

フォトリック結晶ナノレーザアレイによる 高感度/高選択性バイオセンシング

Supersensitive Biosensing with High-Selectivity Using Nanolaser Sensor Array Based on Photonic Crystal

横浜市大医¹, 横国大院工²

磯野 俊成^{1,2}, 羽中田 祥司², 渡邊 敬介², 五嶋 良郎¹, 馬場 俊彦²

Yokohama City Univ., Grad. Sch. Med.¹, Yokohama National Univ., Grad. Sch. Eng.²

Toshinari Isono^{1,2}, Shoji Hachuda², Keisuke Watanabe², Yoshio Goshima¹, Toshihiko Baba²

E-mail: toshinari-isono@umin.ac.jp

ガンなどの疾患の早期発見や予防のため血液検査による腫瘍マーカーの検出が利用されているが、早期発見にはまだまだ感度や信頼性が不十分である。そこで我々はフォトリック結晶ナノレーザによるバイオセンサ応用を研究してきた[1,2]。ナノレーザセンサはレーザ近傍の屈折率変化を発振波長の変化として高感度に検出することができる。しかし、血液中の微量な腫瘍マーカーを検出するためには、マーカー以外の非特異吸着を抑制し、かつ十分な感度を得る必要がある。本研究では多量の不純物を含む極低濃度ターゲットタンパク質溶液中におけるバイオセンシングのシグナル/ノイズ(S/N)比の向上を目的にセンサ表面の構造について検討を行った。

図 1 に用いたナノレーザセンサの原子間力顕微鏡(AFM)像を示す。二つの円孔を外側にずらして細線を形成した領域がセンサ領域であり、レーザ光が上方に放射されるように円孔直径を変調している[3]。診断の信頼性をより高めるため、本研究ではナノレーザ 30 個をアレイ集積して全てを自動測定し、データを統計的に解析するシステムを構築している。今回はセンサの基本性能を評価するため、ストレプトアビジン(SA) - ビオチン反応の検出を試みた。また、ターゲットタンパク質以外の不純物として牛血清アルブミン(BSA) を用いた。非特異吸着を抑えるため、センサ表面にビオチンと共にポリエチレングリコール(PEG)を修飾した。ここで PEG の構造の違いによる非特異吸着の変化を評価するため直鎖の PEG と枝分かれした PEG を用いた。このセンサを 1 μ M の BSA を含む極低濃度の SA 溶液に浸漬し、タンパク質吸着によるレーザの発振波長の変化を測定した。BSA のみの溶液と 100zM の SA を加えた溶液にセンサを浸漬した後の平均波長シフト量を図 2 に示す。直鎖/分枝 PEG で表面修飾したセンサどちらにおいても 100zM という極低濃度において特異吸着に由来する明瞭な波長シフトが観察された。また、BSA のみの溶液中における波長シフト量と比較して、分枝かれした PEG で修飾したセンサでは S/N 比の向上に成功した。

[1] S. Kita et al., Opt. Express, 2011, 19, 17683. [2] S. Kita et al., IEICE Trans. Electron., 2012, E95-C, 188.

[3] M. Narimatsu et al., Appl. Phys. Lett., 2012, 100, 121117.

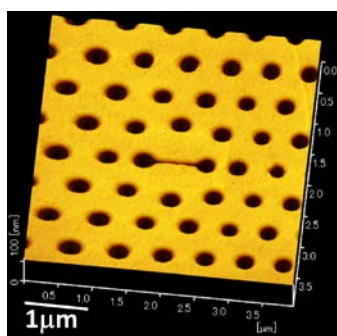


Fig. 1 AFM image of nanolaser sensor based on photonic crystal.

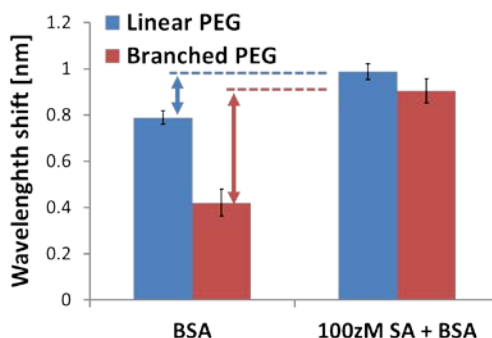


Fig. 2 Wavelength shift after protein adsorption on linear- and branched-PEG-modified sensors.