

실리카 다중모드 간섭기에 대한 TE/TM 분극 의존도 측정

Measurement of TE/TM Polarization Dependency of Silica MMI Couplers

전진우, 홍종균, 박수진, 이상선(한양대), 이두한(리트로닉스)
 한양대학교 전자 전기 컴퓨터 공학부 광전자 연구실
 전진우(goori76@dreamx.net)

광소자 설계 시 TE/TM 분극에 대한 민감도는 매우 중요한 요소로 작용을 한다. 이러한 민감도를 줄이기 위해 많은 광소자에 다중모드 간섭기가 이용되고 있다. 다중모드 간섭기에 입력되는 신호는 TE와 TM 두 모드의 분극으로 이루어져 있으며, 각각은 도파로 내에 존재하는 모드에 실려 50:50의 파워 분배를 가지고 진행하게 된다. 그러므로 광소자를 제작하기 위해 TE 또는 TM 모드만을 고려하는 것은 소자의 효율을 떨어뜨리는 요인으로 작용한다. 따라서 본 논문에서는 광소자 제작에 있어서 TE/TM의 분극으로 인해 발생하는 손실을 최소화 할 수 있는 결합 길이를 찾도록 하겠다.

먼저 TE와 TM의 결합 길이의 차이가 나는 이유를 살펴보면 이것은 TE/TM 각각이 보는 도파로의 실질적인 폭이 다르기 때문에 발생한다.[1] 다음 식에서 확인해보면,

$$W_e = W_M + \left(\frac{\lambda_0}{\pi}\right) \left(\frac{n_c}{n_r}\right)^{2\sigma} (n_r^2 - n_c^2)^{-(1/2)} \quad \text{where } \sigma=0 \text{ for TE and } \sigma=1 \text{ for TM}$$

TE가 TM보다 큰 실효 폭(W_e)를 보게 된다. 결과적으로 다음 식에서 살펴보면,

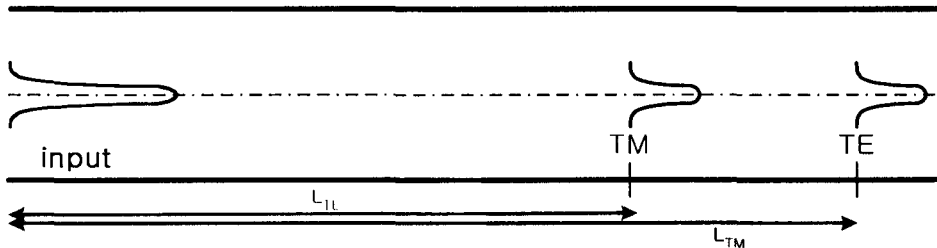
$$L_\pi = \frac{\pi}{(\beta_0 - \beta_1)} \approx \frac{4n_r W_e^2}{3\lambda_0}$$

에서 TE가 TM보다 결합 길이가 길다는 것을 알 수 있다.

실험에 이용한 도파로는 28 μm 의 폭과 대칭적인 입력을 사용하였으며 1.31 μm 의 파장을 사용하여 측정하였다. 측정 시 분광기를 사용하여 분극을 하였으며 이때에는 TE/TM 각각 분극되지 않은 모드의 이미지에서 50% 정도의 파워의 분배를 가지는 것이 측정되었으나, 파워가 1/2로 줄어들면서 정확한 경향을 보기가 어려웠다. 그래서 분극을 한 다음에는 파워를 높여서 측정을 하였으며 상의 변화를 측정하는데 용이 하였다.

측정 결과에서 TE와 TM의 결합길이는 두 번째 자기상이 맺힌 길이이며, 각각의 결합 길이를 L_{TE} , L_{TM} 이라 한다면, 결과로부터 L_{TE} 와 L_{TM} 의 차이는 1.49%를 보였다. 또한 시뮬레이션 결과 각각의 결합길이에서 결합 차이가 0.1dB 이하를 나타내었다. 측정 시에도 L_{TE} 와 L_{TM} 의 중간 지점에

서 출력 이미지가 가장 좋았다. 이로써 $\frac{L_{TE} - L_{TM}}{2}$ 인 길이를 이용하여 소자를 제작한다면 분극으로 인해 발생하는 손실을 최소로 할 수 있다.



[다중 모드 간섭기에서의 TE/TM 결합 길이]

다음은 TE/TM 각각의 결합 길이에서 측정된 이미지 형태이다.

(1) TE 결합 길이

TE의 결합 길이에서 측정된 각각의 이미지의 형태는 다음과 같다.

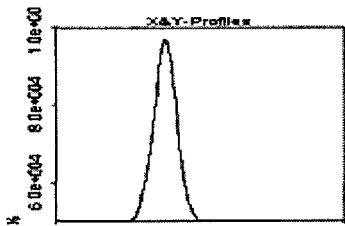


그림 1-1 분극되지 않은 이미지

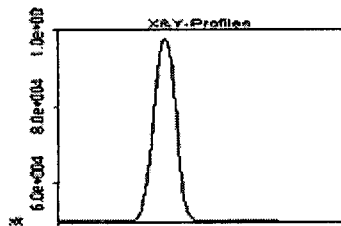


그림 1-2 TE 이미지

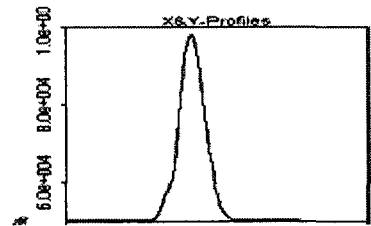


그림 1-3 TM 이미지

(2) TM 결합 길이

TM의 결합 길이에서 측정된 각각의 이미지의 형태는 다음과 같다.

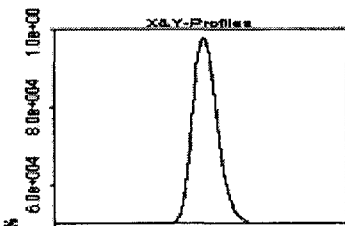


그림 2-1 분극되지 않은 이미지

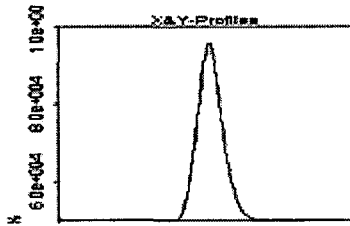


그림 2-2 TE 이미지

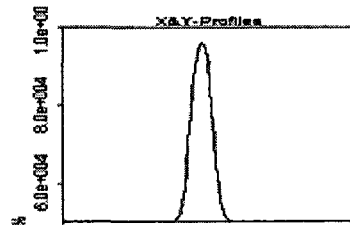


그림 2-3 TM 이미지

[참고 문헌]

[1] L.B. Soldano and E. C. M. pennings "Optical multi-mode interference devices based on self-imaging: Principles and Applications", *J. Lightwave Technol.*, vol.13, no. 4, pp. 615-627, 1995