

고 농도 대역에 Pre-Sputtering 방법 적용을 통한 High Dynamic Range SIMS Depth Profiling 구현

박상원, 김종훈, 고중규, 박윤백, 이순영

하이닉스 반도체(주) 연구소 분석개발팀

반도체가 고 집적화됨에 따라 소자 구동 특성을 확보하기 위해서 ultra shallow junction 에서 고 농도 dopant 주입이 요구되고 있으며 이를 실현하기 위해서 Plasma Doping(PLAD) 공정이 연구되고 있다. PLAD 는 PH_3 , BF_3 , B_2H_6 와 같은 gas phase species 을 적용하여 수 keV 의 energy와 $\sim 10^{16}$ atoms/cm² dose 농도 대역에서 doping 하며[1] 이때 주입된 doping 농도를 평가하기 위해서 Secondary Ion Mass Spectrometry(SIMS)분석이 주로 이용되고 있다. 그러나, SIMS detector 인 Electron Multiplier(EM)의 검출 한계 범위가 PLAD 공정에서 구현하는 고 농도 대역보다 dynamic range 가 부족하여 10^{18} atoms/cm³ 이하의 농도 대역은 정확한 분석이 어려운 문제가 나타나고 있다.

본 연구에서는 SIMS을 이용하여 PLAD 으로 주입된 고 농도 boron 대역(10^{20} atoms/cm³ 이상)을 pre-sputtering 방법으로 제거하고 고 농도 대역 제거 시 발생하는 분석 artifact 인 boron 의 memory effect를 제어하여 high dynamic range depth profiling 구현을 통하여 분석 정확도를 개선하였다.

SIMS 분석의 dynamic range를 증가시키기 위해서 고 농도 대역을 O_2^+ ion 을 이용하여 secondary ion 의 intensity 변화를 aperture 크기 및 rastering 크기를 인자로 하여 평가한 후, 고 농도 대역 제거 시간 계산법을 고안 적용하여 필요한 농도 대역까지 제거 할 수 있는 방법을 설정하였고 고농도 영역 제거 시 발생하는 memory effect를 감소시키기 위해 secondary high voltage off 상태에서 bare-Si wafer를 sputtering 방법을 접목하였다.[2] 두 방법을 적용하여 SIMS 분석의 detection limit을 10^{17} atoms/cm³ 이하로 낮추었고 6 order magnitude dynamic range를 갖는 SIMS depth profiling 을 구현하였다.

[참고문헌]

- [1] J.G. Oh, J.K. Lee, S.H. Hwang, H.J. Cho, Y.S. Sohn, D.S. Sheen, S.H. Pyi, S.W. Lee, S.H. Hahn, Y.B. Jeon, Z. Fang, V. Singh, AIP Conference Proceedings, 866, 25-28 (2006).
- [2] R.G. Wilson, F.A. Stevie, *Secondary Ion Mass Spectrometry* (John Wiley & Sons, New York, 1989), pp. 2.8-1~2.8-4.