

## 晏湖根课题组发现石墨薄膜中温度敏感等离激元

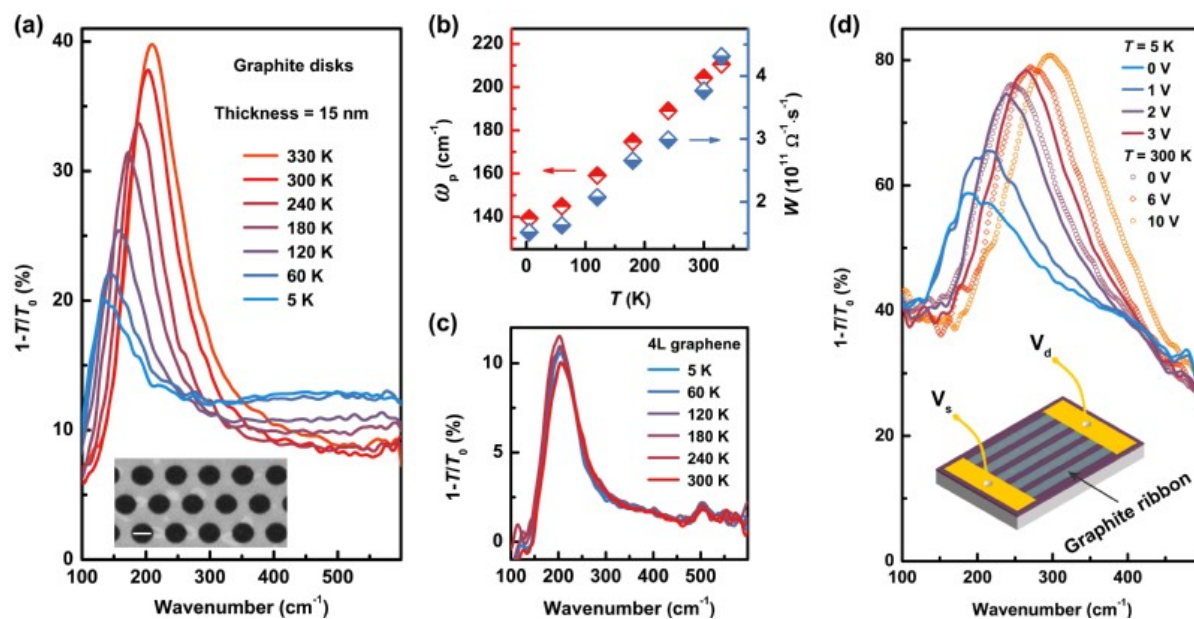
发布时间: 2021-04-13 文章作者: 访问次数: 1599

近日, 我系晏湖根课题组系统研究了石墨薄膜中的太赫兹等离激元, 展示了石墨薄膜等离激元兼具金属的强共振和石墨烯的可调性两大优点, 并通过磁场对石墨薄膜中两种载流子对其等离激元的贡献予以定量区分。相关研究成果以《可调的太赫兹石墨薄膜等离激元》(“Tunable Terahertz Plasmons in Graphite Thin Films”) 为题在线发表于《物理评论快报》[*Physical Review Letters* 126, 147401(2021)]。我系博士生邢巧霞、宋超宇分别为论文的第一和第二作者, 晏湖根教授为通讯作者。复旦大学物理系修发贤教授课题组在磁光的测试方面提供了帮助, 中科院物理所黄元研究员在器件制备过程中给予了可贵支持。该工作得到了国家自然科学基金、科技部重大研发计划、上海市科委、复旦大学和应用表面物理国家重点实验室等支持。

作为电子集体振荡行为的量子化, 等离激元能够突破衍射极限将电磁场局域在亚波长尺度, 并且增强特定频率范围内光与物质之间的相互作用。等离激元的应用相当广泛, 包含传感器、超材料、光伏器件和辐射调控等。

传统的金属薄膜等离激元难以在已有结构的基础上进行调控。这在一定程度上限制了其在可调器件中的应用。近年来, 科研工作者开发了石墨烯和相变材料作为可调的等离激元材料。其中石墨烯可通过门电极进行有效的原位调控, 因此被作为新兴的等离激元材料而广泛研究。然而由于石墨烯等离激元的共振强度与金属相比要弱很多, 许多工作尝试了金属和石墨烯结合或多层叠加的石墨烯来增强共振强度。

晏湖根课题组发现, 使用几十纳米的石墨薄膜是满足强共振和可调性的最直接的办法。尽管石墨薄膜中的载流子浓度不再能够通过门电极进行有效调控, 其半金属的本质决定了温度可有效激发热载流子, 进而调节等离激元强度和共振频率, 如图(a)、(b)所示。这一点与通常费米面比较高的石墨烯等离激元形成了鲜明对比, 如图(c)所示。考虑到石墨是典型的耐高温材料, 基于石墨薄膜的微纳阵列有望实现超宽温度范围可调的调制器和超材料。此外, 温度敏感的石墨薄膜等离激元可通过电学偏压产生的焦耳热进行原位调控, 如图(d)所示。这为基于石墨薄膜的等离激元器件的原位调控提供了方便。



(a) 石墨薄膜圆盘阵列的等离激元随温度的变化 (b) 图(a)中等离激元的频率和谱重与温度的关系 (c) 四层石墨烯圆盘阵列在不同温度下的等离激元 (d) 电学偏压可控的石墨薄膜等离激元

这项研究为石墨等离激元在可调的太赫兹光电器件中的应用奠定了基础, 揭示了温度、偏压、磁场以及超快光学激发等潜在手段可以有效调控基于石墨的等离激元器件。另外, 实验结果也表明, 石墨是一个很好的研究两种载流子成分在等离激元响应中相互耦合的平台。晏湖根课题组致力于低维材料等离激元研究, 此前发现了 $WTe_2$ 自然存在的双曲等离激元(*Nature Communications*11,1158)以及 $TaSe_2$ 中等离激元和电荷密度波的耦合现象(*Nature Communications*12,386)。

【关闭窗口】