

プラズモニックナノコーンアレイの作製と 高感度遺伝子診断デバイスへの応用

Fabrication of plasmonic nanocone array and its application for highly sensitive DNA biosensor

阪府大院工¹, JST さきがけ² °川崎 大輝¹, 山田 大空¹, 西辻 凌輔¹, 前野 権一¹,

安藝 翔馬¹, 末吉 健志¹, 久本 秀明¹, 遠藤 達郎^{1,2}

Osaka Pref. Univ.¹, JST PREST², °Daiki Kawasaki¹, Hiroataka Yamada¹, Ryosuke Nishitsuji¹,

Kenichi Maeno¹, Shoma, Aki¹, Kenji Sueyoshi¹, Hideaki Hisamoto¹, Tatsuro Endo^{1,2}

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

[背景・目的]

金属ナノ構造体に光が照射されると、局在型表面プラズモン共鳴(Localized Surface Plasmon Resonance : LSPR)に起因する特定波長の光吸収、周辺微小空間の増強電界が生じる。この共鳴波長は、金属ナノ構造体の周辺屈折率に依存して敏感に変化するため、高感度光学センサーへの応用が期待されている。また、ナノインプリントリソグラフィ(Nanoimprint lithography : NIL)は、簡易・安価なナノ構造加工技術であり、近年ではナノ光学デバイス作製に広く用いられている。我々は、NIL を用いた金属ナノ光学デバイス作製およびバイオセンサーへの応用を進めており、高感度抗原抗体反応検出に成功している[1]。今回我々は、センサー感度の更なる向上を志向し、LSPR による広範囲の電界増強分布が見込まれる Au ナノコーンアレイ(Nano Cone Array : NCA)(Fig.1)を作製し、光学特性評価、DNA ハイブリダイゼーション検出を行ったので報告する。

[実験方法]

Cyclo-olefin Polymer (COP)製モスアイフィルム (1 cm 四方) (SCIVAX 社製)を鋳型として NIL を用い、異なる Au 膜厚 d (40~120 nm)で AuNCA (Fig.1)を作製した。ここへ異なる濃度のスクロース水溶液($n = 1.33 \sim 1.36$)を滴下し、白色光源照射時の吸収スペクトルから単位屈折率あたりの吸収ピークシフト量(Sensitivity : S [nm/RIU])を解析し、Au 膜厚依存性を評価した。また、最も高いピークシフト量が観察された Au 膜厚 d を有する AuNCA を用いて DNA ハイブリダイゼーション検出への応用を行った。1 μM の 5'末端チオール修飾プローブ DNA 200 μl を AuNCA 表面へ滴下・固定化した後、1 pM~100 nM の相補鎖 DNA 200 μl を滴下・ハイブリダイゼーションさせた際のピークシフト量から検量特性を評価した。同様に、選択性評価を行うため、プローブ DNA 固定化 AuNCA 上へ 100 nM ミスマッチ DNA または 1 塩基ミスマッチ DNA 溶液 200 μl を滴下・ハイブリダイゼーションさせ、同様にピークシフト量を解析・比較した。

[実験結果]

S 値の膜厚依存性評価では、 $d = 80$ nm において最大($S = 417.5$ [nm/RIU])を示すことが明らかとなった。またシミュレーション解析から S 値の実測との整合性、さらに吸収ピーク波長において AuNCA 周囲での広範囲な増強電界分布を観察できた(Fig.2)。また DNA ハイブリダイゼーション検出では検出限界(ブランク値の 3σ , $n = 3$)161 fM (32.2 amol)となり、高い選択性も確認できたことから、高感度 DNA バイオセンサー作製に成功した。これは、広範囲の増強電界分布により、DNA による周辺屈折率変化への応答が大きくなったためであると考えられる。

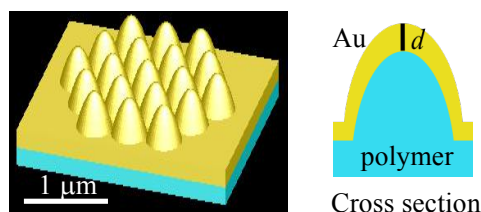


Fig.1 Schematic illustration of AuNCA

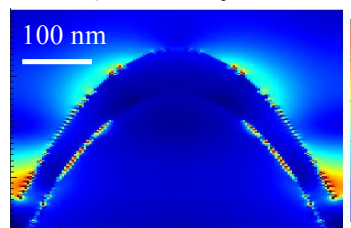


Fig.2 Electric field distribution

[1]K.Nishiguchi, K. Sueyoshi, H. Hisamoto and T. Endo, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **55**, 08RE02 (2016).