

(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
2021 年 9 月 30 日 (30.09.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/189818 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01D 21/02 (2006.01) *G01K 7/02* (2021.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/120947
- (22) 国际申请日: 2020 年 10 月 14 日 (14.10.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010222495.8 2020年3月26日 (26.03.2020) CN
- (71) 申请人: 青岛理工大学(QINGDAO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国山东省青岛市市北区抚顺路11号, Shandong 266033 (CN)。
- (72) 发明人: 刘纳(LIU, Na); 中国山东省青岛市市北区抚顺路11号, Shandong 266033 (CN)。 孟祥丰
- (74) 代理人: 济南圣达知识产权代理有限公司(JINAN SHENGDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国山东省济南市经十路17703号华特广场B308室, Shandong 250061 (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, IT, 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,

(54) Title: TEMPERATURE MEASUREMENT DEVICE FOR FLOWING WORKING MEDIUM IN MICRO-CHANNEL AND CALCULATION METHOD FOR THICKNESS OF THERMAL INSULATION LAYER

(54) 发明名称: 一种微通道内流动工质的测温装置及保温层厚度计算方法

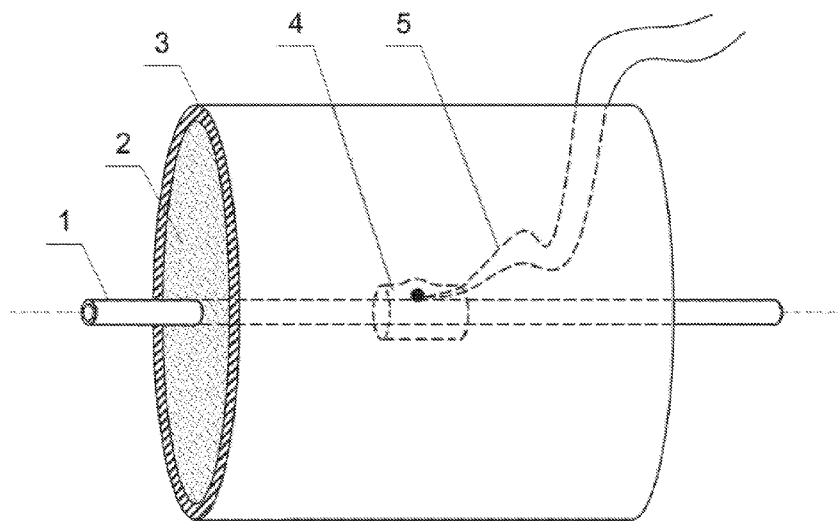


图 1

(57) Abstract: A temperature measurement device for a flowing working medium in a micro-channel, comprising a thermal insulation layer (2) provided at the outer side of a micro-channel measurement section (1); an outer protective layer (3) wrapping the outer side of the thermal insulation layer (2); a thermocouple (5) used for measuring the temperature of the micro-channel measurement section (1); and a temperature display terminal connected to the thermocouple (5), wherein the thermocouple (5) is provided between the thermal insulation layer (2) and a micro-channel, and is attached to the surface of the micro-channel temperature measurement section (1); the inner side of the thermal insulation layer (2) is tightly attached to the micro-channel, the thermocouple (5) is completely wrapped in the thermal insulation layer (2); and the outer diameter d_2 of the thermal insulation layer (2) is greater than or equal to the length L of



WO 2021/189818 A1

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, 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, 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))。

the micro-channel temperature measurement section (1). The problem that the existing methods for measuring the temperature in the micro-channel have defects can be solved. Further disclosed is a calculation method for the thickness of the thermal insulation layer (2).

(57) 摘要: 一种微通道内流动工质的测温装置, 包括设置于微通道测量段 (1) 外侧的保温层 (2); 包覆于保温层 (2) 外侧的外护层 (3); 用于测量微通道测量段 (1) 温度的热电偶 (5); 以及, 连接于热电偶 (5) 的温度显示终端; 其中, 热电偶 (5) 设于保温层 (2) 和微通道之间, 热电偶 (5) 贴附在微通道测温段 (1) 表面; 保温层 (2) 的内侧与微通道紧密贴合, 且热电偶 (5) 完全包裹于保温层 (2) 内; 保温层 (2) 的外径 d_2 大于等于微通道测温段 (1) 的长度 L 。可以解决目前对微通道内进行测温的方法存在不足的问题。还公开了保温层 (2) 厚度计算方法。

一种微通道内流动工质的测温装置及保温层厚度计算方法

技术领域

本发明属于物理测量领域，具体的，涉及一种微通道内流动工质的测温装置及保温层厚度计算方法。

背景技术

这里的陈述仅提供与本发明相关的背景技术，而不必然地构成现有技术。

微通道换热器系指通道当量直径在 $10\sim 2000\ \mu\text{m}$ 的换热器。作为一种新兴的换热技术，微通道换热器凭借其换热高效、结构紧凑、便于实现模块化等优点，在芯片散热、航空航天、暖通空调、燃料电池、天然气液化等领域有广阔的应用前景。

但是，目前微通道换热器的研发和应用还存在诸多问题，尚需要进行大量的微通道流动、换热的基础性研究。在基础试验研究中，通道内工质温度参数测量的准确性是决定试验成败的关键。受通道尺寸的限制，传统的测温方式无法满足微通道内工质温度的测量，主要体现在以下几点：

(1) 传统测温方式需要将测温元件伸入到流体中，这会对工质的流态产生扰动。

(2) 红外测温等非接触测温方式，其测量精度无法满足需求；

(3) 对于微通道试验，受通道直径限制，测温元件难以伸入到流体中。

发明内容

针对现有技术存在的不足，本发明的目的是提供一种微通道内流动工质的测温装置及保温层厚度计算方法，该装置可以解决目前对为通道内进行测温的方法存在不足的问题。

为了实现上述目的，本发明是通过如下的技术方案来实现：

第一方面，本发明的技术方案提供了一微通道内流动工质的测温装置，包括，
设置于微通道测量段外侧的保温层；
包覆于保温层外侧的外护层；
用于测量微通道测量段温度的热电偶；
以及，连接于热电偶的温度显示终端；

其中，热电偶设于保温层和微通道之间，热电偶贴附在微通道测温段表面；所述保温层的内侧与微通道紧密贴合，且所述热电偶完全包裹于所述保温层内；所述保温层的外径 d_2 大于等于微通道测温段的长度 L 。

作为进一步的技术方案，所述保温层采用纳米二氧化硅气凝胶材质；所述保温层呈圆柱形。

作为进一步的技术方案，所述热电偶焊接于所述微通道测温段；所述热电偶直接与所述保温层接触。

作为进一步的技术方案，所述热电偶通过热电偶贴片粘接固定于所述微通道测温段；所述热电偶的外层包覆热电偶贴片；热电偶贴片外侧包覆保温层。

第二方面，本发明的技术方案还提供了一种保温层厚度计算方法，包括以下步骤：

通过计算，确定微通道测温段的单位长度散热量；

通过测量，确定微通道外表面温度；

通过计算，确定微通道内表面温度；

根据微通道内流体温度与微通道外表面温度的差值确定保温层的厚度。

作为进一步的技术方案，在确定微通道测温段的单位长度散热量时，单位长度散热量由外护层外表面与环境的对流换热和辐射换热之和构成。

作为进一步的技术方案，计算微通道内流体温度与微通道外表面温度的差值 Δt 小于 0.5°C 。

作为进一步的技术方案，所述微通道外表面也即保温层外表面。

上述本发明的实施例的有益效果如下：

1) 本发明提供的技术方案中，采用保温层弥补微通道散热造成的温度损失，通过对微通道外侧进行测量即可间接测量微通道内的流动工质的温度，解决了传统测温方法中测温元件无法伸入到微通道内的难题。

2) 本发明提供的技术方案中，采用测量精度高的热电偶，与红外测温等非接触测温方法相比，测温精度高，解决了微通道换热试验中对测温精度的需求。

3) 本发明提供的技术方案中，所采用的测温方法对微通道材质无要求，适用范围广，整体结构简单，成本低，性能可靠。

附图说明

构成本发明的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。

图 1 是本发明根据一个或多个实施方式的透视图，

图 2 是本发明根据一个或多个实施方式的径向剖面图，

图 3 是本发明根据一个或多个实施方式的轴向剖面图，

图 4 是本发明根据一个或多个实施方式的工况曲线图，

图 5 是本发明根据一个或多个实施方式的 85mm 厚保温层下的误差图。

图中：1-微通道测温段，2-保温层，3-外护层，4-热电偶贴片，5-热电偶。

为显示各部位位置而夸大了互相间间距或尺寸，示意图仅作示意使用。

具体实施方式

应该指出，以下详细说明都是例示性的，旨在对本发明提供进一步的说明。除非另有指明，本发明使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

需要注意的是，这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式，而非意图限制根据本发明的示例性实施方式。如在这里所使用的，除非本发明另外明确指出，否则单数形式也意图包括复数形式，此外，还应当理解的是，当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时，其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合；

为了方便叙述，本发明中如果出现“上”、“下”、“左”“右”字样，仅表示与附图本身的上、下、左、右方向一致，并不对结构起限定作用，仅仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的设备或元件必须具有特定的方位，以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

术语解释部分：本发明中的术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或为一体；可以是机械连接，也可以是电连接，可以是直接连接，也可以是通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部连接，或者两个元件的相互作用关系，对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明的具体含义。

正如背景技术所介绍的，针对现有技术存在的不足，本发明的目的是提供一种微通道内流动工质的测温装置及保温层厚度计算方法，该装置可以解决目前对

为通道内进行测温的方法存在不足的问题，以下结合实施例和说明书附图进行说明。

实施例1

本发明的一种典型的实施方式中，如图1所示，一种微通道内流动工质的测温装置，包括热电偶5、保温层2和外护层3，热电偶5用于贴附在微通道测温段1表面，保温层2包裹在微通道测温段和热电偶5外侧，外护层3缠绕在保温层2外侧；其中，所述保温层2的外径 d_2 大于等于微通道测温段1的长度 L 。

本实施例的温度测量装置应用于测量微通道内流动介质的温度，通过在微通道测量段上设置保温层2，强制将热量封堵在的微通道测量段的保温层2内，以间接测量微通道内的流动工质的温度；由于微通道的物理性质，其可以快速导热，因此微通道的管道壁可以作为导热元件，将其内部的流动工质的热量引到微通道外部进行测量，这样得到的温度要比现有技术不易破坏其内部流动工质的流动状态，而且热电偶5测温相较于的红外线测温更为精确，此外，本发明温度测量系统无需任何人员参与，可实时由测温装置获取温度并输出，提高了温度检测的及时性。

本实施例在具体使用时，在微通道开始测量温度时，可通过在微通道上设置多个本实施例所述的装置，在不同的地点检测温度，并将这些温度记录；然后在微通道内的流动工质更换后，还可不断检测每个检测点处的温度，并将这些温度与上述温度相比较。所述的使用方法可以通过服务器进行，无需人工判断。

图1~图3示出了保温层2、热电偶5与热电偶5贴片4间的位置关系，为了便于保温，热电偶5的位置是固定不变的，另外，本实施例中的保温层2呈圆柱形，为了保证保温层2能够紧密贴合微通道，保温层2的中轴线与微通道的中轴线重合；当一段微通道安装多个的测温装置时，多个测温装置分别独立，以符合微通道快速换热的原理。

例如，为了判断同一微通道上不同位置的温度的不同，可在该微通道的两个不同位置设置检测点a和b，检测点a和b之间的距离大于 L ，以使液态工质在经过一定的距离之后的产生热量损耗，检测点a和b处设置的测温装置参数完全相同，对其测量的温度分别记录。

例如，为了判断同一微通道内不同流动工质的温度的不同，可在该微通道

的两个不同位置设置检测点a和b，检测点a和b之间的距离大于L，以使液态工质在经过一定的距离之后的产生热量损耗，检测点a和b处设置的测温装置参数完全相同，使用A流动工质进行测试后，对其测量的a、b两点的温度分别记录；然后更换B流动工质进行是测试，并对其测量的a、b两点的温度分别记录。

更加详细的是，本实施例中的保温层2采用纳米二氧化硅气凝胶材质，纳米二氧化硅气凝胶材质，本领域技术人员可以理解的是，纳米二氧化硅气凝胶的成分与玻璃相似，其在1200摄氏度以上开始融化。导热性和折射率也很低，因此本实施例中使用二氧化硅气凝胶材质能够的确保保温效果。

更进一步的，在使用气凝胶材料进行保温时，需要定制二氧化硅气凝胶的外形形状为圆柱形。本领域技术人员可以理解的是，二氧化硅气凝胶作为保温材料使用时，本质上依靠其内部纳米网格状空洞进阻隔热量，因此保持其原始状态，可以的保证其内部的空洞的物理形态，避免影响其保温性能。

根据微通道的不同材质，所述热电偶5焊接或粘接于微通道测温段1表面，本实施例中，微通道采用的是非金属材质微通道，可采用耐高温胶带粘贴方式，在其他实施例中，对于金属材质微通道，采用点焊方式贴附；无论何种贴附方式，为达到测量精度，都要求热电极必须牢固贴合在微通道外表面。

更进一步的，热电偶5把温度信号转换成热电动势信号，通过电气仪表（二次仪表）或者服务器转换成被测介质的温度，因此本实施例中的热电偶5还连接于电气仪表或者服务器，以直观显示、记录温度。

可以理解的是，本实施例中的热电偶5需要紧贴微通道的表面，因此其使用无固定装置式热电偶5紧贴于微通道表面。热电偶5通过引线连接电气仪表或服务器。

由于热电偶5位于保温层2和微通道之间。因此引线需要由保温层2的端部引出，或者穿过保温层2。

所述外护层3采用铝箔胶带，其可以反射的保温层2发散的热量。

所述热电偶5采用S、B、E、K、R、J、T型号中的一种或几种。

实施例2

本实施例公开了一种保温层2厚度计算方法，包括以下步骤：

通过计算，确定微通道测温段1的单位长度散热量；

通过测量，确定微通道外表面温度；

通过计算，确定微通道内表面温度；

根据微通道内流体温度与微通道外表面温度的差值确定保温层2的厚度。

在确定微通道测温段1的单位长度散热量时，单位长度散热量由外护层3外表面与环境的对流换热和辐射换热之和构成。

计算微通道内流体温度与微通道外表面温度的差值 Δt 小于 0.5°C 。

所述微通道外表面也即保温层2外表面。

下面以一个具体的计算过程阐述上述计算过程：

(1) 对于如图1所示的圆筒形结构，其单位长度散热量由外护层3外表面与环境的对流换热和辐射换热之和构成。

$$Q = h_o \pi d_3 (t_w - t_{fo}) + \varepsilon \pi d_3 C_o \left(\left(\frac{T_w}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{fo}}{100} \right)^4 \right)$$

式中，Q为单位面积的固体表面与流体之间在单位时间内交换的热量，称作热流密度，单位 W/m^2 ；

t_w 、 t_{fa} 分别为固体表面和流体的温度，单位K；

πd_3 为单位长度壁面面积，单位 m^2 ；

Q为单位时间内面积A上的传热热量，单位W；

h_o 称为表面对流传热系数，单位 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

C_o 为桶内流动介质质量比热；

ε 为发射率；

(2) 对于实施例1中的圆筒结构，其传热量又可以由下式计算得到。

$$Q = \frac{\pi(t_{fi} - t_w)}{\frac{1}{h_i d_i} + \frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_1}{d_i} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_3} \ln \frac{d_3}{d_2}}$$

d_i 为微通道外径， d_2 为保温层2外径， d_3 为外护层3外径， h_i 为微通道内流体与壁面之间的对流换热系数， d_i 为微通道内径， λ 为各层材料的导热系数。

(3) 对于微通道外表面温度 t_{w1} ，可由下式计算得到。

$$Q = \frac{\pi(t_{fi} - t_{w1})}{\frac{1}{h_i d_i} + \frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_1}{d_i}}$$

(4) 联立上述(1)、(2)、(3)式，可计算得到微通道内流体温度与微

通道外表面温度的差值:

$$\Delta t = t_{f1} - t_{w1}$$

(5) 对于一个确定的实施例, Δt 的大小主要由保温层2厚度 δ_2 决定, 保温层2厚度的计算如下:

$$\delta_2 = \frac{d_2 - d_1}{2}$$

通过调整保温层2厚度, 可使 Δt 减小至可接受范围内, 对于常规的试验装置, 测温用热电偶5测量误差为0.5℃, 因此使 Δt 减小至0.5℃以下即可满足精度需求。

本实施例以内径0.5mm微通道铝管为例, 计算得到如图4所示的几种典型工况测量误差随保温厚度的变化曲线, 以及85mm保温厚度下, 如图5所示的不同流体温度的测量误差。可以看出, 本发明的测温方法可以在较大的测温范围内具有较高的测量精度。

以上所述仅为本发明的优选实施例而已, 并不用于限制本发明, 对于本领域的技术人员来说, 本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

1、一种微通道内流动工质的测温装置，其特征在于，包括，
设置于微通道测量段外侧的保温层；
包覆于保温层外侧的外护层；
用于测量微通道测量段温度的热电偶；
以及，连接于热电偶的温度显示终端；

其中，热电偶设于保温层和微通道之间，热电偶贴附在微通道测温段表面；所述保温层的内侧与微通道紧密贴合，且所述热电偶完全包裹于所述保温层内；

所述保温层的外径 d_2 大于等于微通道测温段的长度 L 。

2、根据权利要求 1 所述的一种微通道内流动工质的测温装置，其特征在于，所述保温层采用纳米二氧化硅气凝胶材质；所述保温层呈圆柱形。

3、根据权利要求 1 所述的一种微通道内流动工质的测温装置，其特征在于，所述热电偶焊接于所述微通道测温段；所述热电偶直接与所述保温层接触。

4、根据权利要求 1 所述的一种微通道内流动工质的测温装置，其特征在于，所述热电偶通过热电偶贴片粘接固定于所述微通道测温段；所述热电偶的外侧包覆热电偶贴片，热电偶贴片外侧包覆保温层。

5、根据权利要求 1 所述的一种微通道内流动工质的测温装置，其特征在于，所述热电偶包括多个，多个热电偶分布于微通道测温段表面。

6、根据权利要求 5 所述的一种微通道内流动工质的测温装置，其特征在于，所述保温层包括多个，每个热电偶的外侧均包覆一个保温层。

7、根据权利要求 1 所述的一种微通道内流动工质的测温装置，其特征在于，所述外护层采用铝箔胶带。

8、一种保温层厚度计算方法，其特征在于，包括以下步骤：

通过计算，确定微通道测温段的单位长度散热量；

通过测量，确定微通道外表面温度；

通过计算，确定微通道内表面温度；

根据保温层外表面温度与微通道外表面温度的差值确定保温层的厚度。

9、如权利要求 8 所述的一种保温层厚度计算方法，其特征在于，在确定微通道测温段的单位长度散热量时，单位长度散热量由外护层外表面与环境的对流换热和辐射换热之和构成。

10、根据权利要求 8 所述的一种保温层厚度计算方法，其特征在于，所述保温层外表面温度与微通道外表面温度的差值 Δt 小于 0.5°C 。

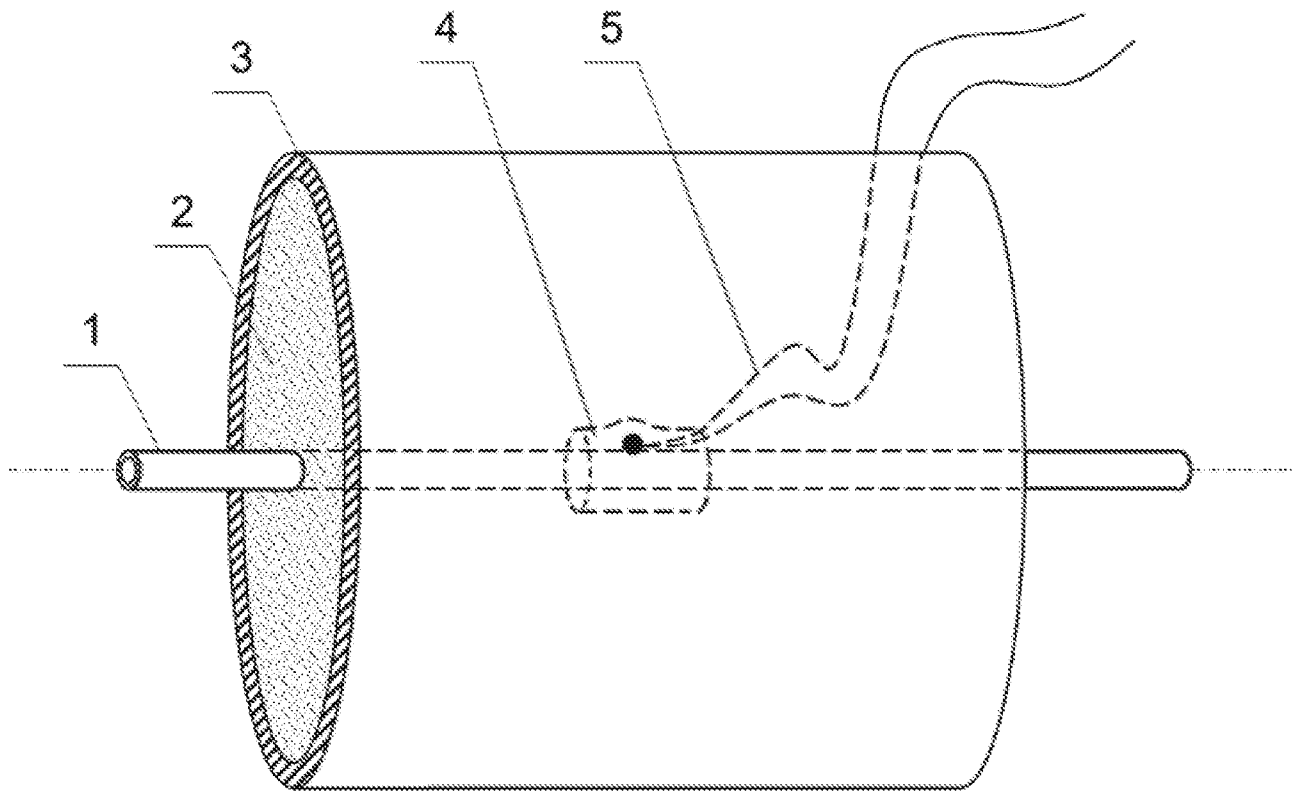


图 1

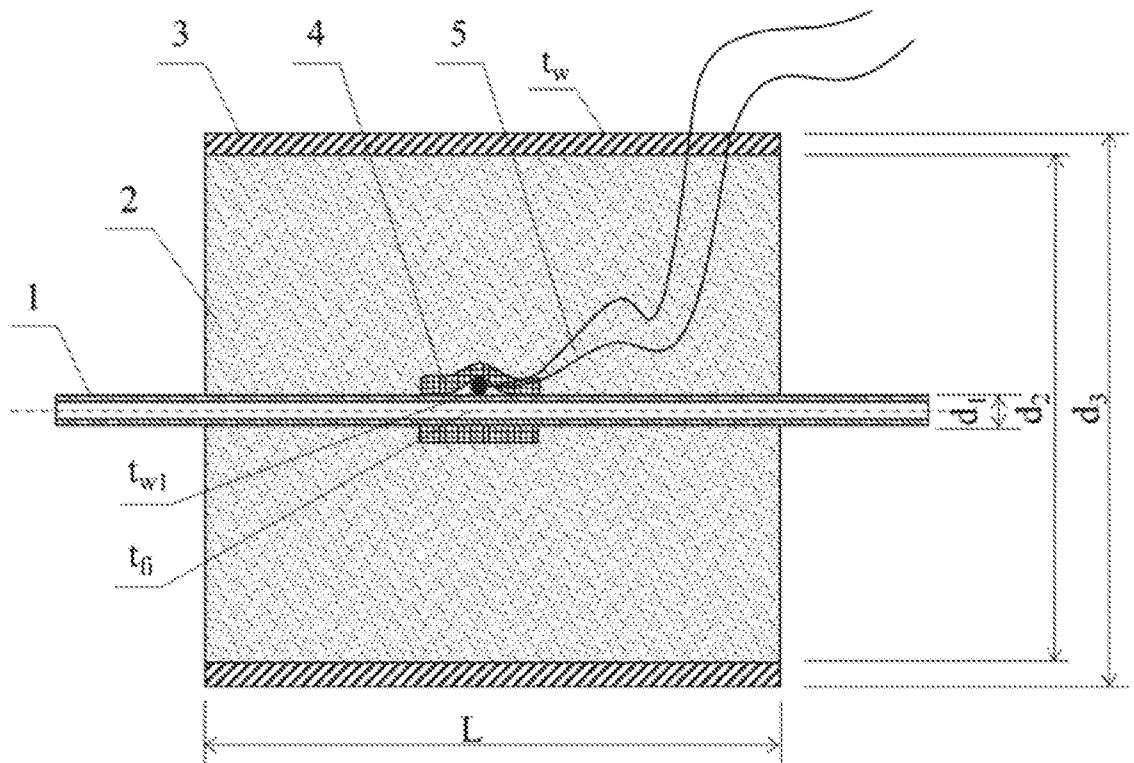


图 2

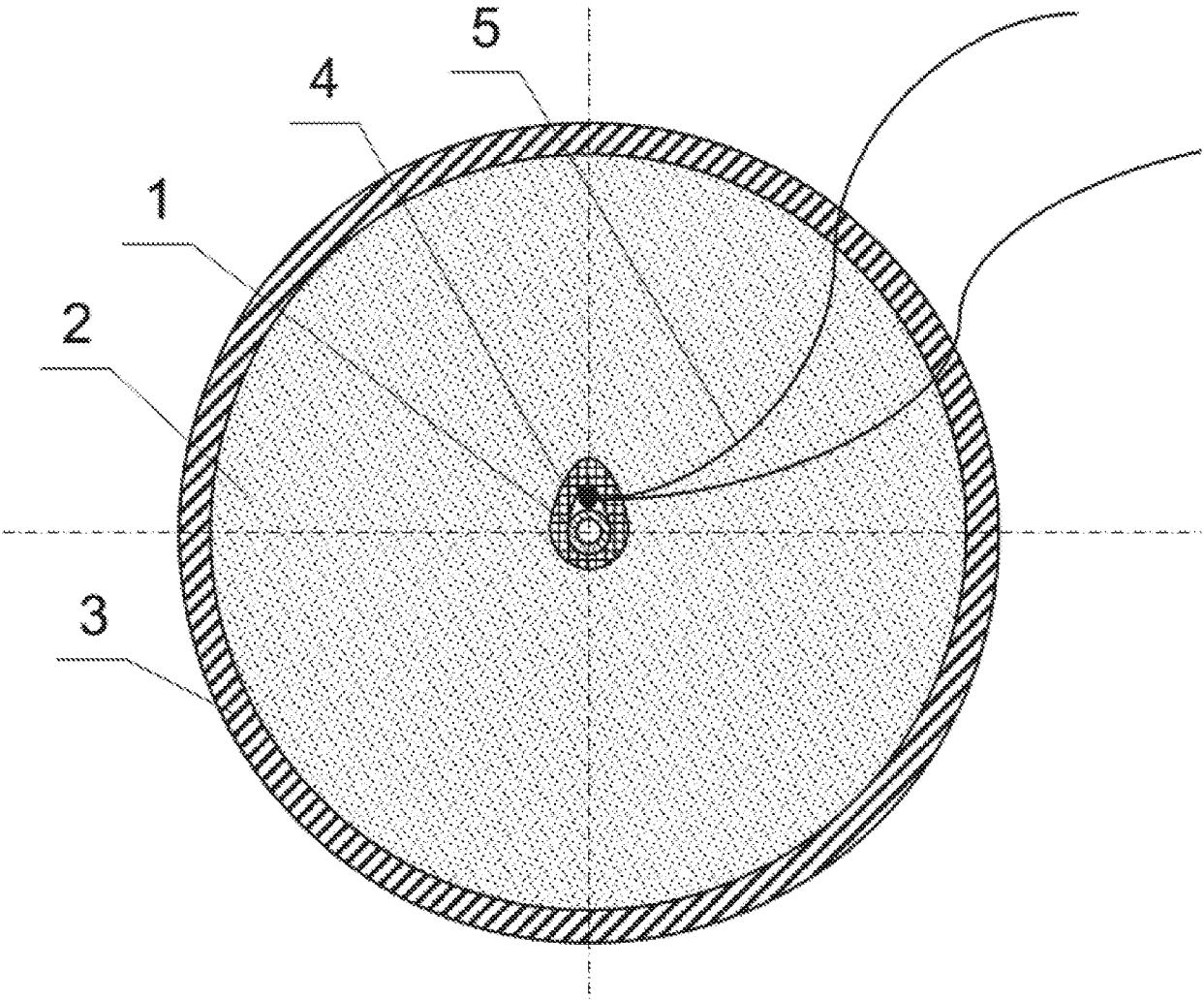


图 3

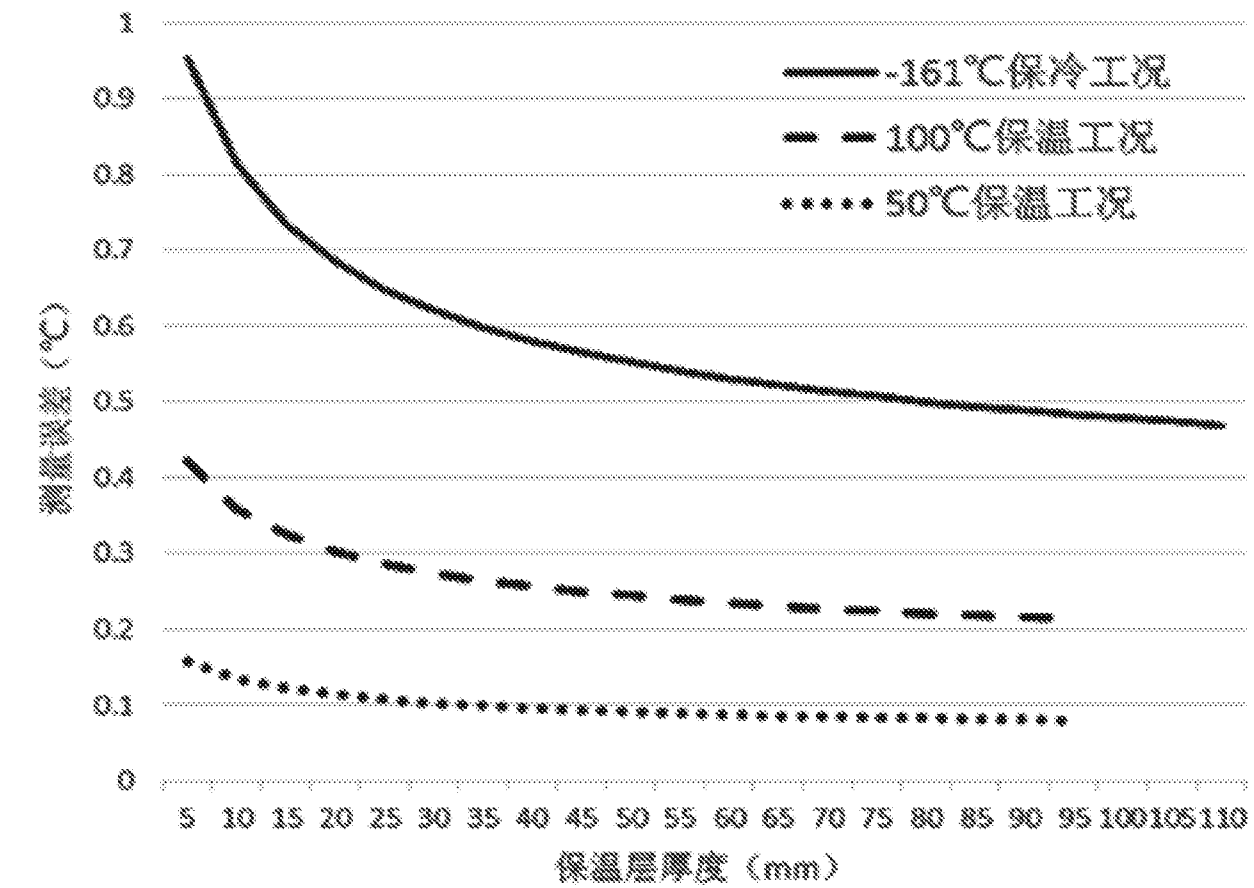


图 4

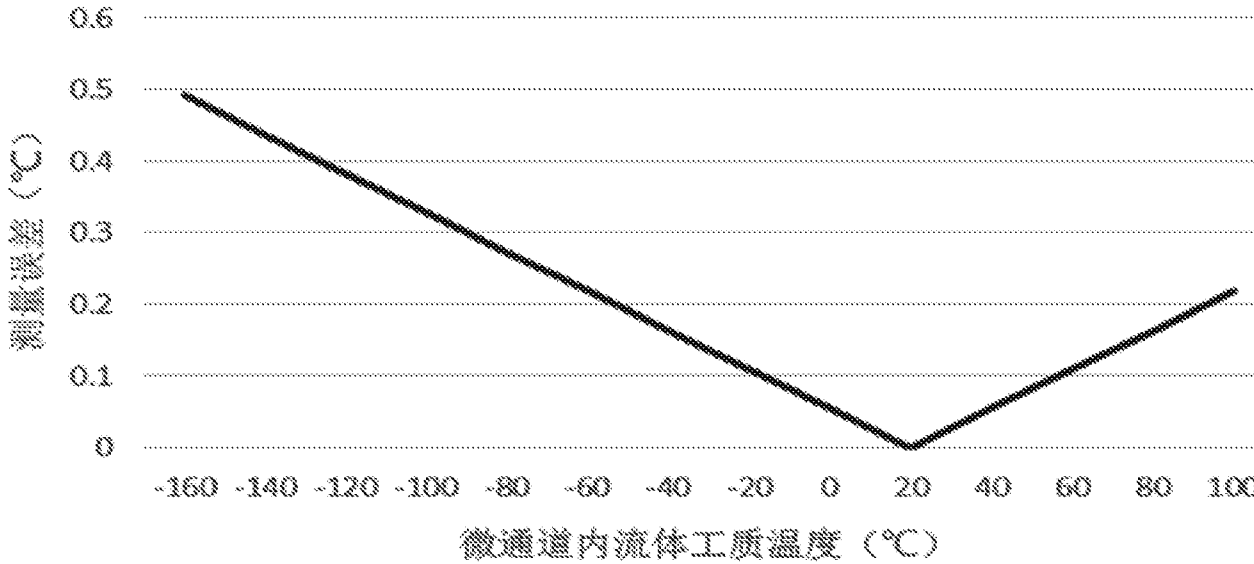


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/120947

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01D 21/02(2006.01)i; G01K 7/02(2021.01)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)

G01D; G01K; G01N

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; CNTXT; CNKI: 微通道, 微, 通道, 流动工质, 测温, 温度, 保温, 层, 热电偶, 传感器, 贴片, 管道, 通道, 厚, 厚度, 外径, 大于, 等于, 长, 差, 纳米二氧化硅气凝胶, 计算, 青岛理工大学, mca, micro, architecture, channel, piping, pipe, insulating, temperature, course, blanket, thickness, coat, thermocouple, diameter, conduit, duct, insulation, layer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111272229 A (QINGDAO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 12 June 2020 (2020-06-12) claims 1-10	1-10
X	CN 204831595 U (PETROCHINA COMPANY LIMITED) 02 December 2015 (2015-12-02) description, paragraphs 5-33, figure 1	1-7
X	CN 104931525 A (MIAO, Wentao et al.) 23 September 2015 (2015-09-23) description, paragraphs 6-34, figures 1-10	8-10
A	CN 103292923 A (HUALU ENGINEERING & TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 11 September 2013 (2013-09-11) entire document	1-10
A	CN 109974869 A (RESEARCH INSTITUTE OF NUCLEAR POWER OPERATION et al.) 05 July 2019 (2019-07-05) entire document	1-10
A	CN 110578848 A (CHINA NATIONAL CHEMICAL ENGINEERING SIXTH CONSTRUCTION CO., LTD.) 17 December 2019 (2019-12-17) entire document	1-10



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

12 January 2021

Date of mailing of the international search report

20 January 2021

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/CN2020/120947

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106248728 A (NUCLEAR POWER INSTITUTE OF CHINA) 21 December 2016 (2016-12-21) entire document	1-10
A	CN 109506796 A (WUHAN WUTOS CO., LTD.) 22 March 2019 (2019-03-22) entire document	1-10
A	US 2017191879 A1 (APPLIED ELECTRONIC MAT LLC) 06 July 2017 (2017-07-06) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/120947

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	111272229	A	12 June 2020	None	
CN	204831595	U	02 December 2015	None	
CN	104931525	A	23 September 2015	CN 104931525	B 25 October 2019
CN	103292923	A	11 September 2013	None	
CN	109974869	A	05 July 2019	None	
CN	110578848	A	17 December 2019	None	
CN	106248728	A	21 December 2016	None	
CN	109506796	A	22 March 2019	None	
US	2017191879	A1	06 July 2017	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/120947

A. 主题的分类

G01D 21/02 (2006.01) i; G01K 7/02 (2021.01) 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)

G01D; G01K; G01N

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; CNTXT; CNKI: 微通道, 微, 通道, 流动工质, 测温, 温度, 保温, 层, 热电偶, 传感器, 贴片, 管道, 通道, 厚, 厚度, 外径, 大于, 等于, 长, 差, 纳米二氧化硅气凝胶, 计算, 青岛理工大学, mca, micro, architecture, channel, piping, pipe, insulating, temperature, course, blanket, thickness, coat, thermocouple, diameter, conduit, duct, insulation, layer

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
PX	CN 111272229 A (青岛理工大学) 2020年 6月 12日 (2020 - 06 - 12) 权利要求1-10	1-10
X	CN 204831595 U (中国石油天然气股份有限公司) 2015年 12月 2日 (2015 - 12 - 02) 说明书第5-33段, 附图1	1-7
X	CN 104931525 A (缪文韬等) 2015年 9月 23日 (2015 - 09 - 23) 说明书第6-34段, 附图1-10	8-10
A	CN 103292923 A (华陆工程科技有限责任公司等) 2013年 9月 11日 (2013 - 09 - 11) 全文	1-10
A	CN 109974869 A (核动力运行研究所等) 2019年 7月 5日 (2019 - 07 - 05) 全文	1-10
A	CN 110578848 A (中国化学工程第六建设有限公司) 2019年 12月 17日 (2019 - 12 - 17) 全文	1-10
A	CN 106248728 A (中国核动力研究设计院) 2016年 12月 21日 (2016 - 12 - 21) 全文	1-10

☒ 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

2021年 1月 12日

国际检索报告邮寄日期

2021年 1月 20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

受权官员

王蕾

电话号码 62085734

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 109506796 A (武汉理工光科技股份有限公司) 2019年 3月 22日 (2019 - 03 - 22) 全文	1-10
A	US 2017191879 A1 (APPLIED ELECTRONIC MAT LLC) 2017年 7月 6日 (2017 - 07 - 06) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/120947

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	111272229	A	2020年 6月 12日	无	
CN	204831595	U	2015年 12月 2日	无	
CN	104931525	A	2015年 9月 23日	CN 104931525 B	2019年 10月 25日
CN	103292923	A	2013年 9月 11日	无	
CN	109974869	A	2019年 7月 5日	无	
CN	110578848	A	2019年 12月 17日	无	
CN	106248728	A	2016年 12月 21日	无	
CN	109506796	A	2019年 3月 22日	无	
US	2017191879	A1	2017年 7月 6日	无	