

全誘電体メタ表面バイオセンサーにおける抗原・抗体の高感度検出

Highly Sensitive Detection of Antigen/Antibody on All-Dielectric Metasurface Sensors

物材機構

○岩長 祐伸

NIMS

°Masanobu Iwanaga

E-mail: iwanaga.masanobu@nims.go.jp

金属（とくに金）ナノ構造における高感度バイオセンサーの研究例は多数報告されてきた。プラズモニックメタ表面におけるバイオセンシングの報告例も多い。一方で、全誘電体メタ表面におけるタンパク質分子のバイオセンシングは共鳴波長シフトによる報告例 [1] があるが、蛍光検出に関する例は、著者の知る限り、報告されていない。今回、昨年春の応用物理学会における報告 [2] から格段の進展があったので、今回報告する。

全誘電体メタ表面として SOI (silicon-on-insulator) ナノロッドアレイからなるメタ表面に顕著な蛍光増強効果を見出した [3]。このメタ表面基板と PDMS マイクロ流路チップを貼り合わせて、図 1(a)の写真で示すメタ表面センサーチップを構成した。センサーチップは3チャンネルの流路をもち、蛍光測定配置で励起光の緑色 LED 光を照射した配置を示している。図 1(b)はメタ表面を斜め 30 度から観察した走査型電子顕微鏡 (SEM) 像である。結果の一例として、癌診断に使われている癌マーカー分子 CEA の検出実験について述べる。検出配置の概念図を図 1(c)に示している。まず、SOI ナノロッド表面にシスストレプトアビジン（星形）を固定した。標的である抗原 CEA はラベルフリーであり、CEA 抗体液と混合して CEA 抗体と結合したサンドウィッチ複合体を形成した。抗体の 50%はあらかじめビオチン標識したものを使用した。複合体試験液をマイクロ流路に流して、ビオチン・アビジン結合によりサンドウィッチ複合体をメタ表面上に固定した後、蛍光ラベル付きの2次抗体をマイクロ流路に流してサンドウィッチ複合体に結合させた。この蛍光ラベルを介して抗原を間接的に蛍光検出した。図 1(d)は CEA 検出の蛍光像を示しており、CEA 濃度 0.1 ng/mL においても蛍光検出ができています [4]。CEA の医療診断基準 5 ng/mL よりも 1/50 低濃度域においても感度良く蛍光検出できている。このように、今回の全誘電体メタ表面は実用的に十分な検出感度を有する。

- [1] For example, A. Tittl *et al.*, Science **360**, 1105 (2018).
- [2] 岩長, 応用物理学会春季学術講演会, 13p-B409-12, 2020 年 3 月.
- [3] M. Iwanaga, Appl. Sci. **8**, 1328 (2018).
- [4] M. Iwanaga, ACS Nano **14**, 17458 (2020).

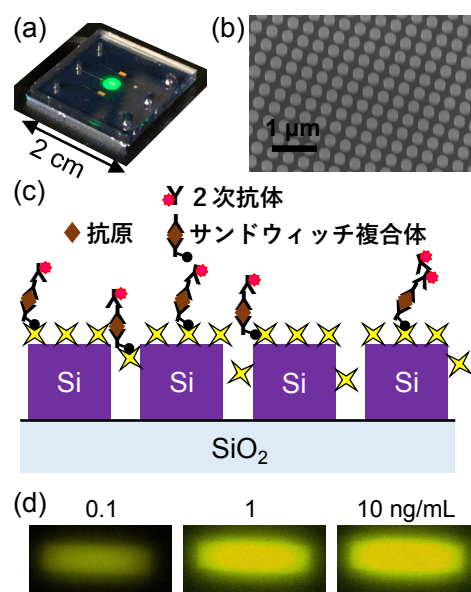


図 1 (a) メタ表面センサーチップ. (b) メタ表面の SEM 像. (c) CEA 検出概念図. (d) CEA の蛍光検出像^[4].