

저손실 광모드 변환기를 장착한 Y-형 분배기 최적 설계법

Novel Design in Y-branch using Low-Loss Mode Adapter

송준호, 박순룡, 오범환, 이승걸, 박세근, 이일항, 최영호*

Micro Photonics Advanced Research Center

인하대학교 정보통신공학부

* LG 전자기술원

obh@inha.ac.kr

Y-형 분배기(Y-branch) 소자는 광 집적 회로(Optical Integrated Circuit)에 있어서 중요한 요소이다. 두 부분의 출력 분기 영역에 대하여 입사광을 균일하게 나눠주는 특징을 갖고 있으며 광 스위치, Mach-Zehnder 간섭기 등에 많이 응용되고 있다. 그러나 분기 부분에서 구조적인 영향으로 손실이 발생하며, 또한 미세한 분기 부분을 제작함에 있어서 공정상의 어려움으로 인해 손실이 발생하는 경우도 있다.

본 연구에서는 분기 부분에서의 손실을 최소화하기 위하여 곡률 반경과 호각도의 조절을 통해 곡선형 도파로를 최적화하였고, 저손실 광모드 변환기(Mode adapter)[1]를 장착하여 소형화 하였다. 또한 분기 영역에 갭(Gap)을 각각 1, 3 μm 를 삽입하여, 공정이 제대로 이루어지지 않았을 때 나타나는 손실에 대한 허용 오차에 대해서도 고려하였다.

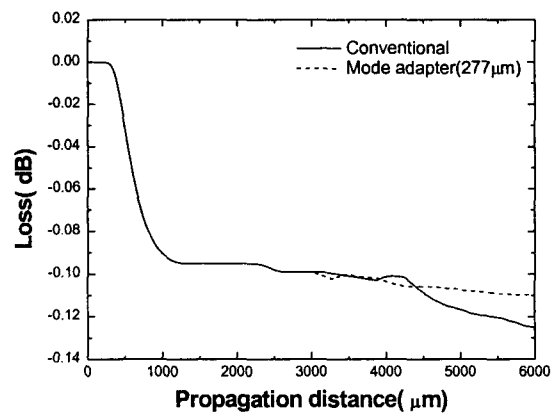
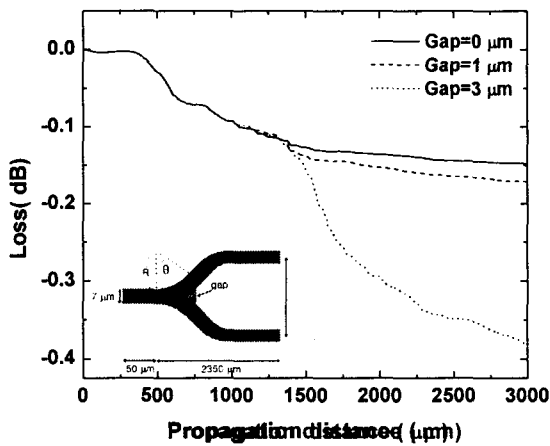
그림 1은 일반적인 Y-형 분배기 소자의 구조와 그 구조의 분기 부분에 Gap을 각각 1, 3 μm 를 삽입하여 손실을 계산한 곡선이다. 여기서 사용된 구조는 varied-type 도파로를 염두에 둔 구조이며, 유효굴절률법을 적용하여 코어와 클래딩의 굴절률은 각 1.4517, 1.4470으로 두었다. 이때 사용된 파장은 1.55 μm 이다. 또한 입력 도파로의 폭은 7 μm 로 하였으며, 출력 도파로의 사이 간격은 24 μm 로 고정시켰다. 이때 $4R(1-\cos\theta)=24$ 의 식에 의해 저손실 값을 보이는 호각도(θ)= 0.60° 곡률반경(R)=100,000 μm 일 때의 구조를 사용하였다. 그림 1에서와 같이 Gap이 3 μm 인 경우, 출력단에서의 손실이 약 0.37 dB를 나타내는데, 이는 소자의 성능을 떨어뜨리는 원인이 될 수 있다. 반면 Gap이 1 μm 인 경우에는 0 μm 와 손실 값에서 큰 차이를 보이지 않았다. 즉 공정상 약 1 μm 정도의 Gap이 발생하더라도 큰 문제가 되지 않음을 볼 수 있다. 그림 2(a)는 일반적인 구조와 광모드 변환기를 장착한 구조에 대한 손실 곡선이다. 여기서 전산모사 기법상 입력부의 모드 불안정성에 의한 영향을 극소화하기 위해 입력부의 단일 도파로 길이를 3000 μm 로 하여 계산하였다. 저손실 광모드 변환기를 장착한 결과, 그림 2(a)에 보이는 바와 같이 모드 변환기의 길이가 약 277.5 μm 로 줄어들었음에도 불구하고 손실이 다소 줄어드는 것을 볼 수 있다. 그림 2(b)는 각각의 구조를 보이고 있다. 그림 3은 광모드 변환기를 장착한 구조에 Gap을 삽입했을 때 나타나는 손실 곡선이다. 그림 1에서와 같이 일반적인 구조에서처럼 Gap이 0 μm 에서 1 μm 까지의 손실의 차이는 거의 없다는 것을 확인하였고, 광모드 변환기를 장착하므로써 소자 전체의 길이를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 출력부에서 나타나는 손실도 다소 감소시킬 수 있음을 확인하였다.

본 연구를 통해 광모드 변환기를 장착하여 전체적인 소자의 길이를 줄이는 동시에 보다 저손실을 보이는 최적화된 구조를 찾았으며, 이상적인 구조 구현의 어려움을 Gap을 삽입하여 손실을 계산, 분석하여

허용 오차의 범위를 알 수 있었다. 이는 소자의 집적화와 보다 수월한 공정의 척도로써 유용하게 쓰일 것이다.

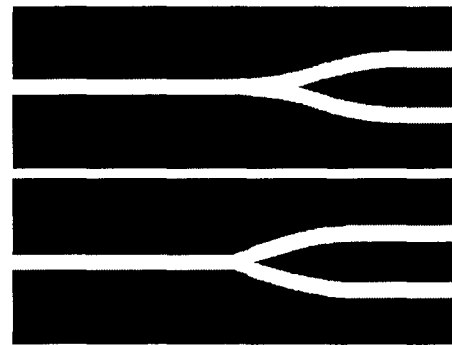
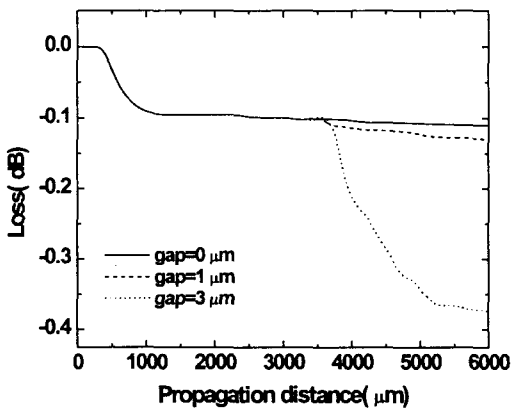
[참고 문헌]

1. Soon Ryong Park and Beom-hoan O, IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 13, No. 7, July 20 1999
2. 송준호, 오범환, 이일항, 박세근, 이승걸, 최영호, 제 10회 광전자 및 광통신 학술회의(COOC2003)



(a)

그림 1 일반적인 구조의 Y-형 분배기 소자의 Gap 크기에 대한 손실 비교 곡선



(b)

그림 2. 일반적인 구조와 광모드 변환기를 장착한 구조. (a) 손실 곡선 비교, (b) 형태

그림 3. 광모드 변환기(L= 277.5 μm)를 장착한 Y-형 분배기 소자의 Gap 크기에 따른 손실 비교 곡선