

超高感度 DNA 検出を指向した 先端開口型プラズモニック結晶の作製

Fabrication of Nano-aperture Structured Plasmonic Crystal for Ultra-sensitive DNA Detection

阪府大院工¹, JST さきがけ² °井上 千種¹, 川崎 大輝¹, 山田 大空¹,
前野 権一¹, 志水 友哉¹, 末吉 健志¹, 久本 秀明¹, 遠藤 達郎^{1,2}

Osaka Pref. Univ.¹, JST PREST², °Chigusa Inoue¹, Daiki Kawasaki¹, Hirotaka Yamada¹,
Kenichi Maeno¹, Tomoya Shimizu¹, Kenji Sueyoshi¹, Hideaki Hisamoto¹, Tatsuro Endo^{1,2}
E-mail: endo@chem.osakafu-u.ac.jp

[背景・目的]

金属ナノ構造は、局在型表面プラズモン共鳴(Localized Surface Plasmon Resonance : LSPR)に起因した特定波長光吸収や増強電場形成を示す。これらの LSPR 特性は、周辺屈折率変化に応答することが知られており、抗原抗体反応や DNA hybridization に代表される生体反応の屈折率変化を感知する非標識バイオセンサとして期待されている。¹⁾我々は、周期的に金属ナノ構造が配列したプラズモニック結晶に基づく非標識バイオセンサの研究を行っており、高感度な抗原抗体反応検出に成功した。²⁾一方で DNA センサ応用では、一塩基多型やメチル化等の構造の微小な差を屈折率変化として高感度に検出する必要がある。感度は増強電場の強度および電場発生領域の屈折率変化量と正の相関があるため³⁾、高感度 DNA センサの実現には高増強電場領域へ位置選択的にプローブ DNA 固定できる金属ナノ構造が要求される。

本研究で着想した先端開口型プラズモニック結晶(Fig. 1)は、開口構造による開口部の高増強電場に加え、開口部から露出した樹脂表面への位置選択的プローブ DNA 固定による高感度化が期待できる。本発表では、先端開口型プラズモニック結晶の作製および光学特性評価を行ったので報告する。

[実験方法]

先端開口型プラズモニック結晶作製には、斜め蒸着法とナノインプリントリソグラフィーを用いた。鋳型となる Cyclo-olefin-polymer 製ナノピラーアレイフィルム(20 mm 四方)から作製した Poly(vinyl alcohol)(PVA)製ナノホールアレイを傾斜ステージに固定し、金層(膜厚 : 50 nm)を回転速度 25 rpm で成膜した。金-PVA ナノホールアレイを光硬化性樹脂でガラス基板上へ接着後、PVA 製ナノホールアレイを溶解させて先端開口型プラズモニック結晶を得た。光学特性評価では、大気下での白色光源照射時の吸収スペクトルと Finite-Difference Time-Domain 法によるシミュレーション解析結果を比較し、ピーク波長の増強電場分布を調べた。

[実験結果]

走査型電子顕微鏡観察の結果、傾斜ステージの角度増加に伴い開口サイズが増加した先端開口型プラズモニック結晶の作製に成功した(Fig. 2)。また先端開口構造では、580 nm、650 nm 近傍にピークを持つ吸収スペクトルが観察された。これらの吸収ピークは開口部の増強電場由来であることがシミュレーション解析との比較から明らかとなった。

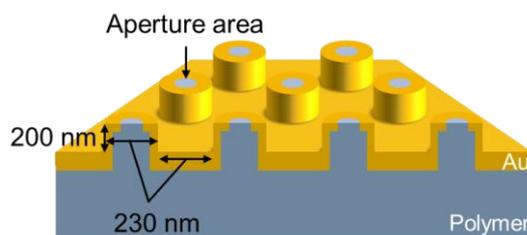


Fig.1 Schematic illustration of Nano-aperture structured plasmonic crystal

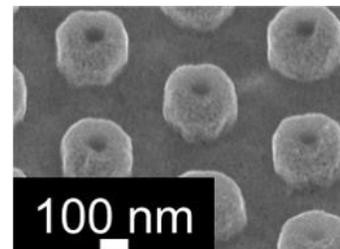


Fig.2 SEM image of Nano-aperture structured plasmonic crystal

- 1) T. Chung *et al.*, *Sensors*, **2011**, *11*, 10907-10929
- 2) K. Nishiguchi *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **2016**, *55*, 08RE02
- 3) K. M. Mayer *et al.*, *Chem. Rev.*, **2011**, *111*, 3828-3857