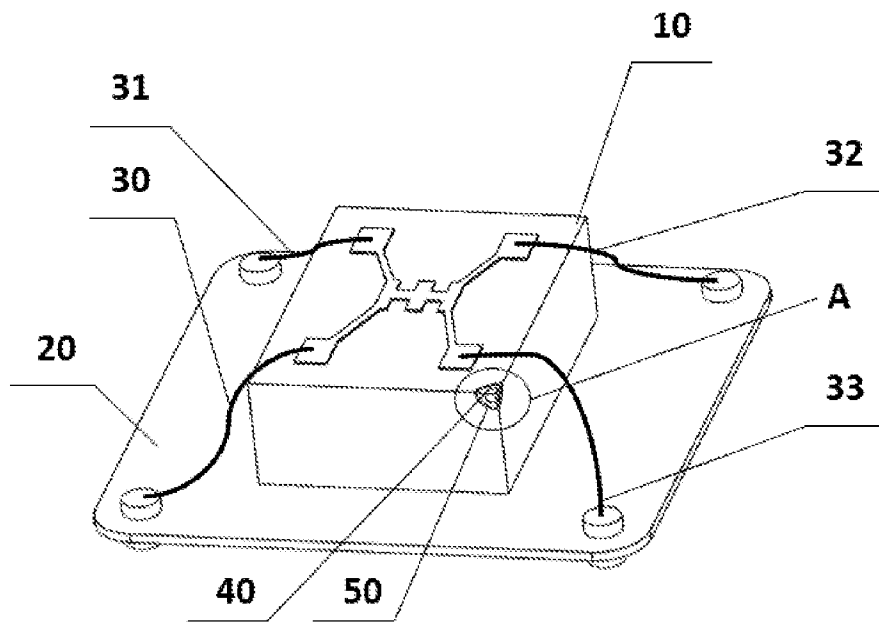


图 1

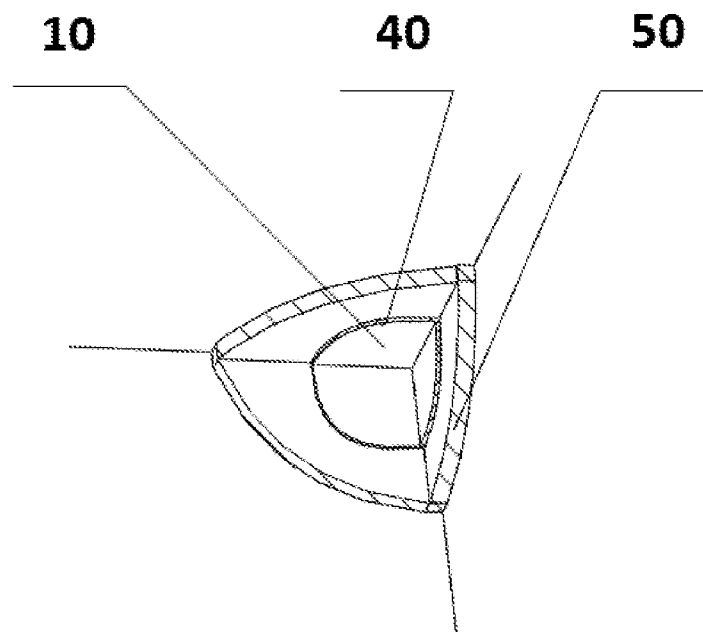


图 2

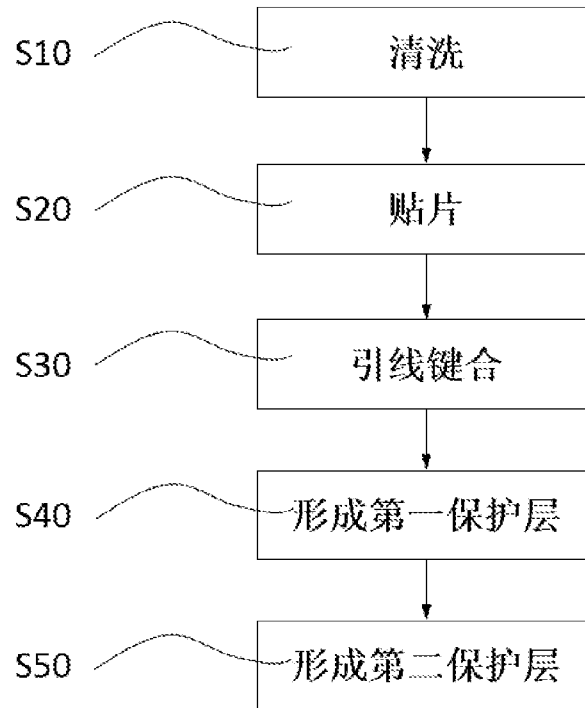


图 3

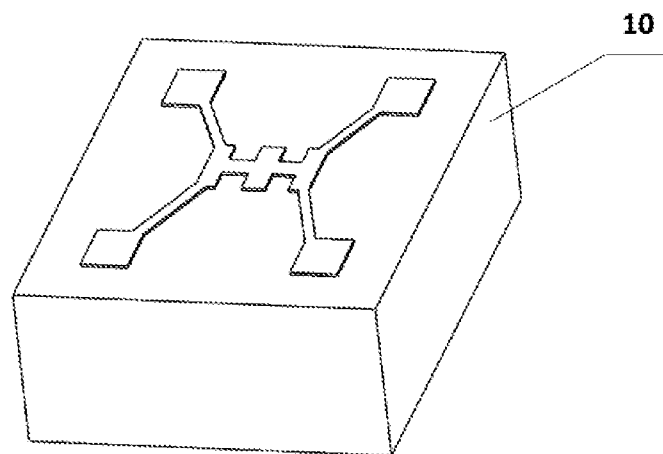


图 4

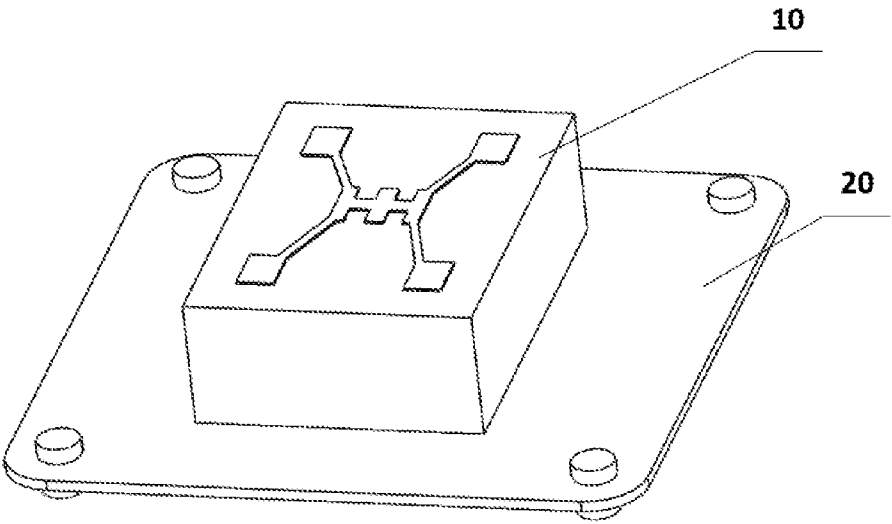


图 5

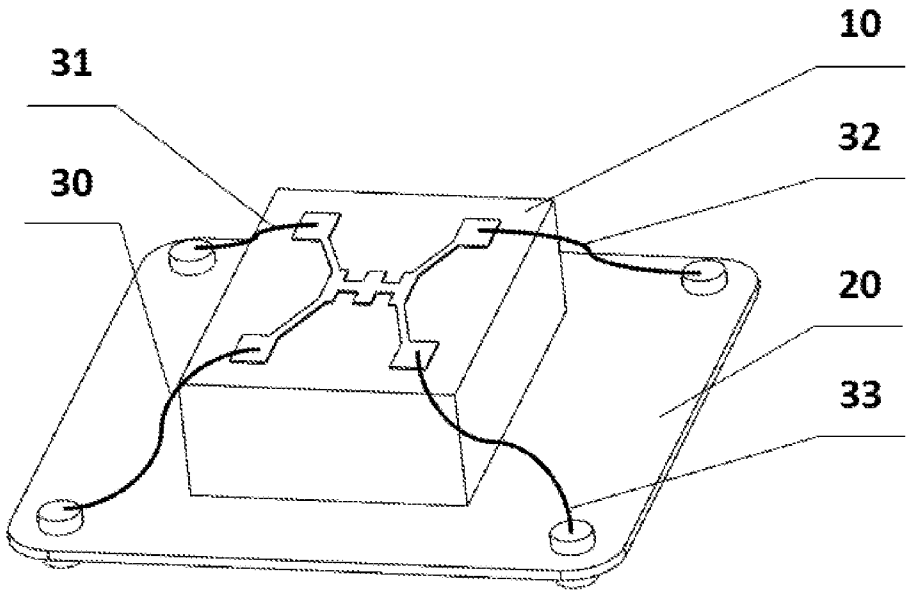


图 6

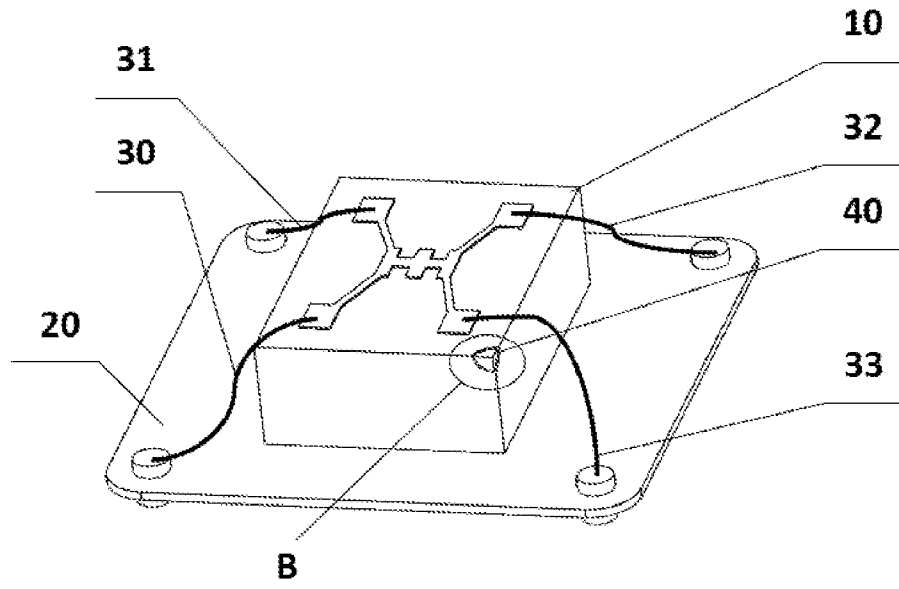


图 7

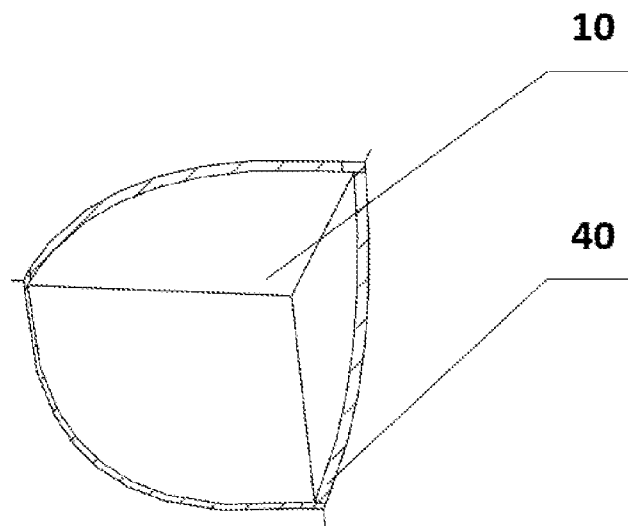


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/122088

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61F 2/00(2006.01)i; B81B 7/00(2006.01)i; B81C 1/00(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)

A61F, A61N, B81B, B81C, 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)

VEN; CNABS: 植入, 封装, 防护, 保护层, 涂层, 两层, 第二层, 液体, 气体, 微米, 纳米, Implantat+, embed+, nanometer, micron, micrometre, paintcoat, coat+, film+, gas, liquid, MICE-N

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 209411765 U (TSINGHUA UNIVERSITY) 20 September 2019 (2019-09-20) description, paragraphs [0007]-[0086], and figures 1-8	1-20
PX	CN 109626319 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 16 April 2019 (2019-04-16) description, paragraphs [0008]-[0077], and figures 1-8	1-20
X	US 2010228348 A1 (MICELL TECHNOLOGIES INC.) 09 September 2010 (2010-09-09) claims 1-120, description, paragraphs [0002]-[0104], and figures 1 and 2	1, 5-14, 16-20
Y	US 2010228348 A1 (MICELL TECHNOLOGIES INC.) 09 September 2010 (2010-09-09) claims 1-120, description, paragraphs [0002]-[0104], and figures 1 and 2	2-4, 15
Y	US 2007173952 A1 (DOXA AB) 26 July 2007 (2007-07-26) description, paragraphs [0002]-[0062], and figures 1-7	2-4, 15
A	CN 102764599 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 07 November 2012 (2012-11-07) entire document	1-20
A	CN 106310376 A (LIFETECH SCIENTIFIC (SHENZHEN) CO., LTD.) 11 January 2017 (2017-01-11) entire document	1-20



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

18 February 2020

Date of mailing of the international search report

09 March 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/122088

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102676990 A (HONGFUJIN PRECISION INDUSTRY (SHENZHEN) CO., LTD. et al.) 19 September 2012 (2012-09-19) entire document	1-20
A	CN 202335944 U (ENSURE NANOTECH (BEIJING), INC.) 18 July 2012 (2012-07-18) entire document	1-20
A	CN 104491923 A (SICHUAN UNIVERSITY) 08 April 2015 (2015-04-08) entire document	1-20
A	CN 103378247 A (TSINGHUA UNIVERSITY et al.) 30 October 2013 (2013-10-30) entire document	1-20
A	US 2006216494 A1 (FUREDI-MILHOFER HELGA et al.) 28 September 2006 (2006-09-28) entire document	1-20
A	US 2003185964 A1 (BOSTON SCIENTIFIC LTD.) 02 October 2003 (2003-10-02) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/122088

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	209411765	U	20 September 2019	None			
CN	109626319	A	16 April 2019	None			
US	2010228348	A1	09 September 2010	EP	2170418	A1	07 April 2010
				CN	101815540	B	19 August 2015
				AU	2012203203	B2	30 October 2014
				AU	2008256684	B2	14 June 2012
				EP	2170418	A4	09 November 2011
				WO	2008148013	A1	04 December 2008
				US	8900651	B2	02 December 2014
				CA	2688314	C	03 December 2013
				JP	2010527746	A	19 August 2010
				IL	202321	A	31 August 2014
				EP	2170418	B1	16 March 2016
				AU	2012203203	A1	21 June 2012
				CA	2688314	A1	04 December 2008
				IL	202321	D0	30 June 2010
				AU	2008256684	A1	04 December 2008
				CN	101815540	A	25 August 2010
US	2007173952	A1	26 July 2007	EP	1689459	A1	16 August 2006
				SE	526985	C2	29 November 2005
				WO	2005053764	A8	28 July 2005
				AR	047401	A1	18 January 2006
				SE	0303169	D0	27 November 2003
				JP	2007512082	A	17 May 2007
				WO	2005053764	A1	16 June 2005
				SE	0303169	A	28 May 2005
CN	102764599	A	07 November 2012	CN	102764599	B	13 January 2016
CN	106310376	A	11 January 2017	US	2018185545	A1	05 July 2018
				EP	3318287	A1	09 May 2018
				WO	2017000712	A1	05 January 2017
				EP	3318287	A4	06 March 2019
CN	102676990	A	19 September 2012	US	8841001	B2	23 September 2014
				US	2012234719	A1	20 September 2012
CN	202335944	U	18 July 2012	None			
CN	104491923	A	08 April 2015	CN	106187147	A	07 December 2016
				CN	106187147	B	15 January 2019
				CN	104491923	B	23 November 2016
CN	103378247	A	30 October 2013	TW	I478858	B	01 April 2015
				TW	201343537	A	01 November 2013
				CN	103378247	B	14 December 2016
				JP	5622890	B2	12 November 2014
				JP	2013227213	A	07 November 2013
				US	9105484	B2	11 August 2015
				US	2013285213	A1	31 October 2013
US	2006216494	A1	28 September 2006	AU	2003282355	A8	18 June 2004
				WO	2004047880	A1	10 June 2004
				EP	1572258	A1	14 September 2005
				AU	2003282355	A1	18 June 2004
US	2003185964	A1	02 October 2003	EP	1496954	B1	02 November 2006

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/122088

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		US 2004185168 A1	23 September 2004
		DE 60309460 D1	14 December 2006
		EP 1743662 A2	17 January 2007
		EP 1743662 A3	05 August 2009
		WO 03082363 A1	09 October 2003
		US 7455875 B2	25 November 2008
		US 6861088 B2	01 March 2005
		EP 1496954 A1	19 January 2005
		AU 2003222061 A1	13 October 2003
		EP 1496954 A4	22 June 2005
		US 2005149177 A1	07 July 2005
		DE 60309460 T2	06 September 2007
		US 6743463 B2	01 June 2004

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/122088

A. 主题的分类 A61F 2/00(2006.01)i; B81B 7/00(2006.01)i; B81C 1/00(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) A61F, A61N, B81B, B81C, 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)) VEN;CNABS:植入, 封装, 防护, 保护层, 涂层, 两层, 第二层, 液体, 气体, 微米, 纳米 Implantat+, embed+, nanometer, micron, micrometre, paintcoat, coat+, film+, gas, liquid, MICE-N,																													
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 209411765 U (清华大学) 2019年 9月 20日 (2019 - 09 - 20) 说明书第7-86段及附图1-8</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109626319 A (清华大学) 2019年 4月 16日 (2019 - 04 - 16) 说明书第8-77段及附图1-8</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2010228348 A1 (米歇尔技术公司) 2010年 9月 9日 (2010 - 09 - 09) 权利要求1-120、说明书第2-104段及附图1-2</td> <td>1, 5-14, 16-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2010228348 A1 (米歇尔技术公司) 2010年 9月 9日 (2010 - 09 - 09) 权利要求1-120、说明书第2-104段及附图1-2</td> <td>2-4, 15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2007173952 A1 (DOXA AB) 2007年 7月 26日 (2007 - 07 - 26) 说明书第2-62段及附图1-7</td> <td>2-4, 15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102764599 A (清华大学) 2012年 11月 7日 (2012 - 11 - 07) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106310376 A (先健科技深圳有限公司) 2017年 1月 11日 (2017 - 01 - 11) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102676990 A (鸿富锦精密工业深圳有限公司等) 2012年 9月 19日 (2012 - 09 - 19) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 209411765 U (清华大学) 2019年 9月 20日 (2019 - 09 - 20) 说明书第7-86段及附图1-8	1-20	PX	CN 109626319 A (清华大学) 2019年 4月 16日 (2019 - 04 - 16) 说明书第8-77段及附图1-8	1-20	X	US 2010228348 A1 (米歇尔技术公司) 2010年 9月 9日 (2010 - 09 - 09) 权利要求1-120、说明书第2-104段及附图1-2	1, 5-14, 16-20	Y	US 2010228348 A1 (米歇尔技术公司) 2010年 9月 9日 (2010 - 09 - 09) 权利要求1-120、说明书第2-104段及附图1-2	2-4, 15	Y	US 2007173952 A1 (DOXA AB) 2007年 7月 26日 (2007 - 07 - 26) 说明书第2-62段及附图1-7	2-4, 15	A	CN 102764599 A (清华大学) 2012年 11月 7日 (2012 - 11 - 07) 全文	1-20	A	CN 106310376 A (先健科技深圳有限公司) 2017年 1月 11日 (2017 - 01 - 11) 全文	1-20	A	CN 102676990 A (鸿富锦精密工业深圳有限公司等) 2012年 9月 19日 (2012 - 09 - 19) 全文	1-20
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																											
PX	CN 209411765 U (清华大学) 2019年 9月 20日 (2019 - 09 - 20) 说明书第7-86段及附图1-8	1-20																											
PX	CN 109626319 A (清华大学) 2019年 4月 16日 (2019 - 04 - 16) 说明书第8-77段及附图1-8	1-20																											
X	US 2010228348 A1 (米歇尔技术公司) 2010年 9月 9日 (2010 - 09 - 09) 权利要求1-120、说明书第2-104段及附图1-2	1, 5-14, 16-20																											
Y	US 2010228348 A1 (米歇尔技术公司) 2010年 9月 9日 (2010 - 09 - 09) 权利要求1-120、说明书第2-104段及附图1-2	2-4, 15																											
Y	US 2007173952 A1 (DOXA AB) 2007年 7月 26日 (2007 - 07 - 26) 说明书第2-62段及附图1-7	2-4, 15																											
A	CN 102764599 A (清华大学) 2012年 11月 7日 (2012 - 11 - 07) 全文	1-20																											
A	CN 106310376 A (先健科技深圳有限公司) 2017年 1月 11日 (2017 - 01 - 11) 全文	1-20																											
A	CN 102676990 A (鸿富锦精密工业深圳有限公司等) 2012年 9月 19日 (2012 - 09 - 19) 全文	1-20																											
☒ 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 2020年 2月 18日		国际检索报告邮寄日期 2020年 3月 9日																											
ISA/CN的名称和邮寄地址 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 传真号 (86-10)62019451		授权官员 陈华 电话号码 86-(10)-62085416																											

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	CN 202335944 U (英作纳米科技北京有限公司) 2012年 7月 18日 (2012 - 07 - 18) 全文	1-20
A	CN 104491923 A (四川大学) 2015年 4月 8日 (2015 - 04 - 08) 全文	1-20
A	CN 103378247 A (清华大学等) 2013年 10月 30日 (2013 - 10 - 30) 全文	1-20
A	US 2006216494 A1 (FUREDI-MILHOFER HELGA等) 2006年 9月 28日 (2006 - 09 - 28) 全文	1-20
A	US 2003185964 A1 (BOSTON SCI LTD) 2003年 10月 2日 (2003 - 10 - 02) 全文	1-20

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/122088

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	209411765	U	2019年 9月 20日	无			
CN	109626319	A	2019年 4月 16日	无			
US	2010228348	A1	2010年 9月 9日	EP	2170418	A1	2010年 4月 7日
				CN	101815540	B	2015年 8月 19日
				AU	2012203203	B2	2014年 10月 30日
				AU	2008256684	B2	2012年 6月 14日
				EP	2170418	A4	2011年 11月 9日
				WO	2008148013	A1	2008年 12月 4日
				US	8900651	B2	2014年 12月 2日
				CA	2688314	C	2013年 12月 3日
				JP	2010527746	A	2010年 8月 19日
				IL	202321	A	2014年 8月 31日
				EP	2170418	B1	2016年 3月 16日
				AU	2012203203	A1	2012年 6月 21日
				CA	2688314	A1	2008年 12月 4日
				IL	202321	D0	2010年 6月 30日
				AU	2008256684	A1	2008年 12月 4日
				CN	101815540	A	2010年 8月 25日
US	2007173952	A1	2007年 7月 26日	EP	1689459	A1	2006年 8月 16日
				SE	526985	C2	2005年 11月 29日
				WO	2005053764	A8	2005年 7月 28日
				AR	047401	A1	2006年 1月 18日
				SE	0303169	D0	2003年 11月 27日
				JP	2007512082	A	2007年 5月 17日
				WO	2005053764	A1	2005年 6月 16日
				SE	0303169	A	2005年 5月 28日
CN	102764599	A	2012年 11月 7日	CN	102764599	B	2016年 1月 13日
CN	106310376	A	2017年 1月 11日	US	2018185545	A1	2018年 7月 5日
				EP	3318287	A1	2018年 5月 9日
				WO	2017000712	A1	2017年 1月 5日
				EP	3318287	A4	2019年 3月 6日
CN	102676990	A	2012年 9月 19日	US	8841001	B2	2014年 9月 23日
				US	2012234719	A1	2012年 9月 20日
CN	202335944	U	2012年 7月 18日	无			
CN	104491923	A	2015年 4月 8日	CN	106187147	A	2016年 12月 7日
				CN	106187147	B	2019年 1月 15日
				CN	104491923	B	2016年 11月 23日
CN	103378247	A	2013年 10月 30日	TW	I478858	B	2015年 4月 1日
				TW	201343537	A	2013年 11月 1日
				CN	103378247	B	2016年 12月 14日
				JP	5622890	B2	2014年 11月 12日
				JP	2013227213	A	2013年 11月 7日
				US	9105484	B2	2015年 8月 11日
				US	2013285213	A1	2013年 10月 31日
US	2006216494	A1	2006年 9月 28日	AU	2003282355	A8	2004年 6月 18日
				WO	2004047880	A1	2004年 6月 10日
				EP	1572258	A1	2005年 9月 14日
				AU	2003282355	A1	2004年 6月 18日

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/122088

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)
US	2003185964	A1	2003年 10月 2日	EP	1496954	B1	2006年 11月 2日
				US	2004185168	A1	2004年 9月 23日
				DE	60309460	D1	2006年 12月 14日
				EP	1743662	A2	2007年 1月 17日
				EP	1743662	A3	2009年 8月 5日
				WO	03082363	A1	2003年 10月 9日
				US	7455875	B2	2008年 11月 25日
				US	6861088	B2	2005年 3月 1日
				EP	1496954	A1	2005年 1月 19日
				AU	2003222061	A1	2003年 10月 13日
				EP	1496954	A4	2005年 6月 22日
				US	2005149177	A1	2005年 7月 7日
				DE	60309460	T2	2007年 9月 6日
				US	6743463	B2	2004年 6月 1日