

鲁远甫与李光元团队提出一种偏好非均匀介电环境的新型等离激元共振模式

中国科学院深圳先进技术研究院光电工程技术研究中心鲁远甫正高级工程师与李光元副研究员团队主导的研究在窄线宽格点型等离激元共振模式取得进展。相应成果为“Yang XH, Xiao GL, Lu YF, et al. Narrow plasmonic surface lattice resonances with preference to asymmetric dielectric environment [J]. *Optics Express*, 2019, 27: 25384-25394(偏好非均匀介电环境的窄线宽格点型等离激元共振模式)”，该成果入选 Editor's Pick。

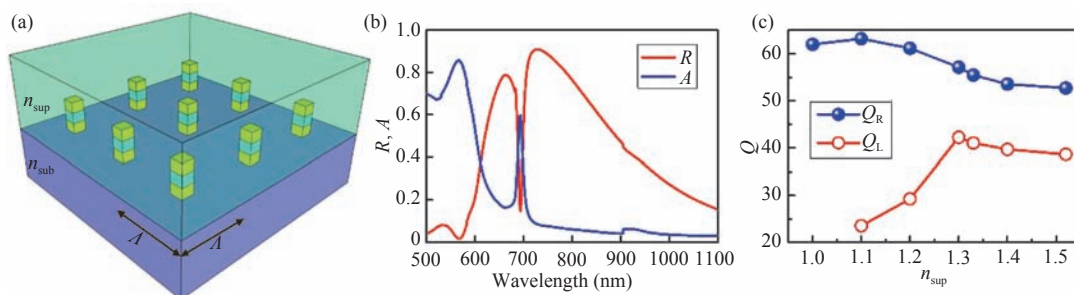
基于金属纳米结构光学特性的表面等离激元共振(Surface Plasmon Resonance, SPR)被广泛用于增强光与物质的相互作用,进而提高光学响应。例如,基于 SPR 技术的传感芯片具有很低的检测限、免标记和快速等优点,可以对低浓度的生物或化学分子及其反应过程进行高灵敏的实时传感。SPR 检测技术已经成为一种成熟的传感技术,基于 SPR 技术的微小尺度集成传感器被认为是最有潜力的一类生物/化学传感器,在药物检验、临床诊断、食品安全检测和环境监控等领域中获得了广泛的应用。

近年来,基于金属纳米颗粒的局域型 SPR(Localized Surface Plasmon Resonance, LSPR)

由于纳米颗粒与待检测分子具有相似的尺寸,检测过程更为迅速,越来越受到科研人员的重视。但由于 LSPR 的品质因子极低(Q 值 ~ 10),其传感灵敏度和评价指标(小于 10)仍然有限。而将金属纳米颗粒阵列化获得的格点型 SPR(Lattice Surface Resonance, LSR)在均匀介电环境中具有很高的 Q 值(~ 100),但当介电环境不均匀时其 Q 值快速降低,难以被应用于传感等领域。

为解决以上难题,该研究提出了一种基于金属-介质-金属纳米柱阵列结构的新型 LSR。计算结果表明,介电环境越不均匀,所提出 LSR 的 Q 值越高:在空气/玻璃的介电环境中高达 62,而在水(血液)微流/玻璃的介电环境中高达 56;所获得的传感评价指标高达 25。这些性能参数均数倍于传统的 LSR、LSPR 和 SPR。

该研究所提出的新型 LSR 偏好非均匀的介电环境,打破了现有 LSR 对均匀介电环境的严苛限制,从而使高 Q 值的 LSR 应用于传感和荧光增强等领域中成为可能,为其走向实用化奠定了基础。这一原创性的基础研究突破,有望为更高性能的 SPR 纳米生物/化学传感芯片提供新的研究思路。



(a) 所提出的金属-介质-金属纳米柱阵列结构; (b) 覆盖层折射率 n_{sup} 与衬底折射率 ($n_{sub} = 1.52$) 不相等时,在直入射下该结构激发的新型 SLR 模式在宽反射谱 R 中出现一个极窄的 Fano 型凹陷,相应的吸收谱 A 出现一个 Fano 型峰; (c) 环境电介质的折射率越不均匀(即 n_{sup} 越小),传统 SLR 模式的 Q 值(Q_L)越低,而新型 LSR 模式的 Q 值(Q_R)却反而越高