

성형결합기 손실특성 개선에 관한 연구

박준오\*, 정영철, °이형종  
 광운대학교 전자통신공학과, °(주) 피피아이

A Study on Loss Improvement of Star Coupler

Joonoh Park\*, Youngchul Chung, °Hyungjong Lee  
 Kwangwoon University, °Photonics Planar Integration

**Abstract** - We investigate the low loss of star coupler which employs UV-written tapered waveguide and apply it to AWG. It exhibits the lower loss due to the gradual increase of the width of the UV-written taper waveguide than the conventional star coupler, which is improved by as much as 0.49dB.

1. 서 론

광통신분야에서 많이 사용되어지는 여러 핵심 소자들 중의 하나인 성형결합기는 회절에 근거하여 광파를 분배 하기에 손실이 크다는 단점이 있다. 본 논문은 일반적인 성형결합기보다 손실이 작은 새로운 개념의 성형결합기를 제안하였고, 이에 관한 특성들을 조사하였다. 또한 성형결합기가 응용되는 소자들 중에 하나인 AWG에 적용시켜 여러 가지 특성을 조사하였다[1].

2. 본 론

2.1 저 손실 성형결합기의 형태

일반적인 성형결합기의 형태는 그림 1과 같은 형태로 나타낼 수 있다.

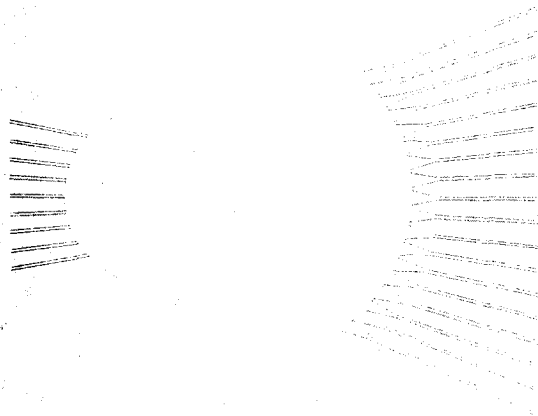


그림 1 일반적인 성형결합기의 개략도

한 개의 입력 도파로에서 입사되어진 광파는 자유전파영역을 지나 여러개의 출력 도파로로 도파 되어진다. 자유전파영역과 출력 도파로 사이에서 손실이 발생되어 지기 때문에 일반적으로 손실을 줄이기 위하여 테이퍼 도파로를 삽입한다. 그러나 이와 같은 형태에서도 손실이 발생되기에 보다 작은 손실을 가지는 성형결합기를 만들기 위해서 자유전파영역에 부분적으로 UV-laser를 조사하여 손실을 줄일 수가 있다.

2.1.1 UV 조사 방법과 형태

UV를 조사한 성형결합기의 형태는 그림 2와 같은 형태로 나타낼수 있다.

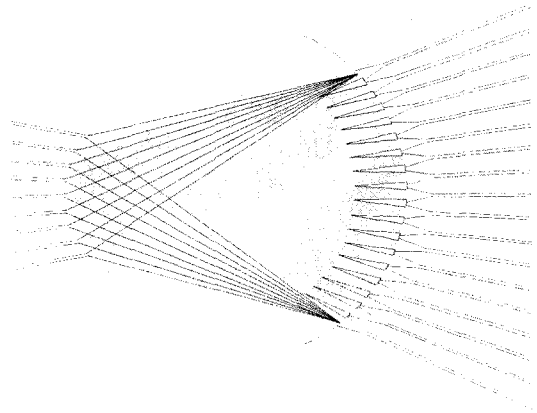


그림 2 입력 및 출력 UV-테이퍼 도파로를 이용한 성형결합기의 개략적인 형태

입력도파로에서 최외각 출력 도파로까지 UV를 조사시켜 입력 UV-테이퍼 도파로를 생성한다. 또한 손실을 더욱 줄이기 위하여 자유전파영역과 출력 도파로 사이에 출력 UV-테이퍼 도파로를 삽입한다. 따라서 입력도파로에 입사 되어진 광파는 횡방향 구속력을 가지는 입력 UV-테이퍼 도파로를 통하여 광파가 도파되어 나가고, 출력 UV-테이퍼 도파로에 의하여 입력도파로에 입사되어진 광파를 출력 도파로로 많이 전달시켜 일반적인 성형결합기보다 손실을 줄일수 있게 되었다. 그림 2에서 명암이 있는 곳이 UV를 조사시키는 영역이다. PLC(Planar Lightwave Circuit)기판위에서 성형결합기를 생성하고자 한다면, 여기에 사용되어지는 박막내의 코어층에는 주위를 둘러싸고 있는 클래드층에 비해 굴절율을 높이기 위하여 다량의 게르마늄 산화물을 첨가하게 된다. 이 게르마늄 산화물이 UV를 흡수하게 되면 굴절율이 상승하게 되므로 입력 및 출력 UV-테이퍼 도파로를 생성할 수 있다[2][3][4]

2.2 저 손실 성형결합기의 손실특성

일반적인 성형결합기에서 손실을 줄이기 위하여 사용되는 방법은 테이퍼 도파로를 삽입하는 것이다. 이와 병행하여 UV-입력 및 출력 테이퍼 도파로를 삽입하면 손실이 더욱 줄어든다. 이와 같은 형태로 입력 및 출력 UV-테이퍼 도파로의 굴절율을 0.001에서부터 0.004까지 변화해 가면서 광파의 전파특성을 조사해 보았다. 자유 전파 영역의 길이는 2133 $\mu$ m이다.

그림 3은 UV-테이퍼 도파로의 길이 변화에 따른 투과 특성을 나타낸 것이다.

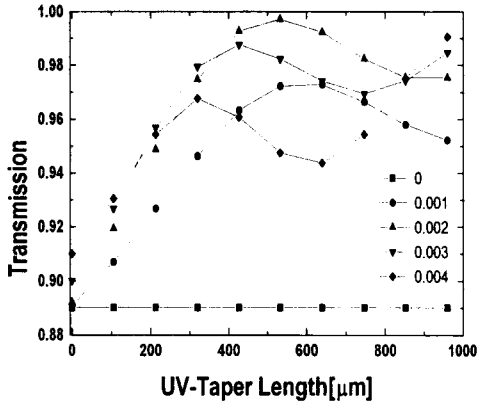


그림 3 출력 UV-테이퍼 도파로의 길이 변화에 따른 투과 특성. UV 조사에 의한 굴절률이 0.001에서부터 0.004까지 고려하였다.

광파전달은 UV테이퍼의 길이가  $520\mu\text{m}$ 부근에서 가장 큰 출력을 갖는다. 일반적인 성형결합기에서의 광파는  $-0.5\text{dB}$ 의 손실을 갖는데 비하여 UV-테이퍼 도파로를 삽입한 경우는  $-0.43\text{dB}$ 에서  $-0.01\text{dB}$ 까지의 손실을 갖는다. 따라서 손실특성이 최대  $0.49\text{dB}$  향상됨을 알 수 있으며 적당한 길이의 UV-테이퍼 도파로를 삽입할 경우에는 손실이 거의 없는 성형결합기를 만들 수 있다.

이 성형결합기를 이용하여 광도파로열 격자(AWG : Arrayed Waveguide Grating) 파장 필터에 적용시킬 경우 삽입 손실이 작아지는 특성을 보인다. 그림 4는 일반적인 AWG의 특성곡선과 UV-테이퍼 도파로를 이용한 AWG의 특성곡선을 겹쳐서 나타낸 그림이다.

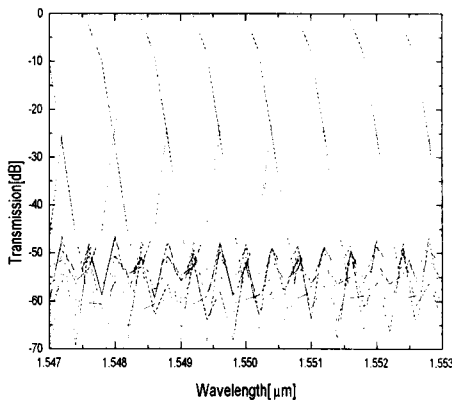


그림 4 일반적인 AWG(점선)와 UV-테이퍼 도파로를 이용한 AWG(실선)의 투과특성

AWG의 모든 성능이 같음을 알 수 있다. 또한 그림 4를 확대한 그림은 그림 5이다. 그림 5는 손실이 작아짐을

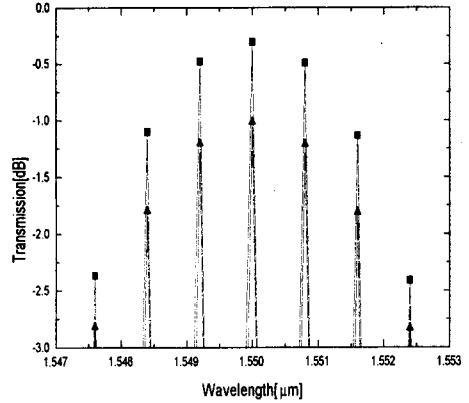


그림 5 일반적인 AWG(▲)와 UV-테이퍼 도파로를 이용한 AWG(■)의 삽입손실 비교

확인할 수 있다. AWG에 적용된 파라미터는 다음과 같다. 채널간격은  $0.8\text{nm}$ , 채널수는 7, UV에 의하여 증가된 굴절률 0.001이다.

일반적인 AWG의 삽입손실은  $-1.02\text{dB}$ 에서  $-2.97\text{dB}$ 이다. 그러나 UV-테이퍼 도파로를 이용한 AWG에서는  $-0.31\text{dB}$ 에서부터  $-2.43\text{dB}$ 까지 나타났다. 따라서 UV-테이퍼 도파로를 삽입할 경우의 AWG에서의 삽입손실은  $0.5\text{dB}$ 에서부터  $0.7\text{dB}$  정도 손실이 작게 나타나는 것을 알 수 있다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 UV-테이퍼 도파로를 이용한 성형결합기를 제안하였으며, 손실이 획기적으로 개선됨을 BPM을 통하여 확인하였다. 또한 성형결합기를 이용하는 AWG에서도 손실이 작아짐을 확인하였고, 다른 모든 성능들이 일반적인 AWG와 같음을 확인하였다.

### (참 고 문 헌)

- [1] Meint K. Smit, Cor Van Dam, "PHASAR-Based WDM-Devices : Principles, Design and Applications" IEEE J. Selected Topics in Quantum Electron., Vol. 2, No. 2, pp. 236-250, 1996
- [2] G.D. Maxwell, B.J. Ainslie " Demonstration of directly written directional coupler using UV induced photosensitivity in a planar silica waveguide " Electronics Letters Vol. 31. No. 2. 1995
- [3] M.Svalgaard, C.V.Poulsen, A.Bjarklev, O.Poulsen "Direct UV writing of buried singlemode channel waveguides in Ge-doped silica films" Electronics Letters Vol. 30. No. 17.1994
- [4] Christian V. Poulsen, Mikael Svalgaard, Ove Poulsen, " Photosensitivity in germania-doped silica films" CLEO 94 CMM5 1994