

## 금 박막의 두께에 따른 타원계측 표면 플라즈몬

## 측정장치의 감도변화

## Sensitivity Dependence of Surface Plasmon Resonance

## Ellipsometer Corresponding to Au Film Thickness

조은경, 이홍원, 조재홍, 신대현\*, 제갈원\*, 조용재\*, 조현모\*  
 한남대학교 물리학과, 한국표준과학연구원 나노바이오융합연구단\*  
 eun-kyoung0308@hanmail.net

전통적인 SPR 측정장치는 반사율만 측정하지만 ellipsometry를 이용한 SPR 측정에서는 p-파와 s-파의 반사계수 크기의 비와 두 파의 위상차를 동시에 측정할 수 있다. 최적의 표면 플라즈몬 공명조건에서 위상차가 최대가 되고 이때 반사계수 크기의 비는 최소값을 갖는다. 최적의 공명조건에서 더욱 민감한 감도특성을 나타내는데 사용된 금속박막의 복소 광학상수와 두께에 따라 다르다. 본 연구에서는 632.8 nm 파장의 광원과 금 박막의 두께 50 nm 근방에서 두께 변화에 따른 타원계측 SPR 측정장치의 감도 변화를 연구하였다.

SPR 측정법은 금속박막의 표면 근처에서 일어나는 표면 플라즈몬 공명현상을 이용하여 측정하는 방법으로 공명각도 또는 광원의 파장을 가변시키며 형광물질의 부착 없이 실시간 동특성을 측정할 수 있는 장점이 있다. 특히 SPR 측정법은 고정화 되는 생체물질의 두께와 광학상수 결정을 통하여 생체물질 고정화에 대한 정량적 정보를 제공할 수 있다. 현재까지 SPR을 이용한 측정이 생체물질 연구에서 광범위하게 사용되고 있지만 SPR은 극미량 생체물질에는 반응하지 않기 때문에 측정감도를 향상시키는 연구가 요구되고 있다. 최근 reflectometry 방법보다 박막두께 측정 분해능에서 더욱 민감한 감응도를 가진 ellipsometry 기술을 나노바이오 연구에 접목하는 연구가 활발히 수행되고 있다<sup>1</sup>. SPR과 ellipsometry 기술이 융합된 측정방법을 사용하면 생체계면 분석의 감응도가 크게 향상될 수 있다는 연구결과들이 보고되고 있다.

타원계측 방정식에서 복소반사계수비  $\rho$ 는 p-파와 s-파에 대한 반사계수( $r_s, r_p$ )의 비이며 아래와 같이 표시할 수 있다.

$$\rho = \frac{r_p}{r_s} = \tan\Psi e^{i\Delta}$$

진폭과 관련된 타원계측상수  $\Psi$ 는 SPR 각도 변화와 같은 정보를 주지만 위상 변화  $\Delta$ 는 최적의 SPR 조건에서 민감하게 변화하게 된다. 이 민감한 변화를 이용하면 바이오 물질의 표면접합특성을 실시간으로 고감도 측정이 가능하다. 특히 신약후보 물질로 사용되는 저분자 물질 등이 타겟 단백질에 접합할 때 최고 감도의 측정정밀도를 요구하며 이 경우 기존의 반사율 측정보다 위상측정이 더 좋은 특성을 나타낼 수 있다.

그림 1은 검광자 회전형 타원계측기를 이용한 SPR 측정장치의 구조를 보여준다. SF10 프리즘에 50

nm 정도의 금 박막을 증착하여 SPR 센서로 사용하였고 시료주입장치를 이용하여 시료와 buffer 용액을 센서표면에 주입하였다. 그림 2는 금속박막의 두께 변화에 따른 타원계측각의 변화를 시뮬레이션 한 결과를 보여준다. 최적의 SPR 조건에서 타원계측상수  $\Psi$ 는 최소값을 가지며 위상차  $\Delta$ 의 변화가 가장 크게 나타남을 알 수 있다. 그림 3은 SPR 센서로 사용된 금 박막 시료들의 측정된 타원계측각도를 보여준다. 본 연구에서는 타원계측각도의 측정결과를 분석하여 금 박막의 복소굴절률 측정 연구를 수행하였으며 향후 바이오 박막의 SPR 측정 정량화에 활용하고자 한다.

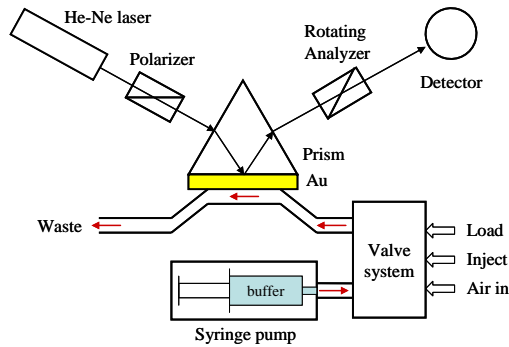


그림 1 Schematic diagram of SPR Ellipsometer

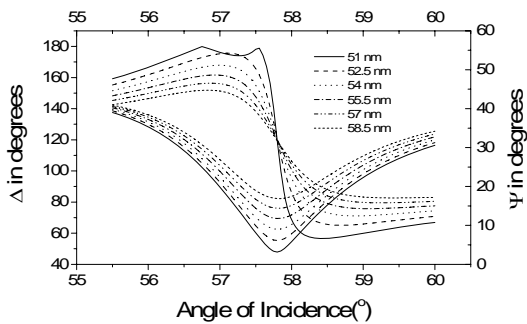


그림 2 SPRE 센서에서 금 박막의 두께와 타원계측각도 (simulation)

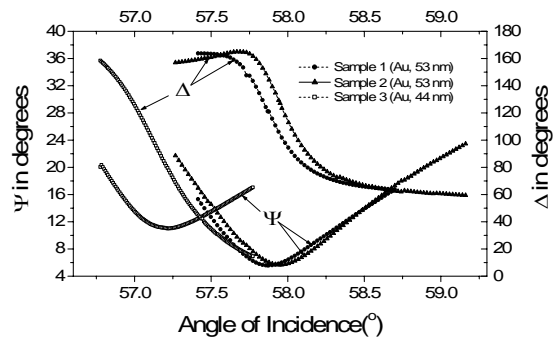


그림 3 SPRE 센서로 사용된 금 박막 시료들의 타원계측각도

1. H. Arwin, M. Poksinski, and K. Johansen, "Total internal reflection ellipsometry: principles and applications", Appl. Opt. **43**, 3028 (2004)