

CMOS 공정 기반 실리콘 마이크로링 공진기

Silicon Microring Resonator Based on the CMOS Process

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

마이크로링 구조는 광자 회로에 요구되는 수많은 기본 작용들을 수행할 수 있으며 기존의 부품들보다 훨씬 더 작기 때문에 폭넓게 연구되고 있다. 전기장을 가해 폴리머 마이크로링의 굴절률을 변화시키는 방식의 고속 전기광학 변조기, 마이크로링을 통과하는 빛의 2광자 흡수에 의한 공진파장 변화를 이용한 쌍안정 광학 패킷 스위치, 도파로와 결합된 마이크로링 공진기를 필터로 이용한 WDM 분기결합다중화기 등 다양한 장치가 개발되었다⁽¹⁾. 특히, 실리콘 CMOS 공정 기반으로 링 공진기를 제작하게 되면, 초소형으로 제작이 가능하고 대량생산이 가능하여 제조가격을 절감시킬 수 있으며, 다른 실리콘기반의 전자소자와 집적이 용이하다는 장점이 있다⁽²⁾.

본 논문에서는 CMOS 기반으로 제작된 실리콘 마이크로링 공진기의 특성을 실험을 통해 분석하였다. 실험에 사용된 실리콘 링 공진기는 180 nm CMOS 공정으로 제작되었고, 그림 1에 소자의 구성도와 완성된 사진을 나타내었다. 2 μm의 SiO₂ 층을 갖는 SOI 웨이퍼에 소자를 제작하였고, 단일 모드만을 도파시키기 위해 W_w=500 nm, H_w=250 nm로 정하였다. 링의 반경은 벤딩손실을 고려하여 R=6 μm로 정하였고, 링과 버스의 간격은 G=200 nm로 정하였다.

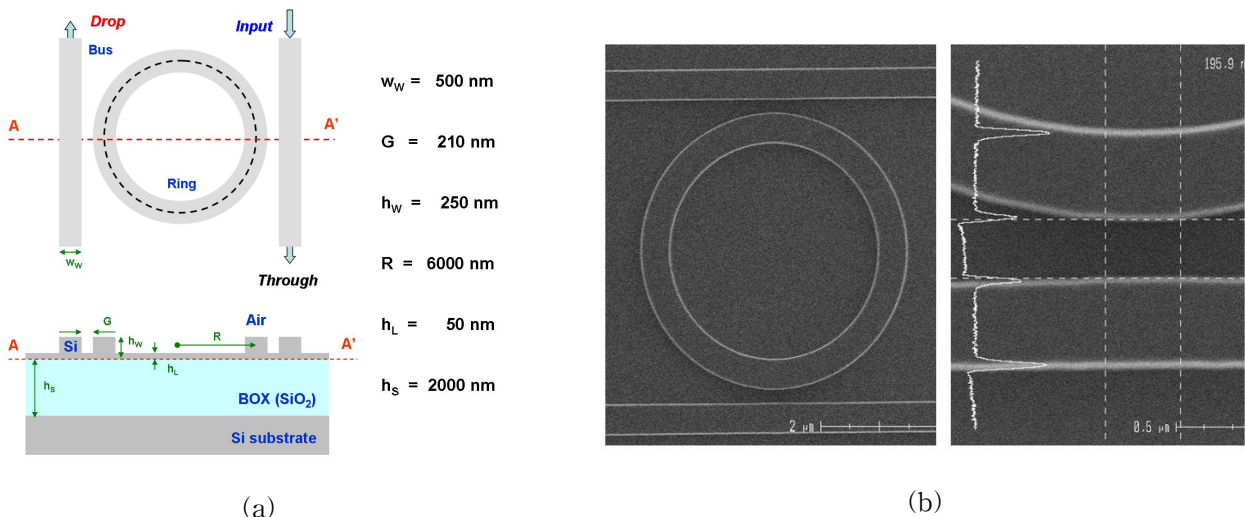


그림 1. 실리콘 링 공진기의 (a) 구성도 (b) 제작된 현미경 사진.

먼저 상온(25°C)에서 링 공진기의 TE 편광에 대한 광전달 특성을 측정하여 그림 2에 나타내었다.

1550 nm 대역에서 FSR(free spectral range)은 16.3 nm, 대역폭은 0.13 nm, 이에 따른 Q 값은 ~12000 이었다. Through 포트는 10 dB 이상의 소멸비를 갖는 대역저지 필터 특성을 보였고, drop 포트는 20 dB 이상의 소멸비를 갖는 대역통과 필터 특성을 측정하였다. 다음으로 온도 영향을 알아보기 위해 TEC에 의하여 온도가 정밀하게 제어되는 소자 홀더에 소자를 고정시키고 온도를 변화시키며, 상온 부근 온도에서 TE 편광에 대한 출력 광파를 측정하여 그림 3에 나타내었다. 주변 온도가 13°C ~ 41°C로 변할 때 공진 파장은 1554.4 nm ~ 1556.8 nm 대역에서 선형적으로 변하여 ~85.7 pm/°C의 감도가 측정되었다. 이 감도는 이론적으로 예측된 값과 정확히 일치하였다^(3, 4).

본 논문에서 도출된 결과를 통하여 좋은 특성을 갖는 초소형의 실리콘 마이크로링 공진기를 제작할 수 있을 것으로 사료된다.

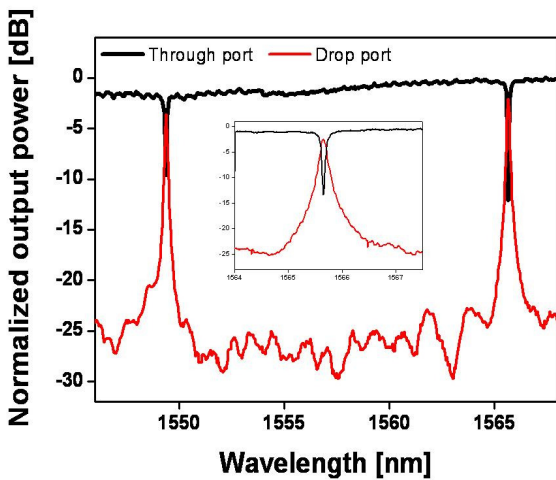


그림 2. 제작된 공진기의 광전달 특성.

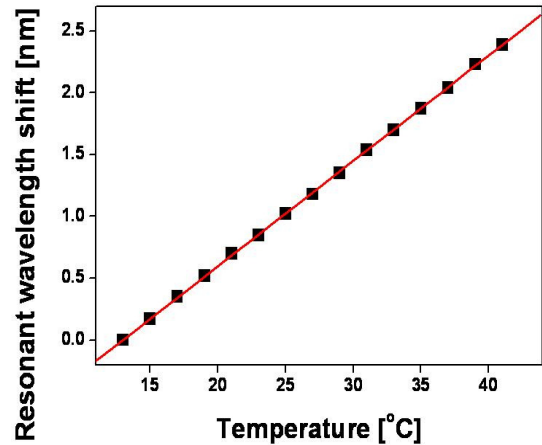


그림 3. 온도 변화에 따른 공진파장 이동.

감사의 글

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

참고문헌

1. P. Rabiei, W. Steier, C. Zhang, and L. Dalton, "Polymer micro-ring filter and modulators," J. Lightwave Technol. 20, 1968-1975 (2002).
2. Q. Xu and M. Lipson, "All-optical logic based on silicon micro-ring resonator," Opt. Exp. 15, 924-929 (2007).
3. X. Zhang, and X. Li, "Design, fabrication and characterization of optical microring sensors on metal substrates," J. Micromech. Microeng. 18, 015025(7pp) (2008).
4. J. A. McCaulley, V. M. Donnelly, M. Vernon, and I. Taha, "Temperature-dependence of the near-infrared refractive-index of silicon, gallium-arsenide, and indium-phosphide," Phys. Rev. B 49, 7408-7417 (1994).