

고분자 overlay를 사용한 측면연마 광섬유 가변 감쇠기 특성

Variable Optical Attenuator using Side Polished Fiber with Polymer Overlay

안창준, 구숙영, 정치섭
 청주대학교 광학공학과
 mertul@chongju.ac.kr

현재 광통신의 전송선로는 산화 실리콘(SiO₂)을 모체매질로 하는 광섬유이다. 그러나 광신호의 프로세싱을 담당하는 각종 광소자들은 그 대부분이 광섬유와는 다른 매질과 구조를 사용한다. 이러한 이유로 인해 광섬유와 소자간의 굴절률 차이로 인한 반사와 삽입손실을 피할 수 없다. 이러한 문제를 피하기 위한 형태의 하나로서 측면연마 광섬유형 소자가 제안되었다. 측면연마 광섬유형 소자는 광섬유의 측면을 연마하고, 상부에 평판도파로를 제작함으로써, 소멸 광학장(evanescent wave)에 의하여 방향성 결합이 일어나는 현상을 이용하는 방식의 소자이다. 이때 광신호는 광섬유의 코어내부에서 평판도파로로 진행한다. 평판도파로로 이전된 광신호는 사용하지 않고 광섬유를 진행한 광신호만을 사용하는 경우에는 집적광학회로를 사용할 때와 같은 여러 가지 단점들을 극복할 수 있다. 이러한 이유로 인하여 측면연마 광섬유형 소자는 삽입손실을 극도로 줄일 수 있다.⁽¹⁾ 이러한 소자들은 평판도파로의 굴절율을 변화시킴으로써 광신호의 감쇠량을 제어할 수 있다. 감쇠는 광섬유를 투과하는 광신호의 세기가 특정 결합과장들에서 일어나는 모드 결합에 따라 채널드롭 곡선이라 불리는 형태를 갖는다. 이 특정과장은 광섬유의 유효굴절율과 평판도파로의 유효굴절율이 일치하는 과장이며, 일반적으로 광섬유의 유효굴절율은 광섬유의 코어와 클래딩굴절율 사이의 좁은 영역에서 존재하는 것에 비하여, 평판도파로의 유효굴절율은 광섬유 클래딩의 굴절율과 평판도파로의 비교적 높은 굴절율 사이의 넓은 영역에 존재함으로써 생겨난다. 이 과장을 결합과장이라 정의한다면, 한 결합과장과 다른 결합과장과의 간격은 평판도파로의 두께가 두껍고 굴절율이 높을수록 짧아지게 된다.⁽¹⁾

이와 함께 결합과장에서의 감쇠량은 연마된 영역의 길이와 광섬유 클래딩의 남아있는 두께에 따라 달라지며, 연마된 영역의 길이가 길고, 클래딩 두께가 얇을수록 더 많은 감쇠를 일으킨다. 연마영역의 길이를 일정하게 유지한다면, 클래딩의 두께에 의존하게 되며, 따라서 클래딩의 두께를 제어하여야 한다. 클래딩의 두께를 구하기 위하여 리퀴드 드롭(Liquid drop method)를 사용한다. 이는 연마영역의 상부에 벌크의 굴절율 정합액을 사용하여 광섬유의 투과광의 감쇠를 일으키고, 그 감쇠량을 이용하여, 연마두께를 계산하는 방법이다.⁽²⁾ 여기에는 Cargille사의 Series A의 굴절율 정합액이 사용되었으며, 굴절율의 계산은 코시 방정식을 이용하였다.

본 연구에서는 실리콘(100) 기판의 이방성 식각을 시행하여 V 홈을 제작하였다. 실리콘기판의 이방성 식각은 KOH 용액에서 행하여 졌으며, masking layer 로는 산화 실리콘 1 μ m 막이 사용 되었다. KOH는 실리콘의 (100) 방향에 대하여서 식각이 진행되며, (110) 또는 (111) 방향에 대해서와 산화 실리콘에 대해서는 극히 적은량 만 식각된다. 결과적으로, 실리콘 기판은 산화 실리콘막이 식각된 폭의 넓이에 따라 깊이가 다른 V자 형태의 홈을 만들게 된다. 이 홈에 에폭시(epoxi)를 사용하여 광섬유를 고

정시시키고 연마를 시행하였다.⁽³⁾

이렇게 제작된 측면연마 광섬유는 클래딩의 두께가 일정수준이 되는지 전술한 리퀴드 드롭 메소드로 측정한다. 적절한 측면연마 광섬유를 제작하였다면, 광의 감쇠가 일어날 수 있도록 평판도파로를 제작하여야 한다. 이 작업은 측면상의 코팅공정을 통하여, 원하는 파장의존도를 얻을 수 있는 두께로 한다. 이후 전술한 바와 같이 채널드롭 곡선이 나타나는 것을 확인하며, 감쇠량의 가변을 위해서 평판도파로를 구성하고 있는 고분자의 굴절율이 변화할 수 있을 정도의 외부적 자극을 인가하여 채널드롭 곡선의 결합파장이 이동하였는지, 그리고 광신호가 전달될 파장의 광이 가변감쇠 되는지 조사한다.



그림 1 측면연마된 광섬유

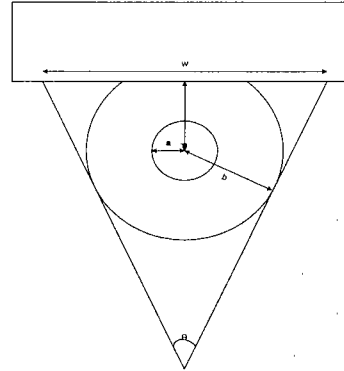


그림 2 광섬유가 연마된 뒤 제작된 overlay

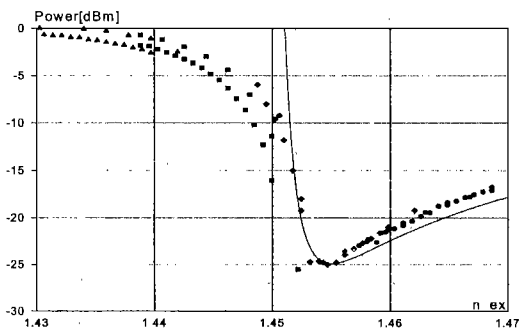


그림 3 클래딩 두께=3.5 μ m

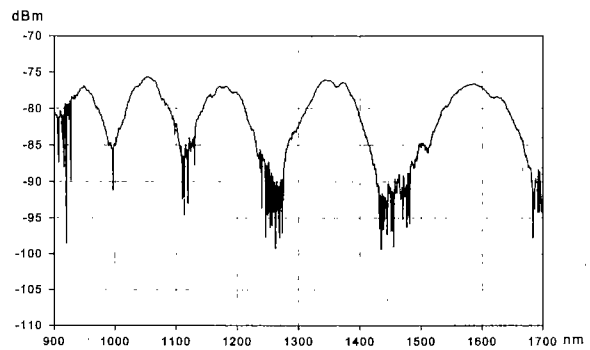


그림 4 채널드롭곡선

참고문헌

- [1] ELECTRONICS LETTERS 23rd May 1991 Vol. 27 No. 11
- [2] Ssu-Pin Ma, Shiao-Min Tseng, Member, IEEE
- [3] Shiao-Min Tseng, Chin-Lin Chen "Side-polished fibers" Applied Optics V31, no18 / 20 JUNE 1992

