

量子ドットを蛍光標識としたV溝バイオセンサーの設計

Design of a V-trench Biosensor Using Quantum Dots as a Fluorescent Labeling Material

藤巻 真、[○]芦葉 裕樹、王 曉民、栗津 浩一（産総研）

Makoto Fujimaki, [○]Hiroki Ashiba, Xiaomin Wang, Koichi Awazu (AIST)

E-mail: m-fujimaki@aist.go.jp

バイオ物質に蛍光物質で標識して高感度に検出する手法は、広く用いられている。表面プラズモン共鳴(SPR)による電場増強を利用すれば、より強い発光が得られ、より高感度での検出が期待できる。しかし、SPR を発生させる機構は複雑かつ大型で高価であるという欠点があった。我々は、SPR による蛍光増強を手軽かつ安価に使用することができるV字型の断面を持つマイクロ流路型センサー「V溝バイオセンサー」を開発した[1]。今回は、量子ドットを用いた場合のセンサーの最適化を行ったので報告する。

図1にセンサーの構成を示す。V字型の流路には、SPR 励起用の金属層が形成されている。V溝バイオセンサーは、その構成上、フィルタで除去しきれなかった励起光や基板の自家蛍光がノイズとなる可能性がある。また、安価で高性能なセンサーを構築するには、CCD や CMOS イメージセンサーで高い感度が得られる500 nm 付近での蛍光観察が望ましい。これらの条件から、蛍光標識に量子ドット Qdot® 565 Streptavidin Conjugate (Life technologies) [2]を想定して設計を行った。この量子ドットはストークスシフトが大きく、励起光をより効率よく除去でき、また、発光波長も市販の安価なイメージセンサーの高感度域内となっている。

この量子ドットは、紫外光での励起によってより強く発光することから、SPR 励起層には Al を使用することとした。図2に Al を SPR 励起層とした場合の、励起波長と V 溝の頂角と電場増強度の関係を計算した結果を示す。基板はポリスチレンとした。Al 層の厚さは電場増強度が最大となるように計算上で最適化を行っている。図より、励起波長 450nm で電場増強度は最大となることが分かる。しかし、Qdot® 565 の励起特性上、より短波長での励起でより高い蛍光強度が見込めることから、励起波長は 390nm とした。その結果、得られた最適な V 溝の頂角は 52.9°、最適な Al 厚さは、19.1nm であり、この時の電場増強度は 16.7 となった。今後は、実際にチップを作製し、センサーの性能確認を行う予定である。

システム設計においてアドバイスを頂いた静岡大学香川景一郎准教授に感謝の意を表します。本研究は JSPS 科研費 26246008 の助成を受けたものです。

[1] K. Nomura et al., Nat. Commun., 4, 2855 (2013). [2] <https://www.lifetechnologies.com/order/catalog/product/Q10133MP>

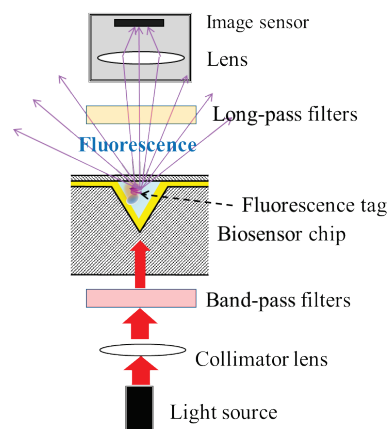


Fig. 1. Schematic of the optical setup of the V-trench biosensor.

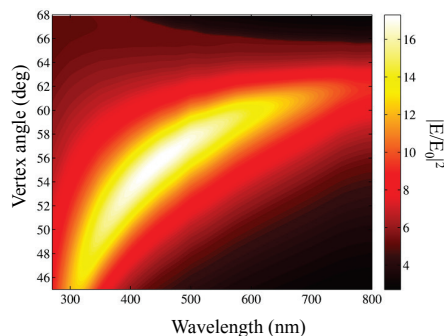


Fig. 2. Correlation among the excitation wavelength, the vertex angle of the V-trench, and the electric field enhancement factor of the V-trench biosensor using an Al film as the SPR excitation layer.