

상보형 금속산화 반도체 공정 기반의 저손실 실리콘 광도파로 특성분석

Low loss silicon optical waveguide based on a CMOS fabrication process

김건덕, 이학순, 이상신, 배희경*, 임부택*, 이병주*, 이완규*
 광운대학교 전자공학과, *나노융합팩센터 CMOS부 기술응용팀
slee@kw.ac.kr

컴퓨터 정보처리 속도의 눈부신 증가로 인하여 현 CPU/칩셋 구조에 있어 병목현상 및 발열 등으로 인한 문제점들이 제기되고 있다. 이를 해결하기 위해 광연결기술(optical interconnect technology)이 주목받고 있으며 특히 실리콘 광도파로를 기반으로 한 광연결 및 정보처리를 위한 광소자들이 연구되고 있다. 특히 실리콘 광도파로 기반의 광소자들은 실리콘의 고굴절률을 통해 마이크로 스케일 이하의 광소자 제작이 가능하고, 기존의 상보형 금속산화 반도체 공정 기술을 통해 대량생산이, 전기전자소자와의 집적·융합이 가능하여 차세대 포토닉스 기술로 각광받고 있다⁽¹⁻³⁾. 본 논문에서는 상보형 금속산화 반도체 공정을 이용하여 나노 실리콘 광도파로를 구현하고 전송특성을 분석하였다.

제안된 실리콘 광도파로의 구조를 그림 1에 도시하였으며 상부 클래딩이 air인 rib 구조로 제안되었으며 단일모드만을 전송하기 위하여 폭 $w=500$ nm, 높이 $h=250$ nm로 설계되었다. 또한 도파모드가 실리콘 기판으로 손실되는 것을 방지하기 위해 BOX(buried oxide) 층의 두께를 2 μm 로 결정하였다.

제안된 실리콘 광도파로는 BOX의 두께가 2 μm 인 8인치 SOI(silicon on insulator) 기판을 사용하였으며 일반적인 0.18 μm 상보형 금속산화 반도체 공정을 이용하여 제작되었다. 특히 효과적인 광신호 입출력을 위해 수직 격자 결합기(vertical grating coupler)를 광도파로 입출력단에 삽입하여 제작하였다. 그림 2에는 제작된 실리콘 광도파로를 나타내었다.

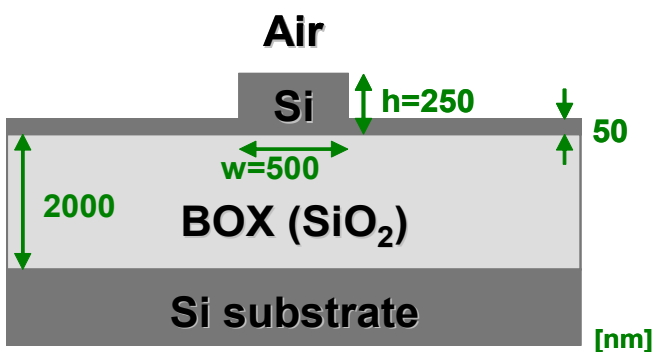


그림 1. 제안된 실리콘 광도파로의 단면구조

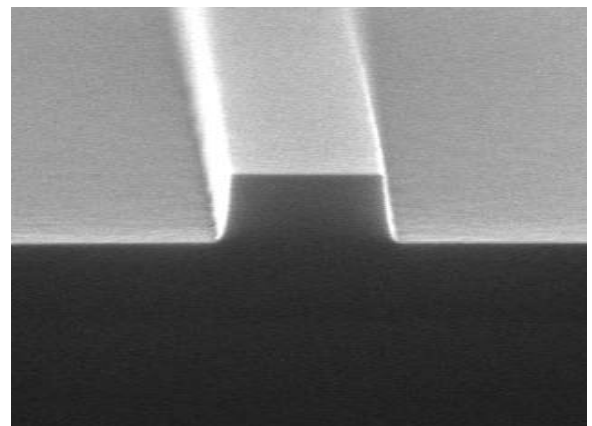


그림 2. 제작된 실리콘 광도파로의 단면구조

제작된 실리콘 광도파로의 전송손실은 측정하기 위해서 파장가변광원(tunable light source), 편광조절기(polarization controller), 광파워미터(optical power meter)를 사용하였다. 먼저 직선 광도파로에서의 전송손실을 측정하였으며, cut-back 방법을 이용하였다⁽⁴⁾. 그림 3에는 측정된 실리콘 광도파로의 전송손실을 측정된 결과를 도시하였으며 측정된 실리콘 광도파로의 전송손실은 ~2.6 dB/cm 였다. 또한 제작된 실리콘 광도파로의 반지름에 따른 bending 손실을 측정하였으며 측정된 결과를 그림 4에 나타내었다. 측정결과 실리콘 광도파로의 전송손실이 고려된 bending 손실은 반지름이 6 μm 일 때 ~0.01 dB/turn 이하로 우수한 특성을 나타냄을 확인할 수 있었다. 한편 1 μm 일 때의 bending 손실은 0.6 dB/turn 이상으로 반지름이 작아질수록 손실도 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 측정결과를 통해 계산된 수직 격자 결합기의 삽입손실은 ~8.9 dB 였다.

본 연구를 통해 상보형 금속산화 반도체 공정으로 실리콘 광도파로를 제작하고 특성을 분석하였다. 구현된 실리콘 광도파로는 광전송 특성이 우수하였으며, 이를 이용하여 광연결 및 나노스케일의 다양한 광소자를 제작할 수 있을 것으로 기대된다.

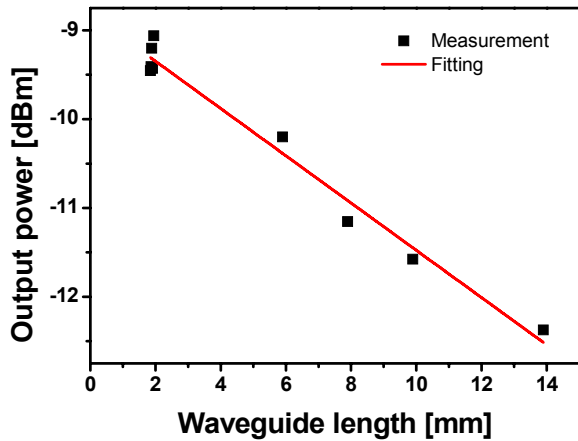


그림 3. 측정된 실리콘 광도파로의 전송손실

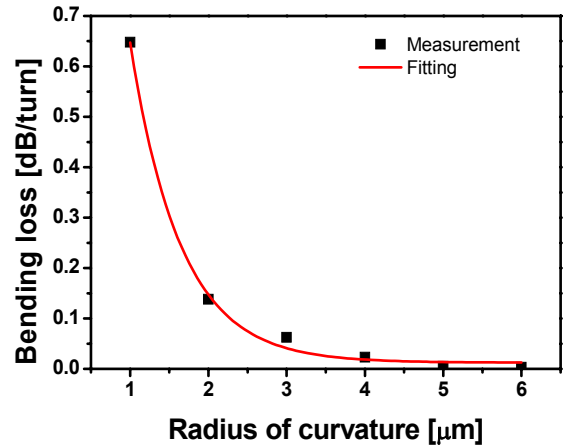


그림 4. 측정된 반지름에 따른 실리콘 광도파로의 bending 손실

감사의 글

본 연구는 2008년도 정부 (과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원(R01-2007-000-21055-0)을 받아 수행된 연구임

참고문헌

1. L. Pavesi and D. J. Lockwood, Siliconphotonics, Springer, 2004.
2. W. M. J. Green, M. J. Rooks, L. Sekaric, and Y. A. Vlasov, "Ultra-compact, low RF power, 10 Gb/s silicon Mach-Zehnder modulator," Opt. Exp., 15, 17106-17113 (2007).
3. Q. Xu¹, B. Schmidt, S. Pradhan and M. Lipson, "Micrometre-scale silicon electro-optic modulator," Nature, 435, 325-327 (2005).
4. G. T. Reed and a. P. Knights, Silicon Photonics: An Introduction, John wiley & Sons Ltd, 2004