



我国学者在无液氮低温扫描探针显微镜研制方面取得进展

日期 2023-09-18 来源: 交叉科学部 作者: 申茜 戴亚飞 【大】 【中】 【小】 【打印】 【关闭】

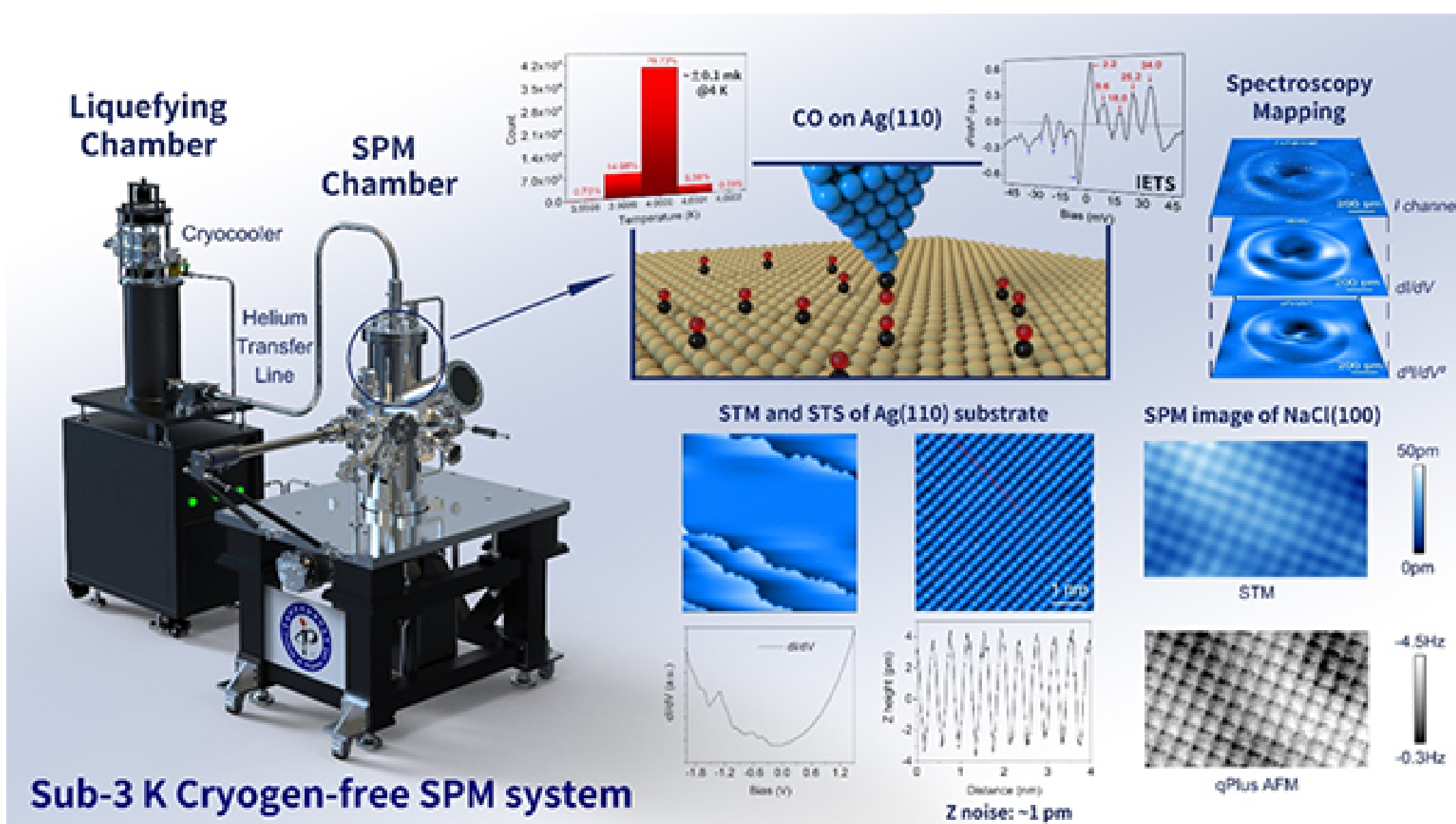


图 无液氮低温扫描探针显微镜设备外观图与功能表征

在国家自然科学基金项目(批准号: T2125014、11927808、12004417)等资助下,中国科学院物理研究所郇庆研究员团队提出了一种全新的远端液化无液氮闭循环制冷方案,团队成员马瑞松副研究员、高鸿钧院士团队单欢博士、中国科学院半导体所牛智川研究员、中科艾科米(北京)科技有限公司、北京飞斯科科技有限公司等成功联合研制了无液氮低温低振动扫描探针显微(SPM)系统,实现了3 K以下温区的高分辨成像与谱学表征。该设备的综合性能指标处于国际领先水平,具有接近±0.1 mK的温度稳定性、约1 pm振动水平、小于10 pm/h的温度漂移,实现了从低温(2.8 K)到室温宽温区连续变温成像,已经具备了TRL8级技术就绪度,已由中科艾科米进行批量生产。研究成果以“无液氮亚3 K低温扫描探针显微镜的研制(Development of a cryogen-free sub-3K low-temperature scanning probe microscope by remote liquefaction scheme)”为题,于2023年9月6日发表在《科学仪器评论》(Review of Scientific Instruments)上,论文链接: <https://doi.org/10.1063/5.0165089>。

低温对于凝聚态物理研究非常重要,是对多体系统中强相互作用的复杂行为开展深入研究的必要条件。随着液氮资源日趋紧张,无液氮制冷技术不断发展,基于无液氮制冷的设备将逐步成为低温科研仪器的主流。迄今为止,磁共振成像、超导磁体、综合物性测量系统等诸多仪器设备已经实现了无液氮化。然而,具有亚原子分辨能力的SPM对振动水平的要求极为苛刻,因此在低温SPM领域实现无液氮闭循环制冷技术仍面临极大挑战。近十年来世界上多个团队和公司尝试将制冷机安装在扫描单元附近实现无液氮低温SPM,然而单级制冷的基础温度仅能达到约5 K水平,并且制冷机振动对成像的影响十分显著。

联合团队颠覆了现有无液氮SPM近端安装制冷机的方式,将低频大幅振动的制冷机安装在远端独立制冷腔体,开创性通过三级焊接波纹管借助大气压去平衡制冷机的振动。基于团队自主研发的高性能扫描探头和特殊设计的输液杆,仅利用约10 L氦气就实现了~2.8 K的基础温度和约1 pm的噪音水平,远优于现有技术指标。在非接触原子力显微镜原子级分辨成像、扫描隧道谱以及非弹性电子隧道谱的性能方面,达到了与国际上商业化湿式SPM系统相媲美的水平。该方案彻底解决了现有无液氮SPM方案近端安装制冷机存在的不耐烘烤、磁场敏感、安装角度受限、橡胶波纹管透气结冰、难以升级等诸多弊端,不仅能够便捷的将现有湿式SPM系统升级改造为无液氮SPM,而且可以与强磁场、光学通路等其它物理环境良好兼容。该方案亦可应用于其它需求低温且振动敏感的领域,如精密光谱测量、低维材料的微弱电学信息表征等,有望助力我国在凝聚态物理研究、材料科学、生物医学等领域取得更大突破。

目前该技术成熟度已达到TRL8级,中科艾科米(北京)科技有限公司已转化生产多套基于该技术的SPM系统。北京飞斯科科技有限公司将该技术应用于量子计算、光学等多个领域的低温设备,取得了很好的效果。

机构概况: 概况 职能 领导介绍 机构设置 规章体系 专家咨询 评审程序 资助格局 监管工作

政策法规: 国家科学技术相关法律 国家自然科学基金条例 国家自然科学基金规章制度 国家自然科学基金发展规划

项目指南: 项目指南

申请资助: 申请受理 项目检索与查询 下载中心 代码查询 常见问题解答 科学基金资助体系

共享传播: 年度报告 中国科学基金 大数据知识管理服务平台 优秀成果选编

国际合作: 通知公告 管理方法 协议介绍 进程简表

信息公开: 信息公开制度 信息公开管理办法 信息公开指南 信息公开工作年度报告 信息公开目录 依申请公开

相关链接 政府 新闻 科普

