C_2F_6 단일 식각가스를 이용한 실리카 광도파로의 식각특성연구

Inductively Coupled Plasma Etching of Silica Waveguide Using C_2F_6 Discharges

박철희, 신양수, 신동선*, 김덕현, 이성원, 김동근
우리로광통신(주)
chpark@wooriro.com

초고속 인터넷의 보급과 더불어 실시간 영상 정보교환의 대용량 정보교환 및 영상전화 등의 서비스 수요가 증가함에 따라 기존 통신 인프라의 대용량화, 고속화를 위한 통신시스템 및 망 구축이 요구되고 있다. 이러한 요구를 해결하기 위한 방안으로 제시된 수동광소자를 이용한 PON(Passive Optical Network) 광통신 시스템이 제안되어지고 있는데 이를 구성하는 AWG(Arrayed Waveguide Grating), 증폭기, 가변 광감쇄기(VOA ; Variable Optical Attenuator) 광분배기 등의 수동형 광부품의 개발은 필수적이다.[1]

본 연구에서는 광 통신망, 광 신호처리 등에 응용되고 있는 평판형 광 도파로 소자에 관련한 실리콘 기판과 용융실리카 기판 상에 광 도파로 제작 시 식각 반응 가스로 낮은 F/C 비율의 C_2F_6 단일가스를 사용한 유도 결합형 플라즈마(ICP ; Inductively Coupled Plasma)를 이용하여 적정 조건으로 실리카코어층의 식각을 수행하기 함에 있어서 식각의 균일도를 높이기 위한 방법을 연구하였다. [2]

기판으로는 P-type (001) 실리콘과 용융석영으로 사용하였으며, 두께는 공히 1mm이었다. 실리카 광 도파막을 형성하기 위해 화염가수분해 증착 (FHD ; Flame Hydrolysis Deposition) 방법을 이용하였으며,[2-4] 도파로 식각용 마스크와 용융 실리카 기판의 전기전도도 향상을 위한 물질로서는 Cr 금속을 마그네트론 스퍼터링(Magnetron Sputtering System)을 이용하여 증착하여 사용하였으며, 그림 1은 상기의 기판을 사용하여 실리카 광소자를 제작하기 위한 공정도를 나타내는 개략도이다.[4]이때 용융실리카 기판의 전기전도도를 높이기 위하여 기판의 배면에 증착된 Cr 금속막 두께는 약 1000Å이었다.

그림 2는 동일한 ICP 식각 조건에서 기판을 달리하여 식각된 AFM(Atomic Force Microscopy)과 SEM(Scanning Electron Microscopy)으로 관찰한 사진으로 (a)는 실리콘 기판을 사용한 경우이고 (b)는 기판 배면에 Cr 층이 없는 용융실리카 기판을 사용한 경우 및 (c)는 기판 배면에 Cr 층이 증착된 경우이다. AFM을 이용하여 측정된 RMS값은 그림 2(a), 그림 2(b) 및 그림 2(c)의 경우에 각각 0.35nm, 10.36nm, 0.451nm이었다. 이러한 결과는 실리콘 기판[그림 2(a)]과 기판 배면에 Cr이 증착되어 있는 용융실리카 기판[그림 2(c)]의 경우가 배면에 Cr층이 없는 용융실리카 기판[그림 2(b)]보다 전기전도도가 우수하기 때문에 상대적으로 표면이 미려한 것으로 판단되며, 이와 같은 결과는 SEM 사진에서도 확인할 수 있다.

그림 3은 ICP의 source power 930W, bias power 85W 및 공정압력 4.5mTorr의 동일한 조건에서 기판을 달리하여 식각된 시료들의 식각 속도 및 식각 균일도를 나타낸 것으로서 기판 중앙을 기준으로 10mm, 40mm 떨어진 점들을 α-step을 이용하여 측정한 결과이다. 기판이 실리콘인 경우는 식각 속도가 약 4000 Å/min 식각 균일도는 약1.6%로 매우 양호하였으나, 용융 실리카 기판을 사용한 경우에는 중앙영역에서

가장자리로 거리가 떨어질수록 식각속도가 불규칙적으로 급격하게 떨어져 식각균일도는 70%이상 열악해졌음을 알 수 있다. 그러나 용융 실리카 기판 배면에 Cr 전도막이 있는 경우에는 식각 속도 약 3000 Å/min, 식각 균일도 역시 1.9%로 우수한 결과를 나타내고 있음을 알 수 있다. 이와 같이 용융 실리카 기판을 사용한 경우에 비해 용융 실리카 기판 배면에 Cr 전도막이 있는 경우에 식각 특성이 우수해진 이유는 Cr 금속막이 전기전도도를 향상시켜 식각에 관여하는 플라즈마의 불균일성을 개선하였기 때문으로 판단된다.

본 연구에서는 용융 실리카 기판을 사용하여 광도파로 소자를 제작할 때 나타나는 ICP 식각 공정에서의 식각 속도 및 식각 균일도 등의 불균일성을 향상시키기 위하여 용융 실리카 기판의 배면에 Cr 전도막을 증착 한 후 식각함으로서 식각특성을 향상 시켰으며 또한 식각 반응 가스로서 CHF_3, H_2등의 첨가가스를 사용하지 않고, F/C 비율이 낮은 C_2F_6 단일가스만을 사용하여 70:1 이상의 높은 선택비를 얻을 수 있었다.[3]

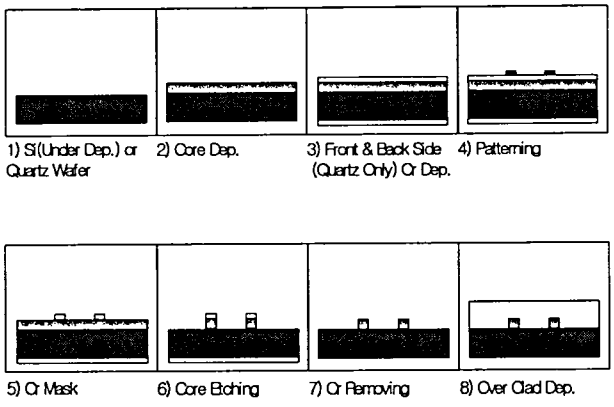

그림 1. 도파로제조공정의 개략도.

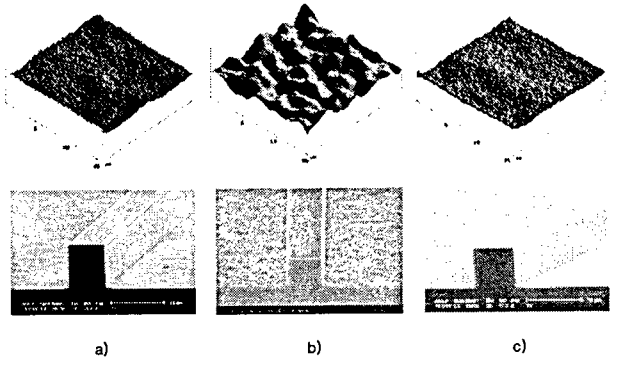

그림 2. 기판을 달리하여 식각된 표면의 AFM 및 단면 SEM 사진, (a) 실리콘 기판, (b) 용융 실리카 기판, (c) 전도막을 갖는 용융 실리카 기판.

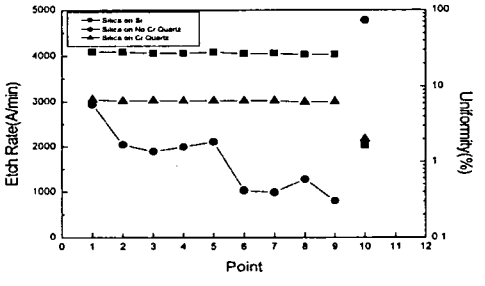

그림 3. 식각특성에 미치는 기판의 영향

참고 문헌

1. Maurizio Lenzi, Sergio Tealdini, Domenico Di Mola, Stefeno Brunazzi, and Lucio Cibinetto IEEE, VOL.5 1289-1297(1999)
2. C. H. Oh, Y. S. Ahn N. -E. Lee, G. C. Kwon J. H. Jun, etc. "Etching characteristics of SiO_2 using C_4F_6 and C_4F_8 gas-based discharges by VHF parallel resonance antenna" AEPSE 200
3. 신양수, 김동근, 외 6명 "유도결합형 플라즈마 식각장치를 이용한 응용 석영계 기판에 광도파로를 제조하는 방법 " 2004특허.
4. 이주훈, 최덕용, 유상옥. 김태훈 김동수, 정선태 "평면광도파로 건식 식각 시 발생되는 표면결함 연구" Photonics Conference 2000.