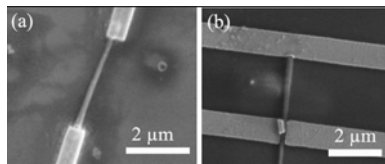


## 国内进展

### 单晶B纳米锥的输运与场发射特性

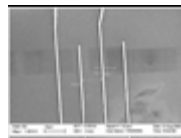
轻元素B及化合物在制作高温器件和轻质涂层方面具有广泛的应用。特别是低维结构的B的特殊物性更是引起人们普遍关注。但目前为止，具有更高性能的晶化的B纳米锥结构还没有合成出来。中科院物理所纳米实验室高鸿钧研究员小组与微加工实验室合作，使用简单的化学气相沉积方法合成出高密度单晶B纳米锥，并利用聚焦离子束和电子束曝光技术制作出B纳米锥的器件结构，研究了其电输运和场发射特性，结果显示该材料具有低电导和低发射阈值的特点，是构筑未来纳电子器件和平板显示器件的理想材料。该成果发表在**Adv. Mater.** **19** (2007) **4480**上。该工作得到**国家科技部**和**国家基金委**的资助。



单晶B纳米锥的器件结构

### 分立单壁碳纳米管的热导与长度关系

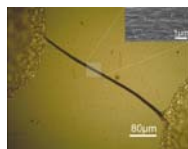
理论和实验均证明单壁碳纳米管具有优异的电、热输运特性，在集成电路和扫描探针显微镜等领域应用潜力巨大。但关于单根纳米管热导率的测量由于受到加工与测量技术的限制而面临挑战。中科院工程热物理研究所唐大伟研究员领导的小组与物理所微加工实验室合作，利用电子束光刻技术和用四点3W方法，测量了分立的单根单壁碳纳米管的热导率，实验证实了其热导率在室温下随长度增加而增大的理论预言。当纳米管的长度大于声子的平均自由程时，热输运表现为耗尽的过程。这一结果为纳米管在热学领域的应用提供了有益实验证据。该结果发表在**Appl. Phys. Lett.** **91**(2007) **123119**上。



单壁碳纳米管热导率的测试结构

### 闪光诱导单壁碳纳米管的高光电流

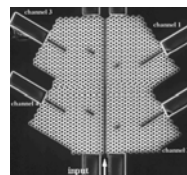
近来，由于单壁碳纳米管在光电器件方面的应用潜力而引起人们对其光电特性研究的关注。然而关于电荷从激子中分离的机制并不十分清楚。国家纳米中心孙连峰研究员领导的小组与中科院物理所微加工实验室合作，研究了单壁碳纳米管束在不同环境气压和光照强度下的闪光诱导的光电导特性，结果表明当环境气压减小时，碳管的光电导呈对数的增长行为，同时光电导也随光照强度的增加而增加。这种特性与光子诱导的电子空穴对及穿过肖特基势垒时的分离特性相关，并希望应用于压力传感器和光敏感探测器方面。该成果发表在**J. Phys. D** **40**(2007) **6898**上。该工作得到**国家自然科学基金**、**科学院百人计划**和**国家科技部**的资助。



单壁碳纳米管的光电导测量结构

### 利用二维光子晶体设计多通道过滤器

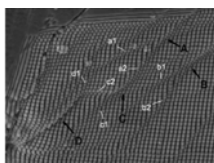
理解光子晶体结构中空气孔形状的变化对光子晶体特性的影响，并以此为基础探讨设计多通道滤波器的可能性是人们在理论和实验上所关心的问题。中科院物理所光物理实验室李志远研究员领导的小组与微加工实验室合作，利用FIB刻蚀技术，研究了二维光子晶体滤波器中不规则空气孔对滤波器光学性能的影响，他们利用三种不同形状的光子晶体结构，在理论和实验上研究了光子器件的形状调控能力，设计了一种四通道的光子晶体滤波器，实验结果与理论模拟一致。该成果发表在**J. Appl. Phys.** **102** (2007) **043102**上。该工作得到**国家自然科学基金**、**科技部**和**国家纳米中心**的资助。



FIB加工的四通道光子晶体过滤器

### 利用FIB刻蚀的栅格结构和云纹方法分析微区形变

形状记忆合金在空间和医学等领域具有广泛应用，对其微区形变的研究由于受到测量方法和设备的限制而一直没有很好地解决。清华大学谢惠民教授领导的小组与中科院物理所微加工实验室合作，发展了在形状记忆合金上应用FIB直接刻蚀法制作微米/亚微米光栅工艺并应用于金属材料的微观晶粒尺度的变形行为进行研究。研究结果表明：利用这种光栅的电镜云纹法进行实验，不仅可以得到高质量的云纹条纹，对微区区域形变进行高应变灵敏度的实时定量测量，还可以通过云纹图直接观察到金属材料试件表面的特征微观结构，如晶界、马氏体、微裂纹等，将高分辨率的表面形貌观测与实时变形测量有机地结合，为深入研究材料微观形变奠定了很好的基础。该成果发表在**Optical and Laser Eng.** **45** (2007) **1157**上。该工作得到**科技部**、**基金委**和**教育部**的资助。



形变后FIB刻蚀的栅格结构

### 高温超导微波滤波器

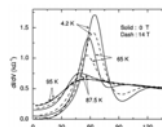
由于小的表面电阻，高温超导体可以用作高性能的微波滤波器。物理所超导实验室的何豫生研究员与微加工实验室合作，利用紫外光刻技术，研制出卫星用高温超导滤波器，且成功通过力学测试；在二英寸超导片上，成功研制出低频段（VHF频段）用高温超导滤波器，各项指标达国际先进水平；群延迟改善方面，分别研制出自均衡滤波器和外均衡用均衡器，使带内群延迟平坦度大幅提高。这项工作发表在**I. J. Mode. Phys. B** **18-19** (2007) **3266**上。



3G移动通信用高温超导滤波器

### 掺杂的Bi-2212超导体的本征隧道谱

借助本征隧道谱，本征约结提供了一种研究材料电学性质的独特方法。物理所极端实验室的赵士平研究员与微加工实验室合作，采用电子束光刻技术制备出各种掺杂的Bi-2212以及Bi-2201单晶的亚微米本征约瑟夫森结，获得全面的隧道谱数据，研究了温度和磁场对本征隧道谱的影响。这项工作发表在**Phys. C** **460-462** (2007) **963**上，得到了**科技部**的支持。

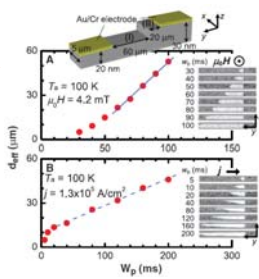


隧道谱与温度磁场关系

# 国外进展

## 铁磁半导体(Ga,Mn)As畴壁移动的分类

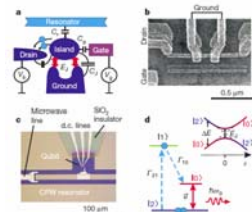
自旋极化电流与磁畴壁相互作用从而控制畴壁的移动有很多潜在的应用。但具体的机制并不清楚,最近铁磁结构纳米加工技术的发展使研究这种机制成为可能。**日本科学与技术厅 M. Yamanouchi**等人利用分子束外延在(In,Al)As衬底上生长了30nm的(Ga,Mn)As薄膜,然后利用刻蚀的工艺制作出10nm高的台阶,应用磁场在台阶处钉扎了一个磁畴,利用磁光克尔显微镜研究了该磁畴在外加电流及磁场下的蠕变运动(低于临界磁场及临界电流密度时畴壁的运动)情况,并与理论分析相结合得出在这两种情况下畴壁的运动速度遵循Arrhenius定律,但对于电流驱动与磁场驱动具有不同的指数关系,因此电流驱动的磁畴运动与磁场驱动的磁畴运动分属不同的类型。该成果发表在**Science 317 (2007) 1726**上。



畴壁有效位移与脉冲持续时间的关系

## 单“人工原子”激光

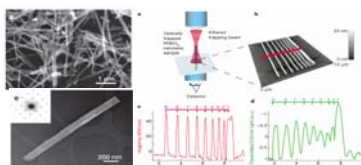
可用于设计或控制量子态的凝聚态超导电路已经被一些实验证实:可以通过设计一个超导单元作为产生相干耦合谐振光场的人工原子,使这种超导电路产生量子光学现象。近日,**日本NEC纳米电子研究实验室的 O. Astafiev**等人利用具有单电子隧道效应产生的粒子数反转机制的单个约瑟夫结电荷量子位,成功地实现了一种与现有的激光器或微波发射器激光或微波产生机制完全不同的新的微波发射器。其中,该量子位是利用**三角阴影蒸发工艺**制备的金属铝结构实现的。这项工作验证了一种新的激光产生机制,可以作为微波源或微波放大器。这项工作发表在**Nature 449 588 (2007)**上。



基于单“人工原子”的微波发射器结构示意图

## 可调的纳米线非线性光学探测器

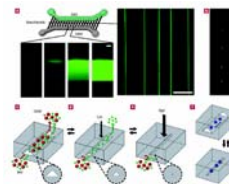
可调的相干光源是亚波长光学中光学成像与光电控制的主要难题,其发展对于物理、信息以及生物科学都有着重要的意义。近日,**美国加利福尼亚大学的 Yuri Nakayama**等人利用一种特殊的热溶液法合成的铌酸钾纳米线,通过相关的二次谐波产生以及和频产生技术,实现了一种能够在包括可见光谱范围内发出相干激光的纳米级光源。并利用**EBL**制备的高50纳米、宽200纳米、长1.4微米的Au线阵列作为探测样品,比较了利用该光源实现的光学探测器与原原子力显微镜的分辨率,使一种全新的光扫描显微镜观察法成为可能。此外,这种纳米线还是一种优秀的荧光激发源。这项工作发表在**Nature 447(2007) 1098**上。



铌酸钾纳米线以及该纳米线光学探测器

## 用于纳米流体操纵的可调整尺度的弹性纳米通道

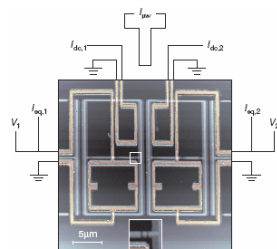
纳米通道中的流体运输现象为纳米领域运输现象的基础研究提供了一个新的方向,也为操纵DNA、蛋白质、小分子和纳米颗粒发展了一个新的工具。但是设计和加工可以依照各种分子和纳米颗粒操作需要,调控他们运输性质的可调节纳米通道却是一个挑战。**美国密歇根州的 Dongeun Huh**等人使用**纳米压印**聚二甲基硅氧烷的方法制备了可以方便调节纳米通道截面尺寸的纳米通道阵列的纳米流体系统。通过调节筛分和诱捕纳米颗粒、动态操作单分子DNA结构、并原位捕捉活性纳米聚合物结构,显示了弹性纳米通道的多功能性。该成果发表在**Nature Materials 6(2007) 424**上。



弹性纳米通道

## 一对超导量子比特形成的量子受控非门的研究

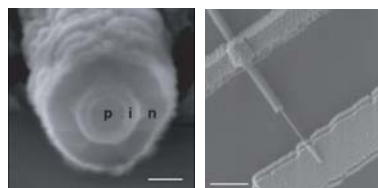
目前,利用超导的比特来执行量子计算是一种备受关注的有效方法。为了在量子计算中使用超导电路,人们非常希望能够找到一种利用超导比特对来有效地实现量子逻辑门的新方法。现在,**荷兰Delft科技大学的 Plantenberg**等人利用**电子束曝光技术和两角阴影沉积法**制作了一个基于由铝膜形成的一对对称的“8”字形磁通比特的量子受控非门,并且在**50mK**的环境温度下对该非门的四个逻辑操作进行了系统的调查。其中,在磁通比特对应的正上方制作的超导量子干涉仪用于检测转换前后的量子比特的状态,而量子比特的转换是通过调节微波脉冲源的激发频率来实现的。这种量子受控非门与可控耦合的结合将会是一个用于执行固态量子计算的通用方法。该成果发表在**Nature 447 (2007) 836**上。



由一对超导磁通比特和超导量子干涉仪形成的量子受控非门

## 一种共轴硅纳米线制作的太阳能电池和纳米电子电源

太阳能电池的成本、大小和光电转换率一直是需要解决的问题,而把纳米材料及其纳米结构引入太阳能电池上可能是解决这些问题的一个有效途径。**美国哈佛大学化学系的 查尔斯·莱贝尔**教授领导的研究小组利用具有多层结构的硅纳米线制作了一种新型的纳米太阳能电池。通过**电子束曝光及化学腐蚀**以及金属电极沉积等微加工工艺过程,对单个同轴硅纳米线的I-V特性以及光电转换特性进行了详细的研究。I-V测试结果表明p-i-n型的同轴硅纳米线具有更好的二极管特性,同时还极大地减少了隧穿和漏电流的发生。而光电转化特性的测试结果表明其光电转换效率为3%~5%,这种新型的纳米太阳能电池不仅可以作为纳米电子电源驱动微纳电子器件,还可以作为电子元件利用于微型电路,该成果发表在**Nature 449(2007)885**上。



三层结构(p-i-n)共轴硅纳米线的结构特征及其测试电极