

저손실 광모드 변환기를 장착한 1x2-MMI 최적 설계법

Novel Design in 1x2-MMI using Low-Loss Mode Adapter

송준호, 홍정무, 박순룡, 이승걸, 박세근, 이일향, 오범환

Micro Photonics Advanced Research Center

인하대학교 정보통신공학부

obh@inha.ac.kr

광 집적회로를 설계하는데 있어서 Y-형 분배기는 광에너지를 분배 혹은 결합시키는 중요한 역할을 한다. 그러나 이 소자는 분기 부분에서의 큰 손실과 공정상에서의 두 분기사이를 식각하는 것은 쉽지 않다는 단점을 갖고 있다. Y-형 분배기와 더불어 광신호의 분리와 결합에 있어서 널리 사용되는 MMI 분배기 소자는 효율적인 분배 기능을 유도하기 위해서 MMI 내에 모드수가 많아져야 하는데, 이런 방식의 모드 수의 증가를 유도하기에는 MMI-길이와 폭에 제한을 받게 된다.

상기의 두 소자의 장점을 이용하여 1x2 분배기를 설계한 논문을 참고 문헌 1에 보였다. 이 소자는 입력부 테이퍼의 폭과 길이를 조절함으로써 손실을 최소화 하였지만 실제 소자에 적용하기에는 변수가 너무 많아 모드 제어 및 최적화에 많은 어려움을 가지고 있다.

본 논문에서는 분기 부분에서의 손실을 최소화하고 집적화 시키며, 모드를 용이하게 제어하고, 효율적인 제작 위해서 다음과 같은 구조를 제안하였다. 그림 1에 보인 것처럼, 테이퍼 형태의 광모드 변환기[1]를 장착을 하게 되면, MMI의 모드수가 적어도 효율적인 초점상을 유도할 수 있고, 저손실 설계된 광 모드 변환기로 인해 손실을 최소화하여 자연스러운 출력 모드 변화 유도를 가능하게 한다. 여기서 사용된 광 도파로의 구조는 rib-type 도파로를 사용하였다. 도파로 폭을 경계로 파장이 1.55 μm 에 대하여 유효굴절률법을 적용한 결과, 코어와 클래딩의 굴절률이 각각 3.293, 3.227로 계산되었다. 설계된 저손실 1x2 분배기의 설계값들을 표 1에 보였다. L2의 길이의 조절을 통해서 L3내의 모드 변화를 유도하게 되므로 출력 도파로의 모드 전이율을 개선할 수 있으며 계산된 결과를 그림 2에 보였다. 그림 2는 기존 형태의 MMI와 새롭게 제안한 구조에 대한 각각의 굴절률 분포와 모드 분포를 보여주고 있다. MMI를 지난 후의 모드 분포를 살펴보면 새로운 구조에서 두 도파로 사이에서의 간섭이 현저히 줄어들음을 확인하였고, 출력단의 모드 전이율과 관련하여 MMI 영역에서 형성되는 모드와 출력단의 모드 전이율을 향상시킴으로서 가능하였다. MMI영역에서의 모드 분포와 출력단 폭에 따른 모드 분포를 그림 3에 나타내었다. 출력단의 폭(w_2)가 1.6 μm 에서 MMI내에서 형성된 모드 분포 형태와 가장 흡사함을 확인 후 소자의 손실을 살펴보았다. 그림 4는 그림 3에서 보인 저손실

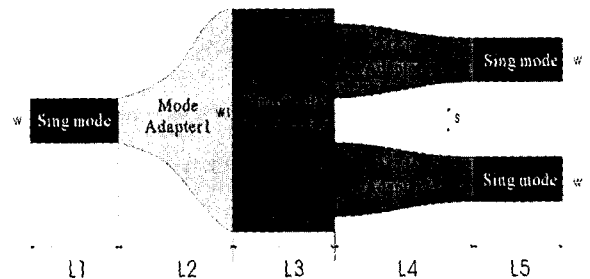


그림 1. 저손실 광모드 변환기의 개요도

표 1. 저손실 광모드 변환기의 설계 요소값들

L1	10 μm	w	0.4 μm
L2	20 μm	w1	5.6 μm
L3	35 μm	w2	1.6 μm
L4	50 μm	s	1.74 μm
L5	50 μm		

1x2 분배기에 대해서 BPM을 사용한 누적 손실량을 보여주고 있다. 손실차이는 0.03 dB로 통상적인 MMI 구조보다 개선된 결과를 얻었다. 그림 1의 구조를 설계함으로써 저손실 유도 및 MMI의 second mode로의 mode 전이율이 향상 됐으며, 테이퍼의 총 길이(L2)를 조절함으로써 출력 모드 모양 변화 유도가 용이하였다. 또한 모드 정합을 최적화로 인해 통상적인 MMI의 길이를 최소화 할 수 있었고, 최적화 모드 정합에 의해 출력에서의 손실을 최소화 할 수 있었다.

[참고 문헌]

1. Qian Wang, Sailing He, and Lirong Wang, IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 14, No.8 August 2002
2. Soon Ryong Park and Beom-hoan O, IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 13, No. 7, July 20 1999

[사사의 글]

본 연구는 2002학년도 인하대학교의 지원(INHA-22504)과 한국과학재단 특정기초연구사업(01-1999-000-00225-0) 연구 지원으로 수행되었습니다.

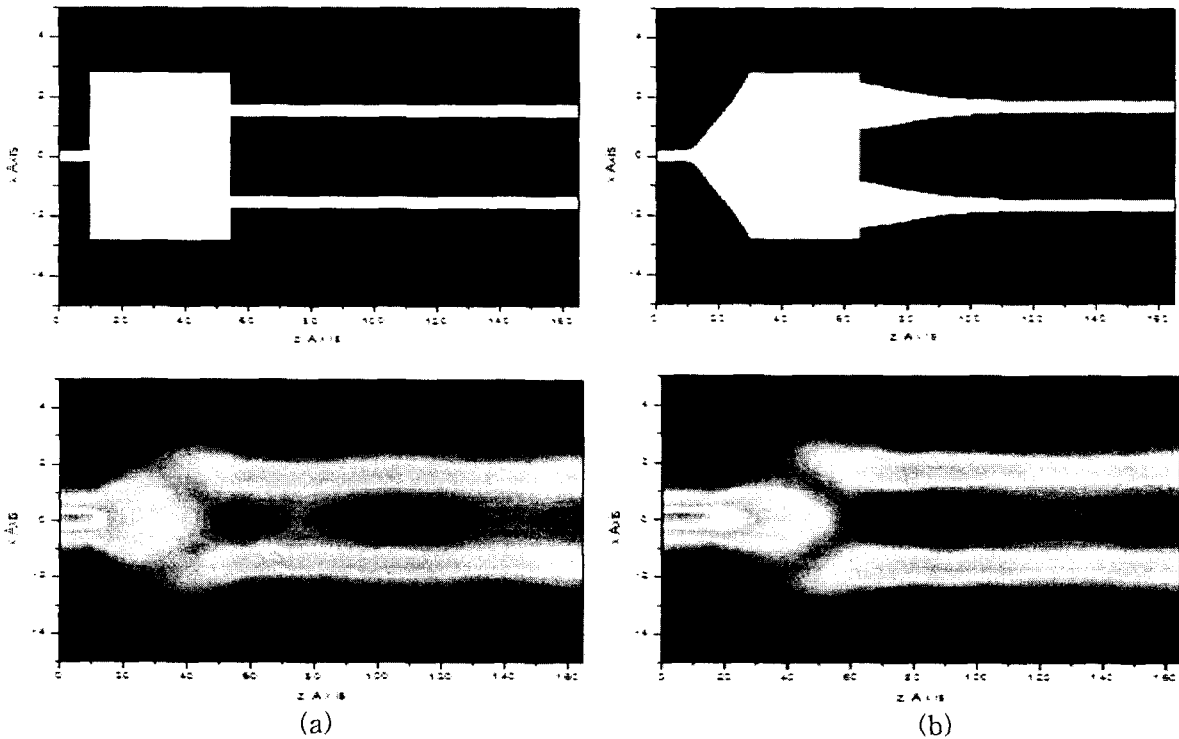


그림 2. 굴절률 분포와 모드 분포 (a)일반적인 MMI 구조, (b)저손실 광모드 변환기구조

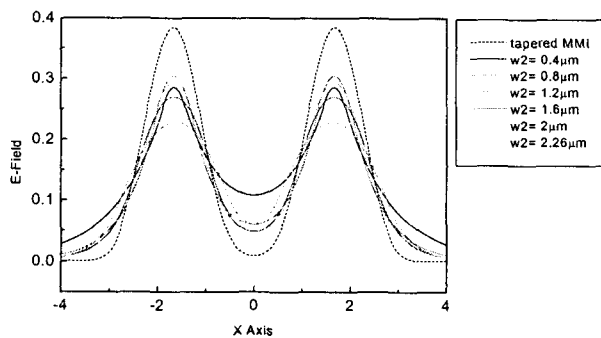


그림 3. MMI 출력단 폭에 따른 모드 분포

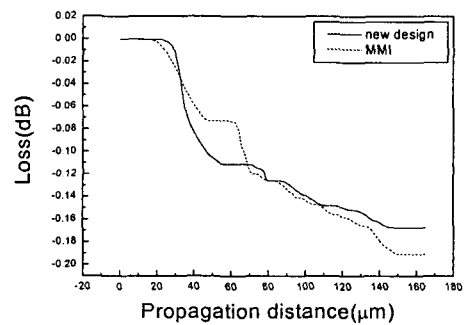


그림 4. BPM을 사용한 두 소자의 누적 손실곡선