

면역 글로블린 측정을 위한 광섬유 광바이오센서

Optical bio sensor for detection of human immunoglobulin

장현수*, 박광노*, 이경식*, 강창덕**, 심상준**

성균관대학교 정보통신공학부*, 화학공학과**

leosis@ece.skku.ac.kr

표면 플라즈몬 공명(Surface Plasmon Resonance)은 소산파 (evanescent wave)에 의해 금속과 유전체 사이의 경계면을 따라 진행하는 전자 밀도 진동을 생성시키는 전자기적 현상이며, 표면 플라즈몬 공명현상이 발생하기 위해서는 경계면에 수직하는 성분인 TM모드로 편광된 빛이 입사되어야 한다. 이러한 표면 플라즈몬 공명 현상을 이용할 경우, 형광체와 같은 표지물질 없이 생체물질 간의 특이적 반응을 실시간으로 정확하게 측정할 수 있다는 장점이 있다.¹⁻³⁾ 그러나, 기존의 상용화된 표면 플라즈몬 공명방식을 적용한 시스템은 입사파의 특정 입사각에서 입사파와 표면 플라즈몬 파의 위상이 일치하여 입사한 광의 반사도가 급격히 감소하는 현상, 즉 출력파의 크기가 감소하는 현상을 이용한다. 따라서 기존의 시스템은 광원의 입사각을 변화시켜 가면서 출력되는 빔의 파워를 측정하는 시스템이며, 가격이 높고 크기가 크다는 단점이 있다.

본 논문에서는 센싱하고자 하는 물질의 농도에 따른 플라즈몬 파와의 공명현상에 의해 출력파워가 감소하는 파장을 검출하는 광바이오 센서를 구현하였으며, 그 특성을 분석하였다. 제안된 광바이오 센서는 측면 연마 광섬유를 이용하기 때문에 소형으로 제작이 가능하며, 저렴한 시스템 구성이 가능하다는 장점이 있다. 그림 1(a)는 표면 플라즈몬 공명현상을 이용한 광바이오 센서의 개략도를 나타낸 것이다. 25cm의 곡률로 구부러진 홈이 있는 두 개의 실리카 블록에 각각 단일모드광섬유(SMF)와 광자결정광섬유(PCF)를 삽입하고 측면의 클래딩을 연마하는 방법을 이용하여 클래딩영역을 제거하였다. 그 위에 chromium(Cr)을 2nm의 두께로 Sputtering방법을 이용하여 증착한 후, 그 위에 gold를 50nm의 두께로 증착하였다. 본 연구에서 사용하고자 하는 센싱물질은 IgG 단백질이며, IgG를 검출하기 위한 기반이 되는 실험으로써 측면연마 광섬유위에 그림 1(b)의 여러 검출 물질층중 gold 바로위의 자기조립 단층막(SAM, self-assembly monolayer)과 biotin를 형성하였다. 최종적으로는 IgG를 검출하기 위하여 그림 1(b)의 모든 층을 형성할 것이다. 자기조립 단층막은 gold와 단백질을 잘 결합하도록 하기위해서 $\text{HS}(\text{CH}_2)_n(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_m\text{OCH}_2\text{COOH}$ 와 $\text{HS}(\text{CH}_2)_n(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_m\text{OH}$ 을 무게비 1:10으로 섞어서 형성하였다.

제작된 광바이오 센서의 출력특성을 측정하기 위해서, 센서의 입력단에 800nm대의 광원을 사용하였으며, 공진파장의 변화를 측정하기 위하여 광 스펙트럼 분석기를 사용하였다. 표면 플라즈몬 공명현상은 TM모드로 편광된 빔에서 발생하므로 입력되는 광원과 센서 사이에 편광기를 삽입하여 TM 모드로 편광시킨 빔을 입사하였다.

IgG 검출을 위해 기초실험으로 제작한 광바이오 센서의 센싱부분에 HBS-EP buffer(0.01 M HEPES pH 7.4, 0.15 M NaCl, 3 mM EDTA, 0.005% Surfactant P20로 구성되어 있는)를 떨어뜨려 발생하는 반응을 살펴보았다. HBS-EP buffer를 떨어뜨린 후의 파장 변화를 그림 2에 나타내었다. 그림에서 보이는 바와 같이 HBS-EP buffer를 떨어뜨린 후 789nm근처에서 손실이 발생하는 것을 알 수 있으며, 시간이

지날수록 손실이 커짐을 알 수 있었다.

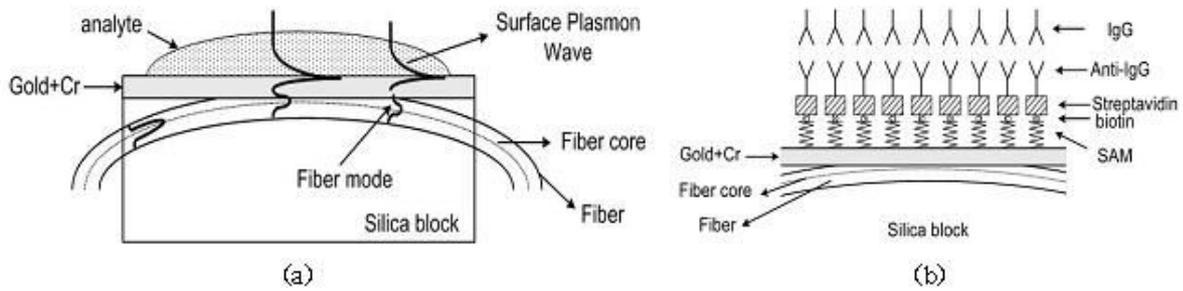


그림 1. 측면 연마 광바이오센서

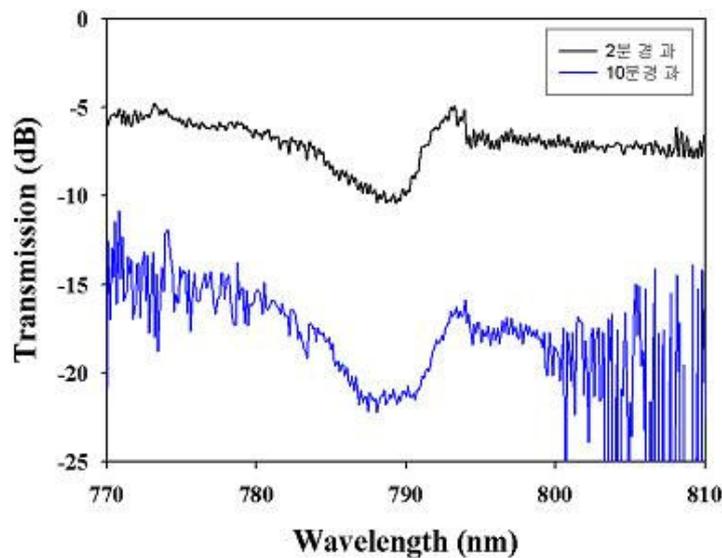


그림 2. 시간에 따른 광바이오센서의 출력스펙트럼

표면 플라즈몬 공명 현상을 이용한 광바이오 센서에 대한 기반실험으로써 buffer에 대한 반응 실험을 우선 수행하여 보았는데 반응성이 좋다는 것을 알 수 있었다. 그 밖의 실험결과도 자세하게 발표할 예정이다. 이러한 광바이오 센서는 단백질 측정, 환경 위해 미생물 측정센서 등으로 활용될 수 있을 것이다.

(참고문헌)

1. www.biacore.com
2. Jiří Homola, Sinclair, S. Yee, Günter Gauglitz, "Surface plasmon resonance sensors: review", Sensors and Actuators B, 54, 3-15 (1999)
3. P.I. Nikitin, A.A. Beloglazov, V.E. Kochergin, M.V. Valsiko, T.I. Ksenovich, "Surface plasmon resonance interferometry for biological and chemical sensing", Sensors and Actuators B, 54, 43-50 (1999).