

광학두께 감시기를 이용한 광통신용 경계 필터의 증착

Deposition of edge filters for optical communications using an optical thickness monitoring system

우석훈*, 이상현, 황보창권, 문일춘†, 강건모†

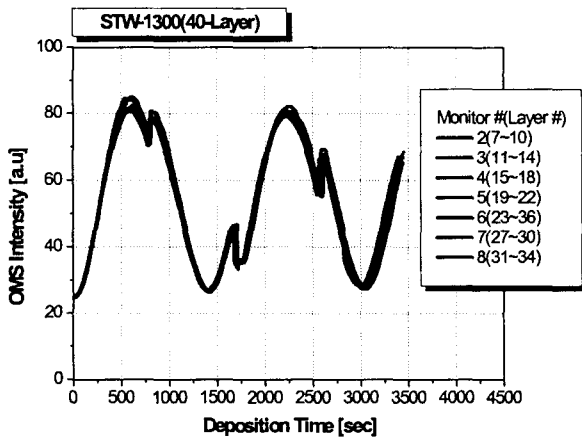
인하대학교 물리학과, † 삼성테크윈(주)

e-mail : g2011538@inhavision.inha.ac.kr

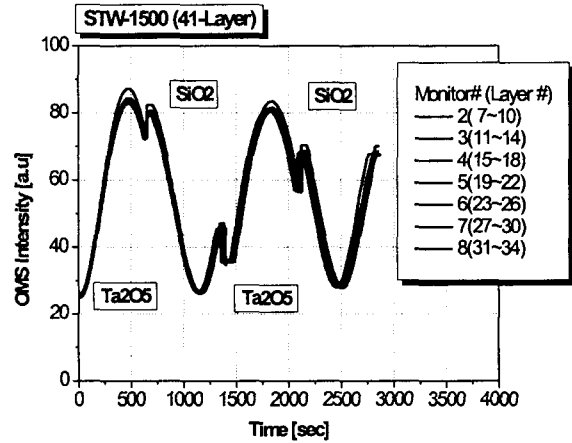
최근 음성, 화상 및 동영상 등의 대용량 정보전송 요구에 따라 광통신용 광학 박막의 필요성이 점차 증대되고 있으며, 특히 광통신에서 주로 사용되는 두 파장영역(1300nm/1500nm)을 분리하는 1300nm/1500nm 경계 필터는 WDM 양방향 광통신 시스템 등에 많이 응용되고 있다. 광통신용 광학 박막은 보통 그 증착 두께가 일반 광학 박막에 비해 매우 두꺼우므로 증착 시 두께 조절의 어려움이 있을 수 있으며, 오랜 시간 증착 하는 동안 증착조건의 변화에 의해 증착물질의 광학상수의 변화 등 여러 가지 문제점들을 가질 수 있다. 따라서 수십 μm 의 두께를 갖는 광통신용 광학 박막의 증착 방법에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 $\text{Ta}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2$ 유전체 다층 박막 간섭필터를 이용하여 광통신용 경계 필터를 설계하고 증착하였다. 광통신용 필터는 45° 입사각에서 1270-1350nm 파장영역은 투과시키고, 1500-1600nm 영역을 반사시키는 1300nm 파장투과필터(STW-1300)와 1500-1600nm 파장은 투과시키고, 1270-1350nm 파장영역을 반사시키는 1500nm 파장투과필터(STW-1500)를 설계하였다. 1300nm/1500nm 경계 필터는 투과대역에서의 투과율이 높아야 하며, 투과/반사 경계의 기울기가 커야 한다. 따라서 투과영역에서의 투과율이 95.5% 이상이고, 반사영역에서 투과율이 0.1% 이하를 만족하도록 타깃을 설정하였다. Ta_2O_5 와 SiO_2 를 이용하여 1/4 파장 두께의 $[\text{Air}/(0.5L \text{ H } 0.5L)^S/\text{Glass}]$ 와 $[\text{Air}/(0.5H \text{ L } 0.5H)^S/\text{Glass}]$ 구조의 대칭박막을 기본 설계로 하였으며 대칭박막의 투과대역과 반사대역을 이용하였다. 반복주기 S를 전산모의를 통하여 결정하였으며, 투과영역의 잔물결(ripple)을 제거하기 위하여 1/4 파장 두께의 다층박막 양쪽에 결합층을 두어 잔물결을 최소화 하였다. 또한 투과영역에서의 투과율을 높이기 위해 기판 뒷면에 5층의 무반사 코팅을 하였다. 1300nm 영역과 1500nm 영역의 파장을 분리시키는 경계 필터는 각각 40층($10.72\mu\text{m}$)과 41층($8.1\mu\text{m}$)의 다층 박막으로 설계 되었다. 광학두께 감시기(OMS; optical thickness monitoring system)와 물리두께 감시기(XTC)를 이용하여 박막의 두께를 조절하였으며, 플라즈마 이온 보조 증착(Plasma Ion Assisted Deposition, PIAD)법으로 증착하였다. 1/4 파장 광학 두께의 다층 박막은 OMS를 사용하여 두께를 조절하였으며, 매 4층 마다 모니터링 glass를 교체하였다. 1/4 파장 광학 두께가 아닌 결합층은 물리 두께 측정기를 사용하여 박막의 두께를 조절하였다. 그림 1에 각각 40층과 41층의 구조를 갖는 경계 필터의 증착 중 OMS의 광학 두께 측정값을 나타내었으며, 다층 박막을 증착하는 동안 광학두께 측정값이 거의 일정하였다. 그림 2에는 1300nm/1500nm 경계 필터의 45° 입사 빔에 대한 투과스펙트럼을 나타내었다. OMS를 이용하여 플라즈마 이온빔 보조 증착한 1300nm/1500nm 경계 필터의 투과율은 설계 값과 잘 일치하였다. 1300nm/1500nm 경계 필터는 투과영역에서 평균 투과율이 각각 97.72% 와 98.4%로 높고 반사영역에서의 평균 투과율 0.1% 이하를 만족하는 우수한 광학적 특성을 나타냈다. 유전

체 다층박막을 이용한 광통신 영역에서의 경계 필터의 설계 방법과 광학 두께 감시기를 이용한 증착법은 WDM용 광 분할/결합기의 add/drop 필터 뿐만 아니라 광통신용 다층 박막에 널리 이용될 것으로 판단된다.

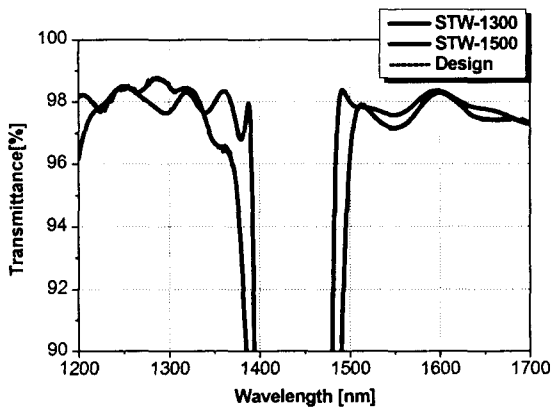


(a) 1300nm투과/1500nm반사 필터

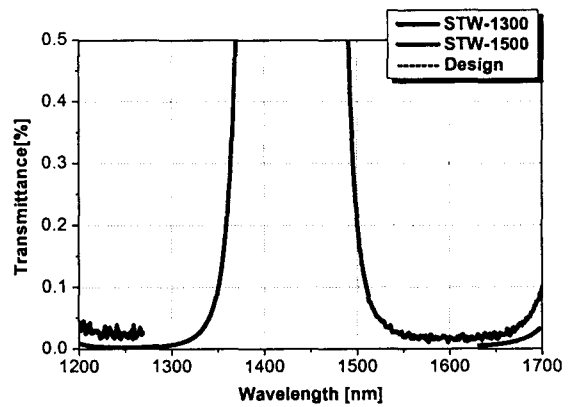


(b) 1500nm투과/1300nm반사 필터

그림 1. 1300nm/1500nm 투과 반사 필터 증착 중 광학 두께 감시기(OMS)의 측정값



(a) 투과 영역



(b) 반사영역

그림 2. 1300nm/1500nm 투과 반사 필터의 광학적 특성

참고문헌

[1] C. Randy Giles, and M. Spector, "The wavelength add/drop multiplexer for lightwave communication networks" Bell Labs Technical Journal, v.4 no.1 pp.207-229, 1999
 [2] 황보창권, 박막광학, 다성출판사, 2001
 [3] V. Kartalopoulos, Introduction to DWDM technology, SPIE Optical Engineering Press, 2000