

광섬유 반블럭 결합기를 고려한 편광의존손실 샘플의 디자인 및 모델링

Design and Modeling of PDL Reference Sample with Polished Fiber Coupler Half-Block

이상욱, 이주상, 이봉완*, 안병하
광주과학기술원 기전공학과, *도남시스템
yashin96@kjist.ac.kr

광통신의 속도가 10Gbps 이상 증가하면서, PDL, PMD와 같은 편광과 관련된 현상은 원거리 광통신 시스템에 다양한 문제점을 유발하게 되었다. 단일 모드 파이버 내의 편광 상태는 시간에 따라 랜덤하게 변하기 때문에, PDL은 시스템의 SNR과 BER이 시간에 따라 요동하게 만든다. 그러나 PDL 보정은 매우 복잡하고 어렵다. 따라서 PDL과 관련된 시스템의 성능저하를 줄이기 위해서는, 제조 단계에서 광 부품의 PDL을 가능한 작게 유지되도록 해야하며, 이를 위해 PDL을 정확히 측정할 필요가 있다⁽¹⁾.

일반적으로, PDL을 측정은 all-states method나 Mueller Matrix method를 이용하여 제작된 PDL meter를 이용한다. 그러나 PDL meter로 측정된 PDL은 PDL meter의 불확정성으로 인해 실제 PDL과는 오차를 갖는다. 이러한 오차를 분석하기 위한 방법으로 PDL을 알고 있는 PDL reference sample을 이용하여 PDL meter의 오차를 가늠한다. 현재, PDL reference sample을 제작하는 공식적인 방법은 없다. 본 논문에서는 <그림 1>과 같은 클래딩의 evanescent filed에서 TM 선택성을 가지는 광섬유 반블럭 결합기를 PDL reference sample의 디자인으로 제안한다⁽²⁾.

제안한 PDL reference sample의 PDL을 다음과 같이 TM모드와 TE모드의 손실비로 둔다.

$$PDL = 20 \log \left(\frac{e^{-\beta_{i, TM} L_c}}{e^{-\beta_{i, TE} L_c}} \right) \quad (1)$$

여기서 $\beta_{i, TM}$ 과 $\beta_{i, TE}$ 는 TM모드와 TE모드의 진행 상수의 허수부분이고, L_c 는 커플링 길이이다. 진행 상수의 허수부분을 구하기 위하여, Sharma가 제안한 방법⁽³⁾으로 <그림 2>와 같이 equivalent slab model로 변환하고, Ghatak이 제안한 방법⁽⁴⁾을 이용하였다.

$$\beta_i = \frac{K_2}{K_1} \frac{u'}{\beta_0 a^2} \frac{2v' \alpha_r'}{(\alpha_i' + v)^2 + \alpha_r'^2} \exp[-2vd'/a] \quad (2)$$

금속의 종류 (n_m)와 코어와 금속간의 거리 (d)가 변할 때 제안한 디자인의 PDL 변화를 알아보기 위하여 수치 실험을 하였다. 실험을 위해, 다음과 같이 변수를 설정해주었다. $\lambda = 1.3 \mu m$, $n_1 = 1.46786$,

$n_2 = 1.460$, $L_c = 1mm$. <그림 3>은 $d = 5\mu m$ 일 때, 금속 굴절률의 허수부분의 변화에 따른 PDL의 변화를 보여주고 있고, <그림 4>는 $n_m = 1.2 - 7i$ 일 때, 코어와 금속간의 거리의 변화에 따른 PDL의 변화를 보여주고 있다.

본 논문에서는, 광섬유 반블럭 결합기를 이용하여 PDL reference sample을 디자인함으로써, 금속의 종류와 코어와 금속간 거리를 변화시켜 원하는 PDL을 얻을 수 있는 가능성을 제시하였다.

참고문헌

- [1] J. W. Kim, B.W. Lee, A new high speed measurement method of polarization dependent loss, FiberPro, 2000.
- [2] K. Thyagarajan, S. Diggavi, and A. K. Ghatak, Design and analysis of a novel polarizing couplers, Electron. Lett., vol. 24, pp. 869-870, 1988.
- [9] A. Sharma, J. Kompella, Analysis of Fiber Directional Couplers and Coupler Half-Blocks Using a New Simple Model for Single-Model Fibers, J. Lightwave Tech., vol. 8, no. 2, pp. 143-151, 1990.
- [8] A. K. Ghatak, K. Thyagarajan, and M. R. Shenoy, Analysis of absorbing and leaky planar waveguides: a novel method, Opt. Lett., vol. 14, no. 7, pp. 376-378, 1989.

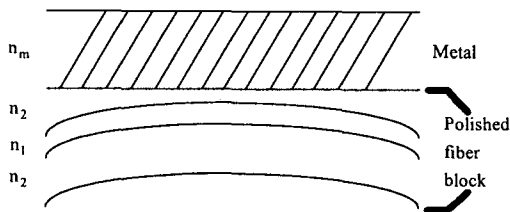


그림 1. 광섬유 반블럭 결합기. n_1 , n_2 , n_m 은 코어, 클래딩, 금속의 굴절률

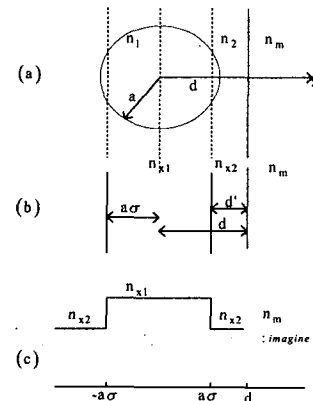


그림 2. Equivalent slab model

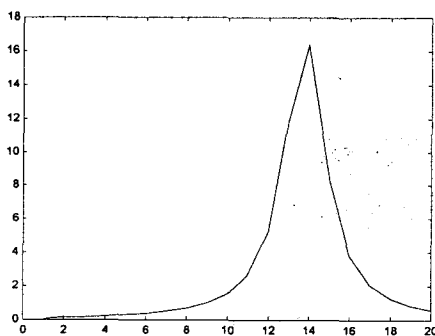


그림 3. 금속 굴절률의 허수부분에 따른 PDL(dB)

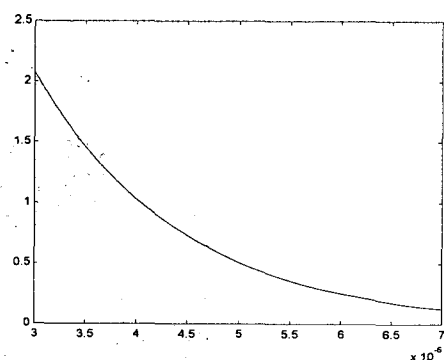


그림 4. 코어와 금속간 거리(m)에 따른 PDL(dB)