

Silicon on Insulator를 이용한 광소자의 연구동향 Research and its trend on optoelectronic devices using SOI

박 중대

명지대학교 전자정보통신공학부

cdpark@wh.myongji.ac.kr

현대 사회의 정보서비스 수요 증가는 1990년대 초반 2.5Gbps급 광통신 상용 시스템에서 10 Gbps 광통신 시스템 시험운영 단계를 지나, 21세기의 정보처리 수요를 해결하기 위해 파장다중(WDM; Wavelength Division Multiplexing) 광통신을 이용한 THz급 광통신 시스템 및 이에 관련된 소자의 연구를 필요로 하고 있다.

이러한 WDM 광전송은 기존의 단일채널 광전송과 달리, 단국간 서로 다른 파장채널의 효율적인 운용이 매우 필요하며, 이를 위해 필터, 파장 분배기, 광파장 add/drop multiplexer 등의 다양한 종류의 수동광소자가 필요하다. 이러한 수동광소자의 대부분은 레이저다이오드나 수광소자와 같은 능동광소자 보다 매우 크기 때문에, 고가의 InP, GaAs 기판을 사용해서는 수동광소자의 가격을 낮출 수 없다. (예 : 2-inch InP와 3-Inch GaAs기판의 가격은 5-inch Silicon 기판의 가격의 약 7-10 배 이다). 따라서 Silicon 기판을 이용한 수동형 광소자의 제작 기술은 최근 매우 발전을 하고 있으며, 대표적인 기술로는 i) polymer 물질을 이용하여 광도파로를 형성하는 방법과 ii) Ge 도핑에 따른 SiO₂의 굴절율이 서로 다른 silica를 이용하여 수동광소자를 제작하는 방법이 있다. Polymer 광소자의 경우 온도에 따른 특성 변화가 심하며, 광의 세기에 따른 비선형 현상이 일어나기 쉬운 단점이 있다. 또한 silica 수동광소자의 경우 Silicon 기판위에 약 수십 μm 정도의 두꺼운 SiO₂ 층을 성장하기 때문에 Silicon 층과 SiO₂ 층간의 strain 의 영향에 의한 편광의존도가 높다.

최근 Silicon 기판을 이용하는 수동광소자 기술로 Silicon on Insulator (SOI)를 이용하는 방법이 연구되고 있다. SOI - 수동광소자 기술은 종래의 Polymer 및 Silica를 이용하는 방법에 비해 이미 확립된 Silicon의 VLSI 공정조건을 사용할 수 있기 때문에 재현성이 있으며 얇은 SiO₂ 층을 사용하기 때문에 strain에 의한 영향이 적다. SOI-수동광소자의 특성은 1.3 μm 파장에서도 0.2 dB/cm의 낮은 전파손실을 보이며, 이는 polymer를 이용하는 경우와 거의 동일하다. SOI-수동광소자는 일본의 NTT, 미국의 Luscent Tech 연구소와 USC, UCLA 등의 대학에서 활발히 연구되고 있으며, SOI를 이용한 thermo/electro-optic 광변조기와 SOI를 이용한 optical time delay, star coupler 등의 수동광소자가 개발되었다. 또한 SOI 구조는 기존의 silicon을 이용한 전자소자와의 결합이 용이하여 향후 Integrated-optic 광소자를 쉽게 구현할 수 있는 장점이 있다. 반면 국내에서는 SOI를 이용한 수동광소자 연구가 전무한 상태

로, SOI를 이용한 광소자 기술 축적을 위한 연구가 매우 절실하다.

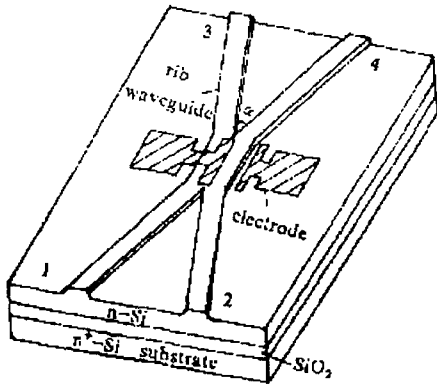


그림. 1 SOI를 이용한 X-형 광스위치(ref. 1)

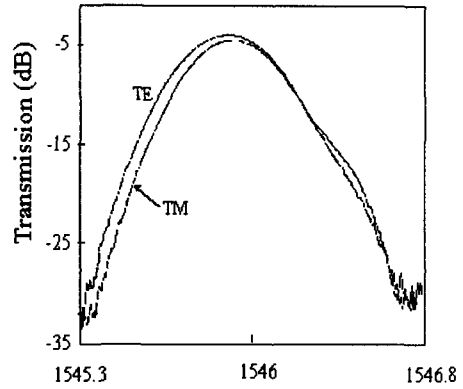


그림. 2 SOI를 이용한 AWG의 편광특성@UCLA

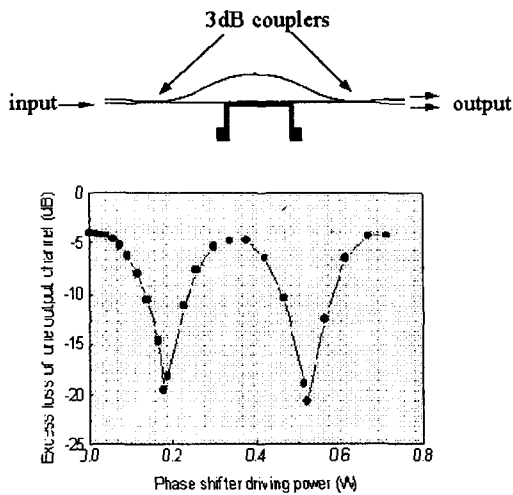


그림. 3 SOI를 이용한 광필터/변조기@ UCLA

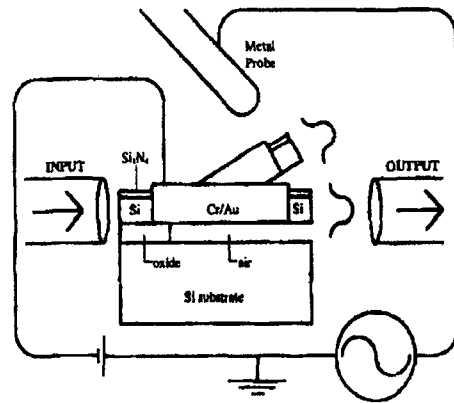


그림. 4 MEMS 기술을 이용한 광스위치(ref. 2)

참고문헌

1. Ce Zhou Zhao, et. al., "Silicon-on-Insulator asymmetric optical switch based on total internal reflection", IEEE, Photon. Tech. Lett., vol. 9, no. 8, pp. 1113-1115, 1997
2. S.C. Kan, et. al., "SOI movable integrated optical waveguide technology", Sensors and Actuator A. 54, pp. 679-683, 1996