

다층물질간 유전율변화에 따른 표면 플라즈몬 공명의 신호 처리 및 분석

정채일 · 최기선 · 이해미 · 박내웅 · 이형중
 전남대학교 자연과학대학 물리학과
 fireball49@naver.com

프리즘의 밑면에 금박막을 증착하여 표면 플라즈몬 공명을 유도하였다. AU금속을 약 50nm 증착하여 특정 각도에서 생물물질간의 반응에 의한 표면 플라즈몬 공명 현상이 일어날 수 있도록 PRISM-SPR SENSOR를 제작하였다. 금박막 표면에 생체물질과의 반응성이 우수한 Ligand 물질에 생체물질을 흘려 주면서 상호 반응에 따른 광학적인 SPR 신호변화를 관찰하였다. 이러한 광학적인 분석장치를 이용하여 고정화 물질(Ligand)에 분석물질(Analyte)의 흡착 반응 일어나기 전후에 공명각 또는 광학적 SPR 신호변화로부터 분석물질을 정량화 할 수 있었다.

1. 서 론

금속과 유전체 사이에는 표면 플라즈몬 공명(Surface plasmon resonance)이 생기게 된다. 여기서 생기는 표면 플라즈몬파는 금속과 유전체 사이의 계면에서 진행되는 표면파의 일종으로 빛의 광자나 전자의 의해 여기(Excitation) 될 수 있고, 이 현상을 일반적으로 표면 플라즈몬 공명 현상이라 한다. 표면 플라즈몬 공명을 이용한 센서 기술은 많은 부분에서 사용되고 있다. 항원, 항체반응과 같은 생명공학 부분과 미세한 오염물질 측정을 위한 환경분야 등에서 표면플라즈몬공명(SPR) 센서를 사용하고 있으며, 이러한 분석기술은 분석 시료를 정제과정 없이 검출하고자 하는 측정물질에 대한 정성적 분석이 가능하고 실시간으로 분석이 가능하다는 장점이 있으며, 수십 나노미터(nm)에서 최대 수 옴스트롱(Å)에 달하는 크기 분해능으로 물질을 분석할 수 있다. 본 논문에서는 프리즘분광기를 이용하여 생체물질간의 반응을 표면 플라즈몬 공명에 의해 감지할 수 있음을 확인하였고, 보건 의료 기술에 필요한 물질 분석을 위하여 분석시료에 대한 광학적 SPR 신호 변화를 측정하였다.

2. 본 론

표면 플라즈몬이란 외부에서 전자기파나 빛이 금속의 표면에 입사될 때 금속 표면에서 여기된 전자들의 진동 현상이다. 표면 플라즈몬 공명은 여기된 전자들의 공명으로 입사광이 금속표면으로 전파되어 소실되는 것을 말하고, 이러한 공명현상은 특정 입사각도에서만 나타나게 된다.

제작된 프리즘 SPR센서는 한쪽면에 AU를 증착한 프리즘 분광기를 사용하여 표면 플라즈몬 공명을 유도하였다. 입사되는 광원은 635nm의 단파장을 갖는 적색 레이저를 사용하고, 프리즘의 밑면에 AU를 약 50nm로 증착을 하였다. 표면 플라즈몬 공명각이 바뀌는 이유는 프리즘으로 입사된 광이 금박막 표면 변화에서 sample의 유전율 변화로 이루어지고 이 변화에 의해 SPR 각도 변화가 생긴다. 이 과정에서 금박막과 유전체 사이에서 흐르는 표면 플라즈몬파의 전파상수는 다음과 같은 식으로 계산할 수 있다.

$$\beta = x \sqrt{\frac{\epsilon_m n_s^2}{\epsilon_m + n_s^2}} \dots \dots \dots (1)$$

식1. k : 자유공간 전파상수, ϵ_m : 금박막의 유전상수 ($\epsilon_m = \epsilon_{mr} + \epsilon_{mi}$), n_s : 유전체의 굴절률
 이러한 기본자료를 바탕으로 금박막이 코팅된 프리즘에서의 표면 플라즈몬 공명각을 쉽게 결정할 수 있었으며, 금박막에 고정화(Ligand)물질과 분석(Analyte)물질 사이의 반응 변화를 SPR각도 및 광량의 변화를 관측하여 정량화 할 수 있었다. Ligand 물질이 세척과정에서 생기는 손상방지를 위해 코팅물질을 덮고 Analyte 물질을 저장할수 있는 저장용기를 제작하여 프리즘과 결합을 시킴으로써 표면플라즈몬 공명을 일으킬수 있는 장치구성을 하고 신호 감지부에 수광소자(PD)를 두어 각도, 광량 변화를 컴퓨터를 사용하여 신호를 분석하였다. 개략적인 구성도는 그림1로 나타내었다.

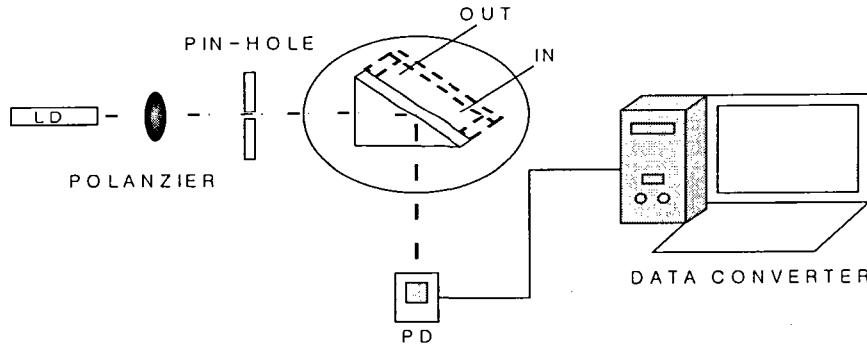


그림 1. PRISM SPR (SURFACE PLASMON RESONANCE) 구성도

3. 결과 및 고찰

프리즘 표면플라즈몬 공명 센서를 사용할 경우의 생체물질간의 반응 정도에 따라 감지되는 측정시간을 줄이고, 또한 집적화된 도파로 방식을 도입하기 위하여 기본 데이터를 확보하기 위하여 프리즘 SPR센서를 제작하였다. 프리즘 방식은 고정화(Ligand) 물질과 생체(Analyte) 물질과의 반응시간에 따라서 Data의 정확성을 좌우하게 된다. 광학적 분석장치로부터 생체(Analyte) 물질의 표준 데이터를 확보하고 앞으로 제작될 도파로(Wave-Guide)를 이용한 센서의 데이터를 비교함으로써 수백에서 수 nm 사이즈의 물질에 대한 분해능을 높일 수 있고, 실시간으로 감지할 수 있는 고감도의 센서를 제작할 계획이다.

4. 참고 문헌

1. M.Palum, C.Pearson, J.Nagel, M.C. Petty "Surface Plasmon Resonance sensing of using polyelectrolyte thin films" Sensors and Actuators B 91 (2003) 291-297
2. Christina Boozer, Qiuming Yu, Shengfu Chen, Chi-ying Lee, Jiří Homola, Sinclair S. Yee, Shaoyi Jiang "Surface functionalization for self-referencing surface plasmon resonance (SPR) biosensors by multi-step self-assembly" Sensors and Actuators B 90 (2003) 22-30
3. S.G.Nelson, K.S.Johnston, S.S.Yee "High sensitivity surface plasmon resonance sensor based on phase detection" Sensors and Actuators B 35-36 (1996) 187-191

FD