

## 표면 플라즈몬 공명과 PMMA를 이용한 waveguide 도파특성 분석 및 응용

### Surface plasmon resonance analysis and application for the waveguide using PMMA

임용준, 최경식, 한승훈, 한준구, 김 휘, 김세운, 이병호\*

서울대학교 전기공학부

byounggho@snu.ac.kr

최근 들어 표면 플라즈몬과 관련한 연구가 센서 및 각종 분야에서 널리 활용되고 있을 뿐 아니라, 나노 기술과 관련한 많은 연구가 진행되고 있다. 그 중에서도 표면 플라즈몬을 이용한 홀로그램 재생 방법이 이미 제안된 바가 있다.<sup>(1)(2)</sup> 이와 관련하여, 금속 박막 필름과 PMMA를 이용한 광 도파 모드의 특성에 관한 연구와 표면 플라즈몬과 관련한 논의 및 그 응용에 관한 연구를 하고자 한다. 본 논문에서 제안하는 구조가 그림 1에 간략히 나타나 있다.

표면 플라즈몬 공명은 평행 편파로 입사하는 광파에 의해서 유전체와 금속의 경계면을 따라 존재하는 광자와 금속 표면의 고밀도 진하 분포에 의해서 일어나는 양자 현상이다.<sup>(3)</sup> 이때, 유전체와 금속의 경계면을 따라 유한하게 진행하는 광파가 생성되며, 경계면의 수직방향으로는 evanescent wave가 발생한다. 이 현상에 관한 해석은 맥스웰 방정식을 토대로 한 해석이 가능하며 고유의 분산관계를 가지는 것은 잘 알려져 있다. 다시 말해서, 평행편파를 가진 입사 광파의 파수 벡터 성분이 주어진 분산관계를 만족할 때, 표면 플라즈몬이 여기가 되며 플라즈몬에 의한 경계면 방향으로 진행하는 광파와 evanescent wave가 발생하는 것이다.<sup>(4)</sup> 또한, 플라즈몬 공명현상은 다층구조에서의 반사율을 계산함으로써 설명이 가능하다. 반사율의 측정을 통한 표면 플라즈몬 공명현상 규명 방법이 가장 널리 사용되고 있으며, 본 연구를 위해 제작된 실험 표본과 실험 셋업이 그림 1에 주어졌다. 여기서, 실험표본 제작을 위한 예비 과정으로서 기준 파장 633nm 와 프리즘 및 슬라이드 글래스, 크롬과 금의 일반적인 구조에 대해서 시뮬레이션 결과와 샘플에 대한 실험 측정 결과가 각각 그림 2에 나타나 있다.

제작된 샘플은 슬라이드 글래스 위에 크롬과 골드가 각각 약 1nm와 30nm가 증착되었다. 크롬은 금을 흡착하기 위해서 사용되었으며, 금 표면위에는 PMMA가 코팅된다. PMMA는 MICRO-CHEM 사의 950PMMA가 4000rpm의 속도로 40초간 스핀 코팅되었다. PMMA가 증착된 샘플의 입사광 532nm(제2 고조파 Nd-YAG 레이저)에 대한 반사율의 시뮬레이션과 실험 결과가 그림 3에 주어졌다. 그림 3에서 보이는 바와 같이 PMMA가 메탈 필름에 증착됨으로 인해서 반사율 특성이 달라짐을 알 수가 있다.

그림 2와 3에서의 시뮬레이션과 실험 측정은 편의상 각각 그림 1에서의 각도  $\theta$ 와  $\phi$ 를 기준으로 하여 수행 하였다. 이와 더불어, 프리즘, 메탈, PMMA의 다층 구조에 대한 전기장의 세기 분포의 해석과, 이를 통한 반사율 변화에 주는 요인에 관한 해석, 그리고 PMMA를 이용한 광 도파 모드의 연관성에 대한 연구를 수행하였으며 응용을 제시하고자 한다.

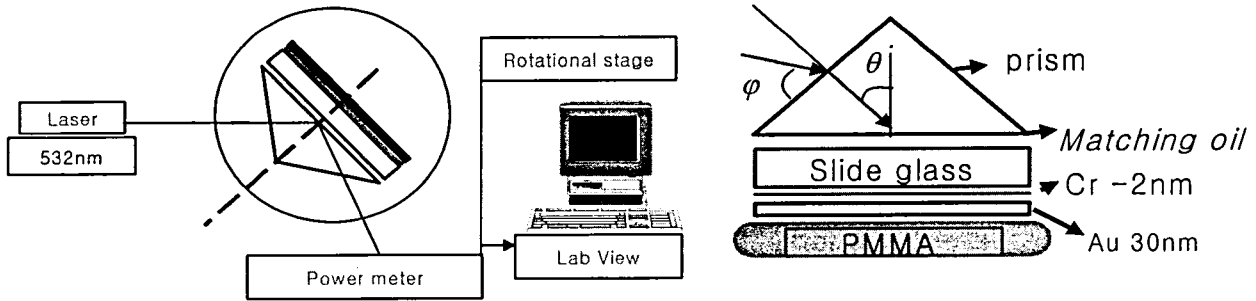


그림 1. 제작된 실험 셋업(좌) 및 표본(우)

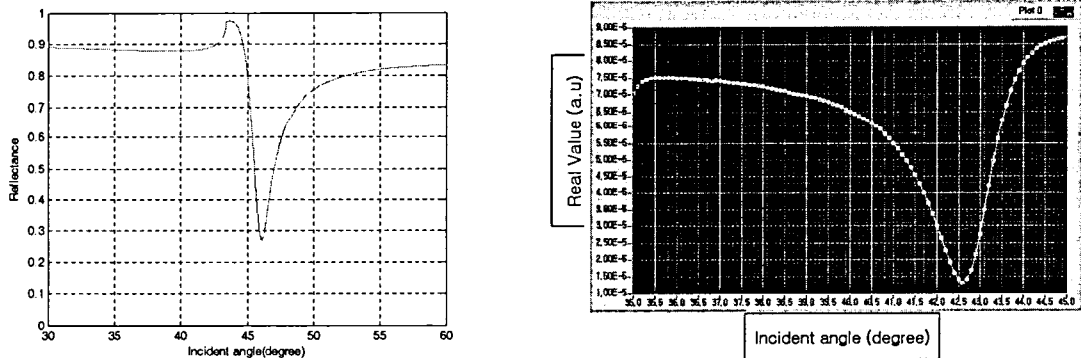


그림 2. 표면 플라즈몬 공명에 의한 반사율의 변화 시뮬레이션(좌) 및 실험 결과(우)

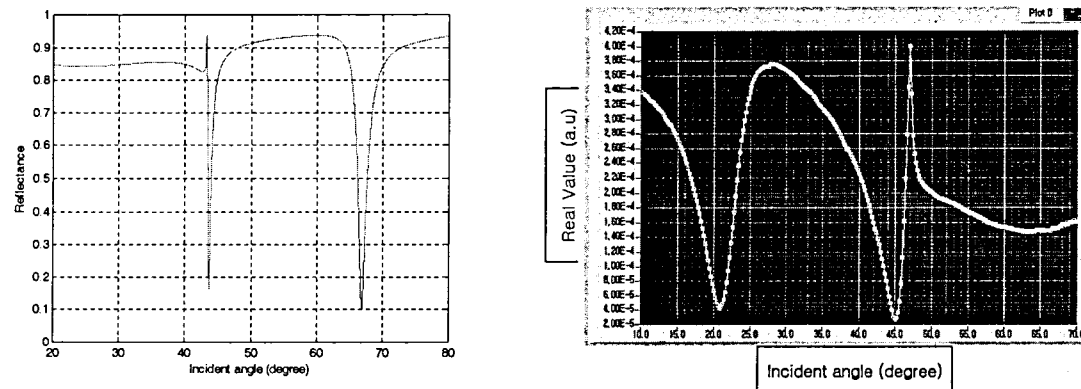


그림 3. PMMA 증착에 의한 반사율 특성 시뮬레이션(좌) 및 실험 결과(우)

참고문헌

1. S. Maruo, O. Nakamura and S. Kawata, "Evanescent-wave holography by use of surface plasmon resonance", Applied Optics, vol. 35, no. 11, 2343-2346, 1997.
2. G. P. Wang, T. Sugiura and S. Kawata, "Holography with surface-plasmon-coupled waveguide modes," Applied Optics, vol. 40, no. 22, 3649-3653, 2001.
3. H. Raether, Surface Plasmons, Springer-Verlag, Berlin, 1988.
4. W. Barnes, A. Dereux and T. Ebbesen, "Surface plasmon subwavelength optics," Nature, vol.424, 824-830, 2003.

T  
E