타원계측법과 표면 플라즈몬 공명현상을 결합한 생체물질의 계면현상 측정

Biomolecular interaction detection by ellipsometry combined with surface plasmon resonance

제갈원, 조현모, 조용재, 이윤우, 김영필*, 김학성*
한국표준과학연구원 광기술표준부, *한국과학기술원 생명과학과
wchegal@kriss.re.kr

게놈 프로젝트 이후 Proteomics에 대한 연구가 활발히 진행되면서 생체물질의 구조와 기능을 분자 수준에서 분석할 수 있는 기기에 대한 요구가 높아지고 있다. 특히 표면 플라즈몬 공명(Surface Plasmon Resonance; SPR) 측정법은 fluorescent labeling 없이 생체시료의 계면현상을 측정할 수 있는 장점을 가지고 있어, ligand-receptor, protein-protein, protein-DNA, biomolecular recognition 등의 상호작용과 반응속도 측정에 널리 사용되고 있다.

표면 플라즈몬 공명현상은 1900년대 초 Wood[1]가 금속 회절격자에서 표면 플라즈몬파 여기로 인한 비정상적 회절현상을 발견함으로써 비롯되었다. 1968년 Kretschmann's configuration[2]으로 가시광 영역의 빛을 이용하여 표면 플라즈몬을 여기할 수 있는 방법이 제안된 후, 표면 플라즈몬 공명 측정법은 생체물질의 계면현상 측정에 광범위하게 사용되고 있다. Krestchmann's configuration을 이용한 표면 플라즈몬 여기는, 밑면이 30 nm ~ 50 nm 의 금 박막이 도포된 프리즘을 측정셀로 이용한다. 프리즘의 빗면에 전반사 조건보다 큰 입사각으로 측정광을 입사시키게 된다면, 빛은 금 박막의 계면에서 전반사하게 되지만, 계면에서는 evanescent wave가 존재하게 된다. 이때 금 박막과 공기 사이의 표면 플라즈몬파의 여기 조건이 만족된다면 evanescent wave는 표면 플라즈몬파를 여기 시키게 되며, 프리즘과 금 박막의 굴절률, 입사광의 파장 등이 공명 조건을 식 (1)과 같이 만족하게 된다면, 입사한 측정광은 반사되는 에너지 없이 모두 표면 플라즈몬파를 여기 시켜 결국 금 박막에 모든 에너지가 흡수된다.

$$\theta_{sp} = sin^{-1}\sqrt{\frac{\epsilon_m n_s^2}{\epsilon_m + n_s^2}} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

표면 플라즈몬 공명 조건은 금 박막과 공기 사이의 계면 조건에 대해서 매우 민감하게 변화한다. 따라서, 금 박막의 표면 조건 변화에 따른 측정광의 입사각, 파장, 반사광의 세기, 편광상태의 변화 등을 측정하게 되면 금 박막의 표면에서 일어나는 생체물질의 반응을 분석할 수 있다. 일반적으로 표면 플라즈몬 공명 조건에서는 측정광의 intensity 보다는 위상 성분이 10배 이상의 측정 민감도를 가지고 있다고 알려져 있다[3]. 본 연구에서는 SF10 재질의 프리즘과 이의 밑면에 30 nm 의 금 박막이 도포된 표면 플라즈몬 공명셀, 단파장 결상 타원계측기를 이용하여 측정 시스템을 구성하였다. 측정셀의 밑면에 액상의 생체 시료를 주입할 수 있는 fluidics를 제작하여 액체 굴절률을 변화시키며 타원계측상수를 측정하

는 실험을 수행 하였다. 실험 결과 5×10^{-6} 이하의 굴절률 변화를 감지할 수 있었다. 향후 금 박막에 생체물질을 성장하여 생체물질 흡착 실험을 통해 활성농도 결정, 반응 속도, 친화력 상수 결정 등의 다양한 실험에 적용할 계획이다.

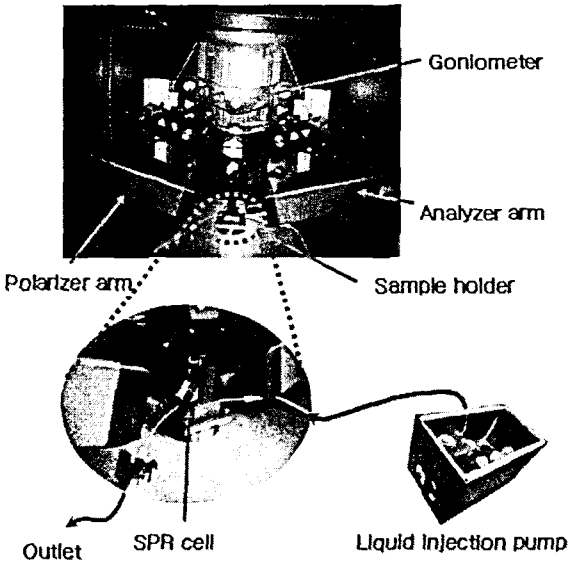

그림 1 표면 플라즈몬 공명셀을 단파장 결상 타원계측기의 실험 구성도

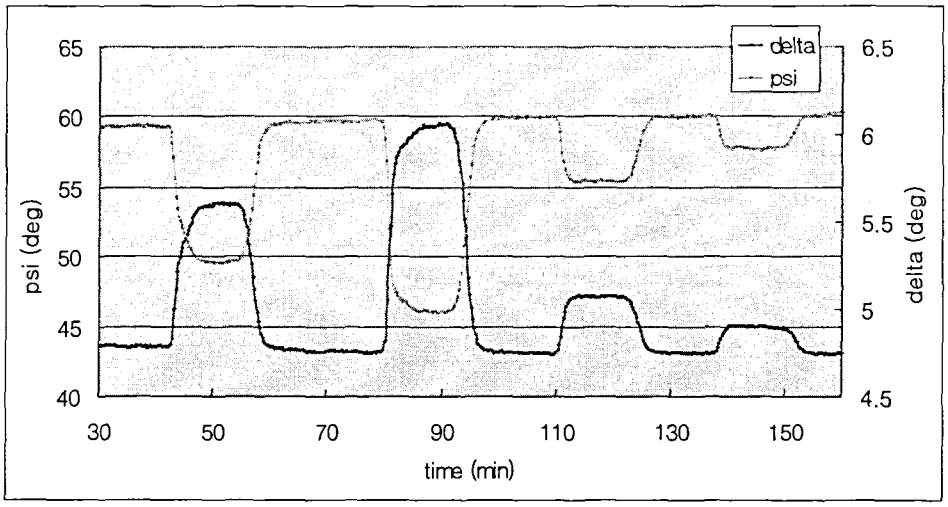

그림 2 Fluidics를 이용하여 주입한 액체의 굴절률을 변화시키며 측정된 타원계측상수

참고문헌

[1] R. W. Wood, Phil. Magm. 4, 396-402 (1902).

[2] E. Kretschmann and H. Raether, Z. Naturforsch **23A**, 2135-6 (1968).

[3] P. Westphal and A. Bornmann,m, Sensors and Actuators B **84**, 278-82 (2002).