

금속 코팅된 PMMA 격자와 표면 플라즈몬  
공명을 이용한 파장-대역 선택 격자 필터  
A wavelength-band selection grating filter  
using the metal-coated PMMA grating  
and surface plasmon resonance

정승환, 임용준, 김세윤, 이병호  
서울대학교 전기·컴퓨터 공학부  
byounggho@snu.ac.kr

자유 공간 광통신 시스템에서 사용되는 파장 대역은 일반적으로 근적외선 영역 (대략 750~1600 nm)이다. 구체적으로 780~850 nm의 대역과 1520~1600 nm이 대역의 시스템이 가장 많이 사용된다 [1]. 물론, 동일한 대기 환경에서 전송되는 경우, 각 대역의 전송 특성은 큰 차이가 없다. 그러나 사용되는 장비와 상황에 따라, 특정 대역을 사용하는 것이 유리한 경우가 있다. 대역II(1520~1600 nm)을 사용할 경우, 저손실과 고품질의 전송단 (transmitter)과 수신단 (receiver)을 구성할 수 있으며, 이로 인해 파장 다중화 (wavelength-division multiplexing) 자유 공간 광통신이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 일반적으로 대역 I (780~850 nm)의 장비에 비해 고가이며, 850 nm에서 동작하는 APD (Avalanche Photo Diode) 검출기에 비해 그리 성능이 뛰어나지 않다는 단점이 있다. 반면, 대역II의 경우 사용되는 장비가 저가이면서 높은 효율을 낼 수 있다는 장점이 있다. 그러나 대역II의 파장은 대역 I의 파장에 비해 눈에 흡수되는 양이 작아서, 대략 50~65 배의 높은 파워를 대기 중에 전송할 수 있는 장점이 있다. 그러므로 장거리 전송에서는 대역II의 파장을 사용하는 것이 더욱 적합할 수 있다 [2]. 본 논문은 표면 플라즈몬 공명 (surface plasmon resonance) 구조와 메탈 코팅된 PMMA (polymethyl methacrylate) 격자를 이용하여, 파장-대역을 선택하는 격자 필터를 제안한다. 그림 1은 제안된 파장-대역 선택 필터의 구조를 나타내고 있다. 임계각 (critical angle)을 넘어 프리즘에 입사하는 빛은 전반사되며, 일부의 소멸파 (evanescent wave)만 새어나오게 된다. 그러나 소멸파가 새어나오는 면에 금속 코팅된 PMMA 격자가 접하게 되면, 플라즈몬 공명 조건에 맞는 빛은 회절되어 새어나오거나 금속 표면으로 흐르게 된다 [3]. 이러한 플라즈몬 공명 현상에 의해, 입사각과 입력 빛의 편광 상태를 주기를 조정하게 되면 그림 1에서처럼 파장-대역을 분리·선택할 수 있다.

그림 1에서처럼 두 대역의 빛은 동일한 각으로 입사됨을 가정한다. 우선, 대역 I 파장의 빛이 플라즈몬 공명 조건에 맞는 입사각으로 입사되는 경우를 생각하자. 대역 I 파장이 TM 편광된 빛이라면 표면 플라즈몬 공명에 의해 대부분 금속 표면으로 흡수되고 'A'로 회절되어 나가지 않는다. 그러나 대역 I 파장의 빛을 TE 편광으로 맞추면 금속 표면으로 흐르지 않고 그림 1의 'A' 방향으로 회절되어 나간다. 그러나 대역II 파장의 빛은 공진조건에 맞지 않으므로 편광에 상관없이 프리즘 경계면에서 반사되어 'B' 방향으로 나간다. 이렇게 반사되어 프리즘에서 나오는 빛은 주기 2  $\mu\text{m}$ 의 폴리머 격자에 의해 회절되며, 결국 각 파장-대역에 대한 격자 필터로 사용될 수 있게 된다. 반대로, 대역 II 파장의 빛도 격자 주기와 편광 조정에 의해 'A' 방향으로 회절되어 나가거나, 금속 표면으로 흡수되어 나가게 할 수 있다. 그림 2는 금속 코팅된 PMMA 격자의 현미경 사진과 AFM (atomic

force microscopy) 사진을 나타낸다.

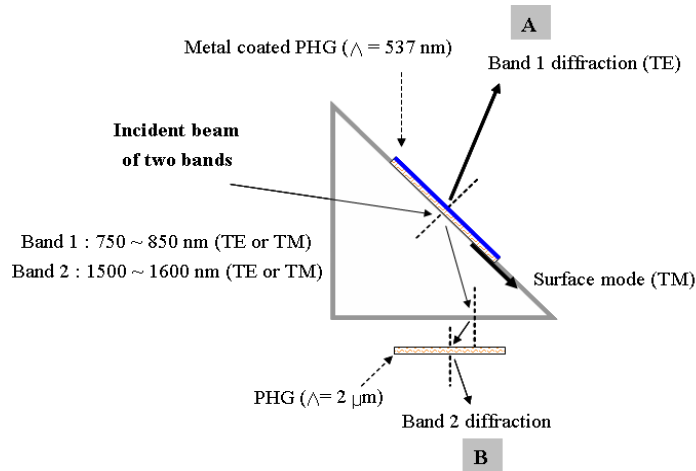


그림 1. 제안된 파장-대역 선택 필터의 구조

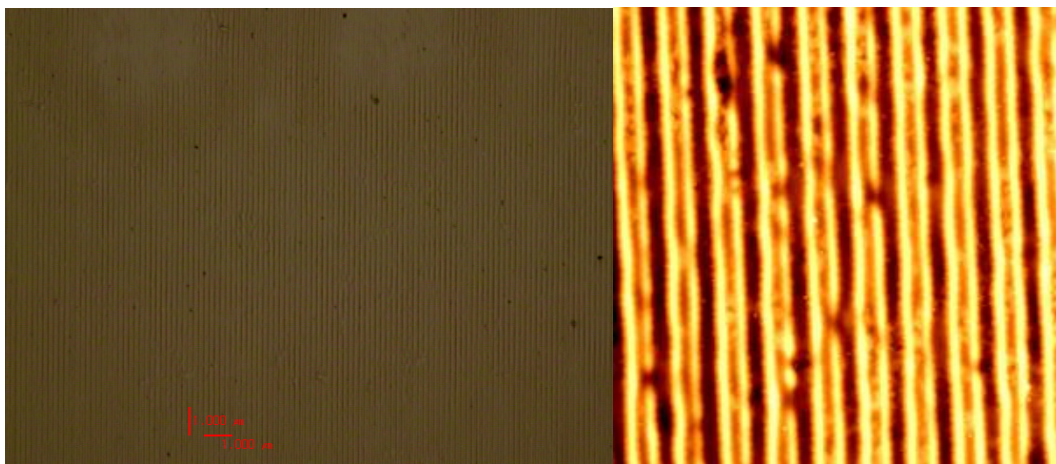


그림 2. (a) 메탈 코팅된 PMMA 격자의 현미경 사진

(b) 비접촉식 AFM 사진

참고문헌

1. E. Korevaar, I. I. Kim, and B. McArthur, "Atmospheric propagation characteristics of highest importance to commercial free space optics," Proceedings of SPIE, 4976, pp. 1-12, 2003.
2. I. I. Kim and E. Korevaar, "Availability of Free Space Optics (FSO) and hybrid FSO/RF systems," Proceedings of SPIE, 4530, pp. 84-95, 2001.4.
3. S. Park, G. Lee, S. Song, C. Oh, and P. Kim, "Resonant coupling of surface plasmons to radiation modes by use of dielectric gratings," Applied Optics, 28, pp. 1870-1872, 2003.