|  |
| --- |
| 1. **项目名称**

**表面等离激元贵金属纳米晶颗粒** |
| 1. **提名者及提名意见**
 |
| **提名者 :** 香港特别行政区政府教育局 |
| **提名意见 (限600字) :****表面等离激元贵金属纳米晶颗粒在众多领域具有广阔的应用前景。该项目围绕表面等离激元贵金属纳米晶颗粒的合成、性质及应用展开了深入系统的研究，取得了一系列在国际上有重要影响力的创新性基础研究成果。****本项目实现了不同形状的单组分和多组分贵金属纳米晶颗粒的高纯制备，率先实现了等离激元共振峰在400纳米至10微米光谱范围内的精准调控，峰位偏差能控制在5纳米以内。本项目孵化出的纳米籽公司已为全球30多个国家和地区提供了高质量的贵金属纳米晶颗粒。该项目的湿化学合成方法得到了国内外同行的广泛认可和采用。****本项目在贵金属纳米晶颗粒的等离激元性质方面开展了系统性的研究，包括吸收和散射截面、等离激元耦合、等离激元对环境折射指数的灵敏度、等离激元和分子吸收和发射的相互作用、以及等离激元的光热转换效应。相关研究成果极大地加深了国内外研究者对贵金属纳米晶颗粒等离激元性质的理解。****本项目探索了表面等离激元贵金属纳米晶颗粒在众多领域的应用，包括光催化、超敏传感器、微流芯片局域加热、染色、颜色变换以及食物变质标签。一些应用受到了国内外学术界和相关产业研发部门的广泛关注。****本项目在重要期刊上发表了89篇论文，其研究成果极大地推动了纳米等离激元领域的发展。本项目获得了国家教育部高等学校科学研究优秀成果一等奖和伊朗花剌子模一等奖。对照国家自然科学奖授奖条件，推荐该项目申报2020年度国家自然科学奖二等奖。** |
| 1. **项目简介 (限1页)**
 |

贵金属纳米晶颗粒含有大量接近于自由运动的电子，在光场作用下，纳米晶颗粒里的电子发生集体振荡，当光场的频率等于电子振荡的固有频率时，共振发生，这一现象称为局域表面等离子体共振，也叫表面等离激元。在等离激元能量附近，单个金属纳米晶颗粒与光相互作用的横截面比通常的有机染料分子要大4至5个数量级；表面等离激元纳米晶颗粒能克服光学的衍射极限把光聚焦到几个纳米的尺度；它们的共振频率依赖于颗粒的成分、形状、尺寸、介质环境以及颗粒间的排列组装。由于这些优异的光学特性，表面等离激元贵金属纳米晶颗粒在化学、物理、材料、生物工程以及医学领域引起了世界范围内的广泛关注，它们被广泛用于光学组件、光学材料、光谱测量、非线性光学、化学分析检测、医学诊断治疗、太阳能利用等领域。

从2006年1月1日至2015年7月2日，该项目完成人在表面等离激元金纳米晶颗粒方面系统地开展了一系列工作。首先，他们发展了空间选择性氧化和再生长的方法实现了对金纳米晶颗粒的形状(球、棒、双锥)和尺寸的精细调控，从而实现了对其表面等离激元性质的精准控制。在金纳米晶颗粒再生长的基础上他们进一步发展了合成方法用以制备一系列基于金的双金属纳米晶颗粒，包括金银、金钯和金铂。这些双金属纳米晶颗粒不仅丰富了表面等离激元性质，还实现了把不同的物理化学性质结合到一种纳米晶颗粒上面，极大地丰富了贵金属纳米材料和它们的物理化学性质，从而为各种技术应用提供了广阔的空间。

其次，他们对金属纳米晶颗粒的表面等离激元性质进行了系统的研究，从而对其光学性质和行为、以及晶体颗粒的几何结构和性质间的关系有了细致而深刻的理解。他们研究的性质包括颗粒的散射/吸收截面、表面等离激元能量和颗粒几何结构之间的关系、光热转换、对介质环境的灵敏度、与荧光过程的相互作用、与分子共振的耦合、以及金纳米晶颗粒之间的表面等离激元耦合。他们的研究结果极大地促进了具有表面等离激元性质的金属纳米晶颗粒在光学、生物监测、医学诊疗和太阳能吸收转化方面的应用。

最后，他们利用金纳米晶基于表面等离激元的优异光学性质探索了一系列应用，包括布料和固体表面的染色、微流芯片局域加热、颜色开关、对温度敏感食品和药物的质量指示剂、以及利用表面等离激元来高效吸收光能驱动化学反应。部分工作在国际上引起了很大的反响。

在该项目上完成人已发表了学术论文89篇(合成37篇，性质30篇，应用16篇，应邀综述6篇)，其中研究文章有7篇Journal of the American Chemical Society、5篇Angewandte Chemie International Edition、4篇Nano Letters、3篇Advanced Materials、13篇ACS Nano、5篇Advanced Functional Materials、10篇Small、9篇Nanoscale，综述性文章有6篇，包括1篇Chemical Society Reviews、1篇Advanced Materials、1篇《物理》。他们的研究成果极大地促进了纳米表面等离激元领域的发展。该项目获得了2016年国家教育部高等学校科学研究优秀成果一等奖和2018年伊朗花剌子模一等奖。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. **代表性论文专著目录**

SCI他引次数指的是Science Citation Index (SCI-EXPANDED)数据库中排除所有论文作者的他引次数。他引总次数指的是Web of Science Core Collection数据库中排除所有论文作者的他引次数。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文专著名称/刊名/作者 | 年卷页码（xx年xx卷xx页） | 发表时间（年月 日） | 通讯作者（含共同） | 第一作者（含共同） | 国内作者 | SCI他引次数 | 他引总次数 | 论文署名单位是否包含国外单位 |
| 1 | Tailoring Longitudinal Surface Plasmon Wavelengths, Scattering and Absorption Cross Sections of Gold Nanorods/ACS Nano/Weihai Ni, Xiaoshan Kou, Zhi Yang, Jianfang Wang | 2008年2卷677-686页 | 2008年3月20日 | Jianfang Wang | Weihai Ni | 倪卫海，寇晓珊，杨志，王建方 | 291 | 312 | 否 |
| 2 | Growth of Tetrahexahedral Gold Nanocrystals with High-Index Facets/Journal of the American Chemical Society/Tian Ming, Wei Feng, Qin Tang, Feng Wang, Lingdong Sun, Jianfang Wang, Chunhua Yan | 2009年131卷16350-16351页 | 2009年10月26日 | Jianfang Wang | Tian Ming | 明天，冯玮，汤勤，王峰，孙聆东，王建方，严纯华 | 262 | 273 | 否 |
| 3 | Heteroepitaxial Growth of High-Index-Faceted Palladium Nanoshells and Their Catalytic Performance/Journal of the American Chemical Society/Feng Wang, Chuanhao Li, Ling-Dong Sun, Haoshuai Wu, Tian Ming, Jianfang Wang, Jimmy C. Yu, Chun-Hua Yan | 2011年133卷1106-1111页 | 2010年12月21日 | Ling-Dong Sun, Jianfang Wang, Chun-Hua Yan | Feng Wang | 王峰，李传浩，孙聆东，吴昊帅，明天，王建方，余济美，严纯华 | 200 | 204 | 否 |
| 4 | Gold Nanobipyramid-Directed Growth of Length-Variable Silver Nanorods with Multipolar Plasmon Resonances/ACS Nano/Xiaolu Zhuo, Xingzhong Zhu, Qian Li, Zhi Yang, Jianfang Wang | 2015年9卷7523-7535页 | 2015年7月2日 | Zhi Yang, Jianfang Wang | Xiaolu Zhuo | 卓晓璐，朱兴忠，李倩，杨志，王建方 | 53 | 55 | 否 |
| 5 | Strong Polarization Dependence of Plasmon-Enhanced Fluorescence on Single Gold Nanorods/Nano Letters/Tian Ming, Lei Zhao, Zhi Yang, Huanjun Chen, Lingdong Sun, Jianfang Wang, Chunhua Yan | 2009年9卷3896-3903页 | 2009年9月15日 | Jianfang Wang | Tian Ming | 明天，赵磊，杨志，陈焕君，孙聆东，王建方，严纯华 | 257 | 269 | 否 |
| 6 | Understanding the Photothermal Conversion Efficiency of Gold Nanocrystals/Small/Huanjun Chen, Lei Shao, Tian Ming, Zhenhua Sun, Chunmei Zhao, Baocheng Yang, Jianfang Wang | 2010年6卷2272-2280页 | 2010年9月8日 | Jianfang Wang | Huanjun Chen | 陈焕君，邵磊，明天，孙振华，赵春梅，杨保成，王建方 | 227 | 245 | 否 |
| 7 | Angle- and Energy-Resolved Plasmon Coupling in Gold Nanorod Dimers/ACS Nano/Lei Shao, Kat Choi Woo, Huanjun Chen, Zhao Jin, Jianfang Wang, Hai-Qing Lin | 2010年4卷3053-3062页 | 2010年5月18日 | Jianfang Wang, Hai-Qing Lin | Lei Shao, Kat Choi Woo | 邵磊，胡吉才，陈焕君，金钊，王建方，林海青 | 94 | 99 | 否 |
| 8 | Plasmonic Harvesting of Light Energy for Suzuki Coupling Reactions/Journal of the American Chemical Society/Feng Wang, Chuanhao Li, Huanjun Chen, Ruibin Jiang, Ling-Dong Sun, Quan Li, Jianfang Wang, Jimmy C. Yu, Chun-Hua Yan | 2013年135卷5588-5601页 | 2013年3月25日 | Ling-Dong Sun, Jianfang Wang, Chun-Hua Yan | Feng Wang | 王峰，李传浩，陈焕君，江瑞斌，孙聆东，李泉，王建方，余济美，严纯华 | 288 | 303 | 否 |
| 合 计 | 1672 | 1760 |  |

 |
| 1. **主要完成人情况**
 |

|  |
| --- |
| **姓名 :王建方** |
| **排名 :1** |
| **行政职务 :香港中文大学理学院助理院长** |
| **技术职称 :教授** |
| **工作单位 :香港中文大学** |
| **完成单位 :香港中文大学** |
| **对本项目主要学术贡献 :****该完成人对本项目等离激元纳米晶颗粒的合成、性质和应用三个方面都作出了重要学术贡献。第一，他发展了空间选择性氧化和再生长方法实现了对金纳米晶颗粒的形状和尺寸的精细调控，从而开创了利用湿化学法对表面等离激元的精准控制。他在此基础上进一步发展了化学合成方法制备了一系列基于金的双金属纳米晶颗粒以及金属/半导体复合纳米结构。第二，他利用实验和数字仿真深入理解了金纳米晶颗粒的表面等离激元与其它物质的相互作用，包括周围的环境介质、有机染料分子的吸收/发光、邻近金属纳米晶颗粒的表面等离激元。第三，他探索了基于金纳米晶颗粒的多种功能化应用，包括光催化、布料染色、微流芯片局域加热、颜色开关、以及生物食品安全检测。** |

|  |
| --- |
| **姓名 :孙聆东** |
| **排名 :2** |
| **行政职务 :无** |
| **技术职称 :教授** |
| **工作单位 :北京大学** |
| **完成单位 :北京大学** |
| **对本项目主要学术贡献 :****该完成人对本项目表面等离激元纳米晶颗粒的合成、性质和应用三个方面作出了重要学术贡献。第一，她从无机化学的角度对金纳米晶颗粒和基于金的多金属纳米结构的化学合成进行了研究，实现了金纳米晶颗粒及其相关复合纳米结构的精细合成和调控。第二，她设计了金纳米棒和荧光分子的复合纳米结构，对金纳米晶颗粒表面等离激元调控相邻分子的荧光发射进行了细致的研究，尤其是由表面等离激元的局域电场放大引起的荧光增强和偏振依赖的发光行为。第三，她在利用表面等离激元增强光催化活性方面开展了系统的实验研究，理清了表面等离激元的光热效应和热电子效应对催化反应的不同贡献。** |

|  |
| --- |
| **姓名 :严纯华** |
| **排名 :3** |
| **行政职务 :兰州大学校长** |
| **技术职称 :教授、中国科学院院士** |
| **工作单位 :兰州大学** |
| **完成单位 :北京大学** |
| **对本项目主要学术贡献 :****该完成人对本项目表面等离激元纳米晶颗粒的合成和应用方面作出了重要的学术贡献。第一，他从无机化学的角度对金纳米晶颗粒和双金属纳米晶颗粒的化学合成进行了研究，结合种子生长法、空间选择性氧化和再生长实现了金纳米晶颗粒的精细合成，为精确调控表面等离激元(波长、吸收/散射截面)提供了坚实的基础。第二，他设计和制备了功能化的双金属纳米晶颗粒，包括具有不同几何构型的金银、金钯和金铂纳米晶颗粒，并发展了它们在催化和传感检测方面的应用，包括利用银包覆金纳米棒的结构设计了一种指示剂用来显示对温度敏感食品和药品的质量，和利用钯包覆金纳米晶颗粒的结构研究了高指数晶面的催化活性及实现了利用表面等离激元吸收光来驱动化学催化反应。** |

|  |
| --- |
| **姓名 :林海青** |
| **排名 :4** |
| **行政职务 :北京计算科学研究中心主任** |
| **技术职称 :教授、中国科学院院士** |
| **工作单位 :北京计算科学研究中心** |
| **完成单位 :北京计算科学研究中心** |
| **对本项目主要学术贡献 :****该完成人主要对本项目表面等离激元纳米晶颗粒的性质方面作出了重要的学术贡献。他从理论的角度研究了与表面等离激元相关的光学现象，根据实验观测和结果，建立了解析理论模型，不仅为已观测到的实验现象提供理论解释和理解，并且进一步为功能性表面等离激元纳米结构的优化设计以及对表面等离激元的精准调控提供了方向性的理论指导。利用高性能计算平台，对基于金属纳米晶颗粒的各种纳米结构进行了大量的数值模拟，从而深入理解了它们的表面等离激元性质，包括贵金属纳米晶颗粒的表面等离激元、贵金属纳米晶颗粒之间的表面等离激元耦合行为、贵金属纳米晶颗粒与其支撑基底中引起的镜像电荷间的相互作用特性、以及表面等离激元与分子的共振耦合等。** |