

可用磁场和栅压动态调控的金圆盘石墨烯太赫兹吸收器

周玉修^{1,2},程融^{1,2},刘坚强^{1,2},孙光厚^{1,2},查一昆^{1,2}

1.理学院,九江学院,江西省,九江市

2.江西省固体微结构重点实验室,九江学院,江西省,九江市

简介: 太赫兹波吸收器在隐身、探测和通讯等领域有良好的应用前景,是近些年的研究热点。利用石墨烯独特的物理特性,设计了一种可用磁场和电压动态调控的金属盘阵列-石墨烯太赫兹吸收器。吸收峰的频率可以通过磁场或栅压进行实时动态调节。

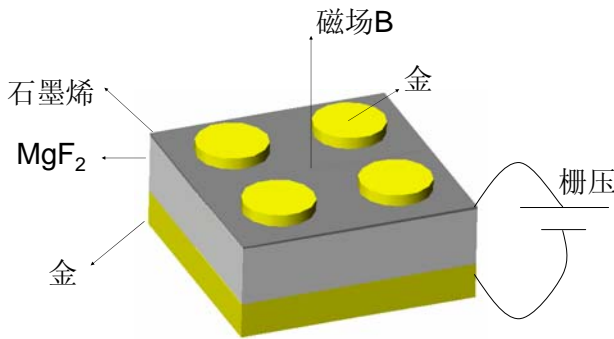


图1. 太赫兹吸收器结构示意图

计算方法: 使用COMSOL射频模块中的电磁波,频域功能。方程为:

$$\nabla \times \mu_r^{-1} (\nabla \times E) - k_0^2 \left(\epsilon_r - \frac{j\sigma}{\omega\epsilon_0} \right) E = 0$$

建立的模型如图2所示。金圆盘半径6 μm ,厚度50nm。金盘下面为整片连续的单层石墨烯,石墨烯下层为1 μm 厚的MgF₂介质层,最下层为50nm厚的连续金膜,周期阵列的晶格常数为20 μm 。模型的侧面设置为周期边界条件。端口处为太赫兹波的输入和反馈端。

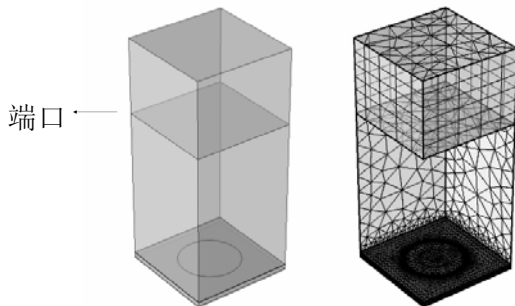


图2. 太赫兹吸收器的COMSOL模型和网格划分

结果: 不加磁场时,器件吸收的峰位同费米能级有关,当费米能级从0.1eV增加到0.3eV,吸收峰的频率发生蓝移,吸收率稍有下降,如图3所示。如果不加石墨烯,器件吸收峰的频率会更低。

当加了10T磁场后,除了原有的吸收峰之外,又出现了新的吸收峰,随着石墨烯费米能级的增加,新吸收峰的位置向低频移动,如图4所示。在固定的费米能级下,新的吸收峰还会随着磁场的增强发生蓝移。因此我们可以通过栅压和磁场来动态调控吸收器的性能。

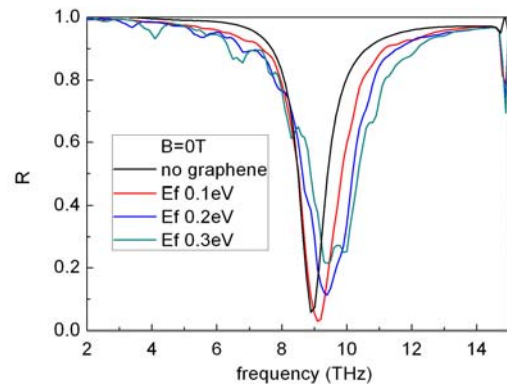


图3. 无石墨烯时和石墨烯费米能级分别为0.1eV, 0.2eV, 0.3eV时反射谱的对比

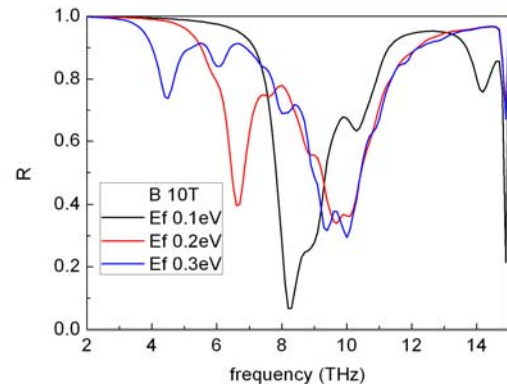


图4. 加10T磁场后,费米能级分别为0.1eV, 0.2eV, 0.3eV时反射谱的对比

结论: 通过COMSOL的建模和仿真,我们设计了一种能够通过电压和磁场双重方式动态调控性能的石墨烯太赫兹吸收器。本研究对高性能,可调节微型太赫兹吸收器的设计、制备和应用具有一定的借鉴意义。

参考文献:

1. Landy, N., et al., Perfect Metamaterial Absorber, Physical Review Letters, 100(20), 207402 (2008)
2. Min Woo, J., et al., Graphene based salisbury screen for terahertz absorber, Applied Physics Letters, 104(8), 081106 (2014)
3. Amin, M., M. Farhat, and H. Bağcı, An ultra-broadband multilayered graphene absorber, Optics Express, 21(24), 29938 (2013)