



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104501982 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 08

(21) 申请号 201410791769. X

(22) 申请日 2014. 12. 19

(71) 申请人 桂林电子科技大学

地址 541004 广西壮族自治区桂林市七星区  
金鸡路 1 号

(72) 发明人 陈显平 杨宁 杨道国 张平  
蔡苗

(74) 专利代理机构 桂林市华杰专利商标事务所  
有限责任公司 45112

代理人 罗玉荣

(51) Int. Cl.

G01K 7/01(2006. 01)

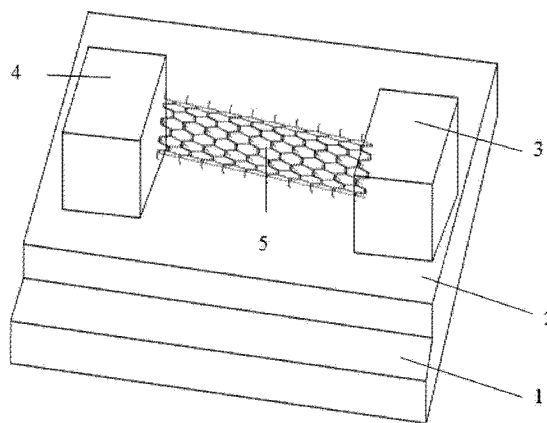
权利要求书1页 说明书2页 附图4页

## (54) 发明名称

一种改性碳纳米管温度传感器

## (57) 摘要

本发明公开了一种改性碳纳米管温度传感器,包括传感单元结构,其特征是:传感单元结构由基底 Si, 绝缘层  $\text{SiO}_2$ , 电极和改性碳纳米管组成,改性碳纳米管在电极之间与电极相连。该温度传感器的度传感单元是有改性碳纳米管制备而成的场效应发射管,其利用改性碳纳米管的温度导电效应来检测温度的变化。



1. 一种改性碳纳米管温度传感器,包括传感单元结构,其特征是:传感单元结构由基底 Si,绝缘层  $\text{SiO}_2$ ,电极和改性碳纳米管组成,改性碳纳米管在电极之间与电极相连。

2. 根据权利要求 1 所述的改性碳纳米管温度传感器,其特征是:所述碳纳米管为围栅结构的场效应管元件。

3. 根据权利要求 1 所述的改性碳纳米管温度传感器,其特征是:所述碳纳米管为 N 型碳纳米管场效应管(CNTFET)。

4. 根据权利要求 1 所述的改性碳纳米管温度传感器,其特征是:所述碳纳米管,其修饰的官能团为羟基。

## 一种改性碳纳米管温度传感器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及传感器，尤其涉及一种基于改性碳纳米管作为温度检测单元的温度传感器。

### 背景技术

[0002] 传感器作为我们所熟知的器件，它与我们的生活息息相关，已经被广泛应用于各大领域。温度传感器便是其中一种被大范围使用，渗透到我们生活每一个角落的器件。然而，温度传感器的可靠性对传感器整个体系至关重要，温度传感器的失效甚至会带来一系列安全问题。目前温度传感器的大部分传感单元都是热敏电阻和热电偶，另外也有些利用光电效应与热电效应制成。但是目前现有的传感器大部分都存在许多问题，如：机械性能强度不高，易被腐蚀，重复性不够，迟滞现象和老化现象严重，造价成本高等。随着社会的不断进步，科技的不断发展，目前各领域对温度传感器的要求也越来越高。在军事、航天航空以及医疗等领域，对温度传感器的可靠性提出了极其严苛的要求，必须有很小的迟滞现象和极高的灵敏度；在农业、气象方面，温度传感器长期处于严峻的环境，这势必要求温度传感器有出色的抗老化能力；另一方面，在数码产品方面，目前元器件都朝超小型化发展，温度传感器的小型化也成为其目前的重要研究议题。所以探索一种新型的温度传感器，使其具有叫较高的机械性能，较强的抗腐蚀性能，较高的灵敏度和较低的迟滞现象，并且能使温度传感器小型化具有重大的意义。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种基于改性碳纳米管作为温度检测单元的温度传感器。该温度传感器的度传感单元是有改性碳纳米管制备而成的场效应发射管，其利用改性碳纳米管的温度导电效应来检测温度的变化。

[0004] 实现本发明目的的技术方案是：

一种改性碳纳米管温度传感器的传感单元结构，由基底 Si，绝缘层  $\text{SiO}_2$ ，电极和改性碳纳米管组成，改性碳纳米管在电极之间与电极相连。

[0005] 所述碳纳米管为围栅结构的场效应管元件；

所述碳纳米管为 N 型碳纳米管场效应管 (CNTFET)；

所述碳纳米管，其修饰的官能团为羟基；

本发明原理是：以羟基修饰的碳纳米管具有良好的导热导电特性，其导电性会随着温度的变化而变化。利用这种改性碳纳米管的温度导电性质，本专利提出了一种以羟基修饰的改性碳纳米管为传感单元，其单元采用围栅结构的温度传感器，这种传感器具有较高的可靠性与灵敏度。

[0006] 本发明的优点在于：以羟基修饰的改性碳纳米管为传感单元，从而使温度传感器具有较高的机械强度，较好的导电性能，不易被腐蚀，减少碳纳米管温度传感器的迟滞与老化现象。传感单元采用围栅结构，整个碳纳米管的都被栅极包围，这显著提高了器件的电特

性,降低了漏电流,提升了 on/off ratio。因此,以羟基修饰的改性碳纳米管温度传感器具有很高的可靠性和灵敏度。

### 附图说明

[0007] 图 1 本发明的立体结构示意图;

图 2 本发明传感单元围栅单元结构示意图;

图 3 本发明显微镜下的传感单元围栅单元示意图;

图 4 本发明 N 型碳纳米管场效应管工作原理示意图;

图 5 本发明以羟基修饰的带有 2 个官能团的改性碳纳米管温度导电特性示意图;

图 6 本发明中以羟基修饰的带有 10 个官能团的改性碳纳米管带隙与温度之间的关系示意图。

### 具体实施方式

[0008] 下面将结合附图和实施例进一步对本发明作详细阐述。

[0009] 本发明是一种基于改性碳纳米管作为温度检测单元的温度传感器,具体实施过程如下:

1) 为了提高碳纳米管温度传感器的灵敏度和可靠性,本发明中传感单元利用了场效应管元件。如图 1 所示,典型的碳纳米管场效应管是一个三端器件,包括基底(Si)1、绝缘层( $\text{SiO}_2$ )2、电极和碳纳米管 5,其中碳纳米管 5 连接源极 4 和漏极 3,形成电荷通道,通道开关由栅极 6 控制。当一个电场加在碳纳米管 5 场效应管器件两端时,一个自由电荷就从碳纳米管 5 的源极 4 端到漏极 3 端产生。本实例中采用以羟基修饰的改性碳纳米管 5 作为连接的半导体。

[0010] 2) 为了提高碳纳米管 5 温度传感器的灵敏度和可靠性,本发明中场效应管采用的是围栅结构,如图 2 所示。一般源漏间距为 100 nm,利用原子层沉积 ALP 法制备 10 nm 的  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,栅极 6 以外的氮化钨(WN)7 和  $\text{Al}_2\text{O}_3$  8 利用湿法腐蚀去除。可以看到,整个碳纳米管的都被栅极 6 包围,这显著提高了器件的电特性,降低了漏电流,提升了 on/off ratio。

[0011] 3) 如图 3 所示,为显微镜下刻度为 200nm 的围栅结构示意图。利用碳纳米管制成的场效应管,可以使传感单元以及整体温度传感器的外形实现超小型化。

[0012] 4) 本发明采用了 N 型的碳纳米管场效应管。如图 4 所示,Pd 的功函数是 5.13 eV,大于碳纳米管的功函数 4.8 eV,这时源电极费米能级的位置将接近碳纳米管的价带能级。这种能带结构对空穴的势垒很低,有利于空穴从电极注入到碳纳米管中。当门电压加负电压时,碳纳米管的能带上移,减小了源电极与碳纳米管之间势垒的厚度,增大了空穴从电极到碳纳米管的隧穿概率。

[0013] 5) 本发明的碳纳米管才有一种以羟基修饰的改性碳纳米管。为此,本发明提供这种碳纳米管的温度导电特性,如图 5 所示。5a 和 5b 分别为带有 2 个羟基和 10 个羟基的改性碳纳米管的温度一带隙图,可以看到,在 273-373 (K) 的温度范围内,其带隙随着温度的升高二升高,其导电性降低。利用这一温度导电性质,结合碳纳米管优良的机械、电化学性质,将其运用到温度传感器中,能有效地提高温度传感器的灵敏度与可靠性。

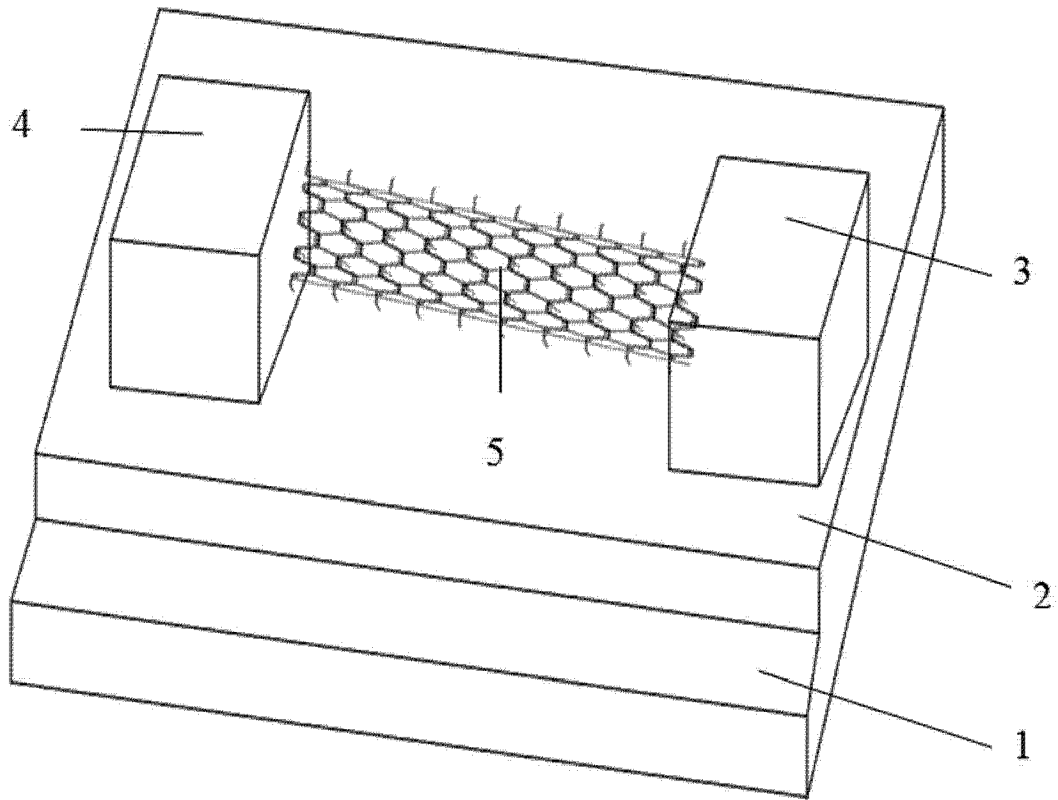


图 1

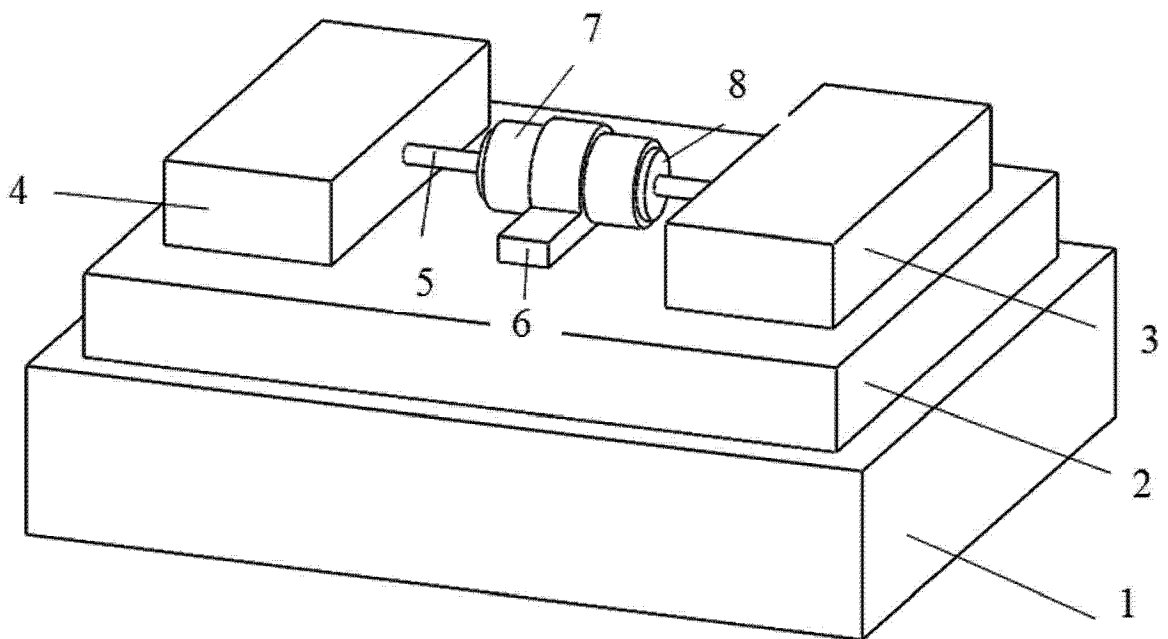


图 2

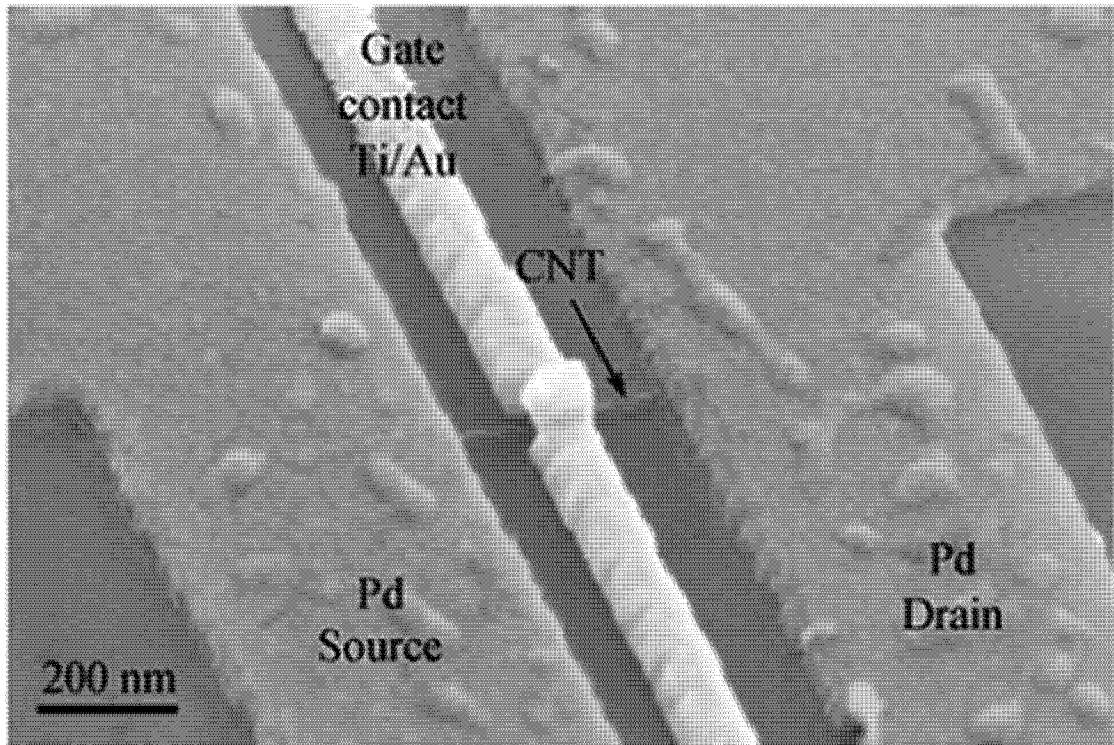


图 3

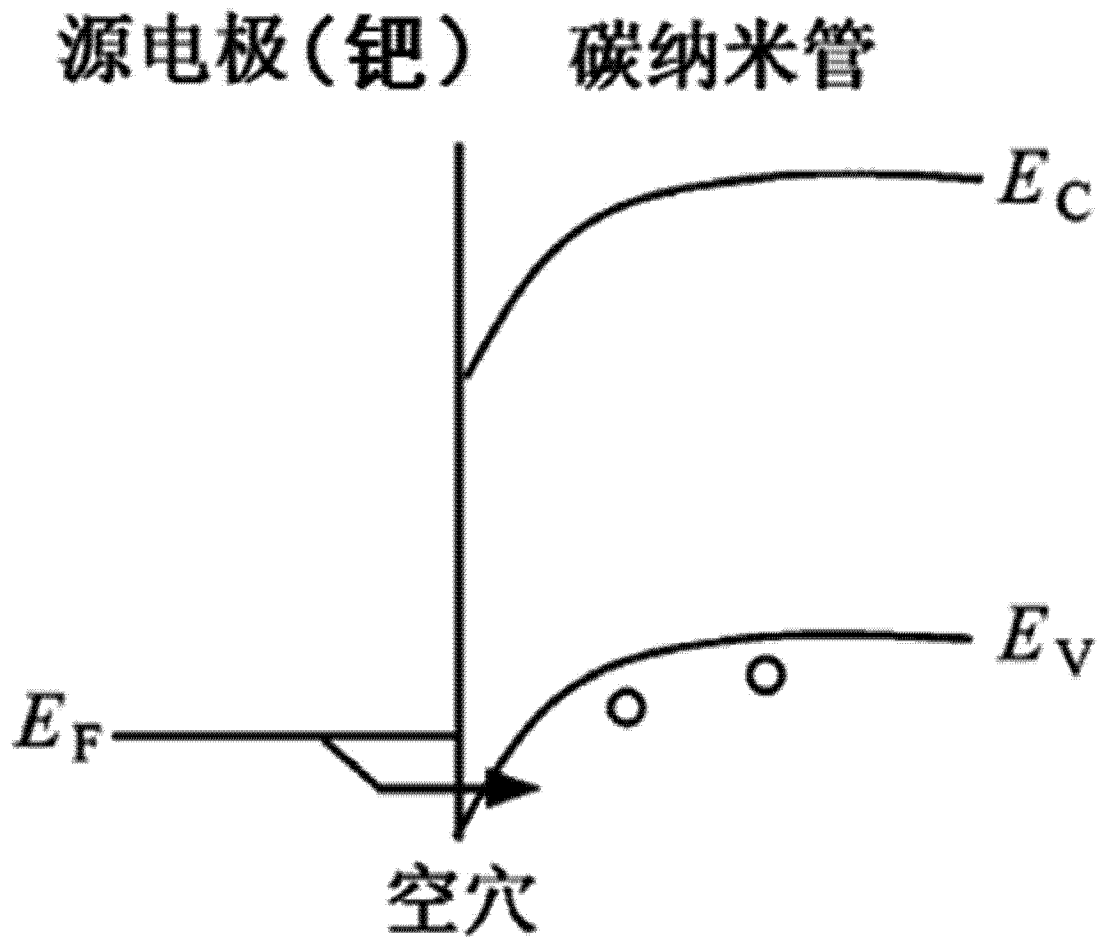


图 4

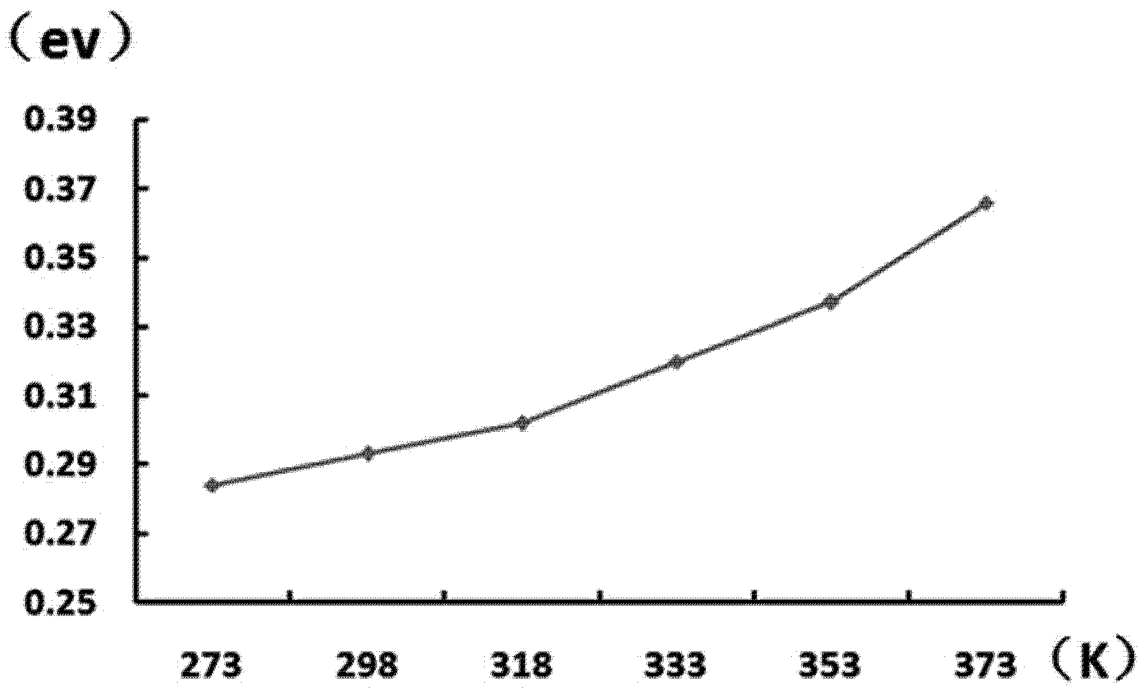


图 5

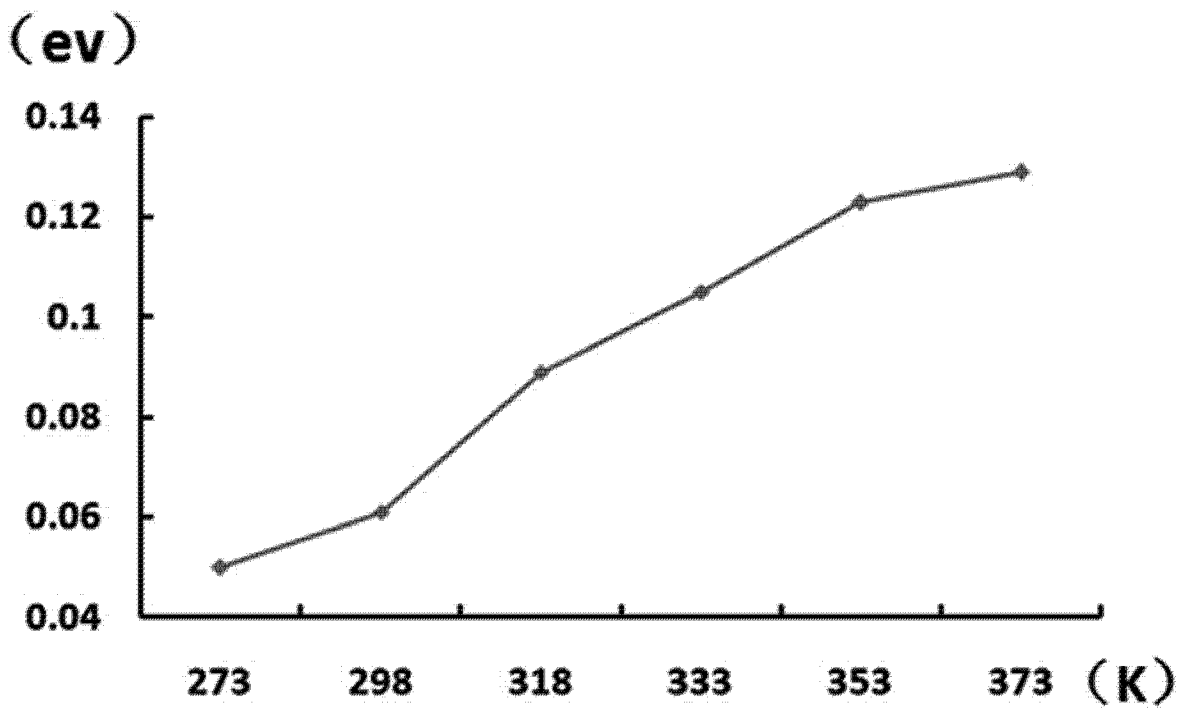


图 6