

엠보싱용 AWG 마스터 제작을 위한 Cl₂ 가스 기반의 실리콘 식각 Cl₂ based Silicon Etching for Fabrication of AWG Master for embossing

김보순, 성준호, 이민우, 최철현, 이승걸, 박세근, 이일항, 오범환
Optics and Photonics Elite Research Academy (OPERA), 집적형 광자기술센터
인하대학교 정보통신공학부 obh@inha.ac.kr

현대 광통신의 발전에 따라 광소자의 저가, 대량 생산 기술은 사람들의 많은 관심을 받고 있다. 이에 적용되는 기술 중 대표적으로 NIL(Nano Imprint Lithography)이 있는데, 이 기술은 열경화성 또는 자외선 경화성 폴리머에 압력을 가해 눌러주는 것이므로 열과 압력에 강한 마스터가 필요하다[1][2].

마스터는 보통 고 중횡비를 요구하기 때문에 대부분 SF₆ 가스를 이용한 건식 식각을 통해 만들어졌다. 하지만 SF₆를 이용한 건식 식각은 표면에서의 화학 반응을 이용한 것이기 때문에 등방적인 식각이 진행된다. 이 문제를 해결하기 위하여 C₄F₈을 이용한 측면 보호막 증착과 식각을 교대로 진행하였고, 수직적이고 고 중횡비를 갖는 구조를 제작할 수 있었지만 마스터로 적용되기 힘든 몇 가지 단점이 생겼다. [3][4]

SF₆를 이용한 건식 식각으로 제작된 마스터는 언더컷이 생겨서 원래의 선폴이 정확히 나올 수 없고, 식각 측면에 굴곡이 생겨서 임프린트 공정 후 폴리머의 측면이 매끄럽지 못한 문제가 발생한다. 이렇게 제작된 마스터로 복제를 진행하여 도파로 소자를 만들면 측면의 굴곡 때문에 산란 손실이 커지게 된다.

이에 따라 본 논문에서는 매끄러운 측면을 가지는 실리콘 마스터를 제작하기 위하여 SF₆가 아닌 Cl₂를 이용하여 건식 식각을 적용하였다. Cl₂는 SF₆와 달리 표면의 화학 반응으로 식각되는 것이 아니라 물리적인 힘으로 때리는 것이기 때문에 수직적이고 언더컷과 표면 굴곡이 없는 식각이 진행된다. 하지만 식각 속도가 느리고 마스크와의 선택비가 낮다는 문제점 때문에 10 um 이내의 식각 구조에 주로 적용되었다[5][6]. 목표로 하는 형상은 2.5 um의 식각 깊이를 가지는 웨이퍼 스케일 AWG 마스터이다.

유도결합형 플라즈마 소스를 사용하였고, 깊은 실리콘 식각이 목표이므로 식각 마스크 물질로는 높

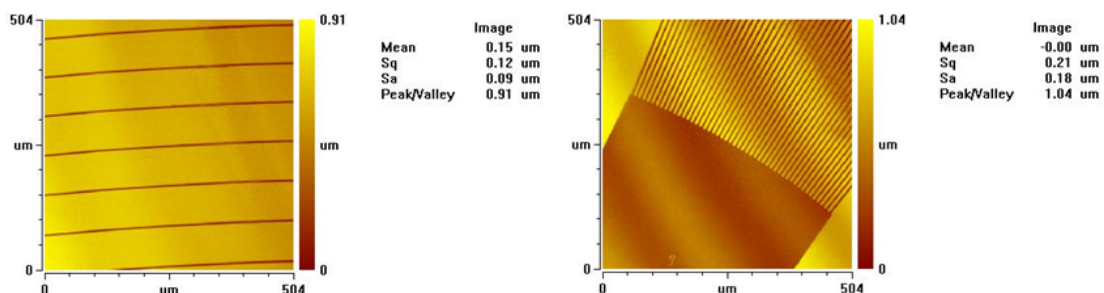


그림 1. 제작된 네거티브 형상의 실리콘 AWG 마스터

계 쌓을 수 있는 AZ계열의 포지티브 포토레지스트와 SU-8계열의 네거티브 포토레지스트를 사용하였다. AZ계열은 1:1, SU-8계열은 1.5:1 정도의 선택비를 확인할 수 있었고, 소스 파워는 800 W, DC 셀프 바이어스 파워는 -200 V로 유지하였다.

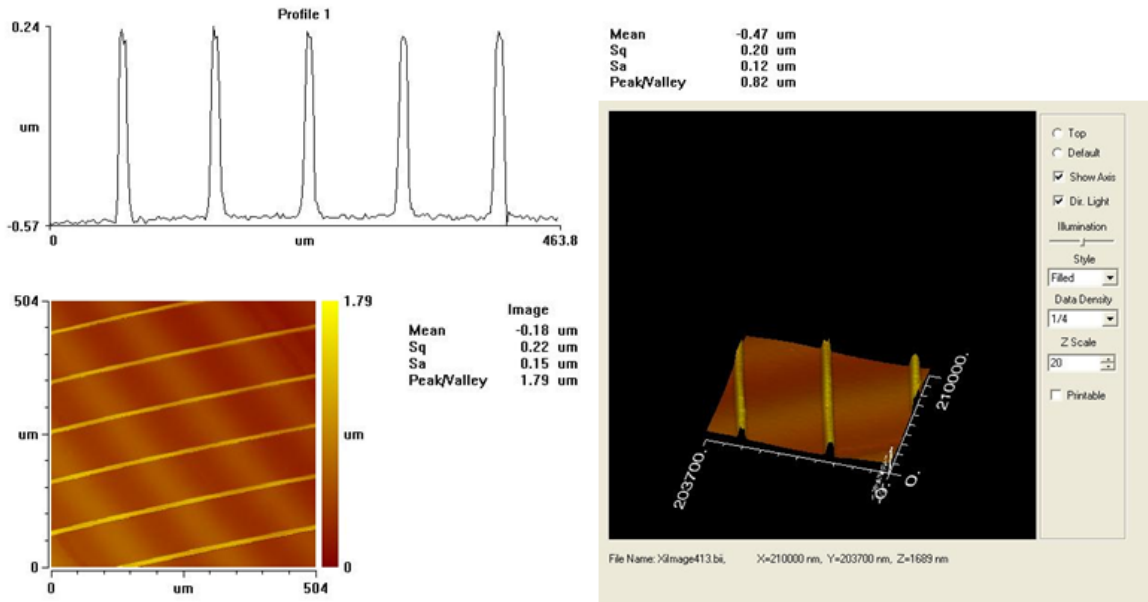


그림 2. 제작된 포지티브 형상의 실리콘 AWG 마스터

감사의 글

본 연구는 한국 과학 재단 지정 우수 연구 센터인 집적형 광자기술 연구센터 [OPERA(R11-2003-022)]의 지원으로 수행 되었습니다.

참고 문헌

- [1] M.J. Heller, and A.Guttman, "Integrated Microfabricated Biodevices", Marcel Dekker, New York, 2002
- [2] J. H. Sung, B.-H. O, "Realization of Various Sub-micron Metal Patterns using Room Temperature Nanoimprint Lithography", Symposium on Dry Process
- [3] S.-B. Jo, B.-H. O, "Characterization of a adaptive bosch-type process for silicon mold fabrication", J. Vac. Sci. Technol. A 23(4), Jul/Aug 2005
- [4] 조수범, 오범환, "적응형 보쉬공정을 통한 깊은 실리콘 식각과 마이크로 구조물의 복제", 박사학위 논문, 인하대학교 (2005)
- [5] C. C. Welch, "Silicon etch process options for micro- and nanotechnology using inductively coupled plasmas, Microelectronic Engineering 83 (2006) 1170-1173
- [6] W. -C. Tian, "Comparison of Cl2 and F-Based dry etching for high aspect ratio Si microstructures etched with an inductively coupled plasma source, J. Vac. Sci. Technol. B 18(4), Jul/Aug 2000