

Silicon on Insulator 수동광소자에 관한 연구

Research on Passive Optical Devices Using Silicon on Insulator

박종대

명지대학교 전자정보통신공학부

cdpark@wh.myongji.ac.kr

낮은 도핑의 silicon은 광통신에서 사용하는 1.3 및 1.55 μm 의 광파장 영역에서 0.01dB/cm 이하의 낮은 흡수 손실을 가짐으로 인해, core 층으로 silicon을 사용하며 상부 및 하부 cladding 층으로 SiO_2 와 같은 유전체 박막 구조를 갖는 SOI (Silicon on Insulator)를 사용한 수동광소자에 대한 연구가 1990년대 부터 진행되고 있다. 또한 silicon의 특성상 SOI는 strain에 의한 영향이 낮고, 광학적 비등방성이 적어서 polymer 및 silica를 이용한 광소자에 비해 편광의존도가 낮은 광소자를 구현할 수 있는 장점이 있다. 현재까지 연구되어온 SOI 수동광소자의 연구결과는 TE/TM 편광차에 따른 채널분리도가 약 0.04nm, 누화특성이 23dB 인 8채널 AWG의 연구결과가 있었으며, 스위칭시간 < 1msec, 소광비 17 dB의 광결합기와 마하젠더가 혼합된 광변조기 및 Bookham사에서 개발한 RX/TX 양방향 송수신 광모듈에 적용된 1.3/1.55 μm 파장선택적 분리기, Silicon-CMOS 증폭기와 집적화된 4channel 광다중 수신기등에 대한 연구결과가 있었다.

Air 및 SiO_2 와의 굴절율 차이가 약 2.5 및 2와 같이 비교적 크며, 도파로의 크기가 수 μm 에 이르는 경우 일반적으로 순수한 단일모드 광도파로를 얻기는 힘들지만, 광섬유와의 삽입손실과 도파로내의 전파손실을 고려하여 본 연구에서는 약 5 ~ 10 μm 의 비교적 두꺼운 core층 silicon을 갖는 ridge형의 quasi 단일모드 광도파로를 설계 제작하여 이를 이용한 수동광소자의 연구에 활용하였다. 이 경우 광섬유에서 결합된 광모드가 순수한 단일모드로 천이하기까지는 약 1000 ~ 2000 μm 길이의 광도파로 영역이 필요하다. 본 연구에서는 SOI를 이용한 비대칭 1x2 광스위치의 구조는 그림 1에서와 같다. 그림 2, 그림 3, 그림 4는 그림 1의 구조를 갖는 비대칭 광스위치에 대한 전산모의 결과를 BeamPro를 이용하여 전산모의한 것으로 누화특성을 개선하기 위해 광도파로의 크기에 따른 굴절율 차를 적절히 조절하여 최대 약 34 dB의 특성을 얻을 수 있었다. 그림 5에서는 전력을 인가하여 열광학에 따른 굴절율의 변화를 이용하기 기 이전의 각 port로 출력되는 광출력 패턴을 나타낸 것이다. 본 연구에서는 공정상에 필연적으로 나타나는 branch 부분의 blunt를 인위적으로 삽입하여 설계를 하여 실제 제작과정에서 나타나는 누화특성과 보다 유사한 결과를 도출하였다. 공정을 위해서 식각시 Cl_2 / SF_6 를 이용하여 60mTorr, 200W Power에서 RIE방식으로 식각하였다. 또한 본 연구발표에서는 SOI 광도파로 소자의, 기본 parameter인 편광모드에 따른 전파손실과 SOI를 이용한 AWG를 위한 연구로서 곡선형 광도파로의 반경, 도파로 폭, 광도파로의 두께, 편광특성에 따른 radiation loss에 대한 연구를 발표 예정입니다.

참고문헌

- [1] B. Jalali, IEEE Journal on Selected Topics in Quantum Electronics vol. 4, no. 6, (1998)
- [2] H. Sasaki, N. Mikoshiba ; Electronics Letters vol. 17, no. 3, (1981)

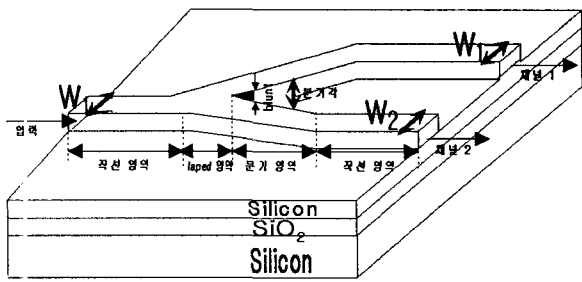


그림 1. 비대칭 Y분기 광 도파로의 구조

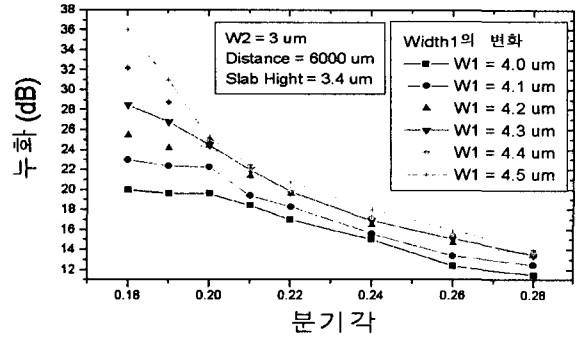


그림 2. 채널1의 변화에 따른 누화(without blunt effect)

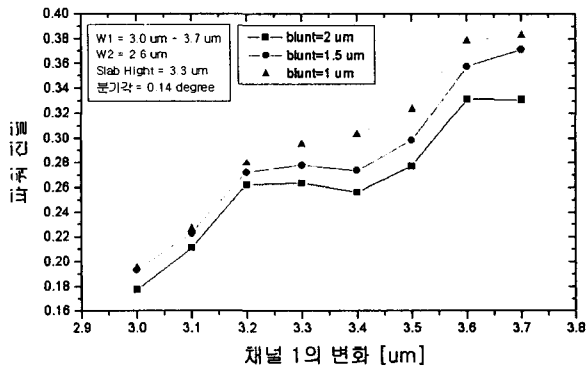


그림 3. 채널1의 변화에 따른 과위전달 :W/T Blunt

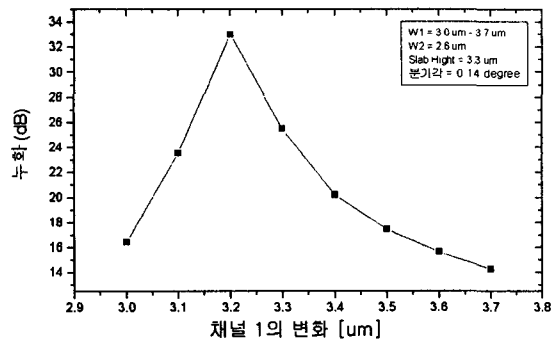
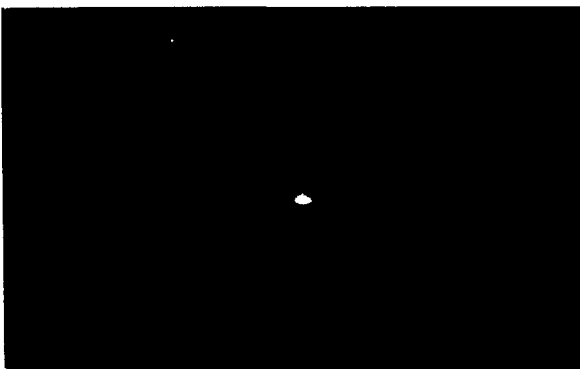
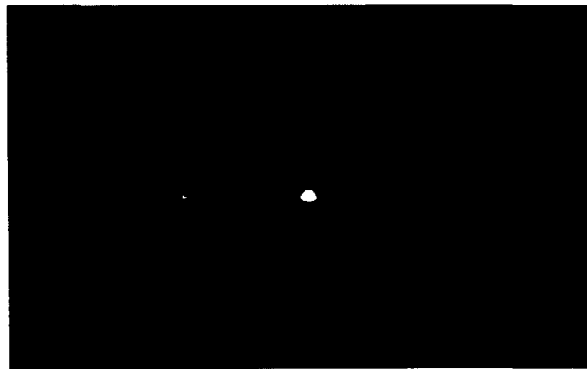


그림 4. 채널1이 변화할 때 blunt폭에 따른 누화



(a) 채널 1의 폭이 3.2μm일 때



(b) 채널 1의 폭이 3.7μm일 때

그림 5. 비대칭 Y 광 도파로의 출력 광 모드 (W/T blunt effect)