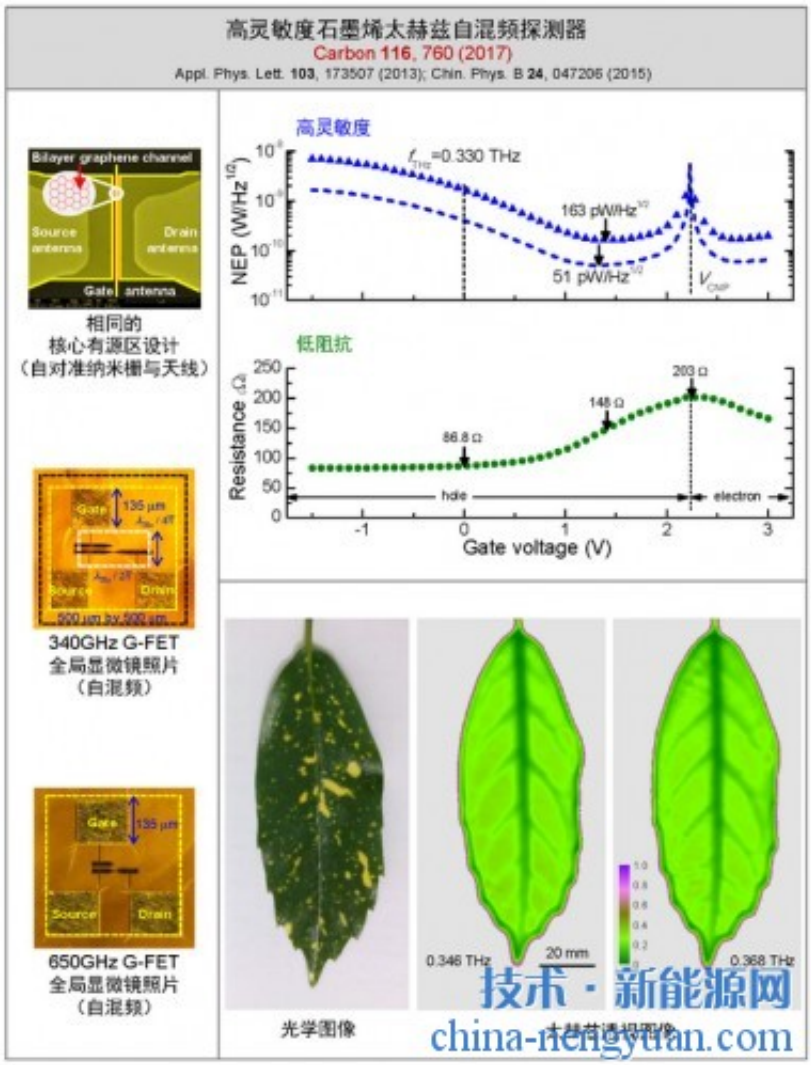
苏州纳米所等在高灵敏度石墨烯太赫兹探测器研究中取得进展



中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所、中国科学院纳米器件与应用重点实验室秦华团队与中国电子科技集团有限公司第十三研究所专用集成电路国家级重点实验室合作，成功获得了高灵敏度石墨烯（Graphene）太赫兹探测器，灵敏度达到同类石墨烯探测器的最好水平，该结果近期发表在碳材料杂志Carbon（116, 760-765 (2017)）上。

太赫兹波（Terahertz wave）是频率介于红外和毫米波之间的电磁波，在信息、生物医学和环境检测等领域具有重要应用前景。然而太赫兹科技的发展一直受制于小型化高功率光源和室温高灵敏度探测器技术匮乏的瓶颈问题。目前，光源与探测器技术得到了大幅提升，并且太赫兹成像技术正逐步进入危化品波谱探测、生物成像和人体安检等应用领域，但在0.3-3.0
THz核心“太赫兹空白区”的高功率发光和高灵敏度探测仍属于技术难题。例如，室温工作、发射频率高于0.3 THz并且输出功率达到1-100毫瓦量级的固态太赫兹光源还处于研发阶段。又如，远距离实时被动式太赫兹人体安检要求探测器的噪声等效功率（NEP）在10 -15 W/Hz 1/2量级以下，而目前只有在极低温工作的超导探测器能够接近该灵敏度。因此，发展室温工作的超高灵敏度太赫兹探测器对推进太赫兹技术应用具有重要意义。

苏州纳米所团队一直致力于室温超高灵敏度太赫兹探测器的研究，基于常规半导体异质结（如AlGaN/GaN）和石墨烯等新型二维电子气（Two-dimensional electron gas, 2DEG）研制太赫兹混频（Mixing）探测器。石墨烯等狄拉克二维电子材料为高效混频探测提供了高电子迁移率、宽频带光学吸收、高可调谐费米能级、双极型载流子及其非线性输运等优异特性。

此次进展由两个重点实验室合作获得，发挥了碳化硅（SiC）衬底外延生长的高质量双层石墨烯、高效偶极天线与

探测器设计、自对准天线栅极工艺等优势，使0.34 THz频段的石墨烯太赫兹自混频（Self-mixing/Homodyne mixing）探测器的电压响应度达到了30 V/W，使探测器阻抗降低到203 Ω以下（探测器热噪声电压小于读出电路电压噪声），实测噪声等效功率约163 pW/Hz1/2（热噪声限制的等效噪声功率仅为51 pW/Hz1/2）。基于该探测器实现了对新鲜树叶的清晰透视成像。目前，联合团队已进一步实现了石墨烯外差混频（Heterodyne mixing）和分谐波混频（Sub-harmonic mixing），最高探测频率达到0.65 THz。

此次合作突破了苏州纳米所团队前期获得的基于CVD生长石墨烯的探测器噪声等效功率（～207,000 pW/Hz1/2）（Chin. Phys. B 24, 047206 (2015)），达到并验证了2013年预测的探测灵敏度水平（Appl. Phys. Lett. 103, 173507 (2013)）。研究结果表明：或可进一步提高石墨烯探测器的灵敏度2-3个数量级，但其实用化技术的形成仍有待进一步突破设计和制造等关键技术。

G-FET太赫兹探测器的研制工作得到了国家自然科学基金项目（No. 61271157, 61401456, 61306006）、中科院苏州纳米所纳米加工平台、测试分析平台和南京大学超导电子学研究所的大力支持。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/106051.html