

## 提名国家自然科学奖项目公示

项目名称	过渡金属氧化物纳米结构新颖的外场作用响应特性及机理研究		
提名专家姓名	范守善	工作单位	清华大学
职称	教授/院士	学科专业	材料物理与化学
<p>提名意见：</p> <p>过渡金属氧化物是一类对气、热、电、光等外场作用具有敏感物理和化学特性响应的一类材料，在信息、能源、环境等领域有着广泛应用。该项目利用纳米尺寸效应来探究超越传统材料的响应速度、转换效率、灵敏度等主要技术指标的新性能新材料新器件，通过研究氧化钨和氧化铜纳米结构对气热电光新颖响应特性，发现了氧化钨纳米线网络结构高灵敏度和选择性的气致阻抗变化新颖物理现象，发现了氧化钨纳米线毫秒级超快速气致变色和快速电致变色特性，发现了氧化铜纳米带/线场致电子发射随温度大幅提高特性，发明了氧化钨纳米结构及其薄膜制备技术，研制出了纳米线网络结构自加热气敏器件。这些结果揭示了过渡金属氧化物纳米结构在多外场下的新效应新机制及新器件应用前景，推进了该领域研究前沿的发展。项目成果 20 篇主要论文都是根据原创性研究结果发表的论文，工作受到了国内外同行广泛关注和高度评价，被同行发表在材料物理、工程技术、化学、能源等领域知名学术刊物上的论文谷歌 (SCI) 正面他引 1210 篇次 (817 篇次)，8 篇代表论文被谷歌 (SCI) 正面他引 854 篇次 (548 篇次)、单篇最高他引 384 篇次 (219 篇次)。项目培养了包括了国家杰青、全国优秀博士学位论文奖获得者等优秀人才，对相关学科发展做出了贡献。该项目提名书内容及其相关附件材料属实，我郑重推荐其参评 2018 年国家自然科学奖。</p>			
提名该项目为国家自然科学奖二等奖。			

提名专家姓名	高鸿钧	工作单位	中国科学院物理研究所
职称	教授/院士	学科专业	凝聚态物理

提名意见：

该项目以纳米材料科学为基础并结合物理、电子等学科交叉研究的优势，研究超越传统材料的响应速度、转换效率、灵敏度等性能指标的新材料新器件，这是信息、能源、环境等领域有重大需求的课题。项目在过渡金属氧化物纳米结构新颖的外场作用响应规律及其材料物理机制与器件应用的基础问题的研究上取得系列创新成果，发现了氧化钨纳米线网络结构 NO<sub>2</sub>极高探测灵敏度、氧毫秒级超快速气致变色和快速电致变色特性，发现了氧化铜纳米带场发射温度高敏感特性，揭示了氧化钨氧化铜纳米结构外场作用的高敏感效应机制，发明了氧化钨纳米结构形态组态晶态可控制备技术，研制出变色和气敏等器件。成果得到了国内外同行广泛关注和高度评价，工作被发表在 Adv Mater、Chem Soc Rev、J Am Chem Soc、Energy & Environmental Science、Adv Funct Mater、Nano Lett、Electrochemistry Communications 等期刊上的论文大段介绍和正面引用，8 篇代表性论文被谷歌正面他引 854 篇次、单篇最高他引 384 篇次。项目培养了包括国家杰出青年基、全国优秀博士学位论文奖获得者在内的一批优秀人才。该项目成果对推动领域的前沿研究和相关学科发展起到了积极作用，我支持和推荐该项目参加 2018 年国家自然科学奖评选。

提名该项目为国家自然科学奖二等奖。

提名专家姓名	包信和	工作单位	中国科技大学
职称	教授/院士	学科专业	物理化学

提名意见：

新型纳米材料制备与新物理化学效应及其新应用的研究是材料领域和纳米科技领域的前沿课题，是信息、能源、环境等领域有重大需求的课题。该项目研究过渡金属氧化物纳米结构新颖的外场作用响应规律及其材料物理机制与器件应用的基础问题，发现超越传统材料敏感和变化速度等技术指标的新特性：氧化钨和氧化铜纳米结构对气热电的高选择、高敏感、快速响应特性，揭示了氧化钨纳米线气致和电致特性变化、氧化铜纳米线热致特性变化的物理机制，研制出了纳米线网络结构自加热气敏器件。这些成果丰富了对过渡金属氧化物纳米结构新特性及其物理原因的掌握，为推进应用提供了科学基础和新途径。项目成果受到材料、能源、工程技术等领域的同行关注和高度评价，8 篇代表论文被发表在相关领域著名期刊包括 Adv Mater、Chem Soc Rev、Adv Funct Mater、Sensors 等上的 39 篇综述论文引用，所发现的效应和提出物理机制被作为代表工作介绍或作为研究新起点等使用，推动了领域的前沿发展。同时，项目培养了包括国家杰出青年基、全国优秀博士学位论文奖获得者在内的优秀人才，对学科发展做出了贡献。我愿意推荐该项目参加 2018 年国家自然科学奖评选。

提名该项目为国家自然科学奖二等奖。

## 项目简介：

项目主要内容属于无机材料物理与纳米器件范围。

气、热、电、光等外场作用下材料产生的物理和化学效应在信息、能源、环境等领域有广泛而重要的应用，过渡金属氧化物是具有代表性的材料体系。如何实现超越其传统材料的响应速度、转换效率、灵敏度等主要性能，是该领域的聚焦点和挑战性科学问题。本项目研究过渡金属氧化物纳米结构新颖的外场作用响应规律及其材料物理机制与器件应用的基础问题，发现了超越传统的新特性，揭示了纳米结构在多外场下的新效应新机制及新器件应用前景，从而推进了该领域研究前沿的发展。主要发现点如下：

1. 在面向探测方面，发现了氧化钨纳米线网络结构高灵敏度和选择性的气致阻抗变化新颖物理现象，发明了氧化钨纳米结构形态、组态、晶态可控制备技术，研制出  $Pt/W_xO_y$  纳米线网络结构自加热气敏器件，为大气污染物和能源工业危险气体探测提供了新技术。氧化钨纳米线网络结构薄膜对  $NO_2$  探测结果获得了当时报道的最高灵敏度。 $Pt/W_{18}O_{49}$  纳米线网络结构自加热氢气传感器件实现了低功耗性能。代表论文 1-4 被他引 549 篇次、单篇最高他引 384 篇次。“氧化钨纳米线三维网络结构的气敏特性”的发现被 Advanced Materials、Chemical Society Reviews、Critical Reviews in Solid State and Materials 等期刊上发表的 20 篇综述论文作为代表性工作。

2. 在面向节能和信息显示方面，发现了氧化钨纳米线毫秒级超快速气致变色和快速电致变色特性，发现了氧化铜纳米带/线场致电子发射随温度大幅提高特性，提出低温大面积方法研制出氧化铜纳米线薄膜，发明了在玻璃衬底上制备氧化钨纳米线薄膜及其有序微纳结构阵列的方法，研制出具毫秒级变色响应速度的气致变色原理器件。变色及温度特性分别为节能窗和太阳热电池等提供了新技术。三氧化钨纳米线薄膜毫秒级超快速气致变色特性是目前报道的最高速度，是传统氧化钨薄膜变色速度的 1000 倍。氧化铜纳米结构场发射电流随温度从 300K 变化到 750K 时发射电流增加三个数量级，是当时报道的最好数值，大大超过传统钨阴极的增量。代表论文 5-8 被他引 305 篇次、单篇最高他引 161 篇次。Small 上综述指出：氧化铜热场电子发射的结果“证明了氧化铜纳米带是一种具有应用前景的热电器件阴极材料”。氧化钨纳米线气致电致变色物理现象

的发现被同行列为利用纳米结构有效提升氧化钨变色速度和对比度的典型例子。

3. 在相关科学原理方面，揭示了氧化钨纳米线薄膜快速气致和电致变色物理原因：发现自加热效应和氢原子的注入行为，提出阳离子极化子光吸收模型和催化燃烧放热过程、变色过程物质结构相变等机制，丰富了对过渡金属氧化物纳米结构新特性物理原因的理解，为推进应用提供了科学基础。国际著名材料学家在特辑论文中展开描述关于机理方面的研究结果，指出它们对研究纳米材料优异特性和与薄膜材料特性差异的重要性。并且，引用所提出的变色模型于解释其它材料体系的气致变色效应。

项目成果由原创性研究结果发表的论文和授权专利组成。20篇主要论文被谷歌（SCI）正面他引1210篇次（817篇次），8篇代表论文被谷歌（SCI）正面他引854篇次（548篇次）、单篇最高他引384篇次（219篇次）、被39篇国际期刊综述文章正面引用。项目获授权发明专利5项。项目完成期间，1人入选中国科学院院士（许宁生），2人获国家杰出青年基金资助（邓少芝、陈军），2人成为国家973/重大科学研究计划项目首席科学家（许宁生，邓少芝），3名博士毕业生（陈军、余峻聪、周军）获全国优秀博士学位论文奖。

客观评价：

### 1. 综合评价与公认度

项目成果都是根据原创性研究结果发表的论文和获授权的专利，得到了国内外同行广泛关注和高度评价，论文被国内外同行在材料物理、工程技术、化学、能源等领域知名学术刊物正面他引 1210 篇次，8 篇代表性论文正面他引 854 篇次、单篇最高正面他引 384 篇次、被 39 篇国内外期刊综述文章正面引用。引文来自 Adv Mater、Chem Soc Rev、J Am Chem Soc、Energy & Environmental Science、Adv Funct Mater、Nano Lett、Electrochemistry Communications 等 170 余种 SCI 期刊，引用作者来自 20 多个国家和地区的 150 多个机构，包括美国再生能源国家实验室、美国劳伦斯伯克利国家实验室、英国剑桥大学、英国伦敦大学学院、法国里昂大学、墨尔本皇家理工大学、瑞典乌普萨拉大学、意大利米兰理工大学、日本东京大学、日本东北大学、日本大阪大学、新加坡国立大学、香港理工大学、清华大学等知名学府和机构。可见，项目工作对推动领域的发展起了积极作用。

### 2. 学术引文评价

**发现点 1：氧化钨纳米线网络结构极高灵敏度和选择性的气致阻抗变化新颖物理现象。**

【1】代表论文1报道了氧化物纳米线网络结构的优异气敏特性后，被广泛引用至今。例如国际知名材料学家、德国达姆施塔特技术大学的Jörg J. Schneider 教授等在Chem Soc Rev (2012, 41, 5285–5312)的综述指出，代表论文1的结果突出了氧化钨纳米线网络结构在实际应用的适用性 (highlights the suitability of such nanowire based sensors for practical applications)；美国布朗大学Shouheng Sun教授等在Nano Lett (2017, 17, 2727-2731)引用代表论文1，指出氧化钨纳米线是被作为气敏材料广泛研究的对象。

【2】代表论文 2 报道了镀 Pt 纳米线网络结构气敏特性，引起了同行兴趣。例如，英国伦敦大学学院 (UCL) 的 C Blackman 教授在 Adv Funct Mater (2013, 23, 1313–1322)引用代表论文 2 作为镀 Pt 纳米线对 H<sub>2</sub> 高灵敏材料的代表性结果。

【3】英国 University of Exeter 的 Yanqiu Zhu 教授等在 Prog in Mater Sci (2017, 88, 281-324)的综述使用代表论文 3 的结果于图 18 并大段介绍，指出成果

的原型器件对能源工业的危险性气体探测具有重要意义，列举了高度灵敏度、低功耗和高选择性等优异特性。

**【4】**瑞典乌普萨拉大学的 C A Grimes 教授在 Nano Lett (2011, 11, 203–208) 上指出，代表论文 4 提出的利用热丝法制备氧化钨纳米结构是若干能够用于大面积制备一维氧化钨纳米线的典型方法之一，并进行创新性拓展，而日本爱媛大学的 Ayato Kawashima 研究组在 Nanotech (2007, 18, 495603) 上也评价为“若干重要的氧化钨纳米结构制备方法之一”。

**发现点 2：氧化钨纳米线毫秒级超快速气致变色和快速电致变色特性，氧化铜纳米带场发射温度高敏感特性。**

**【1】**代表论文 5 的工作是气致变色研究工作热点。例如，华沙技术大学 Jaroslaw Domaradzki 等在 Sensors and Actuators B: Chemical (2014, 201, 420–425) 上的综述论文指出，氢气气致变色研究是最广为人之的热点(Most known examples)。澳大利亚 RMIT 大学 Kourosh Kalantar-zadeh 教授等在 Adv Funct Mater 上特辑论文(2011, 21, 2175–2196)，指出代表论文 5 的结果，代表了被研究得最多的两种效应之一(The two most reported effects)。以色列 Ben-Gurion University of the Negev 的 T Mokari 研究组评价代表论文 6 的结果为利用纳米结构有效提升  $\text{WO}_3$  变色速度和对比度的典型例子。

**【3】**代表论文 7 发现的新奇氧化铜纳米带热辅助电子发射现象后受到广泛引用至今。例如，新加坡材料研究与工程科学研究所 (IMRE) 的 Hai-Dong Yu 等人在 Small (2012, 8, No. 17, 2621–2635) 发表的综述文章中，大篇幅引用代表论文 7 的结果，并指出结果“证明了氧化铜纳米带是一种有前景的热电器件阴极材料”；圣地亚哥德孔波斯特拉大学的 Adolfo O Fumega 等人在 J Phys: Condens Matter (2017, 29, 065501) 上引用代表论文 7，指出氧化物是热电材料的重要候选材料，其结果证明了引入纳米结构是调控材料热电效应响应的一种途径。

**【4】**宾夕法尼亚州立大学的 M Terrones 和清华大学 R T Lv 等人在 Adv Mater (2017, 29, 1603617) 上引用代表论文 8 报道的电导率的特性，指出这个特性可以作为设计出高效氢循环反应 (HER) 的复合纳米催化剂的依据。清华大学南策文院士则在 CrystEngComm (2015, 17, 3551–3585) 的综述上采用代表论文 8 的电镜结果于 Fig 3，并较为细致分析这些结果对变化衬底和催化剂等条件所

产生的生长过程的影响，帮助推导出可控生长的规律。

**发现点 3：**揭示氧化钨纳米线气致和电致特性变化、氧化铜纳米线热致特性变化的物理机制。

**【1】**国际著名材料学家、澳大利亚 RMIT 大学 Kourosh Kalantar-zadeh 教授等在 Adv Funct Mater 上特辑论文(2011, 21, 2175–2196)，大段描述代表论文 6 提出的相关机理，指出它们对研究纳米材料优异特性和与薄膜材料特性差异的重要性，并且引用代表论文 6 提出的变色模型，应用于解释其它材料体系的气致变色效应。

**【2】**中国台湾逢甲大学 C C Chan 研究组在 Sensors and Actuators B: Chemical (2011, 157, 504-509) 上引用代表论文 5 的  $\text{WO}_3$  纳米线薄膜气致变色机理解释作为他们的研究出发点。

**【3】**北京科技大学的 Lin Wang 等人在两篇论文中(Nanoscale, 2015, 7, 7585 和 ACS Appl Mater Interfaces, 2015, 7, 526–533)，均引用代表论文 7 提出的热激发模型解释他们观察到的场发射电流温度效应。

## 代表性论文专著目录：

- [1] Andrea Ponzoni\*, Elisabetta Comini, and Giorgio Sberveglieri; Jun Zhou, Shao Zhi Deng, and NingSheng Xu\*; Yong Ding and Zhong Lin Wang\*, Ultrasensitive and Highly Selective Gas Sensors Using Three-dimensional Tungsten Oxide Nanowire Networks, *Applied Physics Letters*, 88 (20): Art. No. 203101, MAY 15 2006.
- [2] LianFeng Zhu, Jun Cong She, Jian Yi Luo, Shao Zhi Deng,\* Jun Chen, and Ning Sheng Xu\*, Study of Physical and Chemical Processes of H-2 Sensing of Pt-Coated WO<sub>3</sub> Nanowire Films, *Journal of Physical Chemistry C*, 114 (36), p15504-15509, Sep 16 2010.
- [3] LianFeng Zhu, Jun Cong She, Jian Yi Luo, Shao Zhi Deng, Jun Chen, Xue Wen Ji, Ning Sheng Xu\*, Self-Heated Hydrogen Gas Sensors Based on Pt-Coated W<sub>18</sub>O<sub>49</sub> Nanowire Networks with High Sensitivity, Good Selectivity and Low Power Consumption, *Sensors and Actuators B-Chemical*, 153 (2), p354-360, Apr 20 2011.
- [4] Lingfei Chi, NingshengXu, Shaozhi Deng\*, JunChen and Juncong She, An Approach for Synthesizing Various Types of Tungsten Oxide Nanostructure. *Nanotechnology*, 17, p5590-5595, 2006.
- [5] Huanjun Chen, Ningsheng Xu1, Shaozhi Deng\*, Dongyu Lu, Zhenglin Li, Jun Zhou and Jun Chen, Gasochromic Effect and Relative Mechanism of WO<sub>3</sub> Nanowire Films, *Nanotechnology*, 18 (20), Art. No. 205701, MAY 23 2007.
- [6] Huanjun Chen, NingshengXu\*, Shaozhi Deng\*, Jun Zhou, Zhenglin Li, HaoRen, Jun Chen, and Juncong She, Electrochromic Properties of WO<sub>3</sub> Nanowire Films and Mechanism Responsible for the Near Infrared Absorption, *Journal of Applied Physics*, 101(11): Art. No. 114303, JUN 1 2007.
- [7] Jun Chen, S Z Deng, N S Xu\*, Weixin Zhang, Xiaogang Wen, and Shihe Yang\*, Temperature Dependence of Field Emission from Cupric Oxide Nanobelt Films, *Applied Physics Letters*, 83 (4), p746-748, July 2003.
- [8] Fei Liu, Li Li, Fuyao Mo, Jun Chen, Shaozhi Deng,\* and NingshengXu\*, A Catalyzed-Growth Route to Directly Form Micropatterned WO<sub>2</sub> and WO<sub>3</sub> Nanowire Arrays with Excellent Field Emission Behaviors at Low Temperature, *Crystal Growth & Design*, 10 (12), p5193-5199, Dec 2010.

**主要完成人情况：**

1. 姓名：邓少芝

排名：1

行政职务：学院院长

职称：教授

工作单位：中山大学

完成项目时所在单位：中山大学

对本项目主要学术贡献：项目工作的主要提出者和组织者，设计与指导项目的主要研究工作，是论文重要思想的主要提出者，是项目学术成果 8 篇代表论文作者，其中是第 2、4、5、6、8 篇论文的通讯作者，是项目技术成果 5 项专利的发明人，对本项目所有科学发现和学术思想做出贡献。

2. 项目：陈焕君

排名：2

行政职务：无

职称：教授

工作单位：中山大学

完成项目时所在单位：中山大学

对本项目主要学术贡献：实施氧化钨纳米结构气致变色和电致变色特性及机制、器件探索研究，是第 5、6 篇代表论文的第一作者，对发现二、三做出贡献

3. 姓名：许宁生

排名：3

行政职务：校长

职称：教授

工作单位：复旦大学

完成项目时所在单位：中山大学

对本项目主要学术贡献：项目工作的主要提出者，设计与指导本项目的主要研究工作，是论文重要思想的主要提出者，是项目学术成果 8 篇代表论文作者，

其中是第 1、2、3、5、6、7、8 篇论文的通讯作者，是项目技术成果 5 项专利的发明人，对本项目所有科学发现和学术思想做出贡献。

4. 姓名：陈军

排名：4

行政职务：无

职称：教授

工作单位：中山大学

完成项目时所在单位：中山大学

对本项目主要学术贡献：是氧化铜纳米结构温度和光敏感特性研究工作主要提出者和实施者，参加氧化钨纳米结构研究工作，是项目学术成果 7 篇代表论文作者，其中是第 7 篇论文的第一作者，是 5 项专利发明人，主要对科学发现二做出贡献。

5. 姓名：杨世和

排名：5

行政职务：无

职称：教授

工作单位：香港科技大学

完成项目时所在单位：香港科技大学

对本项目主要学术贡献：是氧化铜纳米结构制备研究工作主要提出者和实施者，是第 7 篇论文的通信作者，对科学发现二做出贡献。

完成人合作关系说明：

第 1、2、3 和 4 完成人是项目完成单位的“微纳结构电子光子与器件”研究团队的成员。其中，第 3 完成人是该团队的创始人，第 1 和 4 完成人是该团队创建的骨干成员，第 2 完成人于 2004 年 09 月 01 日至 2007 年 6 月 30 日期间以全日制研究生身份成为团队成员、于 2012 年 1 月起以学术骨干身份成为团队成员。项目执行时间（2003 年 1 月 1 日至 2014 年 12 月 30 日）期间中，第 1、2、3 和 4 完成人共同合作开展研究工作，包括共同承担科研项目、分方向指导研究生、合作发表论文、合作申请专利等，共同对本项目论文、专利等成果做出了贡献。

第 5 完成人与第 3 完成人于 2004 年共同承担国家自然科学基金委杰出青年科学基金（香港、澳门青年学者合作研究基金）项目（编号为：50329201），与第 1、3 和 4 完成人所在团队共同开展“半导体准一维纳米材料的制备及其特性的研究”，项目执行期为 2004.1 – 2006.12，共同对氧化铜纳米结构方面的研究成果做出了贡献。

## 知情同意证明:



CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE  
ISTITUTO NAZIONALE DI OTTICA

Sede Secondaria di Brescia

Dr. A. Ponzoni

National Research Council of Italy

E-mail: andrea.ponzoni@ino.cnr.it

2<sup>nd</sup> November, 2017

### Letter of Statement

To Whom It May Concern,

On the collaboration with Prof. Xu's group, we published following paper:

Title: Ultrasensitive and Highly Selective Gas Sensors Using Three-dimensional Tungsten Oxide Nanowire Networks.

Authors: A. Ponzoni\*, E. Comini, G. Sberveglieri, J. Zhou, S. Z. Deng, N. S. Xu\*, Y. Ding, and Z. L. Wang\*

Journal: Applied Physics Letters, 88, 203101(2006).

With respect to the paper, I should like to make the following statements. Prof. Xu's group and I together proposed and initiated this work. Prof. Xu's group carried out all the work regarding the synthesis of three-dimensional tungsten oxide nanowire networks. I carried out all the work regarding the characterization of gas sensitive properties. With respect to the paper, Prof. Xu's group and my group and Prof. Wang's group share the copyright, and there is no intellectual property dispute among the three parties.

I totally agree that Prof Xu's group can use in their own right the above paper in application of China National Science and Technology Awards. I fully support their application.

Best regards

Dr. A. Ponzoni

Istituto Nazionale di Ottica - Sede Secondaria di Brescia - Via Branze , 45 – 25123 Brescia  
Tel.+39 0306595246 , Fax +39 0306595247 - P.IVA 02118311006 - C.F. 80054330586  
P.E.C.: [protocollo.ino@pec.cnr.it](mailto:protocollo.ino@pec.cnr.it) – WEB: [www.ino.it](http://www.ino.it)



ZHONG LIN (Z.L.) WANG  
Regents' Professor and  
Hightower Chair in  
Materials Science and  
Engineering

MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING  
Georgia Institute of Technology  
Atlanta, Georgia 30332-0245  
PHONE 404 894 8008 FAX 404 894 9140  
Email zhong.wang@mse.gatech.edu  
Personal website: <http://www.nanoscience.gatech.edu>  
SCI publication record:  
<http://www.researcherid.com/rid/E-2176-2011>  
Editor-in-chief: Nano Energy:  
<http://www.nanoenergyjournal.com>

Oct. 8, 2017

### Letter of Statement

To Whom It May Concern,

On the collaboration with Prof. Ningsheng Xu, Sun Yat-sen University of P R China, we published following paper:

Title: Ultrasensitive and Highly Selective Gas Sensors Using Three-dimensional Tungsten Oxide Nanowire Networks.

Authors: A. Ponzoni\*, E. Comini, G. Sberveglieri, J. Zhou, S. Z. Deng, N. S. Xu\*, Y. Ding, and Z. L. Wang\*

Journal: Applied Physics Letters, 88, 203101(2006).

I should like to make the following statements. Prof. Xu and his group proposed and initiated the preparation and characterization of the tungsten oxide nanowires used in study resulting the above work. In this work, Prof. Xu and his group carried out all the work regarding the synthesis of three-dimensional tungsten oxide nanowire networks. I with assistance from my group carried out the work analyzing the crystal structure of the nanowires by high-resolution TEM. With respect to the paper, Prof. Xu's group and my group and the Italian group share the copyright, and there is no intellectual property dispute among the three parties.

I totally agree that Prof Xu's group can use in their own right the above paper in application of China National Science and Technology Awards. I fully support their application.

Sincerely yours,

Zhong Lin (Z.L.) Wang

Regents' Professor and Hightower Chair  
School of Materials Science and Engineering Georgia Institute of Technology, Atlanta GA 30332-0245  
Tel: 1-404-894-8008

## 声明信

邓少芝教授：

我作为中山大学研究生在您的研究团队与您通过科研合作取得了研究成果，为了支持您和中山大学申报科技奖，我同意您和中山大学使用我们共同合作的论文成果（见附件目录）于申报科技奖。并且，特此声明，我和各位合作者没有知识产权方面的纠葛。

朱联烽

朱联烽

深圳市戴维莱传感技术开发有限公司

2017年12月20日



附件：

1. L F Zhu (朱联烽), J C She (余峻聪), J Y Luo (罗坚义), S Z Deng\* (邓少芝), J Chen (陈军), and N S Xu\* (许宁生), Study of Physical and Chemical Processes of H-2 Sensing of Pt-Coated WO<sub>3</sub> Nanowire Films, Journal of Physical Chemistry C, 114 (36), p15504-15509, Sep 16 2010.
2. L F Zhu (朱联烽), J C She (余峻聪), J Y Luo (罗坚义), S Z Deng (邓少芝), J Chen (陈军), X W Ji (吉学文), and N S Xu\* (许宁生), Self-Heated Hydrogen Gas Sensors Based on Pt-Coated W<sub>18</sub>O<sub>49</sub> Nanowire Networks with High Sensitivity, Good Selectivity and Low Power Consumption, Sensors and Actuators B-Chemical, 153 (2), p354-360, Apr 20 2011.

## 声 明 信

邓少芝教授：

我作为中山大学研究生在您的研究团队与您通过科研合作取得了研究成果，为了支持您和中山大学申报科技奖，我同意您和中山大学使用我们共同合作的论文成果（见附件目录）于申报科技奖。并且，特此声明，我和各位合作者没有知识产权方面的纠葛。

池凌飞 

汕头大学

2017年12月20日

附件：

1. L F Chi (池凌飞), N S Xu (许宁生), S Z Deng\* (邓少芝), J Chen (陈军) and J C She (余峻聪), An Approach for Synthesizing Various Types of Tungsten Oxide Nanostructure, Nanotechnology, 17, p5590-5595, 2006.

## 声 明 信

邓少芝教授：

我作为团队成员与您通过科研合作取得了研究成果，为了支持您申报科技奖，我同意您使用与我共同合作的论文成果（见附件目录）于科技奖申报，并且，特此声明，我和各位合作者没有知识产权方面的纠葛。

刘飞



中山大学电子与信息工程学院

2017 年 12 月 20 日

### 附件目录：

1. F Liu (刘飞), L Li (李立), F Y Mo (莫富尧), J Chen (陈军), S Z Deng\* (邓少芝), and N S Xu\* (许宁生), A Catalyzed-Growth Route to Directly Form Micropatterned WO<sub>2</sub> and WO<sub>3</sub> Nanowire Arrays with Excellent Field Emission Behaviors at Low Temperature, Crystal Growth & Design, 10 (12), p5193-5199, Dec 2010.
2. F Liu (刘飞), F Y Mo (莫富尧), S Y Jin (金顺玉), L Li (李立), Z S Chen (陈振山), R Sun (孙戎), Jun Chen (陈军), S Z Deng (邓少芝), and N S Xu\* (许宁生), A Novel Lift-off Method for Fabricating Patterned and Vertically-aligned W<sub>18</sub>O<sub>49</sub> Nanowire Arrays with Good Field Emission Performance, Nanoscale, 3, p1850-1854, 2011.