

짧은 테이퍼 길이를 가지는 분리형 모드 크기 변환기의 설계 및 분석

Design and Analysis of a Segmented Mode Size Converter with Short Taper Length

박보근, 정영철

광운대학교 전자통신공학과

ychung@daisy.gwu.ac.kr

고밀도 광집적회로의 광도파로는 단일모드 광섬유와 굴절률의 차이 및 코어 크기에 의해 모드 부정합 문제가 존재한다. 본 논문은 이러한 모드 부정합 문제를 해결할 수 있는 모드 크기 변환기를 설계 하고 3-D Beam Propagation Method (BPM)을 이용하여 분석하였다.

모드 크기 변환기술에는 마이크로 렌즈, 테이퍼 광섬유, 렌즈화 광섬유가 사용되고 있으나 이는 패키징 가격이 높으며 광섬유와의 정렬 문제가 존재하므로, 집적된 실리콘 기판위에 제작하는 모드 크기 변환기에 대한 연구가 다각도에서 시도되고 있다.^{(1),(2)} 실리콘 기판위에 구현 되는 모드 크기 변환기는 제작이 용이 해야 하고 소자의 길이는 짧아야 한다.

본 연구에서는 소자의 길이를 줄이면서 결합손실(Coupling Loss)이 약 0.5[dB/point] 이하인 모드 크기 변환기를 설계하기 위하여 주기 분리형 도파로를 선택 하였으며 그 전체적인 개략도는 그림 1에 나타내었다. 두께와 깊이가 $3\mu\text{m}$ 이며 $\Delta=1.5\%$ 인 광도파로에서 광섬유로 접속되는 모드 크기 변환기를 설계 하였다. 광섬유와 접속되는 영역에서의 $200\mu\text{m}$ 는 일정한 부분으로서 공정 후 연마를 위한 부분을 두었다. 이러한 모드 크기 변환기의 설계에 있어 주된 설계 요소는 분리 주기(Λ), 듀티사이클(η , Duty Cycle), 테이퍼 영역의 길이(L_{taper}) 그리고, 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면의 폭($W_{i/o}$)이다. 본 모드 크기 변환기에서 목표로 하는 손실을 0.5[dB/point]로 하였으며 식각영역의 길이는 $1\mu\text{m}$ 로 하였다.

설계에 있어 식각영역의 길이가 $1\mu\text{m}$ 이상에서 Λ 가 각각 $2.5\mu\text{m}$, $5\mu\text{m}$, $7.5\mu\text{m}$, $10\mu\text{m}$ 이고 $200\mu\text{m}$ 의 L_{taper} 를 가질 때 η 의 변화에 따라 허용 공차가 가장 큰 값을 갖는 모드 크기 변환기를 설계하였다. Λ 가 $2.5\mu\text{m}$ 일 때는 0.5[dB/point]보다 큰 손실을 나타냈었다. 이는 $1\mu\text{m}$ 의 식각영역을 갖기 위해 η 이 감소하면서 전파 손실이 증가하여 나타나는 현상으로 사료된다. Λ 와 L_{taper} 가 각각 $5\mu\text{m}$, $200\mu\text{m}$ 일 때는 그림 2에서 보듯이 각각의 η 에서 $W_{i/o}$ 에 관하여 약 $0.4\mu\text{m}$ 의 허용공차를 보이지만, 결합손실 곡선의 최소값에서 $W_{i/o}$ 가 η 에 따라 변화가 크므로 실제적인 허용공차는 $0.20\mu\text{m}$ 이다. 그림 3은 Λ 가 $7.5\mu\text{m}$ 일 때 동일한 $200\mu\text{m}$ 의 L_{taper} 에서 결합손실에 관한 나타내었으며, $W_{i/o}$ 의 허용공차는 약 $0.3\mu\text{m}$ 를 나타내었지만 Λ 가 $5\mu\text{m}$ 일 때와 달리 결합손실 곡선의 최소값에서 $W_{i/o}$ 가 η 에 따라 변화가 적으므로 실제적인 허용공차는 $0.27\mu\text{m}$ 을 나타내었다. 그림 4에서 나타낸 것과 같이 Λ 가 $10\mu\text{m}$ 일 때 $200\mu\text{m}$ 의 L_{taper} 에서 $W_{i/o}$ 의 각각의 η 에 관하여 약 $0.3\mu\text{m}$ 의 허용 공차를 가지며 실제적인 허용공차는 $0.25\mu\text{m}$ 정도를 보였다.

이러한 결론을 통해 식각영역의 길이와 $W_{i/o}$ 에 관하여 각각 $0.5\mu\text{m}$ 와 $0.27\mu\text{m}$ 의 허용공차를 가지는

L_{taper} 가 200[μm]인 짧은 모드 크기 변화기를 설계하였다. 또한 L_{taper} , $W_{i/o}$, Λ , 그리고 η 가 각각 200[μm], 1.4[μm], 7.5[μm], 그리고 0.87 일 때 최소 접속손실 값은 0.4[dB/point]를 나타내었다.

[감사의 글]

이 연구는 (주) 피피아이의 산업기술개발사업 위탁연구비 지원에 의한 것임.

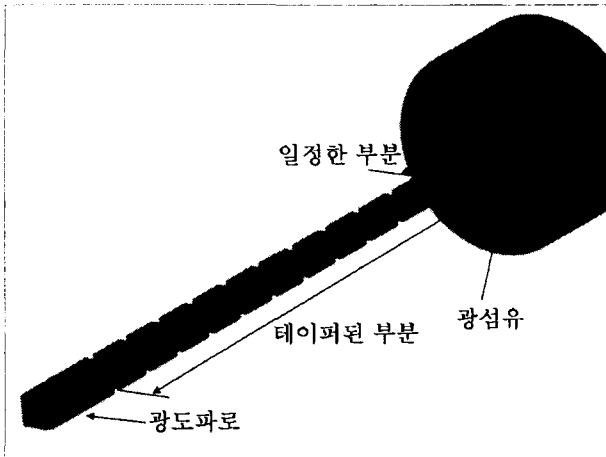


그림 1. 모드 변화기의 개략도

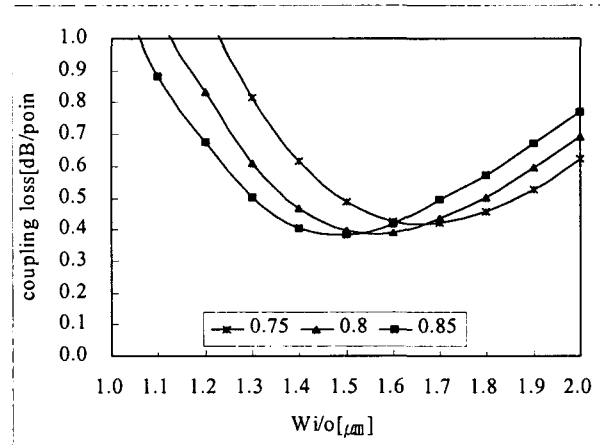


그림 2. Λ 가 5[μm]이고 L_{taper} 가 200[μm]일 때 $W_{i/o}$ 와 η 따른 접속손실 변화

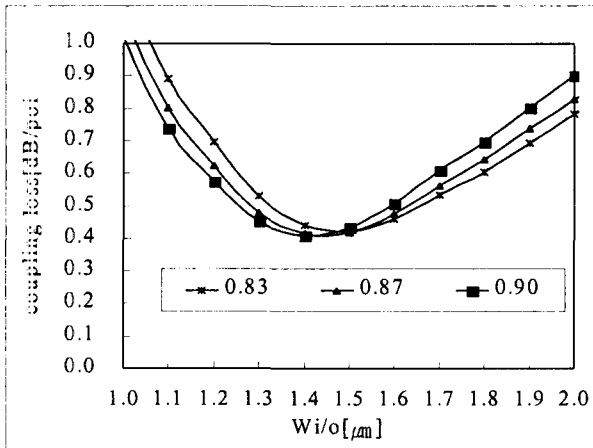


그림 3. Λ 가 7.5[μm]이고 L_{taper} 가 200[μm]일 때 $W_{i/o}$ 와 η 따른 접속손실 변화

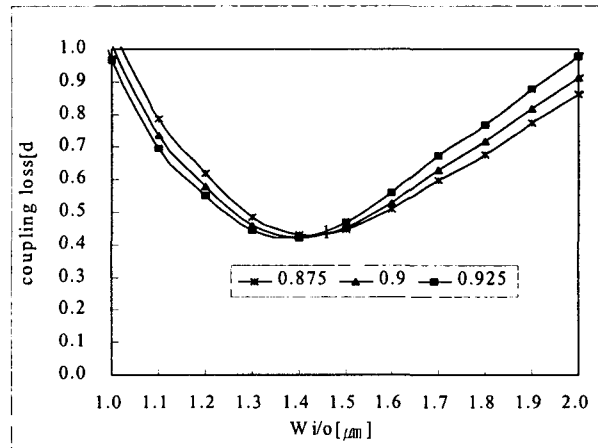


그림 4. Λ 가 10[μm]이고 L_{taper} 가 200[μm]일 때 $W_{i/o}$ 와 η 따른 접속손실 변화

참고문헌

[1] H. M. Presby and C. A. Edwards, "Near 100% efficient fiber microlenses," *Electronics Letter.*, vol. 28, no 6, pp. 582-584, 1992.
 [2] Z. Weissman and A. Hardy, "Modes of Periodically Segmented waveguide" *IEEE J. Lightwave Technology*, vol. 11, no. 11, pp1831-1838. 1993.