

## (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  
2017 年 8 月 24 日 (24.08.2017)



(10) 国际公布号  
**WO 2017/140145 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*G01K 11/00* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/106682
- (22) 国际申请日: 2016 年 11 月 21 日 (21.11.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201610086300.5 2016 年 2 月 15 日 (15.02.2016) CN
- (71) 申请人: 深圳大学 (SHENZHEN UNIVERSITY)  
[CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。
- (72) 发明人: 欧阳征标 (OUYANG, Zhengbiao); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。 陈治良 (CHEN, Zhiliang); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳力拓知识产权代理有限公司 (SHENZHEN LITUO INTELLECTUAL PROPERTY

AGENCY CO.,LTD.); 中国广东省深圳市南山区深南大道 10128 号南山软件园东塔楼 1701, Guangdong 518000 (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, JP, KE, KG, 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。

(81) 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)。

[见续页]

(54) Title: HIGH-RESOLUTION TEMPERATURE SENSOR ON THE BASIS OF BUILT-IN LIQUID CAPSULE AND FIXED WAVELENGTH

(54) 发明名称: 基于内置液囊和固定波长的高分辨温度传感器

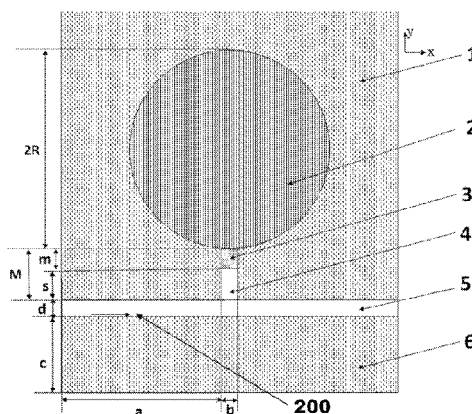


图 1

(57) Abstract: A high-resolution temperature sensor based on a built-in liquid capsule and a fixed wavelength consists of a liquid capsule (2), a metal block (3), a vertical waveguide (4), a horizontal waveguide (5), two metallic films (1, 6) and horizontally spreading signal light (200), wherein the liquid capsule (2) and the vertical waveguide (4) are connected, the metal block (3) is arranged in the vertical waveguide (4) and can move, the vertical waveguide (4) and the horizontal waveguide (5) are connected, and the signal light (200) employs a fixed wavelength. The high-resolution temperature sensor has advantages of compact structure, small size and high resolution and can be integrated conveniently.

(57) 摘要: 一种基于内置液囊和固定波长的高分辨率温度传感器, 由一个液囊 (2)、金属块 (3)、一个竖直波导 (4)、一个水平波导 (5)、两个金属膜 (1, 6) 和一个水平传播的信号光 (200) 组成, 液囊 (2) 和竖直波导 (4) 连接, 金属块 (3) 设置竖直波导 (4) 内, 且可以移动; 竖直波导 (4) 和水平波导 (5) 连接, 信号光 (200) 采用固定波长。结构紧凑、体积小、分辨率高, 便于集成。



WO 2017/140145 A1



**本国际公布:**

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

## 基于内置液囊和固定波长的高分辨温度传感器

### 技术领域

本发明涉及一种高分辨率，纳米尺度的温度传感器，尤其涉及一种基于内置液囊和单一波长激光探测的高灵敏度温度传感器。

### 背景技术

温度传感器是实际应用中最广泛的传感器之一，从我们生活中的寒暑表，体温计到大型仪器以及集成电路上的温控设备，温度传感器无处不在。传统温度传感器，例如热电阻、铂电阻，双金属开关等虽然有着各自的优点，但在微型和高精度产品中却不再适用。半导体温度传感器灵敏度或分辨率高、体积小、功耗低、抗干扰能力强等优点使得其在半导体集成电路中应用非常广泛。

基于表面等离子激元的波导却能突破衍射极限的限制，实现纳米尺度的光信息处理和传输。表面等离子激元是当电磁波入射到金属与介质分界面时，电磁波和金属表面的自由电子耦合形成的一种在金属表面传播的表面电磁波。

目前，根据表面等离子激元的性质，提出了基于表面等离子体结构的器件，例如滤波器、环形器、逻辑门、光开关等。这些器件在结构上都比较简单，非常便于光路集成。

现有技术中的温度传感器灵敏度为  $70\text{pm}/^{\circ}\text{C}$  或  $-0.65\text{nm}/^{\circ}\text{C}$ ，虽然温度传感器体积很小，但是灵敏度或分辨率并不高。

### 发明内容

本发明的目的是克服现有温度传感器分辨率的不足，提供一种便于集成的 MIM 结构的高分辨率温度传感器。

本发明的目的通过下述技术方案予以实现。

本发明基于内置液囊和固定波长的高分辨率温度传感器，它由一个内置液囊、金属块、一个竖直波导、一个水平波导、两个金属膜和一个水平传播的信号光组成；所述信号光采用固定波长；所述液囊和所述竖直波导连接，所述金属块设置竖直波导内，且可以移动；所述竖直波导和水平波导连接；所述信号光采用固定波长。

所述液囊内物质为高热膨胀系数的物质；

所述高膨胀系数的物质为酒精或者水银。

所述液囊截面的形状为矩形、圆形、多边形、椭圆形或者不规则形状。

所述金属为金或银。

所述金属为银。

所述水平波导和竖直波导为 MIM 结构的波导。

所述水平波导内的介质为空气。

所述信号光为单一波长激光，其波长为 792nm 的激光。

所述可移动银块固定位置为 116nm。

本发明与现有技术相比的有益效果是：

1. 具有结构紧凑，体积小，非常便于集成。
2. 分辨率高，温度平均分辨率平均达到 0.0083℃，最高分辨率为 0.005℃。

## 附图说明

图 1 是本发明高分辨率温度传感器第一种实施例二维结构示意图。

图中：金属膜 1 内置液囊 2 金属块 3 竖直波导 4 水平波导 5 金属膜 6 水平传播的信号光 200

图 2 是图 1 所示的三维结构示意图。

图 3 是本发明高分辨率温度传感器第二种实施例二维结构示意图。

图中：金属膜 1 内置液囊 2 金属块 3 竖直波导 4 水平波导 5 金属膜 6 水平传播的信号光 200

图 4 是图 3 所示的三维结构示意图。

图 5 是不同波长信号光的透射频谱图。

图 6 是不同波长透射率的间隔的平均值。

图 7 是透射率对应温度的导数曲线图。

## 具体实施方式

下面结合附图与实施例对本发明作进一步的描述。

如图 1 和 2（图 2 中省略了结构上面的封装介质）所示，本发明基于内置液囊和固定波长的高分辨率温度传感器，它由金属膜 1、一个内置液囊 2、金属块 3、一个竖直波导 4、一个水平波导 5、金属膜 1、6（没有被刻蚀的金属膜）和一个水平传播的信号光 200（波导表面形成表面等离子激元）组成；信号光采用固定波长；液囊 2 和竖直波导 4 连接，液囊 2（温度敏感腔）截面为圆形腔，半径为  $R$ ，其截

面积采用  $502655\text{nm}^2$ ，厚度为  $1\mu\text{m}$ ，该液囊 2 内的物质为比热容较低的，且为高热膨胀系数的物质，高膨胀系数物质为酒精或水银，最好采用酒精；金属采用金或银，最佳为银，金属膜厚度（以下用  $h_1$  表示）采用  $100\text{nm}$  以上取值范围，以  $100\text{nm}$  厚度为最佳；液囊 2 的厚度大于银膜的厚度  $h_1$ ；金属块 3 设置竖直波导 4 内，且可以移动，移动金属块 3 长度  $m$  采用  $80\text{nm}$ - $150\text{nm}$  取值范围，以  $125\text{nm}$  长度为最佳，可移动金属块 3 距离水平波导 5 的距离  $s$  采用  $0\text{nm}$ - $200\text{nm}$  距离范围，且由金属块 3 的位置确定，该金属块 3 为金或银，最佳为银；竖直波导 4 和水平波导 5 连接；竖直波导 4 和水平波导 5 为 MIM 结构的波导，即 MIM 波导为金属-绝缘体-金属结构；绝缘体采用不导电透明物质；所述不导电透明物质为空气、二氧化硅、或硅；竖直波导 4 和水平波导 5 连接；竖直波导 4 宽度  $b$  采用  $30\text{nm}$ - $60\text{nm}$  取值范围，以  $35\text{nm}$  宽度为最佳，竖直波导 4 长度  $M$  采用  $200\text{nm}$  以上，以  $300\text{nm}$  长度为最佳；竖直波导 4 的左边缘到金属膜 6 左边缘的距离  $a$  采用  $350\text{nm}$ - $450\text{nm}$  取值范围，以  $400\text{nm}$  为最佳。竖直波导 4 位于水平波导 5 的上端；水平波导 5 宽度  $d$  采用  $30\text{nm}$ - $100\text{nm}$  取值范围，以  $50\text{nm}$  宽度为最佳，水平波导 5 内的介质为空气；水平波导 5 的下边缘距离金属膜 6 的边缘的距离  $c$  采用大于  $150\text{nm}$  的取值范围。

本发明通过温度的变化来改变酒精的体积，使其膨胀推动可移动金属块 3 向水平波导 5 移动来改变竖直波导 4 内空气段的长度，可移动金属块 3 向下移动使得其到水平波导 5 距离发生变化，信号光的透过率也就随之发生变化；由于可移动金属块 3 往下移动受温度的控

制，所以温度的变化影响信号光的透射率的变化，根据透射率的变化即可探测温度信息的变化；透射率的特征可以与温度一一对应，即从透射率的特征即可知道温度的变化。当温度又降回初始温度时，在外界大气压的作用下，金属块 3 又会回到初始压力平衡的位置，方便下一次探测。

本发明液囊 2 内的酒精体积膨胀系数为  $\alpha_{ethanol} = 1.1 \times 10^{-3} / ^\circ\text{C}$ ，在室温 ( $20^\circ\text{C}$ ) 时密度为  $\rho = 0.789 \text{ g/cm}^3$ 。

银的线膨胀系数为  $\alpha_{Ag} = 19.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 。相比于酒精的膨胀系数，在相同温度变化下，银的膨胀可以忽略不计。在本发明中，即不再考虑温度变化对银的体积的影响。根据液囊的体积和可移动金属块的截面积可以计算出金属块的位置变化与温度的关系，由此定义一个比例系数  $\sigma$  表示单位温度的变化对应的金属块移动距离

$$\sigma = \frac{h \times S \times \alpha_{ethanol}}{b \times h_1} \quad (1)$$

此式也可以作为衡量该结构的温度敏感性。根据此式可以得出圆形吸收腔的截面积及可移动金属块的宽度对金属块的位置变化影响比较大，综合考虑选择  $S = 502655 \text{ nm}^2$ ， $b = 35 \text{ nm}$ 。则  $\sigma = 157 \text{ nm}/^\circ\text{C}$ ，此结果为金属块的移动量与温度的关系。

如图 3 和 4 (图 4 中省略了结构上面的封装介质) 所示，本发明基于内置液囊和固定波长的高分辨率温度传感器，它由金属膜 1、一

个内置液囊 2、金属块 3、一个竖直波导 4、一个水平波导 5、金属膜 6（没有被刻蚀的金属膜 1、6）和一个水平传播的信号光 200（波导表面形成表面等离子激元）组成；所述信号光采用固定波长；液囊 2 和竖直波导 4 连接，液囊 2（温度敏感腔）截面积为六边形腔，边长为  $r$ ，其截面积为  $502655\text{nm}^2$ ，厚度为  $1\mu\text{m}$ ，该温度敏感腔内的物质比热容比较低，且为高热膨胀系数的物质，液囊 2（温度敏感腔）内的物质为比热容较低的，且为高热膨胀系数的物质，高膨胀系数物质为酒精或水银，最好采用酒精；金属采用金或银，最佳为银，金属膜厚度  $h_1$  采用  $100\text{nm}$  以上取值范围，以  $100\text{nm}$  厚度为最佳；液囊 2 的厚度大于银膜  $h_1$  的厚度；可移动金属块 3 设置竖直波导 4 内；且可以移动，移动金属块 3 长度  $m$  采用  $80\text{nm}$ - $150\text{nm}$  取值范围，以  $125\text{nm}$  长度为最佳，可移动金属块 3 距离水平波导 5 的距离  $s$  采用  $0\text{nm}$ - $200\text{nm}$  距离范围，且由金属块 3 的位置确定，该金属块 3 为金或银，最佳为银；竖直波导 4 和水平波导 5 连接；水平波导 5 和竖直波导 4 为 MIM 结构的波导，即 MIM 波导为金属-绝缘体-金属结构；绝缘体采用不导电透明物质；不导电透明物质为空气、二氧化硅、或硅；竖直波导 4 位于水平波导 5 的上端；水平波导 5 内的介质为空气；竖直波导 4 宽度  $b$  采用  $30\text{nm}$ - $60\text{nm}$  取值范围，以  $35\text{nm}$  宽度为最佳，竖直波导 4 长度  $M$  采用  $200\text{nm}$  以上，以  $300\text{nm}$  长度为最佳；竖直波导 4 的左边缘到金属膜 6 左边缘的距离  $a$  采用  $350\text{nm}$ - $450\text{nm}$  取值范围，以  $400\text{nm}$  为最佳。水平波导 5 宽度  $d$  采用  $30\text{nm}$ - $100\text{nm}$  取值范围，以  $50\text{nm}$  宽度为最佳，水平波导 5 内的介质为空气；水平波导 5

的下边缘距离金属膜 6 的边缘的距离  $c$  采用大于 150nm 的取值范围。

本发明通过温度的变化来改变酒精的体积，使其膨胀推动可移动金属块 3 向水平波导 5 移动来改变竖直波导 4 内空气段的长度；由于可移动金属块 3 往下移动受温度的控制，所以温度的变化影响信号光的透射率的变化，根据透射率的变化即可探测温度信息的变化；透射率的特征可以与温度一一对应，即从透射率的特征即可知道温度的变化。当温度又降回初始温度时，在外界大气压的作用下，金属块 3 又会回到初始压力平衡的位置，方便下一次探测。

可移动金属块 3 往下移动使其到水平波导 4 距离发生变化，信号光的透过率也就随之发生变化。如图 5 所示，本发明结构在  $s$  的值不同时波长为 700nm-1000nm 的各个波长的光的透过率。银块的初始位置为初始温度（如 20℃）时的位置，其值  $s=160\text{nm}$ ；利用仿真软件扫描可以得到温度变化一定时，水平波导 5 各个波长的透过率，然后再让相应波长的透过率值依次相差，然后对其做绝对值平均。这样就可以得到每个波长的在单位温度间隔内透射率的变化值，其结果如图 6 所示，图中曲线代表扫描间隔为 0.025℃时各个波长透射率的间隔的平均值。利用仿真软件扫描可以得到温度变化一定时，水平波导 5 各个波长的透过率，然后再让相应波长的透过率值依次相差然后绝对值求和取平均，这样就得到了温度间隔固定时各个波长透射率的差的平均值。从图中可以得到波长为 792nm 时，透射率间隔有最大值为 0.067207。

水平传播的信号光 200 为单一波长激光，该水平波导信号光为

792nm 的单一光源，温度的变化影响信号光的透射率的变化，根据透射率的变化即可探测温度信息的变化。设定探测器对于单一波长透射率的分辨率能力为 2% 的透射率变化量，则用这种探测方式设计的温度传感器的平均分辨率达到  $0.0083^{\circ}\text{C}$ 。温度传感器在增加液囊 2 的体积后，可移动金属块 3 对温度更加敏感。在液囊 2 体积增加一倍后，温度传感器的分辨率的值也会提高一倍，达到  $0.00415^{\circ}\text{C}$ 。如图 7 所示，同样对入射信号光为 792nm 的情况下，扫描其在不同温度下的透射率，扫描温度间隔为  $0.01^{\circ}\text{C}$ ，即可移动金属块 3 的移动间隔为 1.57nm。扫描结果如图 7 中黑色点状曲线所示。然后对曲线进行微分求出  $dt/dT$ ，即透射率对温度的导数曲线图。所求曲线如图 7 中黑色不加点曲线所示。在处理图像时，将相应温度点对应可移动金属块 3 的位置也标注在横轴上，以便于查找透射率变化最大的位置。根据黑色不加点曲线可以得到  $s=116\text{nm}$  的位置有最大的透射率变化率。根据扫描间隔可以计算出温度传感器在该位置的温度分辨率为  $0.005^{\circ}\text{C}$ ，此为固定温度点该温度传感器的分辨率。

在实际应用中针对某一个固定温度点附近进行测量，可以将可移动金属块 3 固定在 116nm 处，这样既可以实现固定温度点高灵敏度或高分辨率的测量。

尽管本专利已介绍了一些具体的实例，只要不脱离本专利权利要求所规定的精神，各种更改对本领域技术人员来说是显而易见的。

## 权利要求书

1. 一种基于内置液囊和固定波长的高分辨率温度传感器，其特征在于：它由一个内置液囊、金属块、一个竖直波导、一个水平波导、两个金属膜和一个水平传播的信号光组成；所述液囊和所述竖直波导连接，所述金属块设置竖直波导内，且可以移动；所述竖直波导和水平波导连接；所述信号光采用固定波长。

2. 按照权利要求 1 所述的基于内置液囊和固定波长的高分辨率温度传感器，其特征在于：所述液囊内物质为高热膨胀系数的物质。

3. 按照权利要求 2 所述的基于内置液囊和固定波长的高分辨率温度传感器，其特征在于：所述高膨胀系数的物质为酒精或者水银。

4. 按照权利要求 1 所述的基于内置液囊和固定波长的高分辨率温度传感器，其特征在于：所述液囊截面的形状为矩形、圆形、多边形、椭圆形或者不规则形状。

5. 按照权利要求 1 所述的基于内置液囊和固定波长的高分辨率温度传感器，其特征在于：所述金属为金或者银。

6. 按照权利要求 5 所述的基于内置液囊和固定波长的高分辨率温度传感器，其特征在于：所述金属为银。

7. 按照权利要求 1 所述的基于内置液囊和固定波长的高分辨率温度传感器，其特征在于：所述水平波导和竖直波导为 MIM 结构的波导。

8. 按照权利要求 1 所述的基于内置液囊和固定波长的高分辨率温度传感器，其特征在于：所述水平波导内的介质为空气。

9. 按照权利要求 1 所述的基于内置液囊和固定波长的高分辨率温

度传感器,其特征在于:所述信号光为单一波长激光,其波长为 792nm 的激光。

10. 按照权利要求 1 所述的基于内置液囊和固定波长的高分辨率温度传感器,其特征在于:所述可移动金属块的固定位置为 116nm。

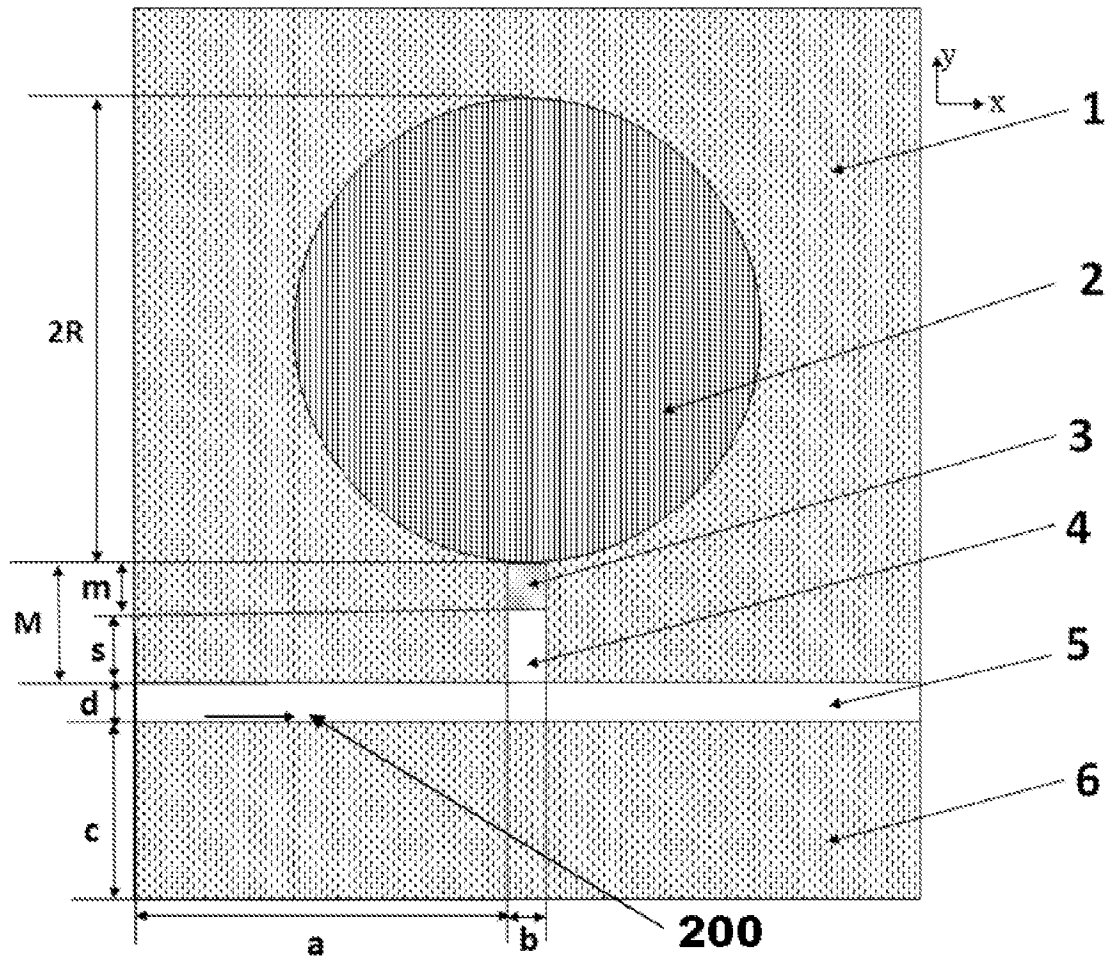


图 1

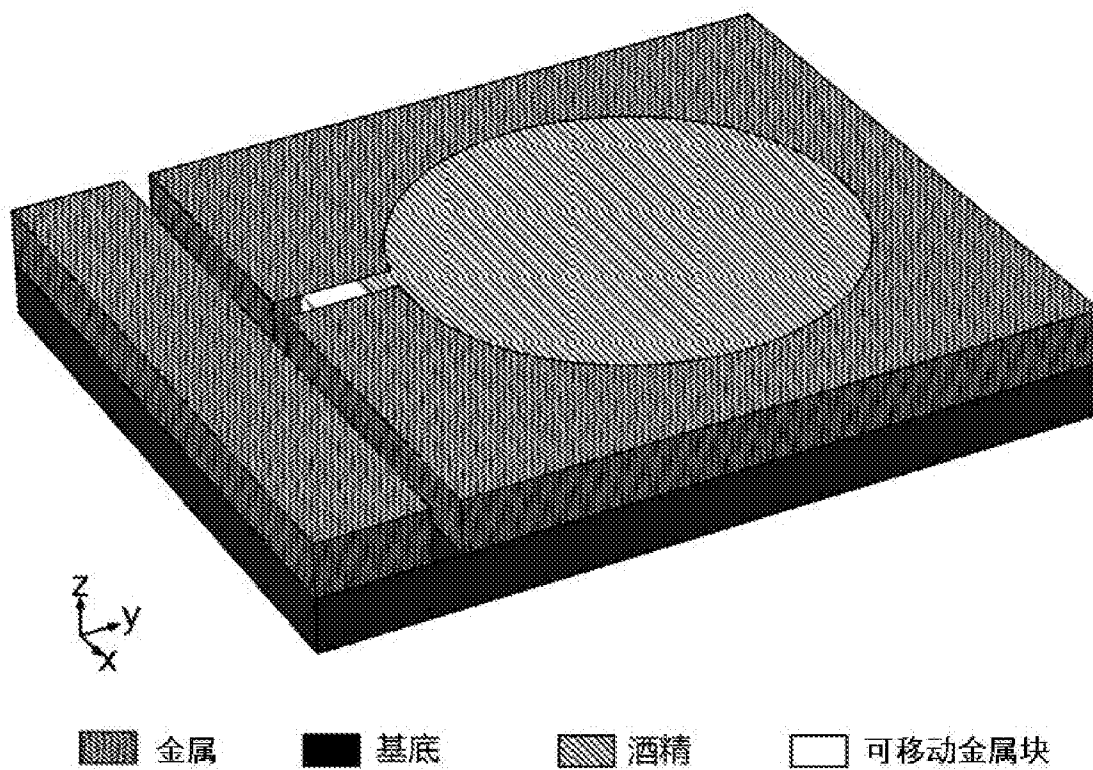


图 2

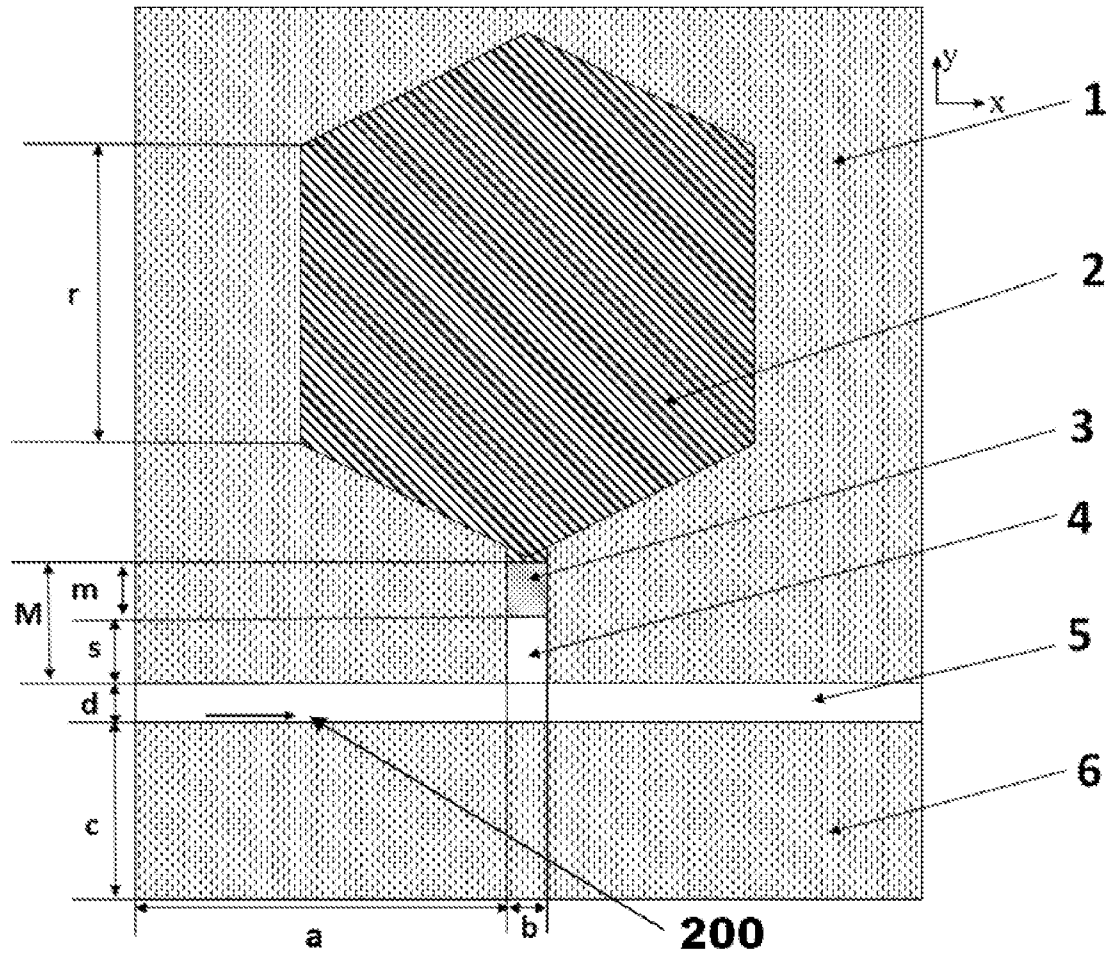


图 3

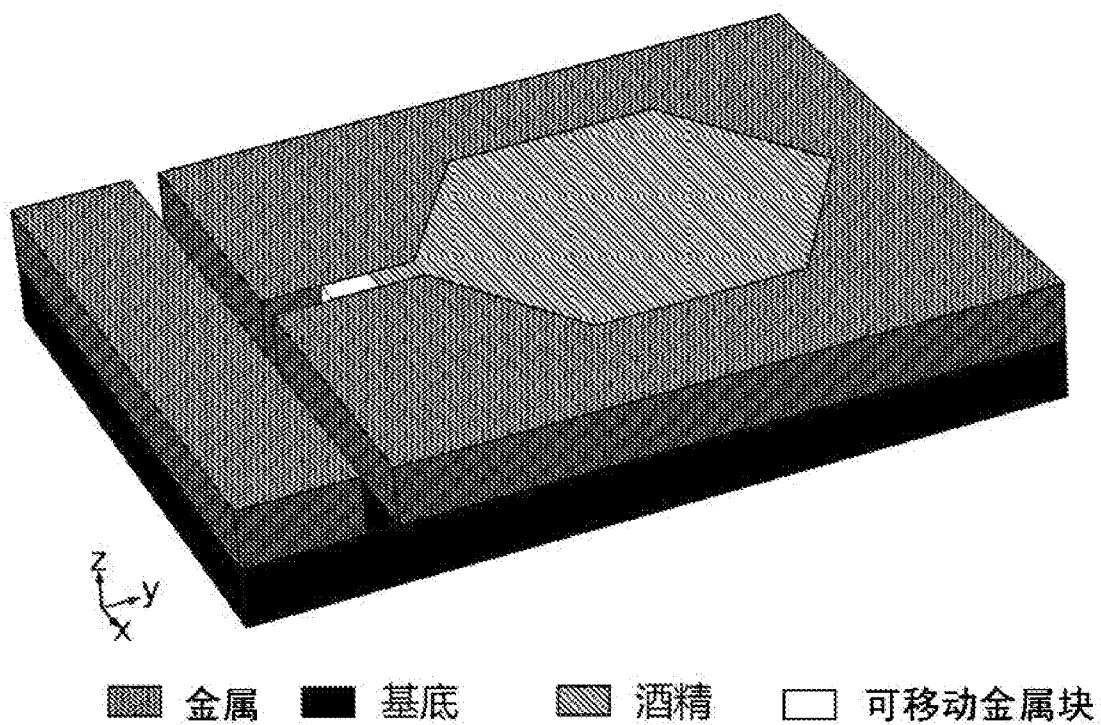


图 4

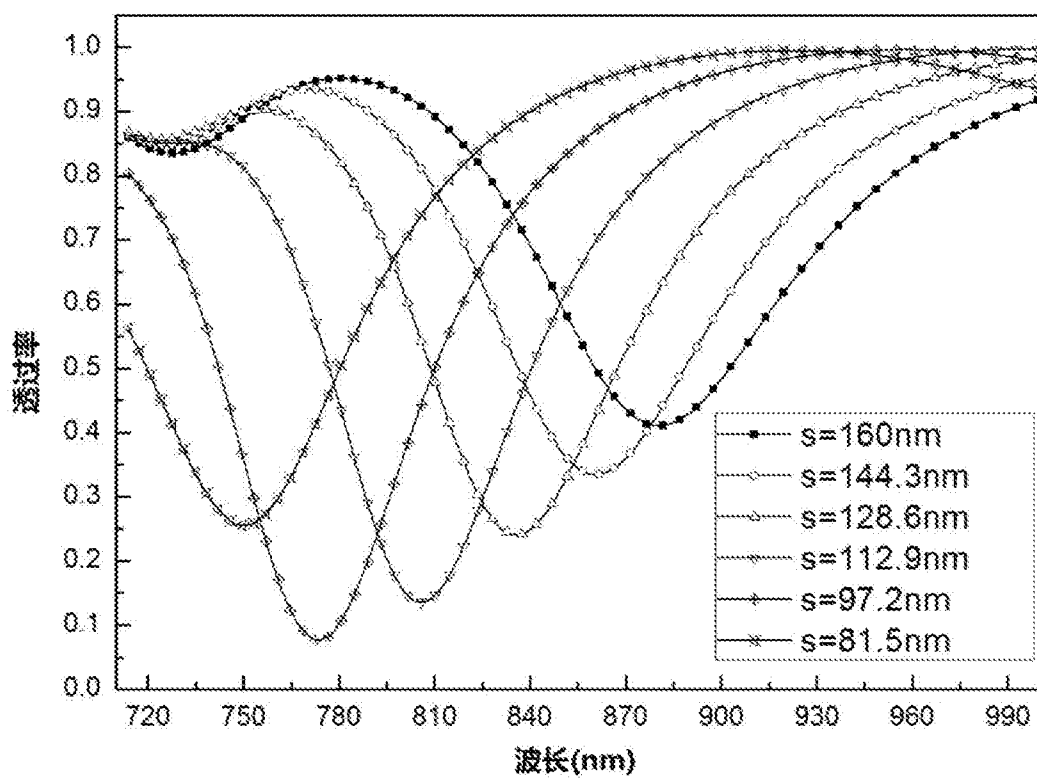


图 5

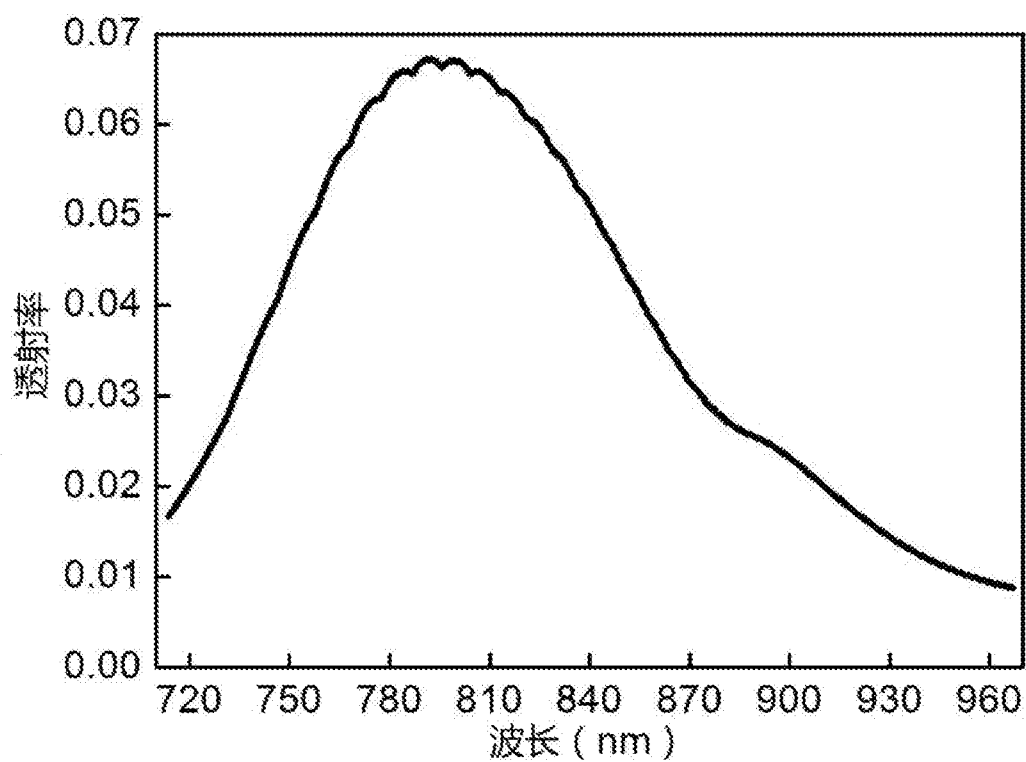


图 6

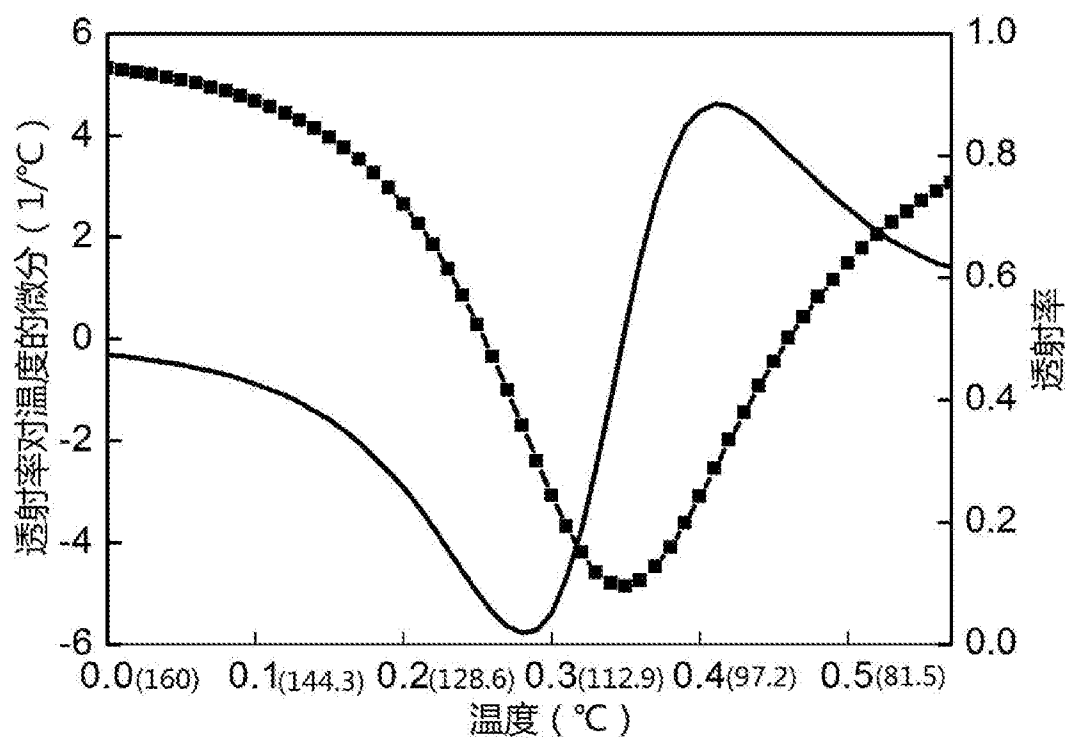


图 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2016/106682**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01K 11/00 (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)

G01K 11/-, G01K 5/-

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)

CNABS, TWABS, CNTXT, TWTXT, CNKI, WPI, EPODOC, EPTXT, USTXT, WOTXT: OUYANG, Zhengbiao; Chen, Zhiliang; SHENZHEN UNIVERSITY; built-in, liquid sack, wave length, device, cavity, chamber, metal bar, orthogonal, cross, film, layer, laser, light source, move, slide, slide block, sensitive, expand, dielectric, air, metal-dielectric-metal, insulator, MIM, liquid, capsule, fixed, length, temperature, sensor, vertical, waveguide, purse, bursa, vesicle, metal, block, horizontal, connected, signal light, high, heat, expand coefficient, factor, ethyl, alcohol, gold, silver, mercury, shape, rectangular, round, polygon, ellipse, irregular, compact, volume, resolution, convenient, integration

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| PX        | CN 105606250 A (OUYANG, Zhengbiao), 25 May 2016 (25.05.2016), claims 1-10                                                         | 1-10                  |
| PX        | CN 105716729 A (OUYANG, Zhengbiao), 29 June 2016 (29.06.2016), description, paragraphs [0029]-[0036], and figures 1-7             | 1-10                  |
| PX        | CN 105571742 A (OUYANG, Zhengbiao), 11 May 2016 (11.05.2016), description, paragraphs [0028]-[0036], and figures 1-5              | 1-10                  |
| PX        | CN 105628247 A (OUYANG, Zhengbiao), 01 June 2016 (01.06.2016), description, paragraphs [0027]-[0033], and figures 1-5             | 1-10                  |
| Y         | CN 103743498 A (NANJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY), 23 April 2014 (23.04.2014), description, paragraphs [0011]-[0014], and figure 1 | 1-10                  |

☒ 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                                                                | “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                                                                     |
| “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | “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 |
| “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) | “&” document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| “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                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

Date of the actual completion of the international search  
28 December 2016 (28.12.2016)

Date of mailing of the international search report  
**16 January 2017 (16.01.2017)**

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  
**LIU, Shixiong**  
Telephone No.: (86-10) **62414492**

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/CN2016/106682****C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | CN 204116640 U (JIANGNAN UNIVERSITY), 21 January 2015 (21.01.2015), description, paragraph [0016], and figures 1-6     | 1-10                  |
| A         | CN 101636646 A (VIBROSYSTEM INC.), 27 January 2010 (27.01.2010), the whole document                                    | 1-10                  |
| A         | CN 1052946 A (TIAN, Guocheng), 10 July 1991 (10.07.1991), the whole document                                           | 1-10                  |
| A         | EP 2525200 A1 (CENT. NAT. RECH. SCI. et al.), 21 November 2012 (21.11.2012), the whole document                        | 1-10                  |
| A         | JP H03276038 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.), 06 December 1991 (06.12.1991), the whole document                         | 1-10                  |
| A         | US 2003206573 A1 (GOTTHOLD, J.P. et al.), 06 November 2003 (06.11.2003), the whole document                            | 1-10                  |
| A         | WO 2010088166 A2 (MASSACHUSETTS INST. TECHNOLOGY), 05 August 2010 (05.08.2010), the whole document                     | 1-10                  |
| A         | CN 102928912 A (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS), 13 February 2013 (13.02.2013), the whole document | 1-10                  |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/CN2016/106682**

| Patent Documents referred<br>in the Report | Publication Date | Patent Family    | Publication Date  |
|--------------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| CN 105606250 A                             | 25 May 2016      | None             |                   |
| CN 105716729 A                             | 29 June 2016     | None             |                   |
| CN 105571742 A                             | 11 May 2016      | None             |                   |
| CN 105628247 A                             | 01 June 2016     | None             |                   |
| CN 103743498 A                             | 23 April 2014    | None             |                   |
| CN 204116640 U                             | 21 January 2015  | None             |                   |
| CN 101636646 A                             | 27 January 2010  | US 2008144698 A1 | 19 June 2008      |
|                                            |                  | US 8277119 B2    | 02 October 2012   |
|                                            |                  | CA 2671146 A1    | 26 June 2008      |
|                                            |                  | BR PI0721286 A2  | 25 March 2014     |
|                                            |                  | JP 2010513906 A  | 30 April 2010     |
|                                            |                  | RU 2009127806 A  | 27 January 2011   |
|                                            |                  | WO 2008075197 A2 | 26 June 2008      |
|                                            |                  | CA 2671146 C     | 24 November 2015  |
|                                            |                  | CN 101636646 B   | 23 October 2013   |
|                                            |                  | JP 5357772 B2    | 04 December 2013  |
|                                            |                  | RU 2464537 C2    | 20 October 2012   |
|                                            |                  | KR 20090103881 A | 01 October 2009   |
|                                            |                  | KR 101393943 B1  | 12 May 2014       |
|                                            |                  | EP 2095082 A2    | 02 September 2009 |
| CN 1052946 A                               | 10 July 1991     | CN 1017928 B     | 19 August 1992    |
| EP 2525200 A1                              | 21 November 2012 | FR 2975489 B1    | 05 July 2013      |
|                                            |                  | US 2013128917 A1 | 23 May 2013       |
|                                            |                  | EP 2525200 B1    | 08 July 2015      |
|                                            |                  | US 9097636 B2    | 04 August 2015    |
|                                            |                  | FR 2975489 A1    | 23 November 2012  |
| JP H03276038 A                             | 06 December 1991 | None             |                   |
| US 2003206573 A1                           | 06 November 2003 | US 6572265 B1    | 03 June 2003      |
|                                            |                  | US 2004258130 A1 | 23 December 2004  |
|                                            |                  | US 7080940 B2    | 25 July 2006      |
|                                            |                  | US 2006140248 A1 | 29 June 2006      |
|                                            |                  | US 7374335 B2    | 20 May 2008       |
|                                            |                  | US 2008225926 A1 | 18 September 2008 |
| WO 2010088166 A2                           | 05 August 2010   | US 7872233 B2    | 18 January 2011   |
|                                            |                  | US 2010187419 A1 | 29 July 2010      |
| CN 102928912 A                             | 13 February 2013 | CN 102928912 B   | 02 April 2014     |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/106682

## A. 主题的分类

G01K 11/00(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)

G01K 11/-, G01K5/-

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))

CNABS, TWABS, CNTXT, TWTXT, CNKI, WPI, EPDOC, EPTXT, USTXT, WOTXT: 欧阳征标, 陈治良, 深圳大学, 内置, 液囊, 固定, 波长, 分辨率, 温度, 传感器, 囊, 容积, 器, 腔, 室, 金属块, 金属, 金, 银, 竖直, 波导, 水平, 垂直, 正交, 交叉, 膜, 层, 信号光, 激光, 光源, 连接, 移动, 滑动, 滑块, 波长, 紧凑, 灵敏, 敏感, 热, 膨胀, 酒精, 水银, 介质, 空气, 金属-介质-金属, 绝缘体, MIM, liquid, capsule, fixed, length, temperature, sensor, vertical, waveguide, purse, bursa, vesicle, metal, block, horizontal, connected, signal light, high, heat, expand coefficient, factor, ethyl, alcohol, gold, silver, mercury, shape, rectangular, round, polygon, ellipse, irregular, compact, volume, resolution, convenient, integration

## 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 105606250 A (欧阳征标) 2016年 5月 25日 (2016 - 05 - 25)<br>权利要求1-10                 | 1-10    |
| PX   | CN 105716729 A (欧阳征标) 2016年 6月 29日 (2016 - 06 - 29)<br>说明书第[0029]-[0036]段、附图1-7 | 1-10    |
| PX   | CN 105571742 A (欧阳征标) 2016年 5月 11日 (2016 - 05 - 11)<br>说明书第[0028]-[0036]段、附图1-5 | 1-10    |
| PX   | CN 105628247 A (欧阳征标) 2016年 6月 1日 (2016 - 06 - 01)<br>说明书第[0027]-[0033]段、附图1-5  | 1-10    |
| Y    | CN 103743498 A (南京工程学院) 2014年 4月 23日 (2014 - 04 - 23)<br>说明书第[0011]-[0014]段、附图1 | 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

“&amp;” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2016年 12月 28日

国际检索报告邮寄日期

2017年 1月 16日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(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

刘时雄

电话号码 (86-10)62414492

## 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 |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Y    | CN 204116640 U (江南大学) 2015年 1月 21日 (2015 - 01 - 21)<br>说明书第[0016]段、附图1-6             | 1-10    |
| A    | CN 101636646 A (维保监测系统公司) 2010年 1月 27日 (2010 - 01 - 27)<br>全文                        | 1-10    |
| A    | CN 1052946 A (田果成) 1991年 7月 10日 (1991 - 07 - 10)<br>全文                               | 1-10    |
| A    | EP 2525200 A1 (CENT. NAT. RECH. SCI. 等) 2012年 11月 21日 (2012 - 11 - 21)<br>全文         | 1-10    |
| A    | JP H03276038 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 1991年 12月 6日 (1991 - 12 - 06)<br>全文      | 1-10    |
| A    | US 2003206573 A1 (GOTTHOLD, J. P. 等) 2003年 11月 6日 (2003 - 11 - 06)<br>全文             | 1-10    |
| A    | WO 2010088166 A2 (MASSACHUSETTS INST. TECHNOLOGY) 2010年 8月 5日 (2010 - 08 - 05)<br>全文 | 1-10    |
| A    | CN 102928912 A (北京邮电大学) 2013年 2月 13日 (2013 - 02 - 13)<br>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/CN2016/106682

| 检索报告引用的专利文件 |            |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 |             |    | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|------------|----|----------------|------|-------------|----|----------------|
| CN          | 105606250  | A  | 2016年 5月 25日   | 无    |             |    |                |
| CN          | 105716729  | A  | 2016年 6月 29日   | 无    |             |    |                |
| CN          | 105571742  | A  | 2016年 5月 11日   | 无    |             |    |                |
| CN          | 105628247  | A  | 2016年 6月 1日    | 无    |             |    |                |
| CN          | 103743498  | A  | 2014年 4月 23日   | 无    |             |    |                |
| CN          | 204116640  | U  | 2015年 1月 21日   | 无    |             |    |                |
| CN          | 101636646  | A  | 2010年 1月 27日   | US   | 2008144698  | A1 | 2008年 6月 19日   |
|             |            |    |                | US   | 8277119     | B2 | 2012年 10月 2日   |
|             |            |    |                | CA   | 2671146     | A1 | 2008年 6月 26日   |
|             |            |    |                | BR   | PI0721286   | A2 | 2014年 3月 25日   |
|             |            |    |                | JP   | 2010513906  | A  | 2010年 4月 30日   |
|             |            |    |                | RU   | 2009127806  | A  | 2011年 1月 27日   |
|             |            |    |                | WO   | 2008075197  | A2 | 2008年 6月 26日   |
|             |            |    |                | CA   | 2671146     | C  | 2015年 11月 24日  |
|             |            |    |                | CN   | 101636646   | B  | 2013年 10月 23日  |
|             |            |    |                | JP   | 5357772     | B2 | 2013年 12月 4日   |
|             |            |    |                | RU   | 2464537     | C2 | 2012年 10月 20日  |
|             |            |    |                | KR   | 20090103881 | A  | 2009年 10月 1日   |
|             |            |    |                | KR   | 101393943   | B1 | 2014年 5月 12日   |
|             |            |    |                | EP   | 2095082     | A2 | 2009年 9月 2日    |
| CN          | 1052946    | A  | 1991年 7月 10日   | CN   | 1017928     | B  | 1992年 8月 19日   |
| EP          | 2525200    | A1 | 2012年 11月 21日  | FR   | 2975489     | B1 | 2013年 7月 5日    |
|             |            |    |                | US   | 2013128917  | A1 | 2013年 5月 23日   |
|             |            |    |                | EP   | 2525200     | B1 | 2015年 7月 8日    |
|             |            |    |                | US   | 9097636     | B2 | 2015年 8月 4日    |
|             |            |    |                | FR   | 2975489     | A1 | 2012年 11月 23日  |
| JP          | H03276038  | A  | 1991年 12月 6日   | 无    |             |    |                |
| US          | 2003206573 | A1 | 2003年 11月 6日   | US   | 6572265     | B1 | 2003年 6月 3日    |
|             |            |    |                | US   | 2004258130  | A1 | 2004年 12月 23日  |
|             |            |    |                | US   | 7080940     | B2 | 2006年 7月 25日   |
|             |            |    |                | US   | 2006140248  | A1 | 2006年 6月 29日   |
|             |            |    |                | US   | 7374335     | B2 | 2008年 5月 20日   |
|             |            |    |                | US   | 2008225926  | A1 | 2008年 9月 18日   |
| WO          | 2010088166 | A2 | 2010年 8月 5日    | US   | 7872233     | B2 | 2011年 1月 18日   |
|             |            |    |                | US   | 2010187419  | A1 | 2010年 7月 29日   |
| CN          | 102928912  | A  | 2013年 2月 13日   | CN   | 102928912   | B  | 2014年 4月 2日    |

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)