

광커넥터 패를 단면의 다층 무반사 코팅 박막 제작 및 특성에 관한 연구

기현철, 양명학, 김선훈, 김상택, 박경희*, 홍경진**

한국광기술원 *전남대학교 전기공학과, **광주대학교 광통신전자공학부

Study of Multi Anti-Reflection Coating Thin Film of Ferrule Facet Manufacture and Characteristics

Hyun-Chul Ki, Mung-Hark Yang, Sun-Hoon Kim, Sang-Taek Kim, Kyung-Hee Park* and Kyung-Jin Hong**

KOPTI, Chon-Nam Univ*, Kwang-ju Univ.**

Abstract

Ferrule function have connect Optical Communication Cable. But Ferrule have important role that is decided transmission efficiency and information quality. Key- point of detailed drawing of ferrule is Anti-Reflection.

In the study Broadband Anti-Reflection coating Film was design for ferrule of optical connector and deposited in low temperature by Ion-Assisted Deposition system.

Optical thin film materials(Ta_2O_5 , SiO_2) were manufactured Index and Film thickness. Ta_2O_5 index is 2.123~2.125 and SiO_2 is 1.44~1.442. Reflection Loss of film deposited on Ferrule is 30.1[dB]

Key Words : Ferrule, Anti-Reflection, Broadband, Reflection-loss

1. 서 론

초고속 정보통신망의 구현을 위한 광학적 Link에 필수적이고, 광학정렬 및 접속회로 교환기, 전송장치, 광 감쇠기, 커플러, 계측기 등의 장치 내 연결과 상호간의 광학적 연결을 위해 광 점퍼코드가 사용되는데, 패를은 점퍼코드의 가장 중요한 핵심부품으로 물리적, 기계적, 환경적 요소 등의 내구성이 필요하다.

광커넥터의 현재 핵심 요소 기술은 저손실화, 저반사화, 조작성, 고밀도 실장성을 말한다. 저손실화를 위해서는 패를 정렬기술, 편심방향 조정에 따른 저손실화 기술이 중요하고, 저반사화를 위해서는 광커넥터 단가의 반이상을 차지하는 핵심 부품인 패를에 삽입된 Fiber 단면처리기술이 중요하다. 저반사화 기술전개는 패를의 비스듬한 연마에 의한 반사광의 저반사 특성 확보 방법에서 패를에 삽입된 Fiber 모듈에 직접 무반사(Anti Reflective) 코팅을 하여 저반사화를 실현하는 방향으로 전개되고 있다.

본연구에서는 광커넥터의 저반사화를 위해서 패를에 단면에 무반사 코팅을 하고자 한다.

무반사 코팅막을 제조하기 위해서 무반사 코팅막을 설계 하였으며, 설계된 코팅막을 제조하여 물리적특성 및 광학적 특성을 분석하였고, 실제 광커넥터에 무반사 코팅막을 증착하여 광커넥터의 반사손실(Return-loss)을 측정하였다.

2. 실험

2.1 무반사 코팅막 설계

본연구에서는 무반사 코팅막을 설계전 코팅막에 사용되는 물질을 Ta_2O_5/SiO_2 로 선정하였다.

Ta_2O_5 는 다층박막에서 굴절률이 적은 SiO_2 와 한 짝을 이

루는 고굴절률 박막으로 많이 사용되고 있다. Ta_2O_5 는 증착방법, 증발물질, 반응기체압력, 기판온도, 증착률 등에 따라 굴절률이 2.1에서 2.7까지 변한다.

SiO_2 는 200~4,500[nm]의 넓은 영역에서 투과하며 굴절률이 낮다. 내구성이 높고 외부환경에 강해 무반사 코팅에 사용되고 있다.

실제 사용되는 광커넥터의 필요투과특성1425~1575 [nm] 영역에서 99.[8%] 이상의 투과율과, 1400~1600[nm]에서 99.5[%]이상과 같은 특성을 만족하기 위해서는 Muti Broadband layer로 설계를 하여야 한다.

그림1은 설계한 박막의 simulation 결과이다.

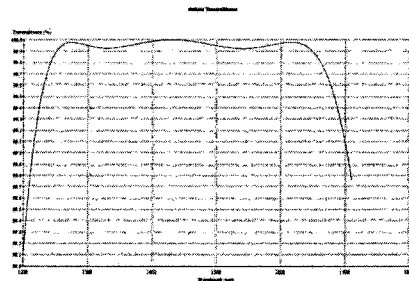


그림 1. Simulatin 결과.

2.2 무반사 코팅막 증착

그림2는 설계된 무반사 코팅막을 증착을 위한 IAD장비 내부사진이다. 이온빔 보조 증착은 적당한 에너지와 전류 밀도의 이온빔으로 증착되고 있는 박막에 충격을 주어 박막의 기동이 부서면 조밀도가 커지므로 외부환경에 강한 박막을 증착할 수 있다. 그리고 Dome과 Chamber Wall의 온도를 조절 가능하므로 저온에서 증착할 수 있는 장비이다.

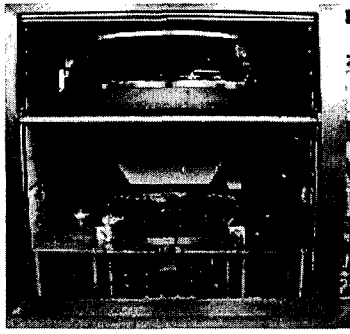


그림 2. Ion-Assisted Deposition system.

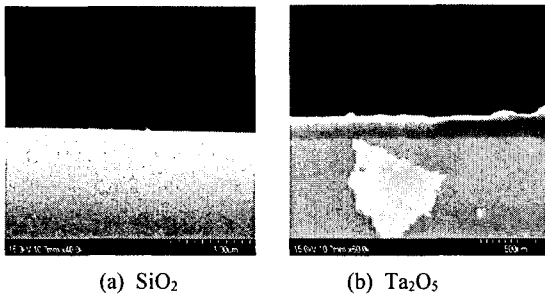
3. 결과 및 고찰

무반사 코팅박막에 사용되는 SiO_2 와 Ta_2O_5 의 굴절률을 측정 후 설계프로그램에 입력을 하여 다층막을 설계해야 한다. 굴절률을 측정하기 위하여 SiO_2 와 Ta_2O_5 를 각각 Si wafer위에 증착하였다. 굴절률과 설계되어진 박막과 실제 증착되어진 박막의 두께를 비교하기 위해서 증착할 박막의 두께를 $1,000[\text{\AA}]$ 으로 하였다.

증착되어진 박막의 두께는 SEM(Hitachi,S-4700)으로 굴절률은 Ellipsometer(Horiba, UVIS EL HR 460)를 이용하여 측정하였다.

그림 3은 증착되어진 SiO_2 , Ta_2O_5 의 SEM 사진이다. 각각의 두께는 약 $1090[\text{\AA}]$, $1095[\text{\AA}]$ 이다.

SEM으로 측정된 결과 설계된 박막의 두께($1,000[\text{\AA}]$)와 증착되어진 박막의 두께는 거의 일치함을 볼 수 있었다.



(a) SiO_2 (b) Ta_2O_5

그림 3. SEM 결과.

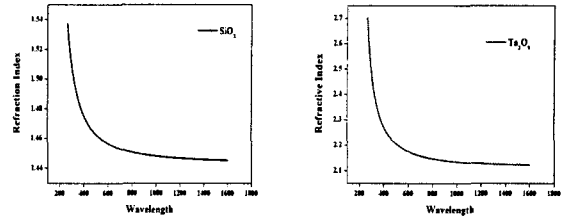
그림 4는 사용된 물질의 굴절률을 측정된 결과이다.

SiO_2 박막의 굴절률은 1.44 ~ 1.53까지 변화하는 것을 알 수 있다. 본 연구에서 사용하고자 하는 $1400 \sim 1600[\text{nm}]$ 에서는 1.44 ~ 1.442로 거의 변화가 없음을 알 수 있다.

Ta_2O_5 박막의 굴절률은 2.121 ~ 2.7까지 변화하고, 사용 파장대역인 $1400 \sim 1600[\text{nm}]$ 에서 2.123 ~ 2.125로 변화가 없다.

본 연구에서 사용한 두 물질의 굴절률이 사용파장 영역에서 변화가 없는것을 확인하였고, 이것은 두 물질이 장파장 대역의 무반사 광학박막 물질로 많이 사용되어지고 있음을 알 수 있다.

그림5는 무반사 광학박막을 적용한 커넥터 사진이다. 무반사 광학박막을 적용한 커넥터의 반사손실은 FC Connector에서는 48.2[dB], Capillary에서는 30.1[dB]을 나타냈다.



(a) SiO_2 (b) Ta_2O_5

그림 4. 굴절을 결과.

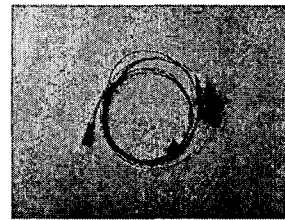


그림 5. 무반사코팅된 광커넥터

4. 결론

본 연구에서는 무반사 코팅 박막으로 사용할 물질을 광학박막에서 안정적인 특성을 가지고 있는 SiO_2 와 Ta_2O_5 를 선정하였고, 선정된 물질의 굴절률은 각각 1.44 ~ 1.442, 2.123 ~ 2.125로 사용파장내역에서 변화가 없는 것을 확인하였으며 굴절률을 조사하여 무반사 코팅 박막 설계의 기초단계를 완성하였다.

그리고 광대역의 주파수영역에서 사용하기 위한 Broadband 다층막 설계기술을 적용하였고, 완성제품인 패들의 외부적인 손상이 되지 않는 상태에서 코팅을 시행하기 위해서 저온 코팅인 $80[^\circ\text{C}]$ 이하에서 코팅박막을 증착하였다.

실제제품에 적용한 결과 반사손실은 FC Connector에서는 48.2[dB], Capillary에서는 30.1[dB]을 나타냈다.

감사의 글

본 연구는 광주지역 첨단부품소재 육성사업의 연구비 지원에 의한 것입니다.

참고 문헌

- [1] 광커넥터 모듈용 패들 단면 AR코팅기술 개발, 광주 지역 첨단부품 소재 육성사업 완료보고서. 2007. 3.
- [2] M. Lottiaux, Thin Solid Films, Col.179, 107, 1989
- [3] Y. Fujiwara, N. Toyoda, K Mochiji, T. Mitamura, and I. Yamada, Nuclear Instrument and methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, Vol.206, 870, 2003.
- [4] Tadashi Saitoh, Takaaki Mukai and Osamu Mikami, Journal of Lightwave Technology, Vol. LT-3, No. 2, 288(1985)