



面向世界科技前沿, 面向国家重大需求, 面向国民经济主战场, 率先实现科学技术跨越发展, 率先建成国家创新人才高地, 率先建成国家高水平科技智库, 率先建设国际一流科研机构。

——中国科学院办院方针



首页 组织机构 科学研究 人才教育 学部与院士 资源条件 科学普及 党建与创新文化 信息公开 专题

搜索

首页 > 科研进展

### 上海技物所等在非局域热电子能量耗散空间成像研究中取得进展

文章来源: 上海技术物理研究所 发布时间: 2018-04-03 【字号: 小 中 大】

我要分享

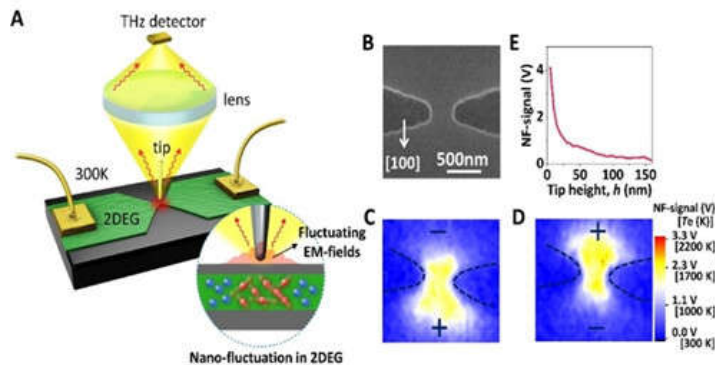
中国科学院上海技术物理研究所研究员陆卫和复旦大学研究员安正华的科研团队合作, 通过散粒噪声对非局域热电子能量耗散进行空间成像研究, 相关研究成果Imaging of nonlocal hot-electron energy dissipation via shot noise (DOI: 10.1126/science.aam9991) 已于3月29日在《科学》(Science) 预印版上线。获得该成果的关键手段是基于团队自主研发的超高灵敏甚长波量子阱红外探测器的扫描噪声显微镜(SNoiM) 技术。

电子被发现一个多世纪以来, 人类社会对它的依赖程度越来越大, 如今它已成为微电子和光电子技术的物理基石。随着微电子器件尺度按摩尔定律不断向纳米尺度减小, 对于电子运动规律的认识将面临着从平衡态理论向非平衡态理论的发展。然而, 如美国基础能源科学顾问委员会报告中指出, 当前科学上面临的5大挑战之一就是非平衡态尤其是远离平衡态的表征和操控, 对于电子的非平衡态特征下运动行为, 特别是将电子运动行为从其所依附的晶格背景干扰下提取出来, 对于认识和操控非平衡热电子进而增强器件功能有着重要作用。

按平衡态理论, 人们预测在微电子器件中电流最大的位置往会是电子温度最高的地方。但该新研究发现, 在纳米尺度结构中, 电子温度最高之处并非局域在电流最大位置, 而是明显地向电流的流动方向偏离, 而且电子的温度高于晶格温度很多倍。文章从理论和实验两方面证实了这种奇异特性就来自热电子的非平衡态特征。电子的这种新奇运动行为可以与常见的水流特性作一种近似的形象比对。在平坦的小河中, 水流处于平衡态, 缓慢流动的水与地貌相依相存, 平稳的水流没有明显水珠四射的噪声特征; 然而, 一旦通过河床地貌跳崖式下降处, 水流会经历在重力作用下被加速的过程, 水流冲击到河床低谷处就出现了水珠四射的巨大噪声特征, 此时的水流已经不再完全依附于地貌之上, 如同水被高温加温后沸腾一般。如果一定要用一种等效温度来描述此处的水温, 那么只有很高的水温才能形成如此沸腾的非平衡态。如果将纳米尺度中的电流比作水流, 通过在器件源和漏二端加电压, 纳米尺度下的强电场形成对电子很大的加速度, 可以想象会有类似“湍急的水流”在漏的那端, 电子会出现类似沸腾的状态, 如同有非常高的等效电子温度, 远比其所依附的晶格温度高得多。

非平衡输运热电子的实验检测在技术上具有极大的挑战。该研究采用的SNoiM技术是一种可以检测热电子散粒噪声的红外近场显微镜技术。其基本机理是非平衡态电子的电流强烈涨落形成的散粒噪声会直接导致近场甚长波红外辐射, 通过高灵敏的红外近场检测可实现仅测量到非平衡态电子特性, 而不反映出与晶格温度达到平衡的平衡态电子特性, 从而为直接观察在纳米结构中电子的非平衡态乃至远离平衡态的特性提供了独特方法。

该研究工作得到了国家自然科学基金委项目、科技部国家重点研究计划专项、上海市科委重大项目、中科院海外科学家计划等的资助。



应用扫描噪声显微镜(SNoiM) 进行的超高频率( $\sim 21.3$ THz) 噪声的纳尺度成像: (A) 扫描噪声显微镜的实验装置示意图; (B) GaAs/AlGaAs量子阱纳米器件的电子受限区域的SEM图; (C和D) 相反偏置电压( $\pm 6$ V) 下二维实空间的近场噪声强度信号成像, 近场信号由针尖高度调制模式获得, 其中彩色表达了电子的等效温度; (E) 近场信号与针尖高度关系, 近场信号是由电压调制模式获得。

### 热点新闻

#### 国科大举行2018级新生开学典礼

中科院党组学习贯彻习近平总书记在全国... 中科院党组学习研讨药物研发和集成电路... 中国科大举行2018级本科生开学典礼 中科院“百人计划”“千人计划”青年项... 中国散裂中子源通过国家验收

### 视频推荐

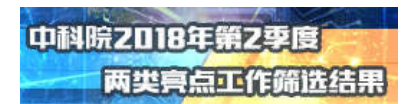


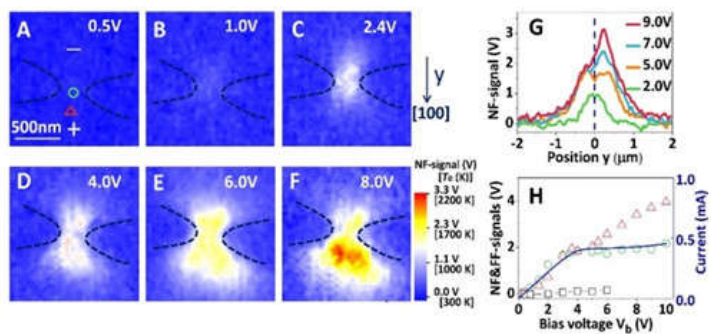
【新闻联播】“率先行动”计划 领跑科技体制改革



【中国纪录片】筑梦路上 (第三十集) ——创新驱动

### 专题推荐





噪声强度随偏置电压增大的演变：（A-F）由针尖高度调制模式获得的二维成像图；（G）y方向（平行于[100]）一维近场信号随位置变化图；（H）近场（圆和三角形点表达）和远场（方形点表达）探测到的噪声强度随着偏置电压的变化规律。

（责任编辑：任霄鹏）



© 1996 - 2018 中国科学院 版权所有 京ICP备05002857号 京公网安备110402500047号 联系我们  
地址：北京市三里河路52号 邮编：100864