

# 基于超薄石墨烯集成超表面三频带交叉偏振转换器

姚志飞<sup>1,2</sup>, 王跃科<sup>1,2</sup>, 高淑梅<sup>1,2</sup>

1.信息科学与技术系, 江南大学, 江苏, 无锡

2.无锡电子工程技术研究中心, 江南大学, 江苏, 无锡

**简介:**石墨烯集成的超表面控制电磁波的偏振态显得至关重要, 因其体积小且性能高, 成为研究的热点。我们在这里介绍了一种反射型可调谐的交叉偏振转换器件, 即二分之一波片。该器件是由石墨烯贴片, 电介质和反射基底 (PEC) 组成。该结构实现了高效率、超薄且可调的三频带交叉偏振的转换。我们的工作是将入射的x (或者y) 偏振光, 经过我们的结构反射回来的光波的偏振态变为y (或者x) 偏振光, 即发生了90° 的偏振旋转。实现偏振转换的原因是由于两个正交偏振分量之间产生了180° 的相位延迟, 从而实现了90° 偏振旋转。通过改变费米能级可以实现我们提出的可调谐性能。我们的想法通过有限元方法的模拟验证, 为设计多波段偏振转换器提供了思路。

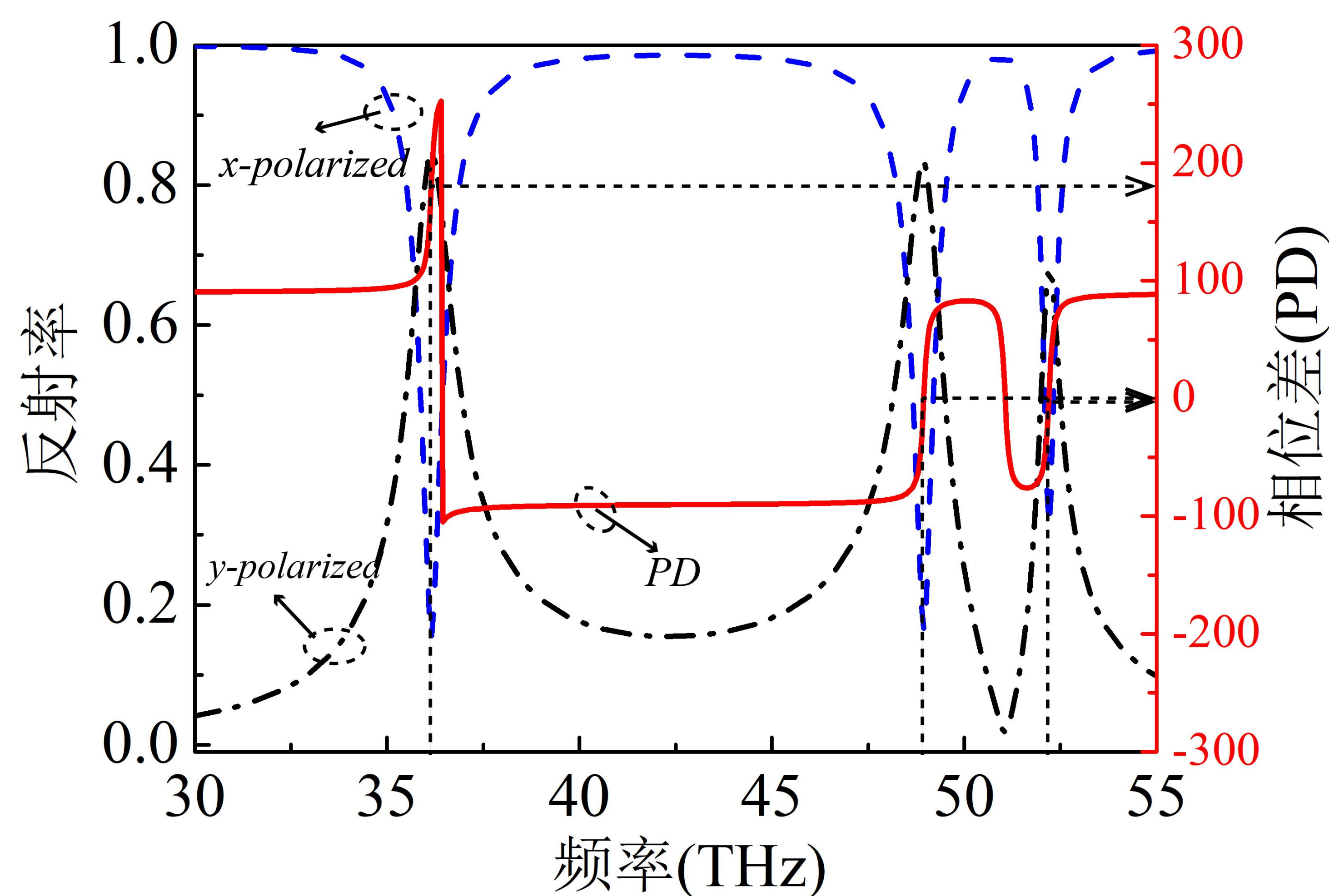


图 1. 虚线分别画了反射回来的x和y偏振的反射系数, 红实线画的是两分量之间的相位差, 在工作频率 (36.15, 48.95 and 52.20 THz) 处, 相位差分别为180°, 0° 和0°。

**计算方法:** 我们使用的是波动光学频域模块, 电磁波频域接口。图2是我们的几何模型。

模型内满足的方程:  $\nabla \times \mu^{-1}(\nabla \times \mathbf{E}) - k_0^2 \left( \epsilon_r - \frac{j\sigma}{\omega\epsilon_0} \right) \mathbf{E} = 0$

周期性边界条件:  $E_{dst} = E_{src} e^{-ik_F(r_{dst}-r_{src})}$   
 $H_{dst} = H_{src} e^{-ik_F(r_{dst}-r_{src})}$

完美电导体:  $n \times E = 0$

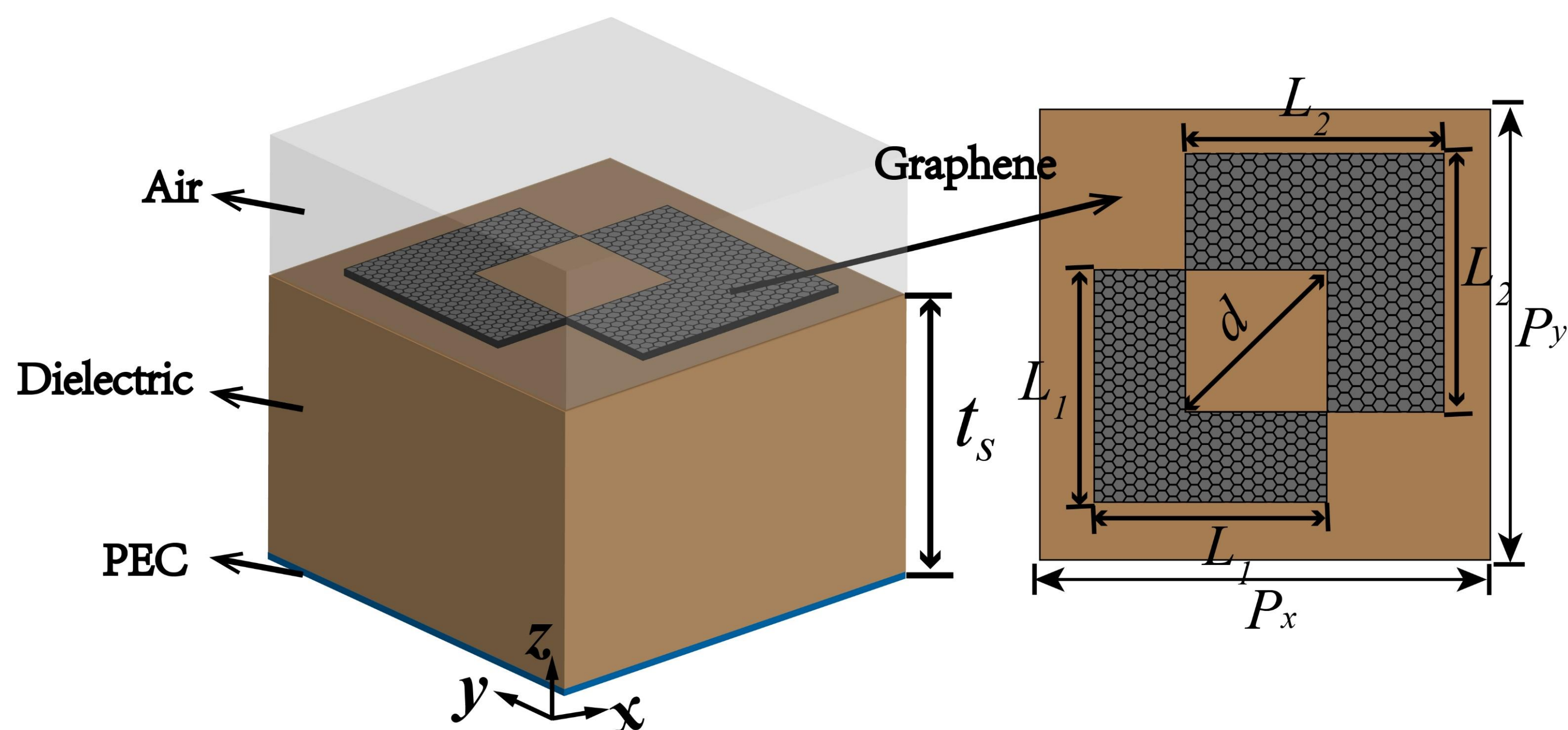


图 2. 石墨烯集成超表面周期结构的单元结构示意图, Px和Py分别为x和y方向的周期。

**结果:** 图3为高效率的三频带交叉偏振转换器的仿真结果。在工作频率 (36.15, 48.95 and 52.20 THz) 处, 其偏振转换率分别为96.9%, 96.3% 和83.0%。

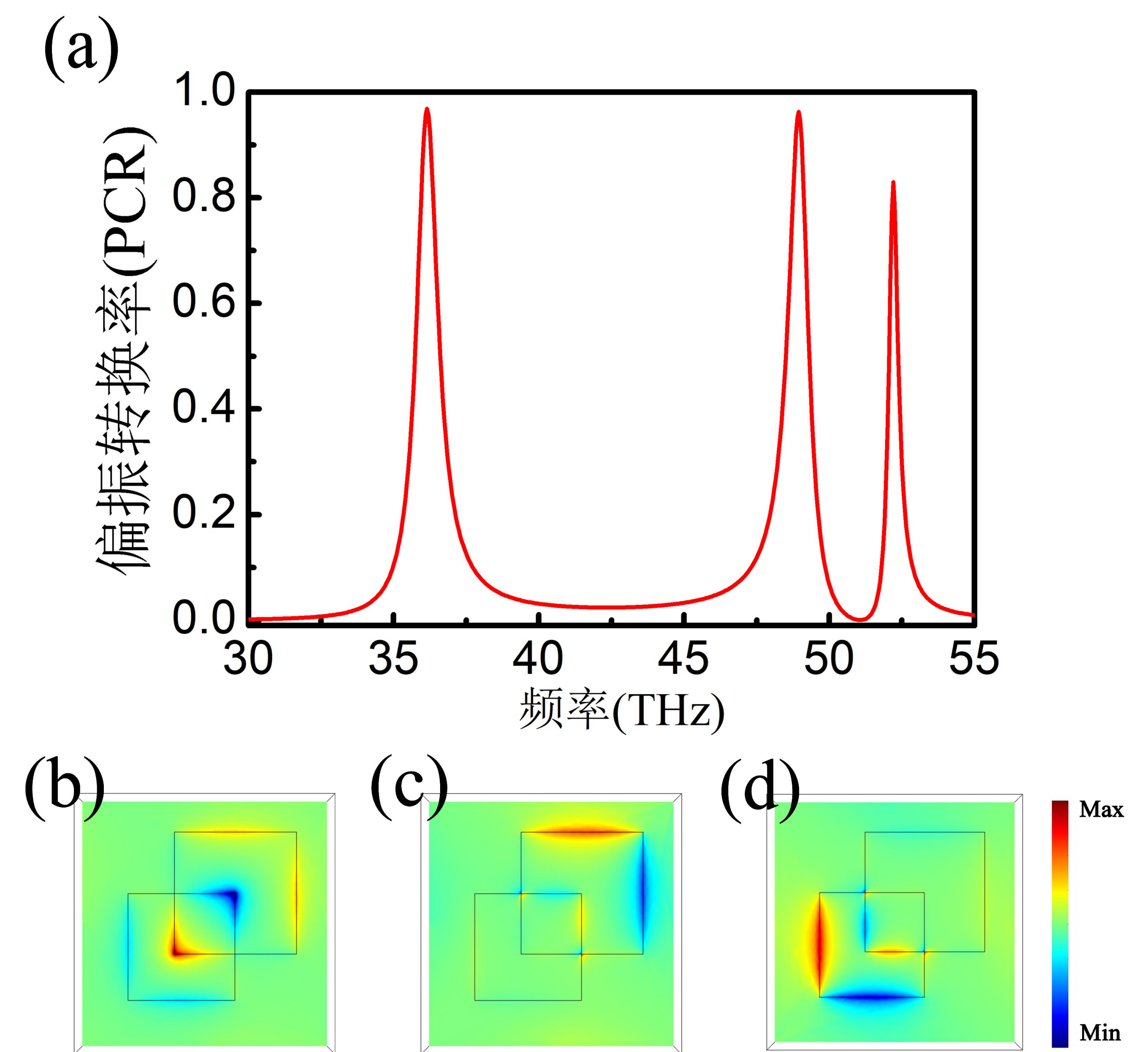


图 3. (a) 偏振转换率 (PCR) 谱线图, (b)、(c) 和 (d) 分别是在工作频率 (36.15, 48.95 and 52.20 THz) 时, 石墨烯贴片表面的z方向磁场分布图

**结论:** 总之, 我们介绍了由双L形石墨烯贴片阵列组成的超薄高质量的反射型三频带交叉偏振转换器。对偏振转换器件的集成化、小型化做出重要贡献。本文中, 基于有限元分析的仿真结果表明在36.15, 48.95 和 52.20 THz, PCR可以达到96.9%, 96.2% 和83.0%。随后, 根据我们的思路和经验, 有望设计一种多功能偏振转换器, 即一种结构在不同频率下能够实现多频段 (或宽带) 交叉偏振转换器 (二分之一波片) 和线转圆偏振转换器 (四分之一波片)。

## 参考文献:

1. Z. Su, Y. Wang, L. xin, H. Luo, C. Zhang, M. Li, T. Sang and G. Yang, "A Tunable THz absorber of elliptical graphene disk array," Phys. Chem. Chem. Phys. 20, 14357-14361 (2018).
2. C. Yang, Y. Luo, J. Guo, Y. Pu, D. He, Y. Jiang, J. Xu and Z. Liu, "Wideband tunable mid-infrared cross polarization converter using rectangle-shape perforated graphene," Opt. Express 24, 16913-16922 (2016).
3. J. Hao, Q. Ren, Z. An, X. Huang, Z. Chen, M. Qiu and L. Zhou, "Optical metamaterial for polarization control," Phys. Rev. A 80, 023807 (2009).
4. F. H. L. Koppens, D. E. Chang and F. Javier Garcia de Abajo, "Graphene plasmonics: a platform for strong light-matter interactions," Nano Lett. 11, 3370-3377 (2011).
5. Y. Zhang, Y. Feng, T. Jiang, J. Cao, J. Zhao and B. Zhu, "Tunable broadband polarization rotator in terahertz frequency based on graphene metamaterial," Carbon 133, 170-175 (2018).