

生体分子解析のためのフォトニック結晶/金ナノロッドハイブリッド構造の基礎特性評価

Photonic crystal slab/Au nanorod hybrids for bio-molecule analysis: Optical characterization

阪府大院工¹, JST さきがけ², 〇川崎大輝¹, 山田大空¹, 末吉健志¹, 久本秀明¹, 遠藤達郎^{1,2}

Osaka Pref. Univ.¹, JST presto², 〇Daiki Kawasaki¹, Hirotaka Yamada¹,
Kenji Sueyoshi¹, Hideaki Hisamoto¹, Tatsuro Endo^{1,2}

E-mail: endo@chem.osakafu-u.ac.jp

【背景】 近年、非標識での生体分子検出・ダイナミクス解析のための光学センサが注目されている[1]。そこで要求されるセンサ性能として最も重要な点は、微小・高感度応答空間と高 S/N 比の二点である。フォトニック結晶は、フォトニックバンドに基づいて光制御・増幅でき、低いエネルギー損失・高 Q 値により狭いスペクトル線幅・高 S/N 比を示すが、波長程度のモード体積、低い増強電場ゆえに微小・高感度応答空間の形成は困難である。一方、金属ナノ構造は、局在表面プラズモン(LSP)励起による微小モード体積の高い増強電場形成により、微小・高感度応答空間を提供できる。しかし、高いエネルギー損失・低 Q 値により、広いスペクトル線幅・低 S/N 比になってしまう[2]。本研究では、フォトニック結晶スラブ(PCS)と金ナノロッド(AuNR)のハイブリッド構造に基づく、微小・高感度応答空間・高 S/N 比を示す光学センサ開発と非標識生体分子検出を目的とする。本発表では、PCS/AuNR ハイブリッド構造の作製・光学特性評価の結果を報告する。

【実験】 液相析出法・ナノインプリント技術で作製した酸化チタン(TiO₂)製 PCS 上に、AuNR 分散水溶液を滴下・静置し、PCS/AuNR ハイブリッド構造を作製した。次に、AuNR 分散水溶液の吸光スペクトル、PCS、及び PCS/AuNR ハイブリッドの反射光スペクトル測定で光学特性評価を行った。続いて、各構造体の、FDTD 法による電磁場シミュレーション解析を行った。さらに、実測・シミュレーション結果から、スペクトル半値全幅(FWHM)、電場増強度($F = |E_{max}/E_0|^2$)を解析し、センサ性能比較を行った。

【結果・考察】 AuNR, PCS, PCS/AuNR ハイブリッドの SEM 画像を Fig. 1 に示す。PCS/AuNR ハイブリッドでは、AuNR は密度: 1.5 個 / μm^2 、ホール内部: 外部に数量比 1:1 で担持された。光学特性評価では、PCS はホール内部に光が局在する共振モードとそれに伴う反射ピークを示すことが明らかになった。PCS/AuNR では、ホール内部に担持された AuNR の LSP が PCS の共振モードと結合し、PCS, AuNR と比較して著しく高い電場増強度 F を、また、PCS と同等の FWHM を示した。これらの結果から、PCS/AuNR ハイブリッド構造は、局在表面プラズモン/フォトニック共振モードの結合に基づく高いセンサ性能を示すことを明らかにした。今後、PCS/AuNR ハイブリッド構造による生体分子検出を試みる。

【参考文献】

- [1] Feng Liang, *et al.*, *Sci. Adv.* **2017**, 3, e1602291
[2] Jui-Nung Liu, *et al.*, *Nano Lett.*, **2017**, 17, 7569-7577

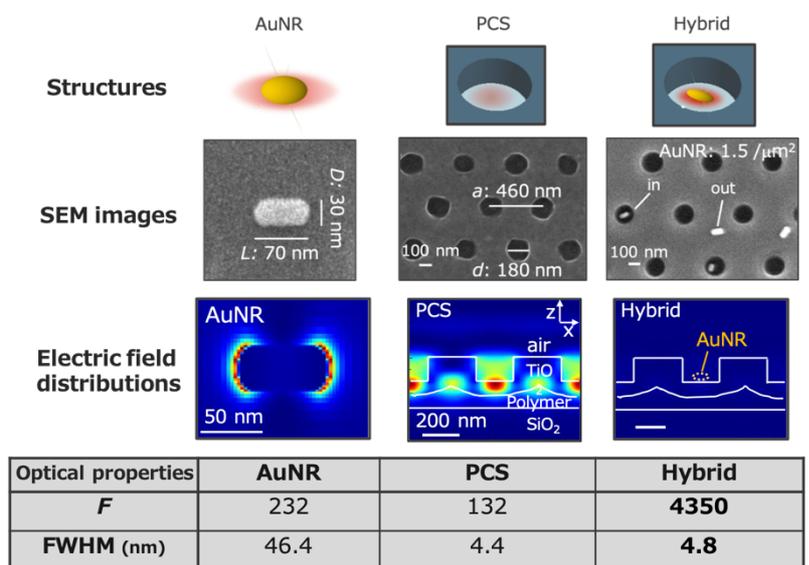


Fig. 1 The schematic structures, SEM images, and electric field distributions at the reflection peak wavelength, and the optical properties of AuNR, PCS, and PCS/AuNR hybrid, respectively.