

纳米器件物理与化学教育部重点实验室

2009 年度报告

2009 年度重点实验室总结报告

重点实验室名称：纳米器件物理与化学教育部重点实验室

实验室主任：彭练矛

副主任：陈清，张锦

学术委员会主任：解思深

副主任：王占国，薛增泉，刘忠范

填报人：陈清

总结报告内容：

一、 研究水平与贡献

实验室 2009 年继续围绕基于纳米材料的纳米器件开展研究，特别是在碳纳米管纳米器件和碳纳米管的可控制备方面取得了非常重要的成果：（1）结合高 κ 绝缘栅材料 (HfO_2) 和顶栅结构，首次在同一根单壁碳纳米管上用我们前期发展的无掺杂工艺实现了近乎完美对称的顶栅 n-型和 p-型 CMOS 器件，性能接近理论极限。在这个基础上用两个相邻的 n-型和 p-型晶体管制备出了电压增益高达 160 的 CMOS 反相器。在外加驱动电压为 1V 时其功耗仅为 30pW，是极为理想的低功耗、高性能电路。（2）在生长过程中利用金属碳纳米管和半导体纳米管在化学反应活性上的微小差异，辅以基底作用，首次在石英表面上直接制备出了高纯半导体性（95%-98%）单壁碳纳米管阵列。单壁碳纳米管的直径峰值为 1.6nm，超过 90%的碳管直径介于 1.4-1.8nm，是构建碳纳米管晶体管的理想材料。这两项工作表明规模可控地制备基于碳纳米管的高效集成电路是可能的。

此外，实验室还在纳米材料的原位表征、加工和性能研究等多个研究方面取得了丰硕的成果：（1）在一台扫描电镜中建设了一套能够实现角分辨、空间分辨、

温度控制的综合光电测试系统，并利用该系统对 ZnO 纳米棒中的光子限域问题进行了综合表征。(2) 发展了一系列扫描电镜中的原位操纵、表征和测量方法，实现了在扫描电子显微镜中对单根的单壁碳纳米管和多壁碳纳米管的力学特性和电学特性的综合原位测量。在此基础上，系统研究了影响碳纳米管谐振器性能的各种因素，发现了碳纳米管从梁到弦的转变。(3) 发展了一种在碳纳米管表面沉积大小和间距可控的金纳米粒子的方法，利用密集排布的金纳米粒子的超强表面增强效应，首次在一个激发波长下获得了基底上全部单根碳纳米管的拉曼光谱。且沉积金后可使得单根单壁碳纳米管在光学显微镜下可视，为进一步对其操纵提供了极大的方便，不需要电子束曝光等复杂的设备和工艺流程，在光学显微镜下进行一步掩膜蒸镀电极就可以制备出单根单壁碳纳米管的器件。(4) 提出了 Pd-CNT-Sc 非对称接触的碳纳米管二极管并研究了其光伏特性。

1、 本年度新增项目和合同经费数 (万元)

本年度新增项目 12 项，合同经费数 889 万。分别是 2009 年启动的 863 项目 1 项，国家自然科学基金面上项目 1 项和北京市自然科学基金项目 1 项；2009 年批准将于 2010 年启动的 973 项目（实验室人员为骨干）1 项，国家自然科学基金面上项目 4 项，杰出青年基金 1 项；和由新引进的人员带过来的 863 项目 1 项，国家自然科学基金面上项目 1 项和重大国际合作项目 1 项。

2009 年分别由彭练矛教授和郭等柱副研究员负责的 2 个 863 项目顺利通过了验收，梁学磊教授负责的国家自然科学基金面上项目结题被评为特优。

2、 本年度获奖情况 (其中：国家级奖，省部级奖)

彭练矛教授指导的王鸣生同学的博士论文入选“2009 年全国百篇优秀博士论文”。

蓝海平同学的墙报在 10th International Conference on the Science & Application of Nanotubes 国际会议上获最佳 Poster 奖。

李彦、丁磊、褚海斌、孙昊，“基于原子力显微镜的无机功能纳米结构构筑和原位表征”，获 2009 年中国分析测试协会科学技术奖二等奖。

许胜勇等人的文章“一种测量纳米材料高频特性的新方法”获安捷伦科技节有奖征文特等奖。

叶安培等人的“多功能纳米光镊—显微 Raman 光谱系统的研制”成果获北京大学第五届实验技术成果一等奖。陈清等人的“‘纳米刀’的发明”成果获北京大学第五届实验技术成果奖三等奖。

3、 本年度发表论文数 (其中: SCI,EI 论文数)

本年度实验室人员作为第一作者或通讯作者、实验室作为第一单位发表的 SCI 论文有 55 篇 (不包括 2009 年在网上发表并于 2010 年印刷出来的文章), 其中影响因子大于 6 的杂志上的有 15 篇(分别是 Nano Lett. 4 篇, Adv. Mater. 2 篇, JACS 4 篇, PRL 1 篇, Adv. Funct. Mater. 2 篇, Chem. Comm. 4 篇), 影响因子大于 3 小于 6 的杂志上的有 24 篇。有 5 篇文章是作为杂志的封面发表的, 分别是 Adv. Mater. 2 篇, Adv. Funct. Mater. 1 篇, J. Phys. Chem. C 1 篇, Nano Research 1 篇。

本年度实验室发表 EI 论文 60 余篇。

实验室骨干 2009 年在国际会议上做邀请报告 16 次 (包括一个大会特邀报

告), 一般报告 14 次; 在全国性重要学术会议上做邀请报告 11 次 (包括一个大
会特邀报告), 一般报告或墙报 6 次。

4、 本年度申请及授权专利数

本年度实验室共有 5 项中国国家发明专利申请获得授权, 新申请了美国发明
专利 2 项和中国国家发明专利 8 项。

二、 队伍建设与人才培养

1、 人才队伍情况: 总人数, 其中院士、长江学者、杰出青年人数, 教授、副教授人数

彭练矛教授领导的团队入选 2008 年教育部创新团队(2009 年确定并公布)。
本年度陈清教授入选国家自然科学基金委杰出青年, 高旻副教授入选教育部新世
纪优秀人才支持计划, 张志勇博士晋升为副研究员。本年度实验室还从本校其它
单位引进了戴恩光副教授。另外, 还完成了从新加坡引进张刚研究员 (入选北京
大学百人计划) 的工作, 张刚研究员已于 2010 年 3 月正式报到 (但他不计入
2009 年实验室固定人员)。

到 2009 年底, 实验室有 7 名教授、1 名教授级高工、12 名副教授或副研究
员等 26 位固定人员。学术骨干中有 1 位长江特聘教授、3 位国家杰出青年获得
者和 5 位教育部新世纪优秀人才。实验室成员在近 20 个重要学术机构中任职。

2、 人才培养情况: 在站博士后、在读博士生、硕士生人数

本年度实验室有 3 名在站博士后, 其中 2 人于本年度出站; 有在读博士生

48 人，其中 2009 年毕业 11 人；有在读硕士生 37 人，2009 年毕业 8 人。

数据和成果:

一、实验室固定成员名单

序号	姓名	性别	出生年月	最后学位	研究方向	技术职称	在实验室工作期限
1	彭练矛	男	1962-9	博士	纳米电子学	教授	2003 年至今
2	陈清	女	1965-10	博士	纳米材料, 电子显微学	教授	2003 年至今
3	张锦	男	1969-12	博士	纳米化学	教授	2003 年至今
4	李彦	女	1967-2	博士	纳米材料化学	教授	2003 年至今
5	张耿民	男	1969-2	博士	物理电子	教授	2003 年至今
6	侯士敏	男	1970-12	博士	纳米电子	教授	2003 年至今
7	梁学磊	男	1974-1	博士	纳米电子	教授	2003 年至今
8	赵兴钰	男	1950-4	本科	物理电子	高工	2003 年至今
9	申自勇	男	1969-5	博士	扫描探针	副教授	2003 年至今
10	王晶云	女	1971-12	博士	电子显微学	副教授	2003 年至今
11	许胜勇	男	1966-1	博士	凝聚态物理	副教授	2006.4 至今
12	高旻	男	1973-5	博士	材料学	副教授	2006.8 至今
13	叶安培	男	1961-10	博士	原子与分子物理 /激光生物物理	副教授	2008.9 至今
14	戴恩光	男	1964-10	博士	传感系统	副教授	2009. 至今
15	邢英杰	男	1970-1	博士	纳米材料	副教授	2008.9 至今
16	叶林辉	男	1968-10	博士	理论	副教授	2008.11 至今

17	郭等柱	男	1967-12	博士	物理电子	副研	2003 年至今
18	潘华勇	男	1968-10	博士	电子显微学	副研	2004 年至今
19	廖建辉	男	1976-11	博士	纳米电子	副研	2008.9 至今
20	张志勇	男	1977-9	博士	纳米电子	副研	2008.7 至今
21	高崧	男	1967-12	博士	扫描探针	讲师	2003 年至今
22	孙文涛	女	1976-5	博士	纳米材料	讲师	2008.3 至今
23	王胜	男	1977-11	博士	纳米电子	助研	2008.7 至今
24	岳双林	女	1976-2	博士	微纳加工	工程师	2006.7 至今
25	高红	女	1966-10	硕士	化学合成	工程师	2004 年至今
26	张娜	女	1976-9	本科	实验室秘书	会计师	2003 年至今

二、实验室成员在学术机构任职情况

姓名	学术任职
彭练矛	<p>国际显微学杂志 “Ultramicroscopy” 编委</p> <p>国际显微学杂志 “MICRON” 编委</p> <p>国际表面科学与纳米科技电子杂志 “e-Journal of Surface Science and Nanotechnology” 编委</p> <p>国际晶体学会电子衍射专业委员会委员</p> <p>中国电子显微学会副理事长</p> <p>中国晶体学会副理事长</p> <p>中国仪器仪表学会微纳器件与系统技术分会副理事长</p>
张锦	<p>“Carbon” 顾问编委</p> <p>中国微米纳米技术学会副秘书长</p>
陈清	<p>“金属学报” 编委，</p> <p>中国微米纳米技术学会理事，</p> <p>全国微束分析标准化技术委员会电子探针和扫描电镜分技术委员会委员</p>
李彦	“科学通报” 编委
张耿民	中国真空学会副秘书长
叶安培	<p>中国生物物理学会理事</p> <p>中国生理学会仪器开发工作专业委员会，成员</p> <p>“原子与分子物理学报” 编委</p>
戴恩光	中国宇航学会光电子专业委员会常委（2004 年至今）

侯士敏

“真空科学与技术学报” 副主编

三、 2009 年实验室成员承担的主要课题目录

序号	批准号	类别	项目名称	负责人	起止时间
1	2006CB93240 1	国家重大科学研究计划	碳纳米管结构原位加工, 修饰, 环境的可控变化, 性能实时测量	彭练矛	2006.9- 2011.11
2	2006CB93240 2	国家重大科学研究计划	新型碳纳米管器件, 尤其是新型量子效应器件的加工, 评估和继承方法探索	梁学磊	2006.9- 2011.11
3	2006CB93240 3	国家重大科学研究计划	新型复合碳纳米管材料的合成、结构和性能调控	李彦	2006.12- 2011.11
4	2006CB93270 1	国家重大科学研究计划	碳纳米管的结构调控、生长机制与应用探索	张锦	2006.12- 2011.11
5	2006CB93240 4	973	碳纳米管输运理论和高频性能探索	侯士敏 加	2006.12- 2011.11
6	2007CB93620 4	973	准一维半导体纳米结构与器件的理论设计与模拟	侯士敏 加	2007.9-20 11.8
7	2005CB72450 1	973	冷原子光频标的机理	叶安培 加	2005.12 -2010.1 2
8	2010CB93420 0	973	纳米结构电荷俘获材料及高密度多值存储基础研究	张耿民 加	2010.1- 2014.12
9	2007AA06Z2 13	863	高精度检波关键技术	戴恩光	2007.12 2010.12

10	2009AA03Z315	863 计划纳米专题	纳米材料多种性能综合分析仪的研制和纳米材料性能的研究	陈清	2009.1-2011.12
11	90606026	重大研究计划面上项目	一维纳米材料电学性能的数量研究	彭练矛	2007.1-2009.12
12	10674008	自然科学基金面上项目	细胞生长因子 (IL-6) 与细胞表面受体蛋白分子相互作用的单分子研究	叶安培	2007.1-2009.12
13	20673004	自然科学基金面上项目	单壁碳纳米管的可控生长、SPM 操纵及其能带调控	张锦	2007.1-2009.12
14	50672002	自然科学基金面上项目	ZnO 纳米线材料电致紫外激光发射性能与器件研究	张琦锋	2007.1-2009.12
15	60671022	自然科学基金面上项目	金属富勒烯的结构和电学特性及其应用于纳电子器件的研究	申自勇	2007.1-2009.12
16	10774002	自然科学基金面上项目	无源纳米结器件物理性能的原位研究	许胜勇	2008.1-2010.12
17	50702002	自然科学基金青年基金	基于电子显微镜的单根一维纳米材料“结构-性能”的一体化研究	高旻	2008.1-2010.12
18	50772002	自然科学基金面上项目	基于非 VIII 族金属的单壁碳纳米管制备	李彦	2008.1-2010.12
19	60771002	自然科学基金面上项目	相对论效应对分子电子器件电子输运特性影响的理论研	侯士敏	2008.1-2010.12

			究		
20	60771004	自然科学基金面上项目	新型碳锥-纳米管针尖的制备与场发射特性研究	张耿民	2008.1-2010.12
21	60771005	自然科学基金面上项目	单根碳纳米管的力学特性研究及纳米谐振器的研制	陈清	2008.1-2010.12
22	60871002	自然科学基金面上项目	量子点敏化二氧化钛纳米管阵列基太阳能电池的研究	孙文涛	2009.1-2011.12
23	50972001	国家自然科学基金委面上项目	碳纳米管/石墨烯生长过程的原位拉曼光谱研究	张锦	2010.01-2012.12
24	60971001	国家自然科学基金委面上项目	“无机纳米颗粒-有机分子”复合体系的电子输运性质及功能器件	廖建辉	2010.01-2012.12
25	10974002	国家自然科学基金委面上项目	固体第一性原理计算中NESC方法的开发与应用	叶林晖	2010.01-2012.12
26	60971003	国家自然科学基金委面上项目	全碳纳电子器件与电路研究	梁学磊	2010.01-2012.12
27	20725307	杰出青年基金	表面结构	张锦	2008.1-2011.12
28	60925003	杰出青年基金	纳电子材料及相关器件基础研究	陈清	2010.1-2013.12

29	20083807	政府间重点 国际科技合 作项目	引导的复合感知 技术研究	戴恩光	2008.6~2 011.6
30	60728102	海外及港澳 学者合作研 究基金	纳米级和原子级材料及应用 的基础研究	左建民/陈 清	2008.1- 2010.12
31	20828004	海外及港澳 学者合作研 究基金	单壁碳纳米管的发光性能研 究	孔敬/张 锦	2008.1- 2010.12
32	国科外字 [2007]203号	科技部中国 与斯洛维尼 亚政府间科 技合作项目	无机纳米线构成的平板阴极 发射器	彭练矛,王 晶云	2007- 2009
33	4092023	北京市自然 科学基金	碳纳米管用于力传感器和高 频谐振器的相关基础问题研 究	陈清	2009.1- 2011.12

四、2009年实验室作为第一单位发表的高影响因子论文的刊物分布

刊 物	篇数	刊 物	篇数
Nano Letters	4	Adv. Mater.	2
J. Am. Chem. Soc..	4	Phys. Rev. Lett.	1

Adv. Funct. Mater.	2	Chem. Comm.	2
ACS Nano	1	J. Mater. Chem.	1
Appl. Phys. Lett.	5	J. Phys. Chem. C	12
Nanotechnology	5		

五、主要研究成果目录 (重点实验室为第一单位的)

(一) 2009 年 SCI 论文目录

1. L. Ding, A. Tselev, J. Wang, D. Yuan, H. Chu, T. P. McNicholas, Y. Li and J. Liu, "Selective Growth of Well-Aligned Semiconducting Single-Walled Carbon Nanotubes", **Nano Letters**, 9 (2009) 800-805.
2. Y. G. Yao, C. Q. Feng, J. Zhang, Z. F. Liu, "'Cloning' of Single-Walled Carbon Nanotubes via Open-End Growth Mechanism", **Nano Lett.** 9 (2009) 1673-1677.
3. L. M. Xie, H. Farhat, H. B. Son, J. Zhang, M. S. Dresselhaus, J. Kong, Z. F. Liu, "Electroluminescence from Suspended and on-Substrate Metallic Single-Walled Carbon Nanotubes", **Nano Lett.** 9 (2009) 1747-1751.
4. L. Ding, S. Wang, Z.Y. Zhang, Q. S. Zeng, Z.X. Wang, T. Pei, L.J. Yang, X.L. Liang, J. Shen, Q. Chen, R.L. Cui, Y. Li, and L.-M. Peng, "Y-contacted high-performance n-type single-walled carbon nanotube field-effect transistors: scaling and comparison with Sc-contacted devices", **Nano Letters** 9 (2009) 4209-4214.
5. X. L. Liang, S. Wang, X. L. Wei, L. Ding, Y. Zhu, Z. Y. Zhang, Q. Chen, Y. Li, J. Zhang, and L-M. Peng, "Toward Entire-Carbon-Nanotube Circuits: the fabrication of single-walled carbon nanotube field-effect transistor with local multiwalled carbon nanotube interconnects" **Adv. Mater.**, 21 (2009) 1339-1343. (**Front cover**)
6. Y. G. Yao, X. C. Dai, C. Q. Feng, J. Zhang, X. L. Liang, L. Ding, W. Choi, J. Y. Choi, J. M. Kim, Z. F. Liu, "Crinkling Ultralong Carbon Nanotubes into Serpentine by a Controlled Landing Process" **Adv. Mater.**, 21 (2009) 4158-4162. (**Inter Front Cover**)
7. J. Wang and Y. Li, "Selective Band Structure Modulation of Single-Walled Carbon Nanotubes in Ionic Liquids", **J. Am. Chem. Soc.**, 131 (2009) 5364-5365.
8. L. M. Xie, X. Ling, Y. Fang, J. Zhang, Z. F. Liu, "Graphene as a Substrate to Suppress Fluorescence in Resonance Raman Spectroscopy" **J. Am. Chem. Soc.**, 131 (2009) 9890-9891.
9. H. Chu, J. Wang, L. Ding, D. Yuan, Y. Zhang, J. Liu and Y. Li, "Decoration of Gold Nanoparticles on Surface-Grown Single-Walled Carbon Nanotubes for Detection of Every Nanotube by Surface-Enhanced Raman Spectroscopy", **J. Am. Chem. Soc.**, 131 (2009) 14310-14316.
10. G. Hong, B. Zhang, B. H. Peng, J. Zhang, W. M. Choi, J. Y. Choi, J. M. Kim, Z. F. Liu, "Direct Growth of Semiconducting Single-Walled Carbon Nanotube Array" **J. Am. Chem. Soc.** 131 (2009) 14642-14643.
11. C. H. Jin, H. P. Lan, L.-M. Peng, K. Suenaga and S. Iijima, "Deriving carbon atomic chains from grapheme", **Phys. Rev. Lett.** 102 (2009) 205501. (**Selected as the Editor's Suggestions, and highlighted as a Viewpoint in Physics, highlighted in Chemical & Engineering News, highlighted in Nature Asia-Pacific Materials**)
12. X. L. Wei, Q. Chen, S. Y. Xu, L. M. Peng, J. M. Zuo, "Beam to string transition of vibrating carbon nanotubes under axial tension", **Adv. Funct. Mater.**, 19 (2009) 1753-1758. (**Advances in Advance. Inter Front Cover**).
13. Y. F. Hu, Y. Liu, W. L. Li, M. Gao, X. L. Liang, Q. Li, and L.-M. Peng, "Observation of a 2D electron gas and the tuning of the electrical conductance of ZnO Nanowires by controllable

- surface band bending”, **Adv. Funct. Mater.** 19 (2009) 2380-2387
14. Z. Y. Zhang, S. Wang, Z. X. Wang, L. Ding, T. Pei, Z. D. Hu, X.L. Liang, Q. Chen, Y. Li, and L.-M. Peng, “Almost Perfectly Symmetric SWCNT-based CMOS Devices and Scaling”, **ACS Nano**, 3 (2009) 3781-3787.
 15. Z. F. Liu, J. Zhang, B. Gao, “Raman Spectroscopy of Strained Single-Walled Carbon Nanotubes” **Chem. Commun.** (2009) 6902-6918.
 16. Z. Lin, H. Chu, Y. Shen, L. Wei, H. Liu, and Y. Li, “Rational Preparation of Faceted Platinum Nanocrystals Supported on Carbon Nanotubes with Remarkably Enhanced Catalytic Performance”, **Chem. Commun.**, (2009) 7167-7169.
 17. X. X. Zhang, D. F. Liu, L. H. Zhang, W. L. Li, M. Gao, W. J. Ma, Y. Ren, Q. S. Zeng, Z. Q. Niu, W. Y. Zhou, S. S. Xie, “Synthesis of large-scale periodic ZnO nanorod arrays and its blue-shift of UV luminescence”, **J. Mater. Chem.**, 19(7) (2009) 962-969.
 18. Y. He, J. Y. Zhang, S. M. Hou, Y. Wang, and Z. P. Yu, “Schottky barrier formation at metal electrodes and semiconducting carbon nanotubes”, **Appl. Phys. Lett.**, 94 (2009) 093107
 19. X.Y. Huang, Z.Y. Zhang, Y. Liu and L.-M. Peng, “Analytical analysis of heat conduction in a suspended one-dimensional object” **Appl. Phys. Lett.** 95 (2009) 143109
 20. W. L. Li, M. Gao, X.X. Zhang, D.F. Liu, L.-M. Peng, and S.S. Xie, “Microphotoluminescence study of exciton polaritons guided in ZnO nanorods”, **Appl. Phys. Lett.** 95 (2009) 173109.
 21. H. P. Lan, L.-H. Ye, S. Zhang and L.-M. Peng, “Transverse dielectric properties of boron nitride nanotubes by ab initio electric field calculations”, **Appl. Phys. Lett.** 94 (2009) 183110
 22. J. Y. Zhang, Q. F. Zhang, T. S. Deng, and J. L. Wu: “Electrically driven ultraviolet lasing behavior from phosphorus-doped p-ZnO nanorod array/n-Si heterojunction”, **Appl. Phys. Lett.** 95 (2009) 211107.
 23. J. Wang, R. Cui, Y. Liu, W. Zhou, Z. Jin and Y. Li, “Abnormal Raman Intensity of Single-Walled Carbon Nanotubes Grown on Silica Spheres”, **J. Phys. Chem. C**, 113 (2009) 5075-5080.
 24. B. Zhang, G. Hong, B. H. Peng, J. Zhang, W. Choi, J. M. Kim, J. Y. Choi, Z. F. Liu, **J. Phys. Chem. C**, 113 (2009) 5341-5344. **(Cover paper)**
 25. S. Wang, L.H. Zhang, Z.Y. Zhang, L. Ding, Q.S. Zeng, Z.X. Wang, X. L. Liang, M. Gao, J. Shen, H.L. Xu, Q. Chen, R.L. Cui, Y. Li and L.-M. Peng, “Photovoltaic effects in asymmetrically contacted CNT barrier-free bipolar diode”, **J. Phys. Chem. C** 113 (2009) 6891.
 26. X. F. Gao, H. B. Li, W. T. Sun, Q. Chen, F. Q. Tang and L.-M. Peng, “CdTe Quantum Dots-Sensitized TiO₂ Nanotube Array Photoelectrodes”, **J. Phys. Chem. C** 113 (2009) 7531-7535.
 27. W. Zhang, Z. Xi, X. Bai, and G. M. Zhang, “Pyrolytic Synthesis of Conical Carbon Fibers with Carbon Nanotube Tips on Carbon Substrates”, **J. Phys. Chem. C** 113 (2009) 7629
 28. J. Wang, Z. Jin, J. Cheng and Y. Li, “Assembling Structure of Single-Walled Carbon Nanotube Thin Bundles”, **J. Phys. Chem. C**, 113 (2009) 8132-8135.
 29. M. J. Zhou, H.J. Zhu, Y. Jiao, Y.Y. Rao, S.K. Hark, S. Kong, Y. Liu, L.-M. Peng and Q. Li, “Optical and electrical properties of Ga-doped ZnO nanowire arrays on conducting substrates”, **J. Phys. Chem. C** 113 (2009) 8945.
 30. S. Q. Li, G. M. Zhang, D. Z. Guo, L. G. Yu, and W. Zhang, "Anodization Fabrication of Highly Ordered TiO₂ Nanotubes”, **J. Phys. Chem. C** 113 (2009) 12759.

31. Y. G. Yao, X. C. Dai, R. Liu, J. Zhang, Z. F. Liu, "Tuning the Diameter of Single-Walled Carbon Nanotubes by Temperature-Mediated Chemical Vapor Deposition", **J. Phys. Chem. C**, 113 (2009) 13051-13059.
32. Y. Liu, Z. Y. Zhang, H. L. Xu, L. H. Zhang, Z. X. Wang, W. L. Li, L. Ding, Y. H. Hu, M. Gao, Q. Li and L.-M. Peng, "Visible light response of unintentionally doped ZnO nanowire field effect transistor", **J. Phys. Chem. C** 113 (2009) 16796-16801.
33. X. L. Wei, Q. Chen, L. M. Peng, R. L. Cui, Y. Li, "Tensile loading of double-walled and triple-walled carbon nanotubes and their mechanical properties", **J. Phys. Chem. C**, 113 (2009) 17002-17005.
34. X. F. Gao, W. T. Sun, Z. D. Hu, G. Ai, Y. L. Zhang, S. Feng, F. Li, and L.-M. Peng, "An efficient method to form heterojunction CdS/TiO₂ photoelectrodes using highly ordered TiO₂ nanotube array films", **J. Phys. Chem. C** 113 (2009) 20481-20485
35. J. Shen, W. Wang, Q. Chen, M. S. Wang, S. Y. Xu, Y. L. Zhou, X. X. Zhang, "The fabrication of nanoelectrodes based on a single carbon nanotube", **Nanotech.**, 20 (2009) 245307.
36. C.Y. Li, M. Gao, C. Ding, X.X. Zhang, L.H. Zhang, Q. Chen and L.-M. Peng, "In situ comprehensive characterization of optoelectronic nanomaterials for device purposes", **Nanotech.** 20 (2009) 175703 (**selected as a highlights article by the Editor of Nanotechweb.org**)
37. Y. Liu, J. Hong, Y. Zhang, R. Cui, J. Wang, W. Tan and Y. Li, "Flexible orientation control of ultralong single-walled carbon nanotubes by gas flow", **Nanotech.**, 20 (2009) 185601.
38. W. W. Gong, J. W. Xue, K. Zhang, Z. Wu, D. P. Wei, Q. Chen, H. Y. Pan, and S. Y. Xu, "Room temperature synthesis of K₂Mo₃O₁₀·3H₂O nanowires in minutes", **Nanotech.**, 20 (2009) 215603.
39. X. Shen, Z. Yi, Z. Y. Shen, X. Y. Zhao, J. L. Wu, S. M. Hou, S. Sanvito, "Spin filter effect of iron-cyclopentadienyl multidecker clusters: role of the electrode band structure and the coupling strength", **Nanotech.**, 20 (2009) 385401
40. Deng K., Guo T., Su J., Guo D. Z., Liu X. Y., Liu L., Chen X. Z., Wang Z., "Full hyperfine frequency modulation in the implementation of coherent population trapping atomic clocks", **Physics Letters A**, 373 (2009) 1130-1132.
41. C. Q. Feng, Y. G. Yao, J. Zhang, Z. F. Liu, "Nanobarrier-Terminated Growth of Single-Walled Carbon Nanotubes on Quartz Surfaces", **Nano Research**, 2 (2009) 768-773. (**Cover paper**)
42. R. X. Zhang, G. H. Ma, R. Li, Z. K. Qian, Z. Y. Shen, X. Y. Zhao, S. M. Hou, St. Sanvito, "Effects of spin-orbit coupling on the conductance of molecules contacted with gold electrodes", **Journal of Physics: Condensed Matter**, 21 (2009) 335301
43. T. S. Deng, Q. F. Zhang, J. Y. Zhang, X. Shen, K. T. Zhu, J. L. Wu: "One-step synthesis of highly monodisperse hybrid silica spheres in aqueous solution", **Journal of Colloid and Interface Science**, 329(2) (2009) 292-299.
44. X. Yang, J. Y. Wang and H. Y. Pan, "Boehmite Nanostructures preparation by hydrothermal method from anodic aluminium oxide membrane", **J. Nanosci. Nanotechnol.**, 9 (2009) 1123.
45. X. L. Wei, A. N. Jiang, S. Gao, and Q. Chen, "Length Control and Sharpening of Carbon Nanotube Scanning Probe Microscope Tips Using Carbon Nanotube "Nanoknife", **J. Nanosci. Nanotechnol.** 9 (2009) 1258-1262.
46. L. G. Yu, G. M. Zhang, X. Y. Zhao, D. Z. Guo, "Fabrication of lithium-doped zinc oxide film by anodic oxidation and its ferroelectric behavior", **Materials Research Bulletin** 44 (2009)

- 589.
47. J. Xiao, "Growth and field emission properties of chessman-like and tower-like ZnO nanostructures", **Materials Chemistry and Physics**, 115(2-3) (2009) 771-774.
 48. Y. Yu, W. T. Sun, "Uniform Bi₂S₃ nanowires: Structure, growth, and field-effect transistors", **Materials Letters**, 63(22) (2009) 1917-1920.
 49. X. X. Zhang, G. M. Zhang, X. Bai, X. Y. Zhao, J. Xiao, Y. Wu, F. Y. Lu, and D. Z. Guo, "Field emission microscopy study of zinc oxide nanowires on tungsten tip", **J. Vac. Sci. Technol. B** 27(2009) 705.
 50. M. H. Sun, Q. F. Zhang, H. Sun, J. Y. Zhang and J. L. Wu: "Enhanced ultraviolet electroluminescence from p-Si/n-ZnO nanorod array heterojunction", **J. Vac. Sci. Technol. B: Microelectronics and Nanometer Structures**, 27(2) (2009) 618-621.
 51. X. Shen, S. M. Hou, Z. K. Qian, X. Y. Zhao, J. L. Wu, "Effects of hydrogen atoms on the electronic structure and transport properties of silicon monatomic chains", **Physica E**, 41 (2009) 865.
 52. 张俊艳, 邓天松, 沈昕, 朱孔涛, 张琦锋, 吴锦雷: "单根砷掺杂氧化锌纳米线场效应晶体管的电学及光学特性", **物理学报**, 58(6) (2009) 4156-4161.
 53. X. Bai, G. M. Zhang, M. S. Wang, Z. X. Zhang, J. Yu, X. Y. Zhao, D. Z. Guo and Z. Q. Xue, "Coherent field emission from a multi-walled carbon nanotube with two open-ended branches", **Chinese Physics B**, 18 (2009) 3517.
 54. J. Xiao, G. M. Zhang, X. Bai, L. G. Yu, X. Y. Zhao, D. Z. Guo, "Field emission from zinc oxide nanostructures and its degradation", **Vacuum** 83 (2009) 265.
 55. H. P. Lan, S. Zhang, "Operation Mechanism of Double-Walled Carbon Nanotubes Transistors Investigated by ab initio Calculations", **Chinese Physics Letters**, 26 (11) (2009) 117303
 56. J. Ning, X. Shen, Z. Y. Shen, X. Y. Zhao, S. M. Hou, "First-principles calculation on the conductance of ruthenium-quasi cumulene-ruthenium molecular Junctions", **Frontiers of physics in China**, 4(3) (2009) 398-402
 57. Z. Yong, A. P. Ye, W. Cheng, "A Micro-Raman Spectroscopy Combing with Optical tweezers", **Acta Optica Sinica**, 12 (2009)
 58. A. P. Ye, Y. Zhang, "Micro-Raman spectroscopy of optical trapped single cell", **Proc. of SPIE**, 7507 (2009) 750704.
 59. A. P. Ye, S. Q. Shen, C. Wen, Y. Zhang, "Structuring of multifunction optical tweezers and its application in single molecule and single cell investigation", **Acta Biophysica Sinica**, 25 (2009) 165.
 60. A. P. Ye, Y. Zhang, Q. B. Song, C. Wen, "Optical Tweezers Raman Spectra and single cell detection", **Acta Biophysica Sinica**, 25 (2009) 307
 61. Y. X. Wang, Y. Yang, D. F. Pei, X. Zhao, S. Y. Xu, "A novel method to measure the high-frequency properties of nanomaterials", **J. Electro. Measur. Instru.** 23 (Z1), (2009) 10-14.
 62. 李韞慧, 张琦锋, 孙晖, 薛增泉, 吴锦雷: "氧化锌薄膜的 p 型掺杂及光学和电学性质研究", **材料科学与工艺**, 17(5) (2009) 686-690.

(二) 邀请报告

1. L.-M. Peng, “Characterizing Individual Nanostructures: Structure, Electrical, Mechanical and Optical Properties”, **The 6th China_Korea Workshop on Nanotubes and Nanowires**, Beijing, China, September 5-10, 2009 (Invited talk)
2. L.-M. Peng, “High performance carbon nanotube based doping free CMOS and optoelectronics devices”, **International Conference on Materials for Advanced Technologies 2009**, Singapore, June 28–July 3, 2009 (Invited talk)
3. L.-M. Peng, “High performance carbon nanotube based nanodevices and characterization”, **10th International Conference on the Science & Application of Nanotubes**, Beijing, China, June 21-26, 2009 (Invited talk)
4. L.-M. Peng, “Characterizing Individual Nanostructures: Structure, Electrical, Mechanical and Optical Properties”, **BCEIA2009: The 13th Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis**, Beijing, China, November 24-28, 2009 (keynote lecture)
5. J. Zhang, “Controlled CVD Growth of Single-Walled Carbon Nanotubes on Surface”, **CSIR-NSFC Workshop on "Nanomaterials and their Applications"**, Kolkata, India, Mar. 24-28, 2009 (Invited talk)
6. J. Zhang, “Controlled CVD Growth of Single-Walled Carbon Nanotubes on Surface”, **The Fourth NASA-Rice University Workshop on Nucleation and Growth Mechanisms of Single Wall Carbon Nanotubes**, Houston, USA, Apr. 19-21, 2009 (Invited talk)
7. J. Zhang, “Structure-controlled Growth of Single-Walled Carbon Nanotubes”, **The 2009 MRS Fall Meeting, Boston**, USA, Nov. 30-Dec. 4, 2009 (Invited talk)
8. J. Zhang, “Resonance Raman spectroscopy of strained SWNTs”, **NT09 卫星会议**, Beijing, China, Jun. 21-26, 2009 (Invited talk)
9. Q. Chen, “In situ study on the mechanical and electronic properties of individual thin carbon nanotubes inside a SEM”, **Dept. of Materials and Interfaces, Weizmann Institute of Science**, Israel, Nov. 15, 2009 (invited talk)
10. Q. Chen, “In situ study on the mechanical and electronic properties of individual thin carbon nanotubes inside a SEM”, **Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis (BCEIA 2009)**, Beijing, China, November 25-28, 2009 (Invited talk)
11. Y. Li, “Preparation of Inorganic Nanostructures by Dip-Pen Nanolithography”, **International Conference on Materials for Advanced Technologies (ICMAT) 2009**, Singapore, June 28-July 3, 2009 (Invited talk)
12. Y. Li, “The preparation and modification of carbon nanotubes”, **The 2nd Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC2)**, Nanjing, Nov. 1- 4, 2009 (Invited talk)
13. Y. Li, “Preparation, Modification and Characterization of Single-Walled Carbon Nanotubes”, **US-China Workshop for Early Career Chemical Scientists**, Beijing, Oct. 26-31, 2009 (Invited talk)
14. Y. Li, “Controllable Growth of Ultralong Single-Walled Carbon Nanotubes on Substrates”, **Indo-China workshop of Designing Materials through Nano-technology**, Kolkata, India, March 9-14, 2009 (Invited talk)
15. Y. Li, “Preparation, modification and characterization of single-walled carbon nanotubes”, **China-UK Workshop on novel physical properties of carbon nanotubes**, Beijing, China,

- September 4, 2009 (Invited talk)
16. M. Gao., "Integrating Optical Techniques and Electron Microscopy for Probing Optoelectronic Nanomaterials and Nanodevices", **Ohio State University, SSEP seminar** (Solid State Electronics and Photonics), USA, December, 2009 (Invited talk)
 17. 彭练矛, "后硅时代的纳米电子学: 从硅到碳", **中国真空学会第七届全国会员代表大会暨 2009 中国真空论坛**, 厦门, 2009 年 11 月 27 日-12 月 2 日(大会特邀报告)
 18. 彭练矛, 新型碳材料基础 (4 课时), (基础讲座) 后硅时代的电子学: 从硅到碳 (2 课时) **2009 年全国功能材料量子设计和量子物理研究生暑期学校**, 中国合肥科大, 2009 年 7 月 13 日-31 日 (前沿报告)
 19. 彭练矛, 电镜和电子衍射 (6 课时), **2009 全国研究生暑期学校“现代晶体结构分析及其应用 (小分子)、晶体工程和功能材料”**, 北京大学、中国晶体学会, 2009 年 7 月 12-26 日 (前沿报告)
 20. 张锦, "单壁碳纳米管的结构控制生长方法", **中国科协 2009 年度“纳尺度物理与功能器件”青年科学家论坛**, 苏州, 2009 年 3 月 14-15 日(邀请报告)
 21. 陈清, "单根纳米管谐振特性的原位研究-碳纳米管从梁到弦的转变", **2009 年全国电子显微学会**, 郑州, 2009 年 7 月 17-22 日(邀请报告)
 22. 陈清等, "在扫描电镜中原位研究单根碳纳米管的力学和电学特性", **第七届海峡两岸显微镜学术研讨会**, 台湾, 2009 年 8 月 28-30 日(邀请报告, 会场主持)
 23. 陈清等, "单根碳纳米管的力学和电学特性原位研究", **中国物理学会 2009 年秋季学术会议**, 上海, 2009 年 9 月 18-20 日(邀请报告, 会场主持)
 24. 李彦, "单壁碳纳米管的可控制备和修饰", "**纳尺度物理与功能器件”青年科学家论坛**, 苏州, 2009 年 3 月 14-16 日(邀请报告)
 25. 高旻, "Application of in situ electron microscopy in the study of optoelectronic nanomaterials and nanodevices", **第二届国际光子和光电子会议 (POEM)**, 武汉, 2009 年 8 月(邀请报告)

26. 高旻, “单个纳米结构和器件的一体化表征技术” **2009 年全国电子光学仪器与应用学术交流研讨会**, 北京, 2009 年 4 月(邀请报告)
27. 张志勇, 彭练矛, “CNT based doping-free ballistic CMOS devices”, **第十二届全国低温物理学术研讨会**, 青岛, 2009 年 7 月 28 日-31 日(邀请报告)

(三) 会议一般报告

1. M. Gao, “Comprehensive characterization of optical confinement in ZnO nanorods”, **Materials Research Society (MRS)**, oral presentation, Boston, USA, Nov.2009
2. M. Gao, “Combination of Optical Characterization and In Situ Electron Microscopy”, **Electronic Materials Conference (EMC)**, Penn State University, USA, June 2009
3. H. P. Lan, C. H. Jin, L. -M. Peng, K. Suenaga, S. Iijima, “Deriving carbon atomic chains from graphen”, **10th International Conference on the Science & Application of Nanotubes**, Beijing, China, June 21-26, 2009. 最佳 Poster 奖。
4. W. L. Li, “Photoluminescence study on optical waveguiding properties of ZnO nanorods”, **International Conference on Nanoscience and Technology (ChinaNano2009)**, Beijing, China, Sept. 1-3, 2009
5. C. Y. Li, “Combining in situ electrical and optical characterization of individual optoelectronic nanostructures”, **International Conference on Nanoscience and Technology (ChinaNano2009)**, Beijing, China, Sept. 1-3, 2009
6. S. R. Li, S. Gao, J. Shen, A. N. Jiang ,Q. Chen, “Scanning Thermal Microscopy by a new sensor fabrication method”, **International Conference on Nanoscience and Technology (ChinaNano2009)**, Beijing, China, Sept. 1-3, 2009
7. D. P. Wei, Q. Chen, “Morphological Modulation of Silicon One-dimensional nanostructures by the Precursor Concentration”, **International Conference on Nanoscience and Technology (ChinaNano2009)**, Beijing, China, Sept. 1-3, 2009
8. X. X. Zhang, “Fabrication of large-scale highly-ordered ZnO nanorod arrays defined by PS nanosphere self-assembly monolayer” , **International Conference on Nanoscience and Technology (ChinaNano2009)**, Beijing, China, Sept. 1-3, 2009
9. X. X. Zhang, "Synthesis of large-scale periodic ZnO nanorod arrays for optical applications", **The international conference on Nanophotonics**, Harbin, May 2009
10. A. P. Ye , “ Micro-Raman spectroscopy of optical trapped single cell ” **International Conference on Optical Instrument and Technology** , Shanghai, Oct. 19-21, 2009
11. S. Y. Xu, W. W.i Gong, J. W. Xue, Q. W. Zhuang, X. D. Wu, “Synthesis of Micro/Nanoscale Channel Networks with Solvable Nanowires”, **ASME 2009 Micro/Nanoscale Heat and Mass Transfer International Conference**, Shanghai. MNHMT-2009-18442, Dec.18-21 2009, oral presentation
12. J. Su, K. Deng, Z. Wang, D. Z. Guo, “Microfabrication of 85Rb Vapor Cell for Chip-Scale Atomic Clocks”, **European Frequency and Time Forum & International Frequency Control Symposium 2009 Joint Conference**, Besancon, France, Apr. 20-24, 2009.

13. Y. B. Gao, Y. Wang, J. Y. Wang, L. -M. Peng, S. Y. Xu, "Accurate thermopower measurement of quasi-one dimensional nanomaterials", **Annual APS March Meeting 2009, Pittsburgh, PA, USA.** Mar. 15-20, 2009, poster.
14. W. W. Gong, Y. B. Gao, W. Q. Sun and S. Y. Xu, "Size Effects of the Seebeck Coefficient in Nanomaterials and Thin Film Bridges", **ASME 2009 Micro/Nanoscale Heat and Mass Transfer International Conference**, Shanghai. MNHMT- 2009-18455, Dec.18-21, 2009, oral presentation
15. 叶安培, "光镊在单分子/单细胞研究中的应用", **第 11 届中国生物物理学术大会**, 桂林, 广西, 2009 年 7 月 12-16 日。
16. 戴恩光, **部委组织的感知系统演示验证会议**, 杭州, 2009 年 3 月 13-14 日。
17. 戴恩光, **部委组织的感知系统演示验证会议**, 杭州, 2009 年 11 月 19-20 日
18. 许胜勇, 龚巍巍, 薛炯微, "利用水溶性钼酸盐纳米线制备可控截面积材料的微纳米通道", **第一届全国纳米结构器件研讨会**, 威海, 山东, 2009 年 7 月 15-17 日, 口头报告。
19. 杨锋, 李兆虎, 郭等柱, 赵兴钰, 张兆祥, "飞行时间质谱仪用高压脉冲电源研制", **第十五届全国质谱分析和检漏会议暨第十届全国真空计量测试会议**, 合肥, 2009 年 6 月 9-12 日。
20. 李兆虎, 杨锋, 郭等柱, 赵兴钰, 张兆祥, "用四极质谱仪分析等离子电解制氢的气体成分", **第十五届全国质谱分析和检漏会议暨第十届全国真空计量测试会议**, 合肥, 2009 年 6 月 9-12 日。

(四) 专利

2009 年度授权专利

1. 魏贤龙, 陈清, 彭练矛, "精确切削、连接纳米材料的方法及其应用", 专利号: ZL200610113318.6.
2. 戴恩光, 姜飞, "偏振模色散补偿器", 专利号: ZL200410009357.2.
3. 刘忠范, 焦丽颖, 现晓军, 张莹莹, 张锦, "单壁碳纳米管轴向能带调控的实现方法", 专利号: ZL 2006 1 0113212.6.

4. 刘忠范, 焦丽颖, 现晓军, 张莹莹, 张锦, “单壁碳纳米管器件集成方法”, 专利号: ZL 2006 1 0113213.0
5. 范犇, 焦丽颖, 刘忠范, 张锦, 张依, “控制转移单壁碳纳米管阵列结构的方法”, 专利号: ZL 2006 1 0113213.0.

2009 年度申请专利

美国发明专利:

1. Lianmao Peng, Xuelei Liang, Qing Chen, Zhiyong Zhang, Sheng, Wang, “CARBON-NANOTUBE BASED PHOTOELECTRIC DEVICE”, 美国专利, 申请号: US12422074.
6. Zhiyong Zhang, Lianmao Peng, Sheng Wang, Xuelei Liang, Qing Chen, “SELF-ALIGNED NANO FIELD-EFFECT TRANSISTOR AND ITS FABRICATION”, 美国专利, 申请号: US12/571,453.

中国国家发明专利:

1. 申钧, 陈清, 王威, 张新祥, “基于单根碳纳米管的纳米电极制作方法”, 申请号: 200910080999.4
2. 李彦、彭飞、王金泳, “石墨烯的制备方法”, 申请号: 2009100848791
3. 王胜, 张志勇, 彭练矛, 丁力, 梁学磊, 陈清, “一种基于半导体纳米材料的纳电子器件及其制备方法”, 申请号: 200910093547.X
4. 王振兴, 张志勇, 彭练矛, 王胜, “一种碳基纳米场效应晶体管的高介电常数顶栅介质及其制备方法”, 申请号: 200910242119.9
5. 许胜勇, 邹高武, 庄虔伟, 洪一帆, 牟彤林, “一种制备纳米钨探针针尖的方法”, 申请号: 200910236678.9
6. 许胜勇, 张 鹏, 韩志敏, 孙 雷, 孙伟强, “用于微米尺度局域温度测量的热偶阵列”, 申请号:

7. 戴恩光, “微纳平动驱动”, 申请号: 200910180999.1
8. 戴恩光, “信道交换微结构”, 申请号: 200910181000.5