

TiN-金属/コア-シェルナノコーンアレイ： LSPR 特性制御によるセンサ性能向上

TiN-Metal Core-Shell structured Nanocone Array:

Engineering of sensor performance by controlling of LSPR properties

阪府大院工¹, JST さきがけ² °川崎 大輝¹, 前野 権一¹, 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 PREST², °Daiki Kawasaki¹, Hirotaka Yamada¹, Kenichi Maeno¹,

Kenji Sueyoshi¹, Hideaki Hisamoto¹, Tatsuro Endo^{1,2}

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

[背景・目的] 金属ナノ構造より励起される局在表面プラズモン共鳴(LSPR)の増強電場を用いたバイオセンサ応用が近年注目されている。我々は、金ナノコーンアレイ(Au nanocone array: AuNCA)を設計・作製し、広範囲 LSPR 増強電場形成による DNA の高感度非標識検出に成功している[1]。一方で近年、異種材料をハイブリッド化したナノ構造によるキャリア制御に関する報告が多数なされている[2]。そこで、NCA 構造の更なるセンサ性能向上を志向し、我々は金属的性質・広帯域光吸収を示す窒化チタン(TiN)をコア、金属層をシェルとしてハイブリッド化したナノ構造の作製を着想した[3]。TiN コア・金属シェルの制御で NCA のキャリア状態及び LSPR 特性を制御できるため、屈折率感度の向上が期待できる。そこで我々は TiN ナノ粒子(NPs)包含ポリマーコア-金属(Au または Ag/Au)シェル NCA(TiN-Metal NCA)の作製および光学特性・屈折率感度評価を行ったので報告する。

[実験方法] 異なる TiN ナノ粒子(NPs)含有量(0~20wt%)の光硬化性ポリマー溶液を調製した。続いて Cyclo-olefin Polymer (COP)製モスアイフィルム(SCIVAX 社製)を鋳型としてナノインプリントリソグラフィ(NIL)を行い、異なる金属膜(Au: 50 nm, Ag/Au: 40/10 nm)を被覆した TiN-Metal NCA (Fig.1)を作製した。ここに白色光を照射して、反射スペクトル測定・吸収ピーク波長解析を行い、ポリマーコアの TiNNPs 含有量・金属膜材料種と LSPR 励起波長・屈折率感度の相関を評価した。さらに、前述した組成と同じ TiNNPs 含有ポリマー/金属膜平板(TiN-Metal Sheet)の白色光非照射・照射時のシート抵抗を測定・解析し、キャリア状態の評価を試みた。

[結果・考察] 各金属膜の TiN-Metal NCA で TiNNPs 含有量増加に伴う吸収ピークのブルーシフト、ブルーシフト量の金属材料種依存性(Fig. 2)を、Sheet ではシート抵抗の低下を確認した。これより TiNNPs 含有量増加に伴うキャリア量の増加が示唆された。また、異なる TiNNPs 含有量に対して NCA の屈折率感度の増加・減少、それに対応した Sheet への白色光照射に伴うシート抵抗の減少・増加(非照射時との比較)を確認した。例えば Ag/Au 膜の場合、TiNNPs 含有量 10wt%の NCA では 0wt%の場合に対し約 1.5 倍の屈折率感度増加を、Sheet では白色光照射によるシート抵抗の減少を確認した。これより TiNNPs の含有量に対して白色光照射によるキャリア量の増減が生じ、屈折率感度の増減に影響すると考えた。以上の結果より、TiNNPs の含有量調節によるキャリア状態・LSPR 特性の制御から、センサ性能を向上できることが明らかとなった。

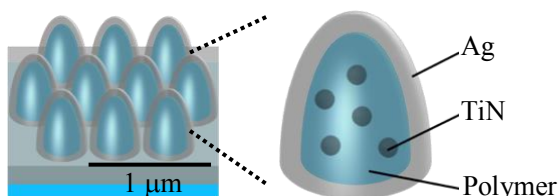


Fig.1 Schematic illustration of TiN-Ag NCA

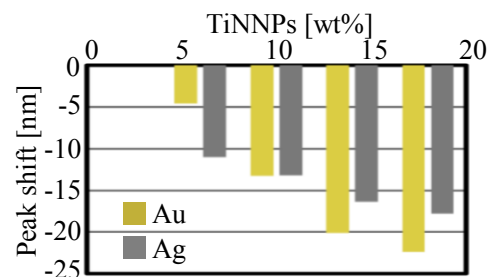


Fig.2 Correlation between TiN-Peak shift

[1] 川崎ら、第 65 回応用物理学会春季学術講演会 17p, p11-2 (2018)

[2] S. H. Lee, *et al.*, *Nano Lett.*, 18, 109-116, (2018)

[3] P. Patsalas, S. Logothetidis, *J. Appl. Phys.*, 90, 4725-4734 (2001)