太赫兹波段主动调控材料和器件研究取得系列进展

作者：writer 来源：中国科学技术大学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/560.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

中国科学技术大学教授陆亚林量子功能材料和先进光子技术研究团队在太赫兹主动调控器件研究方面取得系列进展。该团队研究了太赫兹波与超构材料、氧化物超晶格薄膜相互作用机制，并成功制备了超快的太赫兹调制器，率先实现了皮秒级的高调制深度的太赫兹超快开关;同时制备了多功能的太赫兹器件，在单一器件中实现电开关、光存储和超快调制多种功能。相关研究成果近期相继发表在国际学术期刊《先进光学材料》。

太赫兹波具有独特的时域脉冲、低能、谱指纹、宽带等特性，它在物理化学、材料科学、生物医学、环境科学、安全检查、卫星通讯等领域有着广阔的应用前景。其中，影响太赫兹技术发展和应用的关键因素之一是难以获得主动太赫兹调控元器件。超构材料，一种由金属或介质材料的亚波长微结构阵列组成的人工材料，其奇异的电磁响应特性为太赫兹调控器件提供了绝佳的解决方案。遗憾的是，以往基于超构材料的太赫兹元器件均由金属材料构成，加工尺寸固定后，器件的功能在实际应用中便难以主动改变。因此，发展主动调控的太赫兹元器件有着重要的研究意义。

通常主动调控是对太赫兹波偏振、振幅、相位等进行调控，调控速度是另外一个指标。一些实际应用也迫切需求对太赫兹波进行超快调控。陆亚林团队设计并制作了基于硅介质的超快调控超表面。通过对硅薄膜进行离子注入和快速热处理工艺，大大减小了硅的载流子寿命并提高了自由载流子浓度。然后通过光刻、刻蚀工艺将硅薄膜加工为能在太赫兹波段共振的圆盘阵列结构的超表面。利用红外飞秒脉冲的激发，率先实现了皮秒级的高调制深度的太赫兹超快开关(开20ps，关300ps)，并基于半导体载流子动力学建立理论模型对其进行了合理的解释。相关研究成果近日在《先进光学材料》期刊上线。

另外，当前研究的太赫兹主动调控器件功能比较单一，即只能在单一外场下实现单一的功能。但单一功能难以适应当今技术发展的要求。因此，在单一器件上，实现多物理场的调控，并实现对太赫兹波的多功能调控，是当前太赫兹技术的发展前沿之一，也是实际应用的现实需求。有鉴于此，该团队基于VO2的绝缘-金属相变，通过将VO2与金属非对称开口谐振环结合，设计了一种太赫兹波段的多功能可调谐复合超表面，并利用国家同步辐射实验室副研究员邹崇文提供的高质量VO2薄膜，通过刻蚀、光刻等工艺制备了器件。此复合超表面能够通过加热和施加电流的方式实现对透射太赫兹波的振幅调控，绝对调制深度高达54%，品质因数高达138%。

基于VO2在相变过程中的回滞特性，该复合超表面可以通过电流触发实现室温下对太赫兹波的记忆存储功能。此外，利用超快强脉冲泵浦，此复合超表面还能实现对太赫兹波的超快调控。从而，在单一器件实现了对太赫兹波的多功能调控。相关研究成果近日在《先进光学材料》期刊上线。

此外，很多材料在太赫兹波段的响应仍是未知的，而只有研究清楚了各类材料与太赫兹波相互作用的特性，设计主动太赫兹器件才能有迹可循。该团队利用自行搭建的两套太赫兹系统测量并分析了量子功能材料与太赫兹波的相互作用。重点研究了不同周期数的La0.7Sr0.3MnO3/SrTiO3超晶格薄膜的太赫兹响应，发现了532 nm连续激光的泵浦对此超晶格在太赫兹波段的介电常数具有较大的调控作用，并通过Drude-Lorentz模型的拟合对此现象进行了微观机理的解释，这为寻找新的可用于太赫兹主动调控器件的功能材料开辟了新路径。相关研究成果发表在《光学快讯》[Opt. Express.26, 7842 (2018)]上。

上述论文的第一作者为合肥微尺度物质科学国家实验中心博士研究生蔡宏磊，通讯作者为黄秋萍、陆亚林。该工作得到了科技部、国家自然科学基金委、中科院和教育部等关键项目的资助。(来源：中国科学技术大学)

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发